

Über Grundbegriffe der Stratigraphie.

(Vortrag, gehalten auf der Hauptversammlung in Karlsruhe
am 4. August 1929.)

Von JULIUS PIA in Wien.

Die Vorarbeiten zu meinem heutigen Vortrag sind gegen meine ursprüngliche Absicht zu einem kleinen Buch angewachsen, das in den nächsten Monaten bei F. Deuticke in Wien erscheinen wird. Aus seinem Inhalt kann ich in der mir zur Verfügung stehenden schwachen halben Stunde selbstverständlich nur eine Auswahl vorbringen. Es schien mir besser, mich dabei auf einen wichtigen Punkt zu beschränken, statt vieles flüchtig zu streifen. Wenn trotzdem manche meiner Bemerkungen unklar oder wenig überzeugend sind, bitte ich, dies durch die beschränkte Zeit zu entschuldigen und mit einem abschließenden Urteil ein paar Monate — bis zur Kenntnis der ausführlichen Arbeit — zurückzuhalten. Heute möchte ich in den Mittelpunkt meiner Ausführungen die Frage stellen, wie sich die Zonen zur geologischen Zeitrechnung verhalten. Nur wenige Worte muß ich vorausschicken, um meinen allgemeinen Standpunkt zu kennzeichnen.

Die Stratigraphie möchte ich als die Lehre von der Einteilung der Gesteine — sowohl der Sedimente als der Erstarrungsgesteine — bestimmen, soweit es sich nicht um rein petrographische Untersuchungen handelt. Diese gehören wegen der besonderen für sie notwendigen Methode zu einer eigenen Wissenschaft.

Es gibt mehrere Gesichtspunkte, nach denen die Stratigraphie die Gesteine einteilt. Die folgenden vier scheinen mir derzeit die wichtigsten und alle gleich unentbehrlich zu sein.

1. Die fazielle Einteilung nimmt keine Rücksicht auf das Alter. Sie faßt die Gesteine nach der lithologischen Beschaffenheit, dem Auftreten in der Erdkruste, dem Fossilinhalt und der daraus erschließbaren Art ihrer Entstehung zusammen. Alle Merkmale der Gesteine sind entweder solche des Alters, oder der geographischen Provinz, oder der Fazies, oder der Erhaltung. Beispiele für fazielle Einheiten sind die Flyschfazies, die Adneter Fazies, die Korallrifffazies usw. usw.

2. Die paläontologische Einteilung liefert — wenn man von den zur Fazies gehörigen ökologischen Einheiten absieht — biostratigraphische Einheiten, die ich durchweg als Zonen bezeichne. Sie sind teils Faunenzonen, teils Biozonen (Artzonen, Gattungszonen, Familienzonen usw.). Bisher wurde allgemein angenommen, daß die Faunenzonen oder die Artzonen die kleinsten Einheiten des chronologischen Systemes sind, so wie die biologischen Arten die natürlichen kleinsten

Einheiten des Systems der Organismen sind, obwohl sie ihrem Wesen nach — nicht nur der Größe nach — etwas anderes als die Gattungen und Familien sind. Das halte ich für unrichtig. Die biostratigraphische Einteilung läuft vielmehr selbständig neben der chronologischen. Ich werde darauf sogleich näher eingehen.

3. Die zeitliche oder chronologische Einteilung sucht ein ganz abstraktes System von Zeitabschnitten zu gewinnen, die gegen einander durch bestimmte erdgeschichtliche Ereignisse begrenzt sind. Sie bildet das Gerüst der Erdgeschichte, gleichsam das Koordinatensystem, in das alle Beobachtungen eingetragen werden. Gegen unten ist diese Einteilung grundsätzlich nicht begrenzt; sie kann immer mehr verfeinert werden, hat daher keine natürlichen kleinsten Einheiten. Ihr weiterer Ausbau und ihre bessere Sicherung ist noch für lange Zeit eine der wichtigsten Aufgaben der Geologie. Es sei nur daran erinnert, daß beispielsweise die paläogeographischen Rekonstruktionen in erster Linie deshalb scheitern, weil die zeitlichen Einheiten, auf die sie sich beziehen, zu groß sind, so daß jede von ihnen noch eine Fülle paläogeographischer Veränderungen enthält.

4. Die geognostische Einteilung vereinigt den lithologischen mit dem zeitlichen Gesichtspunkt. Während die meisten faziellen Einheiten in der ganzen Erdgeschichte wiederkehren, sind die geognostischen — die Schichtglieder — nur einmal oder allenfalls einige wenige Male, während einer beschränkten Zeit, gebildet worden. Von allen Algendolomiten der Erdrinde sind nur die anisischen als Sarldolomit zu bezeichnen. Am häufigsten benennt man die Schichtglieder mit Lokalnamen, wie Himmelwitzer Dolomit, Wettersteinkalk, Vogesensandstein. Daneben kommen auch andere Zusammensetzungen vor, wie Hauptdolomit, Hauptbuntsandstein, Bellerophonkalk, Ecksches Konglomerat usw. Die geognostischen Einheiten sind diejenigen, mit denen der Aufnahmegeologe zunächst wirklich zu tun hat, und deshalb sehr wichtig. Vielfach wurden sie zwar für einen bloßen Notbehelf gehalten, der später der rein chronologischen Benennung zu weichen hätte. Das ist aber ganz unrichtig. Sie sind für die geologische Beschreibung einer Gegend ebenso wie für die paläogeographische Forschung unentbehrlich. Darüber habe ich in einem Vortrag vor der Wiener Geologischen Gesellschaft im Jahre 1924 eingehender gesprochen. Heute will ich darauf nicht weiter zurückkommen.

Dagegen müssen wir die Zonen und die zeitlichen Einheiten etwas näher betrachten.

1. Die Zonen. (*paläont. Einteilung*)

Zunächst müssen wir uns darüber verständigen, was ich unter Zonen verstehe. Mit DIENER bin ich der Meinung, daß die Zone primär ein räumliches, nicht ein zeitliches Gebilde ist. Die entsprechenden zeitlichen Einheiten nennt man Hemeren oder Momente. Man könnte entweder die Zonen als die Summe der Gesteine definieren, die während der Lebensdauer (Hemeren) bestimmter Organismen gebildet wurden; oder umgekehrt die Hemeren als die Zeiten, während welcher Schichten mit bestimmten Versteinerungen (Zonen) abgesetzt wurden. Einen der beiden Begriffe muß man aber anderweitig bestimmen, sonst entsteht ein Zirkel. Da man nun das Vorkommen der Fossilien in der

Erdrinde beobachten kann, die Lebensdauer ausgestorbener Arten aber nicht, halte ich die räumliche Zone für das Ursprüngliche, die Hemere für das Abgeleitete. Ich versuche die Zone folgendermaßen zu definieren:

Eine Zone ist die Summe aller Gesteinskörper, die durch einen bestimmten Fossilinhalt gekennzeichnet sind, so weit es sich nicht um Versteinerungen auf zweiter Lagerstätte handelt, samt untergeordneten Einschaltungen ohne die Zonenfossilien.

(Es kann zwar auch eine Fazies durch die Fossilführung definiert werden, doch ist sie keine Summe von Gesteinskörpern, sondern eine Gesteinsbeschaffenheit. Ein Gestein gehört zu einer Zone, hat aber eine Fazies. Man könnte gewiß eben so gut von einer Zone der Hippuriten, als von einer Hippuritenfazies sprechen. Unter dieser stellt man sich eine bestimmte, meist rein kalkige Beschaffenheit, ein riffähnliches Auftreten, eine bestimmte Tiervergesellschaftung vor, unter jener aber die Gesamtheit aller Gesteine, die die Familie der Rudistae enthalten.)

Der Fossilinhalt, durch den eine Zone gekennzeichnet ist, kann entweder durch das Auftreten einer Art, Gattung, Familie, ausgezeichnet sein, oder durch eine Vergesellschaftung verschiedener, mit einander nicht näher verwandter Formen, eine Flora oder Fauna. Danach unterscheidet man Biozonen, und Faunen- (Floren-) Zonen. Die Biozonen kann man wieder in Artzonen, Gattungszonen usw. einteilen. Vielfach hat man besonderen Wert darauf gelegt, die Artzonen aus einer einzigen phylogenetischen Reihe zu entnehmen. Ich glaube, daß der Vorteil eines solchen Vorganges überschätzt worden ist. Artreihen sind ungemein schwer festzustellen. Vielfach beruht ihre scheinbare Eindeutigkeit wohl nur darauf, daß ausschließlich Formen aus einem begrenzten Gebiet berücksichtigt werden. Wenn man die Vergleiche über alle jene Teile der Erde erstrecken könnte, aus denen Einwanderung möglich war, würden wohl oft mehrere Verknüpfungen gleich wahrscheinlich aussehen. Dadurch kommt in die Zonengliederung etwas Hypothetisches. Außerdem glaube ich nicht recht, daß ein Nachkomme die Vorfahrenart überall zu gleicher Zeit ablösen muß. Man ist also auch, wenn man Artreihen verwendet, der strengen Gleichzeitigkeit der Zonengrenzen nicht sicher.

Auf gewisse feinere Unterscheidungen innerhalb der Biozonen, wie die Teilzonen, Subzonen, Plethozonen, kann ich hier nicht eingehen. Sie sind für stratigraphische Feingliederungen oft sehr wertvoll.

Die Faunenzonen haben zu sehr vielen Erörterungen Anlaß gegeben. Während manche, wie DIENER, MOJSISOVICS usw., das ganze stratigraphische System auf sie gründen wollten, sprechen ihnen andere, wie WEDEKIND, jede Bedeutung ab. Das wesentliche Kennzeichen des Faunenzonen liegt darin, daß der Fossilinhalt der Schichten beim Aufsteigen im Profil sich eine Zeitlang nur wenig, dann aber plötzlich stark ändert, indem ungefähr gleichzeitig Arten aus verschiedenen Stämmen und Gruppen verschwinden, andere neu auftreten. Weder das Gleichbleiben der Organismengesellschaft innerhalb der Zone noch ihre Umwandlung an der Zonengrenze ist selbstverständlich vollständig. Es muß aber ein deutlicher Gegensatz zwischen beiden nachweisbar sein.

Daß es Zonen der beschriebenen Art gibt, davon konnte ich mich selbst überzeugen. Wohl das beste mir bekannte Beispiel ist das oberste Anis der Alpen und Dinariden. Hier kommt in einer Gesteinsgruppe, die

nur etwa dem oberen Drittel der ehemaligen Zone des *Ceratites trinodosus* entsprechen mag, eine Flora aus vier Diploporenarten vor, die zu drei verschiedenen Gattungen gehören. Niemals ist eine dieser Arten weiter oben oder unten gefunden worden. Es ist aber bisher auch nicht gelungen, sicher nachzuweisen, daß irgendeine der älteren oder jüngeren Wirtelalgenarten in diese Zone hineinreicht. Hier scheint also die Selbständigkeit der Zonenflora eine vollständige zu sein. Das ist aber jedenfalls eine Ausnahme, kann durch weitere Beobachtungen auch leicht noch etwas abgeschwächt werden.

Die besten Ausführungen über Faunen-zonen, die wir besitzen, scheinen mir immer noch diejenigen POMPECKIS aus dem Jahre 1914 zu sein. Danach zeigen sich Faunen-zonen dort, wo rasche Verschiebungen in der anorganischen Natur, wie etwa im Klima und besonders in der Gestalt und den Verbindungen der Meere, den Lebewesen Veränderungen aufzwingen. Die in dieser Art unmittelbar bewirkten biologischen Vorgänge — Wanderungen, Aussterben, Anpassungen — haben dann andere, mittelbare zur Folge, bis die gesamte Lebewelt wieder ein Gleichgewicht gefunden hat. Wo dagegen unter annähernd gleichbleibenden geographischen Verhältnissen ruhige phylogenetische Entwicklungen und zufällige Wanderungen herrschen, entstehen keine Faunen-zonen. Daraus geht auch hervor, daß solche Zonen vorwiegend in schärfer begrenzten Lebensbezirken, wie in Binnenmeeren, auftreten werden, weil hier begrenzte geographische Vorgänge viel eher die ganze Fauna und Flora beeinflussen werden. Deshalb liegen die meisten Musterbeispiele für Faunen-zonen im Bereich der mitteleuropäischen Randmeere. Ein Irrtum war es allerdings, das mesozoische Mittelmeer, die Tethys, als einen offenen Ozean anzusehen. Auch sie war vielmehr ein richtiges Mittelmeer mit beschränkten und wechselnden Verbindungen zu dem Indopazifischen Weltmeer. Sie unterscheidet sich nur durch ihre Größe und Beständigkeit, aber nicht im Wesen, von den mitteleuropäischen Randmeeren. Bodenständige phylogenetische Entwicklung der Lebewesen spielt in ihr eine größere, aber durchaus keine ausschließliche Rolle.

Wie durch das Öffnen und Schließen von Meeresverbindungen Faunen-zonen entstehen, das hat DIENER an den Ammoniten der indischen Trias, KOENEN an denen der deutschen Unterkreide, KAUTSKY an den Pektiniden des österreichischen Miozäns gezeigt.

Nun haben aber viele ausgezeichnete Stratigraphen den Fehler begangen, Faunen-zonen ohne weiteres überall vorauszusetzen, so daß es nur darauf ankäme, sie zu finden. Wenn man aus einer Ablagerung nur wenige, senkrecht weit von einander entfernte fossilführende Bänke kennt, muß man freilich den Eindruck haben, daß deren Faunen einander unvermittelt gegenüberstehen. In vielen, ja wohl in den meisten Fällen wird sich bei genauer Ausbeutung der Zwischenschichten aber herausstellen, daß die Faunen recht allmählich ineinander übergehen. Das Vorhandensein von Faunen- und Florenzonen bildet nicht eine Voraussetzung, sondern eine wichtige Frage der stratigraphischen Erforschung eines Gebietes.

Am weitesten in der Annahme von Faunen-zonen ist wohl BUCKMAN gegangen. Sein „Law of dissimilar faunas“ besagt, daß alle Unterschiede zwischen Ammonitenfaunen zeitlicher Art sind und daß alle Verschiedenheiten der Faunenfolge in verschiedenen Ländern auf Schichtlücken

beruhen. Dieser radikale Standpunkt kann aber nur durch recht gezwungene Hilfsmaßnahmen aufrecht erhalten werden — wenn er auch sicher einen gewissen heuristischen Wert hat.

2. Die Stufenleiter

oder das chronologische System (Formationsschema).

Die chronologischen Einheiten unserer geologischen Zeitrechnung zeichnen sich meiner Meinung nach besonders durch zwei Merkmale aus, durch die sie sich auch von den Zonen wesentlich unterscheiden: Sie sind rein zeitlich und künstlich. Mit beiden Behauptungen dürfte ich auf Widerspruch stoßen. Ich muß sie deshalb etwas näher ausführen.

Sehr oft wird die Sache so dargestellt, als ob die Stufen zunächst Gruppen von Gesteinen wären und die zeitlichen Einheiten nur eine abgeleitete Bedeutung, eben als Bildungszeiten jener Massen, hätten. Das Verhältnis wäre also hier ebenso, wie ich es für die Zonen ausgeführt habe. Untersucht man aber, vermöge welcher Merkmale denn Schichtglieder verschiedener Gebiete zur selben Stufe oder Abteilung gestellt werden, so findet man darauf keine Antwort. Nicht nur die Gesteinsbeschaffenheit, sondern auch Flora und Fauna können — wenn es sich um verschiedene Provinzen oder Lebensräume handelt — vollständig voneinander verschieden sein. Die Schichten von Pikermi und die von Piacenza haben keine gemeinsamen Arten und werden doch beide als unterpliozän angesehen. Ebenso wenig beruht die Ansicht, daß das europäische Produktive Karbon und die unteren Glossopteris-Schichten der südlichen Halbkugel zur selben stratigraphischen Einheit gehören, auf der Ähnlichkeit der Flora. Nur durch eine Tatsache werden die Gesteine, die man zur selben Stufe, Abteilung usw. rechnet, zusammengehalten: Sie sind innerhalb derselben, ganz bestimmten Zeit gebildet. Wollte man von diesem Grundsatz abgehen und die strenge Gleichzeitigkeit durch ein relativistisches Prinzip, wie die Homotaxie, ersetzen — was ja allerdings versucht worden ist — so würde man allen Erörterungen über Gebirgsbildungsphasen, Faunenwanderungen usw. den Boden entziehen. In der Stufenleiter sind also die rein zeitlichen Einheiten, die Aeren, Perioden, Epochen, das Ursprüngliche. Die Gruppen, Systeme, Serien können nur durch sie definiert werden. Aus dieser Einstellung ergibt sich auch schon die Überzeugung, daß die stratigraphischen Einheiten im engeren Sinne grundsätzlich für die ganze Erde, nicht nur (wie LAPPARENT und HAUG wollten) für bestimmte Ablagerungsräume oder Provinzen gelten. Zeitliche Gebilde haben keine räumlichen Grenzen. Außerdem ist es gewiß eine der wichtigsten Aufgaben der Geologie, den Zustand der ganzen Erdoberfläche — nicht etwa nur des Meeres allein — für bestimmte Zeitpunkte darzustellen.

Noch heute findet man vielfach die Ansicht vertreten, daß die stratigraphischen Einheiten im engeren Sinne irgendwie natürlich seien, daß sie aus der Natur abgelesen, nicht einfach in sie hineingelegt werden. Am häufigsten denkt man dabei wohl an eine natürliche paläontologische Begrenzung, an eine Art sehr großer Faunenzone. Es läßt sich aber leicht zeigen, daß nicht nur die Tiere und Pflanzen, sondern auch die einzelnen Gruppen innerhalb dieser Reiche sich zu ganz verschiedenen

Zeiten rascher umbilden. Ich habe nach eingehenden Vergleichen die Überzeugung gewonnen, daß es so etwas wie natürliche paläontologische Einheiten in der Erdgeschichte nicht gibt, so bald man sich nicht auf eng begrenzte Gebiete beschränkt.

SCHINDEWOLF vermeidet diese Schwierigkeit, indem er für jede größere stratigraphische Einheit eine bestimmte Gruppe von Lebewesen ermittelt, die sich für den Aufbau der Zonenskala besonders eignet. Nach den wichtigeren Veränderungen in dieser einen Gruppe — ohne Rücksicht auf alle anderen — bestimmt er dann auch die größeren chronologischen Einheiten. Eine solche Einteilung wird man aber wohl nur mehr in einem sehr weiten Sinn eine natürliche nennen können. Außerdem behebt auch sie nicht alle Schwierigkeiten, beispielsweise an der Grenze zweier Abteilungen, für die die Zonen von verschiedenen Tiergruppen genommen werden müssen.

Eher schiene es mir denkbar, auf Grund der großen Klimaänderungen und der Gebirgsbildungsphasen zu einer natürlichen Einteilung der Erdgeschichte zu gelangen. Ein abschließendes Urteil über diese Möglichkeit können wir aber heute gewiß noch nicht fällen, weil unsere Kenntnisse dafür noch lange nicht ausreichen. Vor allem sind wir gerade des entscheidenden Punktes, der Gleichzeitigkeit der betreffenden Ereignisse über die ganze Erdoberfläche hin, noch durchaus nicht sicher.

Ich habe die Stufenleiter schon eingangs mit einem Koordinatensystem verglichen, in das wir unsere Ergebnisse eintragen. Es kann nicht selbst Ausdruck dieser Ergebnisse sein. Die wichtigste Forderung ist, daß es eindeutig bestimmt und — soweit das bei Menschenwerk möglich ist — unveränderlich sei. Dem gegenüber müssen alle anderen Wünsche zurücktreten. Gewiß gibt es Aufgaben, die leichter gelöst werden, wenn man das Koordinatensystem verlegt. Wir sind aber in der Geologie sicher noch lange nicht so weit, eine solche Kopernikanische Maßregel in Betracht ziehen zu dürfen.

Man kann Zeitspannen durch eine auffallende Eigenschaft kennzeichnen, so wie man von einem Zeitalter der Pyramidenerbauer, der Völkerwanderung, der Kreuzzüge, des Imperialismus spricht. Eine scharfe Abgrenzung ergibt sich dabei aber nicht. Deshalb halte ich es nicht für empfehlenswert, die chronologischen Einheiten etwa durch herrschende Organismengruppen oder dergleichen zu bestimmen. Die Grenzen von Zeitabschnitten müssen vielmehr in bestimmten Ereignissen gesucht werden. Die wichtigsten stufenscheidenden Ereignisse in der Stratigraphie sind paläontologischer Art, weil diese Vorgänge am öftesten weithin verfolgt werden können. Am besten hält man sich an das erste Auftreten von Spezies. Daneben kommen aber wohl auch andere Vorgänge, wie Eisvorstöße oder ähnliches, gelegentlich in Betracht.

Um ein Ereignis genau zu bestimmen, ist es notwendig, auch die Stelle anzugeben, auf die sich die Beobachtung bezieht, denn es könnte ja immer sein, daß seine Auswirkungen nicht überall gleichzeitig zu spüren waren. Wir wissen z. B. nicht, ob eine Art ihr ganzes Verbreitungsgebiet im geologischen Sinn gleichzeitig besiedelt hat — wenn dies auch in vielen Fällen wahrscheinlich ist. Es wird sich empfehlen, für die einzelnen Perioden oder Epochen je eine typische Region auszuwählen, die als eigentlicher Träger der Gliederung gilt. Sie sollte durch eine voll-

ständige Schichtfolge und durch freie Verbindung mit anderen Meeresgebieten ausgezeichnet sein, damit man ihre faunistischen Änderungen in anderen Ländern wiedererkennen kann. Durch Ereignisse in dieser typischen Region werden die Stufen, Abteilungen, Systeme definiert.

Bei der chronologischen Bestimmung der Schichtglieder außerhalb des typischen Gebietes ist die Aufgabe dann die, jedes Ereignis, das sich in einem Profil ausspricht, zwischen möglichst eng beieinander liegende Ereignisse aus dem typischen Gebiet einzuschließen. Oft ist dies nur auf Umwegen und näherungsweise möglich. Stets muß man sich aber vor der Meinung hüten, als könnte die Lage der chronologischen Grenzen außerhalb des typischen Gebietes nach Zweckmäßigkeitsgründen, nach lithologischen Unterschieden oder dergleichen bestimmt werden. Läßt sich zeigen, daß die Grenze zweier Abteilungen mitten in eine einheitliche, fossilarme Gesteinsmasse fällt, so ist das natürlich unbequem. Würde man sich aber entschließen, die Grenze an die Oberkante oder Unterkante der Gesteinsmasse zu verlegen, obwohl man weiß, daß diese Gesteinsänderung nicht gleichzeitig mit dem abteilungscheidenden Ereignis im typischen Gebiet erfolgt ist, so wäre das falsch. Leider wird gegen diese Regel noch auf Schritt und Tritt gefehlt.

Gewisse Zwischenlösungen, die nicht selten notwendig sind, kann ich heute nicht besprechen. Ich muß diesbezüglich auf mein Buch verweisen.

3. Zonen und Chronologie.

Nun kehre ich zu der eingangs aufgestellten Frage zurück: Welche Rolle spielen die Zonen in der geologischen Chronologie? Wie schon erwähnt, wurde meist angenommen, daß die Zonen die kleinsten Einheiten des chronologischen Systems sind. Man wollte dieses gleichsam aus Zonen zusammensetzen. Ein solches Verfahren halte ich nicht nur in diesem Fall, sondern ganz allgemein für wenig ersprießlich. Bei einer Einteilung muß man — in Übereinstimmung mit dem Wortsinn — vom Ganzen ausgehen und dieses entsprechend den Fortschritten der Kenntnisse immer mehr zerlegen. (Auch bei der systematischen Arbeit in der Paläontologie hat es sich nicht bewährt, wenn Gattungen dadurch aufgelöst wurden, daß man einzelne auffallende Arten herausgriff und zu Typen neuer, kleinerer Genera machte. Man muß vielmehr von der Gesamtheit der Formen ausgehen und zusehen, wo sich eine natürliche Trennungslinie zeigt. Dann erst kann man für diese neuen Gruppen typische Arten suchen.)

Es läßt sich aber ^{paläont.} überdies zeigen, daß die Zonen etwas wesentlich anderes sind, als die Stufen und Unterstufen.

Die chronologischen Einheiten der stratigraphischen Stufenleiter sind Schichten, die während eines Zeitabschnittes gebildet wurden, der durch Ereignisse begrenzt wird. Die Zonen dagegen sind Gesteine mit bestimmten Fossilien.

Jede Gesteinsbank gehört nur einer Stufe an, aber zahlreichen Zonen, je nach der Art der Organismen, von der diese genommen wurden. Nur in willkürlicher Weise kann man bestimmten Zonen einen Vorrang vor den anderen geben. Ihrem Wesen nach sind alle Artzonen gleich.

Die wirklichen Einheiten der chronologischen Einteilung schließen — wie die jedes Maßstabes — linear aneinander. Sie können einander weder

übergreifen, noch Lücken zwischen einander lassen. Die Zonen tun beides in ausgiebigster Weise. Auch bei den Faunenzoneen und bei den Artzoneen aus einer einzigen Stammreihe ist das Übergreifen nicht ausgeschlossen.

Daß die Zonen keine den Stufen untergeordneten kleineren Einheiten sind, geht schon daraus hervor, daß sie unter Umständen auch einen größeren Umfang als diese haben können. Das gilt z. B. für die Zonen vieler karbonischer Landpflanzenarten.

Es leuchtet schließlich ein, daß eine stratigraphische Einteilung in größere Einheiten auch für jene Formationen gegeben werden muß, in denen noch keine befriedigende Zonengliederung erreicht ist. Wie wäre das möglich, wenn die höheren Einheiten durch Zusammenfassen von Zonen entstünden? Daß die Abteilungen und Stufen in verschiedenen Systemen ihrem Wesen nach verschieden sind, wird man ja doch nicht behaupten wollen.

In welchem Verhältnis stehen dann aber die Zonen zu dem chronologischen Schema der Stratigraphie? Sie sind zwar nicht die Einheiten dieser Skala, aber sie sind Strichmarken, die parallel mit den eigentlichen Teilstrichen an bestimmten Stellen über die Skala verlaufen. Sie haben den großen Vorzug, daß jede einzelne von ihnen wiedererkannt werden kann. Da man die Grenzen der Stufen nicht unmittelbar sehen kann, bieten die Zonen den wichtigsten Anhaltspunkt, um sie zu erschließen. Ähnlich geht man in der Spektralanalyse vor, wenn man neben ein zu untersuchendes Spektrum ein Sonnenspektrum photographiert und die Linien vergleicht, statt die Wellenlängen jedesmal unmittelbar zu messen.

Die Zonen sind also keine chronologischen Einheiten der Stratigraphie, aber sie zeigen uns die wichtigste Gruppe jener Ereignisse an, durch die die Einheiten der stratigraphischen Zeitrechnung bestimmt werden.