DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Elfter Jahrgang. 16. November 1923. Heft 46.

Die epidemische Encephalitis.

Von Felix Stern, Göttingen.

Zu den beiden uns bisher bekannten in Europa vorkommenden epidemischen Seuchen des Zentralnervensystems, der epidemischen Genickstarre und der akuten Poliomyelitis oder spinalen Kinderlähmung, ist seit einigen Jahren eine dritte hinzugekommen, welche wegen ihrer Häufigkeit, der geographisch unbegrenzten Ausdehnung über den ganzen Erdball und ihrer — namentlich hinsichtlich ihrer Dauererscheinungen — oft verhängnisvollen Bedeutung für den Organismus das Interesse der Forschung in hervorragendem Maße gefesselt und zu einer schon unübersehbaren Flut von Arbeiten geführt hat: die epidemische Gehirnentzündung oder epidemische Encephalitis. Es handelt sich allerdings um keine neue Krankheit. Denn rückschauend können wir jetzt aus früheren verschwommenen Berichten den Schluß ziehen, daß jedenfalls vom Ausgange des Mittelalters, etwa vom 17. Jahrhundert an, Epidemien der gleichen Krankheit an umschriebenen Stellen Europas beobachtet wurden. Aber erst die letzte Epidemie hat uns wissenschaftlich verwertbare Aufschlüsse über das eigentliche Wesen der Krankheit, ihre klinische Symptomatologie und anatomischen Merkmale gebracht, und es ist das besondere Verdienst des Wiener Forschers *Economo*, durch seine gründlichen Untersuchungen der ersten Wiener Epidemie des Jahres 1917 den nosologisch einheitlichen Kern der Krankheit erfaßt und das Fundament gelegt zu haben, auf dem sich die Weiterforschung aufbauen konnte.

Diese Forschung ist nun noch völlig im Fluß. Einigermaßen abgeschlossen ist nur die deskriptive Erkenntnis der klinischen und anatomischen Krankheitsmerkmale, die hier nur ganz summarisch zusammengefaßt werden sollen.

Klinisch ist uns bekannt, daß die Encephalitis oft erst nach leichten grippeartigen Prodromalerscheinungen mit Gehirnsymptomen beginnt, unter denen neben Augenmuskel- und anderen Hirnlähmungen vor allem eine mitunter monatelang dauernde unüberwindbare Schlafsucht auffällt, die von den bei anderen Hirnkrankheiten auftretenden Benommenheitszuständen prinzipiell abgetrennt werden kann und in den ersten Epidemien ein so hervorragendes Merkmal war, daß sie *Economo* die Veranlassung zur Namensprägung der Krankheit als Encephalitis lethargica gab. Diese Terminologie hat sich vielfach erhalten, obwohl die Schlafsucht kein integrierendes Krankheitszeichen ist und der englische Neurologe *Wilson* auch auf die grammatikalische Unrichtigkeit — denn nicht die Encephalitis ist lethargisch, sondern der Kranke — hinweisen konnte. In anderen Fällen, die in Teilepidemien so gehäuft auftreten, daß man von einem zweiten Haupttypus sprechen darf, überwiegen neurologisch stürmische Entladungen in Form von veitstanzartigen oder rhythmisierten klonischen Muskelzuckungen und oft heftigen Delirien, denen dann ein Zustand der Erschlaffung mit Schlafsucht oder Apathie folgen kann. Die Begleitsymptome, die wir mehr oder weniger häufig in diesen Stadien finden, mögen hier übergangen werden.

Wichtig ist aber, daß in den Fällen, in denen der Kranke das akute Stadium übersteht (die Mortalität beträgt hier etwa 15—20 % im Durchschnitt der Gesamtepidemien), eine Heilung nur in einem Bruchteil der Fälle eintritt, meist sich aber ein monatelang und jahrelang dauernder „nervöser" Zustand mit Schlafstörungen, Ermüdungsgefühl, Kopfschmerzen und anderen Beschwerden einstellt, der an das Bild der banalen Neurasthenie erinnert und bei Kindern öfters mit bizarren nächtlichen Unruheerscheinungen verbunden ist. Aus diesem Zustand heraus, mitunter auch in direktem Anschluß an das akute Stadium, mitunter aber auch nach einem Intervall von 3—4 Jahren, kann sich ein chronisches Leiden entwickeln, das in ungünstigen Fällen in ein unbeeinflußbares Siechtum übergeht und symptomatisch vor allem durch Verlangsamung aller Bewegungen, Verlust der Bewegungsinitiative, Ausfall der automatisch alle Affekte und Willkürbewegungen begleitenden mimischen und anderen „Mitbewegungen" oder assoziierten Bewegungen und fortschreitende Starre der Muskulatur, mitunter auch Ruhezittern und andere unwillkürliche Bewegungen gekennzeichnet ist. Wir müssen die Häufigkeit dieses chronischen Stadiums (eigene Untersuchungen decken sich hier mit anderen) auf etwa 40 % aller Encephalitisfälle berechnen. Wichtig ist auch, daß dies chronische Stadium wie die scheinbar neurasthenischen Erscheinungen nach ganz abortiven akuten Erkrankungen zur Entwicklung kommen können, wodurch eine reiche Quelle diagnostischer Irrtümer entstehen kann.

Die Epidemiologie ist eine sehr eigenartige. Einzelfälle werden, wie wir jetzt wissen, auch außerhalb der Epidemiezeit, d. h. bei unserer Krankheit jedenfalls zwischen den Jahren 1894

und 1916, hie und da beobachtet. Eine allmähliche Häufung tritt während der Kriegsjahre auf, etwa im Jahre 1916 kommt es zu den ersten gehäufteren Epidemien, namentlich in den Wintermonaten in Wien und an der Westfront. Über die letztere Zone sind wir durch französische Autoren (*Cruchet*) orientiert, und es ist gewiß möglich, daß auf der französischen Seite zwischen Verdun und Nancy die Krankheit mehr Opfer forderte. Aber es ist uns jetzt sicher, daß auch an der deutschen Front Einzelfälle, die damals noch nicht richtig erkannt werden konnten, jetzt aber in ihren chronischen Erscheinungen der Diagnose keine Schwierigkeiten machen, nicht ganz selten auftraten, wie wir in unserer Gutachtertätigkeit öfters gesehen haben. In den nächsten Jahren wuchsen allmählich die Krankheitsziffern, die Epidemie dehnte sich nach Frankreich, England, Nordamerika, Norddeutschland usw. aus, wobei sich zum Teil ein Wandern der Epidemie noch deutlich verfolgen läßt. Dann aber erfolgt im Winter 1919/20 eine auch klinisch besonders verderbliche Massenexplosion der Erkrankung in breitesten Erdgebieten, deren Ursache ohne vage Spekulationen, deren Erörterung hier keinen Zweck hat, dem Verständnis vorläufig nicht recht nähergerückt wird. Nach dem Abflauen der schweren Erscheinungen breitete sich die Krankheit, wie wir namentlich in Norddeutschland gut sehen, geographisch im Sommer 1920 noch weiter aus mit klinisch zunächst leichteren, aber für die Genesungsaussichten nicht minder verhängnisvollen Symptomen, in kleinen Gemeinden fast stets nur einzelne oder wenige Individuen befallend. Seit dieser Zeit sind wir die Krankheit nicht losgeworden; es erfolgen namentlich im Winter einzelne verstärkte Eruptionen, und wir befürchten, daß wir diesen unheimlichen Gast noch längere Zeit endemisch bei uns beherbergen müssen, ohne zurzeit noch die Möglichkeit zu einer Ausrottung des Virus und Prophylaxe der Einzelpersonen zu haben.

Was die Anatomie der epidemischen Encephalitis anbetrifft, so wissen wir, daß in den akuten Stadien bei makroskopisch mitunter ganz intakt erscheinendem Gehirn eine nichteitrige Entzündung in bestimmten Prädilektionsgebieten des Hirnstamms vorherrscht. In den chronischen Stadien können wir, obwohl der Prozeß ein stets fortschreitender ist, nicht immer entzündliche Veränderungen im Erkrankungsgebiet feststellen, sondern mitunter nur Entartungsvorgänge oder Atrophien im nervösen Gewebe, die namentlich einen besonderen Kern in der Mittelhirnhaube, die substantia nigra, und in geringerem Grade einen Teil der zentralen Vorderhirnganglien, den Linsenkern, betreffen.

Gegenüber diesen Tatsachen sind die genetischen Probleme der Krankheit noch keineswegs gelöst, und nur aus dem Grunde erscheint es statthaft, auch vielfach sehr problematische Gebiete außerhalb der eigentlichen Fachforschung zu erörtern, weil wenigstens die Richtlinien der Forschung jetzt gekennzeichnet und zudem — außerhalb der Frage nach der eigentlichen Pathogenese der Krankheit — aus der Kenntnis der Encephalitis bedeutsame allgemeine hirnpathologische Probleme aufgetaucht oder klarer umrissen sind, die ein weitgehendes Interesse finden werden. Auch hier wird aus Raumgründen nur ein gedrängter Überblick möglich sein.

Bereits während der ersten Schübe der letzten großen Epidemie war einer großen Reihe von Forschern die Tatsache aufgefallen, daß die ep. Enc. nicht nur mit sogenannten Grippeerscheinungen beginnt, sondern auch in ihrem epidemischen Auftreten eng an die Züge der pandemischen Influenza, die bekanntlich in den Jahren 1918 und 1919 gerade grassierte, geknüpft ist, daß bei früheren Epidemien dieselbe Feststellung möglich ist; und als Folgerung dieser Erkenntnis leugnete man die Sonderexistenz der ep. Enc. als Krankheit „sui generis“ und bezeichnete sie oft genug auch schlechtweg als Kopf- oder Hirngrippe. Die Gegner dieser Auffassung konnten sich darauf berufen, daß die Krankheit auch gehäuft außerhalb eigentlicher Grippezeiten auftreten kann, daß klinische Grippesymptome ganz fehlen können, daß klinisch-anatomisch das Hirnleiden mit seinen Kernsymptomen, mit seiner eigenartigen Tendenz zu meist gleichartigen chronischen Symptomen als eine sehr gut umgrenzbare Einheit imponiert. An dieser auch von mir stets vertretenen Auffassung der nosologischen Einheit der ep. Enc. läßt sich auch nicht wohl rütteln, ebenso erscheint es sicher, daß die ep. Enc. im Prinzip von anderen sogenannten Grippeencephalitiden abzutrennen ist, die bei früheren Grippeepidemien mehr sporadisch beobachtet wurden und sich als makroskopisch wohl erkennbare, oft nicht einmal entzündliche Erweichungsherde in verschiedenen Teilen des Großhirns manifestierten, übrigens meist auf Mischerreger des Grippevirus (Kokken) zurückführen lassen.

Andererseits lehren uns das Gros epidemiologischer Feststellungen und auch einzelne klinische Erfahrungen, wie z. B. die, daß gelegentlich, anscheinend infolge Übertragung von einem Falle aus, im gleichen Krankensaale Erkrankungen an Grippepneumonie und Encephalitis beobachtet wurden, doch, daß wohl enge Beziehungen zwischen Encephalitis und Grippe bestehen müssen, und die vorläufig noch nicht gelöste Frage ist nur die, ob das Encephalitisvirus eine biologische Modifikation des Grippevirus oder ein besonderes Virus darstellt, das von dem der Grippe nur besonders leicht aktiviert, pathogen gemacht wird, wie wir das von andern Krankheitskeimen bei der Grippe auch wissen. Eine sichere Entscheidung darüber läßt sich darum noch nicht fällen, weil die Natur des Grippevirus noch nicht eindeutig festgestellt ist. Hinsichtlich der Art des Encephalitiserregers bekennt sich die Mehrheit der bakteriologischen Forscher, die sich mit Untersuchungen darüber beschäftigt haben, zu der zuerst durch Experimente eng-

lischer, amerikanischer und französischer Autoren begründeten Auffassung, daß es sich um ein sogenanntes filtrierbares Virus handelt, d. h. um Krankheitskeime, die so klein sind, daß sie die die gewöhnlichen Bakterien zurückhaltenden Ton- und Porzellanfilter passieren und außerdem, sei es infolge ihrer Kleinheit oder auch aus anderen Gründen der färberischen Darstellung unzugänglich sind.

Hinsichtlich der Anerkennung der von amerikanischen Autoren angegebenen Darstellungsmöglichkeit von Kulturen, die aus allerkleinsten, eben noch sichtbaren kokkenartigen Mikroben bestehen sollen, wird man sich vorläufig noch skeptisch verhalten müssen. Es gelingt jedenfalls noch mit dem Filtrat bei Kaninchen namentlich durch Verimpfung direkt ins Gehirn die Encephalitis mit histologisch der menschlichen sehr ähnlichen Veränderungen hervorzurufen und mit dem Hirnbrei dieser Tiere auch auf weitere Generationen die Krankheit zu übertragen. Von Interesse ist es dabei zu erwähnen, daß z. B. auch die der Encephalitis in vielen Beziehungen ähnelnde spinale Kinderlähmung (Poliomyelitis) durch ein solches filtrierbares Virus, das sich in manchen Punkten allerdings von dem der Encephalitis unterscheidet, hervorgerufen wird.

Über die Natur dieser Encephalitisnoxe haben nun neuere Untersuchungen noch einige weitere Enthüllungen gegeben, die auf den ersten Blick Erstaunen erwecken müssen. Es wurde nämlich durch Arbeiten, um die sich namentlich *Doerr, Vöchting* und *Schnabel* sowie *Levaditi* und seine Mitarbeiter verdient gemacht haben, die Vermutung nahegelegt, daß die Erreger der verhängnisvollen Gehirnkrankheit zum mindesten nahe verwandt mit Noxen sein könnten, die ubiquitär sind und äußerst harmlose Hautaffektionen hervorrufen, nämlich die kleinen oft in Häufchen auf rotem Grunde sich erhebenden sogenannten *Herpes*bläschen, die, namentlich in der Umgebung der Lippen oder der Nase häufig, bei verschiedenen Infektionskrankheiten, gelegentlich aber auch bei manchen Menschen nach ganz harmlosen Schädigungen, Erkältungen, Diätfehlern usw. auftreten und nach wenigen Tagen abheilen. Nachdem schon vor Kenntnis der Encephalitis festgestellt war, daß der Herpes auf die Hornhaut vom Kaninchen übertragen werden kann und dort Bläschen und Entzündungserscheinungen hervorruft, beobachteten *Doerr* und *Voechting*, daß der Hornhautentzündung mitunter Erscheinungen einer Hirnentzündung folgen, die der experimentellen epidemischen Encephalitis völlig gleichen, und daß man die gleichen Erscheinungen nach Verimpfen von Herpes ins Hirn findet. Festgestellt ist weiterhin, daß auch dieses Herpesvirus filtrierbar ist, daß die Herpesencephalitis der experimentellen epidemischen auch histologisch sehr ähnelt (*Doerr* und *Levaditi* mit ihren Mitarbeitern und besonders *da Fano*), und daß auch bei epidemischer Encephalitis Hirnbrei eine Hornhautentzündung hervorrufen kann; besonders wichtig für die Beziehungen der beiden Krankheiten ist dann der von *Doerr* und *Schnabel* erhobene Befund einer gekreuzten Herpes-Encephalitis-Immunität. Dieser Befund ist freilich von verschiedenen anderen Autoren, namentlich den schwedischen Forschern *Kling, Davide* und *Liljequist*, bestritten worden; von letzteren Autoren ist auch auf gewisse biologische Unterschiede der Virusarten und histologische Differenzen der jeweiligen Hirnentzündungen hingewiesen worden. Wir selbst geben den Anhängern der Identitätshypothese ohne weiteres zu, daß die von *Kling* beschriebene *chronische* erst nach Monaten sich entwickelnde Experimentalencephalitis zum mindesten kein Postulat einer Infektion mit Virus der „Epidemica" und die chronische Erkrankung vielleicht durch besondere eigentümliche Modifikationen der von *Kling* benutzten Virusarten bedingt ist.

Gewichtiger ist der von *Jahnel* und *Illert* erhobene Einwand, daß alle bisherigen Übertragungen der epidemischen Encephalitis vielleicht durch ein akzidentelles nicht spezifisches Virus bedingt sein können und daß in langdauernder Agonie oder nach dem Tode genau so wie Bakterien auch ultravisible Keime aus dem Nasenrachenraum ins Gehirn einwandern könnten. Eine Reihe von Versuchen, bei denen sicher nicht encephalitische Hirne benutzt waren und die Encephalitis sogar nach subkutanen Injektionen „anging", schien den Autoren diese Ansicht zu bekräftigen. Wir müssen zugeben, daß die kritischen Ausführungen von *Jahnel* und *Illert* uns wieder einmal zeigen, mit welcher Vorsicht aus Befunden, die an sich unantastbar sind, Schlußfolgerungen gezogen werden müssen: Der Versuch, alle bisherigen Forschungsergebnisse als illusorisch zu betrachten, scheint uns doch etwas zu weit gegangen zu sein, zumal verschiedene Autoren doch auch mit Liquor akut kranker Patienten Encephalitis beim Kaninchen hervorrufen konnten und kein Grund zu der Vermutung besteht, daß bei einem, wenn auch kranken, so doch mit den lebenden Abwehrkräften des Normalen noch begabten Organismus ebenso wie bei agonalen oder toten Individuen ganz unspezifische Keime aus dem Rachen in die Meningen einwandern können und nicht rasch zerstört werden. Die Möglichkeit, daß *Loewe* und *Strauß, Thalheimer, Levaditi* usw. mit dem spezifischen Encephalitiskeim gearbeitet und Erfolg erzielt haben, ist trotz der geschilderten Einwände durchaus vorhanden. Die Identität des Encephalitisvirus mit dem Herpesvirus ist noch nicht bewiesen, Zeichen aber dafür, daß zum mindesten eine Verwandtschaft der Virusarten besteht, sind, wie ich darlegte, zweifellos vorhanden.

Jedenfalls sehen wir kein biologisches Rätsel in der Möglichkeit, daß vielleicht schon im Mundspeichel Normaler, wie namentlich *Levaditi* annimmt, ein Virus in abgeschwächter Form sich findet, das gewöhnlich für den Menschen apathogen, aber unter bestimmten Umständen quan-

titativ und vielleicht auch qualitativ different hochgezüchtet wird und mehr dermotrope oder neurotrope Eigenschaften gewinnt. Ähnliche Beispiele liefert uns, wie *Schnabel* mit Recht betont, die Bakteriologie auch sonst; ich erinnere nur an die Pneumokokken, die als harmlose Parasiten lange in den oberen Luftwegen vegetieren und nach einer schweren „Erkältung" plötzlich pathogen werden und zu einer tödlichen Lungenentzündung führen können. Über das eigentliche Wesen dieser Encephalitisnoxe wissen wir allerdings, außer daß sie Bakterienfilter passiert, nichts, solange uns die kulturelle Darstellbarkeit sichtbarer feinster Mikroorganismen noch nicht sicher erwiesen scheint. Hier ist es besser, die Arbeiten der Zukunft abzuwarten, als jetzt schon Hypothesen aufzustellen, denen das genügende Fundament mangelt.

Indem wir einige weitere von den herrschenden Lehren abweichende und noch problematische ätiologische Untersuchungsbefunde hier übergehen, möge es gestattet sein, wenigstens noch zwei weitere Probleme zu erörtern, die durch die Kenntnis der Encephalitis reichlich Anlaß zur Diskussion gegeben haben. Das erste betrifft, grob gesagt, *die Lokalisation psychischer Funktionen.* Nachdem seit Beginn des 19. Jahrhunderts die Hirnrinde als das Organ erkannt war, an dessen Integrität der normale Ablauf seelischer Geschehnisse gekuppelt war, hat die Lokalisationslehre der letzten Dezennien des 19. Jahrhunderts in zahllosen Arbeiten den Beweis dafür zu erbringen gesucht, daß seelische Einzelleistungen, namentlich die mit den Sprachfunktionen, dem Gegenstandserkennen, den Willkürhandlungen zusammenhängenden, an isolierte Zentren der Rinde geknüpft seien. Und auch die jetzige Zeitströmung, die der strengen Herdlokalisation auch relativ elementarer seelischer Leistungen wieder mehr widerstrebt, bestreitet nicht, daß die Hirnrinde das Zentralorgan wenigstens für alle intellektuellen Leistungen ist. Aber daß auch alle elementaren Gefühls- und Triebregungen — auch beim Menschen — allein von der Intaktheit der Hirnrinde abhängen, kann nicht mehr behauptet werden. Schon früher hatten einige Forscher angenommen, daß der große Zwischenhirnkern des Sehhügels für das Affektleben des Menschen Bedeutung hat. *Kleist* hatte in einer Reihe von Arbeiten auf Störungen des Bewegungsantriebes und der Bewegungszügelung bei Geisteskranken hingewiesen, die auf subcorticale Mechanismen zurückzuführen waren, und *Reichardt* hatte im Hirnstamm ein lebenswichtiges Zentralorgan mit Zentren des Trieblebens und — allerdings ohne zwingende Gründe — auch des Ichbewußtseins erblickt. Die Encephalitis hat uns nun in einem Massenexperiment gelehrt, wie wichtig unter der Rinde gelegene Hirnapparate für das Seelenleben tatsächlich sind. Zahllos sind die Fälle, die von vielen Autoren beschrieben sind — ich nenne hier nur *Hauptmann, Mayer-Groß* und *Steiner, Economo, Naville,* eigene reichliche Erfahrungen —, Fälle, die auch nach Ablauf des akuten Schlafstadiums, oft in ganz chronischen Stadien in einem völlig apathischen Zustand der Initiativelosigkeit, der scheinbaren Stumpfheit verharren, sorglos dem schweren Krankheitszustand, in dem sie sich befinden, gegenüberstehen. Nur zum Teil wird diese seelische Starre durch eine körperliche Muskelstarre vorgetäuscht, in manchen Fällen kann die Muskelstarre ganz gering, die Apathie groß sein, es besteht also keine Kongruenz zwischen diesen Phänomenen.

Man hat die pathologischen Grundlagen dieser Apathie, zum Teil nach Berichten der Kranken selbst, sowohl in einer Dämpfung, einer Nivellierung der alle Erlebnisse begleitenden Gefühlstöne als in einer primären Hemmung der Willensantriebe gesucht. Obschon nicht zu bestreiten ist, daß die Gefühlserlebnisse in diesen Zuständen herabgesetzt sind, scheint doch das Wesentliche der Störung in einer Herabsetzung von Triebregungen zu bestehen, in einer Störung der spontanen Antriebe, die sich auf die Motilität wie auf Affekte und Denkleistungen erstreckt; letztere brauchen wenigstens potentiell, wie Prüfungen ergeben, keine Herabsetzung zu erleiden; auch die Affekte können bei äußeren Anlässen in normaler Stärke und Qualität zum Durchbruch kommen. Merkwürdigerweise sieht man öfters im Gegensatz zu den Apathiezuständen auch chronische Triebunruhezustände, die in einer Neigung zu grotesken halbrhythmisierten Bewegungsentladungen, wie dauerndem Trippeln oder taktmäßigem Sicherheben vom Stuhl zum Ausdruck kommen und mit einer Steigerung der vitalen Triebe, z. B. Sexualtrieb, verbunden sein können. Ja, bei Kindern und Jugendlichen gehört es sogar zur Regel, daß nicht nur als chronischer Krankheitsprozeß, sondern auch als Residualzustand nach Ablauf der akuten Erkrankung eine eigenartige Charakterveränderung lange Zeit vorherrscht, die man am besten als Hemmungslosigkeit mit Reizbarkeit, Neigung zu läppischen, evtl. asozialen Handlungen charakterisieren kann.

Das Bemerkenswerte ist nun, daß eine Erkrankung der Hirnrinde für diese Zustände nicht in Betracht kommt, zum mindesten genetisch bedeutungsarm ist, da anatomische Untersuchungen lehren, daß namentlich bei den chronischen Erkrankungen der Krankheitsprozeß ganz vorwiegend in den subcortikalen Ganglien des Vorder- und Mittelhirns, besonders der substantia nigra, sich abspielt. Die in akuten Stadien besonders stark mitbetroffenen Gebiete im sogenannten Höhlengrau spielen hier eine geringere Rolle. Wir haben keinen Zweifel, daß die gefundenen psychischen Störungen mit der Läsion der subcortikalen Apparate zusammenhängen, daß hier Zentralstellen liegen, die für die normale Entstehung der Willensantriebe, für den Vorgang, den wir als Spontaneität bezeichnen, wie für die Regulation der Willensregungen von größter Bedeutung sind. Gewiß arbeiten diese

Stellen nicht isoliert als etwas den übrigen Hirnleistungen Übergeordnetes. Wie alle Hirnapparate in ständiger Beziehung zueinander arbeiten, so stehen auch die bei der Encephalitis vorzugsweise erkrankenden Gebiete der substantia nigra und der Linsenkernapparatur in Zusammenarbeit und Abhängigkeit von zentripetalen sensiblen und cortikalen Erregungen, und zwar, wie wir zunächst dank der Arbeiten von *Wilson, C.* und *O. Vogt* und vieler anderer kennengelernt haben, im Sinne eines phylogenetisch alten und wichtigen motorischen Hilfsorgans, das bei niederen Wirbeltieren zum Teil noch große Selbständigkeit hat. Beim Menschen und höheren Säuger ist die Wirkung dieser ganzen „extrapyramidalen", d. h. von der motorischen Hauptbahn der Willkürerregungen, der sogenannten Pyramidenbahn, abgezweigten Apparatur vor allem eine derartige, daß sie den Muskeltonus mitreguliert und außerdem im Anschluß an die eintreffenden cortikalen Signale Impulse für die alle Willkürbewegungen begleitenden automatischen Bewegungen aussendet, auch automatisch die mimischen und gestischen Bewegungen, den Ausdruck unserer Affekte, mitreguliert.

Aber auch diese Impulsgebung beschränkt sich nicht nur auf motorische Vorgänge, sondern im Zusammenhang mit den automatischen, d. h. unter der Schwelle des Bewußtseins sich abspielenden, motorischen Erregungen erfolgen von diesen Stellen des Gehirns auch den höheren Hirngebieten zufließende Impulse, die den Antrieb für die Denk-Willens-Vorgänge und auch das Affektleben zu fördern scheinen, und in diesem Sinne mag man auch von psychischen Zentren in diesen Gebieten sprechen. Schwierigkeiten machen der Erklärung allerdings noch jene Übererregbarkeitszustände, die namentlich in den oben geschilderten Faxentendenzen, Asozialitäten usw. der Jugendlichen zum Ausdruck kommen. Es ist bemerkenswert, daß ein Forscher wie *Kleist* auch gewisse psychomotorische Hyperkinesen, wie Neigung zu dranghafter Wiederholung von Worten und Bewegungen an der Hand interessanter Sektionsbefunde von Herderkrankungen mit der Läsion der Stammganglien, namentlich der phylogenetisch jüngeren äußeren Abschnitte des sogenannten Streifenkörpers und ihrer Zuleitungsbahnen in Verbindung bringt; wir haben also einige Anhaltspunkte dafür, daß neben den erregenden auch hemmende Impulse für den Ablauf psychischer Geschehnisse aus dem Subcortex stammen; immerhin wird man bei der Kompliziertheit der Verhältnisse hinsichtlich der lokalisatorischen Schlußfolgerungen noch vorsichtiger sein als bei der Beurteilung der den rein motorischen Erscheinungen der Starre einerseits, der unwillkürlichen Bewegungen andererseits zugrunde liegenden anatomischen Differenzen. Wir wissen auch nicht, ob die verschiedenen Formen der „postencephalitischen" Unruhe alle gleichsinnig zu erklären sind. Da grobe neurologische Veränderungen bei den kindlichen Charakterveränderungen mitunter ganz fehlen und auch eine Rückbildung der seelischen Anomalien möglich ist, können wir überhaupt hier nur sehr geringe anatomische Läsionen als Grundlage der Charakterveränderung annehmen.

Aber man hat wohl berechtigten Grund zu der Annahme, daß auch die bei Encephalitikern im blinden Stadium nach Ablauf des akuten Schubes feststellbaren Erscheinungen der Unruhe und Charakterveränderung auf Regulationsstörungen mit zurückzuführen sind, die in einer Dissoziation zwischen den cortikalen und automatischen subcortikalen über den Linsenkern geleiteten Hirnvorgängen basieren. Bemerkenswert ist endlich, daß die Hirngebiete, die für den Muskeltonus, den Ablauf automatischer Bewegungen wie für die Triebregulation von so großer Wichtigkeit sind, in enger Nachbarschaft mit den Zentren rein vegetativer Funktionen liegen oder sich damit teilweise überdecken; aber die anatomische Abgrenzung der einzelnen Zentren und ihre Bedeutung ist noch zu sehr im Fluß, als daß hier näher darauf eingegangen werden kann.

Noch auf ein zweites Gebiet von weiterem Interesse, das durch die Encephalitisforschung Anregungen erhalten hat, mag hier hingewiesen werden, das der *Beziehungen zwischen Hirnfunktionen und Funktionen der inneren, den Stoffwechsel regulierenden Organe.* Daß reichliche Wechselbeziehungen zwischen nervösen, über Vagus und sympathischen Apparat geleiteten Funktionen und den Organen des Stoffwechsels, namentlich den Blutdrüsen, bestehen, ist uns bereits seit langem bekannt. Neben diesen vegetativ-endokrinen Wechselbeziehungen wird unser Interesse seit einigen Jahren durch enge Beziehungen, die zwischen Leber und Gehirn bestehen, erweckt. Nachdem zuerst *Wilson* gezeigt hatte, daß bei einer eigenartigen Hirnkrankheit, die ähnliche „amyostatische" Erscheinungen von Muskelstarre und Zittern, wie ich sie oben beschrieb, zeigt, anatomisch neben einer Entartung des Linsenkerns schwere Veränderungen der Leber, die an Leberschrumpfung erinnern, aufgefunden werden, konnte der Wiener Forscher *Fuchs* feststellen, daß nach Vergiftung mit dem Eiweißfäulnisprodukt Guanidin wie nach Ausschaltung der Leber aus dem Kreislauf experimentell schnell tödliche Erkrankungen mit entzündlichen Veränderungen des Gehirns entstehen; erhebliche Alterationen des Gehirns finden sich auch bei akuten tödlichen Lebererkrankungen des Menschen (*Kirschbaum*), und auch bei der Schüttellähmung, einer Erkrankung, die ebenfalls im wesentlichen im Linsenkerngebiet sich abspielt, sind Leberfunktionsstörungen feststellbar (*Dresel* und *F. H. Lewy*). Der eigenartige Verlauf der chronischen Formen der Encephalitis, auch der anatomische Befund, der Entzündungen mitunter vermissen läßt, gaben Anlaß

dazu, auch bei chronischer Encephalitis dem Stoffwechsel genauere Beachtung zu schenken, und es stellte sich dabei heraus, daß bei den chronischen Starrezuständen wie bei den an Neurasthenie erinnernden Folgezuständen der Encephalitis Störungen des Stoffwechsels, die nach der gültigen Anschauung als Leberfunktionsstörungen angesehen werden mußten, tatsächlich feststellbar, mitunter sehr ausgesprochen waren (*Meyer-Bisch* u. Verf.). Auch hier finden sich wieder die Beziehungen zwischen der Leber und den Apparaten der inneren Partien des Linsenkerns (des Paläostriatum) bzw. der substantia nigra wieder. Man wird darüber diskutieren können, in welcher Richtung diese Beziehungen bei der Encephalitis zueinander stehen, ob der Gehirnerkrankung infolge der Läsion vegetativer via Vagus oder Sympathicus sich entladender Zentren die Leberfunktionsstörung folgt, oder umgekehrt die Leberalteration die Gehirnschädigung nach sich zieht. Die erstere Annahme erscheint a priori schon darum plausibel, weil im akuten Stadium der infektiöse Krankheitsprozeß im Hirn sich vorwiegend abspielt. Dennoch sprechen auch mancherlei Erwägungen für den umgekehrten Weg, also für Vorgänge analog jenen pathologischen Zuständen, wo die Gehirnschädigung sicher von der Leberalteration abhängig ist, wie etwa in gröbstem Maße bei der experimentellen Leberausschaltung. Die Gehirnschädigung wird in den Fällen der Leberläsion auf mit dem Blute zugeführte Giftprodukte zurückgeführt, die dann auftreten, wenn das entgiftende „Leberfilter" versagt, und Stoffwechselprodukte, namentlich auch aus dem Darm stammende Eiweißabbauprodukte, direkt in die Blutbahn übergehen können. Bemerkenswert ist dabei, daß, wie *F. H. Lewy* zeigte, auch andere Gifte, z. B. das Mangan, besondere Affinität zum Paläostriatum zeigen. Die Zukunft wird lehren, ob die Vermutung zutrifft, daß auch bei der chronischen Encephalitis eine Leberschädigung vorliegt, die mit der akuten Infektion zusammenhängen könnte; vor allem werden uns auch weitere Untersuchungen lehren, wie oft eine histologische Leberveränderung in diesen Zuständen vorliegt. Jetzt schon aber werden wir berechtigt sein, festzustellen, daß zwischen der Leber und umschriebenen Gebieten des Hirns, namentlich dem Linsenkern, besonders innige Beziehungen bestehen, daß etwa, wie *F. H. Lewy* sich ausdrückt, diese Gebilde „ein zusammengehöriges System ausmachen, eine Art Symplasma, das man eine Vitalreihenkette zu nennen pflegt".

Auch dieses Gebiet der Leber-Hirn-Beziehungen bedarf noch des weiteren Ausbaues. Wenn ich zeigen konnte, wie auch von der Encephalitisforschung aus Anregungen zu diesem Problem hin strömen, so möge dies ein kleiner Hinweis dafür sein, wieviel außerordentlich interessante theoretische Fragen aus dem Studium der Krankheit entstehen, ganz abgesehen von den immensen praktischen und vorläufig leider sehr undankbaren Aufgaben, die uns durch die Behandlung zahlloser chronisch kranker und siecher Personen erwachsen.

Der gegenwärtige Stand der geologischen Forschung.

Historische Geologie.

Von E. Wepfer, Freiburg i. B.

Die historische Darstellung des Werdeganges der Erde muß von sämtlichen anderen Unterdisziplinen der Geologie Gebrauch machen, um die Mittel zu erkennen, aus denen heraus das heutige Antlitz der Erde erstanden ist, um ferner die Wege zu zeigen, auf denen wir unseren Bedürfnissen nach weiterer, möglichst rationeller Verwertung ihrer vorhandenen, natürlichen Hilfsquellen genügen können.

Aus dem Begriff des *Gewordenen* ergibt sich schon die Erkenntnis, daß keine dieser Hilfsquellen rein zufällig da ist, wo wir sie jetzt finden, sondern daß eine gewisse Gesetzmäßigkeit vorhanden ist, daß für ein *jegliches natürliches Vorkommen* bestimmte Voraussetzungen gelten. Sie erkennen, heißt den Weg historischer Geologie einschlagen.

Es ist in diesem Gedankengang schon ausgesprochen, und zugleich die wesentliche Erkenntnis der Geologie überhaupt, daß das Bild der Erde nicht stets das gleiche war, wie heute. Wir wissen, daß gewisse Kräfte der Gebirgsbildung: Hebungen, Senkungen von Teilen der Erdrinde auch heute noch stattfinden. Wir wissen, daß die Kräfte der natürlichen Abtragung (Verwitterung, Lockerung, Wegschwemmung durch die Atmosphärilien) auf der einen, die der Ablagerung von neu sich bildenden Gesteinsmassen (Schichtgesteinsbildung) auf der anderen Seite noch heute wirksam sind. Diese Erkenntnis, daß in der Vorzeit keine grundsätzlich anderen Kräfte tätig waren als jetzt, setzte sich in der jugendlichen Wissenschaft der Geologie erst im Laufe des 19. Jahrhunderts durch; man spricht seitdem von „aktualistischer" Geologie, als deren Schöpfer besonders der Engländer *Charles Lyell* genannt wird. Wenn wir daher sämtliche Vorgänge allgemeiner Geologie berücksichtigen, insbesondere diejenigen, die wir unter den Begriff der „äußeren Dynamik" fassen, und die im allgemeinen vor unseren Augen sich abspielen, ferner diejenigen der „inneren Dynamik" in Rechnung stellen sowie die Gesetze der Petrographie und die Tatsachen der Paläontologie mitsprechen lassen, so ergibt sich daraus die Summe alles dessen, was schließlich zu dem Bau und Bild gerade unserer Erde geführt hat. Es finden sich darin die Spuren des ewigen Wechsels zwischen

Aufbau und Zerstörung wieder, und in jedem Gestein müssen sich bis zu einem Grade die Voraussetzungen wiederspiegeln, unter denen es entstanden ist (Petrographie), die uns mittelbar auch die Veränderung und Zerstörung älterer präexistierender Gesteine und Gebirge erweisen und so zu einer Erforschung des *damaligen* geographischen Bildes und geologischen Aufbaus anregen: es ist die *paläogeographische* Richtung. Und nur flüchtig sei daran erinnert, daß auch die Untersuchung der Reste einstiger Bewohner unserer Erde in ihrem natürlichen, engen Zusammenhang mit der Erforschung der Gesteine, in die sie bei deren Bildung geraten sind, entsprechend in *paläobiologischer* Richtung neuerdings einen Aufschwung nimmt. In diesen beiden Richtungen liegt gewissermaßen die Quintessenz historisch-geologischer Forschung, indem sie uns aus der Beschreibung der toten Gesteine und ihres Fossilinhalts zu den lebendigen Vorgängen bei ihrer Bildung hinaufführt.

Die Reihenfolge all dieser Vorgänge festzustellen, ihre Bedeutung und relative Gleichzeitigkeit sowie ihre gegenseitige Durchdringung auf verschiedenen Teilen der Erde gegeneinander abzuwägen, ist die Aufgabe historischer Geologie. Es ist psychologisch von Interesse zu sehen, daß die gesamte Geologie mit all ihren Hilfswissenschaften noch bis heutigen Tages dazu verurteilt scheint, in den Augen der breitesten Masse des Publikums innerhalb einer Art von Sagenkreis zu stehen, in dessen Bann fabelhafteste Ereignisse und Gestalten von riesenhaftem, heute längst erloschenem Ausmaß ihren Gang gehen, um mit der Annäherung an die Jetztzeit für immer zu verschwinden. — In jener Vergangenheit lebe dann die geologische Forschung: und das schattenhafte Wissen, einzelne aufgegriffene Bruchstücke aus ihrem Bestand zeugen deutlich genug von der Darstellungsart populären Charakters, die billigen Ruhm erntet, indem sie dem Wissensdurst in feuilletonistischem Stil von den „Geheimnissen der Vorzeit" plaudert. — Auf der andern Seite kann es nur am Mangel eines *weiteren* Gesichtspunktes liegen, wenn oft in Schulen das wissenschaftliche Moment in der Hervorkehrung an sich subalterner Tatsachen, selbstverständlicher Vorgänge allgemein-geologischer Natur sich erschöpft; wenn die Reihenfolge der einzelnen Formationen: die geologische Zeittafel, die Systematik der fossilen Tiere und Pflanzen „als notwendiger Grundstock" gepaukt wird.

Die erste Betrachtung äußerlich dynamischer Natur lehrt uns eine Grundwahrheit kennen: ihre Kräfte sind es, durch welche bestehende Gesteine, soweit sie Erhabenheiten der Erdoberfläche bilden, zerstört und abgetragen werden. Das Wasser des Regens, der Bäche, der Flüsse führt den durch die Verwitterung entstandenen Gesteinsgrus, Sand, Schlamm, in die Tiefe und lagert ihn *dort* ab, wo die transportierende Kraft des Wassers zur Ruhe kommt: es entstehen Kies- und Sandbänke in Flußtälern, Seen — Schichten von verschiedenster Zusammensetzung am Grund des Meeres —, überhaupt Aufhäufungen von Gesteinsmaterial in Senken, ob solche dauernd mit Wasser erfüllt sind oder nicht. Wasser bzw. auf dem Festland unter Umständen der Wind sorgen für mehr oder weniger ebene Ausbreitung des Materials über eine gewisse Fläche hin. — Der Wechsel des zugeführten Materials, die etappenweise ein- und wieder aussetzende Zuführung, bedingt durch klimatische Faktoren oder Bewegungen innerhalb der festen Erde (s. innere Dynamik), bedingt die Entstehung von einzelnen Schichten, die in ihrer Gesteinszusammensetzung wechseln. In den Schlamm, Sand geraten die Reste von Lebewesen, die zur Zeit der Entstehung dieses Gesteins innerhalb oder nahe seinem Entstehungsgebiet lebten oder abstarben; Tiere und Pflanzen, die die Fähigkeit haben, in ihrem Skelett Kalk aufzuspeichern, tragen direkt oder indirekt zur Ablagerung mehr oder weniger kalkreicher Schichten bei: So kommen in der „Schichtfolge" Versteinerungen oder Fossilien, d. h. Reste — meist nur von Hartteilen — der damals vorhandenen Lebewelt vor. — Der untere Teil einer Schichtfolge: das „Liegende" ist älter, der obere: das „Hangende" jünger.

In ihrer horizontalen Ausdehnung ist eine einzelne Schicht so gut wie eine größere Schichtfolge nicht nur beschränkt durch die Gestaltung und Ausdehnung des *Ablagerungs-* oder *Sedimentationsgebietes*, sondern auch durch die Art der Zufuhr aus dem *Abtragungsgebiet*; des weiteren durch die Verteilung des zugeführten Materials auch infolge der innerhalb des Ablagerungsgebietes wirkenden Kräfte, wie Wind, Strömungen, Küstenbrandung usw. in ihrem Verhältnis zur Schwere des Materials. — Zunächst muß daher die Dicke = *Mächtigkeit* von Ort zu Ort Änderungen unterworfen sein; am auffälligsten wird ein solcher Wechsel in seichtem Wasser, nahe dem Strand sein, da hier die Ablagerungsbedingungen aus begreiflichen Gründen rasch wechseln können: auf kurze Entfernung hin kann eine Schicht *auskeilen*, d. h. dünner werden und schließlich aufhören, und dadurch im Querschnitt linsenförmige Gestalt haben. Ferner geht damit Hand in Hand ein Wechsel in Zusammensetzung und Struktur des Schichtgesteins: eine kalkige Schicht oder Schichtfolge kann anderswo in toniger *„Facies"* ausgebildet sein; grobes Korn, etwa in einem Sandstein, wechselt mit feinkörnigeren Partien. Der in diesen *faciellen* Unterschieden manifestierte Wechsel der chemisch-physikalischen Bedingungen von Ort zu Ort kann sich auch im Bindemittel etwa eines Sandsteins, d. h. in dem Material, das die einzelnen Körner des Sandes zum festen Stein verkittet, äußern: es kann z. B. tonig, kalkig, quarzig sein: hier nachträgliche Prozesse der Veränderung im Bindemittel und in der ganzen Mineralführung von dem ursprünglichen Bild zu unterscheiden, ist ein wichtiges Ziel historisch-geologischer Forschung. Man bezeichnet jene nachträglichen Pro-

zesse der *Verfestigung* auch als *Diagenese*, ein etwas weit gefaßter Begriff, der das Bedürfnis einer vorläufigen Umschreibung vieler schwer faßbarer Vorgänge verrät, die man ebensogut „*Fossilisierung*" nennen könnte, und dessen Klärung durch noch größere Betonung des genetischen Moments in der *Sediment-* (= Schichtgesteins-) *Petrographie* zu erhoffen ist. — Ein Wechsel in den chemisch-physikalischen Bedingungen in einem Ablagerungsmilieu muß aber seinen Einfluß auf die dort lebende Fauna und Flora haben, da viele Lebewesen nur unter ganz bestimmten Bedingungen zu leben vermögen und bei Änderung derselben oft massenhaft zugrunde gehen bzw. unter Umständen auswandern werden.

Die Zusammensetzung des Sedimentes erlaubt, wie erwähnt, gewisse Rückschlüsse auf den Aufbau des Lieferanten, nämlich der Abtragungsgebiete; und auch bezüglich der Struktur der Schichtgesteine sind dann und wann gewisse Rückschlüsse auf die Herkunftsrichtung, Strömungen in dem betreffenden Wasserbecken oder Flußlauf möglich, ebenso wie die Beantwortung der Frage, ob die betreffende Gesteinschicht unter Wasser entstanden oder auf trockenem Boden vom Wind zusammengeblasen ist.

Bei all diesem Wechsel ist doch die Feststellung des relativ gleichen Alters von Schichtfolgen, zum mindesten in größeren Verbänden, möglich durch das Auftreten von „Leitfossilien", d. h. von Resten von Tieren oder Pflanzen, von denen wir erfahrungsgemäß wissen, daß sie bloß in einer gewissen Periode der Erdgeschichte gelebt haben. Freilich ist nicht nur das Vorkommen von Fossilien, sondern besonders die Art ihrer Erhaltung abhängig auch von der Schnelligkeit, mit der sedimentiert wurde, deren Verschiedenheit oft unmittelbar aus der verschiedenen Mächtigkeit von gleichzeitig gebildeten Schichtserien geschlossen werden kann: je langsamer die Aufhäufung von Sedimentationsmaterial, je längere Pausen zwischen den einzelnen Episoden besonders intensiver Sedimentation, um so vollständiger kann unter Umständen die Zerstörung der Reste von Lebewesen im Wasser durch Fäulnis und Lösung, auf dem Festland durch Verwesung u. dgl. sein. — Ferner lassen sich aus der *Art der Einbettung* und Erhaltung besonders bei Wirbeltieren oft sehr bemerkenswerte Schlüsse auf deren Todesart ziehen, und der oft sehr deutliche Zusammenhang zwischen der Aufhäufung von Fossilresten und von Sedimentationsmaterial weist darauf hin, daß öfter und immer wieder in gewissen Episoden der Erdgeschichte besonders lebhafte Ablagerung stattfand. Mit deren zahlreichen Unterbrechungen, die z. T. gewiß regional verbreiteten Charakter hatten, hängt ohne Zweifel die bekannte Lückenhaftigkeit der paläontologischen Überlieferung zusammen. — Einigermaßen problematisch bleibt dabei die merkwürdige Tatsache, daß zu bestimmten Zeiten oft an vielen weit voneinander getrennten Stellen fast völlig gleiche Gesteinsausbildung herrscht, die anderen Perioden fehlt.

Größere Unterbrechungen, die sich am Fehlen von anderswo vorhandenen Schichtfolgen erkennen lassen, sind öfters die Folge davon, daß das betreffende Gebiet dem Auswirkungsbereich der Ablagerung entzogen wird, etwa durch einfache Hebung oder durch Zusammen- und Auffaltung der entstandenen Schichten, d. h. Gebirgsbildung. Der gehobene Teil kommt damit in den Bereich der Abtragung, und wenn er durch sie völlig eingeebnet ist oder durch spätere Senkung wieder zum Ablagerungsgebiet wird, so legen sich neue Schichten auf die alten: dazwischen liegt eine zeitliche Lücke. Die jüngeren Schichten liegen entweder gleichsinnig wie die alten, z. T. abgetragenen, d. h. *konkordant*, äußerlich genau so wie eine geschlossene, normale Schichtfolge; meistens aber werden die älteren Gesteinsschichten geneigt oder gefaltet, mit Sprüngen (Verwerfungen) durchsetzt sein, und die jüngeren *transgredieren* darauf mehr oder weniger *diskordant*, d. h. ihrerseits als Ganzes horizontal. Das relative Alter sowohl der liegenden als auch der hangenden Serie ist bekannt, somit auch das Alter der Hebung bzw. der Gebirgsbildung und der Unterbrechung des Sedimentierungsvorganges.

Außer den *gebirgsbildenden Phasen* mit ihren Faltungen und Verwerfungen sind es dann vor allem noch langsamer wirkende Hebungs- und Senkungs- oder „Großfaltungs"bewegungen der Erde, welche die Ablagerungs- und Abtragungsgebiete allmählich gegeneinander verschieben, so daß an keinem Punkte der Festländer unserer Erde sämtliche Formationen — das sind bestimmte zusammengefaßte Perioden der Erdgeschichte — ihre Ablagerungen übereinander hinterlassen haben.

Jedoch ist damit keine sozusagen unendliche Mannigfaltigkeit der Verschiebung zwischen Ablagerungs- und Abtragungsgebiet über die ganze Erde hin gegeben, sondern gerade neuerdings scheinen wichtige Gründe für eine gewisse, recht ausgesprochene *Permanenz der Kontinente und Ozeane* seit den ältesten Zeiten zu sprechen. Freilich sind unsere Kontinente fast durchweg wenigstens zeitweise auf größere oder kleinere Strecken hin überflutet worden, aber in allen fossilen Ablagerungen scheinen sich die Zeichen dafür zu mehren, daß sie in wenig tiefem Wasser, in nicht allzu großer Entfernung von Festland gebildet worden sind, eine Auffassung, die ihre wesentlichste Stütze in der Tatsache hat, daß sie fast durchweg direkt oder indirekt ihre Komponenten festländischem Material entnommen haben, und daß ferner nur verhältnismäßig wenige Fossilreste auf tieferes Wasser hinweisen. Echte Tiefseeablagerungen aber nach Art der heutigen, zu deren Charakteristikum nicht nur ihre besondere Zusammensetzung, sondern auch die riesenhafte Ausbreitung in den jetzigen

Ozeanen gehört, scheinen fossil durchweg zu fehlen.

Gerade die Tatsache, daß die meisten unserer fossilen Sedimente in verhältnismäßig flachem Wasser, ja vielfach fast auf festem Lande gebildet worden sind und zugleich Serien von oft mehreren Kilometern Mächtigkeit bilden, gibt uns einen wichtigen Hinweis auf die prinzipielle Natur der Ablagerungsgebiete überhaupt: diese sind nicht Tiefgebiete mit oder ohne Wasserfüllung von einer von vornherein gegebenen Tiefe und einem bestimmten Umfang, die nunmehr einfach zugefüllt würden: sondern mit der Ablagerung von Sediment Hand in Hand geht offenbar eine allmähliche Senkung, die es bewirkt, daß trotz der riesenhaften Aufhäufung von Schichtmaterial hier immer ein Tiefgebiet bestehen bleibt, und daß die untersten Schichten der betreffenden Schichtfolge genau so, oder sogar oft in noch bedeutenderem Maße als die höheren, geradezu Strand- und Seichtwassercharakter zeigen. D. h. der durch die Mächtigkeit der Schichtfolge gegebene Vertikalausschlag ist die Folge der mit der ersten Überflutung = *Transgression* erst beginnenden Senkung, welche so lange dauert, bis aus irgendwelchen Gründen jene Senkung ein Ende erreicht oder von einer Hebung oder gar Auffaltung abgelöst wird.

Hinsichtlich der *zeitlichen Festlegung von vulkanischen Ereignissen* mit der ihnen eigenen Förderung von feuerflüssigen *Eruptivgesteinen* und der damit Hand in Hand gehenden Veränderungen der angrenzenden Gesteine, — ferner hinsichtlich der Ausfüllung von Spalten durch aus wäßriger Lösung, aus Gaswirkung oder aus Erstarrung von Schmelzfluß und ihren Folgen entstehende Gesteine gilt die Regel: mitbetroffene Gesteine haben schon bestanden, jüngere zeigen keine Beeinflussung durch diese Vorgänge. —

Bei all diesen Überlegungen handelt es sich lediglich um die Feststellung eines relativen Alters; absolute Zeitbestimmungen sind öfters versucht, aber noch nicht in das Stadium einwandfreier Anerkennung getreten. Anknüpfungspunkte, wie klimatische Perioden (z. B. *Brückners*), ferner gesetzmäßig wiederkehrende Änderungen kosmischer Natur und andere Wege fehlen nicht.

Aus den reichen Erfahrungen geologischer Forschung in allen Erdteilen hat sich eine *Zeittafel* ergeben, die schon frühzeitig in ihren Grundzügen und ein für allemal feststand. Sie im einzelnen zu vervollständigen, ist die Aufgabe speziell *stratigraphisch* („stratum" lat. = Schicht) *vergleichender Forschung*, an der auch jetzt noch immer wesentliche Arbeit zu leisten ist, da sich manche, besonders fossilarme Gesteine einer sicheren Beurteilung bezüglich ihres Alters leicht entziehen. — Die Stütze für diese geologische Zeittafel bilden die Sedimentgesteine mit ihren nur in ihnen und in ganz bestimmten Ablagerungsperioden vorkommenden Fossilresten; während grundsätzlich gleiche Eruptivgesteine begreiflicherweise zu allen möglichen Zeiten entstehen konnten. So arbeiten insbesondere *Stratigraphie* (Schichtkunde) und *Paläontologie* (Lehre von den einstigen Lebewesen) Hand in Hand. Der allgemeine Charakter der Fossilien und die Reihenfolge in ihrem Auftreten sind in großen Zügen überall gleich: *Leitfossilien* von geringer vertikaler und großer horizontaler Verbreitung sind das wichtige Hilfsmittel. Daneben spielt natürlich, wie angedeutet, auch die paläontologische „Facies" ihre wichtige Rolle. Die Sedimentgesteine lassen sich gliedern in *chemisch* niedergeschlagene und *mechanisch* aufgehäufte (rein aquatische, äolische, glaciale), ferner in solche, die rein oder überwiegend auf *organischem* Wege entstanden sind, wie viele Kalke. Weitere Einteilungen sind möglich z. B. nach der mutmaßlichen Entfernung vom Ufer und nach der Meerestiefe, in der Schichten gebildet worden sind: etwa in Strandbildungen, Seichtwasserablagerungen, Schichten tieferer See. Doch vermag die Praxis diesen theoretisch äußerst wertvollen Gesichtspunkten vor der Hand erst in einzelnen Fällen über die größten, leicht erkennbaren Extreme hinaus zu einer fruchtbaren Einzelgliederung zu folgen. Der Begriff der *Schichtung* ergibt sich aus dem vorstehenden; *Schichtfolge, Schichtgruppe* u. dgl. sind Bezeichnungen für gewisse, meist ihrer Entstehung nach mehr oder weniger einheitliche Schichtgesteine, *Formation* (terrain, système in der internationalen Bezeichnung) eine weitere Einteilung in größerem Rahmen, die übrigens gleichfalls nicht rein willkürlich ist, sondern anknüpft an gewisse Marksteine in der Entwickelung der Lebewelt, an Gebirgsbildungen, an große, regional verfolgbare Verschiebungen in der Verteilung von Wasser und Land, in denen sich vielleicht ein gewisser Rhythmus im Zusammenhang mit Veränderungen der Erdbahn und ähnlichem einmal erkennen lassen wird (s. o.).

Die Stratigraphie gibt uns also zunächst eine Zeittafel, die sich auf unseren Erfahrungen aufbaut, und an deren Hand wir die Gesteine in der Natur prüfen, um an sie zugleich alle die Gesichtspunkte der Petrographie, der inneren und äußeren Dynamik u. a. m. anzulegen, und daraus neben dem Platz im Schema, an den sie gehören, vor allem die Voraussetzungen für ihre Entstehung zu erörtern.

In diesem Umfang mag die historische Geologie gefaßt sein, damit wir uns stets bewußt bleiben, wie sehr sie auch der anderen Disziplinen: der eigentlichen Mineralogie und Petrographie, Chemie, Physik, ferner — mit Bezug auf die Fossilien — der Botanik und besonders der Zoologie sowie nicht zum letzten der vergleichenden Anatomie, der Methoden der Entwicklungs-, ja der Vererbungslehre, ferner ganz allgemein der biologischen Betrachtungsweise bedarf — je nach der speziellen Richtung, in der sich ihre Forschungen bewegen. Insbesondere scheint neuerdings die Mineralogie und die Gesteinskunde eine

ausschlaggebende Rolle in dieser Richtung zu spielen.

Die allgemeine Gliederung für diese *Entwicklungsgeschichte der Erde und ihrer Bewohner* liegt in der folgenden geologischen Zeittafel:

I. Azoicum oder Archaicum („Ur"-Zeitalter ohne überliefertes Leben).
II. Präcambrium, Algonkium oder Eozoicum („eos" griech. = Morgenröte: erste, noch wenig bekannte Lebewesen).
III. Paläozoicum (Altertum der Erde)
  1. Cambrium
  2. Silur
  3. Devon
  4. Carbon oder Steinkohlenformation
  5. Perm = Dyas
    a) Rotliegendes
    b) Zechstein.
IV. Mesozoicum (Mittelalter der Erde)
  1. Trias
    a) Buntsandstein
    b) Muschelkalk
    c) Keuper
  2. Jura
    a) Lias (= schwarzer Jura)
    b) Dogger (= brauner Jura)
    c) Malm (= weißer Jura)
  3. Kreide.
V. Känozoicum (Neuzeit der Erde)
  1. Tertiär
  2. Quartär
    a) Diluvium oder Pleistocän
    b) Alluvium, überführend zur Jetztzeit.

Die mit römischen Zahlen bezeichneten Abteilungen bedeuten Formationsgruppen, die mit arabischen Formationen, die mit Buchstaben versehenen sind Unterabteilungen, die gleichfalls wohl als selbständige Formationen behandelt werden. Es herrscht in der Art der Bezeichnung ein gewisser Spielraum. — Die Namen sind zum Teil lokalen Ursprungs und haben keinen speziell auf den Charakter der betreffenden Formation abhebenden Sinn, zum Teil (Carbon, Buntsandstein, Kreide) gründen sie sich auf die teilweise zu Recht bestehende Anschauung, daß bestimmte Gesteine nur damals gebildet worden sind.

Der *ursprüngliche Zustand* unseres Planeten wird meist unter dem Gesichtswinkel der bekannten Kant-Laplaceschen Anschauung begriffen: demnach bildete er ursprünglich einen Gasball, dann einen Gasball mit schmelzflüssigem Kern und dann erst den erstarrten Weltkörper. Es mag demnach zu irgend einem Zeitpunkt sich äußerlich eine erste Erstarrungskruste gebildet haben. In einer späteren Periode der Abkühlung müssen sich dann die ersten Wasser gesammelt haben, und damit zugleich setzt die größere Mannigfaltigkeit der Gesteinsbildung ein, nämlich mit der Bildung von Schichtgesteinen aus dem Material zerstörter, d. i. durch Wasser abgetragener höher liegender Partien.

Das *Archaicum* bildet überall die Unterlage aller anderen Formationen; es umfaßt diejenigen Gesteine, die mit dem deutschen Namen *Ur-* oder *Grundgebirge* bezeichnet werden. Der Beginn ihrer Bildung führt theoretisch bis zur Zeit der Bildung der ersten Erstarrungskruste zurück.

Ob wir deren Reste nur im Urgebirge zu erblicken haben, hängt wesentlich davon ab, ob wir sie lediglich als die *ursprünglich vorhandene Unterlage* aller jüngeren Gesteine, die das Urgebirge ja tatsächlich bildet, auffassen wollen, oder ob wir das *„subcrustale"* Weitergehen dieses Erstarrungsprozesses an einem glutflüssigen Erdkern in großer Tiefe auch in späterer Zeit mit in diesem Rahmen begreifen.

Das „Grundgebirge" besteht aus überaus mächtigen Serien von Gesteinen, zum Teil Eruptiv-, zum Teil aber auch verschiedenartigsten Schichtgesteinen, die jedenfalls in ihrer überwiegenden Mehrzahl ursprünglich nicht unter anderen Bedingungen gebildet sind, als späterhin derartige Gesteine entstehen. Sie alle haben aber später, zum Teil infolge der zahlreichen *„Injektionen"*, d. i. Durchäderungen mit glutflüssigen Eruptivgesteinen längs Sprüngen, zum Teil durch die Tiefe, in die sie bei der späteren fortschreitenden Bedeckung durch jüngere darauf abgelagerte Gesteine verhältnismäßig rückten, d. h. durch den dort herrschenden hohen Druck und die hohe Temperatur wesentliche Veränderungen erfahren: Sie haben eine *„Metamorphose"* = Umwandlung durchgemacht, die sich in einer *Umkristallisation* ihrer Bestandteile und einer *schiefrigen „Textur"* (Gewebe) äußerte, indem z. B. die zahlreichen Glimmermineralien sich senkrecht zur Richtung des herrschenden Druckes angeordnet haben. Man bezeichnet daher das Archaicum auch wohl als die Gruppe der *kristallinen Schiefer.*

Der mineralogischen Zusammensetzung nach handelt es sich hauptsächlich um Gemenge von Quarz und Silikaten (Feldspat, Glimmer, Mineralien der Augit-, Hornblendegruppe usw.). Besonders bezeichnend ist der *Gneis,* gleich dem Granit in der Hauptsache aus einem Gemenge von Quarz, Feldspat und Glimmer bestehend; zu einem Teil läßt er sich als ursprüngliches Eruptivgestein (Granit) erkennen, kann aber auch als Endprodukt der Metamorphose von Schichtgesteinen entstehen. Gelegentliche Einlagerungen von Graphit (reinem Kohlenstoff) und kohlensaurem Kalk können nicht als Beweise für organisches Leben angesprochen werden, da beide auch auf anorganischem Wege entstehen können, obwohl andererseits der Mangel an fossilen Resten von Lebewesen nicht gegen die Anwesenheit von organischem Leben zu jener Zeit spricht; man darf daher eigentlich nicht von „Azoicum" („zoon" griech. = das Leben) reden.

Nach neuerer Ansicht namhafter Forscher spielt zum Teil die Wiederaufschmelzung sedimentärer Schiefer und durch Druck geschieferter Eruptivgesteine in großer Tiefe eine bedeutende Rolle bei der *„Vergneisung"*: großenteils „schwimmen" derartige Gesteine auf dem aus Schmelz-

fluß erstarrten Granit. Gesteine aus jüngeren Formationen können somit zu „Gneisen" werden, ohne daß ihre Abgrenzung vom Archaicum möglich wäre oder ihr wirkliches Alter feststände. Infolge der Tatsache, daß viele kristalline Schiefer nachweisbar erst in viel späterer Zeit entstanden sind, ist die Abgrenzung dieser Formation nach unten und nach oben außerordentlich erschwert. Ein großer Teil des „Urgebirges" ist als nachträglich verändertes Paläozoicum erkannt worden, so z. B. auch in manchen deutschen Mittelgebirgen, wie denn überhaupt in der neueren Zeit deutlich die Tendenz hervortritt, jener ursprünglich reichlich chaotischen Rubrik allmählich Stück für Stück zu entnehmen und eine *Klärung der Entstehung einzelner Vorkommen* anzustreben.

Abgesehen von der allgemeinen Metamorphose haben offenbar gebirgsbildende Bewegungen das ursprüngliche Bild stark beeinflußt: erhebliche Diskordanzen zeugen dafür, so daß ein anschauliches Bild von der Geschichte der Erde zu jener Zeit nicht gewonnen werden kann.

Die Verbreitung des Archaicums an der Oberfläche der Erde ist eine recht große: es handelt sich dabei um verhältnismäßig hochliegende Teile der Erdrinde, auf denen die jüngeren Formationen teils durch Abtragung verschwunden, teils überhaupt auf solchen uralten Hochgebieten der Erde kaum abgelagert worden sind.

Unterhalb der mit dem Cambrium beginnenden, durch einwandfreie Leitfossilien bezeichneten paläozoischen Formationsgruppe liegt an vielen Orten eine überaus mächtige Folge von zum Teil normalen (d. h. nicht umgewandelten), aber fast völlig fossilfreien Gesteinen: Sandsteine, Conglomerate (= geröllreiche Schichten), Kalksteine, Tonschiefer usw., die ihrem Habitus nach weit mehr dem Cambrium als älteren Gesteinen ähneln. Freilich finden sich auch metamorphosierte Gesteine dabei: wie Quarzite, Glimmerschiefer. Ferner treten dazu außerordentlich mächtige vulkanische Oberflächenergüsse, die als solche noch deutlich zu erkennen sind, — im Gegensatz zum Archaicum, wo derartige Gesteine, auch wenn ursprünglich vorhanden, die vollkörnige Struktur des Granits angenommen haben. — Im allgemeinen, aber nicht immer, sind diese *algonkischen* Gesteine durch eine mehr oder weniger deutliche Diskordanz von den archaischen getrennt, ebenso, wie ihre Grenze gegen das Paläozoicum durch eine weitere Diskordanz oft scharf bezeichnet ist.

Außerordentlich *reiche Erzlagerstätten* liegen stellenweise in diesen Gesteinen: so das berühmte Vorkommen von gediegenem Kupfer am Lake superior in Amerika, ferner Eisenerzlager, die mehr als ¾ der amerikanischen Eisenproduktion decken. In Südrußland liegt darin das äußerst wertvolle Eisenglanzvorkommen von Krivoi-Rog, nach anderen Forschern allerdings archaischen Alters, und algonkisches Alter hat wohl auch das südafrikanische Goldvorkommen von Witwatersrand.

Von besonderem Interesse ist ferner auch das Auftreten von echt glazialen Ablagerungen im Algonkium verschiedener Erdteile, d. h. von Moränen mit den bezeichnenden gekritzten Geschieben.

Daneben deuten aber auch gewisse Ablagerungen darauf hin, daß zeitweise da und dort ein heißes, wüstenartiges Klima herrschte, welches eine außerordentlich lebhafte, bezeichnende Verwitterungsart bedingt, die sich zum Teil im Habitus gewisser Gesteine widerzuspiegeln scheint.

Diese Erkenntnisse räumen endgültig mit der zum Teil früher herrschenden Anschauung von dem dauernd heißen Klima jener alten Zeiten auf, und wir sehen, daß Wüste und Vergletscherung zu verschiedenen Zeiten auf gewissen Teilen der Erde geherrscht haben, und daß deren Ablagerungen mit in die normale Erscheinungsform von Schichtgesteinen unserer Erde zu den verschiedensten Zeiten gehören:

Fossilreste sind sehr dürftig; einige Reste von Cephalopoden (?), Würmern, Stachelhäutern, Krustern, vielleicht korallenartigen Formen, ferner Radiolarien und Schwämmen sind alles, was bis jetzt bekannt ist. An Pflanzen selbst kennen wir noch nichts, wir müssen aber aus der Existenz eines am Onegasee vorkommenden Anthrazitkohlenflözes von 2 m Dicke schließen, daß sie gleichfalls schon bestanden haben.

Dieser Gegensatz gegenüber dem schon recht fossilreichen — und zwar an verhältnismäßig hoch organisierten Lebewesen reichen — Cambrium ist auffällig; zwar gilt natürlich der Satz, daß ein Gestein, je älter es ist, desto mehr nachträglichen Veränderungen ausgesetzt ist, wodurch etwa vorhandene Fossilreste unkenntlich gemacht worden sind. — Immerhin handelt es sich aber im Präcambrium vielfach um noch heute seit jener Zeit unverändert horizontal liegende Sedimente, in denen die Zukunft vielleicht noch manchen aufklärenden Fund bringen wird.

Innerhalb dieser, in Nordamerika z. B. bis zu 14 000 m mächtigen Gesteinsserie liegen zahlreiche Diskordanzen, die auf verschiedene gebirgsbildende Perioden und folgende Einebnung durch Abtragung schließen lassen — so besonders in Nordamerika, Skandinavien, Finnland; aber auch mit ihrer Hilfe ist bis heute noch keine allgemein gültige Einteilung geglückt. Doch herrscht die Auffassung, daß wir im Algonkium eine ganze Gruppe von Formationen, die zeitlich wohl mancher jüngeren gleichwertig sind, zu erblicken haben.

Neben den bereits genannten Vorkommen seien noch diejenigen von Schottland und Nordfrankreich genannt; manche Vorkommen von „Urgestein" mögen auch sonstwo algonkisches Alter haben.

Mit der cambrischen Formation beginnt das *Paläozoicum*, eine im ganzen bis zu 30 000 m mächtige Folge aus verschiedenartigsten Gesteinen: bezeichnend vor allem ist die *„Grauwacke"*, ein *klastisches* Gestein („klao" griech. = ich zerbreche, d. h. aus Bruchstücken älterer Gesteine bestehend, „Trümmergestein"), das als ein oft feldspatführender Sandstein mit Bröckchen von

Ton-, Kieselschiefer u. a. m. definiert werden kann. Auf ihr häufiges, oft herrschendes Vorkommen bezieht sich der alte Name des *„Grauwacken"-*, auch *„Übergangsgebirges"* für den älteren Teil des Paläozoicums. Daneben treten alle anderen Sedimente auf und ferner zahlreiche Eruptivgesteine.

An organischen Einschlüssen darin sind zu nennen von Pflanzen besonders Angehörige der Gruppe der Bärlapp- und Schachtelhalmgewächse, d. h. Cryptogamen, während die Laubhölzer noch völlig fehlen. — Von Tieren besonders Crinoiden (Stachelhäuter oder Echinodermen) und ihre älteren Verwandten: die noch nicht so gesetzmäßig 5-strahligen Cystideen, deren Stiel und Arme viel schwächer entwickelt sind, und ferner die Blastoiden. Außerdem sind Korallen, und zwar 4-strahlige — im Gegensatz zu den geologisch jüngeren 6strahligen — und die Tabulaten — röhrenartige Korallenkelche mit zahlreichen Querböden („tabulae") — vorhanden; Brachiopoden sind hier außerordentlich hoch entwickelt; von Cephalopoden spielen große röhrige, z. T. gebogene Nautiloiden eine wichtige Rolle — unter den Krustentieren die Trilobiten. Wirbeltiere sind nur durch Fische, Amphibien und wenige Reptilien vertreten.

Für das *Cambrium* mag es nur zur Not gelingen, aus der Beschaffenheit und der Verbreitung der Schichten in groben Zügen ein Bild der Erde zu entwerfen.

Zunächst erkennen wir in England, daß die ältesten Schichten dieser Formation aus Sandsteinen und Konglomeraten (= geröllreichen Schichten) mit allen Zeichen eines nahen Ufers beginnen, während die höheren cambrischen Schichten tieferes Wasser, wenn auch noch nicht allzu große Entfernung der Küste verraten. — Schon hier läßt sich die überall durchführbare Gliederung dieser Formation in drei Stufen, jede durch eine charakteristische Trilobitengattung gekennzeichnet, erkennen. — Meer bedeckte auch Skandinavien, jedenfalls im südlichen Teil bis ins westliche Finnland hinüber, und war in Rußland verbreitet, wo cambrische Schichten weithin die Unterlage der nächstfolgenden Formationen bilden. Während aber die Gesamtdicke des Cambriums hier oft auf nur gegen 100 m zu veranschlagen ist, erreicht es in England wohl bis zu 4000 m Mächtigkeit, ein Zeichen dafür, daß dort eine viel größere, allmähliche Absenkung des Untergrundes statt hatte. — In Südrußland und am Ural fehlt Cambrium, so daß wir dort wohl ein Festland annehmen müssen. Hingegen finden wir die Zeugen jenes Meeres wieder im südlichen Frankreich, der Pyrenäenhalbinsel und auf Sardinien, während sie in Italien und im östlichen Mittelmeerbezirk wieder fehlen. — In Böhmen transgredierte das Meer erst in mittelcambrischer Zeit, ein grobes Basiskonglomerat bildend, verschwand auch wieder von dort noch vor Beginn der Silurzeit.

In ganz Europa sehen wir neben einem da und dort feststellbaren Wechsel der Facies doch durchweg Ablagerungen eines verhältnismäßig flachen Meeres, das im Süden wohl von einem großen Festlandblock, der Afrika, Indien und einen Teil von Australien umfaßte, begrenzt wurde.

Entsprechend sind auch in Asien cambrische Ablagerungen hauptsächlich im Norden verbreitet, reichen bis nach China und allerdings selbst in den zentralen Himalaja hinein, wo Schichten mit obercambrischen Trilobiten bis zu 6000 m hohen Gipfeln aufgetürmt sind.

In Amerika herrschten offenbar an seinem nördlichen atlantischen Saum ähnliche Ablagerungsverhältnisse, wie in Nordeuropa; das Innere von Nordamerika war aber zu Beginn des Paläozoicums Festland, und erst im Obercambrium wurde dieser „algonkische" Block von einem flachen Meer überschwemmt. Erst in Nevada, Utah treffen wir wieder alle drei Abteilungen des Cambriums, als Zeichen, daß dort, wohl von präcambrischer Zeit her, Meerbedeckung herrschte. Der Pazifische Ozean hat wohl schon damals bestanden.

Unter den *Gesteinen* der cambrischen Zeit sind kalkige entschieden noch spärlicher als in späteren Zeiten vertreten. Tonschiefer spielen eine große Rolle — im nördlichen Wales befindet sich wohl die größte Dachschiefergewinnung der Welt. Daneben spielen Sandsteine, besonders zu Beginn, eine ziemliche Rolle. Eruptivgesteine unterbrechen nur vereinzelt die sedimentäre Gesteinsfolge.

Die z. T. reichliche *Fossilführung* hat besonders in Skandinavien eine Gliederung in einzelne „Zonen" mit sehr zuverlässigen Leitfossilien erlaubt, die sich bis ins einzelne auch auf England übertragen läßt. — Von diesen organischen Resten verdienen hervorgehoben zu werden: Medusen im ältesten cambrischen Sandstein Schwedens, ferner Cystideen (s. o.), einzelne Schnecken und Muscheln, einige Cephalopoden; von Brachiopoden kommen überwiegend schloßlose, hornschalige Formen (Lingula und Verwandte) vor; unter den Krustern sind die Trilobiten bereits genannt. Diese beiden letzten Gruppen sind die wichtigsten. — Pflanzen sind bis jetzt unbekannt.

Im Gegensatz zum Cambrium, wo die Gesteine meist deutlich ihre Zusammensetzung aus archäischen und algonkischen Trümmern verraten, finden sich im *Silur* häufiger kalkige und mergelige (= kalk- und tonhaltige) Gesteine: kalkabscheidende Organismen, und zwar Korallen auf der einen — die häufig (besonders im Obersilur) förmliche Riffe bilden —, Kalkalgen auf der anderen Seite treten als Lieferanten des kohlensauren Kalkes für Schichtgesteine auf. Zugleich sehen wir hier die ersten ausgesprochenen Muschelbänke.

Das Meer im Norden hat sich seit der cambrischen Zeit etwas verschoben: in Skandinavien-Rußland erkennen wir ein großes marines Ablagerungsgebiet, wobei aber vielfach eine Unterbrechung der Sedimentation zwischen Cambrium und Silur, ja zum Teil Trockenlegung und Aufarbeitung der cambrischen Gesteine — d. h. vor-

übergehende Hebung des Sedimentationsareals — beobachtet werden kann. Bezeichnend für das Untersilur ist das Auftreten von Kalken mit großen, gerade gestreckten, röhrenförmigen Nautiloideen (Orthoceras), ferner mit zum Teil sehr dickschaligen Trilobiten und Cystideen. Im Obersilur entstanden kalkig-mergelige bis tonige Schichten, die durch ihren ausgezeichneten Fossilreichtum bekannt sind: so z. B. auf der Insel Gotland: hier treffen wir die ersten Korallenriffe, die, wenn auch naturgemäß aus anderen Gattungen und Ordnungen aufgebaut als die jetzigen, doch in ihrem Gesamthabitus durchaus mit ihnen übereinstimmen und uns deutlich verraten, daß die Voraussetzungen solch reichlicher Kalkausscheidung, wie sie in riffbildenden Organismen vor sich geht, nämlich warmes Meer und geringe Tiefe, d. h. durchlichtetes Wasser, damals dort erfüllt waren. — In wahrscheinlich etwas tieferen landferneren Partien des Silurmeeres kamen die so häufigen dunklen Schiefer zur Ablagerung, in denen wir als charakteristische Fossilien die *Graptolithen* finden: gekrümmte oder gerade laubsägeartig gezähnte Stäbchen, die der Gruppe der Hydrozoen zugerechnet werden, und offenbar vermittelst kleiner „Schwimmglocken", an denen sie in größerer Anzahl steckten, umhergetrieben wurden.

Weit nach Rußland erstreckte sich jenes Meer hinein, bis an das polnische Mittelgebirge und an den Dnjestr, wo es freilich erst zur Obersilurzeit etwas über den Rand des podolischen Granitfestlandes übergriff.

Zugleich bedeckte es einen großen Teil von Großbritannien: in Wales und Shropshire bilden sich zur Untersilurzeit offenbar strandnahe Ablagerungen, die zudem charakterisiert sind durch häufige vulkanische Ergüsse. Sodann ist diese Gesteinsfolge zum Gebirge zusammengefaltet und wieder abgetragen worden, worauf aufs neue im Obersilur das Meer transgredierte — in Irland und im nördlichen England deutlich klastische Schichten und im südlichen Schottland vollends entschieden landnahe Gesteine mit Resten von Landpflanzen, Skorpionen ablagernd. In der Tat lag noch weiter im Norden ein Festland, aus Urgebirge und cambrischen Gesteinen bestehend, und erst im Devon wieder zum Ablagerungsgebiet sich wandelnd. Hier spielten sich im Silur gleichfalls Vorgänge der Gebirgsbildung, und zwar in größerem Maßstab ab, deren Ausläufer wir in Wales kennen gelernt hatten, und in deren Folge das mächtige *„caledonische" Gebirge* entstand, dessen Fortsetzung aus Schottland her auch in Skandinavien verfolgt werden kann, so daß dort (so im südlichen Norwegen) die silurischen Schichten aufs stärkste gefaltet, übereinander geschoben und metamorphosiert sind, während sie im mittleren Schweden, ebenso in Rußland, bis heutigen Tages fast ungestört horizontal liegen geblieben sind. — Andererseits transgrediert im Zusammenhang mit dieser Gebirgsbildung das Obersilur auch im Peschoragebiet und auf Nowaja Semlja über gefalteten vorcambrischen Gesteinen.

Die Schichten, die sich in diesem nördlichen Silurmeer abgelagert haben, sind sehr mannigfaltig ausgebildet und zum Teil ungeheuer fossilreich, so daß sie sich, besonders in England, wo sie 6000 bis 7000 m Mächtigkeit erreichen, frühzeitig in zahlreiche Unterabteilungen gliedern ließen, die zum Teil über die ganze Erde verfolgt werden können. Zudem lassen sich die faciellen Unterschiede zwischen Graptolithenschiefer und kalkig-mergeliger Ausbildung in dem bereits oben angedeuteten Sinne auswerten.

Gegen die Devonzeit zu läßt sich ein allmählicher Übergang zu dessen charakteristischen Ablagerungen z. B. im baltischen Gebiete beobachten.

Die fossilreichen Gesteine besonders des baltischen Silur sind während der Diluvialzeit durch das Eis über weite Teile Norddeutschlands verfrachtet worden und als solche weithin bekannt.

Recht verschieden von den bisher besprochenen Verhältnissen sind die Silurablagerungen in Mittel- und Südeuropa. Durch die landpflanzenführenden Schichten des Kellerwaldes, ferner den Strandcharakter belgischer obersilurischer Schichten wird der Gedanke an eine gewisse Trennung zwischen den zwei Ablagerungsgebieten durch Landaufragungen nahegelegt. *Hier* finden wir im Untersilur ausgesprochene Trümmergesteine, eisenschüssigen Sandstein, ja geradezu Eisensteinlager, deren Eisen wohl auf gewaltige submarine vulkanische Ergüsse von *basischem* Material zurückzuführen ist. Im Obersilur sind die Ablagerungsverhältnisse entschieden ruhiger: Grapholithenschiefer bilden sich da und dort. Durchweg ist das Obersilur weiter verbreitet als das Untersilur. Besonders gut bekannt sind die Silurschichten des bereits genannten böhmischen Beckens (zwischen Prag und Pilsen), und an seine Gliederung schließt sich diejenige im Fichtelgebirge, im Harz, im südlichen Zentralplateau Frankreichs, in der Pyrenäenhalbinsel, auf Sardinien und selbst im nordwestlichen Afrika an: wir sehen also das Meer nach Süden bereits gegen den alten afrikanischen Festlandssockel etwas Raum gewinnen.

In Sibirien lagerten sich gleichfalls silurische Schichten ab, wobei die interessante Tatsache zu bemerken ist, daß im Untersilur zum Teil Eindampfung gewisser Meeresteile infolge warmen Klimas stattgehabt hat: finden wir doch hier Gips- und Salzlager, wie übrigens auch im nördlichen Amerika. Das Obersilur schließt sich durchaus der skandinavisch-gotländischen Ausbildung an. — In ganz entsprechender Weise griff ein arktisches Silurmeer auch auf Nordamerika über, im Obersilur transgredierend. — In Asien reichen silurische Schichten, wieder nach einer deutlichen Trockenlegung zwischen Cambrium und Silur, bis in den zentralen Himalaya, auch in China sind sie weit verbreitet. — Im ganzen Umkreis dieses arktischen Meeres bilden sich, wie auf Gotland, Korallenriffe, wie denn überhaupt

ein sehr vollständiger Austausch seiner Fauna zwischen Nordeuropa und Nordamerika stattfand.

Die *Tierwelt* jener Zeit zeigt uns eine sehr kräftige Entwicklung der Nautiloideen, ferner der schloßtragenden Brachiopoden, dann der Korallen (Riffe in Gotland) und Crinoiden, schließlich der Trilobiten mit hochentwickelten Augen und Einrollungsvermögen (im Gegensatz zu den cambrischen), und der fast nur im Silur vorkommenden Graptolithen. Erwähnenswert sind die gegen Ende der Silurzeit erscheinenden Gigantostraken: krusterartige Riesenformen (bis zu 2 m lang), und die merkwürdigen Panzerfische — beide noch bis ins folgende Devon hineinreichend und dort erlöschend. Der ersten, zusammen mit den ältesten Landpflanzen vorkommenden Insekten (Skorpionen, Myriapoden) ist schon gedacht. (Fortsetzung folgt.)

Besprechungen.

Bräuer, Adolf, und J. d'Ans, Fortschritte in der anorganisch-chemischen Industrie an Hand der Deutschen Reichspatente. *I.* Band 1877—1917. Berlin, Julius Springer, 1921/23. 1. Teil VIII, 1184 S., 60 Goldmark. 2. Teil IV, 1443 S., 72 Goldmark. 3. Teil IV, 1285 S., 80 Goldmark.

Nach dem Vorbilde *Paul Friedländers*, der die Fortschritte der Teerfarbenindustrie durch Zusammenstellung der Patentliteratur nach rationellen Gesichtspunkten bequem zugänglich gemacht und durch einleitende Darstellungen zu den gruppenweise geordneten Patenten Übersicht und Bewertung ermöglicht hat, wird auf seine Anregung in dem vorliegenden Werke das gleiche für die anorganisch-chemische Industrie unternommen.

Die Aufgabe ist hier noch schwieriger als bei den Teerfarbstoffen, weil der Gegenstand breiter und mannigfaltiger und die Bewertung des einzelnen Patentes wie die Einführung in die einzelnen Abschnitte die umfassendste Sachkenntnis voraussetzt. Die Gewinnung geeigneter Mitarbeiter wird ganz unentbehrlich, und die Abstimmung ihrer Beiträge zu einem einheitlichen Ganzen gestaltet sich in sich zu einer Kunst und einem Verdienst. Die Herausgeber sind den Schwierigkeiten in der rühmenswertesten Weise gerecht geworden. Sie haben sich zunächst auf die Verfahren der anorganisch-chemischen Industrie im engeren Sinne beschränkt, die in den Patentklassen 12 i bis n gesammelt sind, und hinzugenommen Klasse 16 Gruppe 1—5 anorganische Düngemittel und Klasse 22 f Körperfarben. Zur Ergänzung sind die in den Klassen 12 g und 12 h enthaltenden Patente über allgemeine rein chemische und elektrochemische Verfahren und Apparate berücksichtigt sowie solche Patente aus anderen Klassen, die mit dem behandelten Gegenstande in engerem Zusammenhange stehen. Das Hüttenwesen, die Metallbearbeitung, Zündwaren, Glasindustrie, Keramik, Mörtel und Zement sind zunächst außer Betracht gelassen worden. Von besonderem Werte ist, daß in den Kapiteleinleitungen der Stand der Technik vor dem Jahre 1877, dem Einführungsjahre des deutschen Patentgesetzes, kurz beschrieben und mit einer gedrängten Übersicht der späteren Fortschritte so verbunden ist, daß ein Übersichtsbild der Entwicklung von ihrem Anbeginn erreicht ist. Zweckmäßigerweise sind nur die 1910 noch bestehenden und von da ab erteilten Patente im Wortlaut wiedergegeben, während die älteren in Ermangelung ungewöhnlicher Bedeutung auszugsweise mitgeteilt sind.

Es steht zu erwarten, daß der 2. Band, der die Jahre 1918—1921 umfaßt, im nächsten Jahre folgen wird. So dürfen wir voraussehen, daß wir in wenigen Monaten die vollständige Behandlung des Gegenstandes von der Einführung des deutschen Patentgesetzes bis in das laufende Jahrzehnt in unseren Händen haben und damit um ein Hilfsmittel bereichert sein werden, dessen Bedeutung für die Bearbeitung dieses Gebietes nicht hoch genug geschätzt werden kann.

Die drei Gefahren der Unvollständigkeit, der Unübersichtlichkeit und der falschen Bewertung, die durch die Natur des literarischen Stoffes überaus nahe gerückt sind, sind die Klippen, die uns bei Benutzung der älteren anorganisch-technologischen Darstellungen immer wieder in den Weg treten. Niemals hat sich dies stärker fühlbar gemacht als in der Zeit der wirtschaftlichen Wertänderungen, die wir durchleben. Eine technisch durchführbare Lösung, die einmal geprüft und als wirtschaftlich unzweckmäßig erkannt war, bewahrte diesen Charakter früher mit ungleich größerer Wahrscheinlichkeit; die gegenwärtige Periode macht es erforderlich, alle Zusammenhänge erneut an Hand der Originalvorschläge nachzuprüfen und gibt einer vollständigen übersichtlich gegliederten und mit vorsichtigem Urteile begleiteten Darstellung der Patente besonderen Wert. Deshalb darf das vorliegende Werk mit der besten Empfehlung begleitet werden.

F. Haber, Berlin-Dahlem.

Aston, F. W., Isotope. Autorisierte Übertragung ins Deutsche von Dr. *Else Norst-Rubinovicz*. Leipzig, S. Hirzel, 1923. X, 163 S., 21 Figuren im Text, 4 Tafeln und ein Bildnis des Verfassers. 15 × 23 cm. Preis Gz. geh. 3; geb. 5.

Astons Buch bringt in der Hauptsache eine Schilderung seiner berühmten Untersuchungen über die atomistische Zusammensetzung der chemischen Elemente, also eine genaue Beschreibung seines „Massenspektrographen" und der mit ihm erzielten Ergebnisse. Entsprechend dem umfassenderen Titel sind die eigenen Forschungen des Verfassers aber hineingestellt in den allgemeinen Rahmen der Isotopenforschung. Einer historischen Einleitung, die bis auf *Dalton* und *Prout* zurückgreift, folgt zunächst die Geschichte der Aufstellung des Isotopiebegriffs; hier und an andern Stellen des Buches behandelt *Aston* mit besonderer Vorliebe die phantasievollen Spekulationen von *Crookes*, wobei es fraglich sein kann, ob man ihm darin folgen wird, in den Crookesschen „Metaelementen" — die sich doch in den chemischen und spektroskopischen Eigenschaften merklich voneinander unterscheiden sollten — eine Vorahnung der Isotope zu erblicken[1]). Die erste klare Fassung des Begriffs der Isotopie in seiner fundamental neuen Bedeutung findet sich erst bei *Soddy*, dessen bekannte Ausführungen aus dem Jahr 1911 *Aston* im Wortlaut wiedergibt. Die Benutzung des Isotopiegedankens in der hierauf folgenden Entwicklung der Radiumforschung — Verschiebungssätze, Atomgewichtsbestimmungen an Blei radioaktiven Ursprungs, Radioelemente als Indikatoren — bespricht der Autor ver-

[1]) Vgl. dazu auch den Vortrag von *F. Soddy* vor der Royal Institution am 4. Mai 1923 (Nature *112*, 208 (1923).

hältnismäßig kurz; er will, wie er im Vorwort erklärt, der Behandlung dieses Themas von berufenerer Seite nicht vorgreifen.

Mit dem Übergang zu den positiven Strahlen und ihrer Verwendung zur chemischen Analyse durch *J. J. Thomson* kommt *Aston* zu seinem eigenen Arbeitsgebiet. Der erste Fall einer Beobachtung von Isotopie bei einem nicht radioaktiven Element, dem Neon, wird ausführlich beschrieben, ebenso auch die schon im Jahre 1913 unternommenen mühsamen und nur zu minimalen Ergebnissen führenden Versuche, eine Entmischung der beiden Neonisotope durch Diffusion herbeizuführen. Das fünfte, sechste und siebente Kapitel ist dem von *Aston* konstruierten „Massenspektrographen" gewidmet; wenn man bedenkt, daß die wahren Atomgewichte der meisten chemischen Elemente uns nur durch die Aussagen dieses einen, im Cavendish-Laboratorium in Cambridge aufgebauten Apparates bekanntgeworden sind, wird man die Bedeutung einer detaillierten Beschreibung des Massenspektrographen, wie sie von *Aston* hier unter Benutzung mehrerer Zeichnungen und einer photographischen Aufnahme gegeben wird, zu würdigen wissen. Die mit dem Spektrographen ausgeführten Elementuntersuchungen, die in der Zeitschriftenliteratur nur zerstreut zu finden sind, wurden hier übersichtlich zusammengestellt, allerdings nur bis Anfang des Jahres 1922; es ist schade, daß in die beträchtlich später erschienene deutsche Übersetzung nicht wenigstens die Zahlenwerte der später von *Aston* ausgeführten Atomgewichtsbestimmungen in Form eines Anhangs Aufnahme gefunden haben.

Die Schlußkapitel des Buches sind der Diskussion der Versuchsergebnisse gewidmet, wobei der Verfasser auch auf einige allgemeinere Fragen, wie die elektrische Theorie der Materie, die Definition des Elementbegriffs, die verschiedenen Ansichten über die Entwicklung der Materie u. dgl. zu sprechen kommt. Zuletzt werden die Spektren der Isotope und die neuen, erfolgreichen Versuche zu ihrer Trennung behandelt; ein Anhang bringt neben Tabellen noch einige neuere Ergebnisse der Kanalstrahlenanalysen von *Dempster*, dessen Apparat bereits früher genau beschrieben wird.

Unsere Besprechung wäre unvollständig, wenn wir nicht auch auf die Arbeit der Übersetzerin kurz eingingen. Solange die deutschen Übersetzungen fremdsprachiger Bücher wesentlich billiger sind als die Originale, wird die deutsche Ausgabe eines so grundlegenden Werkes, wie es das vorliegende Buch *Astons* ist, von der deutschen Wissenschaft stets mit Freude und Dankbarkeit begrüßt werden. Dazu sei gleich hier bemerkt, daß der Verlag das Buch so vorzüglich ausgestattet hat — neben den tadellos reproduzierten Tafeln der Massenspektrogramme findet man auch ein Portrait *Astons* —, daß die Grundzahl 3 (für das geheftete Exemplar) als sehr mäßig bezeichnet werden kann. Doch, abgesehen von den materiellen Vorzügen, welche die Übersetzung vor dem Original voraus hat, wüßten wir wenig an ihr zu rühmen, da wir den wichtigsten Vorteil anderer Übersetzungen, die Erleichterung des Verständnisses, im vorliegenden Fall nur für Leser, die des Englischen völlig unkundig sind, gelten lassen können. Wir glauben, daß alle jene, die nur einigermaßen die englische wissenschaftliche Sprache beherrschen, manche dunkle Stellen der Übersetzung sofort mühelos verstehen werden, sobald sie Einblick in den englischen Text erhalten.

Dem Referenten wenigstens ist es gleich auf der ersten Seite der Einleitung so ergangen, als er — nachdem die Vervollkommnung der experimentellen Methodik erwähnt worden war — las: „Es war nun zu erwarten, daß die physikalischen Theorien, die der angewandten Chemie zugrunde liegen und eine feste mathematische Begründung ihrer Formeln bilden, einer solch beispiellosen Prüfung unterworfen, bisher unvermutete Fehler zeigten. Diese Erwartungen begannen sich zu verwirklichen, als von den radioaktiven Elementen aus *Boltwoods* Trennung des Ioniums vom Thorium fehlschlug, und als von den inaktiven Elementen aus Sir *J. J. Thomsen* ein paar Jahre später das anomale Verhalten des Neons beobachtete, das der Kanalstrahlenanalyse unterworfen wurde. Weitere, noch feinere und sorgfältigere Prüfungen deckten diese Fehler auf, wie es ja immer sein muß, wenn sie wirklich vorhanden und nicht nur ein zufälliger und zwangloser, sondern ein bestimmter und schließlich verständlicher Vorfall sind. Die Klarlegung der dabei aufgedeckten Fälle ist es nun, mit der sich dieses Buch beschäftigt, so daß es nützlich sein wird, einen Rückblick über ein Jahrhundert bis zur Entstehung der Theorien zu machen, die den Hintergrund der ersten Beobachtungen bilden."

Erst als es dem Referenten möglich war, das Original zu erhalten, wurde ihm klar, daß eine richtige Übersetzung ungefähr so lauten muß: „Bei der Anwendung so neuartiger Prüfungsmethoden konnte man erwarten, daß die wichtigen physikalischen Theorien, welche der angewandten Wissenschaft der Chemie zugrunde liegen und ein sicheres mathematisches Fundament für ihre Formeln bilden, Risse zeigen würden, deren Vorhandensein man früher nicht argwöhnte. Diese Erwartungen begannen sich zu erfüllen, als im Gebiet der Radioelemente *Boltwood* das Ionium nicht vom Thorium trennen konnte, und als Sir *J. J. Thomson* ein paar Jahre später im Gebiet der inaktiven Elemente das ungewöhnliche Verhalten des Neons bei der Analyse mittels positiver Strahlen beobachtete. Die fortgesetzte, noch feinere und sorgfältigere Prüfung dieser Risse enthüllte sie — wie es immer sein muß, wenn sie real sind — als nicht zufällig und zusammenhanglos, sondern als ein bestimmtes und schließlich verständliches Muster. Es ist die Deutung dieses so enthüllten Musters, womit sich dieses Buch beschäftigt, und daher wird es von Interesse sein, etwa ein Jahrhundert zurückzublicken bis zur Entstehung der Theorien, welche den Hintergrund bilden, gegen den es zuerst beobachtet worden ist." Der Übersetzerin ist das eigenartige, aber sehr anschauliche Bild von den „Rissen" (flaws) in den Theorien, welche ein „Muster" (pattern) bilden, vollständig entgangen und sie hat sich mit recht dunklen Sätzen über den Abschnitt hinweggeholfen.

Und das ist kein vereinzelter Fall. Man lese etwa folgenden Satz (S. 17) (der übrigens ebenso wie der oben zitierte auch typisch für das Deutsch ist, in dem die Übersetzung geschrieben ist): „Die Theorie der Isotopen, als deren so ausgezeichneter Anwalt sich Professor *Soddy* selbst erwiesen hat, erhielt ihre herrlichste Ehrenrettung, soweit es die radioaktiven Produkte betrifft, aus der Hand der echten Chemiker, der Spezialisten in der Bestimmung der Atomgewichte, die am meisten Grund haben, ihre allgemeine Anwendbarkeit anzuzweifeln." Was soll hier, fragt man sich, der Gegensatz zwischen *Soddy* selbst und den echten Chemikern? Nun, „Professor *Soddy* has proved himself", heißt ja gar nicht *Soddy* „selbst", und „the very chemists who had most reason to doubt" heißt beileibe nicht „die echten Chemiker", sondern „gerade jene Chemiker, welche am meisten Grund zum Zweifel hatten"; echte Chemiker sind wohl auch jene, die keine Atomgewichte bestimmen. Unrichtig ist

auch schon im Inhaltsverzeichnis der Titel des 6. und 7. Kapitels; „analysis of the elements" darf nicht mit „Zerlegung" der Elemente wiedergegeben werden, sondern heißt „Analyse", „Untersuchung" der Elemente. (Derselbe Fehler wiederholt sich in den fett gedruckten Überschriften der beiden Kapitel, wo er besonders störend wirkt.) „Worded as above (the exception in the case of hydrogen is avoided)" kann nie heißen: „Wie oben besprochen (ist die Ausnahme im Falle des Wasserstoffs behoben)" (S. 117), sondern: „wenn (die Regel) so formuliert wird, wie es oben geschehen ist". Unverständlich und undeutsch ist: „Dissoziation von Atom zu Atom" (S. 126); „dissociation of atoms from atoms" heißt „Trennung der Atome voneinander". Auch muß man Eigenschaften „als" fehlend, nicht „für" fehlend ansehen (S. 125). Wenn *Aston* von „all matter available in nature" (der Analyse zugänglich) spricht, darf man nicht übersetzen „alle in der Natur vorhandene Materie" (S. 127); um diese und ähnliche Übersetzungsfehler zu vermeiden, ist eigentlich noch gar kein Verständnis des Inhalts, sondern nur die etwas fleißigere Benutzung eines englisch-deutschen Wörterbuches erforderlich.

Diese Beispiele sind aus den verschiedensten Stellen willkürlich herausgegriffen; nach Lektüre des ganzen Buches kann man sich des Eindrucks nicht erwehren, daß die Übersetzerin die englische Sprache nicht ausreichend beherrscht, um sie stets richtig zu verstehen, und die deutsche wohl besser, aber doch nicht genügend, um sie in angenehm lesbarer Form zu schreiben. Dies ist um so mehr zu bedauern, als es sich hier um ein Buch handelt, das für Physiker und Chemiker gleich hohes Interesse beanspruchen darf. Und darum sei zum Schluß nochmals betont, daß allen jenen, welchen die englische Ausgabe nicht erreichbar ist, die vorliegende deutsche Übersetzung trotz ihrer leider großen Mängel gute Dienste leisten kann, um eine der interessantesten und erfolgreichsten Methoden der heutigen Naturwissenschaft kennenzulernen.

Fritz Paneth, Berlin.

Wien, W., Goethe und die Physik. Vortrag, gehalten in der Münchner Universität. Leipzig, Johann Ambrosius Barth, 1923. 39 S. 14 × 22 cm. Preis Gz. 1,2.

W. Wien hat seine Kollektaneen zu dem Thema Goethe und die Physik zu einem Vortrage verwendet. Er hat daraus etwa vierzig Stellen gespendet, zum überwiegenden Teil aus den Maximen und Reflexionen, der Farbenlehre und dem zweiten Teile Faust, daneben einige aus den Wanderjahren und dem ersten Teil Faust. Als Vortrag wird die Aneinanderreihung selbst den Goethekenner schließlich ermüdet haben, als Druckschrift aber ist sie für jeden, der sich ernsthaft mit Goethe beschäftigt, von großem Wert; ganz zu schweigen von dem, der ein Studium aus ihm macht.

So groß auch der Kreis sein mag, der sich für Goethes erkenntnistheoretisches Verhältnis zur Physik interessiert, sehr viel mehr Leser würde eine Sammlung von Stellen finden, aus denen hervorgeht, daß in Goethes Unterbewußtsein die Physik dauernd vorhanden war, so andauernd, daß er, „der ewige Gleichnismacher", sie auf Schritt und Tritt zu Gleichnissen benutzte. Seine Dichtungen enthalten sie in Hülle und Fülle, und in den Briefen begegnet man ihnen allenthalben. Nur ein physikalisch Interessierter schreibt z. B.: Wie ein Stein geschwinder fällt, je länger er fällt, so scheint es auch mit dem Leben zu gehen, oder: Solche Kinder, in fremde Verhältnisse versetzt, kommen mir vor wie Vögel, die man in einem Zimmer fliegen läßt; sie fahren gegen alle Scheiben, und es ist schon Glück genug, wenn sie sich nicht die Köpfe einstoßen, ehe sie begreifen lernen, daß nicht alles Durchsichtige durchdringlich ist. Die Briefe bilden eine wahre Schatzkammer von derartigen Gleichnissen und Wendungen. Eine solche Sammlung, *von einem Physiker* angelegt, wäre für die Goetheforschung von großem Wert und würde mancherlei Belehrung zutage fördern und mancherlei unzutreffende Deutung verhindern oder beseitigen. Z. B. die Stelle „am farbigen Abglanz haben wir das Leben" liest wohl jeder Physiker als ein physikalisches Gleichnis. Der farbige Abglanz geht auf den Regenbogen, und das tertium comparationis zwischen dem Regenbogen und dem Leben ist die Dauer im Wechsel (die Stelle spricht von „des bunten Bogens Wechseldauer"). *Erich Schmidt* hat diese Deutung auch ganz richtig (in einer Fußnote der Jubiläumsausgabe) gegeben, aber es darf fast als symptomatisch gelten, daß ein anderer unserer scharfsinnigsten Goetheforscher diese Deutung auf das entschiedenste zurückweist und die Stelle auf die platonische Ideenlehre bezogen wissen will. Gleichviel, wer recht hat — eine solche *von einem Physiker veranstaltete* Sammlung ist ein pium desiderium, denn Goethes Gleichnisse sind, wie schon *Riemer* bemerkt hat, gewöhnlich dem entnommen, was ihn gerade umgab oder beschäftigte, und Goethe war sein ganzes Leben lang auf das vielseitigste naturwissenschaftlich interessiert und beschäftigt, und ganz besonders mit physikalischen Fragen.

Arn. Berliner, Berlin.

Geologisches Archiv. Zeitschrift für das Gesamtgebiet der Geologie. Herausgegeben von Prof. Dr. *E. Kraus*, Königsberg. Heft 1 und 2, Bd. *I*, 1923.

Die Zeitschrift ist ein neues Unternehmen und soll vor allem dem Mangel an Publikationsmöglichkeiten für geologische Arbeiten abhelfen; die bekannten älteren Zeitschriften sind ja derart überlastet, daß neue Arbeiten zum Teil Jahre liegen müssen, ehe sie herauskommen können. Die neue Zeitschrift ist mit Schreibmaschine hergestellt und auf dem Stein vervielfältigt, wodurch eine billige Herausgabe ermöglicht wird. Format und Druck sind daher etwas ungewöhnlich, aber das Unternehmen ist zu begrüßen, weil es in der Tat einigen Forderungen der Zeitverhältnisse entgegenkommt und die Fortdauer des geologischen wissenschaftlichen Lebens in Deutschland fördert.

Das erste Heft enthält eine interessante Studie von *Gutenberg* (Darmstadt) über eine Analyse des Aufbaues der Erde durch Erdbebenbeobachtungen. Die schon vermutete, aber hier näher begründete Feststellung eines verschiedenen Verhaltens der Kontinente und Ozeane, das wohl auf stofflichen Unterschieden beruht, ist recht bemerkenswert. Ein Beitrag von *Lehmann* (Halle) behandelt die Gesteinsklüfte Mitteldeutschlands und kommt zu der Unterscheidung zweier Kluftnetze, von denen das eine jungpaläozoisch (frankonisch), das andere mesozoisch (saxonisch) ist. Der dritte, im zweiten Heft fortgesetzte Beitrag von *Schwarz* (Königsberg) ist für den Praktiker und den Geologen von gleicher Bedeutung, da er manche beherzigenswerte Winke für die bodenkundlichen Darstellungen auf geologischen Karten bringt. Das zweite Heft bringt einen paläontologischen Aufsatz von *Roepke*, einen Aufsatz von *A. Schmidt* über die Diluvialgeschichte des Frankenhäuser Tales und Erdbebenbeobachtungen in Ostpreußen von *Errulat*.

S. v. Bubnoff, Breslau.

Herausgeber und verantwortlicher Schriftleiter: Dr.-Ing. e. h. *Dr. Arnold Berliner*, Berlin W 9.
Verlag von Julius Springer in Berlin W 9. — Druck von H. S. Hermann & Co. in Berlin SW 19