

GRUNDBEGRIFFE
DER
STRATIGRAPHIE

MIT AUSFÜHRLICHER ANWENDUNG AUF DIE
EUROPÄISCHE MITTELTRIAS

VON

JULIUS PIA
(NATURHISTORISCHES MUSEUM IN WIEN)

MIT 3 ABBILDUNGEN IM TEXT

LEIPZIG UND WIEN
FRANZ DEUTICKE
1930

Alle Rechte, insbesondere das der Übersetzung
in fremde Sprachen, vorbehalten.

Copyright 1930 by Franz Deuticke, Leipzig und Wien.

Verlags-Nr. 3385

Inhaltsübersicht.

Einleitung	1
A. Allgemeiner Teil	5
I. Über die fazielle Einteilung	5
1. Allgemeines	5
2. Die fazielle Gliederung des ostalpinen Lias	10
II. Über die geognostische Einteilung	13
III. Die paläontologische Einteilung	22
1. Bestimmung des Zonenbegriffes	22
2. Die Faunenzone n	25
3. Die Biozone n	59
4. Die den Zonen entsprechenden zeitlichen Einheiten	60
5. Zonen und Chronologie	63
6. Zonen und absolute Zeitmessung	65
IV. Die chronologische Einteilung	68
1. Grundsätzliches	68
2. Die Anwendung des chronologischen Systems	83
3. Zur Namengebung	86
4. Die Frage der Vollständigkeit der geologischen Zeitskala	88
B. Die deutsche Mitteltrias als Beispiel für die aufgestellten Regeln	92
I. Vorbemerkungen	92
1. Die Gliederung der alpinen Mitteltrias	96
2. Die Gliederung der deutschen Trias	103
3. Die Entwicklung der deutschen Triasfauna	114
4. Die Verfahren der Altersbestimmung	119
II. Die Untergrenze der Mitteltrias im germanischen Gebiet	132
III. Der Beginn der Obertrias im germanischen Gebiet	137
1. Übersicht über die geäußerten Ansichten	138
2. Paläozoologische Beweise	140
3. Paläobotanische Beweise	148
IV. Der anisische Anteil der germanischen Trias	152
1. Ansichten	152
2. Paläozoologische Beweise	155
3. Paläobotanische Beweise	171
V. Der ladinische Anteil der germanischen Trias	174
1. Ansichten	174
2. Paläozoologische Beweise	177
3. Paläobotanische Anhaltspunkte	188
VI. Die Stellung des mittleren deutschen Muschelkalkes	189
VII. Zusammenfassung	198
Schriftenverzeichnis	201
Schlagwortverzeichnis	221

Verzeichnis der Profile und Tabellen.

Schräge Verbreitung der Gesteine durch die Stufenleiter an der Grenze von Lias und Dogger in England	20
Faziesverteilung im unteren Teil der Trias in den Prager Dolomiten (Südtirol)	21
Die Entwicklung der untersten Liaszonen in Norddeutschland	32
Die Entwicklung der Liaszonen im Junction bed in Dorsetshire	38
Verteilung der <i>Pecten</i> -Arten im österreichischen Miozän	56
Gliederung der Mitteltrias in den Südalpen	97
Einteilung der deutschen Trias	104
Einteilung des niederschlesischen Muschelkalkes	105
Einteilung des oberschlesischen Muschelkalkes	105
Vergleich der thüringischen Myophorienschichten mit ihrem Liegenden und Hangenden	108
Verschiedene Ansichten über die Entsprechung der deutschen und alpinen Untertriasschichten	133
Verbreitung der wichtigsten dem alpinen und germanischen Muschelkalk gemeinsamen Brachiopoden	157
Übersicht der für den Vergleich mit der alpinen Fauna wichtigen Ammoniten des germanischen Wellengebirges	164
Alpine Arten im <i>Trigonodus</i> -Dolomit	180
Die Fauna des Himmelwitzer Dolomites	191
Die Fauna des mittleren Muschelkalkes am östlichen Schwarzwaldrand	195
Anhaltspunkte für die Stufengliederung der deutschen Trias	199
Stufengliederung der deutschen Trias	200



DEM ANDENKEN
CARL DIENERS
DES MEISTERS DER ALLGEMEINEN
UND DER TRIAS-STRATIGRAPHIE
SIND DIESE BLÄTTER
GEWIDMET

Einleitung.

Die in diesem Buch enthaltenen Gedanken sind zum guten Teil eine Erweiterung und schärfere logische Durcharbeitung eines Vortrages, den ich vor einigen Jahren in der Wiener Geologischen Gesellschaft hielt (PIA, 1925 a). Das damals Gesagte soll hier nur so weit wiederholt werden, als es notwendig ist, um einen halbwegs abgerundeten Überblick über die angeschnittenen Fragen zu geben. Für manche Einzelheiten sei auf meine frühere Darstellung verwiesen. Auch auf die geschichtliche Seite des zu besprechenden Gegenstandes brauche ich nur gelegentlich einzugehen. DIENERS Arbeiten (1918 und 1925 b) geben darüber hinreichend Auskunft.

Das Neue, das ich etwa vorbringen kann, verdanke ich neben meinen Erfahrungen im Gelände zum großen Teil der Anregung durch jene Werke von Fachgenossen, die ich erst jetzt genauer durcharbeiten konnte und weiterhin an ihrer Stelle nennen werde. Die vorliegende Arbeit sollte ursprünglich auch wieder nur die Länge eines Vortragsberichtes erhalten. Ein Auszug aus ihr ist in dieser Form erschienen (PIA, 1929). Obwohl sie über diesen Rahmen bedeutend hinausgewachsen ist, war es selbstverständlich unmöglich, in ihr auch nur die wichtigsten und neuesten einschlägigen Schriften vollständig zu würdigen. Mit Absicht habe ich besonders die Untersuchungen der deutschen Biostratigraphen über die Gliederung des Juras und des jüngeren Paläozoikums nicht ihrer ganzen Bedeutung gemäß eingehend besprochen. Ich glaubte annehmen zu dürfen, daß sie dem Leserkreis, an den dieses Buch zunächst gelangen wird, ohnedies gut bekannt und leicht zugänglich sind. Dagegen schien es mir nicht unzweckmäßig, auf BUCKMANS Vorstellungen gelegentlich näher einzugehen, da sie sich noch in den letzten Jahren weiter entwickelt haben und in Deutschland nur wenig berücksichtigt worden zu sein scheinen. Im übrigen war ich vor allem bemüht, nicht einseitig zu sein, sondern Stichproben aus recht verschiedenen Absätzen und Organismengruppen heranzuziehen.

Wenn meine Ausführungen vielfach polemisch sind, bitte ich zu berücksichtigen, daß meine Vorschläge von dem bisher allgemein üblichen Verfahren eben in einigen wesentlichen Punkten abweichen und daß die Gegenüberstellung verschiedener Gedankengänge ein unentbehrliches Hilfsmittel zur Klärung ist. Nicht unerwähnt möchte ich lassen, daß mehrere der am meisten von mir genannten Forscher, wie BUCKMAN und DIENER, noch lebten, als der größte Teil meiner Erörterungen niedergeschrieben wurde.

Meine eigenen Erfahrungen beziehen sich zum überwiegenden Teil auf die alpine Trias. Ich verweise gleich hier auf meine weiter unten folgende Tabelle der Triasgliederung, da die Stufennamen, die ich öfter verwenden

muß, wohl nicht allgemein bekannt sind, obgleich die meisten von ihnen schon vor mehreren Jahrzehnten aufgestellt wurden.

Die Stratigraphie könnte man meiner Meinung nach als die Lehre von der Einteilung der Gesteine kennzeichnen, soweit es sich nicht um rein petrographische Untersuchungen handelt. Diese gehören weniger aus inneren Gründen, als wegen ihrer besonderen Methode, zu einer eigenen Wissenschaft (vgl. auch ANDRÉE, 1926, S. 36; STRAUSZ, 1928, S. 90). Die Erstarrungsgesteine schließe ich in dieser Begriffsbestimmung absichtlich nicht aus, wenn sie auch freilich in der Stratigraphie eine viel geringere Rolle spielen, als in der Petrographie.

Die stratigraphische Einteilung der Gesteine kann nach verschiedenen Gesichtspunkten geschehen. Ich halte es für besonders wichtig, diese Gesichtspunkte klar zu trennen und glaube, daß durch ihre Vermengung ein großer Teil der wissenschaftlichen Streitfragen über die allgemeine Stratigraphie entstanden ist. Früher habe ich zu wenige Einteilungsgründe unterschieden. Jetzt scheinen mir mindestens die folgenden vier voneinander verschiedenen stratigraphischen Einteilungsweisen zu bestehen und auch notwendig zu sein:

1. Die fazielle Einteilung nimmt auf das Alter der Gesteine überhaupt keine Rücksicht. Von der petrographischen Einteilung unterscheidet sie sich dadurch, daß sie außer der lithologischen Beschaffenheit auch den Verband der Gesteine miteinander, die Form ihres Auftretens in der Erdkruste, vor allem aber den Fossilgehalt berücksichtigt. Diesen betrachtet sie jedoch nicht von einem chronologischen, sondern von einem ökologischen Gesichtspunkt aus. Die Fazieslehre bemüht sich, unter den Gesteinen Gruppen zu bilden, die nicht nur nach ihren Merkmalen, sondern auch nach der Art ihrer Entstehung übereinstimmen (vgl. auch STRAUSZ, 1928, S. 77 bis 78). Weit sind wir in der Unterscheidung und Benennung solcher Einheiten noch nicht gekommen. Was gemeint ist, wird aber deutlich werden, wenn ich auf Ausdrücke wie Flyschfazies, Adneter Fazies, Korallriffe verweise. Ich habe mich bemüht, dieses System zunächst für gewisse Abteilungen der Trias und des Lias der Alpen weiter auszubauen, insbesondere auch die einzelnen Fazies zu Faziesgruppen zusammenzufassen. Ein Beispiel dafür möchte ich etwas später geben.

2. Die geognostische Einteilung. Ich möchte diesen heute nur mehr wenig gebräuchlichen Ausdruck für ein System der Gesteine wieder aufgreifen, das zwar zunächst ebenfalls auf der Lithologie beruht, aber außerdem auch das geologische Alter berücksichtigt. Die geognostische Einteilung benennt die Gesteine einer Fazies nur innerhalb gewisser zeitlicher Grenzen gleich und gelangt so zu den Schichtgliedern. Die große Bedeutung dieser Einteilung beruht darauf, daß die Schichtglieder die Einheiten sind, mit denen der Aufnahmsgeologe in der Natur zunächst wirklich zu tun hat. Von ihnen habe ich in meinem schon erwähnten Wiener Vortrag am eingehendsten gehandelt (1925 a). Einiges bleibt mir aber auch über sie noch zu sagen.

3. Die paläontologische Einteilung ist von der chronologischen streng zu unterscheiden. Diese Erkenntnis scheint mir einer der wichtigsten Fortschritte in meinen Überlegungen zu sein. Die paläontologischen Einheiten der

Stratigraphie bezeichne ich durchwegs als Zonen. Die Über- und Unterordnung wird durch Zusammensetzung mit Ausdrücken der biologischen Systematik angedeutet. Ich spreche von Artzonen, Gattungszonen, Familienzonen. Mit den Fragen, die diese Art der Einteilung angehen, muß ich mich diesmal etwas eingehender befassen.

4. Die zeitliche oder chronologische Einteilung könnte man auch die stratigraphische Einteilung im engeren Sinne nennen. Sie geht auf ein ganz abstraktes System von durch bestimmte Ereignisse gegeneinander abgegrenzten Zeitabschnitten aus. Ihre Einheiten sind Epochen, Perioden usw. Dieses System bildet das Gerüst und die unerläßliche Voraussetzung der Erdgeschichte. Es wird noch für lange Zeit eine der wichtigsten Aufgaben der Geologie sein, es immer besser zu sichern und feiner auszubauen. Ich möchte dies im Gegensatz zu einer neuerdings manchmal geäußerten Geringschätzung (HEIM, 1924, S. 47, und viele andere, besonders Tektoniker), die ich für bedenklich halten muß, hier ausdrücklich betonen. Auch über die zeitliche Einteilung der Gesteine werde ich mich später mehr verbreiten.

Ich wende mich nun einigen Einzelfragen, die diese Arten der stratigraphischen Gliederung betreffen, zu.

A. Allgemeiner Teil.

I. Über die fazielle Einteilung.

1. Allgemeines.

Ich möchte mich bei den Fazies nicht lange aufhalten, aber zunächst die Gelegenheit benützen, um einige Vorschläge über die Benennung von Gesteinen zu machen.

In meinem Wiener Vortrag habe ich für verfestigte Tone — ohne Rücksicht darauf, ob sie geschiefert sind oder nicht — den Namen Tonstein vorgeschlagen (PIA, 1925 a, S. 68). Ich fand später, daß SALOMON schon im Jahre 1908 (S. 363) das ganz ähnliche Wort Tonfels eingeführt hat, das er allerdings auf nicht geschieferte Absätze beschränken wollte. Dieser Name hat selbstverständlich den Vorrang. Ich freue mich besonders über die Entdeckung, die meinen Wunsch als berechtigt erscheinen läßt.

Ein dringendes Bedürfnis wäre es, einen gemeinsamen kurzen Namen für Kalk und Dolomit zu haben, der sich für Zusammensetzungen mit Ortsnamen eignet. Chemische Übergänge und Verzahnungen zwischen diesen Gesteinen sind so häufig, daß man eigentlich fast immer einen Fehler macht, wenn man von Wettersteinkalk oder Hauptdolomit spricht. Dazu kommen die vielen Fälle, in denen man von einem solchen Schichtglied reden muß — sei es auch nur im Notizbuch — bevor man seine Gesteinsbeschaffenheit eingehend untersucht hat. Ich weiß aus mehreren Besprechungen, daß auch andere Geologen meiner Meinung sind.

Schon MOJSISOVICS (1879, S. 110—111) betont, daß die Ausdrücke Kalk und Dolomit vielfach in einer sehr unscharfen Weise gebraucht werden und daß es unmöglich ist, beide Gesteine bei der Kartenaufnahme scharf zu trennen. An einer Stelle (S. 227) verwendet er für Schlerndolomit und Dachsteinkalk zusammen das Wort „Kalkgestein“. Es steht im Widerspruch mit diesen seinen Erfahrungen, wenn er später (S. 372) sagt: „Was wäre z. B. für die Wissenschaft gewonnen, wenn wir für das Gestein einiger unserer Riffe einen neuen Verlegenheitsnamen aus dem Grund vorschlagen würden, weil Dolomit und Kalk nebeneinander vorkommen und wir (und zwar ebenfalls nur wegen der Schwierigkeit der Untersuchung) nicht im Stande sind, dieselben kartographisch zu trennen?“ Der Satz zeigt aber anderseits, daß MOJSISOVICS selbst an eine solche Neuerung gedacht hat. Ich halte eine Fachsprache, die einen in einem sehr häufigen Fall zwingt, Unrichtiges oder doch Unbewiesenes zu sagen, entschieden für schädlich. Die Sache liegt hier ganz ähnlich, wie

bei den fossilen Charazeenfrüchten, deren Benennung als *Chara* man für einen großen Fortschritt hielt, obwohl sich nicht entscheiden läßt, ob es sich um Chareen oder Nitelleen handelt. Ich ziehe den alten Namen *Gyrogonites* vor, der nicht mehr sagt, als man weiß (vgl. PIA in HIRMER, 1927, S. 88).

So leicht dies einzusehen ist, so schwer erwies es sich, einen gemeinsamen Namen für Kalk und Dolomit zu finden, der Aussicht hätte durchzudringen. Dem Deutschen liegt es ja heute leider am nächsten, in einer solchen Verlegenheit einen griechischen Stamm oder gar ein Kunstwort zu wählen. („Kadolith“ wurde mir vorgeschlagen!) Diesen Ausweg kann ich aber aus Liebe zu unserer Sprache nicht nehmen. Ich wage es deshalb, den Namen „Felser“ vorzuschlagen, der daran anknüpft, daß Kalk und Dolomit die wichtigsten felsbildenden Gesteine unter den Sedimenten sind. Es scheint mir, daß Zusammensetzungen, wie Dachsteinfelser oder Sarlfelser nicht allzu abstoßend sind. Ich möchte auch glauben, daß eine entsprechende Bildung im Englischen möglich sein müßte, doch kommt es mir nicht zu, eine solche zu versuchen.

Die allgemeinen Fragen der Fazieslehre hat STRAUZ jungst (1928) grundsätzlich erörtert. Seine Arbeit führt sehr gut in den Gegenstand und dessen Schrifttum ein. Allerdings scheint sie mir etwas einseitig auf die Untersuchung der Wassertiefe der Absatzgebiete abgestellt zu sein und andere die Fazies beeinflussende Umstände zu vernachlässigen. Auch beschäftigt sie sich nur mit meerischen Gesteinen. Doch betrachtet der Verfasser seine Schrift ja selbst nur als eine Vorstudie, die noch nicht alle Verhältnisse vollständig erfassen will. Nachdem verschiedene Versuche zur Trennung der Tiefenzonen im Meer besprochen wurden (S. 80—81), entschließt sich STRAUZ zu folgender Gliederung (S. 148, 220, 235):

l) Litoralregion, soweit noch ein bedeutender Wellenschlag wirkt, der einen Teil der Tiere veranlaßt, sich anzuheften oder in den Boden einzubohren.

n) Neritische Region, bis 200 m Tiefe.

n₁) Seichtere neritische Zone, bis 50 oder 80 m. Gebiet des stärksten Pflanzenlebens. Kalkalgenbänke, Korallenriffe usw.

n₂) Mittlere neritische Zone. Geringerer Pflanzenwuchs ist noch vorhanden und für die Lebensgemeinschaft wichtig.

n₃) Tiefere neritische Zone. Pflanzenleben spielt keine Rolle mehr. Beimengung von bathyalen Formen.

b) Bathyale Region, von 200 bis 1000 m.

b₁) Seichtere bathyale Zone. Gebiet der Pleurotomentone.

b₂) Tiefere bathyale Zone. Gebiet des blauen Schlicks.

a) Abyssische Region. Hauptsächlich Gesteine aus Planktonorganismen. Die Obergrenze dieser Region legt STRAUZ absichtlich höher, als es in der Ozeanographie üblich ist. Sie ist wohl sehr unscharf.

Es fällt in die Augen, daß auch dieser Vorschlag viele Willkürlichkeiten enthält. Man mag ihm aber zubilligen, daß er aus vielfachen Anwendungsversuchen auf fossile Sedimente hervorgegangen ist.

Von Zonengliederung spricht STRAUZ immer im Sinne von Tiefenzonen, was in anderem Zusammenhang vielleicht mißverständlich sein könnte.

Die Beispiele, die STRAUZ in sehr interessanter Weise näher bespricht,

sind durchwegs aus dem Tertiär entnommen. Das ist wohl mit ein Grund, warum die bathymetrischen Verhältnisse so sehr im Vordergrund der Betrachtung stehen. Im Mesozoikum und Paläozoikum dürfte eine solche Darstellungsweise wohl noch längere Zeit nicht möglich sein.

Wo die Meerespflanzen besprochen werden, scheint — wie sehr oft — der ethologische Unterschied zwischen Rotalgen und Grünalgen zu wenig beachtet zu sein. Die Absatzbedingungen der Lithothamnien- und der Diploporenkalke können nicht ohneweiters ganz gleich gesetzt werden. Wahrscheinlich nehmen die Lithothamnien einen wesentlich breiteren Gürtel ein, als die Dasykladazeen.

An mehreren Stellen taucht wieder der von mir wiederholt bekämpfte Gedanke auf, daß der Dachsteinkalk ein Algensediment sei. Dies ist sicher unrichtig. Algen, und zwar Porostromen und Solenoporen, kommen in ihm nur vereinzelt vor. Diploporen gehören zu den größten Seltenheiten. Auch im Hauptdolomit spielen sie als Gesteinsbildner nur an wenigen Stellen der Südalpen eine einigermaßen wichtigere Rolle.

Es sei schließlich darauf hingewiesen, daß die Arbeit von STRAUZ deutsch — und zwar meines Wissens nur deutsch — erschienen ist. Es werden gegenwärtig unter den kleineren europäischen Nationen zwei entgegengesetzte Verfahren eingeschlagen, um eine entsprechende kulturelle Beachtung zu erringen. Die einen bevorzugen Veröffentlichungen in ihrer eigenen Sprache, in der Hoffnung, dadurch deren Kenntnis zu verbreiten. Die anderen legen besonderen Wert darauf, daß ihre wichtigeren wissenschaftlichen Leistungen in einer der großen europäischen Kultursprachen veröffentlicht werden, und sichern ihnen so den Zugang zur wissenschaftlichen Allgemeinheit. Welcher Vorgang der zweckmäßigere ist, das wird sich mit der Zeit von selbst herausstellen. Es wird wohl auch davon abhängen, ob die Arbeiten der betreffenden Völker über allgemeine Fragen sich mit denen der großen Nationen auf gleichem Boden messen können oder ob ihre Tätigkeit vorwiegend örtliche Bedeutung hat. (Anders steht die Sache natürlich bei großen Völkern, wie den Russen, denen es voraussichtlich in vielen Fällen gelingen wird, die Erlernung ihrer Sprache zu erzwingen.)

Einen anderen Weg, als STRAUZ, hatte DEECKE (1913 a) eingeschlagen. Er geht nicht von den Absatzräumen der Gegenwart, sondern von einer umfassenden Kenntnis der älteren — besonders auch mesozoischen und paläozoischen — Gesteine aus. Diese sucht er nach ihrer faziellen Ähnlichkeit zusammenzufassen. Die einzelnen Fazies werden genauer umschrieben und Vermutungen über ihre Entstehungsbedingungen werden ausgesprochen. Dabei werden Gesteinsbeschaffenheit und Habitus der Fossilien gleichermaßen berücksichtigt. Eine vollständige fazielle Systematik der Gesteine ist wohl nicht angestrebt. Es werden aber alle die wichtigeren Typen herausgegriffen, die sich schon halbwegs deutlich abheben. Durch die Einbeziehung älterer Gesteine, deren Faunen von den heutigen viel mehr abweichen als die tertiären, werden die Schwierigkeiten der Schlüsse auf die Entstehungsbedingungen natürlich ungemein vergrößert. Grundsätzlich hat aber das Verfahren DEECKES, bei dem zunächst aus dem Material selbst heraus Gruppen gebildet werden, und zwar ohne Rücksicht auf das Alter, sicher einen großen Vorzug.

Um die Definition des Begriffes der Fazies haben sich viele Forscher bemüht — wie mir scheint, ohne ganz befriedigendes Ergebnis (vgl. STRAUZ, 1928, S. 77, auch BITTNERs kritische Bemerkungen — 1895 a, S. 326/27—, die nur an dem Fehlen eines scharfen Stufenbegriffes krankten). Man wird bei der Untersuchung am besten von der Tatsache ausgehen, daß der Begriff der Fazies seinen Ursprung und seine Bedeutung einem gewissen Gegensatz gegen das geologische Alter verdankt. Es ist in ihm die Erkenntnis festgelegt, daß nicht alle Unterschiede der Gesteine auf Altersverschiedenheit hinweisen, sondern daß auch gleichzeitig entstandene Gesteine verschieden sein können. So selbstverständlich das scheint, wurde es bekanntlich doch nicht immer beachtet, ja über die fazielle Deutbarkeit von Faunenverschiedenheiten gehen die Ansichten heute noch weit auseinander (vgl. etwa unten über BUCKMANS „Law of dissimilar faunas“).

Wenig beachtet wurde bisher, daß es Unterschiede zwischen gleichaltrigen Ablagerungen gibt, die nicht als faziiell angesprochen werden können. Wenn beispielsweise ein Lithothamnienriff aus dem Mittelländischen Meer und eines aus Australien nicht dieselben Arten enthält, möchte ich diese Verschiedenheit nicht als faziiell bezeichnen, sondern als provinziell.

Ferner hat schon DEECKE darauf hingewiesen, daß es wenig glücklich ist, bei Erstarrungsgesteinen von Fazies („porphyrischer Fazies, schiefriger Fazies“) zu sprechen (1913 a, S. 7). In der Richtung dieses gewiß zutreffenden Gedankens scheint es mir zu liegen, wenn man auch den Begriff der tektonischen Fazies fallen läßt. Die Erhaltungszustände eines Gesteines sollten meiner Ansicht nach nicht zur Fazies gerechnet werden.

Sieht man von den zeitlichen, provinziellen und sekundären (durch die Erhaltung bedingten) Merkmalen der Gesteine ab, so bleibt eine große Gruppe von solchen übrig, die im wesentlichen durch die physikalisch-chemischen Verhältnisse während des Absatzes bedingt sind. Ihre Gesamtheit ist als Fazies zu bezeichnen. STRAUZ meint mit seiner Definition (S. 77—78) jedenfalls ungefähr dasselbe, nur daß der Ausdruck „Eigenschaften, die die Ablagerungsumstände widerspiegeln“, nicht ganz eindeutig ist, weil man unter Ablagerungsumständen schließlich auch die tiergeographische Provinz, in der der Absatz erfolgt, verstehen könnte. Ich definiere deshalb lieber durch Ausschließung: Die Fazies eines Gesteines ist die Gesamtheit seiner Merkmale, die nicht durch das geologische Alter, die geographische Provinz oder die Erhaltung bedingt sind.

Ein Tabulatenriff und ein Hippuritenriff sind wahrscheinlich nicht oder nur wenig faziiell verschieden. Ihr Unterschied beruht auf dem geologischen Alter, die Absatzbedingungen mögen gleich gewesen sein. Der Schlerndolomit und Ramsaudolomit sind keine verschiedenen Fazies der ladinischen Stufe, sondern zwei Erhaltungszustände desselben Gesteins. Sie stammen aus demselben Meeresgebiet und aus derselben Zeit. Ihr verschiedenes Aussehen beruht auf verschieden starker tektonischer Störung, wie daraus hervorgeht, daß der Schlerndolomit dort, wo er ausnahmsweise stark gestört wurde, ganz die Beschaffenheit des Ramsaudolomites annimmt. Der spärliche Fossilgehalt beider Gesteine ist sehr ähnlich.

Unter den faziellen Merkmalen der Schichten kann man, wie auch DEECKE auseinandersetzt (1913 a, S. 7—8), zwanglos zwei Hauptgruppen unterscheiden, lithologische und paläontologische Eigenschaften. BRINKMANN (1929, S. 83) spricht sachlich — wenn auch nicht sprachlich — recht glücklich von einer Lithofazies und einer Biofazies. Nur wenn beide eingehend berücksichtigt werden, kann man hoffen, die Absatzbedingungen so weit aufzuklären, als dies in einer so schwierigen Frage überhaupt derzeit möglich ist.

Ein vorzügliches Beispiel für einen rein paläontologischen Faziesunterschied ohne merklichen lithologischen Einschlag liefert der Marmolatakalk (SALOMON, 1895, S. 50—51). Der altbekannte Fossilfundort auf der Nordseite der Marmolata, am Rand des Gletschers, zeigt eine Diploporenfazies mit vielen Gastropoden. An dem von SALOMON entdeckten auf der Südseite, in der Val Rosalia, dagegen machen Brachiopoden weitaus die Hauptmasse der Versteinerungen aus. Die beiden Fundorte haben nur 15% der Arten gemeinsam.

Viele wichtige Aufschlüsse über das Wesen und die Ursachen faunistischer Faziesunterschiede sind aus den Arbeiten der Limnologen zu entnehmen. Ich greife als besonders anschaulich das kleine Buch von THIENEMANN in „Jedermanns Bücherei“ (1926) heraus. Wo die Strömung eines Baches am stärksten ist und er über glatte Steine hinfließt, leben auf diesen Planarien, Larven von Eintagsfliegen (*Epeorus*) und anderen Dipteren, Schnecken (*Ancylus*) usw. Die meisten dieser Formen haben Saugnäpfe, um sich auf den glatten Steinen festzuhalten. Ganz anders ist die Fauna dort zusammengesetzt, wo Moose die Steine überziehen. An die Stelle der Saugnäpfe treten hier Klammerwerkzeuge. Die Körpergröße aller Tiere ist sehr gering. Wieder andere Typen findet man im ruhigen, gestauten Wasser. Eine ähnliche, noch mannigfaltigere Gliederung zeigt das Tierleben der Seen, entsprechend den wohlbekannten Pflanzengürteln, die gegen die Tiefe zu aufeinanderfolgen. Innerhalb jeder solchen Fauna lassen sich drei Bestandteile unterscheiden: zunächst Formen, die an die Verhältnisse des Wohnplatzes einseitig angepaßt und für sie bezeichnend sind; dann solche, die zwar eine weitere Verbreitung haben, aber an der betreffenden Stelle doch auch reichlich gedeihen; endlich einzelne Stücke aus anderen Lebensgemeinschaften, die sich nur zufällig an ihnen nicht zusagende Stellen verirrt haben. Nach diesem Gesichtspunkt werden sich auch viele fossile Faunen gliedern lassen. Das kann für den Geologen sehr wichtig sein, denn nur die erste Gruppe von Tierresten läßt Schlüsse auf die Absatzbedingungen zu. Die dritte aber hat für den stratigraphischen Vergleich besondere Bedeutung, weil sie die Gleichzeitigkeit mit Ablagerungen ganz anderer Fazies erkennen läßt.

Um die Anwendung der in der Limnologie gewonnenen Erkenntnisse auf geologische Fragen und um die scharfe Fassung der daraus ergebenden Begriffe hat sich unter anderen besonders WASMUND (1929) verdient gemacht. Ich muß mich hier mit einem Hinweis auf seine letzte Darstellung begnügen, die auch viele Angaben über andere, den Geologen im allgemeinen zu wenig bekannte einschlägige Schriften enthält. Übrigens sind die „biosozologischen“ Begriffe, im besonderen die Unterscheidung zwischen heutigem Fossilgehalt und ursprünglicher Lebensgemeinschaft, unter den Geologen doch wohl schon

allgemeiner bekannt, als WASMUND anzunehmen scheint. Man vergleiche etwa HILDEBRAND (1928).

An diese wenigen allgemeinen Bemerkungen sei noch ein Beispiel für eine Faziesgliederung angeschlossen.

2. Die fazielle Gliederung des ostalpinen Lias

Bei meiner langjährigen Beschäftigung mit dem ostalpinen Lias bin ich allmählich dazu gelangt, die hier entwickelten Fazies in mehrere größere Gruppen verwandter Ausbildungen — Faziesgruppen, wie ich sie nennen möchte — zusammenzufassen. Meine Absicht war dabei eine wesentlich bescheidenere als die von STRAUZ oder von DEECKE, ja ich fürchte, daß jener sie, wie die von BRANDES, gänzlich verwerfen wird (vgl. STRAUZ, 1928, S. 77). Ich wollte hauptsächlich den Aufnahmegeologen dienen, indem ich — vorerst in einem engen zeitlichen und räumlichen Rahmen — eine annähernd vollständige Übersicht der Fazies zu gewinnen trachtete. Möglichst alle wirklich vorkommenden Gesteinsausbildungen des ostalpinen Lias sollten in eine der von mir unterschiedenen Gruppen oder als Übergang zwischen ihnen einzureihen sein. Durch die Verschränkung dieses Systems der Fazies mit der rein zeitlichen Unterteilung des Lias hoffe ich die einzelnen Vorkommen besser als bisher kennzeichnen zu können. Erst später, wenn die Einheitlichkeit der unterschiedenen Haupttypen nachgeprüft und ihr Auftreten in der Natur, besonders ihr Verhältnis zueinander sowie zu den liegenden und hangenden Abteilungen, vollständiger bekannt ist, wird man vielleicht zu Schlüssen über die Entstehungsweise gelangen. Solche Schlüsse sind ja im alpinen Jura wegen des weitgehenden Mangels streng vergleichbarer rezenter Absätze viel schwieriger, als im Tertiär.

Die von mir anzuführenden Tatsachen sind alle schon wohlbekannt, weshalb ich mich kurz fassen kann. Es kommt mir nur auf ihre Anordnung an. In dieser Beziehung hoffe ich, einen kleinen Fortschritt über ältere Ausführungen WÄHNERS (1886, 1887) und andere hinaus getan zu haben. Bei meiner vorwiegend paläontologischen Arbeitsrichtung kann es allerdings sein, daß ich einzelne fossilarme Entwicklungen, die in die unterschiedenen Gruppen nicht hineinpassen, übersehen habe. Den lombardischen Lias, der ja besonders wichtig ist, wollte ich nicht ganz weglassen. Da ich ihn aber ungenügend kenne, konnte er nur nebenbei berücksichtigt werden (vgl. dazu RENZ, 1920, 1923).

Ich schicke noch voraus, daß nach meiner Bezeichnungsweise alle Liasgesteine gleicher Fazies zum selben Schichtglied gehören, also mit demselben Namen zu belegen sind. Hierlatzschichten, Adneter Schichten, Grestener Schichten können sowohl im unteren als im mittleren und oberen Lias vorkommen (vgl. den nächsten Hauptteil des Buches).

Ich zähle nun die Faziesgruppen auf und führe jedesmal einige Schichtglieder an, die unter sie fallen.

1. Die Kieselkalkfazies. Die eigentlich in dieser Ausbildung herr-

schende Fossilgruppe sind die Spongien. Je nach den neben ihnen noch auftretenden Tierklassen dürfte es möglich sein, mehrere Einzelfazies zu unterscheiden. Beispielsweise trifft man in den Kieselkalken der Nordalpen (Schafberggruppe, Almtal in Oberösterreich usw.) hauptsächlich Brachiopoden, in den sogenannten lombardischen Liaskalken aber große Ammoniten, auch Bivalven und Landpflanzen.

2. Helle und graue Kalke. Hieber gehören zunächst die hellen, dachsteinkalkähnlichen Liasgesteine („Verenakalk“, PIA 1920 b), wie sie in den Lessinischen Alpen, in den Dolomiten, auch in der Lombardei und gelegentlich in den Nordalpen auftreten. Die Fauna dieser Bildungen ist eher arm, aus Gastropoden, Bivalven und Brachiopoden zusammengesetzt. Die einzigen bekannten ostalpinen Liasdiploporen wurden an verschiedenen Stellen in ihnen gefunden. Dolomitisierung ist in den Südalpen nicht gerade selten. Die Liasoolithe der Lessinischen Alpen sind faunistisch dadurch ausgezeichnet, daß fast nur Atraktiten in ihnen vorkommen. Die Noriglioschichten endlich sind tonige, graue Kalke mit vielen Schieferzwischenlagen und einer Fauna aus Bivalven, Gastropoden, Brachiopoden, Krinoiden, Foraminiferen, Schalenkrebse, ferner mit Landpflanzen, aber ohne Korallen und fast ohne Zephalopoden. (Die sehr vereinzelt Ammoniten sind wohl nach dem Tode eingeschwemmte Schalen.) Austernartige Muscheln (*Lithiotis*) und kleine Megalodonten treten gesteinsbildend auf. Es dürfte wohl nicht angehen, in diesem Gestein eine gewöhnliche Küstenbildung zu sehen. Vielmehr handelt es sich eher um einen Absatz aus Ästuarien oder Küstenseen, deren Lebewelt durch den Süßwasserzustrom merklich beeinflußt war. Dazu paßt auch das massenhafte Auftreten von Schalen einer Art in bestimmten Bänken. Bekanntlich ist die Fazies nicht auf die Südalpen beschränkt, sondern findet sich auch in NW-Frankreich, Kroatien und in der Herzegowina (G. BÖHM, 1884 bis 1888; KATZER, 1904; SCHMID, 1880). Ihr bekanntestes Verbreitungsgebiet liegt allerdings zwischen dem Gardasee und dem Becken von Belluno (vgl. HAAS, 1913; MOJSISOVICS, 1879, S. 448). In den Randgebieten gehören nur mehr einzelne Zonen der Fazies an. Doch konnte DAL PIAZ (1907, S. 74 bis 76; 1912, S. 32) noch bei Feltre landpflanzenreiche Schichten nachweisen.

Eine gewisse Ähnlichkeit mit den Grauen Kalken zeigen die Bivalvenbänke, die an mehreren Stellen der Ostalpen den Fußteil des Unterlias bilden. Es ist aber recht zweifelhaft, ob man daraus auf ähnliche Absatzbedingungen schließen darf. Es handelt sich wohl mehr um eine äußerliche Übereinstimmung.

3. Die Brachiopoden- und Krinoidenkalkfazies. Ihr einziger wichtiger Vertreter sind die Hierlatzschichten. Wie schon eingangs dieses Kapitels erwähnt, ist der Name auch auf die sehr häufigen, besonders in den Südalpen verbreiteten mittelliasischen und die wesentlich selteneren oberliasischen Brachiopodenschichten anzuwenden. Dagegen wäre für die reinen Krinoidenkalk mit sehr wenigen anderen Fossilien, wie sie besonders in den nördlichsten Zonen der Nordalpen oft vorkommen, wohl besser ein eigener Name zu verwenden. Die Hochfellenkalk scheinen einen Übergang zur Fazies der „liasischen Dachsteinkalk“ zu bilden.

4. Die Zephalopodenkalkfazies. Als ihre wichtigsten Vertreter sind etwa zu nennen:

a) Die Adneter Kalke. Es sind tonige, knollig-dünnplattige, rote oder untergeordnet graue Kalke mit sehr vielen Zephalopodensteinkernen. Hieher gehört außer den nordalpinen Vorkommen offenbar auch der lombardische Ammonitico rosso. Zwischen Adneter und Hierlatzschichten findet man oft Übergänge.

b) Die Enzesfelder Kalke. So nennt man wohl am besten die tonärmeren, bunten, besonders häufig gelben, mächtiger geschichteten Liaskalke mit erhaltenen Zephalopodenschalen, wie sie nicht nur bei Enzesfeld in Niederösterreich, sondern auch bei Adnet und auf der Kratzalpe in Salzburg, am Schafberg in Oberösterreich und an vielen anderen Stellen auftreten. Brescher sind mit diesen Kalken besonders häufig verbunden. WÄHNERS Namen „Bunte Zephalopodenkalke“ möchte ich lieber nicht verwenden, weil die Zephalopodenschalen in ihnen keineswegs gesteinsbildend sind, wie man dies nach Analogie mit Diploporenkalken, Korallenkalken, Hippuritenkalken usw. vermuten sollte. (Grundsätzliches zur Benennungsweise bei PIA, 1925 a, S. 68.)

c) Der Medolo. Unter diesem Namen sind recht verschiedene Gesteine zusammengefaßt. Der typische Medolo wird als wachsgelber, mergeliger, hornsteinführender Kalk mit oft limonitisierten Ammoniten beschrieben. Die Schichten von Ballino sind wohl ein Übergangsgestein zwischen dem Medolo und der Brachiopodenfazies (HAAS, 1913).

5. Die Zephalopodenmergelfazies. Ihre wichtigste Vertretung sind die Fleckenmergel oder Allgäuschiefer. Ähnlich wie in den Adneter Kalken sind die Ammoniten in ihnen als Steinkerne erhalten. Graue Mergel ohne Flecken, wie sie in der Plassengruppe bekannt sind, vermitteln auch Übergänge zwischen den beiden Gesteinsausbildungen. Noch verbreiteter sind solche zwischen den Fleckenmergeln und den Kieselkalken, besonders in Südbayern.

6. Die sandig-tonige Fazies. Man bezeichnet diese Ausbildung des Lias als Grestener Schichten. Sie sind bekanntlich reich an Landpflanzen, führen auch Kohlen. Die Fauna besteht ganz vorwiegend aus Bivalven und Brachiopoden (vgl. TRAUTH, 1909). Die Grestener Schichten sind auf den Nordrand des östlichen Teiles der nördlichen Kalkalpen beschränkt. Mit den Fleckenmergeln sind sie durch Übergänge verbunden. Nahe verwandt sind ihnen wohl auch die fossilleeren dunklen Strubbergschiefer, die beiderseits des Passes Lueg in Salzburg den Oberlias vertreten.

Was die räumliche Verteilung der Liasfazies in den Ostalpen betrifft, so möchte ich nur auf einen Punkt aufmerksam machen: Man findet Landpflanzenreste im Lias ausschließlich nächst dem Nordrand und dem Südrand der Alpen, hier aber teilweise sehr reichlich, so in den Grestener Schichten, den Noriglioschichten und den lombardischen Liaskalken. Wir müssen wohl annehmen, daß in beiden Gegenden mindestens größere Inseln vorhanden waren. Im N stand offenbar Urgebirge an, von dem die Arkosen der Grestener Schichten stammen. Im S scheinen nur junge Sedimente der Abtragung zugänglich gewesen zu sein. Die Mächtigkeiten sind am Südrand der Alpen am größten, am geringsten wohl in den inneren Zonen der Nordalpen, wo die Adneter- und

Hierlatzentwicklung herrscht. Auch dies wird mit der Entfernung von der Küste zusammenhängen. Wenn HEIM (1924, S. 14 und 36) den lombardischen Lias als Tiefseebildung bezeichnet, möchte ich dem in Anbetracht der großen Mächtigkeit nicht ohneweiters zustimmen. Im übrigen will ich — wie schon bemerkt — auf genetische Fragen derzeit noch nicht eingehen.

Als ein weiteres Beispiel eines lithologisch-faziellen Einteilungsversuches sei die Arbeit von KAISIN (1927) angeführt. Sie befaßt sich nur mit Kalken, aber mit solchen verschiedenen Alters, und versucht, sie in ein genetisches System zu bringen.

II. Über die geognostische Einteilung.

Ich wiederhole zuerst kurz, was ich unter einem Schichtglied oder einer Schichtgruppe, der wichtigsten Einheit der geognostischen Einteilung, verstehe (vgl. PLA, 1925 a, S. 64 u. f.). Es ist dies ein faziell gekennzeichnetes Gestein oder eine Mehrheit regelmäßig miteinander wechsellagernder Gesteine innerhalb bestimmter zeitlicher Grenzen, und zwar je nach dem praktischen Bedürfnis meist einer Stufe oder einer Abteilung. Diese Schichtgruppen werden am besten und häufigsten mit Namen belegt, die von einer bezeichnenden Örtlichkeit genommen sind, sogenannten Lokalnamen, wie Dachsteinkalk, Hierlatzschichten, Himmelwitzer Dolomit, Auernigschichten. Daneben bleiben auch abweichend gebildete Namen im Gebrauch, wenn sie nur sonst den obigen Anforderungen entsprechen, beispielsweise *Bellerophon*-Kalk oder Hauptdolomit. Allerdings sollten die Namen eindeutig sein, was beispielsweise beim Hauptdolomit nicht zutrifft. Denn unter diesem Namen geht ein Schichtglied der alpinen Obertrias, eines des hannoverschen Kohlenkeupers und eines des deutschen Zechsteins, vielleicht auch noch andere, mir augenblicklich nicht erinnerliche. Das ist ein Nachteil zu wenig konkreter Bezeichnungen. Abraten möchte ich auch von der Benennung der Gesteine nach Personen, nach dem Beispiel des ECKSchen Konglomerates im Buntsandstein Südwestdeutschlands, des RICHTHOFENSchen und KOKENSchen Konglomerates in der südalpinen Untertrias, des Poudingue de PALASSOU im Alttertiär der Pyrenäen. In den biologischen Wissenschaften mag eine solche Namengebung durch die große Zahl der zu benennenden Gegenstände entschuldigt werden. In der Geognosie wird es wohl immer möglich sein, der Benennung eine wesentlichere Beziehung unterzulegen. Es ist nicht notwendig, daß die betreffende Fazies an der typischen Örtlichkeit den ganzen stratigraphischen Umfang umfaßt, auf den der Name angewendet wird. Sie muß aber an dieser Örtlichkeit innerhalb der gewählten chronologischen Einheit wirklich vorhanden sein, widrigenfalls der Name aufzulassen ist, wie z. B. „Mendoldolomit“ oder „Uggowitzer Breccie“. (Strittig ist immer noch der Fall des Verrucano, der im allgemeinen als ein permisches Konglomerat gilt, in der Verruca bei Pisa aber angeblich Unterkreide sein soll. FUCINI, 1929 und früher.)

Entsprechendes gilt von Schichtgliedernamen, die nach Fossilien gegeben wurden. Der Name „*Zanclodon*-Letten“ für die Knollenmergel des oberen

Keupers wurde mit Recht aufgegeben, weil die Gattung *Zanclodon* in ihnen nicht vorkommt (HENNIG, 1923, S. 138; M. SCHMIDT, 1928, S. 35). BITTNER (1895 a, S. 369—370) hat sicher unrecht, wenn er die Bezeichnung „Aon-Schiefer“ für das bekannte Schichtglied des nordalpinen Jul beibehält, obwohl er zugibt, daß *Trachyceras aon* darin durch andere, verwandte Arten vertreten ist. Ein solcher Gebrauch wäre doch zu mißverständlich, mag er auch der in der biologischen Namengebung geltenden Regel entsprechen.

Ich möchte überhaupt H. P. WOODWARD (1929) darin beistimmen, daß in der Stratigraphie mit ihren immerhin viel einfacheren Verhältnissen der Grundsatz der Priorität nicht so streng gehandhabt werden muß, wie in der Biologie. Wenn ein später aufgestellter Name viel allgemeiner bekannt ist, wird man wohl der „Priority of adopted usage“ den Vorrang vor der „Priority of designation“ geben dürfen. Bindende Nomenklaturregeln gibt es in der Stratigraphie ja noch nicht.

Von untergeordneten Einschaltungen sieht man bei der Benennung oft ab, doch sollte man darin nicht zu weit gehen. Wechsellagern mehrere ungefähr gleich wichtige Gesteine miteinander, so verwendet man besser den allgemeinen Ausdruck „Schichten“. („Werfener Schichten“, nicht „Werfener Schiefer“.)

Die Namen der Schichtgruppen stellen keineswegs, wie viele Verfasser glaubten, einen Notbehelf oder eine vorläufige Einrichtung dar, sondern sind für die geologische Beschreibung einer Gegend dauernd unentbehrlich. Sie bezeichnen Einheiten des geologischen Aufbaues, die sich anders nur sehr unvollkommen und umständlich benennen ließen. Der geniale RICHTHOFEN hat in dieser Hinsicht klarer gesehen, als sehr viele spätere Forscher (1874, S. 254 bis 256; vgl. dazu PIA, 1925 a, S. 65). Ich betone das besonders gegenüber BUCKMAN, der den Schichtgruppen erst jüngst (1927, S. 39) nur technische, aber keine wissenschaftliche Bedeutung beimessen wollte. Im übrigen ist seine Tabelle der Gliederung des obersten englischen Juras ein gutes Beispiel für das Verhältnis der Schichtglieder zu den rein chronologischen Einheiten. SCHINDEWOLF (in JONGMANS, 1928 a, S. XXXIII) hat ihren Gegensatz klar erfaßt. Es fehlen ihm nur die kurzen Namen. Er spricht von der „abstrakten Zeitgliederung“ und den „petrographisch charakterisierten Komplexen“.

Eines der besten mir bekannten Beispiele für die Unentbehrlichkeit der Schichtglieder sind die weiter unten noch zu besprechenden Erörterungen über den Umfang des westdeutschen Rhät. Da ist fortwährend von einer Rhätfazies die Rede, von einem Rhätsandstein, der den ganzen Lias *a* mit umfassen kann, usw. Gerade „Rhät“ ist aber doch unzweifelhaft ein Stufenname mit ausschließlich zeitlicher Bedeutung. Sonst könnte es ja keinen rhätischen Dachsteinkalk u. dgl. geben. Offenbar fehlt ein Schichtgliedernamen für die besondere Fazies des Rhät in Schwaben. Der Umfang dieses Schichtgliedes wird sicherlich in verschiedenen Gegenden nicht gleich sein, der der rhätischen Stufe kann immer nur Absätze derselben Zeit umfassen. Besonders auffallend ist der Schluß der Arbeit von FRANK (1928 b, S. 244). Hier werden die Buntsandstein-Muschelkalkgrenze und die Trias-Liasgrenze als vollkommen analog behandelt. Und doch ist jene eine Grenze zwischen Schichtgliedern, deren chronologisch schräger Verlauf von vornherein sehr

wahrscheinlich ist, diese aber eine Grenze zwischen Perioden, die ihrem Wesen nach nur einem bestimmten Zeitpunkt entsprechen kann. Das wird später noch deutlicher werden. Durch das Fehlen der notwendigen Namen wird dieser Gegensatz bei FRANK ganz verwischt. (Vgl. auch JÜNGST, 1929, S. 141.)

Anschließend möchte ich vor allem hervorheben, daß meine im Jahre 1923 gemachten Vorschläge weitgehend mit denen WEDEKINDS übereinstimmen (WEDEKIND, 1918, S. 280 bis 283; PIA, 1925 a, S. 64 bis 70). Ich bedauere, daß mir das früher entgangen war. Beispielsweise verwendet WEDEKIND den Ausdruck „Schichten“ ganz in derselben Weise wie ich für eine Summe von Bänken, die untereinander zwar lithologisch nicht übereinstimmen, aber in regelmäßiger Weise wiederholt miteinander wechsellagern. Die kleinsten Einheiten innerhalb einer solchen Schichtgruppe bezeichnet er als Bänke. Weniger klar hat er sich über das zeitliche Verhalten der Schichtglieder ausgesprochen. Ich vermag nicht recht zu entnehmen, ob er die Namen der Schichtglieder auf einen einzigen, bestimmten, ursprünglich zusammenhängenden Gesteinskörper beschränken will oder in welcher zeitlichen Ausdehnung er sie gelten läßt. Die Schichten faßt WEDEKIND zu Sedimentationszyklen zusammen, die das lithologische Gegenstück zu den rein zeitlich aufgefaßten Formationen sein sollen. Er versteht unter Sedimentationszyklus alle Schichten, die infolge eines einheitlichen Ereignisses (also etwa einer bestimmten Landbildung, eines Meereseinbruches usw.) entstanden sind. (Allgemeines darüber siehe DACQUÉ, 1915, S. 240f.) Darin möchte ich ihm lieber nicht folgen. Es hatte ja beispielsweise VACEK diesen Gesichtspunkt seiner Gliederung des südalpinen Mesozoikums zugrunde gelegt und in der Tat einige beachtenswerte Erfolge erzielt. Ich kann mich aber nur J. WALTHER anschließen, der betont, daß die Sedimentationszyklen keineswegs immer scharf zu fassen sind (1927, S. 533). Auch VACEK war gezwungen, dieselben Schichtglieder je nach der Gebirgsgruppe, die er gerade untersuchte, verschieden zu Zyklen zusammenzufassen, beispielsweise in der BrentaGruppe einen besonderen Rhätzyklus auszuscheiden, der im Nonsberg nicht vorkommt (VACEK, 1894 und 1898). Es läßt sich eben kaum entscheiden, was man in der obigen Definition unter einem einheitlichen Ereignis zu verstehen hat. FIEGE (1927, S. 212) z. B. weist mit Recht darauf hin, daß der Wechsel zwischen Kalk und Ton nicht nur durch tektonische Vorgänge bedingt sein kann, sondern daß da viele Ursachen ineinandergreifen. Ähnlich schon früher ANDRÉE (1908, S. 396). Auch STRAUZ hat (1928, S. 249) die Gefahr erkannt, daß die Zyklizität in die Änderungen der Gesteinsbeschaffenheit nur hineingedeutet wird. Ich will damit gewiß nicht sagen, daß die Art, wie die Sedimente in einem Profil aufeinander folgen und die Ursachen dieser Abfolge kein wichtiger Gegenstand geologischer Forschung wären. Auch nicht, daß in diesen Vorgängen ein Rhythmus durchwegs fehle. Im deutschen Jura haben KLÜFFEL, FIEBIGER und andere Sedimentationszyklen recht überzeugend aufgewiesen. Es handelt sich dabei allerdings um viel weniger mächtige und meist weniger weit verbreitete Folgen, als WEDEKIND sie offenbar im Auge hatte. BRINCKMANN (1929, S. 90 bis 94) beschreibt ein gutes Beispiel aus dem englischen Oberjura. Der Zyklus beruht hier auf wechselnd starker Wasserbewegung und Durchlüftung, was seinerseits auf

schwache tektonische Vorgänge zurückgeführt wird. Ich selbst habe mich eingehend mit den verschiedenen in den Südalpen auftretenden, bisher miteinander vermengten „Muschelkalkkonglomeraten“ befaßt. Ich konnte dabei in manchen Profilen regelmäßige Gesteinsfolgen feststellen, die deutlich an die aus dem mitteleuropäischen Jura beschriebenen erinnern. Ich glaube nur nicht, daß diese äußerst schwierigen Zusammenhänge sich als Grundlage einer stratigraphischen Gliederung eignen. Allgemeine Darlegungen über Begriff und Anwendung der Zyklen findet man in einem Bericht der Carnegie Institution (1929).

Es mag dagegen gewisse faziell zusammengehörige Gesteinsmassen geben, die zu mächtig, sowie räumlich und zeitlich zu ausgedehnt sind, um noch als Schichtglieder bezeichnet zu werden. Ich denke etwa an den Old red, das produktive Karbon, die Gesamtheit der alpinen Triaskalke und Dolomite (Alpenkalk im alten Sinn). Vielleicht wäre es am besten, solche Einheiten im Anschluß an den Gebrauch der nichtdeutschen Geologen als Formationen zu bezeichnen, diesen Ausdruck im deutschen, rein zeitlichen Sinn aber durch „Verband“ zu ersetzen, worauf ich noch zu sprechen komme.

Im allgemeinen ziehe ich es vor, die geognostische Einteilung nur bis zu den Schichtgliedern oder Schichtgruppen (Schichten im Sinne WEDEKINDS) durchzuführen und diese dann weiter rein chronologisch zusammenzufassen. Ich gebe zu, daß das weniger folgerichtig ist. Es entspricht aber dem von den Aufnahmsgeologen auf Grund des praktischen Bedürfnisses tatsächlich geübten Vorgang. Die wenigen Fälle, in denen Namen von Schichtgliedern bisher gelegentlich über eine Formationsgrenze hinaus ausgedehnt wurden (z. B. „liasischer Dachsteinkalk“), müssen tunlichst beseitigt werden, was ja großenteils schon geschehen ist. Im übrigen möchte ich noch entschiedener als früher (1925 a, S. 66—67) betonen, daß für den zeitlichen Umfang, der einem Schichtglied gegeben wird, nur das Bedürfnis der Aufnahmsgeologen entscheidend ist. Dieses wird wieder durch die Häufigkeit oder Seltenheit einheitlicher Gesteinsmassen eines bestimmten Umfanges bedingt. Weiter unten wird noch gezeigt werden, daß es in der alpinen Trias Schichtglieder gibt, die über den Rahmen einer Abteilung hinausreichen, während andere auf eine Unterstufe beschränkt sind. Wenn es notwendig ist, innerhalb einer Hauptstufe noch Unterschiede zwischen Schichtgliedern gleicher Fazies zu machen, kann man sich häufig mit einem Beiwort helfen, z. B. unterer und oberer Sarldolomit. Statt dessen kann man auch Stufennamen verwenden, wie hydaspischer und illyrischer Sarldolomit. In solchen Fällen, in denen zwei meist trennbare Schichtglieder ausnahmsweise verschmelzen, würde ich es für zweckmäßig halten, zusammengesetzte Namen zu gebrauchen. Wenn also anisische und ladinische Dolomite wirklich eine einheitliche Masse bilden (vgl. Fig. 2, S. 21) — was allerdings in den Südalpen viel seltener vorkommt, als man früher meinte — könnte man von Sarl-Schlerndolomit sprechen. Ähnlich wäre die Bezeichnung Steinalm-Wettersteinkalk für einen anisisch-ladinischen Diploporenkalk. Diese Namen sind etwas lang, dafür werden sie ja aber auch nur selten verwendet werden müssen.

Ein besonders günstiges Beispiel, um die Frage des zweckmäßigen strati-

graphischen Umfanges eines Schichtgliedes zu erörtern, ist wohl der Wettersteinkalk. Ich halte es für richtig, diesen Namen auf ladinische Gesteine der bekannten Fazies — mehr oder weniger helle, oft schlecht geschichtete, mächtige Kalke, häufig mit vielen Diploporen — zu beschränken. Viele Verfasser treten aber dafür ein, daß auch anisische Gesteine in das Schichtglied mit einzubeziehen seien. ALMA (1926) tut dies vielleicht mehr der Not gehorchend, weil die Fundverhältnisse der von ihm beschriebenen Fauna aus dem südlichen Karwendelgebirge es nicht gestatten, anisische und ladinische Versteinerungen sicher zu trennen (vgl. dazu KLEBELSBERG, 1920). Aber auch REIS (1926) nennt die von ihm untersuchte Fauna von Ehrwald, die wahrscheinlich ganz überwiegend oberanisisch ist, eine Wettersteinkalkfauna. In den niederösterreichischen Alpen faßt SPENGLER (1928) anisische und ladinische Diploporengesteine als Wettersteinkalk zusammen. Ich halte es aber für sehr wahrscheinlich, daß man an allen diesen Stellen die beiden Hauptstufen ziemlich gut auseinanderhalten kann. In der Nordkette bei Innsbruck habe ich mich selbst davon überzeugt, daß zwischen ihnen vielfach abweichende, bunte, schiefrige und kieselige Einlagerungen durchziehen. Im Wettersteingebirge gliedert REIS (1911) einen unteren Teil seines Wettersteinkalkes, der die vielen Fossilien geliefert hat, von der Hauptmasse mit *Diplopora annulata* ab. Beide sind durch die Ausbildung der Schichtung und durch andere — allerdings untergeordnete — Gesteinsmerkmale zu unterscheiden. Auch enthalten sie verschiedene Diploporen. Die tiefere Form gehört höchstwahrscheinlich zu der oberanisischen *Diplopora annulatissima*. In den Kalkalpen des Traisen- und Pielachtales ergibt sich aus der Untersuchung der Diploporen, daß die anisischen und ladinischen hellen Kalke kaum je unmittelbar übereinander auftreten, sondern daß sie verschiedene Verbreitungsgebiete haben. Die anisischen Diploporenkalke (Steinalmkalke) herrschen im N, wo das Ladin durch Reiflinger Kalke vertreten ist. Im S dagegen sind die hellen Algenkalke ladinisch. Noch das Oberillyr mit *Diplopora philosophi* hat eine abweichende Fazies. Ich würde es deshalb auch für richtiger halten, beide Gesteine bei der Aufnahme zu trennen, weil das Kartenbild dadurch viel verständlicher würde.

An anderen Stellen ist der Wettersteinkalk nach oben, in das Karinth hinein, erweitert worden. Das scheint mir noch weniger wünschenswert, weil der Gesteinsname dadurch auf zwei verschiedene Abteilungen, die Mittel- und Obertrias, angewendet würde. So gilt die Gastropodenfauna der Petzen in den Ostkarawanken meist als eine ladinische Wettersteinkalkfauna. Die zusammen damit vorkommenden Zephalopoden beweisen aber, daß man es mit den karnischen Schichten des *Trachyceras aonoides* zu tun hat (TELLER, 1896, S. 106). Ob dieser Anteil der ganzen Gesteinsmasse von dem ladinischen lithologisch getrennt werden kann, ist mir noch nicht bekannt.

Bei der reichen faziellen Gliederung der Gesteine in den Alpen ist die Zahl der Namen für Schichtglieder hier natürlich besonders groß. Es ist begreiflich, daß das von außeralpinen Geologen unangenehm empfunden wird. Ich erinnere deshalb an die kaum mehr allgemein bekannte Zusammenstellung HAUBERS (1873), die über sehr viele (ältere) Namen auch heute noch höchst

brauchbare Auskunft gibt. Im einzelnen wird an dem Bestand und der Abgrenzung der Schichtglieder in den Alpen freilich viel geändert werden müssen. Manche Namen sind entschieden zu weit gefaßt. Unter „Werfener Schichten“ versteht man nicht nur die Sandsteine und Schiefer der Untertrias, wie sie bei Werfen entwickelt sind, sondern auch die kalk- und fossilreiche Ausbildung der Dolomiten, obwohl beide räumlich und lithologisch gut getrennt sind. Hier wird man weiter unterteilen müssen. Ich werde an anderer Stelle für die Untertriasschichten der Dolomiten den Namen Duronschichten einführen. Ebenso ist der Begriff der Raibler Schichten viel zu weit gefaßt, worauf ich schon gelegentlich hingewiesen habe (PIA, 1923, S. 50). Solche überweit gefaßte Namen findet man hauptsächlich für Gesteine, deren Gleichaltrigkeit bald erkannt wurde — wie dies ja begreiflich ist.

Noch häufiger kommen aber Namen vor, die im wesentlichen dasselbe bedeuten und nur aufgestellt wurden, weil die Altersgleichheit der betreffenden Schichten nicht feststand. Die als Hauptdolomit und Dachsteindolomit angesprochenen Gesteine sind einander sehr ähnlich, jedenfalls ähnlicher, als gewisse sogenannte Hauptdolomite untereinander. Ein Name scheint für alle diese Bildungen zu genügen (vgl. PIA, 1923, S. 53). Daß die Trennung von Latemarkalk und Marmolatakalk überflüssig ist, habe ich schon gelegentlich verfochten (1925 a, S. 66). Es ist mir aber sehr zweifelhaft, ob der Marmolatakalk und der Wettersteinkalk sich so durchgreifend unterscheiden, daß eine selbständige Benennung gerechtfertigt ist. Dasselbe gilt von den Namen Schlerndolomit, Ramsaudolomit und Wettersteindolomit. Hier ist ein reiches Feld für eine vorsichtige und allmähliche Anpassung der Namen an die grundsätzlichen Forderungen. Doch bleibt die Neugestaltung einer größeren beschreibenden Arbeit über die alpine Trias vorbehalten. In der vorliegenden theoretischen Untersuchung ist für sie nicht der Platz.

Auch in der Karbonstratigraphie sind vielfach ähnliche Grundsätze angewendet worden, wie ich sie für die alpine Trias benütze. Diese Arbeiten sind deshalb sehr lehrreich, weil sie eine viel genauere Schichtengliederung (geognostische Gliederung) liefern, als bei der Aufnahme obertags erreicht werden kann. Ich verweise auf die Mitteilungen von OBERSTE-BRINCK und BÄRTLING (1928).

Die von WEDEKIND (1918, S. 279) vorgeschlagene Bezeichnung Bank für kleinere, lithologisch einheitliche, besonders gekennzeichnete, über größere Strecken verfolgbare Gesteinsmassen wird in vielen Fällen mit Vorteil angewendet werden. Der Name der Bänke wird meist von einem Mineral oder einem Fossil genommen. Als Beispiele nennt WEDEKIND „Karneolbank, Bleiglanzbank, *Anoplophora*-Bank“. Es gibt deren in der deutschen Trias noch eine ziemliche Menge anderer. Begreiflicherweise spielen solche Bänke oder Leit Horizonte in der Stratigraphie der Randmeere eine größere Rolle, weil die Sedimentationsbedingungen hier leichter auf große Strecken einheitlich beinflußt werden.

Die Notwendigkeit des Unterscheidens und Benennens von Schichtgliedern wird vielleicht durch zwei Erscheinungen besonders deutlich gemacht, die hier noch kurz betrachtet werden sollen.

Unter Fazieswiederholung (Faziesrekurrenz, Stratal repetition) versteht man die Wiederkehr sehr ähnlicher Fazies in verschiedener Höhe in einem Profil. Schon SUËSS hat auf die Bedeutung der Erscheinung hingewiesen (z. B. 1888, S. 338). BUCKMAN (1922, S. 413 und 415) nennt als Beispiel gewisse fossilarme Sande, die unter dem Namen Down-Cliff sands, Thorncombe sands und Bridport sands bekannt sind. Sie kommen vom Mittellias bis in die Aalenstufe vor. An der Küste von Dorsetshire sind drei solche Einschaltungen vorhanden, die sich lithologisch nicht unterscheiden lassen. Ich komme auf dieses Schichtglied gleich noch einmal zurück. Ähnliche Beispiele sind in der alpinen Trias sehr häufig. Der untere Sarldolomit, der Schlerndolomit des Nonsberges und der Hauptdolomit sind alle drei helle, wohlgeschichtete Dolomite mit Diploporen. Im unteren und oberen Anis treten Konglomerate auf, die einander so ähnlich sind, daß sie bisher von allen Untersuchern verwechselt wurden.

HERITSCH (1928) betont bei seiner Untersuchung über das Perm der Karnischen Alpen einen Gegensatz zwischen solchen roten, sandigen Schichten, die die Trogkofelkalke vertreten, und dem echten Grödener Sandstein. Er will diesen Begriff offenbar auf Ablagerungen beschränken, die nach der salischen Faltung gebildet wurden. In Anbetracht des geringen Umfanges des ganzen unteren Perms würde ich eine solche Aufspaltung für zu weitgehend halten, ohne bezweifeln zu wollen, daß die Fazies des Grödener Sandsteines tatsächlich in etwas verschiedener Höhe wiederkehrt. Man kann diese Gesteine wohl ohne Schaden unter einem einheitlichen Schichtnamen zusammenfassen. Ich erinnere auch an den ähnlichen Gliederungsversuch STILLES in den Permkonglomeraten der Westalpen (vgl. unten).

Die Frage der Namengebung in solchen Fällen ist ja — wie schon erwähnt — meiner Meinung nach nicht allgemein, sondern nur mit Rücksicht auf die besonderen Umstände zu lösen. Man wird getrennt benennen, was oft selbständig und nur selten ununterscheidbar vereinigt vorkommt.

Nach BUCKMAN muß die Stratal repetition sich nicht immer im selben Profil zeigen. Ein solcher Fall liegt vielleicht in den sogenannten *Cardita*-Schichten von Launsdorf in Mittelkärnten vor, über die GUGENBERGER (1929) vorläufig berichtet hat. Die sehr reiche Tierwelt weist unzweifelhaft auf die cordevolische Stufe (Cassianer Fauna) hin, die ich, wie später noch einmal besprochen werden soll, zur Mitteltrias stelle. Die Fazies scheint aber mit der der karnischen *Cardita*-Schichten sehr nahe übereinzustimmen. Ähnliches ist ja früher schon von anderen Stellen bekanntgemacht, aber wohl nie mit einer so reichen Fossilliste belegt worden. Ob man in einem solchen Fall besser von ladinischen *Cardita*-Schichten oder von tuffarmen Cassianer Schichten spricht, ist eine ziemlich schwierige Frage, die ich gegenwärtig nicht zu lösen versuchen möchte.

Der zweite Punkt, den ich zur Erläuterung des Begriffes der Schichtglieder erwähnen wollte, ist die schräge Verbreitung einer Fazies durch die Stufen. BUCKMAN (1922, S. 413—414), gibt dafür das Beispiel der sogenannten Midford sands, die auch die früher erwähnten Bridport sands umfassen. Sie treten im Toarcien und Aalenien auf, aber so, daß ihnen in jedem Profil nur

wenige Zonen angehören. Von N gegen S heben sie sich in der Schichtfolge, so daß sie in Gloucester noch zur unteren Hälfte des Toarcien gehören, in Dorset aber etwa um die Grenze zwischen Toarcien und Aalenien verteilt sind. Unter ihnen liegen Tone, über ihnen Kalke. BUCKMAN gibt eine genauere Übersicht nach Zonen, auf die ich verweise. BOSWELL bemerkt zu den Ausführungen BUCKMANS (S. 456), daß es sich hier um ein gegen S fortschreitendes Seichterwerden des Meeres handelt. Die Folge davon ist, daß die chronologischen und die lithologischen Grenzen einander unter einem spitzen Winkel schneiden (vgl. Fig. 1).

Ein ausgezeichnetes Beispiel dieser Art fand ich ferner in den Prager Schichten (sandigen anisischen Kalken) der nordöstlichen Dolomiten (vgl. HILDEBRAND und PLA, 1929, S. 132). Diese Fazies hält nur im Horizont der

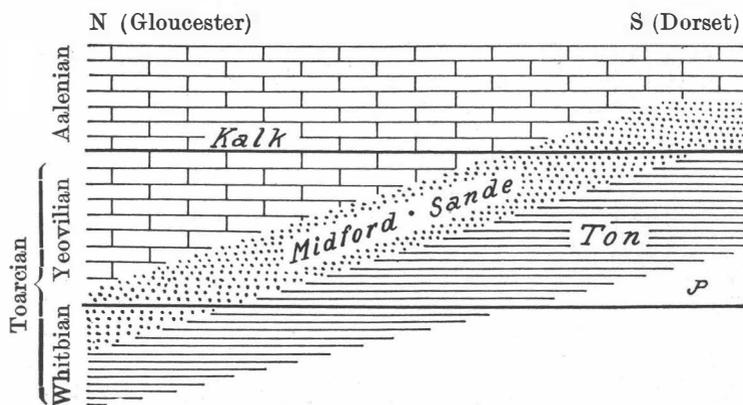


Abb. 1. Schräge Verbreitung der Gesteine durch die Stufenleiter an der Grenze von Lias und Dogger in England. Nach Buckman

Brachiopodenbänke von Recoaro (der pelsonischen Stufe) von St. Vigil bis Toblach an. Während aber im W, im Profil des Piz da Peres, die Vertretung dieser Bänke den hangendsten Teil der Prager Schichten bildet, erscheint sie im E, im Profil des Badmeisterkofels, als deren liegendster Abschnitt. Die Fazies der sandigen dunklen Kalke hebt sich also von E gegen W ziemlich beträchtlich. Für Einzelheiten verweise ich auf Fig. 2 und ihre Erklärung. Es ist klar, daß eine solche Gesteinsmasse durch eine rein chronologische Namengebung nicht erfaßt werden kann, wogegen ein Lokalname sich auf sie leicht anwenden läßt.

Die deutsche Obertrias bietet weitere Beispiele, die den eben besprochenen sehr ähnlich sind (vgl. HENNIG, 1923, S. 126; FRANK, 1928 b, S. 232). Allerdings kann in der Annahme solcher Verhältnisse auch zu weit gegangen werden. LANGE (1925, S. 444) dürfte in dieser Hinsicht gegen VOLLRATH bezüglich des Lias grobenteils recht haben.

Ähnlich wie mit den Zonen läßt sich auch mit den Schichtgruppen ein zeitlicher Begriff verbinden, der in beiden Fällen — im Gegensatz zur chronologischen Gliederung — ein abgeleiteter ist. Diese Übertragung ist bei den

W

E

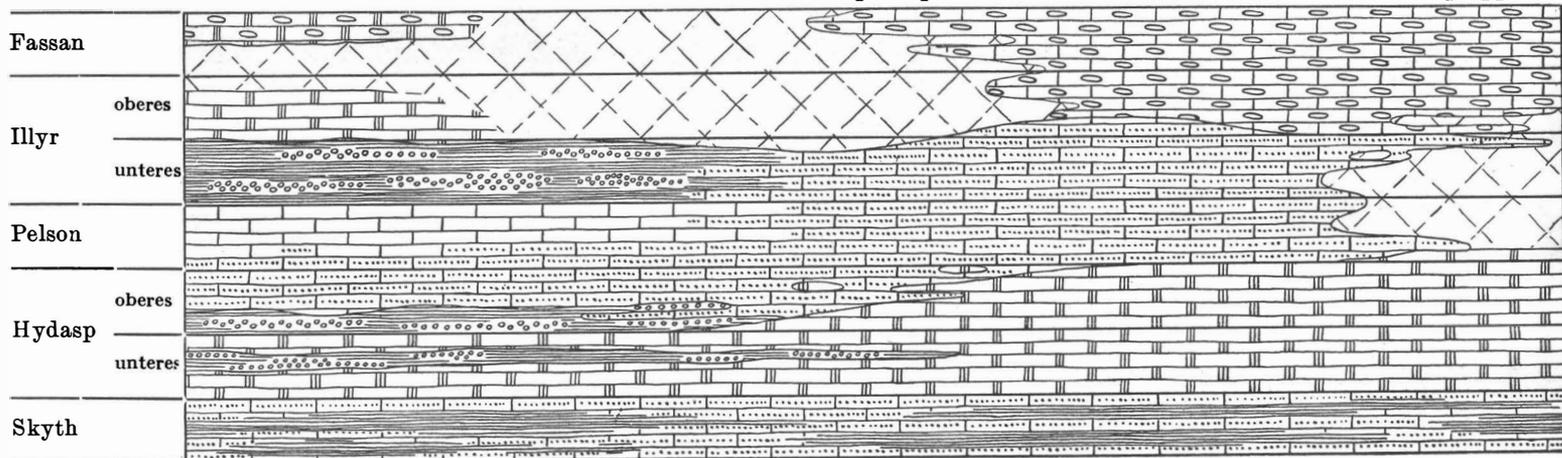
Piz da Peres

Flatschkofel

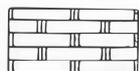
Hochalpenkopf

Heerstein

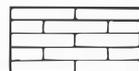
Sarlkofelgruppe



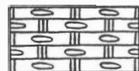
Massiger Dolomit



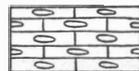
Gebankter Dolomit



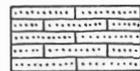
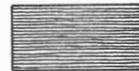
Gebankter Kalk



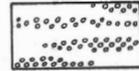
Hornsteindolomit



Hornsteinkalk

Sandiger Kalk u.
Kalkiger Sandstein

Schiefer



Konglomeratlagen

Abb. 2. Faziesverteilung im unteren Teil der Trias in den Prager Dolomiten (Südtirol). Nach eigenen Aufnahmen.
Höhen ohne Rücksicht auf die wirklichen Mächtigkeiten

Zonen sehr wichtig und wird dort eingehend besprochen werden. Bei den Schichtgliedern spielt sie nur eine untergeordnete Rolle. Man kann immerhin von einer Wengener Zeit sprechen und sollte damit nur die Zeit meinen, in der Wengener Schichten tatsächlich gebildet wurden (während sie definitionsgemäß der ganzen ladinischen Hauptstufe angehören könnten). Es ist dies dann allerdings nur eine ungefähre Umschreibung für die langobardische Stufe, doch mag der weniger strenge und dafür anschaulichere Ausdruck in manchen Fällen immerhin Vorteile bieten und soll deshalb nicht bekämpft werden. Ganz zu verwerfen sind dagegen die von MOJSISOVICs gebrauchten Bildungen wie „Wengener Dolomit“ zur Bezeichnung eines Schlerndolomites von langobardischem Alter. Der Ortsname darf immer nur mit dem Namen jenes Gesteines verbunden werden, das an der betreffenden Örtlichkeit wirklich vorkommt. Denn die Schichtgruppen sind eben in erster Reihe fazielle und erst in zweiter Reihe chronologische Begriffe.

III. Die paläontologische Einteilung.

1. Bestimmung des Zonenbegriffes.

Geschichtliche Erörterungen und wichtige allgemeine Gedanken über den Zonenbegriff findet man außer in den schon genannten Arbeiten DIENERS auch bei POMPECKJ (1914, S. 31f.), DACQUÉ (1915, S. 293), WEDEKIND, J. WALTHER (1927, S. 593f.), BRINKMANN (1929, S. 238—239), STOLLEY (1916, S. 137 bis 143), VOLLBATH (1928, S. 263), SALFELD, FIEBIGER, FIEBIGER und anderen (vgl. Schriftenverzeichnis). Ich kann hier nur einige Seiten der ganzen Frage herausgreifen, die im Zusammenhang meiner Überlegungen näher besprochen werden müssen. Vollständig absehen will ich von einem ganz abweichenden, sicherlich nicht zweckmäßigen, aber leider nicht eben seltenen Gebrauch des Namens Zone für lithologische Einheiten, wie etwa die Zone der Oolithbänke und der Schaumkalkbänke im deutschen Muschelkalk (NAUMANN, 1928, S. 23 und 26) oder die vielen Zonen, die MAILLIEUX und DEMANET (1929) im belgischen Paläozoikum unterscheiden.

Der erste Punkt, über den wir zu entscheiden haben, ist jedenfalls der, ob die Zone ein räumlicher oder ein zeitlicher Begriff ist. Nun unterliegt es keinem Zweifel, daß alle stratigraphischen Einheiten mit Ausnahme der rein faziellen in beiderlei Weise verstanden werden können. Es kommt aber darauf an, welches jeweils die ursprüngliche und welches die abgeleitete Bedeutung ist. Die Meinungen darüber gehen bei den Zonen sehr auseinander. Auch die eben genannten neuesten Verfasser stimmen miteinander nicht überein. DIENER geht von einer räumlichen Begriffsbestimmung aus, während WEDEKIND, POMPECKJ und andere die zeitliche Bedeutung als die ursprüngliche ansehen. WEDEKIND wendet sich in sehr scharfer und ironischer Weise gegen DIENER (1918, S. 273, 274), nicht nur, weil dieser die „Zeit mit der Elle messen“ wolle, sondern auch, weil er den Inhalt des Zonenbegriffes nach Grundsätzen der Priorität bestimmen wolle. Trotz dieses überlegenen Tones ist WEDEKIND hier meiner Meinung nach im Unrecht. Daß DIENER die Zeit

nicht „mit der Elle messen“ wollte, geht wohl daraus deutlich genug hervor, daß er für die kleinsten zeitlichen Einheiten einen besonderen Namen, Moment, anwendet. In einem gewissen Sinne darf man auch wohl fragen, ob man die Zeit überhaupt anders als „mit der Elle“ messen kann, d. h. dadurch, daß man den flüchtigen zeitlichen Größen bleibende räumliche zuordnet und diese mißt. Was aber die Bemerkungen über „Prioritätsspielerei“ betrifft, so ist schwer einzusehen, wie man den Sinn eines Wortes anders bestimmen kann, als dadurch, daß man fragt, was bei seiner Aufstellung und späterhin darunter verstanden wurde. Gewiß ist es nicht möglich, auf dem Wege der Priorität zu entscheiden, welche Einheiten man dem stratigraphischen System zugrunde legen soll. Das ist eine rein sachliche, nicht eine Formfrage. Ob die von einem Verfasser gewählten Einheiten aber Zonen genannt werden dürfen, läßt sich wohl nur danach bestimmen, ob das, was er meint, dasselbe ist, was frühere Forscher unter Zonen verstanden. Und wenn sich herausstellt, daß der Gebrauch eines Wortes bisher stark geschwankt hat, so scheinen mir neben der Kenntnis der ersten Anwendung auch die von WEDEKIND so lebhaft abgelehnten Kongreßbeschlüsse durchaus am Platze, um die nun einmal unentbehrliche Einheitlichkeit zu erzielen.

Wie ich glaube, hat DIENER zur Genüge dargetan, daß das Wort Zone für einen räumlichen Begriff verwendet werden muß und daß für den entsprechenden zeitlichen ein anderes Wort notwendig ist. „Moment“ ist dafür mehrfach vorgeschlagen worden. Darauf komme ich noch zurück. Man kann also nur noch fragen, welcher dieser beiden Begriffe, der räumliche oder der zeitliche, der abgeleitete sei. Man kann entweder die Zonen als die Summe der Gesteine definieren, die während der Lebensdauer gewisser Arten oder Gattungen gebildet wurden; oder umgekehrt die Momente als die Zeiten, während welcher die bestimmte Versteinerungen führenden Schichten abgesetzt wurden. Einen der beiden Begriffe muß man aber, wenn man nicht in einen Zirkel verfallen will, anderweitig bestimmen. Mein Standpunkt geht eigentlich schon daraus hervor, daß ich die Zone nicht in den Ausführungen über die chronologische Einteilung behandle, sondern in einem eigenen paläontologischen Kapitel. Ich fasse die Zonen als das Ursprüngliche, die Zonenmomente oder Hemeren, von denen ich noch sprechen werde, als das Abgeleitete auf. Ich glaube, daß diese Rangordnung auch unmittelbar sachlich zu begründen ist, weil man möglichst mit dem Gegebenen beginnen soll und das Gegebene in unserem Fall Gesteine mit Fossilien sind, nicht das Leben einer Art, das ja unmittelbar nicht beobachtet wurde.

Als erste angenäherte Begriffsbestimmung ergibt sich also: Eine Zone ist die Summe aller Gesteine, die eine oder mehrere bestimmte Arten von Versteinerungen enthalten, ohne Rücksicht auf die lithologische Beschaffenheit. Doch liegt auf der Hand, daß hier noch gewisse Einschränkungen gemacht werden müssen.

Zunächst wird wohl niemand bestreiten, daß Gesteine, die das Zonenfossil nur umgelagert, auf zweiter Lagerstätte, enthalten, nicht zur Zone gehören. Schwieriger wird die Frage, wenn die bezeichnenden Versteinerungen in den Schichten nachträglich — etwa durch Metamorphose — verschwunden sind.

Gehören solche Schichten dann nicht mehr zur Zone? Das führt uns weiter dahin, zu fragen, wie es sich mit Absätzen verhält, in denen die Zonenfauna aus rein faziellen Gründen nicht vorkommt. Sind fossilleere Gesteine, die zwischen Schichten mit den gleichen Leitfossilien im Liegenden und Hangenden eingeschaltet sind, nicht zu der Zone zu rechnen? Am Ende dieser Reihe von Überlegungen stehen wieder solche Fälle, über die eher Einstimmigkeit zu erzielen sein wird. Gesteine, die die Zonenfauna deshalb nicht enthalten, weil sie aus einem anderen Lebensraum oder aus einer anderen tiergeographischen Provinz stammen, dürften von den meisten Forschern nicht zur Zone gerechnet werden. Ich erinnere beispielsweise an die Zonengliederung im oberen Karbon auf Grund der Zephalopoden und auf Grund der Landpflanzen. Man wird kaum versuchen, die eine dieser Einteilungen auf den Bereich der anderen unmittelbar anzuwenden.

Ohne über alle diese Schwierigkeiten schon ein endgültiges Urteil fällen zu wollen, möchte ich doch glauben, daß es am besten ist, den Begriff der Zone recht eng zu fassen und Gesteine, die die bezeichnenden Fossilien nicht enthalten, so weit es sich nicht um ganz untergeordnete Einschaltungen handelt, von ihr auszuschließen. Das bietet zum mindesten den Vorteil größerer Sicherheit. Ich definiere also jetzt:

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

WEDEKIND, der unter Zone die Gesamtlebensdauer einer Art versteht, bezeichnet als Lager jene Schichten, die in einer bestimmten Gegend die Art wirklich enthalten (1918, S. 271). Es entspricht also das, was er Lager nennt, ungefähr dem, was ich als Zone bezeichne. Ich verweise auch auf POMPECKJS Bemerkungen über den Unterschied zwischen der Lebensdauer einer Art und ihrer Daseinszeit in einem bestimmten Gebiet (1914, S. 35). FIEBIGER (1924, S. 316), FIEBIGER (1927 u. 1929) und andere sprechen in solchen Fällen von Teilzonen. (Bei ULRICH — 1916, S. 475 — ist der Begriff schon angedeutet, aber nicht benannt.)

Aus den Arbeiten DIENERS, WEDEKINDS und BUCKMANS ist allgemein bekannt, daß es zwei verschiedene Arten gibt, die Zonen paläontologisch zu kennzeichnen: entweder durch eine einzelne Art (auch Gattung oder Familie) oder durch eine Vergesellschaftung von Arten, eine Fauna. Die in der ersten Weise bestimmten Zonen bezeichnet man mit BUCKMAN als Biozonen. Man unterscheidet sie zweckmäßig weiter in Artzonen, Gattungszonen usw. Es gibt zwar Verfasser, die nur die Artzonen als Biozonen bezeichnen (z. B. BRINKMANN, 1929, S. 240). Ich halte das aber nicht für angebracht, weil dann für den umfassenderen Begriff der Name fehlt. Die zweite Art von Zonen nennt man Faunenzone. OPPEL, BEYRICH, KOENEN, MOJSSISOVICS, DIENER und andere haben Faunenzone verwendet. Die Artzonen gehen wohl auf die Untersuchungen NEUMAYRS und WAAGENS zurück, wenn sie bei diesen auch noch nicht rein herausgearbeitet sind, weil die genannten Verfasser der

Meinung waren, daß die Artzonen verschiedener Stammreihen zusammenfallen.

Ich wende mich nun zunächst den recht schwierigen Fragen zu, die mit dem Auftreten von Faunenzonen zusammenhängen.

2. Die Faunenzonen.

Die Faunenzonen sind — das dürfte gegenüber allen Einwendungen WEDEKINDS wohl feststehen — diejenigen paläontologischen Einheiten im schwäbischen Jura, von denen OPPEL bei seiner Zonengliederung ausgegangen ist. Auch die Zonen, die in der alpinen Trias unterschieden wurden, waren zweifellos als Faunenzonen gedacht. Ja auch jene, die BUCKMAN im englischen Jura ausscheidet, sind meiner Ansicht nach eigentlich Faunenzonen, keine reinen Artzonen, da er oft andere Arten, als den Leitammoniten, zum Nachweis des Horizontes benutzt (1920, an vielen Stellen). Allerdings scheint sich dieser Verfasser über die Frage nicht immer ganz klar zu sein.

Das erste und wesentlichste Kennzeichen für das Vorhandensein von Faunenzonen liegt darin, daß der Fossilinhalt der Schichten beim Aufsteigen im Profil eine Zeitlang fast gleich bleibt und sich dann plötzlich ändert, indem gleichzeitig eine Reihe von Arten aus verschiedenen Stämmen und Gruppen verschwindet und eine Reihe anderer neu auftritt. Von Zonen wird man aber ferner wohl nur dann sprechen, wenn dieser Wechsel sich in übereinstimmender Weise an vielen Stellen und wenigstens einigermaßen unabhängig von der Gesteinsbeschaffenheit erkennen läßt. WEDEKIND beanstandet in seiner entschiedenen Weise (1918, S. 275), daß DIENER sich bei der Unterscheidung der Zonenfaunen auf bestimmte, rascher veränderliche Arten beschränkt, wogegen andere unverändert durch mehrere Zonen anhalten können. Dieser Vorgang scheint mir aber ganz berechtigt, da man ja auch bei tiergeographischen Untersuchungen nicht verlangt, daß zwei voneinander unterschiedene Faunen gar keine Arten gemeinsam haben sollen. Der springende Punkt für den Nachweis von Faunenzonen liegt meiner Meinung nach überhaupt nicht in der Anzahl der jeder Zone eigentümlichen Arten, sondern in der Gleichzeitigkeit ihres Verschwindens bzw. Erscheinens. Welchen Grad von Selbstständigkeit die Fauna einer besonderen Zone haben muß, hat DIENER in seinen Triasarbeiten wiederholt erwogen, am eingehendsten und klarsten vielleicht in der Untersuchung über die Zone des *Heinrichites paulckeii* (1921, S. 32). Unter 64 genauer bestimmbaren Zephalopodenarten werden hier 36 als neu beschrieben. Darunter sind mehrere neue oder doch vorher aus der alpinen Trias nicht bekannte Gattungen. 10 Arten galten bisher als norisch, 13 als karnisch. Die Gattungen zeigen aber mehr Beziehungen zum Nor als zum Karinth. 2 Halobienarten sind ausgesprochen norisch. Die Gastropoden weisen wieder teils nach der einen, teils nach der anderen Richtung. Von einer solchen Fauna hält es DIENER für wahrscheinlich, daß sie eine neue, bisher unbekannte Zone vertritt, die er an den Fuß der norischen Hauptstufe stellt. Ebenso wenig, wie eine vollständige Änderung der Fauna an der Zonen-

grenze, wird man ihr vollständiges Gleichbleiben innerhalb der Zone verlangen dürfen. Immerhin müssen diese Verschiebungen im Vergleich zu denen beim Übergang zu einer neuen Zone geringfügig sein.

Ob die Annahme von Faunenzone gerade in der alpinen Trias berechtigt ist, steht auf einem anderen Blatt und soll später erwogen werden. WEDEKIND leugnet ihr Vorhandensein selbst für den schwäbischen Jura oder zieht es doch sehr in Zweifel. Das ist wohl zu weit gegangen und steht in Widerspruch mit der Ansicht der besten lebenden Kenner, z. B. ПОМРЕКЪС. Es muß allerdings zugegeben werden, daß die Angaben über die ungleichzeitige Umformung in verschiedenen Amonitenstämmen, wie sie in den Arbeiten von FREBOLD, FIEGE usw. mitgeteilt sind, der Lehre von den Faunenzone wenig günstig sind. Bezüglich des Wunsches, von den Zonenfaunen mehr auf Grund neuerer paläontologischer Forschungsweisen zu erfahren, wird man WEDEKIND auf heute noch zustimmen müssen.

Der Fehler, der bei der Verwendung des Begriffes der Faunenzone vielfach gemacht worden ist, liegt meiner Meinung nach nicht in einer falschen Fassung. Man hat aber in vielen Fällen seine Anwendbarkeit ohne Prüfung einfach angenommen, ohne zu überlegen, ob die durch ihn bezeichnete Erscheinung nicht vielleicht eine Ausnahme ist. Das bemerkt man nicht nur immer wieder bei МОЖИСОВИЧС, sondern auch in vielen neueren Arbeiten, wie bei RIEDEL und STOLLEY (1916) oder bei VOLLRATH (1928, S. 263). Wenn man nur wenige, weit voneinander entfernte fossilführende Horizonte kennt, wird man ja den Eindruck haben müssen, daß die Faunen einander recht fremd und unvermittelt gegenüberstehen. Dies beweist aber durchaus nicht, daß die zwischenliegenden Schichten bei genauer Ausbeutung keine ganz fein abgestuften Übergänge statt des vorausgesetzten plötzlichen Sprunges zeigen würden. In der Tat sind — auch von grundsätzlichen Gegnern, wie WEDEKIND, abgesehen — durchaus nicht immer alle Forscher zu der Ansicht gelangt, daß der Faunenwechsel ein plötzlicher sei. Ich greife auf gut Glück einige Beispiele heraus, ohne übrigens ein Urteil darüber fällen zu wollen, ob die Auffassung der angeführten Verfasser in allen Punkten zutrifft.

Die alten Beschreibungen DUPONTS über den belgischen Kohlenkalk (1863, S. 132 bis 137; 1865, S. 620) enthalten wiederholt die Behauptung, daß die Faunen der einzelnen Stufen ganz allmählich ineinander übergehen.

Zu demselben Ergebnis gelangt TAEGER bezüglich der Zonen der *Assilina spira* und der *Nummulina tschihatscheffi* (in LÓCZY, 1916, S. 266 bis 268). Er sagt: „Diese Veränderungen gingen naturgemäß ganz allmählich vor sich, so daß die Fauna langsam von einem unteren Niveau in einen oberen Komplex hinüberleitet. Man kann also nicht bei der Masse des Hauptnummulitenkalkes von zwei scharf getrennten Schichtengruppen sprechen, denen eine bestimmte Fauna speziell eigentümlich ist, wohl aber von zwei ineinander übergehenden, physikalisch gleichen Bildungen, deren jede durch ein gewisses Vorwalten bestimmter Typen ausgezeichnet ist.“

Die Frage, ob die Nummuliten echte Zonen einhalten, oder ob ihre Verbreitung durch die Fazies bedingt ist, ist ja bekanntlich überhaupt viel umstritten worden. ARN. HEIM scheint mit seiner Ablehnung ihres Leitwertes

wohl zu weit gegangen zu sein. Ich will auf diese Sache hier aber nicht näher eingehen, sondern mache nur auf die objektiven Übersichten von COTTER (1914) und ROZLOZNIK (1927) aufmerksam.

Am nächsten liegt mir infolge meiner verschiedenen Arbeiten begreiflicher Weise die Frage, ob auch in der alpinen Trias Faunenzonen unterschieden werden können. Gerade hier ist dies — wohl vorwiegend unter dem Einfluß von MOJSISOVICS, später von DIENER — recht allgemein angenommen worden. Freilich fehlt es auch nicht an Gegenstimmen.

Nach WÖHRMANN (1894 a, S. 699) ist in den Raibler Schichten höchstwahrscheinlich ein allmählicher Übergang von der Cassianer bis in die Torer Fauna vorhanden. Im untersten Teil läge noch eine reine Cassianer Fauna. (In der Tabelle nach S. 768 ist allerdings kein Teil der Raibler Schichten den Cassianer Schichten gleichgesetzt.) DIENER würde wahrscheinlich einwenden, daß diese Feststellungen an verhältnismäßig zephalopodenarmen Schichten nicht ausschlaggebend sind.

Allerdings behauptet LOCZY (1916, S. 152), daß in der Trias des Plattensees Kalke mit *Trachyceras aon* und Schiefer mit *Carnites floridus* wechselagern. Vielleicht sollte das aber noch überprüft werden.

SALOMON (1895, S. 208) vermutet, daß die Fauna der Buchensteiner Schichten sich bei genauerer Kenntnis wahrscheinlich als eine Mischung von anisischen und jüngeren Arten erweisen wird, aber nicht als eine besondere, durch eigentümliche Gattungen und Arten ausgezeichnete Einheit. Dazu wäre zu sagen, daß die fassanische Stufe doch einzelne auf sie beschränkte Arten von Ammoniten und Bivalven, vielleicht auch von Diploporen, zu enthalten scheint. Wahrscheinlich besteht zwischen ihrer Fossilführung und der des Illyr einerseits, des Langobard andererseits aber ein allmählicher Übergang. Darauf scheinen besonders die Untersuchungen HORNS hinzuweisen, die freilich weiter ausgebaut werden sollten.

Ein gewisses Aufsehen hat seinerzeit eine Zephalopodenfauna erregt, die GEYER in der Gegend von Sappada (Bladen) in den westlichen Karnischen Alpen gefunden hat. Trotz der genauen Angaben GEYERS über die Lage der Örtlichkeit (1898 und 1902) konnte HORN (1915, S. 131) sie nicht mehr auffinden. Die fossilführenden Schichten sollen zwischen dem hellen Sarldolomit und den eigentlichen Buchensteiner Kalken mit *Daonella taramellii*, reichlich grünlichen Tuffen usw., liegen. Sie wären also wohl unterfassanisch oder oberillyrisch. Doch ist die Unterlagerung durch den hellen Dolomit nicht an der Fundstelle selbst, sondern an einem östlicheren Gesteinsstreifen beobachtet (GEYER, 1898, S. 132). In der Fauna glaubte GEYER einige anisische Arten zu erkennen, besonders *Monophyllites sphaerophyllus* und *Ptychites cf. acutus*. Allerdings nähern sich die Stücke der ersten Art in mancher Hinsicht mehr dem ladinischen *Monophyllites wengensis* und die der zweiten sind nicht sicher bestimmbar. Gegen anisisches Alter spricht das Fehlen von *Ceratites*, *Balatonites*, *Dinarites*. Die Protrachyzeraten, die die Fauna besonders auszeichnen, erinnern am meisten an die Zone des *Protrachyceras curionii*, also an das obere Fassan. Ein langobardischer Einschlag kommt in die Tiergesellschaft durch Arten wie *Gymnites credneri*, *Gymn. ecki*, *Sturia semiarata* usw. Ein solcher ist

aber in oberfassanischen Schichten etwas ganz Gewöhnliches. Es ist gewiß sehr gefährlich, ohne eigene Nachuntersuchungen über diese Verhältnisse ein Urteil zu fällen. Ich möchte aber doch glauben, daß wir es mit einer oberfassanischen Fauna zu tun haben. Die Lagerung, die nach der Beschreibung ziemlich schlecht aufgeschlossen ist, ist wohl gestört und nicht richtig gedeutet. Die scheinbar anisischen Elemente aber werden einer neuerlichen paläontologischen Untersuchung kaum standhalten. Die Fauna von Sappada bestätigt also nur die bekannte Tatsache, daß die fassanische und langobardische Stufe durch ihre Fossilien eng verknüpft sind. Eine Mischung von illyrischen und langobardischen Arten läßt sich dagegen wohl nicht behaupten. Eine gewisse Eigentümlichkeit ist der Fauna auch nicht abzuspochen. Sie zeigt sich besonders in den Protrachyzeraten.

BITTNER hat besonders — und sicherlich mit Recht — darauf hingewiesen, daß die von MOJSISOVICS angenommenen Zephalopoden zonen auf viel zu wenige Beobachtungen im Gelände gegründet sind (1895 a, z. B. S. 323, 343 bis 346, 371 bis 374).

Vielleicht am lehrreichsten für unsere Frage ist die Art, wie MOJSISOVICS dazu gelangt ist, im Muschelkalk der Alpen zwei Zonen zu unterscheiden, die anfangs anders benannt waren, jetzt aber als Zone des *Ceratites binodosus* und des *Cer. trinodosus* bekannt sind. MOJSISOVICS stützte sich dabei offensichtlich nicht auf eigene Beobachtungen an Ort und Stelle, sondern auf Mitteilungen anderer und auf gewisse Unterschiede zwischen den Faunen, die er zu erkennen glaubte. Der Vorgang erinnert fast an BUCKMANS Law of dissimilar faunas (siehe S. 30). Im Jahre 1872 kennt MOJSISOVICS nur zwei Fundorte der tieferen Zone, den Monte Cucco in den Karnischen Alpen und die Schichten mit *Balatonites balatonicus* des Bakony-Gebirges, die tiefer als diejenigen mit *Arcestes studeri* liegen sollen. Im nächsten Jahre kam dazu der Fundort bei Neuprags in den nordöstlichen Dolomiten. Später wurde noch ein kleiner Zephalopodenfund bei Dont in Zoldo und der tiefste Teil der Zephalopoden führenden Schichten Judikariens hieher gestellt. Von den angeführten Fundorten scheinen nur die in Judikarien ziemlich gesichert zu sein, obwohl es ARTHABER (1896 c) nicht gelang, unsere Kenntnis über sie zu erweitern. Nach meinen Beobachtungen ist auch das Vorkommen bei Dont vermutlich älter, als die Hauptmasse der alpinen Muschelkalkzephelopoden (vgl. auch MOJSISOVICS, 1879, S. 321). Dagegen konnte schon ARTHABER (1912) zeigen, daß kein Grund vorliegt, die Fossilien des Monte Cucco für älter als illyrisch zu halten. Nach LÓCZY (1916, S. 127) schwankt die Obergrenze des Megyhegyer Dolomites im Balatonhochland, aus dem der erwähnte *Balatonites balatonicus* stammt, bedeutend. Es läßt sich nicht behaupten, daß diese Funde pelsonisch und nicht illyrisch sind. Bei Prags konnte ich selbst zeigen, daß die zephalopodenreichen Kalke unmittelbar von den Buchensteiner Schichten überlagert werden (vgl. HILDEBRAND u. PIA, 1929). Zwar kommen Ammoniten auch schon in ihrem pelsonischen Anteil vor, doch ist es bei Neuprags gewiß nicht möglich, diese von den illyrischen sicher zu trennen. Dazu kommt, daß gerade die beiden Leitarten, *Ceratites binodosus* und *Cer. trinodosus*, offenbar nicht sicher unterschieden werden

können (vgl. etwa DIENER, 1925 a, S. 86). Wenn sich bisher niemand entschlossen hat, sie — wie es höchstwahrscheinlich richtiger wäre — zusammenzuziehen, beruht dies wohl mehr auf der Scheu vor den dann unvermeidlichen nomenklatorischen Schwierigkeiten.

Im ganzen ist also die Trennung der zwei anisischen Zephalopodenzonen alles eher als gesichert. Auch ARTHABER deutet das schon an (1906, S. 249, Anm. 1). Es ist zwar wahrscheinlich, daß die Fauna des oberen Anis nicht von unten bis oben ganz gleich bleibt. Welche Arten aber etwa auf bestimmte Teile der Schichtfolge beschränkt sind, wissen wir noch nicht. Um so weniger können wir sagen, daß zwei wohlgetrennte Zonen vorliegen.

Dieser Stand der Dinge konnte auf die weiteren Forschungen nur ungünstig einwirken. Es wurde immer wieder versucht, Vertretungen der beiden Zonen in Materialien zu finden, die nicht schichtweise gesammelt worden waren (was in den Alpen ja nur selten möglich ist). So glaubt GUGENBERGER (1925, S. 121; 1927, S. 145) in der von ihm untersuchten Fauna aus der Herzegowina neben den vorherrschenden Arten der *Trinodosus*-Zone einzeln auch solche der *Binodosus*-Zone zu erkennen, obwohl Beobachtungen im Gelände über eine Trennung ganz fehlen und es viel wahrscheinlicher ist, daß die angeblichen Angehörigen verschiedener Zonen in Bosnien und der Herzegowina vermischt auftreten. Ähnlich war schon TOMMASI (1894, S. 154 bis 155) in der Lombardei vorgegangen. Doch hatte er den Vorteil, daß er wenigstens für 10 unter seinen 72 Arten — worunter freilich keine Zephalopoden — das Vorkommen in der pelsonischen Brachiopodenbank der Val Trompia nachweisen konnte.

Besonders deutlich zeigt sich aber die Wirkung, die durch eine solche voreilige Zonengliederung entsteht, in den Arbeiten über die reichen Faunen von Groß-Reifling in Nordsteiermark, von denen weiter unten ausführlich die Rede sein wird. Mit ihrer ausgesprochenen Mischung von Arten, die MOJS-SOVICS auf die beiden Zonen aufgeteilt hatte, sind sie jedenfalls ein starker Beweisgrund gegen deren scharfe Trennung.

Von der karnisch-norischen Mischfauna des Feuerkogels bei Aussee habe ich schon gesprochen (S. 25; vgl. auch den kleinen Nachtrag dazu von GUGENBERGER, 1928). DIENER legt großen Wert auf die zahlreichen eigentümlichen Arten, die sie enthält, und glaubt daraus auf ihre Selbständigkeit schließen zu können. Man muß demgegenüber allerdings bedenken, daß beispielsweise auch die Neubearbeitung der oberkarnischen *Subbullatus*-Schichten des Feuerkogels durch DIENER unter 49 benannten Ammonitenspezies 25 neue ergeben hat (DIENER, 1921, S. 27). Es soll nicht verkannt werden, daß die *Paulcke*-Fauna des Feuerkogels heute — besonders durch die in ihr vertretenen Gattungen — eigenartiger erscheint, als die *Subbullatus*-Fauna. Unmöglich ist es aber gewiß nicht, daß einige weitere Funde von fossilreichen Bänken die noch bestehenden scharfen Einschnitte überbrücken.

Im ganzen halte ich es nach dem gegenwärtigen Stand der Kenntnisse für viel wahrscheinlicher, daß in der alpinen Trias keine Zephalopodenzonen, sondern allmählich ineinander übergehende Faunen vorhanden sind.

Um so merkwürdiger erscheint es, daß die genaue Untersuchung der

Diploporenfundstellen eine sehr deutliche Scheidung in mehrere Florenzonen ergeben hat (vgl. besonders PIA, 1926 a). Die anisische und die ladinische Hauptstufe haben nicht eine einzige Art gemeinsam. Aber auch innerhalb der Hauptstufen scheinen viele Algen nur eine beschränkte senkrechte Verbreitung zu haben. Am besten hebt sich derzeit eine oberillyrische Flora mit *Diplopora annulatissima*, *Dipl. philosophi*, *Gyroporella ampleforata*, *Teutloporella triasina* ab, lauter Arten, die niemals weiter oben oder weiter unten gefunden worden sind. Aber auch in anderen Stufen sind Andeutungen von Florenzonen bekannt. Das weist wohl darauf hin, daß nicht irgendwelche allgemeine Veränderungen der Meeresräume, sondern ganz besondere, von Gruppe zu Gruppe wechselnde Bedingungen der Zuwanderung und des Aussterbens für das Entstehen der Zonen verantwortlich sind. Es beweist aber auch, wie sehr man sich in der Biostratigraphie vor Verallgemeinerungen hüten muß und wie nur das vorsichtige Verfolgen jeder einzelnen Gruppe zu Ergebnissen führen kann. Ungeheuer viel bleibt da in den angeblich stratigraphisch schon gut bekannten Ostalpen zu tun.

Der eifrigste Verfechter einer vollständig scharfen faunistischen Scheidung der einzelnen Zonen — wenigstens in bezug auf die Zephalopoden und Brachiopoden — ist wohl BUCKMAN. Ich muß seine Ansichten hier etwas näher besprechen, wobei ich mich hauptsächlich auf die letzten, in den „Type Ammonites“ und in anderen Arbeiten verstreuten Äußerungen halte, die von denen in älteren Schriften teilweise etwas abweichen. Viele von BUCKMANS Aufstellungen sind sicher sehr bedeutsam, wenn ich auch glaube, daß er seine Gesichtspunkte fast überall zu einseitig verfolgt. Was ich aber für das Bedenklichste halte, ist seine deduktive Methode, die beispielsweise räumliche Verschiedenheiten gleichzeitiger Ammonitenfaunen nicht auf Grund von sicheren Beobachtungen, sondern deshalb ablehnt, weil BUCKMAN sich nicht vorstellen kann, wie sie zustande kamen, und weil ihre Annahme das chronologische System in Unordnung brächte. BUCKMAN scheint im Laufe der Jahre in seinen Ansichten über Ammonitenstratigraphie immer radikaler geworden zu sein und hat auch englische Fachgenossen, die ihm anfangs widersprachen, zu seinen Grundsätzen bekehrt, z. B. SPATH, der von diesen Übertreibungen jetzt allerdings wieder abgekommen ist (1928, S. 224). Die Grundvoraussetzung, von der BUCKMAN ausgeht, besagt, daß alle Unterschiede zwischen Ammonitenfaunen nur zeitlicher Art sind und daß alle Verschiedenheiten der Faunenfolge in verschiedenen Ländern auf Schichtlücken beruhen. Man nennt diesen Grundsatz „Law of dissimilar faunas“ (vgl. 1920, S. 103). In der Praxis wird dieses Gesetz oft auch auf andere Tiergruppen, besonders Brachiopoden, angewendet (z. B. 1922, S. 392). Geographische Verschiedenheiten der Faunen wurden anfangs noch in Betracht gezogen, besonders wenn es sich im Gebiete unter wesentlich verschiedenen Breiten handelte (1918, S. 278; 1923, S. 21), später aber immer mehr vernachlässigt. Schon 1922 werden die Ammonitenzonen als weltweit verbreitet beschrieben (1923, S. 14), im Gegensatz zu ULRICH (1916, S. 480) und anderen, die die Verschiedenheit der Faunenfolge in verschiedenen Provinzen betonen. Auch die Erörterungen über die verschiedenen möglichen Gründe für Lücken in der Faunenfolge eines

Profils, die BUCKMAN 1920 (S. 64) gibt, wären hier zu vergleichen. Fazielle Unterschiede auf engerem Raum werden überhaupt nicht berücksichtigt (vgl. 1923, S. 21; 1925, S. 53), und zwar wegen der freien Beweglichkeit der Ammoniten und der Verfrachtung ihrer Schalen. Vgl. dazu auch ULRICH, 1916 (S. 454); er betrachtet die Annahme, daß zwei gleichaltrige Faunen infolge verschiedener Fazies ganz verschieden seien, nur als letzten Ausweg bei Versagen aller anderen Erklärungen. Dem Einwand LANGS (Wechselrede zu BUCKMAN, 1918, S. 326), daß die rezenten Fische trotz ihrer freien Beweglichkeit oft sehr enge Verbreitungsgrenzen haben, sucht BUCKMAN (1920, S. 66) mit der Vermutung zu entgehen, daß diese Grenzen nicht lange eingehalten werden, wogegen eine Zone schon einer sehr langen Zeit entsprechen. Recht lehrreich sind seine Versuche, Schichten mit eingeschwemmten Ammonitenschalen von solchen zu unterscheiden, in deren Ablagerungsbereich die Zephalopoden lebten (1923, S. 19, 20).

Um seine Lehre aufrecht zu halten, muß BUCKMAN eine Reihe von Annahmen machen. Am wichtigsten darunter ist wohl die der „fast gleichzeitigen Abtragung“ (penecontemporaneous erosion). Ein sehr großer Teil der Flachseeabsätze soll ihr zufolge kurz nach der Bildung, d. h. in derselben Hemere oder wenig danach, über den Meeresspiegel gelangen und wieder abgetragen werden. Die erhaltenen Schichten sind nur ein ziemlich geringer Teil der überhaupt gebildeten, der größere Teil wurde bald wieder umgelagert und viele Faunenzoneen mögen überhaupt nirgends überliefert sein (1923, S. 18). Es muß zugegeben werden, daß diese Vorstellung an sich recht wahrscheinlich ist. Viel schwieriger wäre es, zu glauben, ein Flachseegebiet, wie es das westeuropäische Jurameer war, hätte sich durch Millionen von Jahren so gleichmäßig gesenkt, daß niemals Tiefsee entstand und auch nie ein Teil trockengelegt wurde. Daneben wird auch nachträgliche chemische Auflösung der Schalen zur Erklärung des Fehlens von Zonen herangezogen (1925, S. 53). Diese Lückenhaftigkeit der Schichtfolge soll nicht nur den Unterschied zwischen englischem und schwäbischem Jura — beispielsweise im Kimmeridge und Portland — erklären (1923, S. 30), sondern auch den zwischen alpinem und mitteleuropäischem Jura (1923, S. 14). In manchen Fällen stützt BUCKMAN die Annahme einer Abtragungszeit durch lithologische Beweise, wie Gerölle (1918, S. 265). Meist werden die Lücken aber doch nur aus der Faunenfolge erschlossen.

Die Annahme von Schichtlücken in scheinbar einheitlichen Profilen ist selbstverständlich BUCKMAN nicht eigentümlich. Ich greife aus den vielen deutschen Forschern, die sich zu ihr bekannt haben, nur einige heraus.

Schon POMPECKJ (1914, S. 41) betont, daß in den Randgebieten des schwäbischen Jurabeckens solche Lücken nachgewiesen sind. Für den inneren Teil nimmt er allerdings ununterbrochene Meeresbedeckung und fortdauernden Absatz an.

Wohl einer der ersten, der die Bedeutung der wiederholten Trockenlegungen im mitteleuropäischen Jura betont hat, war KLÜPFEL (1916). Er glaubt im lothringischen Jura 30 bis 40 Emersionsflächen feststellen zu können (S. 97). Diese Lehre wird mit der von den Sedimentationszyklen ver-

knüpft. Über der Emersionsfläche folgt zuerst toniges, dann mergeliges und schließlich kalkiges Gestein, das wieder mit einer ehemaligen Landoberfläche abschließt. Die beigebrachten Einzelheiten sind recht überzeugend. Die Zyklen werden durch Änderungen der Wassertiefe infolge tektonischer Bewegungen erklärt. In mehreren späteren Arbeiten hat KLÜPFEL dieselben Gedanken weiter angewendet, so 1927 auf das Oxford der Porta Westfalica.

FREBOLD (1924 u. 1925) schließt sich in den uns jetzt beschäftigenden Punkten KLÜPFEL an. Verschiedene weitere Beispiele für die Annahme zyklischer Sedimentation findet man bei STILLE (1924, S. 19—20) angeführt.

Sehr entschieden ist WEPFER (1923) dafür eingetreten, daß die Sedimentationszeiten mehr das Wesen von Episoden haben. Sie wären durch viel längere Zeiten getrennt, aus denen innerhalb eines bestimmten Profils keine Gesteine überliefert sind. Der Wechsel soll sich auf große Strecken ungefähr gleichzeitig vollzogen haben. Aus dem schwäbischen Jura werden viele Beispiele für die wiederholte Unterbrechung der Sedimentation beigebracht. Es scheint, daß WEPFERS Ausführungen nicht von allen Späteren ganz gleich verstanden wurden. Ich glaube aber doch, daß er die Schichtlücken durch Trockenlegung, nicht durch Aussetzen der Sedimentation unter dauernder Meeresbedeckung erklären wollte.

LANGE (1925, S. 455) schließt sich ausdrücklich BUCKMANS Ansicht an, daß Verschiedenheiten in der Zonenfolge der Ammoniten durch Schichtlücken bedingt sind, ohne die Bedeutung der Wanderungen ganz abzulehnen. Er erklärt auf diese Weise die Unterschiede in den Unterliaszonen des östlichen und westlichen Norddeutschland nach folgendem (etwas vereinfachten) Schema:

Die Entwicklung der untersten Liaszonen in Norddeutschland
nach LANGE, 1925

Ostgebiet (Harzvorland)	Westgebiet (Westfalen)
<i>Alsatites quedinburgensis</i>	Schichtlücke
<i>Alsatites laqueolus</i> + <i>Saxoceras schroederi</i>	
fehlt	<i>Proarietites laqueus</i> + <i>Alsatites laqueolus</i> + <i>Saxoceras costatum</i>
<i>Psilophyllites hagenowi</i>	<i>Psilophyllites hagenowi</i>
fehlt	<i>Psiloceras johnstoni</i> + var. <i>stenogastor</i> + var. <i>polykosma</i> + <i>Psiloceras aries</i>
Horizont von Scheppau	Schichtlücke
<i>Psiloceras johnstoni</i>	
<i>Psiloceras planorbis</i>	

Am schönsten sind aber wohl die Ausführungen BRINKMANN'S (1929, S. 79 bis 83) über Lücken im englischen Oberjura. Er hat sie durch übereinstimmende lithologische Beobachtungen und statistische Untersuchungen der Ammoniten nachgewiesen. Aus der Größe des scheinbaren Sprunges in der Entwicklung der Cosmoceren sucht er die Länge der Absatzunterbrechung zu schätzen, wenn er sich auch der vielen Fehlerquellen dieses Verfahrens bewußt ist. Es erinnert einigermaßen an das — allerdings viel weniger durchgebildete — KNOWLTON'S (1916, S. 528—529). Nach ihm würden zwei übereinanderliegende Floren, die sich deutlich unterscheiden, aber doch unzweifelhaft unmittelbar genetisch zusammenhängen, auf eine längere Unterbrechung des Absatzes hinweisen. Wenn dagegen die jüngere ganz fremdartig und von anderswoher eingewandert ist, soll der zeitliche Abstand nur gering sein. (Richtiger wäre wohl zu sagen, daß er in diesem Fall nicht bestimmt werden kann, da die fremde Flora gerade so gut nach einer längeren Pause als sofort eingedrungen sein kann.)

Von den Amerikanern ist auch ULRICH (1916, S. 461) für eine häufige Unterbrechung der Meeresbedeckung in den epikontinentalen Gebieten eingetreten. KAISIN (1925, S. 1255, 1260 usw.) betont das Vorkommen der Penecontemporaneous erosion im belgischen Kohlenkalk.

Diese Beispiele, die sich leicht vervielfältigen ließen, werden sicherlich genügen.

Auf die Wichtigkeit der Schichtlücken für die Ausbildung von Faunen-zonen haben die meisten der genannten Verfasser hingewiesen. Ich komme darauf gleich zurück.

HUMMEL nennt (1928, S. 224) unter den Vertretern der besprochenen Lehre auch ANDRÉE. Diesen kann man aber wohl nur in einem viel weiteren Sinne hierher zählen. Er hat wiederholt (1908, 1920) besonders betont, daß Schichtlücken sich nicht nur durch Trockenlegung, sondern auch unter Wasserbedeckung — durch tiefreichende Wellen und Meeresströmungen — herausbilden können. Die Auflösung der Gesteine auf dem Meeresboden zieht er ebenfalls schon in Betracht (1908, S. 411, 419—420). Er hält eine Aufarbeitung eben gebildeter Sedimente an Ort und Stelle für möglich, „ohne daß eine ‚Lücke‘ entsteht“ (S. 392). In einer späteren Arbeit (1923, S. 275—276) wendet sich ANDRÉE gegen WEPFERS Darstellung und gegen eine Überschätzung der Lückenhaftigkeit der Sedimente im allgemeinen. Die Sedimentation sei, solange das Gebiet von Wasser bedeckt ist, eine fortdauernde, wenn auch nicht immer gleich rasche. Selbst wenn die Einschwemmungen vom Lande her ganz zurücktreten, liefern die Organismen Sinkstoffe. Die Abtragung unter dem Wasserspiegel sei doch immer mehr von örtlicher Bedeutung. Daß hier vielleicht ein Mißverständnis von WEPFERS Gedankengang vorlag, habe ich schon angedeutet.

Noch entschiedener, als ANDRÉE, ist ARNOLD HEIM für die Bedeutung der Abtragung auf dem Meeresboden eingetreten. Er weist auch der chemischen Auflösung eine wichtige Rolle zu (1924). Vielleicht schießt er teilweise über das Ziel. Den Fall, in dem Absatz und untermeerische Abtragung (Ablution) einander gerade das Gleichgewicht halten, bezeichnet HEIM als Omission.

Für Faunenmischungen mag er bedeutsam sein. Auch SPATH erklärt kleinere Schichtlücken jetzt (1928, S. 224) durch untermeerische Abtragung.

RICHTER hat (1926 b) gezeigt, daß Schlickgerölle in Tiefen von 23 m und vermutlich auch mehr durch Strömungen gebildet werden können. Man wird auch beachten müssen, daß häufig Tierreste des Meeresgrundes, über den die weichen Gerölle bewegt werden, in sie eingeknetet werden. Es könnte dadurch später der Anschein entstehen, als wären diese Schalen älter als das die Gerölle einschließende Sediment.

Daß auch das alpine Meer — im Jura sowohl, als in der Trias — nicht jene gleichmäßige und dauernde Wasserdecke bildete, die man früher in ihm zu sehen meinte, ist heute wohl nicht mehr zu bezweifeln. DEECKE (1913 a, S. 40, 45), KAYSER (1923, S. 421) und andere heben das mit Recht hervor. Schon SUSS hat (1888, S. 335ff.) auf deutliche Spuren von Trockenlegung im Rhät hingewiesen. Er kennt auch schon einen durch Verschiebungen der Strandlinie bedingten Rhythmus im Sedimentabsatz — nicht ganz unähnlich dem von KLÜPFEL aus dem lothringischen Jura beschriebenen. LEUCHS hat solche Erscheinungen genauer verfolgt (1928 b, an vielen Stellen, bes. S. 413). Er hat, vor allem an der Hand von Breschenbildungen, gezeigt, daß auch scheinbar einheitliche Schichtglieder, wie der Wettersteinkalk und der Hauptdolomit, Schichtlücken enthalten. Besonders deutlich zeigen sich solche Spuren wieder im Rhät (1928 a). FRANK hat jüngst (1930, S. 14) die Angaben über eine Denudationszeit zwischen Hauptdolomit und rhätischen Schichten zusammengestellt.

Über ausgedehnte Transgressionserscheinungen im Jura der Osterhorngruppe habe ich gelegentlich kurz berichtet (PIA, 1920 b, S. 118). Weiter im W fand sie KÜHNEL (1929, S. 473) sehr entwickelt. Ich halte es jetzt für sehr wahrscheinlich, daß auch das von mir seinerzeit beschriebene Fehlen des Lias unter der Überschiebung des Hölleengebirges durch eine primäre Sedimentlücke zu erklären ist (vgl. PIA, 1912 a, S. 573). Im übrigen verweise ich auf die Zusammenstellung SPENGLERS (1927, S. 140).

HUMMEL hat (1928) die Lehre von der wiederholten Unterbrechung der Sedimentation in großem Maßstabe auf das Ladin der Dolomiten angewendet. Zur Zeit der Riffbildung seien in den Dolomiten nur sehr wenige oder keine tuffigen Gesteine abgesetzt worden. Umgekehrt hörte das Wachstum der Riffe während der lebhaften vulkanischen Tätigkeit auf, so daß dieser in den Riffgebieten eine Lücke entspricht. Ich glaube allerdings, daß HUMMELS Darstellung stark schematisiert ist. Die berühmten durchlaufenden Schichtfugen zwischen Dolomiten verschiedenen Alters — z. B. zwischen Sarldolomit und Schlerndolomit des Schlern — erweisen sich bei genauer Untersuchung recht oft als Bänder eines abweichenden, dünn geschichteten Gesteines und bezeugen so, daß die Beckenfazies auch auf die Schwellen übergriff, wenn auch in einer etwas abgeänderten Ausbildung. So viel ist aber sicher, daß das Wachstum der Riffe und der Tuffe zu verschiedenen Zeiten beschleunigt war. Jenes war in erster Linie durch das Ansteigen des Meeresspiegels, dieses durch die vulkanische Tätigkeit bedingt. Beide Gesteine ragten gelegentlich aus dem Triasmeer heraus.

Ziemlich umfangreiche Untersuchungen haben mich überzeugt, daß man die Gliederung des südalpinen Anis nur verstehen kann, wenn man erfaßt hat, daß fast alle Profile lückenhaft sind. Das werde ich in anderem Zusammenhang eingehend darlegen. Die Transgressionserscheinungen in den Alpen sind wohl während der Trias und des Juras etwas großzügiger, als die im mitteleuropäischen Jura.

In den Nordalpen ist die Trias offenbar vollständiger entwickelt als in den Südalpen. Die früher angeführten Lücken sind sicher nur sehr unbedeutend. Anders verhält es sich im Jura. Für diese Zeit konnte ich in den Lessinischen Alpen keine Unterbrechung der Sedimentation auffinden. Nur im Nonsberg mögen vielleicht ähnlich große Lücken vorhanden sein, wie in den schon erwähnten und so manchen anderen Gegenden der Nordalpen.

Man vergleiche noch die erst nach Niederschrift dieser Zeilen erschienene Arbeit von TEICHMÜLLER (1929). Es scheint, daß die Tethys sich schon im Mesozoikum durch große Beweglichkeit des Meeresbodens auszeichnete. Sie war aber nie in so großer Ausdehnung trockengelegt wie die Randmeere. Die Bewegungen in ihr hatten wohl schon damals eine mehr orogenetische, die in den Randgebieten eine mehr epeirogenetische Beschaffenheit.

Das Bezeichnende für die Auffassung BUCKMANS, KLÜPFELS und der anderen Genannten ist gerade, daß sie viele verhältnismäßig kleine Schichtlücken annehmen, die nur mit den feinsten stratigraphischen Hilfsmitteln nachweisbar sind. Die Annahme sehr kleiner Zonen und vieler kleiner Schichtlücken bedingen und stützen einander.

Die Erklärung für die häufigen Emersionen ist bei BUCKMAN und bei KLÜPFEL sehr ähnlich: Flache Falten, deren Achsen sich oft verschoben haben, so daß sie wellenartig über den Meeresboden wandern. Dagegen scheint es im südalpinen Muschelkalk größere und beständigere Antiklinalen gegeben zu haben, deren Einfluß durch mehrere Stufen zu verfolgen ist, auch nachdem sie schon wieder untergetaucht sind. Beispielsweise sind im Hangenden der oberanisischen Konglomerate die Buchensteiner Schichten meist durch Diploporendolomite ersetzt. Die Wassertiefe blieb hier also geringer. Ich werde das später näher ausführen.

Die Tabelle in den „Type Ammonites“ von 1922 (BUCKMAN, 1923, S. 19) gibt ein ungefähres Bild davon, wie BUCKMAN sich den Gang der Ereignisse im englischen Jura vorstellte. Sie zeigt auch, welche große Rolle er einer Verfrachtung der leeren Ammonitenschalen zuschrieb.

Recht interessant war es mir, daß der Gedanke der lang dauernden, wenig auffallenden Unterbrechungen der Schichtfolge in einer unlängst erschienenen französischen Arbeit wiederkehrt, ohne daß der Verfasser scheinbar die Untersuchungen der anderen eben erwähnten Forscher gekannt hat. P. T. DE CHARDIN (1928) ist auf Grund seiner Kenntnis oligozäner bis rezenter Säugetierfaunen des nördlichen China zu der Ansicht gelangt, daß die Entwicklung der längere Zeit ortsansässigen Stämme im wesentlichen zwischen den Absatzzeiten der erhaltenen Gesteine erfolgt ist. Dagegen erscheinen die Arten innerhalb der einzelnen vorhandenen Gesteinsgruppen von unten bis oben ganz unverändert. Der Verfasser schließt daraus, daß die den Lücken

entsprechenden Zeiten unvergleichlich länger sein müssen, als die den Sedimenten entsprechenden. Es gäbe gewiß Möglichkeiten, diesem Schluß zu entgehen. Vielleicht spielen doch auch bei den von CHARDIN als bodenständig angesehenen Gruppen Wanderungen eine gewisse Rolle. Man könnte auch an eine zeitweise Beschleunigung der Entwicklung durch geologische Einwirkungen denken. Es ist aber müßig, solche Vorstellungen weiter auszuspinnen. Nur umfassende weitere Beobachtungen können die angeschnittene Frage wirklich fördern.

In engem Zusammenhang mit der Lehre von der Penecontemporaneous erosion steht die Annahme häufiger Umlagerungen schon eingebetteter Schalen. Sie dient BUCKMAN in einer manchmal ziemlich gewagten Weise dazu, Unregelmäßigkeiten in der Aufeinanderfolge der Faunen und Vermischungen von sonst getrennt auftretenden Formen zu erklären (vgl. etwa 1920, S. 74, Anm. 1, u. S. 86—87). Auch Sedimentmangel wird, wie von früheren Forschern, in diesem Sinne verwendet. Diese Vorstellungen haben innerhalb gewisser Grenzen sicher ihre Gültigkeit. HILDEBRAND (1928) wendet sie in recht überzeugender Weise auf den deutschen Wellenkalk an. Und wenn z. B. bei Bentheim im westlichen Hannover *Avicula contorta* und *Schlotheimia angulata* in derselben Bank gefunden sein sollen, liegt es gewiß am nächsten, mit POMPECKJ (1914, S. 30) an Umschwemmung zu denken. Doch ist gerade dieses Vorkommen sehr verschieden gedeutet worden und keineswegs geklärt (VOLLRATH, 1924, S. 56; LANGE, 1925, S. 454—455). Es wird sich auch kaum um eine Erscheinung von allgemeiner und regelmäßiger Verbreitung handeln. Man darf doch nicht vergessen, daß die Aussicht auf Erhaltung in bestimmbarem Zustande bei wiederholt umgeschwemmten Versteinerungen äußerst gering ist.

Ein gutes Beispiel für alle die besprochenen Vorgänge unregelmäßiger Sedimentation, wie BUCKMAN sie sich vorstellt, bietet seine Erklärung des sogenannten Junction bed im oberen Lias bei Thorncombe Beacon in Dorsetshire (BUCKMAN, 1910, S. 62 bis 89 und 1922, bes. S. 387, 393, 401, 405 bis 413, 436 bis 439). Da dieser Fall verhältnismäßig gut durchgearbeitet und überzeugend ist, sei er hier kurz dargestellt.

Im Jahre 1910 konnte BUCKMAN auf dem Steinbruchhügel von Chideock in Dorsetshire innerhalb des etwa $2\frac{1}{2}$ Fuß dicken Junction bed fünf Lagen unterscheiden, die Zonen des *Grammoceras striatulum*, *Hildoceras bifrons*, *Harpoceras falciferum* und darunter zwei Mergellagen, die bis zur Zone des *Paltopleuroceras spinatum* hinunterreichen. Sie entsprechen also dem unteren Teile des Toarcien und dem oberen Pliensbachien (Domerien). Die einzelnen Lagen sind sehr oft auch lithologisch etwas verschieden (S. 82), etwa nach folgender Regel:

Striatulum-Zone weiß,

Bifrons-Zone rötlich,

Falciferum-Zone grünlich,

liegende Mergel braun, konglomeratisch, mit Geröllen aus tieferen Lias-schichten.

Weitere Einzelheiten gibt JACKSON (in BUCKMAN, 1922, S. 436ff.).

An Stellen guter Entwicklung würde diesen Schichten eine Mächtigkeit von etwa 550 Fuß zukommen. Der Oberliasanteil ist bei Chideock etwa 20 Zoll mächtig. In Yorkshire erreichen dieselben Oberliaszonen 180 Fuß, sind aber auch dort nicht vollständig (S. 89).

Die Schichtfolge im Junction bed ist sehr lückenhaft. Zwischen der *Striatulum*- und der *Bifrons*-Zone muß eine große Lücke vorhanden sein. Es ist hier auch gelegentlich eine etwa 2 Zoll starke Zwischenlage zu erkennen. In den Cotteswold hills wurden während dieser Zeit 250 Fuß Sediment abgelagert. Aber auch die Zonen, die im Junction bed nachgewiesen werden konnten, sind sehr selten vollständig vorhanden. Irgend welche von ihnen fehlen fast in jedem Profil. Die *Striatulum*-Zone ist bei Thorncombe Beacon fast nie zu finden. Am beständigsten ist das rötliche Gestein mit *Hildoceras bifrons*.

Im Jahre 1922 wird dann über Aufschlüsse östlich von Thorncombe Beacon, am Watton Cliff zwischen der Mündung des Eype und West Bay, dem Hafen von Bridport, berichtet. Es sei dieses Vorkommen als das östliche, das zuerst besprochene als das westliche bezeichnet. Das etwa 5½ Fuß mächtige Junction bed der östlichen Gegend ist besonders dadurch ausgezeichnet, daß ein weißer, fein gebänderter lithographischer Stein mit *Grammoceras striatulum* sehr beständig vorhanden ist, während gerade diese Zone — wie erwähnt — bei Chideock sehr oft fehlt (S. 380). Das Gestein wird mit dem tithonischen *Diphya*-Kalk des Trentin verglichen. Auch sonst zeigt sich in den Einzelheiten der Schichtfolge eine recht beträchtliche Verschiedenheit des Junction beds westlich und östlich von Eypesmouth (S. 387 bis 389). Sein stratigraphischer Umfang ist hier größer. Folgende Schichten können unterschieden werden:

Hangend: Bläuliche, sandige Tone des höheren Oberlias.

9. Eisenschüssige Lage mit Dumortierien und *Harpoceras* aff. *falciferum*. 1 Zoll.

8. Weißer lithographischer Stein, fein gebändert, mit *Grammoceras* cf. *striatulum*. 6 Zoll.

7. Gelbes Konglomerat. *Gramm.* cf. *striatulum*, *Tetrarhynchia thorncombensis*, *Dumortieria* spec., *Hildoceras* aff. *bifrons*. 7 Zoll.

6. Weißer lithographischer Stein wie Nr. 8. *Gramm.* cf. *striatulum*, *Hammatoceras* cf. *insigne*, *Cirrus* spec. 13 bis 18 Zoll.

5. Gelbbraune, schieferige und konglomeratische Bank von wechselnder Mächtigkeit. Viele, teilweise zerbrochene Stücke von *Tetrarhynchia thorncombensis*. Zu unterst gelbliche Schiefer mit Hildoceratiden. 8 bis 13 Zoll.

4. Teilweise Konglomerat aus Schichten mit *Tetr. thorncombensis*, teilweise weißer lithographischer Stein. *Rhynchonella* cf. *moorei*, *Thecidella*. 8 Zoll.

3. Weißer lithographischer Stein. 3 Zoll.

2. Konglomeratische rötliche Schicht und etwas gelber Sandstein. 5 Zoll.

1. Weißer lithographischer Stein. 6 Zoll.

Liegend: Gelbe Sande des Mittellias.

Man vergleiche dazu auch noch das Profil von JACKSON (in BUCKMAN, 1922, S. 446).

Durch — zum Teil allerdings ziemlich hypothetische — Vergleiche mit anderen englischen Juraprofilen gelangt BUCKMAN zu folgender Aufstellung über die an verschiedenen Stellen im Junction bed nachweisbaren Zonen (S. 401):

Stufe	Zone	Westen	Osten
Yeovilian	<i>moorei</i>		
	<i>Catulloceras</i>		
	<i>Dumortieria</i>		+
	<i>Hammatoceras</i>		+
	<i>dispansum</i>		
	<i>struckmanni</i>		
	<i>pedicum</i>		
	<i>eseri</i>		
	<i>striatulum</i>	+	+
Whitbian	<i>variabilis</i>		
	<i>lilli</i>	?	
	<i>braunianum</i>		
	<i>fibulatum</i>		
	<i>bifrons</i>	+	+
	<i>subcarinata</i>		+
	<i>pseudovatum</i>		
	<i>falciferum</i>	+	+
	<i>bouchardi</i>	+	+
	<i>exaratum</i>		?
	<i>murleyi</i>		
	<i>tenuicostatum</i>		
	<i>Leptaena</i>		?
	<i>globulina</i>		
	<i>acutum</i>		
<i>athleticum</i>	+		
Harpoceratoiden	+		
Domerian	<i>Pleurotomaria</i>	+	
	<i>spinatum</i>	+	
	<i>T. thorncombiensis</i>		+

Der bedeutende Unterschied in der Zusammensetzung der beiden Junction beds, die nur etwa 4000 Fuß voneinander entfernt sind, wird darauf zurückgeführt, daß Watton Cliff wesentlich näher bei der Achse der jurassischen Weymouth Anticline liegt als Chideock. Diese Antiklinale war in ständiger, aber unregelmäßiger Hebung.

Wie BUCKMAN aus dem Erhaltungszustand und der Vergesellschaftung der Ammoniten zeigt, müssen viele von ihnen im Junction bed von Watton Cliff als umgelagert angesehen werden. Dabei ist die Aufeinanderfolge der

Arten teilweise in das Gegenteil dessen verkehrt worden, was sie bei normaler Lagerung (vgl. die Zonenfolge auf S. 38) sein sollte:

Harpoc. aff. *falciferum* in Nr. 9 des Profils auf S. 37,

Hildoc. aff. *bifrons* in Nr. 7,

Grammoc. aff. *striatulum* in Nr. 6, 7 und 8.

Das beruht wohl darauf, daß mit der Zeit immer ältere Schichten abgetragen und umgelagert wurden.

BUCKMAN zieht verschiedene Erklärungen der Verhältnisse in Betracht und hält die folgende für die entsprechendste — wenn sie auch noch nicht gesichert sei: Das Junction bed von Watton Cliff besteht aus zwei sehr ähnlichen, aber verschieden alten Absätzen. Die Ereignisse folgten etwa so aufeinander:

a) Zuerst wurde weißer lithographischer Stein zu einer Zeit vor der *Falciferum*-Hemere gebildet (Nr. 1 bis 3 des Profils auf S. 37).

b) Während dann in anderen Gebieten, z. B. auch in Thorncombe Beacon, die *Falciferum*-Zone und spätere abgesetzt wurden, trat im Watton Cliff eine Unterbrechung ein.

c) Darauf wurde ein Gestein gebildet, das umgelagerte Stücke aus der *Falciferum*-Zone und späteren, aber auch aus den älteren lithographischen Kalken und den *Thorncombiensis*-Schichten aufnahm.

d) Schließlich bildete sich wieder weißer lithographischer Kalk, der der *Hammatoceras*- und *Dumortieria*-Zone angehört (Nr. 6 und 8 des Profils).

Die beiden lithographischen Kalke berühren einander oft so innig, daß der Anschein einer einheitlichen Ablagerung entsteht. In den westlichen Profilen des Junction beds sind sie infolge Denudation nicht vorhanden. Umgekehrt fehlen die dort am besten entwickelten Zonen, wie die *Bifrons*-Schichten, im E als regelmäßiger Absatz. Nur einzelne Bruchstücke von Gesteinen dieser Zonen wurden eingeschwemmt.

In ähnlicher Weise behandelt BUCKMAN auch andere eigentümliche Vorkommen im englischen Jura. Er kann dadurch bei der Annahme bleiben, daß alle die Leitfossilien ursprünglich auf verhältnismäßig dünne Zonen beschränkt sind. Zusammenvorkommen von Ammoniten verschiedener Zonen oder Umkehrung der Zonenfolge gibt es nur scheinbar. Ob freilich von der Möglichkeit nachträglicher Umlagerung der Fossilien nicht zu ausgiebig Gebrauch gemacht wird, das ist schon in der Wechselrede zu BUCKMANS Vortrag von 1922 (S. 456) bezweifelt worden.

Ein schwerwiegender Mangel, der besonders den Schlußfolgerungen BUCKMANS, in gewissem Grad aber sicher auch vielen anderen Arbeiten über Zonen anhaftet, der übrigens BUCKMAN selbst sehr wohl bekannt war, sind die immer noch sehr unzulänglichen paläontologischen Kenntnisse. Es gibt bekanntlich Naturwissenschaftler, ja sogar Paläontologen, die glauben, daß das Beschreiben der fossilen Faunen eine im wesentlichen erledigte Arbeit sei, deren Fortsetzung der Wissenschaft keine entsprechenden Vorteile mehr zu bringen vermag. Ihnen gegenüber sei darauf hingewiesen, daß nach dem Urteil BUCKMANS, der zu einem solchen sicher berufen war, sowohl die stratigraphischen als die phylogenetischen Arbeiten über die englischen Juraammoniten nicht vom Fleck kommen, weil wir von den vorhandenen Arten in diesem

klassischen Land der Juraforschung sozusagen nichts wissen. Auch die sieben Bände der „Type Ammonites“ enthalten ja nur Stichproben aus der in den Sammlungen liegenden Formenmenge. Mit nur geringer Übertreibung ist gesagt worden, die vielberufene Lückenhaftigkeit der paläontologischen Überlieferung beruhe zum guten Teil auf der Unkenntnis der Stücke, die in den Laden der Museen liegen.

Unter diesen Umständen muß BUCKMAN sich oft mit annähernden Bestimmungen, mit bloßen Ähnlichkeiten der einzelnen Formen und der Gesamtfauen behelfen, ein Verfahren, das die Sicherheit seiner Schlüsse außerordentlich beeinträchtigt. In ähnlicher Weise arbeitet VOLLRATH mit Begriffen wie „glatte Pylonoten, Riesen-Angulaten“ u. dgl., was von LANGE (1925, S. 451) mit vollem Rechte beanständet wird. Wenn BUCKMAN einmal gelegentlich meint, daß etwa 25% aller Ammonitenarten, die einst gelebt haben, bekannt seien (1925, S. 9), so ist das meiner Ansicht nach um ein Mehrfaches zu hoch gegriffen. Es dürfte wohl keine Organismengruppe geben, in der wir mehr als 10% der ehemals vorhandenen Arten kennen. Daß ich außerdem mit der systematischen Behandlung der Ammoniten durch BUCKMAN in sehr vielen Punkten nicht übereinstimme, geht aus früheren Arbeiten hervor und braucht hier nicht näher erörtert zu werden. Es ist aber klar, daß eine einigermaßen richtige Systematik und Phylogenie für die stratigraphische Verwertung einer Gruppe — besonders nach der Methode BUCKMANS — äußerst wichtig wäre. Vor allem war BUCKMAN, ebenso wie schon HYATT und wohl auch mancher andere, meiner Meinung nach viel zu sehr bemüht, die in einem bestimmten Gebiet, z. B. in England, auftretenden Arten in unmittelbarem stammesgeschichtlichen Zusammenhang zu bringen. Ich fürchte, das ist manchmal nicht viel anders, als ob man Riesenhirsch, Rentier und Edelhirsch voneinander ableiten wollte, weil sie in einem Profil übereinander liegen. Hätten wir zur Beurteilung der Verwandtschaft bei den Zerviden nicht mehr Merkmale verfügbar, als bei den Zephalopoden, so wäre eine solche Verbindung mittels einiger sprunghafter Mutationen sicher zu konstruieren. In Wirklichkeit wird man die Stammarten der in Westeuropa auftretenden Formen wahrscheinlich oft in den Alpen oder auch noch weiter weg zu suchen haben. So lange die phylogenetischen Untersuchungen sich nicht auch auf diese Gebiete erstrecken, kann ich den gewonnenen Stammbäumen und daraus abgeleiteten stratigraphischen Schlüssen kein volles Vertrauen entgegenbringen. Denn so klar sind die phylogenetischen Zusammenhänge ja nicht, daß man schon beim Vergleich zweier Arten sagen könnte, die eine müsse aus morphologischen Gründen unmittelbar aus der anderen hervorgegangen sein — besonders dann, wenn man mit der Möglichkeit größerer Sprünge in der Entwicklung rechnet. Erst wenn man die aus stratigraphischen Gründen in Betracht kommenden Formen tunlichst vollständig vor sich hat, erkennt man, was für verschiedene Verknüpfungen denkbar sind, und kann die wahrscheinlichste unter ihnen auswählen.

Ich kann mich des Verdachtes nicht erwehren, daß auch gewisse allgemeine Schlüsse der Ammonitenphylogenetiker durch die geschilderten Verhältnisse bedingt sind, so z. B. die Lehre von der sprungweisen Änderung der

Arten ohne allmähliche Übergänge (SALFELD, FREBOLD, FIEGE usw.). Es ist vielleicht bei der engen Verknüpfung der Phylogenie mit der Stratigraphie nicht unnützlich, den Kern der Frage, um die es sich hier handelt, kurz anzudeuten. SALFELD glaubt folgendes festgestellt zu haben: In einer bestimmten Schicht liegen mehrere einander ähnliche Ammonitenformen, die durch Übergänge verbunden sein können oder auch nicht. In einer etwas höheren Schicht erscheinen Formen, die sich zueinander ähnlich verhalten wie die tieferen, die aber von diesen durch ein bestimmtes Merkmal oder eine Reihe von Merkmalen zu trennen sind. Es kommt auch vor, daß an Stelle der einen Formengruppe zwei getreten sind. Oder die Stammgruppe ist erhalten geblieben und neben ihr erscheint eine Gruppe von Nachkommen (SALFELD, 1921, S. 54). SALFELD ist zu dem Schluß gelangt, daß alle die gleichzeitig lebenden und gleichzeitig abändernden Formen als eine einzige Art aufzufassen sind (die ungefähr den Umfang einer BUCKMANSCHEN Gattung haben dürfte). Die Unterschiede zwischen ihnen betrachtet er als bloße Fluktuationen. Die Geschichte der Paläontologie lehrt, daß so weit gefaßte Arten sich noch nie bewährt haben. Sie verleiten zu leicht zu Willkürlichkeiten. Es liegt auch nicht immer zonenweise gesammeltes Material vor, ja in schwer zugänglichen oder tektonisch sehr gestörten Gebieten wird solches oft gar nicht zu beschaffen sein. Derartige Fossilien könnte man dann überhaupt nicht benennen oder man müßte sie ganz willkürlich zu Großarten zusammenfassen. Es dürfte wohl auch nicht zweifelhaft sein, daß SALFELDS Arten einen größeren Umfang haben als die biologischen Arten der Gegenwart, d. h. die Gruppen von Individuen, die sich untereinander kreuzen. Das verweigert den Gegensatz zwischen paläontologischer und zoologischer Art, den wir möglichst zu vermindern trachten sollten. Und wie sollen Individuen, die keine biologische Einheit bilden, eine gemeinsame Entwicklungsgeschichte haben?

FRANK (1929, S. 559 bis 560) ist ebenfalls für eine weite Artfassung eingetreten, vermag mich aber ebensowenig zu überzeugen. Der von ihm hervor gehobene Wunsch der Deszendenztheoretiker und Paläobiologen nach einer Verminderung der Artenzahl ist begreiflich, kann aber nicht entscheidend sein. Es ist angesichts der beschränkten Beobachtungsmöglichkeiten des Paläontologen gar nicht zu vermeiden, daß eng gefaßte Arten manches Zusammengehörige trennen. Weite Arten werden ebenso sicher nicht Zusammengehöriges zusammenfassen, und zwar nicht nur nächst Verwandtes, sondern auch zufällig Ähnliches. Das ist aber weitaus schädlicher, weil die Artnamen dadurch jeden wirklichen Inhalt verlieren. Wenn die Stratigraphen immer wieder die Erfahrung machen, daß sie eng gefaßte Arten brauchen, so liegt darin ja doch auch ein Beweis für deren tiefere biologische Berechtigung. Denn mit reinen Fluktuationen könnte die Stratigraphie gerade so wenig anfangen wie die Paläobiologie. Ich werde deshalb in allen jenen Fällen, die vernünftigerweise als zweifelhaft betrachtet werden können, die engere Artfassung als das kleinere Übel ansehen. Damit will ich natürlich nicht bestreiten, daß auch das Artspalten übertrieben werden kann, besonders wenn es an zu kleinem oder schlecht erhaltenem Material geübt wird.

Die Weiterbildung der Formenreihe denkt sich SALFELD nun so, daß

von Zeit zu Zeit eine allgemeine Änderung des Genotypus aus inneren Gründen, eine sogenannte Kettenmutation, erfolgt. Die einander ähnlichen Varietäten aufeinander folgender Mutanten bilden also keine besonderen Stammreihen, sondern nur die Großarten als Ganze sind voneinander herzuleiten. Die Größe der Mutationen stellt SALFELD sich ziemlich bedeutend vor, so daß neue Gattungsmerkmale durch sie plötzlich erscheinen (Beispiele 1921, S. 53). Die Verwandtschaft wird sich in solchen Fällen wohl nur schwer sicher erschließen lassen. Zu einer subjektiven Überzeugung gelangt man natürlich, wenn man es sich zum Grundsatz macht, mit so wenig neuen Zuwanderern als möglich auszukommen. Hier kann aber leicht ein Kreis-schluß entstehen. FIEGE (1927, S. 202) scheint sich dieser Unsicherheit deutlicher als SALFELD bewußt zu sein, denn er drückt sich in bezug auf die phylogenetischen Zusammenhänge sehr vorsichtig aus. Vgl. auch die sehr klare Darstellung der ganzen Theorie durch denselben Verfasser in einer späteren Arbeit (1929, S. 102).

Die zweite Möglichkeit der Erklärung, die beispielsweise schon ULRICH (1916, S. 474—475) andeutet, SALFELD jedoch ablehnt, wäre die, daß es sich um Stammgarben handelt, deren Umformung aber nicht in dem Gebiet, in dem beobachtet wird, erfolgt ist, sondern die nur stoßweise dorthin eingewandert sind. Wir glauben ja zu wissen, daß scheinbar untergeordnete Merkmale in der Entwicklung oft sehr hartnäckig festgehalten werden. Wenn die Formenmenge in der eigentlichen Heimat der Gruppe sehr groß war, wird sich unter den Einwanderern vermutlich oft eine Anzahl von Arten finden, die sich zueinander ähnlich verhalten, wie Arten in einer tieferen Zone. Wo dies einmal nicht zutrifft, wird man eben annehmen, daß die Stammreihe abgerissen ist. Denn ganz ohne gelegentliche Einwanderungen kann man ja auf keinen Fall auskommen.

Mit allem in solchen Fällen stets notwendigen Vorbehalt sei ein Vergleich gestattet. Nach J. SCHILLER (1925, S. 69) gibt es in der Kalkgeißlerflora des Adriatischen Meeres außer den bodenständigen auch solche Algen, die periodisch aus dem Griechischen Meer durch Strömungen hereinverfrachtet werden. Natürlich hören diese Individuen nicht auf, sich zu teilen. Aber die Gesamtzusammensetzung der Flora ist doch nicht aus den Vermehrungsverhältnissen der an Ort und Stelle befindlichen Algen allein zu verstehen, sondern eben nur, wenn man diese Zuwanderungen berücksichtigt. Ebenso werden die Ammoniten des mitteleuropäischen Gebietes sicher gewisse phylogenetische Veränderungen erfahren haben. Ich vermute aber fast, daß der Anteil dieser bodenständigen Umwandlungen an der Gesamtentwicklung der Fauna vielfach überschätzt wird. Dabei kommen je nach den Meeresgebieten, die man untersucht, alle Übergänge vor. Denn — um bei unserem Vergleichsbeispiel zu bleiben — es überwiegen in der Adria offenbar noch die bodenständigen, in diesem Meeresbecken selbst sich immer neu erzeugenden Kalkgeißlergattungen. An anderen Stellen aber — in den Lagunen von Korallriffen oder in norwegischen Fjorden, die bekanntlich zeitweise sehr reich an Coccolithophoren sind — entscheiden Winde und Strömungen allein über die Menge der Algen.

Die neueste Darstellung, die FIEGE (1929, S. 95 bis 97) von der Geschichte der Arieten im deutschen Lias gegeben hat, zeigt deutlich die große Rolle, die die Einwanderung hier spielt. Nach Tafel 24 wären unter vierzehn Arten neun Einwanderer, dagegen nur fünf, die in Deutschland aus älteren Formen hervorgegangen sind. In Nordwestdeutschland, wo eine Anzahl schwäbischer Arten, und zwar größtenteils gerade die ältesten der einzelnen Stammreihen, fehlen, ist das Verhältnis noch mehr zugunsten der Einwanderer verschoben (S. 98). Nun ist ja aber, wenn allmähliche Übergänge zwischen den Arten ausgeschlossen sein sollen, eine sichere Unterscheidung zwischen bodenständigen und eingewanderten Formen gar nicht möglich. Ja selbst wenn Übergänge vorhanden zu sein scheinen, beweist das keine unmittelbare Verwandtschaft. Es kann sich einfach um übergreifende Variabilität handeln. FRANK (1929) beschreibt aus dem *Trigonodus*-Dolomit solche Zwischenformen zwischen *Myophoria laevigata* und *ovata*. Er nimmt aber selbst an, daß beide schon seit der Untertrias nebeneinander herlaufen. Weiter unten sollen Übergänge fehlen. Was können solche Verhältnisse für einen phylogenetischen Zusammenhang beweisen? Man darf sich von der Erkennbarkeit der Stammesgeschichte eben überhaupt keine übertriebene Vorstellung machen, zumal dort, wo auch paläobiologische Anhaltspunkte kaum vorhanden sind. Denn daß beispielsweise die flache Form mancher Myophorien eine Anpassung an das leichtere Durchschneiden des Wassers sei (FRANK, 1929, S. 574), werden in Anbetracht der Fortbewegungsart der Bivalven wohl wenige zu glauben geneigt sein.

Die anerkannten neuen Einwanderer zeichnen sich nur dadurch aus, daß für sie an Ort und Stelle keine älteren Formen gefunden sind, von denen sie abstammen könnten. Ob aber im anderen Falle Verknüpfungen, die morphologisch möglich erscheinen, auch tatsächlich bestehen, wird immer sehr schwer zu entscheiden sein. Dasselbe Bild einer Entwicklung muß sich ergeben, wenn einander ähnliche Formen nacheinander zuwandern. In der Tat gelangt beispielsweise LANGE (1925, S. 473) zu dem Ergebnis, daß die Psilozeren in Norddeutschland keine geschlossene Entwicklungsreihe darstellen. Es handelt sich vielmehr um miteinander nicht unmittelbar zusammenhängende Arten, die selbständig einwanderten, kurze Zeit blühten und bald wieder erloschen. Die Wichtigkeit — aber auch die Schwierigkeit, solche Wanderungen näher zu verfolgen, legt LANGE (S. 459 bis 462) dar.

Auch BRINKMANN muß (1929, S. 230) selbst in seinem Material, das sicherlich in bezug auf Umfang und auf Genauigkeit der Untersuchung eine seltene Ausnahme vorstellt, die Möglichkeit von Zuwanderungen offen lassen. Die von ihm nachgewiesenen Schichtlücken geben dazu genügend Gelegenheit. Vielleicht ließe sich auf diese Art auch mancher Rückschlag in der Entwicklung und ähnliches erklären.

Daß beide angedeuteten Vorstellungen, sowohl die der sprungweisen Umformung als die der stoßweisen Einwanderung, ihre Schwierigkeiten haben, gebe ich ohne weiteres zu. Eine Wahl zwischen ihnen ist gewiß nicht möglich, wenn man nicht selbst eine größere solche Arbeit an der Hand eigener Aufsammlungen durchführt. Daß SALFELD seiner Sache teilweise etwas zu

sicher ist, scheint mir daraus hervorzugehen, daß er die Kettenmutationsfolgen auch im alpinen Gebiet für nachgewiesen hält (1922, S. 108). Es ist mir nicht bekannt, daß hier entsprechend umfangreiche Aufsammlungen nach Bänken ausgeführt worden wären. Sie dürften recht schwierig — wenn auch vielleicht im Gebiet der oberitalienischen Seen nicht unmöglich — sein.

Es begegnet uns bei diesem Fragenkreis also ein Gegensatz der Meinungen, mit dem wir später in Einzelfällen noch wiederholt zu tun haben werden. Manche Forscher neigen zu der Annahme, daß die Entwicklung an vielen Stellen ungefähr gleichsinnig und gleichzeitig erfolgte, ohne daß diese Stammreihen einander weitgehend durch Kreuzung beeinflussen. DACQUÉ (1921, S. 57) ist darin vielleicht am weitesten gegangen. Wo es sich um geschlossene Becken handelt, wie etwa beim deutschen Triasmeer, wird diese Vorstellung am ehesten berechtigt sein. Vgl. etwa FRANKS Ausführungen über die Entwicklung der Myophorien (1929). In der Regel wird man sich aber vorzustellen haben, daß zwischen den einzelnen Verbreitungsbezirken einer Art ständig Individuen ausgetauscht werden, daß also an einer Stelle auftretende Mutationen bald weithin die Entwicklung beeinflussen, wenn ihnen keine Zuchtwahl entgegenwirkt. Der Fall, daß eine Spezies in einem engen Gebiet fertig ausgebildet wird und sich dann erst ausbreitet, dürfte eher eine Ausnahme bilden. Daß er vorkommt, hat beispielsweise KAUTSKY (1928 b, S. 271) wahrscheinlich gemacht. Im Mesozoikum dürfte die Sache aber wohl so liegen, daß nicht das Entwicklungsgebiet der meisten Arten, sondern der Bereich, in dem wir sammeln, eng begrenzt und zeitweise abgeschlossen war. Daß trotzdem auch hier streckenweise allmähliche Übergänge zwischen den Arten nachgewiesen werden können, hat BRINKMANN in seiner oft genannten Arbeit (1929) gezeigt. DACQUÉ (1915, S. 293) stellt sich diese Dinge noch viel zu schematisch vor.

BRINKMANN fand durch die sorgfältige statistische Untersuchung der von ihm im Oxford clay von Northamptonshire gesammelten Kosmozeraten, daß scheinbar Sprünge in der Weiterentwicklung immer bei mehreren Stämmen gleichzeitig auftreten, und zwar nur dort, wo auch die Gesteinsbeschaffenheit auf eine Unterbrechung des Absatzes schließen läßt. Jene beruhen also auf Lücken in der Überlieferung, nicht auf Mutationen größeren Betrages.

Auch ein Vergleich mit den Vorstellungen, zu denen EHRENBERG (1928 a und b, 1929) über die Entwicklung der Bären im Quartär gelangt ist, scheint mir lehrreich, weil wir in dieser jüngst vergangenen Zeit stammesgeschichtliche Vorgänge, die sonst oft bis zur Unkenntlichkeit zusammengedrängt sind, gleichsam wie mit einer Zeitlupe betrachten können. EHRENBERG scheint mir allerdings — in diesem Punkt ähnlich wie SALFELD — die phylogenetische Selbständigkeit der örtlichen Rassen wesentlich zu überschätzen. Die Stetigkeit der Umbildung und das Ineinandergreifen rascher oder langsamer fortschreitender Erbstämmе, die zusammen einen allmählich sich verschiebenden Mittelwert ergeben, scheint mir aber richtig gesehen zu sein. Übrigens gibt es zwischen ganz selbständig sich weiterbildenden Lokalformen und einheitlichen Arten ohne Gliederung in Rassen zweifellos alle

Übergänge, bei denen die Kreuzung zwischen entfernteren Standorten mehr oder weniger behindert ist.

Auf eine andere wichtige Gruppe mesozoischer Leitfossilien, die Dasykladazeen, scheint mir SALFELDS Vorstellung nicht anwendbar zu sein. Denn die Aufeinanderfolge der Arten ist hier wohl eine solche, daß eine direkte Abstammung durch Mutation nicht in Betracht kommt. So finden wir im mittleren Anis eine sehr primitive, im obersten Anis die höchst spezialisierte, im Ladin mehrere verschieden hoch stehende Arten von *Teutloporella*. Daß hier ein Irrtum in der Einschätzung der Entwicklungshöhe, oder Rückbildung, vorliegt, ist mir äußerst unwahrscheinlich. Wir haben bei dieser Gruppe eben doch einen viel besseren Einblick in die Organisation, als bei fossilen Mollusken. Auch im Großen zeigen sich Erscheinungen, die nur durch ausgedehnte Wanderungen erklärt werden können, so das sporadische Auftreten der Verwandten von *Macroporella*, *Oligoporella* usw. in der Mitteltrias, im Oberjura, in der Kreide, im Eozän. Eine Verknüpfung mit den in zwischenliegenden Abteilungen bekannten europäischen Arten ist da vollständig ausgeschlossen. Das Wenige, was wir bisher von tropischen Wirtelalgen des Mesozoikums kennen, zeigt ja auch, daß dort noch eine ganze Welt von Formen zu erforschen ist.

Ein besonders eindringliches Beispiel dafür, wie grobe Täuschungen oft nur durch zufällige Funde vermieden werden, hat mir ein sehr schönes, noch nicht veröffentlichtes Wirtelalgenmaterial aus Südfrankreich vor Augen geführt, das mir Fr. J. PFENDER in Paris freundlichst zur Ansicht gesandt hat. Im Urgon der Provence treten (mit einer zweifelhaften Ausnahme) nur sehr primitive Formen, *Macroporella* und nahe Verwandte, auf. Auch sonst kennt man aus der Unterkreide nur einfach gebaute Gattungen, wie *Munieria* und *Salpingoporella*. Dagegen zeichnet sich die Flora der Oberkreide, vom Zenoman an, durch hochentwickelte Gattungen, wie *Trinocladus*, *Triploporella*, *Neomeris*, bald auch *Acicularia* usw. aus. Wahrscheinlich gehen diese Formen größtenteils mehr oder weniger mittelbar auf *Macroporella* zurück. Man hätte also leicht auf den Gedanken kommen können, daß an der Grenze zwischen Unter- und Oberkreide eine „explosive Entwicklung“ der Dasykladazeen stattgefunden hat, bewiesen nicht einzelne Funde aus dem Jura, daß es damals schon weitaus höher entwickelte *Siphoneae verticillatae* gab, als sie bisher aus der Unterkreide vorliegen. Die oberkretazischen Gattungen reichen wenigstens teilweise sicher bis in den Jura zurück. So kennt man von einem einzigen Fundort (Stramberg in Mähren) eine tithonische *Triploporella*. Die Umwandlung der europäischen Wirtelalgenflora um die Mitte der Kreide beruht demnach auf Wanderung, nicht auf einer außergewöhnlichen phylogenetischen Entwicklung.

Ich verkenne nicht, daß die außereuropäischen fossilen Mollusken besser bekannt sind als die Algen. Dafür handelt es sich bei jenen aber auch um unvergleichlich kleinere Unstetigkeiten der Entwicklung, als in dem eben besprochenen Fall.

Auf die vererbungstheoretischen Schwierigkeiten, die SALFELDS Ansicht entgegenstehen, möchte ich keinen zu großen Wert legen. Denn ich bin durch-

aus der Meinung, daß der wirkliche Gang der Entwicklung in erster Linie durch die Paläontologie, nicht durch die Vererbungstheorie, ermittelt werden muß. Immerhin sei darauf verwiesen, daß massenhafte, gleichzeitige, gleich gerichtete Mutationen in der Gegenwart kaum beobachtet sind. Dagegen neigen führende Männer der Vererbungswissenschaft, wie etwa BAUR, in den letzten Jahren immer mehr dazu, die Bedeutung der ganz kleinen, dem Menschen oft nur bei besonderer Übung und Aufmerksamkeit erkennbaren Mutationen für die Entwicklung sehr hoch zu schätzen. Das kam auf den Vererbungskongreß in Wien (1922) sehr deutlich zum Ausdruck und ist meines Wissens seither nicht anders geworden. BAUR ging damals so weit, seinen Vortrag mit den Worten „Zurück zu DARWIN“ zu schließen, was von anderen allerdings nur mit Einschränkungen gebilligt wurde. Übrigens läßt auch SALFELD die Möglichkeit zu, daß manche Stämme sich durch sehr kleine Mutationen weiterentwickeln (1921, S. 52). Ob dieser Unterschied nicht darauf beruht, daß wir diese Stämme infolge der Langsamkeit ihrer Entwicklung besser kennen?

Wenn ich mich also derzeit auch nicht zu SALFELDS phylogenetischen Ansichten bekennen kann, stimme ich mit ihm doch in einem, vielleicht dem allerwesentlichsten Punkt überein: Auch ich weiß, daß nur sorgfältigstes eigenes Sammeln an Ort und Stelle uns in der Phylogenie und Biostratigraphie weiterführen wird. Im Gegensatz dazu geht aus den Arbeiten BUCKMANS deutlich hervor, daß seine Zonen nicht auf bankweiser Aufsammlung beruhen, sondern durch sogenannte Faunenanalyse gewonnen wurden. Dieses Verfahren ist sicher geeignet, Anhaltspunkte für weitere Untersuchungen zu liefern, es wird aber niemals Beweise des Auftretens gesonderter Zonenfaunen geben können, weil es diese schon voraussetzt. Ein lehrreiches Beispiel für die Art, wie oft vorgegangen wurde, finden wir in Band 4 der „Type Ammonites“ (1923, S. 46): In den Portlandschichten von Oxfordshire enthält eine Bank, der Shotover Grit Sand, drei Ammonitenarten: *Paravirgatites* spec., *Amm. cf. devillei* und *Amm. pectinatus*. In einer tieferen Schicht, den Wheatley Sands, tritt *Wheatleites* auf. In Wiltshire liegt *Amm. cf. devillei* höher als *Amm. pectinatus*, wenn auch im selben Schichtglied. *Paravirgatites* wurde nicht im Anstehenden beobachtet, die Stücke dieser Art aus Wiltshire zeigen aber eine abweichende Gesteinsbeschaffenheit und es wird vermutet, daß sie noch weiter aus dem Hangenden stammen. Aus diesen wenigen Beobachtungen wird geschlossen, daß vier getrennte Zonen vorliegen.

Ein anderes, allgemein gehaltenes Beispiel, das BUCKMAN (1923, S. 47) anführt, ist folgendes: Es sei von einer Stelle die Fauna einer Kalkbank beschrieben worden, von einer anderen, etwas entfernten, die einer Mergelschicht im Liegenden davon. Die Faunen sind beträchtlich verschieden, etwa ein Viertel der Ammonitenarten möge aber gemeinsam sein. Dann wäre es nach BUCKMAN nicht richtig, zu schließen, daß diese Arten vom Mergel in den Kalk aufsteigen. Es sind vielmehr drei Zonen anzunehmen. Die gemeinsamen Arten gehören der mittleren an, die an der einen Stelle durch Mergel, an der anderen durch Kalk vertreten ist und deshalb dort zum Liegenden, hier zum Hangenden gezogen wurde. (Die Vermutung, daß es sich überhaupt nur um eine Zone

handelt und die Unterschiede der Faunen fazielle sind, wird gar nicht erörtert.)

Wenige Paläontologen werden bereit sein, zuzugeben, daß es angeht, auf solche Schlüsse hin ein Zonenschema aufzustellen. Andererseits wird man die Möglichkeit solcher Verhältnisse sicher im Auge behalten müssen.

Bei der Untersuchung der Frage, ob mehrere gleichzeitige Faunen anzunehmen sind, geht BUCKMAN meiner Meinung nach viel zu einseitig von wenigen geographischen Schranken, wie Landbrücken und klimatischen Unterschieden, aus. Überhaupt haben seine Vorstellungen — wie übrigens teilweise auch die SALFELDS — etwas Abstraktes und Unanschauliches an sich. Es fehlt ihnen der enge Anschluß an die Verhältnisse in den Meeren der Gegenwart, der die Arbeiten mehr paläobiologisch gerichteter Verfasser (WALTHER, SÖRGEL, RICHTER, WEIGELT, um nur einige wenige zu nennen) auszeichnet. Ohne weiteres sei zugegeben, daß diese Betrachtungsweise bei fossilen Zephalopoden besonders schwierig ist, einesteils, weil streng vergleichbare lebende Formen fehlen, andernteils, weil wir über die Lebensweise rezenter Zephalopoden wohl ganz besonders wenig wissen. Es ist aber doch anzunehmen, daß auch bei den Ammoniten für die Anhäufung und Einbettung bestimmter Arten an bestimmten Stellen außer den Verbreitungsbedingungen im großen, nach geographischen Provinzen, viele ganz örtliche Umstände maßgebend waren. Finden wir doch nie, daß eine Art ihr ganzes Verbreitungsgebiet gleichmäßig bedeckt. Vielmehr sind auch bei frei beweglichen Formen die einzelnen Standorte durch große Lücken getrennt, deren Lebensbedingungen eben der Art nicht zusagen.

Auch wenn die Ammonitenschalen nach dem Tode eine Zeitlang leer umhertrieben — eine Erscheinung, deren Bedeutung aber wohl vielfach überschätzt wird — müssen durchaus nicht alle in einem Meer lebenden Arten überall in die Sedimente eingebettet worden sein. Ich könnte mir gut vorstellen, daß sie im Bereich der Gezeiten massenhaft angespült wurden, während sie wenige Kilometer davon unter tieferem Wasser fast ganz fehlen, vielleicht an einer Stelle, über die sie reichlich hinweggetrieben wurden. Man muß sich dabei noch erinnern, daß wir ja aus der Fauna jeder Schicht nur wenige Stichproben kennen, so daß seltene Arten uns leicht entgehen.

Es sind mir keine Beobachtungen darüber erinnerlich, wie sich die schwimmenden Skelette von *Nautilus*, *Spirula*, *Sepia* usw. im einzelnen an den Küsten verteilen. Aber Beispiele aus anderen Organismengruppen mahnen uns mindestens zur Vorsicht.

Wer hätte, bevor die Sache beobachtet wurde, gedacht, daß die beiden Klappen von Muscheln einer Art und von einer einzigen Bank so weitgehend getrennt werden können, wie es tatsächlich geschieht (RICHTER, 1922 und 1924)? Die Gründe für die Trennung sind dabei ganz verschiedene: Verschiedene Widerstandsfähigkeit bei *Anomia ephippium*, verschiedene Gesamtform bei vielen ungleichklappigen Muscheln und Brachiopoden, verschiedene Gestalt des Schlosses bei *Mya arenaria*, wodurch die eine Klappe mehr Widerstand am Boden findet als die andere, Festheftung der einen Klappe, während die andere weiterbewegt und oft zerstört wird. Wenige dieser Beispiele dürften

sich auf die Zephalopoden anwenden lassen. Ich wollte mit ihnen nur zeigen, daß bei solchen Erscheinungen Umstände mitspielen, die auszudenken ganz unmöglich wäre, wenn man sie nicht beobachten kann.

Nebenbei möchte ich hier auch auf RICHTERS Beobachtungen über das Auftreten mehrerer gleichzeitiger Faunen, die stockwerkartig übereinander liegen, hinweisen (1922, S. 133). 30 bis 40 cm unter der Oberfläche ist der Schlick der Nordsee oft ganz erfüllt mit *Mya arenaria*, während auf der Oberfläche selbst gleichzeitig eine *Cardium*-Fauna lebt. Wie schwer wäre es, bei einem fossilen Fund dieser Art sich vor der Täuschung zu bewahren, daß hier zwei zeitlich verschiedene Faunen vorliegen.

Daß alle Ammoniten als Schwimmer lebten, wird heute wohl kaum mehr jemand behaupten. Wahrscheinlich waren die hochverzierten Formen, die als Leitfossilien die größte Rolle spielen, vorwiegend Grundbewohner und keineswegs sehr lebhaft beweglich. Ob die Gehäuse aller Arten nach dem Tode zur Oberfläche aufstiegen, wissen wir nicht. DIENER hat (1912, S. 86) darauf hingewiesen, daß viele — wenn auch nicht alle — Ammonitenarten eine deutliche Abhängigkeit von der Fazies zeigen. Das spricht gegen eine weitgehende Verfrachtung. Ich führe noch einige solche Beispiele an. Nach WÖHRMANN (1894 a, S. 753) sind die Zephalopoden der Raibler Schichten auf die glaukonitisch-sandige Fazies beschränkt. Er schließt daraus, daß sie an Ort und Stelle gelebt haben, was jedenfalls die einfachste Deutung ist (vgl. auch 1984 b, S. 27 bis 30). FIEGE fand (1927, S. 208), daß *Arietites bucklandi* die tonige Fazies meidet. In ihr treten nur kleine Kümmerformen auf. *Schlotheimia angulata* kommt nach FRANK (1928 b, S. 241, Anm. 1) sowohl in Sandsteinen und Tonen, als auch in Oolithen, nicht aber in küstenfernen Kalken vor. Die Beispiele ließen sich leicht vermehren. LANGES abweichende Erfahrungen im norddeutschen Lias α (1925, S. 455) gelten wohl nur unter besonderen örtlichen Verhältnissen. Auch BRINKMANN schätzt die Wirksamkeit der Verfrachtung von Ammonitenschalen gering ein (1929, S. 41), wogegen LANGE (1925, S. 456) ihr wenigstens in engerem Gebiet eine gewisse Bedeutung beimißt.

Die Bemerkungen, die LANG in der Wechselrede zu einem Vortrag BUCKMANS (1920, S. 102—103) über die Möglichkeit des gleichzeitigen Bestehens mehrerer Faunen gemacht hat, sind sicher sehr beachtenswert. Es geht keinesfalls an, eine Law of dissimilar faunas einfach zu postulieren. Man wird vielmehr in jedem Fall, in dem benachbarte Gesteine verschiedene Faunen oder Floren enthalten, erst untersuchen müssen, ob diese Verschiedenheit durch das Alter oder durch geographische Verhältnisse im weitesten Sinne bedingt ist. Bei diesen wird man nicht nur an klimatische oder regionale Unterschiede, sondern auch an ökologische Standortverschiedenheiten zu denken haben. Erst wenn man zwei Faunen in einer Anzahl von Profilen und unter wechselnden Faziesverhältnissen immer wieder getrennt übereinander gefunden hat, wird man behaupten dürfen, daß ihre Verschiedenheit durch das geologische Alter bedingt ist. Und erst, wenn man sicher zeigen kann, daß die zwischenliegenden Schichten nicht etwa bei geeigneter Fazies einen allmählichen Übergang der einen Fauna in die andere aufweisen, wird

man von Zonenfaunen sprechen dürfen. Daß dieses Verfahren zu einem Erfolg führen kann, habe ich bei der Untersuchung der triadischen Diploporifloren gesehen. Ich hoffe, den Vorgang an diesem Musterbeispiel noch genauer darlegen zu können. Das Verfahren ist zwar zeitraubend und mühsam, dafür aber geeignet, eine große Menge anderer Erkenntnisse neben der Zonengliederung zu liefern. Auch wüßte ich kaum eine Aufgabe, die für den erfahrenen Geologen reizvoller zu bearbeiten wäre.

BUCKMAN kann sich für seine Ansichten auch nicht darauf berufen, daß die Erfahrung die Richtigkeit seiner Deutung nachträglich bestätigt habe. Denn erstens ist die Zahl der genau untersuchten Profile noch recht gering; zweitens wird das Gesetz der ungleichen Faunen auch jetzt schon nur durch Hilfsannahmen über Fossilumlagerungen, Lücken der Schichtfolge usw. aufrecht erhalten, die selbst zum guten Teil keine anderen Beweise haben, als die Zonenfolge, die mittels des Gesetzes, das sie stützen sollen, gewonnen wurde. Die Erfahrung ist ja ganz im allgemeinen nicht so zwingend, daß unrichtig formulierte Naturgesetze sofort mit ihr in unlöslichen Widerspruch kommen. Das ist bei der Verbreitung der Ammoniten nicht anders als bei der Bewegung der Gestirne. 1925 (S. 70) sagt BUCKMAN, daß erfahrungsgemäß Schichten, die wirklich gleich alt sind, auch in weit von einander entfernten Gebieten gleiche oder ähnliche Faunen führen und daß deshalb Schichten mit verschiedenen Faunen nicht gleich alt sein können. Man kann aber wohl nur behaupten, daß gleich alte Schichten manchmal auch in weit voneinander entfernten Gegenden überraschend ähnliche Faunen enthalten. Daraus läßt sich durchaus nicht ableiten, wie die Fälle, in denen die Faunen nicht übereinstimmen, zu deuten sind. Aus dem Bau der Ammonitenschalen kann man ihre allgemeine Verbreitung im ganzen Bereich, in dem die Art lebte, ebenfalls nicht deduzieren, weil das einen Scharfsinn und einen Einblick in alle verborgenen Möglichkeiten voraussetzen würde, der über menschliche Kräfte weit hinausgeht. Man könnte sie vielmehr nur aus zahlreichen im Gelände nachgewiesenen Einzelfällen durch Induktion ableiten. Solche liegen aber nicht vor.

Nach diesen allgemeinen methodischen Einwänden seien noch einige besondere kurz betrachtet. Daß Ammonitenschalen auch innerhalb eines einheitlichen Meeresbeckens nicht überall hingelangen, zeigt die südalpine Mitteltrias in vorzüglicher Weise. Die Brachiopodenbänke von Recoaro und von Judikarien sind — wie kaum jemand bezweifeln wird — gleich alt, im selben Meeresbecken gebildet und auch faziell sehr ähnlich. Trotzdem fehlen die Zephalopoden, die bei Cimego reichlich gefunden wurden, bei Recoaro ganz. Die Fauna des *Protrachyceras reitzi* ist in den Nordalpen nicht nachgewiesen worden. Nichts spricht dafür, daß ihr gleichzeitige Schichten dort fehlen, zumal die Triasfolge in den Nordalpen ja viel zusammenhängender als in den Südalpen ist. Übrigens nimmt BUCKMAN (1920, S. 76) selbst an, daß gewisse liasische Brachiopodenschichten in Gloucestershire deshalb keine Ammoniten enthalten, weil das Wasser zu tief gewesen sei. Hier muß also eine Ammonitenfauna doch örtlich fehlen, obwohl die entsprechenden Schichten vorhanden sind. Aber vielleicht ist das eine später aufgebene Deutung.

Eine besondere Schwierigkeit entsteht BUCKMAN aus der sogenannten Rekurrenz von Faunen, d. h. aus dem unveränderten oder wenig veränderten Auftreten einer Art, einer höheren systematischen Gruppe oder einer Tiergesellschaft in zwei oder mehreren Schichtgliedern, zwischen denen sie fehlt. Im allgemeinen wird der Paläontologe geneigt sein, ein vorübergehendes Zurückweichen dieser Arten wegen des Eintrittes ungünstiger Lebensbedingungen und ein Wiedereindringen aus benachbarten Gebieten anzunehmen. Die Verschiebungen der kälte- und wärmeliebenden Lebewesen während der Eiszeit können — mag ihr Umfang auch noch umstritten sein — als Typus dieser Erscheinung gelten.

Ich zähle zunächst ein paar besonders klare Beispiele auf, obwohl die Verhältnisse bei ihnen etwas anders liegen als bei einer Rekurrenz von Ammonitenfaunen in einer meerischen Schichtreihe. Vom Grenzdolomit des germanischen Keupers mit seiner rekurrenten Muschelkalkfauna wird weiter unten wiederholt die Rede sein, worauf für jetzt verwiesen sei.

RUEDEMANN (1919) spricht von einer Faunenrekurrenz in folgendem Fall: Die sogenannten Salina-Schiefer des Silurs von New York werden in die Pittsford-Schiefer, die Vernon-Schiefer und die Camillus-Schiefer untergeteilt. Die Hauptmasse der mehrere hundert Meter mächtigen Formation besteht aus roten und grauen Schiefern mit Gips und plattigen Dolomiten, aber ohne Fossilien. Nahe dem Fuß der Schichtfolge sind den Pittsford-Schichten schwarze Schiefer eingeschaltet, die eine wenig umfangreiche Fauna von Brachiopoden, Zephalopoden, Krebsen, Eurypteriden usw. enthalten. *Lingula semina*, *Leperditia scalaris* und *Eurypterus pittsfordensis* herrschen vor. Nächst der Westgrenze der Salina-Schichten erscheint aber weiter oben, in den Vernon-Schiefern, wieder eine solche schwarze Einschaltung mit Versteinerungen. Auch die benachbarten grünen und roten Schichten enthalten einzelne Reste davon. Die Arten sind — wenn man von den sehr seltenen absieht — meist dieselben wie im unteren Fossilhorizont. Doch tritt der Eurypteride *Hughmilleria socialis* in den Pittsford-Schichten häufig auf, wogegen er in den Vernon-Schichten nicht gefunden wurde. Hier ist er durch die seltene und nicht sehr nahe verwandte *Hughmilleria phlepsae* ersetzt. Zusammen mit dieser kommt *Ceratiocaris salina* häufig vor, die in den tieferen Schichten zu fehlen scheint. Die Verhältnisse sind hier ziemlich klar. Offenbar war das Gebiet der Salina-Schiefer für Meerestiere nicht bewohnbar. Nur ganz vorübergehend konnte eine in benachbarten Meeren vorhandene Fauna eindringen. Die Änderung der physikalischen Verhältnisse, die das ermöglichte, ist durch das Auftreten der schwarzen Schiefer angezeigt. Ganz unverändert scheint aber die Meeresfauna während der Zeit der Salina-Schichten nicht geblieben zu sein. Freilich ist es bei der geringen Zahl von Beobachtungspunkten auch möglich, daß zufällig nicht jedesmal dieselben Arten den Weg in das neu zugängliche Gebiet fanden.

Ein vorzügliches Beispiel ähnlicher Art sind auch die Fossilhorizonte im Buntsandstein, wie sie jüngst SCHINDEWOLF (1928a) aus der Gegend von Marburg beschrieben hat. Hier erscheinen gewisse organische Reste — recht bezeichnende und gut wiedererkennbare Fährten und Bauten meerischer

Würmer — in ganz bestimmten Bänken über weite Flächen, und zwar mehrmals in verschiedener Höhe, während sie dazwischen vollständig fehlen. SCHINDEWOLF schließt daraus mit Recht, daß es sich um kurz dauernde Meeresingressionen aus einem Gebiet handelt, in dem diese Formen während der ganzen Untertrias gelebt haben, wogegen sie bei Marburg nur zeitweise fortkommen konnten. Es ist zu beachten, daß die verschiedenen marinen Arten keineswegs alle zusammen erscheinen, sondern getrennte Horizonte einnehmen. Offenbar genügte für ihr Eindringen nicht die Meeresbedeckung als solche, sondern feinere Unterschiede waren entscheidend.

Diese werden auch für das Vorkommen von Brachiopoden- oder Zephalopodenarten an einer bestimmten Stelle ihres Verbreitungsbereiches maßgebend sein. DIENER führt (1925b, S. 151) einige Fälle an, die hier anzuschließen wären.

BUCKMAN sucht einen solchen Schluß bei den ihm vorliegenden Fällen von Rekurrenz aber möglichst zu entgehen. Ein Beispiel für seine Behandlung der Frage liefert das Auftreten von *Bifericeras* (?) *tubellum*. Die bisherigen Beobachtungen schienen zu zeigen, daß diese Art in Yorkshire, Gloucestershire und Dorsetshire verschiedene liasische Horizonte einnimmt, die durch Zonen mit Echiozeraten, aber ohne die besprochenen kleinen Ammoniten, getrennt werden. BUCKMAN vermutet nun (1920, S. 77 bis 79), daß die Angaben über das Vorkommen in Yorkshire teilweise irrig sind, so daß die Art dort auf eine Bank beschränkt wäre. Diese aber soll nicht wirklich einheitlich sein, sondern würde aus mehreren lithologisch gleichen Zonen bestehen. Nur in einer von ihnen wäre *Ammonites tubellus* vorhanden. Dies würde erklären, warum er in Gloucestershire scheinbar oberhalb der ihn in Yorkshire begleitenden Arten auftritt. Das Fehlen der Art in Schottland und Somersetshire würde darauf beruhen, daß die betreffende Zone dort bald nach dem Absatz abgetragen wurde. Auf diese Weise gelingt es BUCKMAN, eine einheitliche und weit verbreitete Zone des *Amm. tubellus* zu konstruieren. Die gemachten Annahmen sind sicher möglich und ich würde sie ohne weiteres gelten lassen, wenn sie sich auf 20 weitere Profile stützen würden, in denen *Bifericeras tubellum* nachweisbar immer in derselben Zone für sich allein vorkommt. Solange das nicht der Fall ist, erscheinen sie als willkürliche Erfindungen, um keine Ausnahme von dem vorausgesetzten Verbreitungsgesetz der Ammoniten zugeben zu müssen.

Weitere Beispiele von Rekurrenz findet man bei BUCKMAN noch mehrfach (1918, S. 267—268; 1920, S. 82; 1927, S. 22). Sie beziehen sich meist nicht auf Arten, sondern auf Gattungen. BUCKMAN ist nicht geneigt, in solchen Fällen wiederholte Einwanderung aus südlicheren Meeren anzunehmen. Er wendet dagegen (1927, S. 23) ein, daß eine plötzliche starke Ausbreitung solcher Arten in kälteren Meeren biologisch schwer verständlich wäre. Lieber möchte er glauben, daß ziemlich primitive Vertreter der betreffenden Gruppen innerhalb der Randmeere an unbekanntem Stellen, vielleicht in größerer Tiefe, überlebten.

Nach KNOWLTON (1916, S. 527) kommt Rekurrenz von Floren nicht vor. Er führt das darauf zurück, daß es für die Landpflanzen kein dem Ozean

vergleichbares Asyl gibt, in das sie sich zurückziehen und von wo sie neuerdings vordringen können, wenn die Umstände wieder günstiger werden. In der Diluvialzeit dürfte es aber wohl an Beispielen für rekurrente Pflanzengesellschaften nicht ganz fehlen.

Eine Art Steigerung der Rekurrenz wäre die Umkehrung der Zonenfolge. KLÜPFEL erwähnt solche Fälle aus dem lothringischen Lias (1916, S. 109). Doch mag FREBOLD (1924, S. 319) recht haben, wenn er hier falsche Bestimmungen annimmt. Ich will deshalb bei der Sache nicht weiter verweilen. Wie BUCKMAN ähnliche Erscheinungen durch Umlagerung von Fossilien erklärt, wurde schon früher (S. 39) besprochen.

Nicht unähnlich den rekurrenten sind schließlich auch die sogenannten Superstitenfaunen. Ich verweise diesbezüglich auf DIENER (1925b, S. 149). Zahlreich scheinen die Beispiele für sie nicht zu sein. BRAUCH hat (1923, S. 162 und 165) recht überzeugend dargelegt, daß früher mit Unrecht ein örtliches Aufsteigen der Fauna des unteren Zechsteins in den mittleren angenommen worden ist. In der deutschen Trias scheinen solche Verhältnisse aber wirklich vorzukommen (siehe unten).

Durch die weitgehende Zerspaltung der Schichten in Zonen gelangt BUCKMAN schließlich zu der Vorstellung, daß in einem größeren Meeresbecken gleichzeitig nur verhältnismäßig wenige Arten vorhanden waren. Er hält es (1923, S. 16) für möglich — wenn auch nicht für erwiesen — daß im Portland auf jede Zone durchschnittlich nur zwei Ammonitenarten kamen. Daß dadurch die deszendenztheoretisch freilich schwierige Frage der großen Mannigfaltigkeit gleichzeitiger Arten innerhalb eines einzigen Anpassungstypus beseitigt wird, erscheint ihm als besonderer Vorteil. Es muß aber doch gesagt werden, daß solche Faunen allen unseren Erfahrungen aus der Gegenwart oder dem Tertiär widersprechen, die zeigen, daß tatsächlich — ob wir es nun verstehen oder nicht — bei Mollusken, Krebsen, Insekten usw. zahlreiche, nur durch scheinbar funktionell bedeutungslose Merkmale verschiedene Arten gleichzeitig leben. Die Ammoniten werden sich, so lange sie ein wichtiges Faunenelement waren, kaum anders verhalten haben.

Auffallend ist, daß nach BUCKMAN (1920, S. 94) in manchen Gegenden Englands zufällig mehrere Zonen mit großen Ammoniten fehlen sollen, in anderen mehrere mit kleinen, so daß hier mehrere großwüchsige, dort mehrere kleinwüchsige Faunen aufeinander folgen. Man fragt sich unwillkürlich, ob es sich da nicht vielmehr um die Wirkung länger anhaltender Lebensbedingungen handelt, die zu gleicher Zeit hier kleine, dort große Arten blühen ließen. BERTRAND (1928, S. 105) hat darauf hingewiesen, wie überraschend beständig manche Pflanzengesellschaften — also offenbar auch die Lebensbedingungen — sich durch mehrere Flötze hindurch an derselben Stelle halten.

Die Unterscheidung zwischen echten Zonen und Teilzonen, auf die beispielsweise FREBOLD (1924, S. 317) und FIEGE (1927) großes Gewicht legen, spielt bei BUCKMAN natürlich keine Rolle, weil für ihn jede Art ja während ihrer ganzen Lebensdauer überall in ihrem Lebensgebiet vorhanden sein soll.

WEDEKIND (1916) erklärt die Änderungen der Fauna nicht annähernd

so einseitig wie BUCKMAN. Er unterscheidet eine „kontinuierliche“ Faunenänderung, bei der der Charakter der Fauna gleich bleibt, aber die Arten sich phylogenetisch weiter entwickeln, und eine „diskontinuierliche“, bei der die Lebensbedingungen und im Gefolge davon der ganze Aufbau der Fauna sich ändert. (Der Ausdruck „diskontinuierliche Änderung“ bezieht sich also auf den Zusammenhang der Stammreihen, doch kann sich auch eine solche Verschiebung ganz allmählich vollziehen). Als Ursache der diskontinuierlichen Faunenänderung zieht WEDEKIND zunächst Hebungen und Senkungen des Meerbodens in Betracht. Durch sie ändert sich die Tier- und Pflanzenwelt nicht überall gleichzeitig. Deshalb sind diese Unterschiede chronologisch nicht brauchbar. Als weitere Ursachen führt er noch Klimaschwankungen und regellose Wanderungen einzelner Formen an. Geographische Änderungen in den weiter entfernten Verbindungswegen der Meere zieht er nicht in Betracht. Im ganzen hat er von dem stratigraphischen Wert der Faunen zonen eine geringe Meinung und zieht ihnen die Biozonen bedeutend vor (1918, S. 274).

Das gerade Gegenteil, wie BUCKMAN, glaubt VOLLRATH (1924) aus seinen Beobachtungen ableiten zu sollen. Nach ihm ist die Verbreitung der Ammoniten ganz vorwiegend faziell, nicht zeitlich bestimmt. Altersunterschiede sollen beispielsweise zwischen den Zephalopodenfaunen des Lias *a* überhaupt nicht bestehen. Es gebe in ihm keine Zonen und keine Zonenammoniten (S. 55). In denselben Schichten kämen vielmehr Pylonoten, Angulaten und Arieten vor (S. 53). Wenn sie örtlich im einzelnen Profil übereinander liegen, beruhe dies auf einer Verschiebung der Fazies (Zusammenfassung S. 73ff., besonders S. 78). Weltweite Zonen lehnt VOLLRATH entschieden ab (S. 78). Es soll nach ihm überhaupt bisher kein Mittel geben, um Schichten von einem Kontinent zum anderen genau zu parallelisieren (S. 80).

Ich will nun gar nicht bestreiten, daß man bei der Altersbestimmung durch Zephalopoden manchmal allzu mechanisch vorgegangen ist und daß BUCKMAN den Leitwert der Arten überschätzt. Noch weitaus größer scheint mir aber die Übertreibung VOLLRATHS zu sein. Verursacht sind seine Ergebnisse wohl durch unzulängliche Forschungsmethoden. Er hat es unterlassen, die Faunen paläontologisch genau durchzuarbeiten. Aber auch die an sich gewiss sehr nützliche Verfolgung einzelner Leitbänke hat er scheinbar nicht sorgfältig genug angewendet. Schon LANGE hat (1925, S. 444) beispielsweise darauf hingewiesen, daß es in Württemberg nicht eine einheitliche Pylonotenbank gibt, sondern mehrere mit verschiedener Fauna, die VOLLRATH irrtümlich zu einer einzigen, schräg durch die Zonen verlaufenden zusammengefaßt hat. Auch ist es an sich wohl wahrscheinlicher, daß Gesteinsbänke, deren Abhängigkeit von den Absatzbedingungen niemand bezweifeln kann, schräg durch die Stufenleiter verlaufen, als Ammonitenfaunen, von denen VOLLRATH (S. 78) selbst zugibt, daß wir über die Ursache der räumlichen Verschiedenheit nichts wissen.

„Zonenbrechende“ Ammoniten kommen vor. DIENER (1918, S. 113 bis 139) hat davon noch viel mehr Beispiele angeführt als VOLLRATH (1924, S. 56). Ich glaube aber, daß beide Forscher die Verlässlichkeit solcher Angaben im

Schrifttum doch sehr überschätzen. LANGE (1925, S. 452—453) zählt eine Reihe von Fällen auf, in denen die scheinbare Abweichung der Ammoniten von ihrer gewöhnlichen Verbreitung durch Fehler bei der Aufsammlung und Bestimmung vorgetäuscht wurde. Unabhängig von ihm war ich schon vor Jahren zu der Ansicht gelangt, daß auch viele der von DIENER zusammengestellten Beispiele so zu erklären sind. Es handelt sich hier nicht, wie DIENER (1918, S. 139, Anm. 2) glaubt, um weite, sondern um ganz falsche Fassung der Arten, d. h. um Vereinigung durchaus heterogener Formen.

Ich kann daher nicht anders, als VOLLRATHS Schlüsse derzeit ablehnen.

Die besten Ausführungen über Faunenzone, die mir bekannt geworden sind, sind immer noch die POMPECKJ'S (1914). Er geht von den Verhältnissen des schwäbischen Juras, aber auch der älteren Kreide Norddeutschlands aus, in der Faunenzone besonders scharf ausgeprägt sind und vorwiegend auf einem Wechsel südlicher und nördlicher Faunen beruhen (S. 17). Der sehr treffende Grundgedanke seiner Darlegungen besagt, daß die scharfe Gliederung der fossilen Tiergesellschaften dieser Gebiete in Zonen, die sie zum Muster der stratigraphischen Einteilung gemacht hat, wesentlich durch die Unselbstständigkeit ihrer faunistischen Entwicklung bedingt ist. Diese Entwicklung wird nicht durch die Weiterbildung der Organismen an Ort und Stelle nach ihnen innewohnenden Gesetzen beherrscht, sondern durch tektonische Vorgänge, die die Verbindung mit benachbarten Gebieten und dadurch mit Teilen des Weltmeeres periodisch änderten. Die unvermittelt auftretenden Zephalopodenarten des schwäbischen Juras, deren große Bedeutung schon NEUMAYR erkannt hat, sind vielleicht der sinnfälligste, aber nicht der einzige Ausdruck dieser Vorgänge. POMPECKJ gibt eine tabellarische Übersicht ihres Vorkommens im schwäbischen Jura (S. 43). Wie schon früher erwähnt, dürfte das Auftreten neuer Formen aber auch in sehr vielen anderen Gruppen auf ganz ähnliche Weise erfolgt sein, nur daß die Zuwanderer schon nähere Verwandte antrafen und deshalb weniger fremdartig erscheinen. Aber nicht nur die Einwanderer selbst, auf die auch DIENER (1918, S. 142) großes Gewicht legt, zieht POMPECKJ zur Erklärung der Faunenzone heran (S. 15). Er verweist auch darauf, daß die geänderten geographischen Verhältnisse auf die schon vorhandene Fauna einwirken, manche Arten umprägen, andere zum Aussterben bringen mußten. Man wird dabei an Klimaänderungen infolge der Verlegung von Meeresströmungen, an Verschiebungen im chemischen Zustand der Binnenmeere, besonders aber auch an Umgestaltungen der Mikro-Flora und -Fauna zu denken haben. Oder man stelle sich z. B. vor, wie sehr die Aussichten einer Art im Kampf ums Dasein von den Entwicklungsbedingungen ihrer frei beweglichen Larven abhängen müssen. Die Änderung einer Meeresströmung kann bewirken, daß diese statt an für ihre Ansiedlung geeignete Plätze in die Hochsee hinausgetragen werden, wo sie zugrundegehen und dergleichen mehr. Es ist klar, daß alle diese Änderungen in einem umgrenzten Binnenmeer viel durchgreifender und allgemeiner auf die Fauna wirken werden, als im offenen Weltmeer. Schon die Tethys unterscheidet sich von den Randmeeren offenbar dadurch, daß fazielle Änderungen in ihr zwar häufig und rasch, aber immer nur auf beschränktem Raum erfolgten,

so daß die Lebewesen ihnen ausweichen konnten. POMPECKJ gelangt also zu dem Ergebnis, daß die vielberufene Unabhängigkeit der Zonen von der Fazies nur mit einer gewissen Einschränkung gilt, daß die Zonenfolge zwar weitgehend von den rein örtlichen lithologischen Verhältnissen, aber durchaus nicht von den allgemeinen Lebensbedingungen des ganzen Meeresbeckens unabhängig ist. Die Fauna des mitteleuropäischen Juras stellt also sozusagen eine Auswahl aus der Fauna des Weltmeeres dar, die periodisch erneuert und dabei auch immer mehr oder weniger an örtliche Bedingungen angepaßt wurde. Die Periodizität dieser äußeren Einwirkungen, nicht die innere Gesetzmäßigkeit der Entwicklung, ist es, die die scharf unterscheidbaren Zonen hervorbringt.

Später ist der Gedanke von der Bedeutung tektonischer Bewegungen für die Entstehung der Zonen wiederholt aufgegriffen und in verschiedenen Formen angewendet worden. Besonders treffend scheint mir die kurze Zusammenfassung bei KLÜPFEL (1916, S. 108), die die ganze Komplikation der ineinandergreifenden Einflüsse anschaulich macht. Er sowohl als FREBOLD (1924, S. 314) besprechen den Zusammenhang zwischen Zonen und Zyklen. Sie erinnern daran, daß keineswegs eine vollständige Trockenlegung notwendig ist, um einen scharfen faunistischen Einschnitt zu erzeugen.

Nicht ganz beistimmen kann ich POMPECKJ in einem Punkt, in seiner Gleichsetzung der Tethys mit dem offenen Weltmeer. Viele Beobachtungen zeigen mir, daß schließlich auch das mesozoische Mittelmeer nur ein Binnenmeer war, wenn auch ein viel größeres als das mitteleuropäische Jurameer (vgl. S. 34). Sicher spielt phylogenetische Umprägung bei der Entwicklung seiner Fauna schon eine bedeutend größere Rolle und die Lebensbedingungen weisen eine Mannigfaltigkeit auf, die eine gleichmäßige Änderung im ganzen Becken der Tethys wohl ausschließt. Bis zu einem gewissen Grad müssen aber auch hier zeitweise Zuwanderungen aus dem eigentlichen offenen Ozean, den wir jedenfalls weit im E zu suchen haben, eingewirkt haben. Vgl. die treffenden Bemerkungen DEECKES (1913 a, S. 45). DIENER hat das Öffnen und Schließen der Verbindungsstraßen zwischen Südeuropa und Ostasien für die Obertrias sehr klar verfolgt (1923 a, S. 270 ff.). Das Vorhandensein deutlicher Faunenzonen im Jura der Südalpen (DAL PLAZ, 1907), auch das Wiedererscheinen mancher europäischer Lias- und Doggerzonen in Südamerika, Indien usw. (vgl. JAWORSKY, 1914, bes. S. 328 bis 331; DACQUÉ, 1915, S. 285; LANGE, 1925, S. 453) scheint mir dafür zu sprechen, daß die Entwicklungsgesetze der Tier- und Pflanzenwelt in der Tethys nur dem Grade nach andere waren, als die in den europäischen Randmeeren, daß aber von einer durchgreifenden Selbständigkeit auch hier nicht die Rede sein kann. Für die Dasykladazeen habe ich das schon früher dargelegt (vgl. auch PLAZ, 1924, S. 149). Wahrscheinlich werden die von POMPECKJ (S. 63) als eine Schwierigkeit für seine Auffassung erwähnten Fälle, in denen Faunenzonen außerhalb engbegrenzter Binnenmeere auftreten, ähnlich zu deuten sein — soweit es sich dabei wirklich um Faunenzonen und nicht um reine Artzonen handelt.

Sehr schön hat KAUTSKY (1928 a u. b) in seinen Untersuchungen über

die Pektiniden des niederösterreichischen Miozäns auseinandergesetzt, wie durch geographische Verhältnisse rasche oder allmähliche Faunenänderungen zustande kommen. Die Verteilung der *Pecten*-Arten in den Stufen des österreichischen Miozäns läßt sich folgendermaßen darstellen:

Verteilung der *Pecten*-Arten im österreichischen Miozän

Stufe	Burdigal	Helvet	Torton
Anzahl der Arten	19	16	26
Gemeinsame Arten		6	13
Neu auftretende Arten	—	10	13
Rein östliche Arten	6	—	10
Westliche Arten	13	16	16

Man sieht aus dieser Zusammenstellung, daß zwischen Burdigal und Helvet die Fauna gründlich erneuert wird. Gegen 70% der alten Arten sterben aus, über 60% der helvetischen Arten sind neu. Beim Übergang zum Torton dagegen sterben nur 9% der Arten aus. Der Faunenunterschied liegt vorwiegend darin, daß die Zahl der Spezies sich sehr vermehrt. 50% derortonischen Arten sind neu.

Eine Erklärung dieser Verhältnisse findet KAUTSKY, indem er das Auftreten der niederösterreichischen Arten im östlichen und westlichen Mittelmeer untersucht, wie die zwei letzten Zeilen der Tabelle es darstellen. Das Helvet ist im Mittelmeer eine Transgressionszeit. Die Faunen des östlichen und westlichen Beckens, die im Burdigal ziemlich gut getrennt waren, vermischen sich. Viele Arten sterben infolge der veränderten Verhältnisse, wohl hauptsächlich der neuen organischen Umwelt, aus. Das gleichzeitige plötzliche Auftauchen zahlreicher neuer Spezies erklärt KAUTSKY wohl mit Recht dadurch, daß diese Formen vorher in mehr oder weniger abgetrennten kleinen Gebieten lebten, sich aber erst infolge der Transgression über weitere Flächen ausbreiten konnten. Im Torton waren die Meeresverbindungen wieder weniger frei. Zu den helvetischen Arten, die größtenteils erhalten bleiben, kommen nun neue Lokalformen durch ruhige phylogenetische Weiterentwicklung.

Hätte sich das Meer im Torton noch mehr zurückgezogen, so daß die anorganischen Lebensbedingungen gegenüber dem Helvet wesentlich verändert worden wären, da wäre wohl auch hier eine scharfe Grenze entstanden.

In einer mehr allgemeinen, theoretischen Form erscheinen ähnliche Gedanken über die Faunenänderungen wiederholt im nordamerikanischen Schrifttum, beispielsweise bei CHAMBERLIN (vgl. SCHUCHERT, 1929, S. 337—338). ULRICH (1916, S. 474) stellt sich vor, daß die Faunen der Randmeere ziemlich oft ganz aussterben und dann vom Ozean her durch merklich andere ersetzt werden.

In einer Beziehung sollten die Ergebnisse KAUTSKYS wohl noch ergänzt werden: Es dürfte aus seinem (mir bekannten) Material kaum feststellbar sein, inwieweit die für die einzelnen Stufen bezeichnenden Arten zugleich erscheinen und verschwinden. Es kann nur behauptet werden, daß sie auf die betreffende

Stufe beschränkt sind, aber wohl kaum, daß sie alle in der ganzen Stufe vorkommen. Hier müßten genauere Beobachtungen im Gelände einsetzen.

Ich fasse nun das Ergebnis bezüglich der Faunenzone zusammen: Äußerlich betrachtet, setzt sich die Änderung einer Fauna zusammen aus der Umprägung vorhandener Stämme, dem Verschwinden vorhandener Stämme und dem Auftauchen neuer Stämme. Verursacht sind diese drei Teilerscheinungen entweder durch phylogenetische oder durch tiergeographische Vorgänge, durch Entwicklung oder durch Wanderung. Dazu kommt bei fossilen Faunen als ein sehr wesentlicher Umstand noch die Änderung der Erhaltungsbedingungen. Das Auftreten neuer Stämme kann beispielsweise auf Einwanderung beruhen, oder aber auch darauf, daß eine schon vorhandene Tiergruppe ein erhaltungsfähiges Skelett erworben hat, oder schließlich darauf, daß ein schon vorhandenes Organ infolge Änderung der Sedimentationsverhältnisse fossilisiert wurde. Der Vergleich von Aptychenschichten und Ammonitenschichten lehrt, wie bedeutsam dieser Vorgang sein kann. Solange die ruhige phylogenetische Entwicklung unter annähernd gleichbleibenden äußeren Verhältnissen und die regellose, zufällige Wanderung, von der WEDEKIND (1916, S. 53) spricht (ein etwas unklarer, aber in diesem Zusammenhang doch wohl verständlicher Begriff), die Umprägung einer Fauna beherrschen, werden keine Faunenzone auftreten. Diese zeigen sich nur dort, wo rasche Verschiebungen in der anorganischen Natur, wie Klimaänderungen und besonders Umgestaltungen der Meere, den Lebewesen Veränderungen aufzwingen. Dabei haben dann natürlich die unmittelbar bewirkten biologischen Vorgänge weitere mittelbare zur Folge, bis die gesamte Lebewelt wieder ins Gleichgewicht gekommen ist. Denn die Tier- und Pflanzenarten waren auch in der Vorzeit zu Gesellschaften verbunden und auf einander angewiesen, obwohl WEDEKIND (1918, S. 274) ohne weiteres zuzugeben ist, daß wir davon im einzelnen noch beklagenswert wenig wissen. Begrenzte geographische Vorgänge werden — wie ziemlich einleuchtend — nur in einem begrenzten Lebensbezirk, z. B. einem Binnenmeer, eine durchgreifende Änderung der Tier- und Pflanzenwelt hervorrufen können.

Auch von Landflorezone kann man öfter lesen. BERTRAND (1928, S. 111) zählt deren im Westfal und Stephan Westeuropas 14. Sie sind aber auf wenige Arten gegründet. Es scheint sich eher um Subzone im Sinne von S. 60 zu handeln, die durch das Zusammentreffen einiger Arten von unabhängiger Verbreitung gekennzeichnet sind.

Anders verhält es sich mit dem berühmten „paläontologischen Abbruch“ in der Entwicklung der mitteleuropäischen Karbonflora, zwischen Sudet und Westfal (vgl. GOTHAN, 1925 u. 1928). Hier ändert sich innerhalb ganz geringer Schichtmächtigkeit und ohne erkennbaren Übergang die Flora von Grund aus. Die Ursache dieser Erscheinung ist nicht genügend geklärt. Doch zweifelt GOTHAN nicht, daß sie mit einer langen zeitlichen Unterbrechung in der Reihe der überlieferten Floren zusammenhängt (1925, S. 393). Würde sich ein solcher „Abbruch“ mehrmals wiederholen, dann hätten wir richtige Florenzone vor uns.

Der wichtigste Punkt, der sich aus allen diesen Überlegungen ergibt, ist

wohl der folgende: Nicht nur BUCKMAN, sondern in weniger ausgeprägter Weise sehr viele Stratigraphen, so auch DIENER, waren und sind geneigt, von vornherein anzunehmen, daß überall Faunenzoneen vorhanden sind und daß es nur darauf ankommt, sie zu finden. Wenn man in einer Schichtfolge mehrere verschiedene Faunen nachgewiesen hat, nimmt man ohne weiteres an, daß sie Zonen kennzeichnen. Dieser Vorgang ist irreführend. Faunenzoneen entstehen vielmehr nur unter ganz bestimmten äußeren Bedingungen. In anderen und wahrscheinlich häufigeren Fällen gestaltet sich die Fauna allmählich um, so daß zwischen ihren einzelnen Entwicklungszuständen keine von der Natur gegebenen, sondern höchstens durch die Lücken unserer Kenntnis bedingte Grenzen bestehen. Das Vorhandensein von Faunen- oder Florenzoneen bildet also nicht eine Voraussetzung, sondern eine der wichtigen Fragen der stratigraphischen Erforschung eines Gebietes. Daß dieser Standpunkt für die ganze Gestaltung der geologischen Chronologie sehr bedeutsam ist, liegt auf der Hand.

Ehe ich zu den Biozoneen übergehe, muß ich noch kurz über die Benennung der Faunenzoneen sprechen. Bekanntlich ist es üblich, sie durch eine auffallende und häufige Art zu bezeichnen, wobei der Name der Art als kurzer Ausdruck für die ganze Fauna gilt. Dieser Vorgang hat verschiedene Nachteile. Zunächst ist aus der Benennung selbst nicht ersichtlich, ob Faunenzoneen oder Artzoneen gemeint sind. Störend sind auch die Fälle, in denen der namengebende Ammonit stellenweise eine größere stratigraphische Verbreitung hat als die Zonenfauna (DIENER, 1918, S. 95 und an anderen Stellen). Ferner haben sich Schwierigkeiten ergeben, wenn sich durch gründlichere paläontologische Untersuchung herausstellte, daß die Art, nach der die Fauna benannt war, in dieser gar nicht vorkommt. Es hat Verfasser gegeben, die den alten Zonenamen trotzdem mit der Fauna verbunden lassen wollten, ähnlich wie es auf S. 13 für Schichtglieder dargelegt wurde. Mit Recht wendet sich BUCKMAN (1918, S. 275) gegen eine solche Übertreibung des geschichtlichen Standpunktes.

Wesentlich vorteilhafter schiene es mir, die Faunenzoneen ähnlich wie die Schichtgruppen nach einer bezeichnenden Örtlichkeit zu benennen. Indem ich augenblicklich davon absehe, ob es sich wirklich um Zonen handelt, führe ich einige Beispiele aus der Trias an:

Statt Zone des *Ceratites binodosus*, Zone von Cimego oder Cimego-Zone;
statt Zone des *Cerat. trinodosus*, Zone der Schreyeralpe;
statt Zone des *Trachyceras aon*, Zone der Stuoereswiese oder Stuoeres-Zone;
statt Zone der *Teutlopoporella triasina*, Zone von Pontafel, usw.

Der Ausdruck „Zone von Sankt Cassian“ kommt schon bei MOJSISOVICS (1874 a, S. 87) vor. Auch wenn TOULA (1913) dem Kalk vom Jägerhause bei Baden eine „nordalpine Sankt-Cassianer Fauna“ zuschreibt, will er das Vorkommen offenbar nicht in die Cassianer Schichten stellen (was wegen der Fazies ganz unrichtig wäre), sondern in eine bestimmte Faunenzone, die er nach dem wichtigsten Fundort benennt.

Das Wort Zone würde in diesen Fällen besagen, daß es sich nicht um die Fauna oder Flora des Fundortes selbst handelt, sondern um alle von ihr nur

durch untergeordnete örtliche Merkmale verschiedenen Fossilvereine. Die anisischen Schichten mit den Faunen der Schreyeralpe, von Prezzo, von Bulog, von Haliluci usw. würden also zusammen die Zone der Schreyeralpe bilden. Wir haben allerdings schon gesehen, daß der Vorschlag für die Trias wenig praktische Bedeutung hat. Ob er sich aber gegen den feststehenden Gebrauch für den Jura wird durchsetzen können, mag wohl bezweifelt werden.

3. Die Biozonen.

Dieser Begriff bietet weniger Schwierigkeiten — wenn man von denen des Art- und Gattungsbegriffes absieht — und wird uns viel weniger lang aufhalten, als der der Faunenzone. Eine Artzone ist für mich die Summe aller Gesteine, in denen eine Art auf primärer Lagerstätte vorkommt (vgl. oben, S. 24). Ist die Art durch bekannte Übergänge mit anderen verbunden, dann wird die Begrenzung der Zone natürlich unscharf. WEDEKIND, SALFELD (1922, S. 108), FREBOLD (1924, S. 316), FIEGE (1929, S. 101) und viele andere legen besonderen Wert darauf, die Zonenfolge auf phylogenetische Artreihen zu gründen. Sie meinen, sich dadurch unabhängig von den Zufälligkeiten zu machen, durch die eine Art aus den Schichten einer Gegend früher verschwinden kann, als sie wirklich ausstirbt. Ich halte das zum guten Teil für eine Täuschung. Nichts bürgt uns dafür, daß eine Stammart in ihrem ganzen Verbreitungsgebiet zu genau der Zeit erlischt, zu der sie an einer bestimmten Stelle durch einen Nachkommen ersetzt wird. Um das zu begründen, müßte man hypothetische, mir sehr unwahrscheinliche Vorstellungen über die Umformung der Organismen nach inneren Gesetzen heranziehen, etwa nach Art der Theorie SALFELDS, von der ja schon die Rede war (S. 41; vgl. auch noch SALFELD, 1921, S. 47 und 50; DACQUÉ, 1915, S. 288, 1921, S. 57; FREBOLD, 1924, S. 316 und 318). FIEGE, der ebenfalls eine gleichzeitige Änderung der „Zeitglieder“ in verschiedenen Gegenden voraussetzt, drückt sich doch recht vorsichtig aus (1929, S. 103—104). FRANK (1929, S. 559) wendet sich mit Recht gegen diese Deutungen und führt auch andere Gegner an.

Wie dem nun sei, so hat das Hereinziehen von Stammreihen in der Stratigraphie — ebenso wie in der Systematik — den großen Nachteil, daß eine Einteilung, die doch möglichst wenig geändert werden sollte, von der äußerst schwierigen Erkenntnis eines niemals direkt beobachtbaren Zusammenhanges abhängt (vgl. S. 43). Wir werden allerdings später sehen, daß diese Frage für die Art, wie ich mir die Verwendung der Zonen in der Stratigraphie vorstelle, von untergeordneter Bedeutung ist. Sie ist nur dann sehr wichtig, wenn man — wie WEDEKIND — das stratigraphische Schema von unten her, von den Zonen aus, aufbauen will.

Faßt man statt der Gesteine, die eine Art enthalten, diejenigen zusammen, in denen eine Gattung vorkommt, so erhält man die Gattungszonen. WEDEKIND (1916, S. 35) möchte auf diese stratigraphische Einheit den Namen Stufe übertragen. (So auch BRINKMANN, 1929, S. 240.) Aus dem, was ich schon gesagt habe, geht zur Genüge hervor, daß ich das ablehnen muß, weil

es auf eine Vermengung der paläontologischen und der chronologischen Einheiten hinauskommt. Eine solche Definition hätte ja auch zur Folge, daß alle bestehenden Stufen, die keineswegs auf Gattungen gegründet sind, geändert werden müßten. Ich halte es für überflüssig, bei den paläontologischen Einheiten der Stratigraphie einen anderen Namen, als Zone, anzuwenden. Je nachdem, ob dieser Name mit einer Art, einer Gattung, einer Familie verbunden wird, sieht man ohne weiteres, um welche Rangordnung es sich handelt. (Über einen abweichenden Vorschlag vgl. DIENER, 1918, S. 92). BUCKMAN hat in seiner Jurastratigraphie neben den Artzonen vielfach auch Gattungszonen — allerdings mit sehr engen Gattungen — verwendet.

Die Biozonen haben vor den Faunenzonen offenbar den Vorteil, daß sie überall, wo überhaupt Fossilien gefunden werden, in irgendeiner Form vorhanden sein müssen. Andererseits haben wir keine Gewähr dafür, daß die jeweils ausgeschiedenen Biozonen glatt aneinanderschließen. Sie werden einander in sehr vielen Fällen übergreifen (FIEGE, 1927, S. 207, Anm.). SALFELD hat (1922, S. 109) im Anschluß an die Untersuchungen FREBOLDS dargestellt, wie sich auf diesen Umstand eine sehr feine stratigraphische Gliederung in Subzonen gründen läßt (vgl. auch FIEGE, 1929, S. 103). Wenn die Artzonen nicht von einer einzigen Stammreihe entnommen sind, können sie auch Lücken frei lassen. Bei Faunenzonen können diese Komplikationen nicht vorkommen. Auch werden sie oft leichter festzustellen sein, weil man nicht darauf angewiesen ist, eine ganz bestimmte Art zu finden.

Man wird mit der Möglichkeit rechnen müssen, daß der stratigraphische Umfang einer Biozone von Ort zu Ort wechselt. Unter Umständen wird es notwendig sein, sich auf ihren Umfang in einem bestimmten Gebiet zu beziehen. Dadurch entstehen die eben erwähnten Teilzonen. FREBOLD (1924, S. 316) glaubt, daß die meisten Artzonen des mitteleuropäischen Juras nur solche Teilzonen sind. Nach BRINKMANN (1929, S. 239—240) wären die vollständigen Biozonen von den Teilzonen dadurch zu unterscheiden, daß bei jenen alle Übergänge zwischen den leitenden Arten vorhanden sind. Ob sich das immer nachweisen läßt, bleibe dahingestellt. Augenscheinlich vermitteln die Teilzonen in einem gewissen Sinne zwischen Artzonen und Faunenzonen. Sie beziehen sich zwar nur auf eine Spezies, ihre Begrenzung ist aber durch dieselben geologischen Veränderungen bedingt, wie bei den Faunenzonen.

Wenn kein weiterer Zusatz gemacht wird, muß man unter dem stratigraphischen Umfang der Zone einer Art oder Gattung den Abstand zwischen den zeitlich am meisten voneinander entfernten Vorkommen verstehen.

4. Die den Zonen entsprechenden zeitlichen Einheiten.

In Übereinstimmung mit DIENER halte ich es für notwendig, einen Namen für jene zeitliche Einheit einzuführen, die der Zone entspricht. Es war ein schwerer Fehler des II. Internationalen Geologenkongresses, daß er gerade für diese Einheit keinen eigenen Namen gegeben hat, obwohl — wie ich überzeugt bin — nach diesem das dringendste Bedürfnis vorhanden ist (vgl.

unten). DIENER führt (1918, S. 91) mehrere Namen an, die in Betracht gezogen wurden. Er entscheidet sich für das Wort „Moment“, das im Jahre 1881 vom schweizerischen nomenklatorischen Komitee vorgeschlagen, aber vom Kongreß nicht angenommen worden ist. Es scheint mir aber doch eine Frage zu sein, ob man nicht den von BUCKMAN gebrauchten Ausdruck Hemere vorziehen soll. Vor allem ist dieser im englischen Schrifttum wirklich seit einer Reihe von Jahren verwendet worden, während „Moment“ mir außer in DIENERS letzten Schriften nirgends untergekommen ist. Es wird sich also „Moment“ viel schwerer als „Hemere“ einheitlich im Weltschrifttum durchsetzen. Ein Vorteil ist auch, daß Hemere keine andere als die fachlich stratigraphische Bedeutung hat. Allerdings neigen die meisten festländischen Forscher (DIENER, POMPECKJ) dazu, in der Hemere etwas anderes als die Zeitdauer einer Zone zu sehen. Das kommt zweifellos daher, daß BUCKMAN sich über die Bedeutung des Begriffes sehr unklar und widersprechend geäußert hat. Man glaubte deshalb zwischen einer Hemere und der Dauer einer Zone folgende Unterschiede annehmen zu müssen (DIENER, 1918, S. 89 bis 91):

1. Die Hemere bezieht sich nicht auf die Existenz einer Fauna, sondern einer Art.

2. Die Hemere entspricht nicht der ganzen Lebensdauer, sondern nur der Blütezeit (Akme) einer Art.

3. Die Hemeren sind kürzere Zeitabschnitte als die Absatzdauer der Zonen OPPELS.

4. Die Hemeren gelten nur für ein beschränktes Gebiet.

Diese Einwände müssen näher betrachtet werden.

Zu 1. BUCKMAN hat in mehreren seiner älteren und neueren Schriften die Hemere ausdrücklich als die Zeitdauer der Bildung einer Zone gebraucht (1923, S. 5; 1925, S. 12—13). Der Zone ist das Stage (die Stufe), der Hemere das Age (siehe unten) unmittelbar übergeordnet. Es kann also wohl kein Zweifel sein, was er meint. Es ist nur fraglich, ob die Zonen BUCKMANS nicht etwas ganz anderes sind, als was ich hier Zonen nenne. Es ist richtig, daß in BUCKMANS Definitionen die Zonen meist als Artzonen erscheinen. Wir werden eine solche gleich zu betrachten haben. In der Praxis behandelt er die Zonen aber oft wie Faunenzonen, denn er beschränkt sich, um sie nachzuweisen, durchaus nicht auf eine einzige Art. Die Wahrheit ist wohl, daß für BUCKMAN die Artzonen und die Faunenzonen nicht sehr verschieden sind, weil er nicht damit rechnet, daß eine nennenswerte Zahl von Ammonitenarten den Rahmen einer Zone überschreitet. Deshalb ist Artzone und Faunenzone für ihn (zwar nicht begrifflich aber) tatsächlich fast dasselbe. Andererseits bin auch ich — wie aus den früheren Darlegungen wohl schon hervorgeht — der Meinung, daß man nicht etwa die Biozone der „eigentlichen“ Zone entgegensetzen kann, sondern daß Biozone und Faunenzone dem allgemeinen Begriff der Zone untergeordnet sind. Wenn DIENER (1918, S. 90 und 93) den Namen Biozone in einem zeitlichen Sinne verwendet, sehe ich darin einen sehr großen Mangel an Folgerichtigkeit. Ich kann mich dem keinesfalls anschließen, selbst wenn gewisse geschichtliche Gründe dafür sprechen. Sollte also BUCKMAN die Hemere auch ursprünglich nur im Sinne der Zeitdauer einer Artzone verwendet haben,

so steht meiner Meinung nach doch nichts im Wege, diesen Begriff auf die Dauer aller Zonen auszudehnen und dann eben von einer Faunenhemere, Art-hemere, Gattungshemere zu sprechen. Die Faunenhemeren möchte ich wieder nach Fundorten, die Biohemeren nach Arten, Gattungen usw. benennen.

Zu 2. Es scheint zweifelhaft, ob BUCKMAN an dem Satz, daß die Hemeren nur der Blütezeit einer Art entsprechen, streng festgehalten hat. Ich finde bei ihm beispielsweise (1918, S. 275) folgende Definition: „Die Zone des *Ammonites turneri* ist der Absatz, der gebildet wurde, während *Amm. turneri* lebte.“ Da — wie ich schon gezeigt habe — die der Zone entsprechende Zeiteinheit bei BUCKMAN Hemere heißt, besteht wohl kein Zweifel, daß in diesem Fall die Hemere des *Amm. turneri* der ganzen Lebensdauer dieser Art, nicht nur ihrer Akme entspricht. Wenn BUCKMAN in anderen Fällen anders vorgeht, beruht das vermutlich darauf, daß er dann halb unbewußt mit sehr feinen Faunen-zonen arbeitet und daß man schließlich von einer Änderung der Fauna auch schon sprechen kann, wenn das Häufigkeitsverhältnis der sie zusammensetzenden Arten sich stark verschiebt. Übrigens ist in den letzten Arbeiten BUCKMANS, soweit ich sie kenne, kaum irgendwo von der Akme leitender Arten die Rede. Es scheint fast, als ob er diesen Gesichtspunkt mehr zurückgestellt hätte.

Ob es notwendig ist, für jene stratigraphischen Einheiten, die nur auf die Häufigkeit bestimmter Arten gegründet sind, besondere Namen zu verwenden, muß sich wohl erst zeigen. DIENER (1918, S. 90) spricht in diesem Falle von Subzonen. Es wurde aber soeben (S. 60) gezeigt, daß dieser Name von anderen in einem anderen Sinne, nämlich für die zwei unabhängigen Artzonen, die sich nicht ganz decken, gemeinsamen Schichten, verwendet wird. Da das Wort auch sprachlich nicht befriedigen kann, wäre es wohl besser durch ein anderes zu ersetzen, vielleicht Plethozone und dementsprechend auch Plethohemere.

Als ich diesen Namen zuerst vorschlug (1929, S. 307), wußte ich noch nicht, daß BRINKMANN (1929, S. 53) „Plete“ als ein fossiles Analogon zu Population verwendet. Ich hätte sonst wohl einen anderen gewählt. Nun das Wort Plethozone aber einmal veröffentlicht ist, scheint es mir nicht notwendig, es abzuändern, da ein Mißverständnis wohl kaum zu befürchten ist.

CUSHMAN (1928) beschreibt eingehend die Verwendung von Subzonen und Plethozonen bei der Altersbestimmung von Bohrkernen mittels Foraminiferen. Besondere Namen dafür kennt er allerdings nicht. Er spricht (S. 32) von „overlapping of species“ und „abundance of species“. BERTRAND (1928) nennt die Plethohemeren „périodes d'apogée“. Er macht von ihnen bei der Parallelisierung von Flützfolgen getrennter Kohlenbecken reichlich Gebrauch.

Zu 3. Dem dritten Einwand kann ich kein ernstes Gewicht beimessen, da ja anerkanntermaßen auch die Zonen ganz verschiedenen Umfang haben. Solange der Inhalt des Begriffes gleich bleibt, kann auch der Name beibehalten werden.

Zu 4. Die Beschränkung der Hemeren auf ein kleineres Gebiet widerspricht jedenfalls geradezu der Absicht BUCKMANS, denn aus allen seinen Arbeiten ist zu ersehen, daß er seinen Zonen eine sehr große, ja weltweite Verbreitung zuschreibt. Übrigens ist räumliche Beschränkung wohl überhaupt mit dem Wesen einer zeitlichen Einheit unvereinbar. Man könnte höchstens

davon sprechen, daß sie in entfernteren Gebieten nicht aufgewiesen werden kann. Daß die weite Verfolgbarkeit von BUCKMANS feinen Zonen nicht erwiesen ist, gebe ich ohne weiteres zu. Um darüber ein Urteil zu gewinnen, wäre es vor allem notwendig, einzelne Stufen über große Gebiete selbst zu untersuchen und auch die ganze Fauna ausführlich zu bearbeiten. Für solche rein wissenschaftliche Unternehmungen scheinen derzeit leider in allen Ländern die Mittel zu fehlen.

Aus den angeführten Gründen möchte ich für die zeitliche, der Zone entsprechende Einheit den Namen Hemere verwenden, ohne mich deshalb gegen das Wort Moment aussprechen zu wollen, falls es sich wider Erwarten doch durchsetzen sollte. Meine Arthemere entspricht also ziemlich genau dem, was WEDEKIND Zone nennt. Ein gewisser theoretischer Unterschied zwischen beiden besteht allerdings doch, er ist aber für die Anwendung bedeutungslos. WEDEKINDS Zone und wohl auch BUCKMANS Hemere ist die Lebensdauer einer Art, meine Hemere aber die Zeit, während derer die eine Art enthaltenden Schichten abgesetzt wurden. Sollte also eine Art aus einem Teil ihrer Lebensdauer gar keine Reste hinterlassen haben, so würde diese Zeit zwar zu WEDEKINDS Zone, aber nicht zu meiner Hemere gehören. Besonders klar wird der Unterschied, wenn es sich um größere systematische Gruppen und um die ältesten fossilführenden Schichten handelt. Die „Stufe“ der *Mesonacidae* im Sinne WEDEKINDS würde höchstwahrscheinlich in das Algonk hineinreichen, die Mesonacidenhemere in meinem Sinne tut das nicht. Aber auch bei Arten kann es vorkommen, daß man beispielsweise aus phylogenetischen Gründen ihr Dasein in einer Zeit voraussetzen muß, aus der sie keine Reste hinterlassen haben.

5. Zonen und Chronologie.

Wie es scheint, hat bisher kaum jemand, der sich mit den Zonen beschäftigte, bezweifelt, daß sie ein Teil, und zwar die natürlichen kleinsten Einheiten, der chronologischen oder eigentlich stratigraphischen Einteilung sind. Ganz ähnlich, wie WEDEKIND die Stufen aus Zonen zusammensetzen will, sagt schon MOJSISOVICS (1874 a, S. 87): „Von absolutem Werte in Beziehung auf Einteilung und stratigraphische Gliederung sind nur die Einzelfaunen (Zonen OPPEL's), alle übrigen Zusammenfassungen zu Einheiten höherer Ordnung sind mehr weniger künstlich und willkürlich...“ Und mehr als 50 Jahre später äußert H. SCHMIDT fast denselben Gedanken: „Sind die kleinen Einheiten, die Zonen, da, dann ist die Zusammenfassung in größere, die Stufen, nur noch eine Frage der Zweckmäßigkeit“ (1928, S. 672). Vgl. auch BRINKMANN'S Übersicht der kleineren stratigraphischen Einheiten (1929, S. 240). Daran ist soviel richtig, daß die Zonen durch Beobachtung, die höheren Einheiten aber durch Übereinkommen gewonnen werden. Ich kann jedoch nicht gelten lassen, daß die Zonen ein Teil des chronologischen Systems sind. Die chronologischen Einheiten sind ihrem Wesen nach Zeitabschnitte, die durch Ereignisse begrenzt werden. Ich werde darüber gleich näher sprechen. Die Zonen dagegen sind Gesteine mit Fossilien. Das ist gewiß ein tiefgreifender

begrifflicher Unterschied. Aber auch ihrem Umfange nach sind die Zonen von den chronologischen Einheiten ganz verschieden. Jede Gesteinsbank gehört nur einer Stufe, einer Abteilung, einem Verbände (Formation) an, aber zahlreichen Zonen, je nach der Art oder Organismengruppe, von der diese Zonen genommen werden. Man hat zwar versucht, dieser Schlußfolgerung zu entgehen, indem man bestimmten Zonen, vor allem denen der am raschesten veränderlichen Meeresorganismen, einen Vorzug vor den anderen geben wollte (DIENER, SCHINDEWOLF und andere). Abgesehen davon, daß diese Aufstellung recht willkürlich ist, hilft sie nicht über alle Schwierigkeiten hinweg. Die Diploporen verändern sich in der Trias ungefähr ebenso rasch, wie die Zephalopoden, die aus beiden Gruppen abgeleiteten Zonen stimmen aber nur an wenigen Stellen überein. Welche bilden nun die Einheiten des stratigraphischen Systems ?

Die wahren Einheiten der chronologischen Einteilung schließen, wie diejenigen jedes Maßstabes, linear aneinander. Sie können einander weder übergreifen, noch eine Lücke zwischen einander lassen. Die Zonen tun beides in der ausgiebigsten Weise. Man könnte das höchstens bei den Faunenzonen und bei jenen Artzonen, die aus einer zusammenhängenden Stammreihe genommen sind, bezweifeln. Daß auch diese sich wahrscheinlich oft übergreifen, habe ich schon vorher (S. 59) ausgesprochen. Von den Faunenzonen glaubt beispielsweise POMPECKJ, daß sie in verschiedenen Gebieten während verschieden langer Zeit abgesetzt wurden. (BUCKMAN würde das allerdings kaum zugeben.) Dann muß also in einer Gegend schon eine spätere Zone gebildet worden sein, während in einer anderen noch eine frühere entstand (POMPECKJ, 1914, S. 61, Anm.). Dazu kommt, daß Faunenzonen eben bei weitem nicht überall vorhanden sind.

Es leuchtet ferner ein, daß eine stratigraphische Einteilung in größere Einheiten auch für jene Formationen gegeben werden muß, in denen es noch keine befriedigende Zonengliederung gibt. Wie ist das möglich, wenn die höheren Einheiten durch Zusammenfassen von Zonen entstehen? Untersuchungen wie die BRINKMANNs sind von unschätzbarem Wert, weil sie uns Einblick in Verhältnisse verschaffen, die für das Verständnis biostratigraphischer Vorgänge ganz allgemein wichtig, aber nur unter ausnahmsweise günstigen Bedingungen klar erkennbar sind. Eben deshalb kann dieses Verfahren jedoch nicht als Muster dienen, nach dem das ganze stratigraphische System aufzubauen wäre. Dazu sind Methoden von einer viel breiteren Anwendbarkeit notwendig. Der ganze zweite Hauptteil dieses Buches wird das anschaulich machen. Mit aus Stammreihen gewonnenen Artzonen werden wir beim Vergleich der germanischen mit der alpinen Trias — sicher eine wichtige stratigraphische Aufgabe — gar nichts anfangen können.

Ich halte es überhaupt für unrichtig, bei einer Einteilung im Widerspruch mit dem Sinne dieses Wortes von den Elementen auszugehen und diese zu höheren Einheiten zusammensetzen. Man muß vielmehr vom Ganzen ausgehen und dieses entsprechend dem Fortschritt der Kenntnisse immer mehr zerlegen. Dieselbe Erfahrung macht man ja auch bei systematischen Arbeiten. Wenn man eine Gattung dadurch auflöst, daß man einzelne auf-

fallende Arten herausgreift und zu Typen neuer, kleinerer Genera macht — wie dies ja leider oft geschieht — wird man kein befriedigendes Ergebnis erzielen. Ein solches ist nur zu erreichen, wenn man von der Gesamtheit der Formenmenge ausgeht und zusieht, wo sich in ihr eine natürliche Trennungslinie, ein Mangel an Zwischenformen, zeigt.

Daß die Zonen keine den Stufen untergeordneten kleineren Einheiten sind, geht wohl auch daraus hervor, daß sie ganz gut einen größeren zeitlichen Umfang, als die Stufen, vertreten können. Das trifft beispielsweise bei den Artzonen der pflanzlichen Leitfossilien im Oberkarbon recht häufig zu. Ich verweise etwa auf die Tabelle, die JONGMANS vor kurzem gegeben hat (1928 b, nach S. 12). Eine Einengung des Zonenbegriffes auf bestimmte Tier- und Pflanzengruppen scheint mir, wie schon erwähnt, nicht möglich. Ihrem Wesen nach sind für mich alle Artzonen gleich.

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 von verschiedener Breite, die ungefähr parallel mit den eigentlichen Teilstrichen an bestimmten Stellen über die Skala verlaufen. Sie sind zwar sehr regellos angeordnet, überdecken einander vielfach, haben aber den großen Vorzug, daß jede einzelne von ihnen wiedererkannt werden kann. Da wir die Grenzen der Stufen und Abteilungen ja nicht unmittelbar im Profil sehen können — so wenig, als man den Äquator sieht, wenn man darüber fährt — bieten uns die Zonen den wichtigsten Anhaltspunkt, um ein bestimmtes Profil mit dem allgemeinen Schema zu vergleichen. Je mehr solche Strichmarken wir in jenem finden, desto genauer können wir es in dieses einordnen. Ähnlich geht man in der Spektralanalyse vor, wenn man neben ein zu untersuchendes Spektrum ein Sonnenspektrum photographiert und die Linien vergleicht, statt die Wellenlängen unmittelbar zu messen. Mit anderen Worten, die Bildung der Zonen ist die wichtigste Gruppe jener Ereignisse, durch die die Einheiten der stratigraphischen Einteilung bestimmt werden.

Die Zonen spielen also bei der Gliederung eines Profiles eine sehr ähnliche Rolle, wie in den Steinkohlenbecken die einzelnen, benannten und wiedererkennbaren Flötze, die nach OBERSTE-BRINCK und BÄRTLING (1928, S. 166) eine feine stratigraphische Einteilung — z. B. des rheinisch-westfälischen Oberkarbons — ermöglichen. Die Flötze sind zwar nicht der Einteilungsgrund, nach dem die Stufen und Unterstufen unterschieden werden. Denn deren Grenzen sind größtenteils durch marine und limnische Fossilbänke, durch Konglomerate u. dgl. definiert. Wenn man aber ein Flötz wiedererkennen kann, weiß man auch, in welchem Teil der Stufenleiter man sich befindet.

6. Zonen und absolute Zeitmessung.

Das Problem der absoluten Zeitmessung in der Geologie setzt sich aus zwei Teilfragen zusammen: Der Auffindung gleich langer zeitlicher Einheiten und der Messung geologischer Zeiten in Jahren. Für beide Fragen ist auch die Zonengliederung herangezogen worden.

WEDEKIND gibt 1916 (S. 33) eine Erörterung, die nur dahin verstanden werden kann, daß er die Hemeren von Arten, die unmittelbar phylogenetisch miteinander verknüpft sind, für gleich lang hält. Er beruft sich dafür auf den Grundsatz, „daß die gleichen Ursachen des gleichen Zeitintervalls bedürfen, um am gleichen Objekt dieselbe Wirkung hervorzurufen“. DIENER (1918, besonders S. 170—171) und ABEL (1916) haben diesen Gedankengang so treffend widerlegt, daß es sich erübrigt, noch einmal näher darauf einzugehen. Es sei nur darauf hingewiesen, daß uns von vornherein jeder Anhaltspunkt fehlt, um den angezogenen Grundsatz auf die Biozonen anzuwenden. Zugegebenermaßen wissen wir von den Ursachen, durch die eine Art in eine andere verwandelt wird, außerordentlich wenig. Wir können also gar nicht beurteilen, ob innerhalb einer Artreihe dauernd „die gleichen Ursachen“ wirken. Sicher ist dagegen, daß eine Spezies nach Umwandlung in eine andere nicht mehr dieselbe ist. Es scheint mir deshalb ganz unmöglich, anzunehmen, daß die Arten einer Reihe, die in WEDEKINDS Beispiel sogar zwei Gattungen umfaßt, „das gleiche Objekt“ sind, zumal wir wissen, wie verschieden selbst nahe verwandte Arten in biologischer Hinsicht oft sind. Übrigens ist der ganzen Streitfrage dadurch einigermaßen der Boden entzogen, daß WEDEKIND im Jahre 1918 (S. 283, Anm. 1) ausdrücklich erklärt hat, er habe nirgends behauptet, daß die Zonen gleich lang sind. DIENER habe „ohne Zweifel den Ausgangspunkt seiner Betrachtung mit dem Gegenstand selbst verwechselt“. Die Bedeutung des letzten Satzes ist mir nicht klar. Jedenfalls war DIENER aber doch wohl berechtigt, auch den Ausgangspunkt von WEDEKINDS Betrachtung zu kritisieren.

Ein ähnliches Verfahren, wie WEDEKIND, hat MATTHEW eingeschlagen (vgl. ABEL, 1916). Er geht von Gattungszonen bei Säugetieren, vor allem Equiden, aus und schätzt die relative Länge dieser Hemeren nach der Größe des morphologischen Unterschiedes der aufeinander folgenden Genera. Die Unhaltbarkeit dieser Methode hat ABEL dargelegt. Ich verweise auch auf DIENERS Bemerkungen (1918, S. 170) mit dem Zitat aus KOKEN: „Die Stärke der Variation in den Zeitbetrag zu übersetzen ist unmöglich, denn es gibt keine gleichmäßig verteilte Tendenz zur Abänderung“.

MARR hat versucht (1928), von ähnlichen Voraussetzungen wie WEDEKIND ausgehend, auch zu einer Schätzung geologischer Zeitabschnitte in Jahren zu gelangen. Die silurischen Bannisdale slates in England zeigen eine sehr regelmäßige feine Bänderung durch Wechsel mehr toniger und mehr sandiger Lagen. MARR hält es für wahrscheinlich, daß es sich dabei um eine jahreszeitliche Erscheinung handelt. Dann würde nach mehreren Messungen 1 cm des Gesteines im Durchschnitt 4 Jahre und 4 Monate zum Absatz gebraucht haben. Auf die ganzen Bannisdale slates mit etwa 1600 m Dicke käme eine Absatzzeit von rund 700.000 Jahren. Sie enthalten zwei Graptolitenzonen. Nimmt man an, daß den einzelnen Zonen gleich lange Zeitabschnitte entsprechen, so findet man für das ganze Silur (einschließlich Ordovizium) etwa 9 bis 10 Millionen Jahre. Offenbar erheben sich gegen MARRS Methode dieselben Einwände, wie gegen die WEDEKINDS. Dazu kommen noch andere, wie die Möglichkeit, daß gewisse auffallende Schichtflächen längere Pausen im Absatz

andeuten, usw. MARR hat ja selbst auf diese Schwierigkeiten hingewiesen. Trotzdem ist der Versuch nicht ohne Interesse, denn von je mehr Seiten die Frage der Dauer geologischer Einheiten in Jahren beleuchtet wird, desto eher werden wir uns ein ungefähres Bild davon machen können.

Andere Verfasser begnügen sich damit, die Absatzdauer von Zonen zu schätzen. So meint BUCKMAN (1925, S. 70), es stehe nichts im Wege, daß eine Hemere eine Million Jahre gedauert haben könnte. Die Tatsachen der Entwicklung und Verbreitung der Faunen scheinen ihm für diese Größenordnung zu sprechen. Er gibt eine Tabelle des Jura (S. 71 bis 78), aus der hervorgeht, daß diese Periode in ungefähr 400 seiner feinen Hemeren zerfällt. Der Jura hätte also mehrere hundert Millionen Jahre gedauert!

BRINKMANN (1929, S. 54) rechnet mit einer Länge der Jurazeit von etwa 100 Millionen Jahren. Er hat auch versucht, durch statistische Bestimmung der auf gleiche Mächtigkeiten ununterbrochener Sedimentation entfallenden phylogenetischen Veränderungen von Ammoniten ein Urteil über die Gleichförmigkeit beider Vorgänge zu gewinnen. Man erhält keine rechnerischen Widersprüche, wenn man annimmt, daß eine solche Gleichförmigkeit besteht. Doch ist das bisherige Ergebnis meiner Meinung nach noch lange nicht ausreichend, um etwa als Betätigung für die gleiche Länge der Hemeren zu dienen. Dazu müßte man unter anderem erst untersuchen, ob nicht andere als lineare Korrelationen die Beobachtungen noch besser darstellen. Manche der Figuren BRINKMANN'S (S. 65) sehen fast so aus, als ob dies der Fall wäre. Doch könnte das nur an einem noch viel reicheren Material aus einem dünnen Absatz entschieden werden. Man darf auch nicht vergessen, daß die systematischen Einheiten, mit denen BRINKMANN arbeitet, keine „Arten“ sind, sondern Pleten aus gewissen Schichtmächtigkeiten. Bei Verwendung von Arten bringt deren stets recht ungleicher, oft nur geschichtlich bedingter morphologischer Wert einen neuen, wesentlichen Fehler hinzu.

Im allgemeinen findet man immer wieder, daß die Paläontologen die geologischen Zeiten sehr lang, die Sedimentpetrographen und Geophysiker recht kurz einschätzen. Besonders eingehend ist die Frage nach der Absatzdauer der Solnhofener Plattenkalke erörtert worden. Ich verweise auf die Zusammenfassung ABELS darüber (1922, S. 475) und auf die Erörterungen gelegentlich der Versammlung der paläontologischen Gesellschaft in Eichstätt im Jahre 1924 (SCHWERTSCHLAGER, 1926, S. 155). Danach scheint ja allerdings die Schätzung von ROTHPLETZ, daß die Plattenkalke in wenigen hundert Jahren gebildet seien, auch vom lithologischen Standpunkt aus nicht mehr haltbar. Über so lange Zeiträume aber, wie sie angesichts des Mangels merklicher rezenter phylogenetischer Veränderungen für die Entwicklung der Organismenwelt notwendig sind, könnte sich die Bildung der bekannten Sedimente doch kaum ausdehnen. Der Widerspruch wird am einfachsten behoben, wenn man mit BUCKMAN annimmt, daß nur ein geringer Teil der während eines Zeitabschnittes abgelagerten Schichten erhalten bleibt. Die vorhandenen Gesteinsbänke mögen oft ziemlich rasch gebildet sein, sie entsprechen aber nur einem kleinen Teil der Zeit, während derer die in ihnen enthaltenen Arten lebten. In der Tat drängen ja die Beobachtungen an den

heutigen Küsten ebenso wie an älteren, besonders riffartigen, Gesteinen zu der Überzeugung, daß das Wachstum einer Seichtwasserablagerung nicht von der Menge des zugeführten Materiales, sondern vorwiegend von der Senkung des Bodens bestimmt wird. Da diese höchst wahrscheinlich ungleichmäßig erfolgt, wird oft in kurzer Zeit viel abgesetzt werden, dann wieder in langer Zeit nichts.

Auf die anderen Versuche zur Messung geologischer Zeiten einzugehen, liegt außerhalb des Planes meiner Arbeit. Vgl. die Übersicht bei DACQUÉ (1915, S. 269ff.). Ich möchte es aber nicht unterlassen, die zusammenfassende Darstellung von KIRSCH über die Radiummethoden (1928) hier zu nennen, die doch wohl die aussichtsreichsten sind, wenn sie auch noch weiter ausgearbeitet werden müssen. PENCK hat jüngst die aus den Niagarafällen ableitbaren chronologischen Ergebnisse neu berechnet (1929, ältere Versuche bei DACQUÉ, 1915, S. 278). Er erhält für das Gesamtalter der Schlucht etwa 16.000 Jahre, für die Zeit seit Beginn des Rückzuges der letzten Vergletscherung 20.000 bis 25.000 Jahre. Über die Ermittlung der Länge der geologischen Zeit aus dem Salzgehalt des Meeres vergleiche man etwa CLARKE, 1924 (S. 150 bis 155). Auch BRAUNS Zusammenstellung über die Sedimentationsgeschwindigkeit der Hochseeabsätze sei zuletzt noch erwähnt (1913).

IV. Die chronologische Einteilung.

1. Grundsätzliches.

Ich habe schon bei früherer Gelegenheit dargelegt, was nach meiner Meinung die wesentlichen Merkmale unseres sogenannten Formationsschemas, des stratigraphischen Systems im engeren Sinne, sind (1925 a, S. 61 bis 64): Es ist eine zeitliche und eine künstliche Einteilung. Beide Behauptungen sind durchaus nicht allgemein angenommen und müssen deshalb näher besprochen werden.

Wie bekannt, haben sich führende Geologen mit Recht bestrebt, besondere Namen für die Einheiten der geologischen Zeitrechnung und für die ihnen zugehörigen Schichtgruppen festzuhalten. Man wird zweckmäßigerweise von einer Äreinteilung und einer Gruppeneinteilung sprechen. Die ganze Reihe der Formationen, Abteilungen usw. bezeichne ich als die Stufenleiter. Man hat sich auf gewisse Namen geeinigt, die die Wertordnung der stratigraphischen Einheiten ausdrücken. Ich möchte an ihnen nur wenige allzu auffallende Schönheitsfehler beheben.

Die der Stufe entsprechende Zeiteinheit sollte im Deutschen „Alter“ heißen. Das deutsche Sprachgefühl sträubt sich aber dagegen, unter diesem Wort eine verhältnismäßig kurze Zeit zu verstehen. Da alle anderen Einheiten der Äreinteilung griechische Namen tragen, würde ich statt Alter „Helikie“ vorschlagen. Daß ich das Wort „Formation“ lieber im Sinne der Engländer gebrauchen möchte, habe ich schon früher (S. 16) erwähnt. „System“ ist wohl noch nicht sehr eingebürgert. Die anderen Glieder der Gruppeneinteilung

sind deutsch benannt. Ich wähle deshalb statt Formation oder System „Verband“. Die beiden Einteilungen entsprechen einander also in folgender Weise:

Zeitliche Einheiten (Äreneinteilung):	Zugehörige Schichtgruppen (Gruppeneinteilung):
Ära	Gruppe
Periode	Verband (System, Formation)
Epoche	Abteilung (Serie)
Helikie (Alter)	Stufe.

Da ich die Zonen nicht als Teile des chronologischen Systems gelten lassen kann, ergibt sich die Notwendigkeit, für dieses eine neue kleinste Einheit einzuführen. Denn mit den Stufen kommt man in vielen Fällen nicht aus. Es hat sich aber bisher als ausreichend erwiesen, die Stufen zu Hauptstufen zusammenzufassen und in Unterstufen zu gliedern. Dabei werden die alten, großen Stufen öfter zu Hauptstufen aufrücken. Die Unterstufen haben eine ähnliche Größenordnung, wie die OPPELSCHEN ZONEN. Sollte es notwendig sein, sie noch weiter zu teilen, so würde ich für diese kleinste Einheit den Namen „Sproß“ vorschlagen. Die folgerichtige Anwendung aller der aufgezählten Namen erweist sich als sehr nützlich.

Eine gewisse Umständlichkeit in der sonst so wertvollen Arbeit von OBERSTE-BRINCK und BÄRTLING (1928) scheint mir beispielsweise nur darauf zu beruhen, daß sie den Ausdruck „Abteilung“ nicht verwenden und deshalb für die Einheiten, die größer als die Stufen, aber kleiner als das ganze Karbon sind, keine gemeinsame Bezeichnung haben.

In besonders vielfältigem Sinn ist leider der Ausdruck „Stufe“ gebraucht worden. Am weitesten von den Beschlüssen des Geologenkongresses in Bologna weicht wohl J. WALTHER ab, der (1927, S. 64) vorschlägt, „daß wir zweckmäßigerweise das Wort Stufe auf die lithologischen Unterschiede der sich überlagernden Gesteine beschränken sollen“. Ich verkenne nicht, daß dieser Vorschlag dem Wortsinn gut entspricht und deshalb anschaulich ist. Es dürfte aber doch keinesfalls zweckmäßig sein, einen so allgemein gebrauchten Namen plötzlich in einem Sinn zu verwenden, der dem üblichen und ausdrücklich beschlossenen geradezu entgegengesetzt ist.

Sehr häufig ist der Ausdruck Stufe für faziell gekennzeichnete örtliche Ausbildungen gebraucht worden, also für das, was ich seit einigen Jahren als Schichtglied bezeichne. So spricht noch PATTEISKY (1928) von der Unterstufe von Mohradorf, von Freihermersdorf usw., womit offenbar keine Glieder des allgemeinen stratigraphischen Schemas gemeint sind. Was KEYES (1929, S. 314) stages nennt, sind nach dem ganzen Zusammenhang offenbar ebenfalls Schichtglieder. Auch die sarmatische und pontische Stufe sowie die liburnische Stufe STACHES sind wohl vor allem durch ihre brackische bis limnische Fazies gekennzeichnet, also Schichtglieder, oder — wenn man lieber will — Formationen im Sinne der Engländer. Dagegen wäre die Protozänformation STACHES (1889, S. 45) wohl eigentlich eine Stufe.

HUMMEL (1928) verwendet den besprochenen Namen für Sedimentations-

zyklen in den Dolomiten, die etwas weiter gefaßt sind, als die Schichtglieder, weil sie mehrere Fazies umschließen, die aber offenbar doch nur örtliche Bedeutung haben sollen.

Sehr unglücklich im Gebrauch des Namens Stufe scheint mir die Arbeit von HORN (1915) über die Buchensteiner Schichten zu sein. Hier handelt es sich wohl nicht nur um eine falsche Verwendung des Namens, sondern um eine weitgehende Verwirrung der Begriffe. HORN schlägt (S. 122, 149) vor, die ladinische Stufe immer mit der Untergrenze der Knollenkalke beginnen zu lassen. Einem bestimmten Zeitpunkt würde diese Grenze nicht entsprechen. Auch die paläontologischen Zonen seien zu unscharf, um die Stufen nach ihnen zu trennen. Man fragt sich vergebens, was für ein Inhalt dem Begriff des Ladins bleibt, wenn es weder zeitlich noch paläontologisch bestimmt ist, da doch eine fazielle Bedeutung bei einem Gebilde offenbar von vornherein wegfällt, das Knollenkalke, Riffkalke, Dolomite, Mergel, Sandsteine, Tuffe, Laven in sich enthält. Der Vorgang HORNS erinnert an VACEK, der (1911, S. 29) die Frage, ob die Schichten mit *Gervillia buchi* zum Rhät oder zum Lias gehören, als eine solche „der stratigraphischen Akkolade“ betrachtet. Eine der Hauptursachen dieser Verwirrung liegt augenscheinlich in der Abneigung HORNS gegen Lokalnamen für die Gesteine. Das zeigt sich noch besonders deutlich bei dem Ringen um einen Namen für die oberen Buchensteiner Schichten, die schließlich mit dem farblosen Ausdruck „oberer Knollenkalkhorizont“ bezeichnet werden. Wie viel Klarheit wäre in die ganze Darstellung gekommen, wenn die drei Begriffe „Obere Buchensteiner Schichten“, „Zone des *Protrachyceras langobardicum*“ und „Oberfassan“ auseinandergelassen und angewendet worden wären.

Es liegt mir ferne, HORN, dessen späteres Schicksal uns mit Trauer und Verehrung erfüllt, aus seinem Mißerfolg einen Vorwurf zu machen. Er mußte wohl infolge ungünstiger Wahl seiner Aufgabe scheitern. Nur widerstrebend habe ich seine Arbeit hier kurz besprochen, weil sie mir besonders geeignet schien, den Nutzen der von mir vorgeschlagenen Unterscheidungen zu verdeutlichen. Der akademische Lehrer kann aus ihr noch ein Zweites lernen: die Berechtigung der alten Erfahrungsregel, daß man junge Geologen zuerst zur genauen Kartenaufnahme in einem beschränkten Gebiet anregen soll. Das Verfolgen einer geologischen Frage über eine größere Strecke erfordert viel zu viel Überblick, Erfahrung und Gewandtheit in der geologischen Beobachtung und in deren Auswertung, als daß ein Anfänger damit zurechtkommen könnte.

Ich halte es nach all dem Gesagten für sehr wünschenswert, daß man das Wort „Stufe“ nur gebraucht, wenn man alle innerhalb einer bestimmten Zeit — der Helikie — gebildeten Gesteine ohne jede Rücksicht auf ihre sonstigen Eigenschaften bezeichnen will.

Sehr oft wird die Sache so dargestellt, als ob auch die stratigraphischen Einheiten im engeren Sinn zunächst Gruppen von Gesteinen wären und die zeitlichen Einheiten nur eine abgeleitete Bedeutung — eben als Bildungszeiten jener räumlichen Massen — hätten. Es würde sich dann hier geradeso verhalten, wie wir es eben für die Zonen kennengelernt haben. Untersucht man aber, worauf denn diese Gleichstellung der Gesteine verschiedener Gebiete,

vermöge derer sie zur selben Stufe gehören, eigentlich beruht, so findet man keinen Inhalt dieses Begriffes, wenn man von der Zeit absehen will. Meiner Meinung nach werden die Gesteine, die zu einer Stufe, Abteilung oder Gruppe gehören, nur durch ein Merkmal zusammengehalten: Sie sind alle innerhalb derselben, ganz bestimmten Zeit gebildet. Mit anderen Worten, die rein zeitliche Äreinteilung ist hier die ursprüngliche, die Gruppeneinteilung die abgeleitete. Das ist der Grund, warum ich beide zusammen als die chronologische Einteilung bezeichnet habe.

Über die Künstlichkeit des chronologischen Systems und die sich daraus ergebenden Folgen, besonders in bezug auf seine Unveränderlichkeit, habe ich schon früher gelegentlich gesprochen (so 1925 c, S. 224). Ich habe dem nur wenig hinzuzufügen. Daß eine natürliche Chronologie auch heute noch vielfach angestrebt wird, zeigen außer anderen weiter unten zu nennenden die Arbeiten von ULRICH (1916, S. 467ff.) und KEYES (1929, besonders S. 316). DACQUÉ (1915, S. 276) schwebt ein solches System als Aufgabe vor, wenn er auch einsieht, daß es nicht vollkommen erreicht werden kann.

Die ältesten Versuche, zu einer natürlichen Gliederung der Schichten zu gelangen, benützten lithologische Merkmale. Mag es auch einzelne Gesteine geben, „die für bestimmte Erdperioden charakteristisch sind“ (SALOMON, 1926, vgl. auch DACQUÉ, 1915, S. 284), so wird doch heute niemand mehr versuchen, darauf die Stratigraphie aufzubauen.

Auch die Meinung, daß das stratigraphische System auf natürlichen faunistischen Einheiten beruht oder doch beruhen sollte, ist alt. Ich erwähne als Beispiel aus früherer Zeit nur die Darstellung FRECHS (1899, bes. S. 38ff). Bei ihm sind die Formationen eine Art sehr weite, auf Familien begründete Faunenzonen. Recht ähnliche Ansichten hat jüngst wieder J. WALTHER (1927) vorgetragen. Er glaubt, daß die Formationen natürliche Einheiten sind, die sich voneinander faunistisch mehr unterscheiden, als wenn man die Trennungslinien an anderen Stellen gezogen hätte (S. 645). Er sagt geradezu, daß die Kreide nach ihrer marinen Fauna „als einheitliche Periode erkannt“ ist (S. 729). Das Beispiel ist besonders unglücklich gewählt, denn öfter ist schon mit Recht darauf hingewiesen worden, daß die Unterkreide sich faunistisch von der Oberkreide viel mehr unterscheidet, als vom Oberjura, so daß man sogar an eine Änderung des Formationsschemas gedacht hat. Nicht anders verhält es sich mit der Trennung von Karbon und Perm. Kaum an einer Stelle ist dagegen die faunistische Grenze so scharf, wie zwischen Trias und Lias. Trotzdem hat man sich bis heute nicht darüber einigen können, wohin man das Rhät rechnen soll, ein Beweis dafür, eine wie geringe Rolle die faunistische Eigenart bei solchen Fragen tatsächlich spielt. Auch daß die großen Änderungen der Pflanzenwelt zu ganz anderen Zeiten erfolgt sind, als die der Tierwelt, zeigt wohl, daß es keine natürlichen Einheiten der geologischen Zeit gibt. Es wäre ja gar nicht einzusehen, warum die Tiere dabei berücksichtigt werden sollten, die Pflanzen aber nicht.

BUCKMANS Standpunkt erinnert einigermaßen an den WALTHERS. Seine Unterteilungen des Charmouth (1918, S. 263) sollen offenbar natürlich im Sinne faunistischer Zusammengehörigkeit sein. Sie stützen sich auf das Vor-

herrschen gewisser Familien oder Gattungen von Ammoniten. Allerdings bemerkt BUCKMAN dazu, daß die genauen Grenzen der Unterstufen heute wegen der Unzulänglichkeit der paläontologischen Kenntnisse und wegen des Dazwischenkommens von Schichtlücken in den meisten Fällen noch nicht angegeben werden kann. Das zeigt unabsichtlich, wohin die Vermengung der Stufenleiter mit Gattungs- und Familienzonen führen würde. Denn eine Zeitskala, deren Teilstriche nicht festgelegt sind, ist kein brauchbares Werkzeug. Das Koordinatensystem, in das wir unsere Ergebnisse eintragen, soll selbst nicht ein Ausdruck dieser Ergebnisse, sondern vor allem — so weit das bei Menschenwerk möglich ist — unveränderlich sein. Gegenüber dieser wichtigsten Forderung müssen wohl alle anderen Wünsche zurückstehen (ähnlich auch ANDRÉE, 1926, S. 35). Gewiß gibt es Aufgaben, die leichter gelöst werden, wenn man das Koordinatensystem verlegt. Ich glaube nur nicht, daß wir schon einen so weiten Überblick haben, um diese Maßregel in Betracht ziehen zu können.

Einen Teil der angeführten Schwierigkeiten, zu einer natürlichen stratigraphischen Gliederung auf paläontologischer Grundlage zu gelangen, vermeidet das Verfahren, das SCHINDEWOLF (1928 b; auch in JONGMANS, 1928 a, S. XXXII) in so scharfsinniger Weise verfißt. Er geht von folgenden Grundsätzen aus: Man ermittelt zunächst für jede größere Einheit der Stratigraphie eine bestimmte Gruppe von Lebewesen, die sich wegen rascher Veränderlichkeit und weiter Verbreitung besonders für eine Zonenskala eignen. Nach den wichtigeren Veränderungen innerhalb dieser Gruppe sind dann auch die stratigraphischen Unterabteilungen abzugrenzen. Die anderen Organismengruppen können zwar zum Wiedererkennen der Stufen benützt werden, haben aber keinen Einfluß auf deren Definition und Begrenzung. Sie mögen höchstens dazu dienen, für solche Gesteine, auf die die „Archistratigraphie“ wegen des Fehlens der maßgebenden Fossilien nicht anwendbar ist, aushilfsweise eine „Parastratigraphie“ aufzustellen. Daß auch durch diesen gewiß sehr geistreichen Versuch nicht alle Fragen beantwortet werden, liegt wohl auf der Hand. Was geschieht beispielsweise, wenn sich zeigen läßt, daß die größeren faunistischen Veränderungen innerhalb der Leitgruppe nicht überall gleichzeitig erfolgt sind? Und wie bestimmt man die Grenze zwischen solchen Einheiten, in denen man die Archistratigraphie auf verschiedene Tiergruppen begründen muß. Es ist wohl auch nicht zu bestreiten, daß SCHINDEWOLFS Einteilung nur in einem sehr beschränkten Sinn als eine natürliche bezeichnet werden kann.

Ich halte es für ausgeschlossen, daß wir auf paläontologischem Wege zu einem „natürlichen“ geologischen System kommen. In dieser Hinsicht schließe ich mich ganz ULRICH an, der (1916, S. 488) treffend sagt: „But remember, the function of the fossils is to identify horizons and not to decide how the division of geologic time into epochs and periods is to be carried out“. Es ist deshalb auch unberechtigt, wenn BENECKE (1895, S. 240; 1898 a, S. 111) fordert, daß man sich bei der Gliederung eines Verbandes entweder nur nach den Meeresfaunen oder nur nach den Landflora richten solle (wobei jene den Vorzug verdienen — 1898, S. 110). Denn die Gliederung läßt sich aus den

Versteinerungen überhaupt nicht ableiten, zur Parallelisierung aber sind alle erreichbaren Gruppen heranzuziehen, wenn sie auch nicht alle gleich wichtig sind.

Daß auch die Transgressionen und die Regressionen, die FRECH (1899, S. 32), DIENER (1925 b, S. 161) usw. bevorzugen, sich nicht dazu eignen, ein solches natürliches System aufzustellen, wurde von mir und anderen schon früher zur Genüge gezeigt. Ich verweise nur noch auf die Darlegungen FREBOLDS (1924, S. 315) und SCHINDEWOLFS (in PATTEISKY, 1928, S. 509—510). Dagegen sehe ich allerdings zwei Wege, die möglicherweise später zu einer natürlichen geologischen Zeitrechnung führen könnten: Die Erforschung der großen Klimaschwankungen und der Gebirgsbildungsperioden. Falls man einmal mit genügender Sicherheit behaupten könnte, daß die Eiszeiten — besonders die großen im Algonk, im Perm und im Quartär — auf der ganzen Erde streng gleichzeitig eintraten, wären damit so wichtige Marksteine in der Erdgeschichte gegeben, daß man daran denken müßte, die Grenzen zwischen den Ären auf sie zu verlegen. Niemand wird wohl behaupten wollen, daß wir heute schon so weit sind.

Zur Trennung kleinerer Abschnitte würden sich die Gebirgsbildungsphasen vorzüglich eignen, wenn es sich dabei wirklich um wohlabgegrenzte, kurz dauernde Vorgänge handelt. Stratigraphische Systeme, die auf die Diastrophismen gegründet sind, wurden wiederholt aufgestellt. Eines der ältesten ist wohl das von SCHUCHERT und BARREL (1914, bes. S. 14), das teilweise auf CHAMBERLIN fußt. Die verwendeten Methoden sind unter anderen bei ULRICH (1916, S. 469), SCHUCHERT (1916, S. 502—503 und 1929) und KEYES (1929, S. 287 und 309) recht klar auseinandergesetzt. Ich führe einen Satz aus ULRICH an: „A geologic age is regarded as having closed when the marine waters are largely or wholly withdrawn from one or more of the epicontinental basins, the succeeding new age as having opened when the sea again began to advance in the same or in other basins.“ Die stratigraphischen Einheiten erscheinen also als eine Art großer Sedimentationszyklen. Man beachte, daß das Ende einer Stufe und der Anfang der nächsten nicht zusammenfallen, wovon noch die Rede sein wird. Die Möglichkeit, daß das Meer in dem einen Becken vordringt, während es sich in einem anderen noch zurückzieht, wird nicht erwogen. Nach SCHUCHERT (1916, S. 493) soll gerade nur die weltweite Verbreitung der Diastrophismen es ermöglichen, daß dieselben stratigraphischen Namen überall angewendet werden. Meiner Meinung nach erklärt sich das viel einfacher aus der Künstlichkeit des Systems und seiner Unabhängigkeit von den örtlichen Faziesverhältnissen. KEYES (S. 309) ist sich über die örtliche Beschränktheit der Ergebnisse klarer (vgl. auch seine Figur auf S. 311).

Bezeichnend für die meisten amerikanischen Arbeiten — im Gegensatz zu den gleich zu besprechenden STILLES — ist es, daß Orogenesen und Epeirogenesen nicht streng auseinandergelassen, sondern unter dem Namen Diastrophismen zusammengefaßt werden. Offenbar werden auch die Epeirogenesen als ziemlich kurz dauernd aufgefaßt. Dazwischen lägen lange inaktive Perioden, in denen überhaupt keine tektonischen Bewegungen erfolgen. Das läßt sich mit den Beobachtungen wohl kaum vereinbaren. Es mag aber zu-

gegeben werden, daß in Amerika einzelne Regressionen und Transgressionen über große Flächen sehr rasch hinweggegangen sind, wie man das in Europa kaum findet. Wahrscheinlich wird eine eingehende Untersuchung auch dort viel verwickeltere Verhältnisse aufzeigen, als jetzt angenommen wird. Derzeit sind alle diese Darstellungen noch sehr stark schematisiert.

KEYES rückt (1929, S. 310) die eigentlichen Orogenesen mehr, als die anderen Genannten, in den Vordergrund seines Einteilungsversuches. Er nennt sein System demgemäß „Orotaxial chronology“. Doch glaubt auch er, daß Orogenesen und Epeirogenesen praktisch nicht zu trennen sind.

Wenn Diskordanzen zur Parallelisierung dienen sollen, müssen sie in getrennten Becken wiedererkannt werden. Das ist wohl nicht anders als durch Fossilien möglich, so daß wir schließlich doch zu einer paläontologischen Methode gelangen. Doch glaubt ULRICH (1916, S. 456) und SCHUCHERT (1916, S. 502—503), daß auch die Umwandlung der Lebewesen hauptsächlich durch die Diastrophismen bedingt ist, daß also die paläontologische Methode nicht unabhängig von der tektonischen ist.

Die Gliederung nach Diastrophismen herrscht dort fast unbeschränkt, wo andere Anhaltspunkte fehlen, also vor allem in den präkambrischen Schichten. KEYES (1929, S. 307) führt eine Tabelle ihrer so gewonnenen Einteilung vor. Wie weit diese Ergebnisse gesichert sind, muß ich jenen zu beurteilen überlassen, die sich mehr mit dem Gegenstand befaßt haben. Daß von mancher Seite lebhaftere Zweifel gegenüber allen solchen Versuchen gehegt werden, ist mir bekannt. Jedenfalls ist die Tabelle bei KEYES noch recht schematisch, da die Grenzen der Schichtglieder in den einzelnen Regionen einander vollständig entsprechen, was in der Natur doch sicher nicht zutrifft. SCHUCHERT und BARREL (1914) haben auch die fossilführenden Formationen nach den Diastrophismen neu gegliedert. Die Einteilung weicht von der gegenwärtig gebräuchlichen in wesentlichen Punkten ab, obwohl sie sicher noch viele wichtige tektonische Vorgänge vernachlässigt.

Ihre heute in Europa herrschende Form verdankt die Lehre von den kurz dauernden, weit verbreiteten Gebirgsbildungsphasen bekanntlich STILLES, der allerdings nicht beabsichtigte, auf Grund ihrer das stratigraphische System umzugestalten. (Über ältere, noch recht unvollkommene Formen vgl. etwa DACQUE, 1915, S. 254, auch S. 299).

Nichts liegt mir ferner, als den großen Wert der Betrachtungsweise STILLES für die Untersuchung dieser Frage zu verkennen. Außer dem Hauptwerk (1924) sind zwei Vorträge dieses Forschers in der Deutschen Geologischen Gesellschaft (1920 und 1928) methodologisch besonders aufschlußreich. Eine eingehende Besprechung tektonischer Fragen würde aus dem Rahmen dieses meines Buches fallen. Es möge mir aber nicht verwehrt sein, einige Bemerkungen über STILLES Theorie einzuschalten, so weit es sich um Dinge handelt, die unmittelbar mit der Chronologie zusammenhängen.

Ich möchte vorausschicken, daß der zweite Hauptteil von STILLES Werk (1924), der über die Epirogenese und ihre Beziehungen zur Orogenese handelt, auf mich einen viel überzeugenderen Eindruck gemacht hat, als der über die orogenen Phasen. Dieser scheint allerdings im allgemeinen

mehr benützt worden zu sein, wohl wegen seiner Bedeutung für die Nomenklatur. Die Abhängigkeit jener späteren Ausführungen von denen über die Orogenese wird man nicht überschätzen dürfen. Denn daß die Gebirgsbildung zu verschiedenen Zeiten sehr ungleich stark war, dürfte kaum jemand bezweifeln. Das genügt aber wohl als Grundlage für die Untersuchung ihres Verhältnisses zur Epirogenese. Das Ergebnis dürfte sich in dieser Hinsicht nicht wesentlich ändern, wenn man statt der Theorie STILLES die von ihm (1924, S. 60—61) bekämpfte Vorstellung ARGANDS zugrundelegt, daß die Paroxysmen der Gebirgsbildung sich von den Zwischenzeiten nicht scharf, sondern nur dem Grad nach unterscheiden.

Dagegen sind für den Stratigraphen gerade die Eigentümlichkeiten von STILLES Bild des tektonischen Geschehens besonders wichtig. Dabei sind zwei Punkte (schärfer als STILLE es tut) auseinanderzuhalten: Die einzelnen Orogenesen sollen an jeder Stelle sehr kurz gedauert haben, so kurz, daß ihre Dauer geologisch nicht meßbar ist; und sie sollen nur zu ganz bestimmten Zeiten, zu diesen aber an vielen über die ganze Erde verstreuten Punkten erfolgt sein, während in den Zwischenzeiten die eigentliche Gebirgsbildung vollkommen ruhte. Es ist klar, daß gerade diese Eigenschaften die Orogenese für die geologische Zeitmessung besonders geeignet machen würden.

Der erste Satz, die Plötzlichkeit (Episodizität) der Orogenesen im Gegensatz zu den Epirogenesen, wird zunächst wohl schon durch den Unterschied zwischen den heutigen langsamen Verschiebungen der Strandlinien und den plötzlichen Bewegungen an Erdbebenspalten gestützt. Es dürfte auch richtig sein, daß Beispiele für durch meßbare geologische Zeiten anhaltende echte gebirgsbildende Bewegungen schwer zu erbringen sind. Doch möchte ich STILLE nicht beistimmen, wenn er zu bezweifeln scheint (1924, S. 25), daß Flüsse gegenüber echten Falten antezedent sein können. Ich kenne aus den Lessinischen Alpen Verhältnisse, die sich wohl nicht anders deuten lassen, als daß die dortigen Flüsse, die Arsa und besonders der Astico, Falten, die aus einem ursprünglich gleichmäßigen Geländeabfall aufstiegen, fortlaufend durchschnitten haben (wobei die Arsa allerdings zuletzt überwältigt wurde). Da diese Erscheinungen aber noch nicht genauer beschrieben sind, kann ich hier nicht dabei verweilen.

Im übrigen leidet STILLES Beweisführung für die scharfe Verschiedenheit der Orogenese und Epirogenese darunter, daß er für ihre Unterscheidung mehrere begrifflich voneinander unabhängige Merkmale verwendet. Am deutlichsten ist dies 1920 (S. 190ff.) herausgestellt. Die epirogenetischen Vorgänge sind weitspannig, säkular und gefügearhaltend; die orogenetischen dagegen episodisch und gefügearändernd. (Die Kleinwelligkeit wird nicht genannt, weil es zu viele Übergänge gibt — 1920, S. 197.) Da aber auch bruchlose echte Falten vorkommen, kann das Verhalten dem Makrogefüge gegenüber (um dieses handelt es sich) ebenfalls nicht entscheidend sein. Bei der Durchführung rechnet STILLE deshalb alle länger dauernden tektonischen Vorgänge zur Epirogenese, auch dann, wenn das Ergebnis von echter Gebirgsbildung nicht deutlich zu unterscheiden ist (vgl. 1920, S. 199; 1924, S. 23 bis 33). Dadurch kommt der Leser aber um den Beweis dafür, daß die Ver-

änderungen des tektonischen Gefüges stets rasch erfolgen. Eine ähnliche Schwierigkeit ergibt sich aus STILLES Definition der Faltung (1924, S. 244). Sie wird nicht auf die beobachtbaren Lagerungsverhältnisse gegründet, weil — wie gesagt — zwischen epirogenen Undationen und großwelligen orogenen Undulationen weitgehende Konvergenzen möglich sein sollen (vgl. auch 1920, S. 198, 199), sondern auf die Zugehörigkeit zur Orogenese. Dann bedarf es freilich keines Beweises mehr, daß alle Falten plötzlich entstehen, aber dieser Satz enthält keine neue Erkenntnis, wenn die langsam gebildeten Formen schon durch Definition ausgeschlossen wurden. 1920 (S. 200) betrachtet STILLE es als ein Kennzeichen der echten, orogenetischen Faltung, daß auch die Mulden unter Aufwärtsbewegung in bezug auf den Ozeanspiegel entstehen. Das ist aber wohl eine Aufstellung, deren Allgemeingültigkeit erst erforscht werden müßte. Übrigens können sich Epirogenesen ebenso verhalten.

An einigen Stellen (1920, S. 205 bis 207; 1924, S. 373, 398) erscheint auch bei STILLE der Gegensatz zwischen Orogenese und Epirogenese etwas abgeschwächt. Es ist nicht unmöglich, daß man auf diesem Weg noch ein Stück weiter wird gehen müssen. Deshalb braucht die Trennbarkeit der beiden Erscheinungen in der überwiegenden Mehrzahl der Fälle nicht bezweifelt zu werden. Man müßte sich wohl auch noch einmal fragen, ob nicht der Gegensatz zwischen Brüchen und Schichtverbiegungen ein schärferer ist, als der zwischen orogener und epiogener Faltung. Der Unterschied in den entstehenden tektonischen Formen und im Verhalten zum Gefüge ist zwischen jenen beiden jedenfalls sehr deutlich. Manches spricht auch für einen sehr verschieden raschen Ablauf.

Auf das Bestehen von Übergängen zwischen Undation und Undulation deuten ja auch STILLES eigene mechanische Darlegungen. Denn falls epiogener und orogener Druck sich nur dem Grade nach unterscheiden, wäre es merkwürdig, wenn zwischen ihren Wirkungen ein wesentlicher Unterschied bestünde. Ebenso unwahrscheinlich ist ein durchgreifender Gegensatz zwischen normal und ungewöhnlich mobilen Gesteinsmassen. Allerdings scheint die Bezeichnung „starker episodischer Druck“ (S. 398) fast darauf hinzudeuten, daß STILLE eine plötzliche bedeutende Steigerung des Druckes annimmt. Eine solche wäre aber wohl ungemein schwer verständlich. Im übrigen möchte ich den Folgerungen aus STILLES mechanischen Vorstellungen nicht zu viel Bedeutungen beimessen, weil diese wohl manche physikalische Schwierigkeit enthalten. Es braucht nur an die bekannten Einwände gegen die Übertragbarkeit des tangentialen Druckes durch ganze Kontinente, gegen die Versteifung der Schollen durch Faltung usw. erinnert zu werden. Meiner Meinung nach schätzt STILLE auch den Einfluß der unserer Untersuchung zugänglichen, oberflächlichen Erdschichten auf die Verteilung der tektonischen Vorgänge im Großen zu hoch ein. Der Zusammenhang zwischen Geosynklinalen und Gebirgsbildung mag wohl ein mehr indirekter, durch Verhältnisse in den tieferen Teilen der Erde begründeter sein.

Am meisten anfechtbar — und für uns gerade besonders wichtig — scheint mir der Satz zu sein, daß die Gebirgsbildung auf wenige (nicht viel

mehr als 30; vgl. STILLE, 1924, S. 388) kurz dauernde Phasen beschränkt ist, in der Zwischenzeit aber fehlt. STILLE beruft sich (S. 45) zunächst darauf, daß diese Lehre sich heute der weitestgehenden Anerkennung erfreue. Es gibt aber doch genug bedeutende Tektoniker, die ihr nicht ausdrücklich beistimmen oder ihr sogar widersprechen. STILLE sucht diesen die Last der Beweisführung zuzuschieben. Meinem Empfinden nach kommt sie demjenigen zu, der vom Grundsatz der Aktualität weiter abweicht. Im übrigen ist STILLE offenbar der Ansicht (S. 387), daß seine Deutung durch die ganze Beschreibung der Gebirgsbildungen im zweiten Hauptteil seines Buches bewiesen wird. Gerade das scheint mir nun aber nicht hinlänglich der Fall zu sein. STILLE übersieht ja keineswegs die Schwierigkeiten bei der Altersbestimmung tektonischer Vorgänge. Er schätzt sie aber doch vielleicht zu wenig hoch ein. Zunächst macht sich hier die Unvollkommenheit unserer stratigraphischen Kenntnisse im allgemeinen geltend. Auf S. 190 (1924) wird recht treffend betont, daß der Vergleich des amerikanischen Tertiärs mit dem europäischen noch auf schwachen Füßen steht. Ähnlich verhält es sich aber wohl auch in anderen Epochen, wenn man den hier notwendigen strengen Maßstab anlegt. Man muß sich ja vor Augen halten, daß bei der außerordentlichen Kürze, die STILLE den einzelnen Gebirgsbildungsphasen zuschreibt, von Gleichzeitigkeit kaum dann gesprochen werden kann, wenn zwei räumlich getrennte Störungen erwiesenermaßen in dieselbe Ammonitenart-Hemere fallen.

Es ist aber beim Lesen von STILLES Darlegungen überdies augenscheinlich, daß das wahre Alter der Orogenesen selbst innerhalb der Grenzen unserer allgemeinen stratigraphischen Kenntnisse nur in einer kleinen Minderzahl der Fälle festgestellt ist. Meist läßt sich eine Störung durch unmittelbare Beobachtung nur in einen recht weiten zeitlichen Rahmen einschließen. Dann greift STILLE zur „mittelbaren Zeitfestlegung“. Er weist die beobachteten Störungen einer Gebirgsbildung zu, die innerhalb des betreffenden Zeitintervalles schon anderweitig belegt ist (S. 48, 49). Es ist klar, daß dieser Vorgang das „Orogene Zeitgesetz“ schon voraussetzt, wie dies ja auch ausdrücklich angegeben wird. Daraus folgt, daß alle Störungen, die nur auf diesem Weg einer bestimmten Phase zugeschrieben werden können, als Beweise für die Gültigkeit des Gesetzes wegfallen. Das ist aber die Mehrzahl. Es wäre lehrreich gewesen, zunächst nur jene Fälle zusammenzustellen, in denen sich eine Gebirgsbildung unmittelbar recht genau — etwa in eine bestimmte Unterstufe — einteilen läßt. Würde sich dann zeigen, daß alle oder doch die meisten so nachweisbaren Phasen an mehreren verschiedenen Stellen belegt werden können, während solche Phasen, die nur durch ein Beispiel vertreten sind, an Zahl ganz zurücktreten, dann wäre ein starker Wahrscheinlichkeitsbeweis für das orogene Zeitgesetz gewonnen.

Eine weitere Fehlerquelle liegt darin, daß man in sehr vielen Fällen nur Schichtglieder, nicht einwandfreie Stufen, zum zeitlichen Vergleich der Faltungen heranziehen kann. Da eine Gebirgsbildung meist mit einer Faziesänderung verbunden sein wird, werden die Grenzen der Schichtglieder sehr oft mit orogenen Zeiten zusammenfallen. Wenn diese Schichtglieder dann als Stufen aufgefaßt werden, muß der Schein gleichzeitiger Gebirgsbildungen

in verschiedenen Gegenden entstehen, ohne daß der Beweis zwingend wäre. Oft wird dieser Einfluß sich unbemerkt geltend machen. In anderen Fällen wurden die Faltungen bewußt zur Abgrenzung stratigraphischer Einheiten verwendet, die dann natürlich nicht als Maßstab für die Gleichzeitigkeit der Störungen dienen können. Beispiele für dieses Verfahren sind in STILLES Werk reichlich vorhanden. So wird für die altpaläozoischen Glazialabsätze des nördlichen Norwegens im Gegensatz zu HOLTEDAHL ein obersilurisches Alter vermutet, weil sonst nur hier eine ordovizische Gebirgsbildung zu erkennen wäre (1924, S. 69). Später wird (S. 104, Anm.) — allerdings sehr vorsichtig — der Versuch gemacht, die roten permischen Konglomerate der Westalpen in zwei altersverschiedene Teile zu zerlegen, je nachdem sie mit der Trias oder mit dem Karbon konkordant sind. Oberoligozän und Aquitan sind paläontologisch oft schwer zu unterscheiden. Die Altersbestimmung wird deshalb gelegentlich auf das Verhältnis zur „savischen“ Diskordanz gestützt (S. 178, ähnlich S. 184). Ebenso dienen Diskordanzen zur Abgrenzung von Miozän und Pliozän in Attika (S. 191, Anm. 2) und zur Gliederung des Pliozäns in Tunis (S. 201).

Nicht selten ist die Bewertung einer leichten Diskordanz — ob als orogen oder als epirogen — nicht eindeutig. Dann besteht die Gefahr, daß sie auf Grund zeitlicher Beziehungen in dem einen Fall bei gleichem Tatbestand anders erklärt wird als in dem anderen. So wird das thüringische Grundgebirge zur kaledonischen Faltenregion gerechnet (S. 73), obwohl die Diskordanz des Devons auf dem Silur nicht in den einzelnen Aufschlüssen, sondern nur an der Verteilung der Stufen unter der Auflagerungsfläche zu erkennen ist. Würde es sich um eine anorogene Zeit handeln, so würde man die schwache Diskordanz wohl durch epirogenetische Bewegungen erklären.

Recht auffallend ist die zeitliche Verteilung der Gebirgsbildungsphasen, wie STILLE sie ermittelt hat (S. 388). Etwa ein Drittel von ihnen würde in die kurze Tertiärzeit fallen, nur ebensoviele in das unvergleichlich längere Paläozoikum. Es kann sich darin eine Änderung im tektonischen Verhalten der Erde aussprechen. Es ist aber auch sehr gut denkbar, daß es sich nur um eine Wirkung der genaueren stratigraphischen Gliederung der jüngeren Erdschichten handelt. Dann müßte man schließen, daß die älteren Gebirgsbildungsphasen erst sehr unvollständig bekannt sind. Man könnte dadurch auf die Vermutung kommen, daß die Zahl der unterscheidbaren Phasen überhaupt eine Funktion der Feinheit in der stratigraphischen Gliederung ist.

Auch der Nachweis des Auftretens vollständig anorogener Zeiten ist schwer zu führen. Gerade bei solchen negativen Feststellungen kann ja das Vernachlässigen irgend welcher Beobachtungen — wie es bei einem so ungeheuren Forschungsgebiet unvermeidlich ist — leicht zu Fehlschlüssen führen. Wenn beispielsweise STILLE (1924, S. 44) fragt, wo denn in den Südalpen oder überhaupt in der Welt eine Diskordanz in den ladinischen Schichten bekannt sei, so ist darauf zu erwidern, daß in den südlichen Steiner Alpen mittelladinische Gesteine bis auf das Altpaläozoikum transgredieren. Nach dem Zusammenhang mit der Umgebung kann es sich hier nur um ladinische oder frühestens oberanische Störungen, und zwar wohl Faltungen handeln

(KOSSMAT, 1906, S. 264). Es ist aber der Induktionsschluß aus der Beobachtung vieler konkordanter Profile einer Abteilung auf das allgemeine Fehlen von Diskordanzen in dieser überhaupt anfechtbar. Denn ein solcher Schluß setzt den Gegensatz zwischen orogenen und anorogenen Zeiten schon voraus. Wenn es Übergänge zwischen beiden gibt, spricht nichts dagegen, daß in einem einzigen von tausend untersuchten Profilen eine Diskordanz auftritt. Es handelt sich dann eben um eine Zeit, in der Störungen nur an ganz wenigen Stellen erfolgten. Meiner Meinung nach kann eine Induktion nur dort angewendet werden, wo das Bestehen irgendeiner Gesetzmäßigkeit schon vorausgesetzt wird. Dann kann sie Auskunft über die Art dieser Gesetzmäßigkeit geben. Das Vorhandensein von Gesetzmäßigkeit überhaupt kann sie nicht beweisen. Auch kausale Gesetze können nur bewiesen werden, wenn man die Kausalität als solche voraussetzt. Diese selbst kann man aus der Erfahrung nicht ableiten. Analogerweise ist der Beweis, daß eine bestimmte Zeit anorogen ist, kaum zu führen, so lange nicht — etwa durch die auf S. 77 angedeutete Untersuchung — feststeht, daß es überhaupt anorogene Zeiten gibt.

Daß auch in stratigraphischen Abschnitten der Vorzeit, die STILLE als anorogen ansah, Spuren von Faltung nachgewiesen werden können, dafür seien nur wenige Beispiele angeführt. Wie ich schon erwähnt habe (S. 35) und bei anderer Gelegenheit ausführlicher zeigen werde, traf ich in der anischen Stufe, also in einer Zeit, für die bisher Erdruhe angenommen wurde, zwei Transgressionen, deren Verhalten im einzelnen auf echte Faltungen hindeutet. Südlich der Steiner Alpen dürfte es auch ladinische Bewegungen geben. Zwar berichtet TEICHMÜLLER (1929, S. 384 und 406), daß er in den Südalpen keine triadischen Störungen nachweisen konnte. Er hat aber die ausschlaggebenden Stellen, im Zoldo, bei Pontafel, bei Tarvis usw., offenbar nicht gesehen. KREJCI ist durch seine Untersuchungen im rumänischen Tertiär ebenfalls zur Annahme einer ununterbrochenen, wenn auch der Stärke nach schwankenden Faltung geführt worden (1928). Es scheint mir auch nicht möglich, die Störungen im nordalpinen Jura durchwegs der jungkimmerischen Faltung im obersten Malm zuzurechnen. Denn auf der Nordseite des Tennengebirges liegen die Konglomerate ja im obersten Lias oder höchstens im Dogger (PIA in SPENGLER, 1924, S. 81). Die Emersionen im mitteleuropäischen Jura wird man hier freilich nicht anführen dürfen, da sie von KLÜPFEL, FREBOLD usw. als bloße undatorische Bewegungen ohne dauerndes tektonisches Ergebnis angesehen werden. Auch BUCKMAN (1920, S. 88 und später) spricht nur von Diastrophismen während des Juras im allgemeinen, worunter auch Epirogenesen verstanden sein können. Seine Abbildungen und Beschreibungen (z. B. 1922, S. 424 für den unteren Dogger) sehen allerdings nach Faltung aus, doch ist die starke Überhöhung zu berücksichtigen.

Besonders wichtig ist schließlich die Frage, ob die Gegenwart vollständig anorogen ist. Denn da es in der Vorzeit offenbar orogene Abschnitte gegeben hat, wäre damit das Bestehen von beiderlei Phasen bewiesen. Um diese Auffassung zu retten, muß STILLE (S. 51 bis 60) die heute zweifellos vorkommenden Erdbebendislokationen als anorogene, mit den Undationen verknüpfte Erscheinungen deuten. Diese Darstellung scheint mir ziemlich

gezwungen. Denn hier treffen alle Merkmale der orogenen Vorgänge, äußerste Kleinwelligkeit, Änderung des Schichtgefüges und Raschheit der Bewegung zu.

Es dürfte sich aber auch schwer bestreiten lassen, daß wahre Faltungen in der Gegenwart gelegentlich beobachtet worden sind. Ich verweise als Beispiel auf E. NOWACKS Untersuchungen in Niederalbanien. Er gelangt (1921, S. 51; 1929 a, S. 104—105 und b, S. 136, mit weiteren Schriftenhinweisen) zu der Ansicht, daß die Bewegungen in diesem Gebiet wahrscheinlich heute noch anhalten. Die Faltung scheint ihm ferner eine kontinuierliche zu sein. Eine scharfe Trennung zwischen Orogenese und Epirogenese lehnt er auf Grund seiner Beobachtungen ab. Es sei noch angemerkt, daß die Falten im albanischen Tertiär unvergleichlich geringere Ausmaße haben, als etwa die Ova Kleinasiens. Ihnen die Natur echter Falten (Undulationen) abzusprechen, schiene mir gewaltsam.

Ein sehr schönes Beispiel ganz junger Krustenbewegungen hat WINKLER (1926) an der Hand der Flußverlagerungen im steirischen Tertiärgebiet untersucht. Er konnte mehrere noch in Bildung begriffene Synklinalen und Antiklinalen nachweisen, die sich deutlich an die pliozäne Tektonik anschließen. Er betont (S. 518), daß diese rezenten Vorgänge sich zwar graduell, nicht aber so sehr prinzipiell von den Vorgängen in ausgesprochenen tektonischen Phasen unterscheiden.

WILSER berichtet über deutliche Spuren jüngster Bewegungen im Rheintal (1929), die in klarer Beziehung zur älteren Tektonik des Gebietes, Brüchen und Teilmulden stehen. Er spricht von Undationen und Undulationen. Ob er einen strengen Unterschied zwischen Orogenese und Epirogenese macht, ist aus der kleinen Mitteilung nicht zu ersehen. Mir schiene es ziemlich künstlich, in solchen Fällen etwas anderes als eine schwache Gebirgsbildung anzunehmen.

KIRKHAM und JOHNSON beschreiben (1929) Spalten in Idaho, an denen durch Monate hindurch Bewegungen anhielten. Erdbeben wurden nicht bemerkt, doch ist es bei der schwachen Besiedlung des Gebietes möglich, daß am Beginn der Bewegung dennoch ein solches erfolgt ist. Die Beschreibung macht ganz den Eindruck, als ob es sich um einen echten rezenten Grabenbruch handelte.

Auch die älteren Mitteilungen RUSSELS über jungquartäre tektonische Veränderungen im Great Basin Nordamerikas wären hier zu erwähnen (1889, S. 389; 1895, S. 25 und 30). Während des Druckes werde ich noch auf die hier einschlägige Zusammenstellung von KRAUS (1928, S. 354—355) aufmerksam.

Diese Ausführungen mögen genügen, um zu begründen, warum ich die Faltungsphasen derzeit noch nicht für geeignet als Grundlage eines neuen, „natürlicheren“ Systemes halte. Wenn ich nicht irre, sind KREBS (1928, S. 39) und SPENGLER (1927, S. 145) einer ähnlichen Ansicht wie ich. Voreiligkeit wäre in diesem Falle geradezu verderblich, weil sie es fast unmöglich machen würde, die Gleichzeitigkeit räumlich getrennter Faltungen weiterhin zu prüfen.

Mit all dem Gesagten soll natürlich nicht bestritten werden, daß auch

Diastrophismen — ebenso wie sehr viele andere geologische Vorgänge — Anhaltspunkte für den Vergleich eines Schichtgliedes mit dem typischen Profil bieten können. Sie eignen sich dazu aber jedenfalls weniger als die faunistischen Veränderungen und können vor allem kein ausschließliches Einteilungsprinzip bilden.

Zeitspannen werden durch Ereignisse begrenzt. Man kann darüber streiten, ob die Neuzeit mit der Einführung des Schießpulvers, mit der Erfindung des Buchdruckes, mit der Entdeckung Amerikas oder womit sonst anfängt, es ist aber kaum bezweifelt worden, daß sie mit einem bestimmten Ereignis beginnen soll. (Von Einwänden gegen den wissenschaftlichen Wert des Begriffes als solchen und einer scharfen Abgrenzung überhaupt kann hier abgesehen werden. Vgl. SRBIK, 1930, S. 250. Es ist klar, daß eine Wissenschaft, die das zeitliche Verhältnis selbst nach Jahren bestimmen kann, sich da anders verhält als die Geologie.) Man kann zwar einen Zeitraum auch durch eine auffallende Eigenschaft abgrenzen, so wie man von einem Zeitalter der Kreuzzüge, der Entdeckungen, des Imperialismus spricht. Es würde das auf BUCKMANS Methode der Kennzeichnung von Stufen durch herrschende Gattungen oder Familien hinauslaufen. Wir sahen schon, daß sich dabei keine scharfen Grenzen ergeben. Ich würde es auch aus anderen Gründen für schädlich halten, die stratigraphischen Einheiten durch bestimmte Eigenschaften zu definieren, wie es etwa ULRICH (1916, S. 468) vorschwebt und von ihm bekämpft wird. Es kommt viel zu leicht vor, daß eine solche Eigenschaft, z. B. das Auftreten einer Gattung, später auch für Schichten nachgewiesen wird, die einer anderen Zeit angehören (vgl. die geistvollen, echt französischen Bemerkungen von RENIER in JONGMANS, 1928 a, S. XXXIV). Muß dann jedesmal die Lage der stratigraphischen Grenzen geändert werden? Oder die Definition der stratigraphischen Einheiten? Ein Beispiel dieser Art spielt bei der Frage der Abgrenzung zwischen Devon und Karbon eine Rolle (H. SCHMIDT, 1928, S. 665 und Wechselrede zu SCHINDEWOLF, 1928 b, S. 660). Die Gattung *Muensteroceras*, die in Europa den Beginn des Karbons bezeichnen soll, tritt in Nordamerika schon etwas früher auf. Man wird aber deshalb gewiß nicht die Grenze des Karbons herabrücken, sondern einfach sagen, daß jenes Genus dort schon im Devon vorkommt. (Ob die Untergrenze des Karbons besser nach SCHMIDT oder nach SCHINDEWOLF zu ziehen ist, braucht hier nicht erörtert zu werden.)

Ich halte es aus diesen Gründen für vorteilhafter, die Stufen, Abteilungen usw. durch Ereignisse, zwischen denen sie eingeschlossen sind, zu bestimmen. Ich habe schon erwähnt, daß weitaus die wichtigsten stufenscheidenden Ereignisse paläontologischer Art sind. Und zwar dürfte es am besten sein, sich an das Auftreten neuer Spezies zu halten. Für jede Stufe oder größere Einheit sollte nur der Anfang definiert werden. Das Ende ist durch den Beginn der nächsten Einheit von selbst gegeben. Hält man sich nicht an diese Regel, so besteht immer die Gefahr, daß das Ende der einen Stufe mit dem Anfang der nächst jüngeren nicht streng zusammenfällt. Auch das Einschalten neuer Stufen wird durch den vorgeschlagenen Vorgang

erleichtert. Ich will die geologisch-paläontologische Erscheinung, durch die der Beginn einer chronologischen Einheit bestimmt wird, ihr Leitereignis nennen. Neben dem Auftreten neuer Arten können unter Umständen auch andere geologische Vorgänge, deren Spuren weithin zu verfolgen sind, für die Definition stratigraphischer Einheiten verwendet werden, so etwa die einzelnen Vorstöße der diluvialen Eiszeit, allenfalls auch Aschenausbrüche und dergleichen. Oft wird es sich empfehlen, gleich bei der Definition einer Stufe außer dem darin verwendeten Ereignis einige andere zu nennen, die annähernd gleichzeitig mit dem Leitereignis zu sein scheinen. Man könnte sie als Nebenereignisse der Stufe bezeichnen. Doch muß man streng darauf achten, daß immer klar sei, welcher Vorgang in zweifelhaften Fällen der entscheidende ist.

Bei früherer Gelegenheit habe ich schon darauf hingewiesen, daß zur genauen Bestimmung des stufenscheidenden Ereignisses eine Angabe über die Stelle, an der es sich abspielte, unerläßlich ist (PIA, 1925 a, S. 61). Eine ähnliche Vorstellung finde ich jetzt auch bei KLÜPFEL (1916, S. 109, Anm. 1). Er spricht von der „schwäbischen *Torulosis*-Zeit“, d. h. der Zeit, in der *Amm. torulosus* in Schwaben gelebt hat. (Vgl. S. 60 über Teilzonen.) Indem ich diesen Gedanken weiter entwickelte, kam ich zu folgendem Vorschlag: Es wird sich empfehlen, für die einzelnen Verbände oder Abteilungen je eine typische Region auszuwählen, die als Muster für ihre Gliederung gilt. LEPSIUS (1878, S. 8) spricht von einem „Standard“, als den er für die Trias damals das germanische Gebiet betrachten mußte, WEDEKIND (1916, S. 38) von „klassischen Gebieten“. Wenn möglich, wird man die Gegend nehmen, aus der der Verband zum ersten Male ausführlich beschrieben wurde. Doch wird man nach meiner Erfahrung von dieser Regel ziemlich oft abgehen müssen. Die Trias ist eines der bekanntesten Beispiele dafür. Wichtiger ist jedenfalls, daß man ein Meeresgebiet mit freien Verbindungen aussucht, dessen faunistische Änderungen in entfernten Gegenden wiederzuerkennen sind. Eine Region dauernder Senkung wird den Vorteil bieten, daß größere Schichtlücken weniger zu befürchten sind als dort, wo man es nur mit gelegentlichen Ingressionen zu tun hat.

Die stufenscheidenden Ereignisse werden also der typischen Region entnommen. Als Beispiel führe ich — ohne jedoch auf den einzelnen Fall heute schon Wert zu legen — an, daß man etwa wählen könnte: Für das Altpaläozoikum die östlichen Vereinigten Staaten oder die Umgebung der Ostsee; für das Karbon Westfalen und die benachbarten Gebiete Belgiens, Frankreichs und Englands; für das Perm und die Untertrias die Salt Range; für die Mittel- und Obertrias die Ostalpen; für den Jura Württemberg oder das Juragebirge (in England scheinen die Aufschlüsse ungenügend zu sein); für die Kreide Südfrankreich usw. Je weniger man das typische Gebiet beim Übergang von einer Abteilung zur anderen wechseln muß, desto besser ist es selbstverständlich, denn bei einem solchen Wechsel ist die Gefahr eines Irrtumes immer am größten. Leider gibt es kein Gebiet auf der Erde, in dem alle Verbände gleich vollständig und deutlich gegliedert wären.

2. Die Anwendung des chronologischen Systems.

Wenn für einen Verband ein typisches Gebiet gewählt ist, zerfällt die Aufgabe der chronologischen Forschung in zwei grundsätzlich verschiedene Teile:

1. die Entwicklung der Gliederung in dem typischen Gebiet, d. h. die Antwort auf die Frage: Wo sollen wir Stufengrenzen hinlegen?

2. die Einreihung der örtlichen Schichtfolgen anderer Gebiete in das so gewonnene Schema oder die Antwort auf die Frage: Wo liegen die Stufengrenzen?

Die zweite Aufgabe ist nur durch Vergleich mit den Ergebnissen der ersten Untersuchung zu lösen. Es ist aber klar, daß auch die erste nicht ganz ohne Rücksicht auf die zweite behandelt werden kann. Denn es wird gewiß oft zweckmäßig sein, sich bei der Bewertung von Einheiten auch davon leiten zu lassen, ob sie außerhalb der typischen Region wichtig und gut zu verfolgen sind. Schon aus diesen Gründen wäre es nicht möglich, zuerst nur das typische Gebiet zu erforschen, sondern man muß zunächst einen allgemeinen Überblick zu gewinnen trachten. Jetzt dürfte es aber wohl schon an der Zeit sein, das stratigraphische System den angedeuteten Grundsätzen mehr anzunähern.

Sehr wünschenswert wäre es, wenn jene Geologen, die eine Ablagerung in irgendeinem anderen Land genauer untersuchen, die typische Region und ihre Versteinerungen durch Augenschein kennen lernten. Das geschähe wohl am besten ungefähr in der Mitte der eigentlichen Aufnahmearbeit, wenn die zweifelhaften Punkte schon erkannt sind. Bei der Wahl des typischen Gebietes wird auch an die Möglichkeit einer solchen Bereisung zu denken sein.

Die Aufgabe beim chronologischen Bestimmen der Schichtglieder außerhalb des typischen Gebietes ist also immer die, jedes Ereignis, das sich in dem Profil ausspricht, zwischen möglichst eng beieinanderliegende Ereignisse aus dem typischen Gebiet einzuschließen. Oft wird man das stufenscheidende Ereignis selbst, z. B. das Auftreten einer bestimmten Art, ja nicht nachweisen können. Dann muß man ein Näherungsverfahren anwenden. Man wird Schichten finden, die sicher älter und solche, die sicher jünger als dieses Ereignis sind. Dabei wird besonders der mittelbare Vergleich durch Zwischengebiete eine große Rolle spielen, in denen sowohl örtliche Ereignisse der untersuchten Gegend als auch solche der typischen Region ihre Spuren hinterlassen haben. Beispielsweise wird das iberische Gebiet uns weiter unten wiederholt den Vergleich der germanischen mit der ostalpinen Trias vermitteln. Schließlich wird man in günstigen Fällen auf ein örtliches Ereignis kommen, das das stufenscheidende mit hinreichender Genauigkeit ersetzen kann. Die ersten Grenzziehungen werden freilich oft beiläufig sein. Oft wird man kleinere Einheiten des allgemeinen Schemas überhaupt nicht nachweisen können. Unbedingt muß man sich aber vor der Meinung hüten, als könnte die Lage der chronologischen Grenzen außerhalb des typischen Gebietes nach Zweckmäßigkeitsgründen durch Herkommen festgestellt werden. PATTEISKY (1928, S. 493) sieht ganz richtig die Grenze zwischen Unter- und Oberkarbon als durch Übereinkommen bestimmt an. Er wendet das

aber unrichtigerweise auch auf das schlesische Kohlenbecken an, das jedenfalls nicht als der Typus des Verbandes angesehen werden kann. Nirgends außer dem typischen Gebiet kann ich sagen: „Ich lege die Grenze . . .“. Es ist viel besser, ein Schichtglied nur in eine Abteilung einzureihen, als es ohne genügenden Grund einer Stufe gleichzustellen. Der Faunencharakter und ähnliche Merkmale haben mit der Frage der Stufenzugehörigkeit durchaus nicht an sich, sondern nur, soferne sie Anhaltspunkte für das Alter geben, etwas zu tun.

Auf dem Karbonkongreß in Heerlen tauchte auch der Vorschlag auf, das Oberkarbon nach dem Muster des nordamerikanischen Pennsylvanian in sechs Stufen zu teilen. Das wäre offenbar darauf hinausgelaufen, zwei typische Gebiete nebeneinander zu verwenden und zu verquicken. Es wurde mit Recht abgelehnt (JONGMANS, 1928 a, S. XXIX).

PFEFFER (1927, bes. S. 2, 60—61) sucht die beste Grenzziehung zwischen Kreide und Tertiär aus den Landabsätzen und deren Fauna, dem Erlöschen der Dinosaurier und Erscheinen der Plazentalsäugetiere zu ermitteln. Das geht nicht an. Die Lage der Grenze in den Landbildungen kann nicht aus diesen selbst, sondern nur durch den Vergleich mit den typischen marinen Profilen erkannt werden.

Den geschilderten Vorgang bei der stratigraphischen Gliederung würde ich für das Ideal halten, das nach Möglichkeit angestrebt werden soll. Es dürften sich aber nicht selten Fälle ergeben, in denen eine Zwischenlösung unvermeidlich ist. In Gegenden, die von der typischen Region weit entfernt oder sehr verschieden sind, wird es nämlich oft möglich sein, chronologische Einheiten zu erkennen, die sich unabhängig von der Fazies der Gesteine über große Strecken verfolgen lassen, die man aber vorläufig nicht genau in das typische Schema einordnen kann. In solchen Fällen wird es unvermeidlich sein, Namen für Zeiteinheiten zu geben, die in dem Normalschema nicht vorkommen. Das Verhältnis ist sehr ähnlich dem zwischen der Archistratigraphie und der Parastratigraphie im Sinne von SCHINDEWOLF (1928 b, S. 658). Beispiele dafür sind in der nordamerikanischen und indischen Geologie häufig. Schichtglieder sind die so unterschiedenen Einheiten offenbar nicht, weil sie von der Fazies unabhängig sind. Jeder, der sich mit dem einschlägigen Schrifttum beschäftigt hat, weiß, wie sehr das Verständnis durch die übermäßige Entwicklung solcher Stufennamen von örtlicher Geltung erschwert wird. Man sollte sich wohl darüber klar sein, daß es sich hier — im Gegensatz zu den Schichtgliedern — um einen Notbehelf handelt, der nicht in größerem Umfang, als unbedingt notwendig, angewendet werden sollte. Lokalpatriotische Gefühle sollten in dieser Sache jedenfalls ausgeschaltet bleiben.

Im übrigen wird der Vorgang innerhalb eines solchen Gebietes eigentümlicher Entwicklung ganz ähnlich sein, wie er oben für die ganze Erde erläutert wurde. Man wird sich auch hier über eine typische Gegend einigen müssen, in der die stratigraphischen Einheiten festgelegt und auf die die anderen Profile bezogen werden. Gegen diese Regel scheint mir z. B. ASSMANN (1926 b, S. 387—388) gefehlt zu haben. Er führt unter den Gründen für eine Zurechnung des oberschlesischen Diploporendolomites zum mittleren

Muschelkalk an erster Stelle das Fehlen einer scharfen Grenze zwischen diesem Gestein und den hangenden Dolomitmergeln an. „Zunächst gehört eine Hauptformationsgrenze wie die zwischen Unterem und Mittlerem Muschelkalk im allgemeinen dorthin, wo ein scharfer, ausgeprägter, petrographischer und faunistischer Unterschied in der Schichtfolge vorhanden ist.“ Nun ist aber Oberschlesien sicher nicht das typische Gebiet für die germanische Trias (vgl. weiter unten). Was wir in Schlesien zu beantworten haben, ist nur die Frage: Welche Schichten wurden gebildet, als in den westlicheren Gebieten die tiefsten Bänke des mittleren Muschelkalkes entstanden? Wenn sich zeigen läßt, daß die gesuchten Schichten mitten in einem einheitlichen Gesteinsglied liegen, ist das zwar unangenehm, aber ganz ohne Bedeutung für die stratigraphische Einreihung. Gerade in dem vorliegenden Fall ist die Wichtigkeit dieser Regel besonders einleuchtend. Denn die oberschlesische Trias ist das wesentlichste Hilfsmittel zur Parallelisierung der westdeutschen mit der alpinen. Wie soll sie dieser Aufgabe gerecht werden, wenn die Grenzen der Stufen in Schlesien und Westdeutschland nicht genau synchron sind? (Vgl. PLA, 1926 b, S. 199.) In der Sache halte ich übrigens die neue Zurechnung des Diploporndolomites, die ja noch durch andere Gründe gestützt ist, für die bessere (vgl. unten).

Daß bei der Untersuchung der typischen Region die größte Sorgfalt notwendig ist, ehe man sich zur Aufstellung eines Stufenschemas entschließt, braucht nicht besonders betont zu werden. Der Karbonkongreß in Heerlen hatte wohl im wesentlichen den Zweck, diese besondere Aufgabe für das Karbon durch Zusammenarbeit zu lösen. Sehr schwierige Fragen können entstehen, wenn es sich trotzdem nachträglich herausstellt, daß das stufenscheidende Ereignis nicht genau dort in den Profilen liegt, wo es angegeben worden war. Es können etwa auf Grund eines solchen Fehlers gewisse Schichtglieder allgemein als Musterbeispiele der Stufe a angesehen worden sein, deren Beginn durch das Ereignis x definiert wurde. Später stellt sich aber heraus, daß jene Schichtglieder vor dem Ereignis x abgelagert wurden. Soll nun die Stufenzugehörigkeit der Gesteine oder die Definition der Stufe geändert werden? Der erste Vorgang wäre der korrektere. Ich will aber nicht sagen, daß er sich immer empfehlen wird. Das wird davon abhängen, welche Art der Verbesserung weniger andere Änderungen — besonders auch außerhalb des typischen Gebietes — nach sich zieht. Die Gefahr des erwähnten Irrtums würde oft vermindert, wenn man bei der Definition der Stufen von einem bestimmten, einzelnen Profil ausginge. Diesem Verfahren nähert sich H. SCHMIDT, der (1928, S. 666) aus der Gegend von Iserlohn-Dortmund ein Normalprofil des westfälischen Karbons aufstellt, das allerdings noch kombiniert ist. Doch hat auch dieser Vorgang seine Nachteile, weil man aus einem solchen einzelnen Profil kein Urteil über den Leitwert der auftretenden Fossilien gewinnen kann.

Die angeführten Zweifel über die beste Art, einen Fehler in der Gliederung zu beheben, gelten — wie noch einmal betont sei — nur für die typische Region. Außerhalb von ihr müßte in einem solchen Fall unbedingt die Zuteilung der Schichtglieder geändert werden.

3. Zur Namengebung.

Die besten Namen für die chronologischen Einheiten aller Grade scheinen mir solche zu sein, die von alten, heute nicht mehr gebräuchlichen geographischen Bezeichnungen abgeleitet sind, also nach dem Muster Kambrium, Silur, Skyth, Anis, Rhät. Selbstverständlich kann man schon eingeführte Namen dieser Regel zuliebe nicht abändern, man sollte sie aber in Zukunft möglichst beachten. Die Verwendung heute noch lebender Ortsnamen ist weniger zu empfehlen, denn es können Zweifel darüber entstehen, ob zum Beispiel unter bosnischen Triaskalken solche gemeint sind, die in Bosnien vorkommen, oder solche der bosnischen (= illyrischen) Stufe. Darauf hat schon KIRTL (1904, S. 538, Anm. 2) mit Recht hingewiesen. Man sollte ferner solche Namen wählen, deren Stämme allein als Hauptworte gebraucht werden können, die sich aber auch leicht in ein Eigenschaftswort umformen lassen, etwa nach dem Muster: „Silur, silurisch“. Recht gute neue Namen für Unterstufen des Jura hat beispielsweise BUCKMAN (1918) von altenglischen Königreichen und anderen Landschaften abgeleitet. Gegen die Übernahme englischer Namen in die internationale Nomenklatur spricht nur der eine Umstand, daß man leider aus der Schreibung nicht ersehen kann, wie das Wort klingt. Um z. B. zu erklären, wie der Ortsname Eypesmouth gesprochen wird, muß BUCKMAN (1922, S. 379) ihn zuerst in „Eepesmouth“ transskribieren. Da aber auch das noch nicht eindeutig ist, muß er bezüglich der ersten Silbe hinzufügen: „to rhyme with sheep“. Diese Sorgfalt ist sehr löblich. Sie wird leider nur sehr selten angewendet und würde wahrscheinlich auch nicht verhindern, daß die Worte, so bald sie in der wissenschaftlichen Sprache heimisch werden, ganz anders klingen, als im Englischen (vgl. „Lias“), was gewiß un erfreulich ist. (Ich verkenne dabei durchaus nicht den großen Vorteil der historischen Schreibweise für die Freiheit der Weiterentwicklung der eigentlichen, d. h. gesprochenen Sprache, für die die phonetische Schreibweise ein Hemmschuh ist. Andererseits ist die Orthographie sicher der Hauptgrund, warum das Englische noch nicht in dem Maße Weltsprache ist, wie es den Bevölkerungsverhältnissen der Erde entsprechen würde.)

In Fällen, in denen eine Schichtgruppe mehrere Stufen umfaßt, aber nicht einer Abteilung entspricht, würde ich vorschlagen, ähnlich wie für die Schichtglieder Doppelnamen zu verwenden. Z. B.: „Das Skyth-Anis der Gailtaler Alpen ist wenig mächtig. Die ladin-karnischen Dolomite der Dürrensteingruppe sind fossilarm.“ Analog natürlich auch für kleinere und größere Einheiten: „Die jul-tuvalischen Gesteine der östlichen Julischen Alpen haben die Fazies der Raibler Schichten“ (um einen Zweifel darüber, in welchem Umfang die karnische Hauptstufe verstanden ist, zu vermeiden). Es macht auch nichts, wenn mehr als zwei Stufen zusammengefaßt werden und nur die unterste und oberste genannt wird: „Die ladin-norischen Dolomite der Ostalpen bilden manchmal eine untrennbare Einheit.“

In seinen letzten Arbeiten hat BUCKMAN ein vom bisher herrschenden Brauch abweichendes Verfahren für die Benennung der Ages angewendet, das allerdings nicht ganz ohne Vorgänger ist (zuerst 1923, S. 5). Auf dem Geo-

logenkongreß in St. Petersburg hatte sich FRECH dafür eingesetzt, daß den Stufen paläontologische Namen gegeben werden (1899, S. 47—48). Es bleibt bei ihm allerdings unklar, ob er Schichtglieder oder Stufen meint. Im Karbon sind solche Stufennamen bekanntlich recht gebräuchlich. Man versteht unter *Glyphioceras*-Stufe, *Reticuloceras*-Stufe usw. eine Mehrheit von Artzonen der betreffenden Gattung. Auch hier mögen also zunächst nicht rein zeitliche, sondern paläontologische Begriffe zugrunde liegen. In ganz ähnlicher Weise bildet BUCKMAN Helikien-Namen nicht von Örtlichkeiten, sondern von bezeichnenden Ammonitengattungen. Er wendet sie ausdrücklich auf die zeitlichen Einheiten der Ages an. Für die Stufen (räumlichen Einheiten) sollen die von Orten genommenen Namen vorläufig bestehen bleiben, was ich für ganz zweckwidrig halten würde. BUCKMANS Vorschlag hat sicher den Vorteil, daß derjenige, der in den Gegenstand einigermaßen eingearbeitet ist, die Vorstellung der Helikien leichter mit einem ihm schon bekannten Ammonitenamen als mit einem ihm meist ganz fremden Ortsnamen verbindet. Auch ist das Auftreten einer wichtigen Gattung jedenfalls ein bedeutsameres Merkmal einer Stufe als ihr Vorkommen in irgendeiner Landschaft. Dem stehen aber schwerwiegende Bedenken gegenüber: Das wichtigste ist wohl das, daß die stratigraphische Nomenklatur von der doch selbst recht wenig gesicherten paläontologischen abhängig wird. Zum Teil zeigen sich daraus entspringende Schwierigkeiten schon bei der ersten Anwendung (1923, S. 17). Meiner Meinung nach werden sich viele der von BUCKMAN vorgeschlagenen Gattungsnamen nicht durchsetzen. Dann müßten auch die von ihnen gebildeten Stufennamen wieder verschwinden. Ebenso ergeben sich Änderungen, wenn die stratigraphische Verbreitung einer Gattung richtiggestellt wird. 1926 muß BUCKMAN (1927, S. 36) den Stufennamen *Pseudovirgatitan* in *Holcosphinctean* ändern, „as *Pseudovirgatites* may not belong to this age“, also scheinbar auf eine bloße Möglichkeit hin! Analoge Fälle können freilich auch bei von Orten gebildeten Namen vorkommen (vgl. S. 13), aber sicher viel seltener, weil die zugrunde liegende Feststellung, das Anstehen der Stufe in einer bestimmten Gegend, viel einfacher ist. Das, was BUCKMAN als einen besonderen Vorteil seines Vorschlages betrachtet, daß die Namen nicht willkürlich sind, dürfte sich überhaupt als ein Nachteil erweisen. Es ist nun einmal so, daß unsere sachlichen Einsichten viel schwankender sind, als unsere willkürlichen Aufstellungen. So ferne es sich endlich um Umbenennung schon benannter Dinge handelt — BUCKMAN möchte ja am liebsten auch die Perioden und Epochen neu benennen (1923, S. 15, 16) — ist gewiß auch die große Gefahr einer solchen Änderung zu bedenken. Wenn sie sich nicht allgemein durchsetzt, wird die Folge sein, daß alle jene Fachgenossen, die nicht ständig über den Jura arbeiten oder ein ganz ausnahmsweises Gedächtnis haben, BUCKMANS wichtige stratigraphische Angaben nur an der Hand einer Tabelle lesen können, die seine Namen in die ihnen geläufigen übersetzt. BUCKMAN selbst rechnet ja mit der Wahrscheinlichkeit, daß beide Benennungsweisen längere Zeit oder dauernd nebeneinander bestehen. Aus allen diesen Gründen kann ich seinen Vorschlag nicht für glücklich halten und werde ihm in der Stratigraphie der Trias nicht folgen. Ich bedauere, daß BUCKMANS neue Namen in

einige wertvolle Arbeiten der letzten Zeit Eingang gefunden haben (z. B. CRICKMAY, 1928, S. 59). Wir sollten doch alles unterlassen, was den Abschluß der einzelnen Spezialgebiete gegeneinander fördert, wenn es nicht dringend notwendig ist.

Ganz zu verwerfen ist zweifellos die Bezeichnung von Zeitabschnitten durch Gesteinsnamen. Ein ausgezeichnetes Beispiel dafür, was für eine Verwirrung auf diese Art entsteht, führt JÜNGST (1929, S. 141) aus dem Schrifttum über Obertrias und Lias Deutschlands an. Man findet da außer Knollenmergeln aus der Zeit der Knollenmergel auch solche aus der Zeit des Stubensandsteines, des Rhät usw. (vgl. auch S. 22).

LANG weist in einer Bemerkung zu einem Vortrag BUCKMANS (1918, S. 326) darauf hin, daß es kaum vorteilhaft ist, wenn der Umfang schon bekannter Stufen immer wieder geändert wird, so daß man stets erst dazusagen muß, im Sinne welches Verfassers ein Stufenname gebraucht wird. Er würde es vorziehen, die Namen im ursprünglichen Sinne beizubehalten und lieber ganz neu benannte Unterteilungen zu machen. Diese in vielen Fällen berechtigte Forderung dürfte allerdings teilweise mit dem Wunsch in Widerspruch geraten, daß die Einheiten gleichen Ranges annähernd gleichwertig seien. Auch bei der Gliederung des Anis bin ich auf diese Frage gestoßen.

Vielleicht ist es nicht überflüssig, hier noch einmal daran zu erinnern, daß die Namen der Einheiten in der Stufenleiter zeitlich definierte Gebilde ohne jede Rücksicht auf fazielle Verhältnisse bezeichnen. Ich halte es für unmöglich, die Stufennamen auf jene Entwicklung zu beschränken, aus der sie hervorgegangen sind, wie das DIENER (1925 b, S. 162) unter Berufung auf MUNIER-CHALMAS und LAPPARENT befürwortet. Hier scheint wieder eine Verwechslung von Stufen mit Schichtgliedern vorzuliegen. Wie sollen wir phylogenetische Entwicklungen, Wanderungen, Faltungsperioden über die ganze Erde hin erörtern, wenn uns Ausdrücke für die rein zeitliche Aufeinanderfolge der Ereignisse fehlen? FRECH (1899, S. 45) meint, daß „skythisch“ ein Name für die „pelagische“ (?) Entwicklung der Untertrias sei, ebenso wie „Buntsandstein“ für die Binnentwicklung. Das ist aber — wenigstens heute — nicht richtig. Man kann und muß sagen, daß der Buntsandstein (zum großen Teil) skythisch ist, man darf aber nicht sagen, daß die Seiser Schichten oder die *Otoceras*-beds in den Buntsandstein gehören.

4. Die Frage der Vollständigkeit der geologischen Zeitskala.

Wie wir schon früher (S. 31) sahen, rechnet BUCKMAN mit der Wahrscheinlichkeit, daß von manchen Zonen gar keine Absätze erhalten geblieben sind. Dieser Gedanke ist von anderen aber in viel weiterem Umfang angewendet worden. SCHUCHERT und BARREL (1914) sprechen von „Lost intervals“ oder verlorenen Zwischenzeiten, deren größte an der Grenze zwischen den Ären vorhanden wären, so daß sich eine natürliche stratigraphische Gliederung ergäbe. Sie stellen sich vor, daß der Aufrichtung hoher Gebirge eine Zeit folgt, in der der Ozean sehr eingengt ist, die Abtragung

ungemein überwiegt und aus der keine Sedimente später zugänglich sind. Für die geologische Geschichte, soweit sie wirklich erkennbar ist, würde also der Grundsatz „Le temps est continu“ (RENIER in JONGMANS, 1928 a, S. XXIII) nicht gelten. SCHUCHERT (1916, S. 497) nimmt an, daß die Zeit, die den Unterbrechungen des Gesteinsabsatzes entspricht, ungefähr ebenso lang ist wie die, in der die bekannten Sedimente gebildet wurden. Später (1929, S. 339) gibt er jedoch zu, daß die Lücken zwischen den einzelnen Verbänden weniger allgemein sind, als er anfangs glaubte. Sie seien stellenweise überbrückt. Wenigstens die Grenzen der Ären werden aber immer noch mit langdauernden allgemeinen Unterbrechungen in den bekannten Sedimenten in Zusammenhang gebracht.

Es ist allerdings schwer einzusehen, wieso eine verstärkte Abtragung ohne gleichzeitige verstärkte Sedimentation erfolgen konnte. Es wäre denkbar, daß die Meeressedimente dieser Zeiten heute ganz vom Ozean bedeckt sind. Es müßten dann wenigstens kontinentale Bildungen vorhanden sein, die sich mit keinen meerischen parallelisieren lassen. Das ist aber doch allem Anschein nach nicht der Fall. Eher wird das Umgekehrte gelegentlich zutreffen. PFEFFER (1927, S. 102) schließt aus tiergeographischen Untersuchungen, daß die Puercoschichten schon einem verhältnismäßig hohen Teil des Paläozäns angehören, daß zwischen ihnen und den jüngsten Senonschichten eine bedeutende Zeitspanne liegt, aus der keine Fossilien überliefert sind. Das bezieht sich aber nur auf die kontinentalen Ablagerungen.

DIENER, der sonst kühnen Hypothesen gegenüber so vorsichtig war, scheint der Lehre von den verlorenen Intervallen recht günstig gesinnt gewesen zu sein (1925 b, S. 168). Er sieht in ihr vor allem eine Erklärung für das häufige Fehlen von Übergängen zwischen aufeinanderfolgenden Faunen. Ich vermag dieser Deutung nicht viel Geschmack abzugewinnen. Zunächst ist an ihr schon bedenklich, daß sie geeignet ist, dem Forschen nach fehlenden phylogenetischen Verbindungsgliedern die Tatkraft zu nehmen. Es scheint mir aber auch nicht, daß diese Glieder nur an ganz bestimmten Stellen der Erdgeschichte fehlen. Vielmehr treten die Lücken in jeder einzelnen Stammreihe zu anderen Zeiten auf, können also kaum durch eine allgemeine, mit Unterbrechungen wirksame geologische Ursache erklärt werden. Die meisten größeren Profile sind zwar wahrscheinlich voll Lücken, aber diese sind unregelmäßig angeordnet, sie lassen sich nicht über die ganze Erde verfolgen. SCHINDEWOLF hat (1928 b, S. 654) eine vortreffliche Übersicht darüber gegeben, wie sich die Lebewesen an der Grenze zwischen Devon und Karbon ändern. (Ähnlich eine kurze Bemerkung ULRICHS — 1916, S. 470 — über die Grenze zwischen Kambrium und Ordovizium.) Zuerst wird die Korallenfauna umgestaltet, während die anderen Tiergruppen noch einen devonischen Habitus behalten. Dann folgen die Brachiopoden, dann die Trilobiten, zuletzt die Zephalopoden und zugleich damit die Landpflanzen. Wo ist hier nun das verlorene Intervall anzusetzen? Wenn die große Verschiedenheit der Zephalopodenfaunen in der Trias und im Lias auf dem Fehlen von Sedimenten beruht, warum zeigen dann die Bivalven und Brachiopoden keinen entsprechend scharfen Einschnitt?

Wären wenigstens die Ären durch große verlorene Zwischenzeiten getrennt,

so müßte man erwarten, daß nicht nur die Tiere, sondern auch die Pflanzen vorher und nachher sehr verschieden sind. Das Gegenteil trifft zu. Bekanntlich ist die Zechsteinflora der triadischen, die Oberkreideflora der eozänen ungemein ähnlich. In der Kreide gilt dies nicht nur für die Landpflanzen, sondern auch für die Algen (Dasykladazeen, Korallinazeen). Dieser Umstand scheint mir gegen die allgemeine Anwendbarkeit eines Gedankens ULRICHS (1916, S. 456, 464) zu sprechen, der die Verschiedenheit der Zeiten raschester Umformung der Land- und Meeresorganismen mit dem Wechsel zwischen geokratischen und thalassokratischen Perioden in Zusammenhang bringen wollte.

Ein Urteil über die ganze Frage der Vollständigkeit der Schichtfolge wird man wohl erst fällen können, bis die fossilen Faunen und Floren der Erde viel besser bekannt sind als jetzt. Vorläufig möchte ich doch glauben, daß Wanderungen und Umformung auf zunächst recht engem Raum das Fehlen größerer zusammenhängender Artreihen genügend erklären. Man macht sich oft keine hinreichende Vorstellung davon, wie sehr die Wahrscheinlichkeit, daß solche gefunden werden, durch die Lückenhaftigkeit des Materials herabgesetzt wird. Ich habe deshalb folgende kleine Berechnung angestellt: Die Diploporen der Trias gehören wegen ihrer Häufigkeit sicher zu den am besten bekannten fossilen Organismen. Aus dem ganzen Verbands kennt man derzeit etwa 35 Arten. Heute gibt es nach den „Natürlichen Pflanzenfamilien“ (WILLE, 1909, S. 120 bis 123) 34 lebende Dasykladazeenarten. Jede der 6 Hauptstufen der Trias dürfte nach unserer jetzigen Kenntnis mindestens doppelt so lang sein, wie die durchschnittliche Lebensdauer einer Diploporenart. Nehmen wir an, daß es gleichzeitig während der Trias immer ungefähr ebenso viele Dasykladazeenspezies gab wie heute, so würden wir also ungefähr $\frac{1}{12}$ aller ehemals vorhandenen Arten kennen. Es ist zwar zu vermuten, daß die fossilen Arten weiter gefaßt sind als die rezenten; dafür ist es aber doch wahrscheinlich, daß die Wirtelalgenfloren der Trias reicher waren als die heute lebenden. Diese beiden Umstände beeinflussen das Ergebnis im entgegengesetzten Sinne. Wir wollen der Sicherheit und auch der Einfachheit halber annehmen, daß $\frac{1}{10}$ aller triadischen Arten bekannt sei. Dann ist die Wahrscheinlichkeit, daß man zu einer Art auch den unmittelbaren Vorfahren kennt, $\frac{1}{10}$. Die Wahrscheinlichkeit der Nachweisbarkeit einer Reihe von drei unmittelbar aus einander hervorgegangenen Arten ist $\frac{1}{100}$, für 4 Arten $\frac{1}{1000}$ und so weiter. Diese Berechnung gilt allerdings nur unter der Annahme, daß man die Triasdiploporen aller Länder und aller Stufen gleich gut (oder gleich schlecht) kennt. Das ist nun nicht der Fall, denn die Arten verteilen sich auf die Abteilungen folgendermaßen:

Obertrias	5
Mitteltrias	30
Untertrias	0.

Für die Mitteltrias mit ihren zwei Hauptstufen stellt sich die Wahrscheinlichkeit demzufolge so:

Reihe von 2 Arten rund	$\frac{1}{4}$
„ „ 3 „ „	$\frac{1}{16}$
„ „ 4 „ „	$\frac{1}{64}$

Mit anderen Worten, die Wahrscheinlichkeit, daß wir irgendeine der acht Artreihen, die nach unserer schematischen Annahme in der Mitteltrias vorhanden gewesen sein müßten, ganz verfolgen können, wäre rund $\frac{1}{8}$ (genauer 0,118).

Noch günstiger würde sich das Verhältnis gestalten, wenn wir mit mehreren Florenprovinzen zu rechnen hätten, die sich selbständig weiterentwickelt haben. Denn alle bisher bekannten Mitteltriasdiploporen stammen ja aus dem Europäischen Mittelmeer und seinen Nebenmeeren. Hätte in diesem Gebiet nur $\frac{1}{4}$ aller überhaupt vorhandenen Arten gelebt, so würde sich aus unseren Voraussetzungen ergeben, daß wir diese Florenfolge schon fast vollständig kennen. Das ist nun gewiß nicht richtig. Betrachtet man beispielsweise die Kartenskizze, die SVEDELIUS (1924, S. 24) für die lebenden Arten von *Neomeris* gibt, so sieht man, daß in jedem der Hauptverbreitungsgebiete der Gattung mehr als die Hälfte aller Arten nachgewiesen ist, obwohl unsere Kenntnis sicher noch lückenhaft ist. Wahrscheinlich war aber die Verbreitung der Arten im Mesozoikum noch gleichmäßiger als heute, weil damals die Tethys einen freien Durchgang bildete. Ferner ergibt selbst in den am besten erforschten Ostalpen jede größere Sammelreise noch neue Arten. Endlich ist es — wie schon erwähnt (S. 45) — offenbar nicht richtig, daß die bisher bekannten mitteltriadischen Diploporenarten sich zu Artreihen zusammenstellen lassen. Im Gegenteil, es sind nur an wenigen Stellen Andeutungen von solchen vorhanden. Wir dürfen aus diesen Überlegungen — falls die gemachten Voraussetzungen annähernd richtig sind — wohl schließen, daß es nicht notwendig ist, verlorene Intervalle anzunehmen, um das Fehlen geschlossener Artreihen zu erklären.

Es scheint nach dem jetzt und schon früher (S. 44) Gesagten auch nicht, daß die aufeinanderfolgenden Dasykladazeenfloren sich an Ort und Stelle aus einander entwickelt haben.

B. Die deutsche Mitteltrias als Beispiel für die aufgestellten Regeln.

I. Vorbemerkungen.

Fast ist es, als müßte man sich zu rechtfertigen suchen, wenn man die alte Frage des Vergleiches der deutschen mit der alpinen Trias neuerdings vornimmt. Denn es scheint vielen, daß hier alle Möglichkeiten der Erörterung schon erschöpft sind und daß ein befriedigendes Ergebnis doch nicht erzielt werden kann. Die bestehenden Schwierigkeiten sind im allgemeinen wohl bekannt (vgl. etwa FRECH, 1908, S. 39 bis 41). Dennoch oder vielleicht gerade deshalb vermag ich es zu verstehen, wenn PHILIPPI (1898, S. 215) diese Frage eine der anziehendsten in der ganzen Geologie nennt. Richtig hebt auch SALOMON (1895, S. 55) hervor, daß ein solcher Parallelisierungsversuch berechtigt und notwendig sei, selbst wenn das Ergebnis infolge unzulänglicher Erforschung vieler Einzelheiten noch nicht vollständig sicher (übrigens ein sehr zweifelhafter Begriff) ist.

Außerdem kommt es im vorliegenden Fall weniger auf eine Untersuchung über die Gliederung der Trias, als auf eine solche über die Methoden der Parallelisierung an. Als Beispiel dafür ist gerade der Vergleich der germanischen mit der alpinen Trias wegen der Verwickeltheit der Fragen, der Vielfältigkeit der zu berücksichtigenden Umstände und nicht zuletzt des Umfanges des schon bestehenden Schrifttums, das reiche Anregungen bietet, sicher besonders geeignet.

Einen eigenen geschichtlichen Abschnitt auszuführen verbietet schon die Rücksicht auf den Raum. Bei den einzelnen Hauptfragen wird es dagegen an historischen Vorbemerkungen nicht fehlen. Hier sei nur auf einige schon vorliegende Übersichten hingewiesen, die zur Einführung dienen können, so auf diejenige EMMRICHS (1873, S. 651ff.) über die ältere Erforschung der alpinen Trias, die SALOMONS über die Ansichten bezüglich der Vertretung der ladinischen Stufe in der germanischen Trias (1895, S. 53) und besonders diejenige AHLBURGS über die ganze uns hier beschäftigende Frage (1906, S. 118 bis 128). Recht lehrreich ist auch die geschichtliche Einleitung, die ECK seiner Arbeit über die schlesische Trias vorausstellt (1865, S. 10 bis 18; dazu auch STUR, 1865, S. 244). Hier findet man besonders die älteren, rein lithologisch begründeten Versuche zum Vergleich der schlesischen mit der westdeutschen Trias ausführlicher dargestellt. Die spätere Entwicklung der Forschung über diesen Gegenstand faßt ASSMANN (1914, S. 268 bis 273) zusammen.

Ein nicht geringer Teil des Schrifttums über die Gliederung der Trias besteht aus Fehdeschriften zwischen BITTNER und MOJSISOVICS. So wenig erquicklich diese sind, entbehren sie doch nicht des psychologischen Interesses. BITTNER hatte zweifellos den klareren Blick für die Tatsachen und deshalb hat er zum großen Teil recht behalten. Darüber darf man aber nicht übersehen, daß die von MOJSISOVICS entwickelten Begriffe und Möglichkeiten — selbst wenn sie im besonderen Fall unrichtig angewendet waren — höchst wertvoll und heute noch unentbehrlich sind. Zum besonderen Schaden gereichte es MOJSISOVICS, daß er vielfach Ergebnisse ohne die zugehörigen Einzelbeobachtungen veröffentlichte (vgl. BITTNER, 1895 a, S. 343, 346). Das diene denjenigen als Warnung, die Ähnliches auch heute noch zur angeblichen Entlastung des Schrifttums gerne sehen würden. Nichts belastet dieses so sehr, als unrichtige oder unbewiesene Aufstellungen.

Wenn ich im folgenden von deutscher Trias spreche, ist damit stets die kontinentale im Gegensatz zur alpinen gemeint. Im Anschluß daran verwende ich gelegentlich der Kürze halber den Ausdruck deutsch und Deutschland für das außeralpine Deutschland — eigentlich im Widerspruch mit dem Gebrauch, den ich aus völkischen Gründen für den allein richtigen halte. Das sei, um Mißverständnisse zu vermeiden, ausdrücklich betont.

Die eigentliche chronologische Aufgabe, die sich ein Vergleich der germanischen Trias mit der alpinen stellt, ist nach dem früher Gesagten die, jene in die allgemeine Stufenleiter einzuordnen. Es kann sich also vor allem nicht — wie man ehemals wohl öfter meinte — darum handeln, etwa die alpinen Triasgesteine in die älteren, in Deutschland gewonnenen Einheiten einzureihen. Die Frage kann nie sein, ob der Schlerndolomit zum Muschelkalk gehört, sondern nur, in welche Stufe der germanische Hauptmuschelkalk zu stellen ist. Früher betrachtete man ja wohl die germanische Trias als den Typus oder den allgemeinen Maßstab dieses Verbandes, so etwa LEPSIUS (1878, S. 8) oder noch WÖHRMANN (1894 b, S. 1) und TORNQVIST (1898 b, S. 693—694). Vom geschichtlichen Standpunkt aus verdiente dieser Vorgang den Vorzug. Wegen der rein örtlichen Eigenart ihrer Gliederung kommt die deutsche Trias aber als Typus des Verbandes nicht ernstlich in Betracht. Während man aus mehreren fremden Kontinenten, beispielsweise aus dem Himalaja, den Sunda-Inseln, aus Neukaledonien und Neuseeland, aus dem westlichen Nordamerika usw. Faunen kennt, die sich mit bestimmten Stufen der alpinen Trias vergleichen lassen, ist nirgends außerhalb Europas (und Nordafrikas) eine Triasentwicklung bekannt, deren Teile sich mit denen der deutschen Trias unmittelbar gleichsetzen ließen. In der Tat findet man auch schon ziemlich früh die Erkenntnis, daß die Gliederung der deutschen Trias eine bloß „provinzielle Bedeutung“ hat (EMMICH, 1873, S. 647), während die Fülle der marinen Faunen die alpine Trias für eine Gliederung in paläontologische Stufen besser geeignet macht (ROTHPLETZ, 1894, S. 79).

Als typisches Gebiet für die Gliederung der Mitteltrias dürften nach dem gegenwärtigen Stand unserer Kenntnisse wohl nur zwei Gegenden überhaupt in Betracht kommen, die Ostalpen mit dem Plattenseegebiet und den Dinariden oder der Himalaja. Die Mitteltrias des Himalaja gehört wohl auch einem

Meer mit freien Verbindungen an. Vielleicht wäre sie ebenso geeignet, wie die alpine, als Typus zu dienen, wenn sie ebensogut erforscht wäre. Entschiedene Vorteile gegenüber der mediterranen scheint sie aber jedenfalls nicht zu bieten (mit Ausnahme des einen, daß sie eine viel besser gegliederte, zum Typus geeignete Untertrias überlagert). Da sie viel weniger bekannt ist, wird es sich nicht empfehlen, sie als Muster zu wählen. Dies auch schon deshalb nicht, weil sie zu schwer zugänglich ist, als daß in absehbarer Zeit viele Forscher sie aus eigener Anschauung kennenlernen könnten (vgl. S. 83).

In den Ostalpen finden wir die reichste faunistische Gliederung der Mitteltrias. Nur im Unteranis läßt sie bisher noch zu wünschen übrig. Die große fazielle Mannigfaltigkeit, die vielfach als eine besondere Schwierigkeit verrufen ist, ermöglicht es doch andererseits, eine große Zahl von Schichtgliedern zu unterscheiden und zu verfolgen, die als erste Anhaltspunkte der stratigraphischen Analyse unentbehrlich sind. Angesichts der Irrtümer, die hie und da durch den raschen Fazieswechsel entstanden sind, vergißt man eben leicht, daß wir kaum zu einer scharfen Trennung der Stufen und ihrer Faunen kämen, wenn man sie nicht doch über große Strecken lithologisch verfolgen könnte. Nur dadurch wird es ja auch möglich, sie zu kartieren. Ferner ergibt sich aus der Mannigfaltigkeit der Gesteinsentwicklung eine bedeutende Menge verschiedener Faziesfaunen und dies ist für paläontologische Vergleiche mit anderen Gebieten sehr günstig. Wenn es bei manchen Unterstufen noch nicht gelungen ist, sie in entfernteren Ländern wiederzuerkennen, ist das wohl kein großer Schaden. Es ist immer besser, wenn die Gliederung im typischen Gebiet feiner ist als in den anderen. Die Sedimentationsbedingungen der Ostalpen erscheinen in der Trias auch deshalb für ein Mustergebiet besonders geeignet, weil es infolge der großen Mannigfaltigkeit der Krustenbewegungen wenig wahrscheinlich ist, daß aus einem längeren Zeitabschnitt im ganzen Gebiet keine Sedimente erhalten sind. In anderen Meeren ist das eher möglich. Endlich sind infolge der tiefen Zertalung an sehr vielen Stellen vollständige Profile aufgeschlossen. Diese Vorteile überwiegen meiner Meinung nach die Schwierigkeiten, die aus der Fazieszersplitterung und den nachträglichen Störungen erwachsen.

Folgerichtigerweise ist es nach dem Gesagten auch in jedem einzelnen Fall unzulässig, die Begrenzung von Abteilungen und Stufen aus dem deutschen Gebiet herzuleiten, wie es beispielsweise TORNUST (1896, S. 27) für die Mitteltrias versucht. Es ist grundsätzlich falsch, wenn etwa BITTNER (1895 a, S. 377) daraus, daß die Cassianer Schichten zeitlich einem Teil des deutschen Muschelkalkes entsprechen sollen, ihre Zugehörigkeit zur ladinischen Stufe ableiten will. Und es wäre eine Verkennung, vom Aufnahmungsgeologen zu verlangen, daß er die Grenze zwischen Muschelkalk und Keuper in den Alpen verfolge (BITTNER, 1898, S. 454) — abgesehen davon, daß die leichtere oder schwerere Erkennbarkeit dieser Grenze kein Grund für eine Parallelisierung sein kann, wie BITTNER zu glauben scheint. Die Rücksicht auf die deutsche Trias könnte bei der Aufstellung der Mustergliederung in den Ostalpen höchstens mittelbar (im Sinne von S. 83) zu einer gewissen Bedeutung gelangen, niemals aber als Norm dienen.

Wie schon bei früherer Gelegenheit erwähnt (PIA, 1925 b, S. 330), bin ich nicht der Meinung, daß man den Namen Muschelkalk aus der alpinen Geologie ganz ausmerzen muß. Man sollte ihn aber auf solche mitteltriadische Schichtglieder beschränken, die faziell dem deutschen Muschelkalk ähnlich sind, wie die Reiflinger Kalke, die Prezzokalke u. dgl., vielleicht auch die Buchensteiner Schichten (im Anschluß an STUR, 1868 b, S. 567, und TORNQVIST, 1896, S. 27).

Ganz dieselbe Regel möchte ich auch für den Namen Keuper befolgen (vgl. TORNQVIST, a. a. O.). Ich würde zu ihm von alpinen Gesteinen nur die bekannten bunten Mergel der karpathischen Obertrias oder gewisse Teile des Tuval der Dolomiten rechnen (vgl. darüber unten). Für ganz unangebracht halte ich es aber, diesen Namen als rein zeitlichen Begriff zu verwenden, wie dies früher öfter und vereinzelt bis in die letzte Zeit geschehen ist (DEECKE, 1926; WEISSERMEL, 1926, S. 32). BENECKE wollte (1898 a, S. 148) sogar den Namen Lettenkohle auf den Marmolatakalk und den Schlerndolomit anwenden. Der Hauptgrund gegen einen solchen Brauch scheint mir der zu sein, daß wir den Namen zur Bezeichnung der germanischen Ausbildung der Obertrias nicht entbehren können, daß er zu dieser Verwendung aber untauglich wird, wenn er einen rein zeitlichen Sinn bekommt. Wenn BITTNER (1898, S. 440, Anm. 1) sich für eine solche Verwendung des Wortes auf die Analogie mit Kreide- und Steinkohlenformation beruft, so ist das aus verschiedenen Gründen nicht zwingend. Zunächst liegt keine Notwendigkeit vor, einen an einer Stelle begangenen Fehler an einer anderen, wo er noch vermieden werden kann, zu wiederholen. Daß man so oft von „weißer Schreibkreide“ statt einfach von Kreide sprechen muß, daß man jenen Verband allgemein Karbon nicht Kohle nennt, beweist, daß die Verwendung lithologischer Namen für zeitliche Einheiten auch in diesen Fällen nicht zweckmäßig war. Dazu kommt, daß man bei der nordwesteuropäischen Schreibkreide als einem rein marinen Gestein doch gut weiß oder herausbringen kann, welchen zeitlichen Umfang sie hat, wogegen das beim Keuper eben nicht zutrifft. Eine so große Erweiterung über den ursprünglichen Sinn hinaus, wie bei der Kreide, wurde für den Keuper nie ins Auge gefaßt, weil da ja schon der Ausdruck Trias besteht. Der Name würde also bei zeitlicher Verwendung in einem sehr strittigen und unklaren Sinn gebraucht, dabei aber einer notwendigen und eindeutigen Verwendung entzogen.

Ganz ähnlich wie mit „Keuper“ verhält es sich mit „Kulm“. Dieses Wort wurde vom Karbonkongreß in Heerlen mit vollem Recht als allgemeine Bezeichnung für das Unterkarbon abgelehnt (JONGMANS, 1928 a, S. XXVII).

Selbstverständlich wäre es ebenso unangebracht, Bezeichnungen der alpinen Lokalgliederungen auf die deutsche Trias zu übertragen und etwa zu sagen, daß der Mittelkeuper zu den Raibler Schichten gehört. Es handelt sich nur darum, die deutsche Trias in eine allgemeine Zeitskala einzureihen, deren Abschnitte aus den weiter oben dargestellten Zweckmäßigkeitsgründen durch Ereignisse in den Ostalpen definiert sind. Die Einteilung der Schichtfolge in den beiden Gebieten betrachte ich dabei als gegeben. Ganz im Sinne von BITTNER (1898, S. 440) handelt es sich mir nicht darum, zu gliedern, sondern zweischon vorhandene (wenn auch noch recht unvollkommene) Gliederungen zu vergleichen.

Doch konnte hier keineswegs versucht werden, auch nur diese Aufgabe bis ins einzelne zu lösen. Zunächst steht dem entgegen, daß die Verbreitung der meisten alpinen Fossilien und überhaupt die ganze Feingliederung der ostalpinen Trias noch viel zu wenig aufgeklärt ist. Deshalb mußte ich mich im wesentlichen darauf beschränken, den Umfang der beiden Hauptstufen der Mitteltrias, des Anis und Ladin, innerhalb der deutschen Trias zu untersuchen. Aber auch dieser Gegenstand hätte den Rahmen des vorliegenden, allgemeinen Fragen gewidmeten Buches gesprengt. Es wäre sehr dankenswert, beispielsweise aus DIENERS Bänden im Fossilium Catalogus und aus M. SCHMIDTS Zusammenstellung der germanischen Triasfauna (1928) alle den Alpen und Deutschland gemeinsamen Arten nebst ihrer Verbreitung herauszuheben. Es gibt natürlich eine Menge solcher Arten, die von mir gar nicht erwähnt werden (vgl. etwa TORNUST, 1900 a, S. 149, über die Fauna des Trettokalkes; ZELLER, 1908, Tabelle gegenüber S. 106, mit Arten aus dem Keuper; PAULCKE, 1915, S. 212, über mehrere Spezies von *Nucula*). Es schien mir mit Rücksicht auf den methodologischen Hauptzweck dieses Buches besser, einige wenige Arten und Gruppen ausführlicher zu besprechen, die anderen bis zu einer günstigeren Gelegenheit beiseite zu lassen. Vom rein tatsächlichen Standpunkt aus werden dadurch freilich die gewonnenen Schlüsse weniger sicher, was aber nicht zu vermeiden war, wenn der Hauptzweck erreicht werden sollte.

1. Die Gliederung der alpinen Mitteltrias.

Innerhalb der ostalpinen Mitteltrias eignen sich die Südalpen, die bosnisch-dalmatinischen Gebirge und das Plattensee-Hochland viel besser für stratigraphische Untersuchungen als die Nordalpen, in denen geringe fazielle Gliederung, Fossilarmut und stärkste Störungen vereinigt sind. Daß die Südalpen selbst in der Gliederung eine größere Rolle spielen als die genannten Nachbargebiete, hat dagegen wohl mehr geschichtliche Gründe.

Zu der Tabelle Fig. 3, die ich als einen ersten Versuch hier vorführe, sind folgende Bemerkungen notwendig:

Es schien mir unvermeidlich, den bisher meist als Stufen bezeichneten Einheiten Anis, Ladin usw. einen höheren Rang zu geben und sie zu Hauptstufen zu machen. Die jetzt von mir als Stufen bezeichneten Abschnitte entsprechen so besser den Stufen des Jura. Auch ist es vorteilhaft, daß diese wichtigen Einheiten — die kleinsten noch selbständig benannten — nicht als bloße Unterstufen erscheinen. Diese Bezeichnung, die jedenfalls den Eindruck geringerer Bedeutung erweckt, verbleibt so tatsächlich schwer trennbaren Einheiten, die auch durch die Form ihrer Eigennamen als minder wichtig gekennzeichnet sind. Die Einreihung der einzelnen Faunen in sie ist großenteils noch eine Aufgabe der Zukunft, auf deren Wichtigkeit hier hingewiesen sei. Sprossen (S. 69) in der Trias zu unterscheiden, hatte ich bisher keinen Anlaß. Es mag dies aber später vielleicht noch gelingen.

Als Hauptwort zu „karnisch“ verwende ich des besseren Klanges halber

Berichtigung

zu „Pia, Grundbegriffe der Stratigraphie“.

In Spalte 3 der Tabelle auf Seite 97, folgen durch ein Versehen die griechischen Buchstaben unrichtig aufeinander. Der Verfasser bittet, das bei einer etwaigen weiteren Verwendung richtig zu stellen.

7) Beispiele von Schichtgliedern

GLIEDERUNG DER MITTELTRIAS IN DEN SÜDALPEN		5) Nebenereignisse		4) Leitereignisse		3) Unterstufe		2) Stufe		1) Hauptst.	
Pachyarden T.				* Halobia rugosa + Diplopورا annulata	* Trachyceras austriacum	3) Unterstufe	2) Stufe	1) Hauptst.			
Cassianer Sch.				* Der Seeland-Alpe eigen-tümliche Korallen usw.	* Pachycardia rugosa	4) Obercordovol	Jul	KARINTH			
Wengener Sch.				* Den Staures-Wiesen eigen-tümliche Fossilien	* Trachyceras aon	4) Untercordovol	Cordovol				
Buchenstein Sch.				* Protrachyceras ladinum	* Daonella Tommelli	4) Langobard	Langobard	LADIN			
Schlierndolomit				* Arpadites arpadis	* Protrachyc. reubaritense	5) Oberfassan	Fassan				
Wettersteinkalk				* Protrachyc. langobardicum	* Diplopورا annulata	7) Unterfassan					
				* " curvioni	* Diplopورا annulata	9) Oberillyr	Illyr	Ober-			
				* Joannites tridentinus	* Daonella sturii	9) Unterillyr		ANIS			
				* Protrachyceras reizi	* Ceratites binodosus	6) Pelson	Pelson	Unter-			
				* Daonella tarameitii	?	17) Oberhydasp					
				+ Oberillyrische Diploporen	* Phylloporella pumiciflora	17) Unterhydasp	Hydasp				
				* Teutoporella triasina usw.	* Naetica stanensis im N. Raubwachenbildung	18) Grenzabteilungen zweifelhafte Stellig.		SKYTH			
				Erste Tuffausbrüche							
				* Hauptmasse d. anis. Zephal. Regression							
				* Zephalopoden von Cimogo und Dont							
				* Voltzia reubaritensis							
				Regression							
				Brachiopodenbänke von Cimogo, Recoaro, Allprags							
				Landflora von Recoaro							
				Gracilis-Schichten von Recoaro (Unterst. Muschelk. u. Sargajew)							
				Myophorien-Schichten z. T.							
Tretloalk											
Prezzokalk											
Pragser Sch.											
Cimegokalk											
Dontschichten											
Sarldolomit											
Zellenkalk											

Abb. 3. Gliederung der Mitteltrias in den Südalpen. * bezeichnet das Erscheinen, + das Erlöschen einer Art. In der Spalte 7 bedeuten einfache Schraffen den theoretisch zulässigen, doppelte Schraffen den wirklich beobachteten Umfang der Schichtglieder

„Karinth“. Die Stufen habe ich trotz mancher Bedenken aus der Arbeit von MOJSISOVIC, WAAGEN und DIENER (1895) übernommen. Nur habe ich einige Namen durch solche aus dem Altertum ersetzt, um den vorher (S. 86)

aufgestellten Regeln besser gerecht zu werden. (Lacus Pelso ist der Plattensee oder Balatonsee.) Es ist zwar klar, daß besonders die pelsonische Stufe einen zu geringen Umfang im Vergleich zu den anderen hat, und ich wollte sie eine Zeitlang auflassen. Da sie aber als Grenzhorizont zwischen Unter- und Oberanis stratigraphisch ziemlich wichtig ist, erwies es sich im Laufe der Arbeiten als bequemer, sie beizubehalten. Den Faunen- und Mächtigkeitsverhältnissen versuchte ich dadurch gerechtzuwerden, daß ich das Pelson und Illyr zum Oberanis zusammenfaßte, dem ich das Hydasp allein als Unteranis gegenüberstellte. Das entspricht dem Vorgang, den PHILIPPI (1895, S. 693) und zögernd schon BITTNER (1881, S. 229) befolgt hat. Leider werden in vielen Arbeiten die *Binodosus*- oder *Decurtata*-Schichten immer noch als unterer alpiner Muschelkalk (unteres Anis) bezeichnet, wohl im Anschluß an MOJSISOVICS (z. B. 1893, S. 810). Und doch hat dieser Verfasser selbst in derselben Arbeit (S. 812) betont, daß zwischen Campiler Schichten und *Binodosus*-Schichten auf Grund des Verhaltens der Zephalopoden eine größere Zwischenzeit angenommen werden muß. Später hat er das auch in seinen Tabellen ausgedrückt (1896, S. 370; MOJSISOVICS, WAAGEN und DIENER, 1895, S. 1279). In der Tat überzeugt man sich leicht, daß dort, wo die anisische Stufe vollständig entwickelt ist, wie in Judikarien — im Gegensatz zu den westlichen Dolomiten — die Hauptmächtigkeit auf das Hydasp entfällt.

Die cordevolische Stufe (Cassianer Schichten) habe ich zum Ladin gestellt. In dieser Beziehung herrscht bekanntlich bis in die jüngste Zeit keine Übereinstimmung. Die ältere Vorgeschichte der Frage ist bei ARTHABER (1906, S. 272—273 und 295) dargestellt. DIENER hat in allen seinen Arbeiten daran festgehalten, daß die Cassianer Schichten schon zur Obertrias gehören. Ich werde auf diese Sache in einem anderen Zusammenhang noch näher einzugehen haben. Da sie aber auf die Grundsätze der stratigraphischen Gliederung überhaupt ein recht lehrreiches Licht wirft, sei sie schon hier kurz behandelt. Ich hebe nur jene Punkte hervor, die mir als die wichtigsten erscheinen.

Am stärksten für die Zugehörigkeit der Cassianer Schichten zur Obertrias scheint die nahe Beziehung ihrer Fauna zu der der Raibler Schichten zu sprechen. Vgl. dazu auch MOJSISOVICS, 1893 (S. 816), über die große Zahl gemeinsamer Zephalopodenarten des Cordevol und Jul. Es ist aber wohl kein Zweifel, daß der größere oder geringere faunistische Gegensatz zwischen aufeinanderfolgenden Stufen zum überwiegenden Teil — oft wohl ganz — eine Folge zufälliger Umstände, wie der Bekanntschaft mit Gesteinen gleicher Fazies, ist. Die Faunen des Cordevol und des Jul erscheinen einander so ähnlich, weil wir aus diesen beiden Stufen in derselben Provinz fossilreiche Bildungen sehr ähnlicher Fazies kennen. Die Wengener Schichten dagegen mit ihrer ärmlichen Fauna entstammen merklich verschiedenen Absatzbedingungen. Der scheinbare faunistische Gegensatz verschwindet sofort, wenn man die in allen betrachteten Stufen wesentlich gleiche rein kalkige Fazies der Marmolata und des Latemar untersucht. Hier war es bisher kaum möglich, sicher festzustellen, welche Fundpunkte fassanisch, langobardisch und cordevolisch sind.

Es ist aber überhaupt eine Frage, ob es zweckmäßig ist, die Abteilungsgrenzen dorthin zu legen, wo ein rascher Faunenwechsel erfolgt, wenn dieser als vorwiegend faziell bedingt angesehen werden muß. Wenn eine neue Fauna gefunden wird, die sich in ihrer Zusammensetzung der Cassianer und Raibler Fauna nähert, wird durch einen Vergleich in den meisten Fällen herauszubringen sein, mit welcher von beiden sie größere Ähnlichkeit hat. Die durch GUGENBERGER beschriebene Fauna von Launsdorf ist ein Beispiel dafür (vgl. S. 19). Ist sie jedoch älter als die Cassianer Schichten, so wird das sehr schwer zu beweisen sein, weil auch eine langobardische Fauna, wenn sie nur faziell den Cassianer Schichten ähnlich ist, mit deren Tierwelt sicher besser übereinstimmt, als mit der der Wengener Schichten. Vielleicht liegt bei der Fauna von Hudiklanec (KOSSMAT, 1898, S. 90; 1905, S. 23) ein solcher Fall vor. Man entgeht dieser Schwierigkeit, wenn man wichtige Grenzen womöglich so legt, daß über und unter ihnen reiche Faunen gleicher Fazies bekannt sind. Auf den Schein einer „natürlichen“, scharfen faunistischen Trennung muß man dann freilich verzichten.

Es ist wohl auch kaum zweckmäßig, die Obertrias mit einer so wenig verbreiteten Fauna, wie die von St. Cassian, anfangen zu lassen. Besonders für den Vergleich mit außereuropäischen Profilen ist es jedenfalls angenehmer, wenn die neue Abteilung mit einer weiter verbreiteten Fossilgesellschaft beginnt.

Was die Ostalpen selbst betrifft, so ist die Grenze zwischen der langobardischen und cordevolischen Stufe in der so verbreiteten fossilarmen Kalk- und Dolomitfazies nirgends zu erkennen. Wir erhalten also, wenn wir die Hauptgrenze zwischen diesen beiden Stufen ziehen, eine Fülle von Schichtgliedern, die teils mittel-, teils obertriadisch sind. Ein Blick auf DIENERS letzte Tabelle der Triasgliederung (1925 a, S. 108) zeigt dies sofort. Die Folge davon wird sein, daß man bei paläontologischen und anderen Beobachtungen in solchen Gesteinen oft nicht wissen wird, ob sie sich auf die Obertrias oder auf die Mitteltrias beziehen. Das ist in der typischen Region, in der die Kennzeichen der Abteilungen vor allem festgestellt werden müssen, außerordentlich störend. Läßt man dagegen die Obertrias erst mit den weitverbreiteten Raibler-, Schlernplateau- und Lunzer Schichten beginnen, so ist es fast überall möglich, sie im Gelände abzugrenzen.

Einen großen Wert möchte ich auch dem Umstand beimessen, daß nach unserem bisherigen Wissen das verbreitetste und wichtigste Leitfossil der ladinischen Hauptstufe, *Diplopora annulata*, noch bis in die cordevolische Stufe hinaufreicht, aber bei Beginn des Jul erlischt. Läßt man die Obertrias erst mit diesem anfangen, so hat man den Vorteil, alle Gesteine, die die genannte Art führen, als ladinisch und alle Schichten mit der Gattung *Diplopora* als mitteltriadisch ansprechen zu können.

Diese Gründe, denen ich bei späterer Gelegenheit noch andere hinzufügen werde, dürften genügend zeigen, warum ich bezüglich der Grenze zwischen Mittel- und Obertrias von der Auffassung meines Lehrers DIENER abgehe. Sie sind vielleicht auch geeignet, deutlicher zu machen, welche Überlegungen mir für den Ausbau der Stratigraphie im typischen Gebiet als maßgebend erscheinen.

Die Unterstufen habe ich, um das Gedächtnis nicht unnötig zu belasten, nicht mit eigenen Namen belegt. Die angegebenen Bezeichnungen als Obercordevol, Untercordevol usw. dürften vorläufig für den Gebrauch ausreichen. Ich habe sie außerdem mit griechischen Buchstaben versehen. Ich bitte ganz besonders, diese beiden Bezeichnungen als vorläufig zu betrachten. Eigene Namen werden später vielleicht notwendig sein. Die Buchstaben aber mögen sich verschieben, wenn es sich als zweckmäßig erweist, neue Unterstufen einzuschalten. Ein für längere Zeit gültiges System aller dieser Einheiten dürfte kaum anders zu gewinnen sein, als durch eine neue Gesamtbearbeitung der Triasstratigraphie, ungefähr nach Art der „Lethaea geognostica“, eine ebenso lockende als schwierige Aufgabe. Die Verwendung der Buchstaben in der Tabelle denke ich mir so, daß man eine Unterstufe je nach dem Zusammenhang und je nach dem, was dem Leserkreis wahrscheinlich am besten im Gedächtnis gegenwärtig ist, mit dem Namen oder mit dem Buchstaben nennt. Und zwar wären beispielsweise folgende Benennungen gleichberechtigt und gleichbedeutend:

Oberillyr = Illyr ϑ = Anis ϑ = Mitteltrias ϑ .

Das Eigenschaftswort dazu würde nach dem Muster gebildet:

Oberillyrisch = ϑ -illyrisch = ϑ -anisisch (= ϑ -mitteltriadisch).

Daß nach Namen für die Unterteile der Trias in dem hier vorgeschlagenen Ausmaß tatsächlich ein Bedürfnis vorhanden ist, glaube ich mit gutem Gewissen versichern zu können. Wenn man einmal darauf aufmerksam geworden ist, findet man bei Durchsicht des Schrifttums auf Schritt und Tritt, wie das Fehlen der rein zeitlichen Bezeichnungen Verfasser und Leser verwirrt hat. Man vgl. etwa BENECKE, 1895, S. 243 bis 244, und 1898 a, S. 148 bis 151. Ich hoffe also, daß sich die Namen der Stufen jetzt einbürgern werden, wie sich die Namen der Hauptstufen trotz anfänglicher Ablehnung (FRECH, 1899, S. 49) eingebürgert haben.

Als Leitereignis für jede Unterstufe wurde in der vierten Spalte der Tabelle das Erscheinen je einer verbreiteten Art ausgewählt. Sie schließt sich im großen und ganzen der bisherigen „Zonengliederung“ an. Neu ist die Verwendung einiger Diploporen, die wegen ihrer größeren Häufigkeit oder als Leitformen eines besonderen, bisher nicht unterschiedenen Horizontes angeführt sind. In der Unterstufe γ ist unsere Kenntnis der Fossilien noch zu ungenügend, als daß man ein Leitereignis angeben könnte. Sie ist vorläufig mehr durch einige Schichtglieder und durch tektonische Vorgänge, als paläontologisch gekennzeichnet. Im Unteranis bleibt ja überhaupt noch das meiste zu tun. Unter den Nebenergebnissen (Spalte 5) habe ich außer dem Erscheinen in einigen Fällen auch das Erlöschen von Arten angeführt, da das Fehlen sehr häufiger Versteinerungen unter Umständen einen gewissen Anhaltspunkt für die stratigraphische Deutung liefern kann. Die meisten Angaben sind auch hier wieder ganz vorläufig. Die genaue Erforschung der Verbreitung, wie ich sie für die Diploporen annähernd durchgeführt habe und bald darzustellen hoffe, steht für fast alle anderen Fossilien — besonders im Ladin — ja noch aus. Verhältnismäßig viele auf wirklicher Beobachtung fußende Angaben findet man in den Arbeiten von OGILVIE GORDON (1927 und

dort angeführte frühere). Der Zukunft bleibt es vorbehalten, mehr Einzelheiten und mehr Sicherheit in das Bild zu bringen. Besonders dankbar wäre die Erforschung der Stratigraphie der Daonellen, die in KITTL'S Monographie leider zu kurz gekommen ist.

In der Spalte 6 habe ich nach Möglichkeit nur solche Faunen angeführt, die nur einer oder wenigen Unterstufen angehören. Die letzte Spalte endlich enthält eine kleine Auswahl von Schichtgliedern. Dabei wurde angedeutet, welchen Umfang sie definitionsgemäß haben könnten und in welchem Umfang sie tatsächlich nachgewiesen wurden.

In der starken Betonung der Stufen als wichtigster stratigraphischer Einheiten steht mein Verfahren bei der Schichtgliederung in entschiedenem Gegensatz zu dem BITTNER'S, der die Nützlichkeit dieses Begriffes heftig bekämpft hat (z. B. 1896, S. 191 und an vielen anderen Stellen). Am schroffsten unterscheidet sich meine Methode vielleicht von der WÖHRMANN'S (1894 b, S. 3). Er lehnt nicht nur die Stufenamen ab, sondern betrachtet auch die Lokalnamen bloß als ein kleineres Übel. Ferner vermeidet er es, die stratigraphischen Einheiten paläontologisch zu definieren. Für ihn sind die Cassianer Schichten „diejenigen, welche zwischen dem bisherigen alpinen Muschelkalk und den dazugehörigen südalpinen Buchensteiner Schichten einerseits und dem Schlerndolomit, Marmolatakalk . . . anderseits liegen“. Ähnlich werden die Raibler Schichten (durch litorale Fazies und) durch die Lagerung zwischen Wettersteinkalk und Hauptdolomit definiert. Auf S. 21 wird der Wettersteinkalk und seine Äquivalente durch die Lagerung zwischen den Cassianer Schichten und den Raibler Schichten gekennzeichnet, so daß der Kreisschluß offenbar wird.

Viel näher steht meine Methode der von MOJSISOVICS, von der sie sich wesentlich nur durch die Ablehnung der scharfen Faunenzonen unterscheidet.

Man findet immer wieder — offenbar unter dem Einfluß von MOJSISOVICS und der anderen Verfechter dieser Faunenzonen — die Meinung, daß in der Mitteltrias der Alpen mehrere altersverschiedene Faunen, die recht unabhängig voneinander sind, unterschieden werden können. Vgl. etwa die Übersicht bei MOJSISOVICS (1896, S. 370 bis 373). Nach demselben Verfasser (1893, S. 812) sollen die beiden anisischen Zonen, deren Abgrenzung heute ganz zweifelhaft geworden ist, nur zwei Ammonitenarten gemeinsam haben. Dagegen soll der germanische Muschelkalk samt der Lettenkohle eine faunistische Einheit bilden, in der nur die Ammoniten einen lebhafteren, aber auch mehr fließenden Wechsel zeigen (PHILIPPI, 1901 a, S. 351—352).

Demgegenüber ist nun zu betonen, daß die faunistischen Unterschiede zwischen den Stufen auch in den Alpen offenbar sehr gering sind. Das hat schon EMMRICH (1873, S. 650 und 777) erkannt. Nur wenige Gruppen, wie die Zephalopoden, Daonellen und Diploporen, gestatten eine schärfere Gliederung. Die Brachiopoden, Gastropoden, die Hauptmasse der Bivalven wechseln zwar auch im Verlauf der Mitteltrias, aber sehr langsam und allmählich. Viele gehen wahrscheinlich durch die ganze Mitteltrias oder ihren größten Teil durch. Über die zeitliche Begrenzung der einzelnen Arten wissen wir noch sehr wenig. Es wird deshalb kaum möglich sein, auf eine geringe Zahl von

Arten dieser Gruppen eine sichere stratigraphische Einreihung zu begründen. Wo der Faunenwechsel scheinbar rasch erfolgt, ist er in den Alpen ebenso faziell bedingt, wie etwa zwischen deutschem Muschelkalk und Keuper.

Eine besondere Schwierigkeit für unser Unternehmen folgt noch aus der ungeklärten Stellung einer alpinen Fauna, die gerade eine der wichtigsten wäre, das ist diejenige des Reiflinger Kalkes von Groß-Reifling in Steiermark. Streng genommen, handelt es sich um zwei Faunen, die in demselben Schichtglied, aber in verschiedener Höhe auftreten (vgl. ARTHABER, 1896 a und b). Die tiefere (diejenige des Rahnbauer Kogels) besteht vorwiegend aus trachystraken Ammoniten. Balatoniten spielen unter ihnen die wichtigste Rolle. *Nautiloidea*, Gastropoden und Brachiopoden fehlen. Dagegen scheint die Bivalve *Enteropleura bittneri* (KITTL, 1912, S. 163 und 184) bezeichnend zu sein. Von den Ammoniten weisen Arten wie *Acrochordiceras pustericum* und *Ptychites domatus* auf pelsonisches Alter hin. Die Fauna weicht in ihrer Zusammensetzung sehr von allen anderen des alpinen Anis ab. Es war deshalb nicht unbegründet, wenn ARTHABER — angeregt durch W. WAAGEN — die Frage aufwarf, ob sie nicht hydaspisch sei (1896 b, S. 195), wozu ihre tiefe Lage im Profil wohl stimmen würde. Doch stehen dem gewisse Bedenken entgegen: Wir kennen — so viel ich weiß — aus sicher hydaspischen Schichten der Alpen überhaupt keine — auch nicht einmal unbestimmbare Zephalopodenreste. Es ist deshalb nicht sehr wahrscheinlich, daß ihnen an einer Stelle eine so reiche Fauna angehören sollte. Dem könnte man höchstens entgegenhalten, daß ja auch das Pelson an vielen Punkten, wie besonders im Vizentin, frei von Zephalopoden ist, während es an anderen eine ziemlich reiche Fauna führt. Es wäre am Ende nicht undenkbar, daß dieser Zustand im Hydasp noch stärker ausgeprägt war. Es sei auch daran erinnert, wie eng örtlich begrenzt etwa das Auftreten der Korallen im oberen deutschen Muschelkalk ist (WEISSERMEL, 1928). Ist das auch eher zu verstehen, als bei freilebenden Zephalopoden, so bleibt es merkwürdig genug. Die Beteiligung der einzelnen Ordnungen an der Fauna vom Rahnbauer Kogel zeigt ein so eigentümliches Bild, daß wir jedenfalls auf ganz besondere Lebensbedingungen schließen müssen. Denn das Fehlen der Gastropoden beispielsweise kann keinesfalls mit dem Alter der Fauna zusammenhängen. Dann liegt es aber nahe, auch die eigentümliche Zusammensetzung der Ammonitengesellschaft durch die Fazies, nicht durch eine ausnahmsweise Altersstellung zu erklären. Das könnte man ebenfalls gegen die Deutung als hydaspisch ins Feld führen.

Die etwas jüngere Fauna im Tiefengraben umfaßt außer Ammoniten auch Nautilen, Gastropoden, Bivalven, Brachiopoden und einige Fischreste. Die Zephalopoden sind durch über 80 Arten vertreten. Davon waren 26 schon früher aus dem alpinen Muschelkalk bekannt. 6 von ihnen galten als pelsonisch, 20 als illyrisch. ARTHABER legt aber (1896 b, S. 12, 13) recht überzeugend dar, daß die Fauna trotzdem mehr für Pelson spricht, weil die Zephalopoden der *Binodosus*-Schichten bisher in viel geringerer Zahl bekannt waren und weil die auf die *Trinodosus*-Schichtenweisenden Arten vorwiegend zu den stratigraphisch weniger verlässlichen *Leiostraca* gehören. Gründe für die Annahme einer wesentlichen faziellen Besonderheit liegen bei dieser Fauna im Gegensatz

zur tieferen nicht vor. Es mußte deshalb als wenig wahrscheinlich gelten, daß in dem faunistisch so viel besser bekannten Illyr so viele und stark abweichende neue Formen zutage kämen.

Unter den Brachiopoden aus dem Tiefengraben befand sich auch *Rhynchonella trinodosi*. Aus dieser schloß zuerst BITTNER auf illyrisches Alter. Ferner tritt in beiden Faunen ein Zeratit auf, den ARTHABER ursprünglich als *Ceratites binodosus* bestimmt hatte, den er aber später auf Grund der Anzahl der Marginalknoten zu *Cer. trinodosus* gestellt hat (1906, S. 271). ARTHABER zieht daraus nun den Schluß, daß beide Faunen von Groß-Reifling zur *Trinodosus*-Zone gehören und daß die scheinbar für höheres Alter sprechenden Arten in den Nordalpen später als in den Südalpen erloschen. Das ist keineswegs zwingend. Es wurde leider die Möglichkeit nicht erwogen, daß *Cer. trinodosus* stellenweise schon im Pelson auftritt, daß die beiden sogenannten Arten *Cer. trinodosus* und *Cer. binodosus* überhaupt keine Mutationen im Sinne NEUMAYRS, sondern einfach gleichzeitig lebende Varietäten seien. Heute, wo wir wissen, auf wie schwachen Füßen sowohl die Unterscheidung dieser beiden Arten als auch die Horizontierung so mancher südalpiner Fundorte steht, wird uns eine solche Vermutung näher liegen. Bei unvoreingenommener Betrachtung der Fauna vom Tiefengraben wird man überhaupt zugeben müssen, daß sie mit ihrer ausgesprochenen Mischung angeblich älterer und jüngerer Arten einer der stärksten Beweise gegen das Bestehen von Faunen-zonen in der alpinen Trias ist.

Es ist also — wenn man von weniger wahrscheinlichen Annahmen absieht — heute noch durchaus nicht zu entscheiden, ob die untere Fauna von Groß-Reifling hydaspisch oder pelsonisch und ob die obere pelsonisch oder illyrisch ist. Das wollen wir für den Vergleich mit der außeralpinen Trias festhalten. Bei diesem wird auf die ganze Frage noch einmal zurückzukommen sein.

2. Die Gliederung der deutschen Trias.

Vielleicht noch größer als die Schwierigkeiten, die sich aus der mangelhaften Kenntnis der alpinen Trias ergeben, sind diejenigen, die für unseren Versuch aus den Eigentümlichkeiten der Stratigraphie der deutschen Trias erwachsen. Eine allgemeine Übersicht über ihre Einteilung in verschiedenen Gegenden zu geben, halte ich für entbehrlich. Es liegen darüber genug neuere Darstellungen vor. Ich verweise besonders auf die Tabellen bei KAYSER (1923, S. 476, 477), M. SCHMIDT (1928, S. 16, 24, 32) und ASSMANN (1926 b, S. 392). Für Württemberg hat nach HENNIG (1923) OERTLE (1928, S. 401—402) eine ausführlichere Übersicht auf Grund einer Reihe früherer Arbeiten gegeben. Einzelne Teile der Schichtfolge behandeln die Tabellen von FRANK (1928 c, S. 47, und 1928 b, S. 232—233, für das Wellengebirge), von THÜRACH (1888, S. 79) und von STOLL (1929, S. 56—57 für den Keuper). Für Thüringen nenne ich noch K. WALTHER (1927) und MÄGDEFRAU (1929). Nur um das Verständnis der nächsten Seiten zu erleichtern, gebe ich auf Grund der angeführten Zusammenfassungen folgende kleine Übersicht über die von mir verwendeten Namen:

Einteilung der deutschen Trias

III. Keuper (BUCH 1822, ein Lokalname aus der Gegend von Coburg)

C. Rhätkeuper (oberer Keuper)

b) Oberer Rhätkeuper = eigentliches Rhät

a) Unterer Rhätkeuper = Knollenmergel = Steinmergelkeuper. Darin der Löwensteiner Sandstein.

B. Gipskeuper (mittlerer Keuper)

b) Oberer Gipskeuper. Darin folgende für später wichtige Schichtglieder und Bänke:

Stubensandstein

Gansinger Dolomit

Kieselsandstein

Lehrbergschichten

} in den bunten Mergeln

a) Unterer Gipskeuper. Darin:

Schilfsandstein

Bleiglanzbank (in den Gipsmergeln)

Bodenmühschichten

A. Kohlenkeuper (unterer Keuper, Lettenkohle J. W. C. VOIGT, 1800)

Im obersten Teil der Grenzdolomit mit *Myophoria goldfussi* und *Ceratites schmidi*

Im tieferen Teil der Lettenkohlendolomit.

II. Muschelkalk

C. Hauptmuschelkalk (oberer Muschelkalk)

Oben *Trigonodus*-Dolomit mit *Trigonodus sandbergeri*, von wechselndem stratigraphischen Umfang

In der Mitte Zeratitenschichten mit Zeratitenzonen. Darin die *Discites*-Bänke und etwas höher die *Cycloides*-Bänke.

Unten Trochitenkalk

B. Anhydritgebirge (mittlerer Muschelkalk)

Im unteren Teil die Anhydritschichten mit Salz und Gips.

A. Wellengebirge (unterer Muschelkalk)

b) Schaumkalkgruppe

Zu oberst die fränkischen und thüringischen *Orbicularis*-Schichten mit *Myophoria orbicularis*

Zu unterst die Mitteldeutsche Terebratelbank mit *Terebratula vulgaris*

a) Wellenkalkgruppe

Hieher im Liegenden jedenfalls schon alle Schichten mit *Dadocrinus*

I. Buntsandstein

C. Röt. Hieher jedenfalls noch alle Schichten mit *Myophoria costata*.

Im unteren Teil *Beneckeia tenuis*, im obersten Teil erscheint *Ben. buchi*.

B. Hauptbuntsandstein

A. Rogensandstein.

Die mit Zahlen oder Buchstaben bezeichneten Einheiten dieser Übersicht werde ich in einem zeitlichen Sinn verwenden, ohne Rücksicht darauf, ob das Gestein im einzelnen Fall dem gewählten Namen entspricht. Sie bilden die Parachronologie der deutschen Trias (vgl. S. 84). Dagegen verweisen die ohne Ordnungszeichen angeführten Namen nur auf Schichtglieder, die deshalb herausgehoben wurden, weil sie in den späteren Ausführungen eine Rolle spielen.

Die stark abweichenden Ausbildungen der Trias in Nieder- und Oberschlesien reihen sich in diese Einteilung nach der heutigen Ansicht folgendermaßen ein:

Einteilung des niederschlesischen Muschelkalkes
nach NOETLING, 1880.

II. Muschelkalk

A. Wellengebirge

b) Schaumkalkgruppe

Wehrauer Schichten mit vielen wohl erhaltenen Versteinerungen
Unterer Schaumkalk mit wenigen Versteinerungen

a) Wellenkalkgruppe

Obere und untere Großhartmannsdorfer Schichten mit *Balatonites*, *Acrochordiceras*, *Beneckeia*, *Hungarites*
Nieschwitzer Grenzkalk, kavernöser Kalk

I. Buntsandstein

C. Röt. Mergel und Dolomite mit *Myophoria costata*.

HOLDEFLEISS (1916, S. 10, 22) hält die Unterscheidung unterer und oberer Großhartmannsdorfer Schichten für unmöglich. Sie soll nur auf der Farbe beruhen, die aber nicht regelmäßig verteilt ist. Er scheidet die untere Wellenkalkgruppe von der oberen durch eine *Spiriferina*-Bank, die er der thüringischen gleichsetzt (S. 17). Die Ammoniten sollen nach demselben Verfasser nur in einer bestimmten Lage der oberen Hälfte des Wellenkalkes auftreten (S. 10, 13, 22). Im Schaumkalk Niederschlesiens fehlen sie. Allerdings scheint es ziemlich schwierig zu sein, die Grenze zwischen Wellenkalkgruppe und Schaumkalkgruppe überall zu erkennen, und gerade die Verhältnisse an der Ammonitenfundstelle sind kaum vollständig geklärt.

HOLDEFLEISS versucht auch eine genauere Parallelisierung des niederschlesischen Muschelkalkes mit dem thüringischen (S. 16, 17).

Einteilung des obereschlesischen Muschelkalkes
nach ASSMANN, 1914 und 1926.

C. Hauptmuschelkalk

Nach ECK: Rybnaer Kalk

Nach WYSOGORSKI: Boruschowitzer Mergelschiefer
Rybnaer Kalk
Trochitenkalk

vielfach auch gar nicht das Bestreben bestand, die Grenzen wenigstens nach Möglichkeit synchron zu machen. Jede Landesanstalt oder jede Schule ist so ziemlich ihre eigenen Wege gegangen, vorwiegend bestrebt, die Grenzen so zu legen, wie sie den örtlichen Verhältnissen entsprechen und im Gelände gut zu erkennen sind, aber ohne genügende Rücksicht auf den Anschluß an andere Gegenden. Es mag dabei die zur Zeit der Lehre von den Faunen-zonen und Etagen entstandene Meinung beigetragen haben, daß die Unter-teilungen der deutschen Trias größtenteils ohnedies keine wesentliche Bedeu-tung haben. Es braucht aber kaum noch einmal betont zu werden, daß wir über die paläogeographische Entwicklung des Gebietes, über die Wander-wege der Faunen und vieles andere trotzdem kein Bild gewinnen können, wenn die stratigraphischen Grenzen nicht überall möglichst derselben Zeit entsprechen.

Wir haben also mit der doppelten Schwierigkeit zu kämpfen, daß die nur faziell definierten Grenzen schon in der Natur selbst in verschiedenen Gegenden zeitlich voneinander abweichen und daß außerdem bewußtermaßen gewisse Faziesgebilde in verschiedenen Landesteilen verschieden zugerechnet wurden. Dazu kommt noch eine sehr schwerfällige und wechselnde Namen-gebung, eine Folge des Fehlens von Stufenamen und eine Quelle vieler Verwechslungen. Unter Wellenkalk wird bald der ganze untere Muschelkalk, bald nur dessen unterer Teil verstanden. SANDBERGER schränkt den Namen Muschelkalk auf den oberen Muschelkalk ein. Will man feiner unterscheiden, so entstehen schwer auffaßbare Wortbildungen, wie etwa „oberer Abschnitt des unteren Muschelkalkes“. Als unteren Keuper bezeichnet man manchmal die Lettenkohle, manchmal den unteren Teil des Gipskeupers. Vgl. dazu die Tabelle bei HENNIG (1923, S. 128—129), die zeigt, wie verschieden die Teile des mittleren und oberen Keupers in Süddeutschland gefaßt worden sind. Der Buntsandstein begreift bald das Röt mit, bald schließt er es aus. Auch der mittlere Buntsandstein wird sehr verschieden umgrenzt (vgl. die Tabelle bei HENNIG, 1923, S. 55). Die in meiner Übersicht auf S. 104—106 an-gewendeten Namen dürften diese Schwierigkeiten wenigstens teilweise ver-meiden.

Beispiele für kleinere Unsicherheiten der Grenzführung zu geben, ist fast überflüssig. Ich beschränke mich deshalb auf wenige. FREYBERG (1922, S. 220) weist auf die schwankende Stellung der Myophorienschichten in Thüringen hin, die bald zum Buntsandstein, bald zum Muschelkalk gerechnet werden. Man vergleiche darüber besonders die Arbeit von E. NAUMANN (1912, S. 497 bis 501). Die neue von H. SEIFERT (1928) war mir zur Zeit des Abschlusses dieser Darstellung noch nicht zugänglich. MÄGDEFRAU rechnet jetzt (1929) ebenso wie NAUMANN (1928, S. 19) — im Gegensatz zu den älteren Verfassern, wie noch K. WALTHER-CLAUS (1927, S. XIV) und zu der eben erwähnten Arbeit SEIFERTS — die Myophorienschichten (Zölestin-bänke) noch zum Röt, so daß *Myophoria costata* in Thüringen mit dem mitt-leren Röt erlischt und *Beneckeia buchi* schon im oberen Röt, nicht erst im Wellengebirge, erscheint (1929, S. 13). Diese letztere Angabe findet sich auch bei RÓZYCKI (1924, S. 479, 483, 491).

Herr K. MÄGDEFRAU war so freundlich, mir über die besprochene Frage einen ausführlichen Brief zu schreiben, dem ich außer wichtigen Schriftenhinweisen mit seiner Erlaubnis folgendes entnehme: In Südthüringen wurden die Myophorienschichten von jeher zum Röt gestellt, nur in Nordthüringen früher zum Muschelkalk. Eine Vereinheitlichung war also offenbar notwendig. Zur Beurteilung der Frage gibt MÄGDEFRAU folgende (von mir nur wenig veränderte) Übersicht:

Vergleich der thüringischen Myophorienschichten mit
ihrem Liegenden und Hangenden

nach K. MÄGDEFRAU.

a) Röt	b) Myophorienschichten	c) Wellenkalk
Gips in großer Menge	Zölestinpseudomorphosen nach Fasergips	Kein Gips
Rote und graue Letten mit \pm dolomitisierten Kalkbänken	Graue, seltener rote Letten mit nicht dolomitisierten Kalkplatten. Kein echtes Wellengestein	Keine Letten, Schichten nie rot, nur echter Wellenkalk
Von Brachiopoden nur <i>Lingula</i>	Keine Brachiopoden	Reichlich Brachiopoden: <i>Terebratula</i> , <i>Spiriferina</i>
Keine Krinoiden, Asteriden, Echiniden		Krinoiden, Asteriden, Echiniden vorhanden, teilweise Leitfossilien

a), b) und c) gemeinsam:

Monotis alberti
Gervilleia costata
Thracia mactroides
Myoconcha gastrochaena
Myoconcha roemeri usw.

Nur a) und b) gemeinsam ist keine Art

b) und c) gemeinsam:

Lima lineata
Unicardium schmidi
Gervilleia socialis typ.
Natica gregaria
Turbonilla dubia
Beneckeia buchi
*Nautilus bidorsatus**)

Auf a) beschränkt:
Cucullaea nuculiformis
Myophoria elongata
Myacites subundatus

Auf b) beschränkt:
*Natica costata**)

Mit c) beginnen:
Gervilleia subglobosa
*Lithodomus priscus**)
Nucula goldfussi
Nucula elliptica
Myophoria laevigata
Myophoria curvirostris
Myophoria elegans
Pholadomya musculoides
Pleurotomaria
„Chemnitzia“
Omphaloptycha alta
Omphaloptycha kneri
Dentalium
Ostrea complicata
Ostrea decemcostata
Ostrea multicostata
Pseudomonotis comta

Alle angeführten Arten wurden von MÄGDEFRAU selbst beobachtet, mit Ausnahme der mit *) bezeichneten, die aus R. WAGNER entnommen sind.

Den lithologischen Merkmalen möchte ich ja keine große Bedeutung beimessen. Dagegen ist die Wichtigkeit der Fossilverteilung nicht zu verkennen. MÄGDEFRAU hebt besonders die *Naticella costata* hervor, die — wenn ihre Bestimmung richtig ist — wohl wahrscheinlich machen würde, daß die Myophorienschichten skythisch sind. Dann wäre es jedenfalls wünschenswert, sie zum Buntsandstein zu zählen. Man vergleiche darüber jedoch das weiter unten in dem Kapitel über die Untergrenze der Mitteltrias Gesagte.

ZELLER (1908, S. 48) zeigt, daß die Grenze zwischen Muschelkalk und Kohlenkeuper von den verschiedenen Landesaufnahmen verschieden gelegt wurde. Nach HENNIG (1923, S. 107) wurden in Südwürttemberg tiefere Lagen mit dem Grenzdolomit verwechselt, was zu einer Verschiebung der Grenze zwischen Kohlenkeuper und Gipskeuper geführt hat.

Von den in der Natur selbst schwankenden Grenzen sei zunächst die zwischen Buntsandstein und Muschelkalk genannt. Sie liegt wahrscheinlich in SW-Deutschland stratigraphisch viel höher als in Mitteldeutschland (HENNIG, 1923, S. 61, 62, 67; M. SCHMIDT, 1928, S. 17, 21; besonders aber FRANK, 1928 b, S. 230 bis 234, auch 1928 c, S. 46, 54). BRINKMANNs abweichende Meinung (1926, S. 68—69) dürfte in diesem Falle kaum haltbar sein. Er beruft sich auf (nicht näher genannte) Leitfossilien, die aber in solchen Fragen sicher nur mit großer Vorsicht verwendbar sind.

Der *Trigonodus*-Dolomit ist keine selbständige Stufe, sondern eine mehr oder weniger weit hinuntergreifende Fazies des oberen Hauptmuschelkalkes (FRANK, 1928 a, S. 487—488). *Trigonodus sandbergeri* ist oft auf seine oberste Region beschränkt, kommt aber vereinzelt auch in tieferen und höheren Lagen vor (M. SCHMIDT, 1928, S. 26, 27).

In seiner neuesten Arbeit (1930, S. 9, 10) glaubt FRANK zeigen zu können, daß im Schweizer Faltenjura Lettenkohle und Hauptmuschelkalk fast ganz durch *Trigonodus*-Dolomit ersetzt sind. Der Rötidolomit des Aar-massivs soll einem großen Teile des ganzen Muschelkalkes und des Kohlen-keupers gleichwertig sein.

Eine Fülle von Beispielen für den diagonalen Verlauf der Grenze von Schichtgliedern durch die Stufenleiter enthalten die Arbeiten VOLLRATHS (1928) und FRANKS (z. B. 1928 b). Die Gipsbildung setzt schon innerhalb Württembergs verschieden bald über der Lettenkohle ein (FRANK, 1928 a, S. 473). Die Untergrenze des Mittelkeupers im Sinne VOLLRATHS = Ober-grenze des Schilfsandsteines, die im allgemeinen durch das Ende der Sand-steinfazies bestimmt wird, ist nicht immer deutlich (VOLLRATH, 1928, S. 200). Eine einheitliche Grenzföhrung zwischen mittlerem und oberem Keuper hält VOLLRATH nicht für möglich (S. 201). Die Untergrenze des Stubensandsteines geht — ebenso wie die des etwas älteren Kieselsandsteines — diagonal durch die Schichten. Teile des Stubensandsteines werden seitlich durch Mergel vertreten (S. 220 bis 233).

Ich verweise noch auf die Abbildungen bei HENNIG (1923, S. 126, 127), die den Fazieswechsel im süddeutschen Keuper sehr lehrreich darstellen. Sie erinnern in bezug auf das verwickelte Ineinandergreifen der Gesteins-ausbildungen an mein Profil von Prags (S. 21).

Daß auch Fossilbänke, die durch die Massenentwicklung einer Art aus-gezeichnet sind, nicht überall dasselbe Alter haben müssen, zeigt HENNIG (1923, S. 76) am Beispiel der *Terebratula ecki*. Vgl. dazu auch HILDEBRAND (1928, S. 295) und FRANK (1928 b, S. 235). Dieser schließt, daß es im Wellen-gebirge kaum strenge Leitfossilien gibt, sondern daß die Fauna in Wahrheit sehr gleichartig war. Das dürfte im allgemeinen zutreffen, aber auch gewisse Ausnahmen, etwa bei den Zephalopoden und Krinoiden, erleiden.

Der dem Gegenstand ferner Stehende wird vielleicht fragen, in welcher Weise sich das Aufsteigen einer Faziesgrenze nachweisen läßt, wenn die ganze Gliederung der deutschen Trias im wesentlichen nur faziell begründet ist. In der Tat wird auch in den neuesten Untersuchungen betont, daß beispie-lsweise eine paläontologische Gliederung des mittleren und oberen Keupers nicht möglich sei (VOLLRATH, 1928, S. 202). In der Lettenkohle steht es damit ja etwas besser (ZELLER, 1908, S. 51, 52), wenigstens was einige große Hauptgruppen betrifft. Für den oberen Muschelkalk hat RIEDEL (1916, S. 86, 105) eine Gliederung nach Zeratitenzonen aufgestellt, die allerdings — wohl in einer zu weitgehenden Weise — vielfach bezweifelt wurde. (Vgl. dazu STOLLEY, 1916, S. 138; KAYSER, 1923, S. 463, und M. SCHMIDT, 1928, S. 24 bis 26, die für ihre Brauchbarkeit eintreten.) Wichtiger als diese paläon-tologische Methode ist in der deutschen Trias aber zweifellos die Verfolgung bestimmter Leitbänke. Ihre Erstreckung ist zwar keine unbegrenzte, doch gelingt es erfahrungsgemäß immer, bevor die eine auskeilt, eine andere zu finden, die zu ihr in einem bestimmten Verhältnis steht und wieder über eine größere Strecke anhält. Vgl. über die Methode bes. HENNIG (1923, S. 66; auch FRANK, 1928 a, S. 482; b, S. 229). Leider ist dieses Verfahren noch nicht

auf alle Teile der deutschen Trias angewendet und findet seine Grenze selbstverständlich dort, wo die Aufschlüsse infolge Abtragung oder Bedeckung mit jüngeren Schichten über eine größere Strecke fehlen, wie besonders zwischen Schlesien und dem übrigen Deutschland. Übrigens hat es — wie zweifellos jedes — auch seine Gefahren. Man kann es nur dort mit Erfolg anwenden, wo die Leitbank als Spur einer weithin gleichzeitig erfolgten Veränderung angesehen werden kann, wie etwa bei einer Vererzung. Andernfalls würde es in die alte lithologische Stratigraphie zurückführen. Daß diese Gefahren nicht immer vermieden wurden, scheinen wohl die Ergebnisse VOLLRATHS im Lias zu zeigen, von denen ja schon auf S. 53 kurz die Rede war. Vgl. auch das weiter unten über das Rhät Gesagte.

Besonders viel behandelt wurde seit jeher die Frage nach der Abgrenzung und Zugehörigkeit der Lettenkohle. Daß ihre Trennung vom Muschelkalk nur eine fazielle ist, wurde in alter und neuer Zeit hervorgehoben (SANDBERGER, 1867, S. 179; ZELLER, 1908, S. 22 und 46; ASSMANN, 1926 b, S. 384; FRANK, 1928 a, S. 484—485). In Württemberg zog sich nach FRANK das Meer allmählich gegen S zurück. Die brackische Sedimentation der Lettenkohle wanderte nach. Zu einer gewissen Zeit muß also im S noch Muschelkalk, im N schon Lettenkohle gebildet worden sein. FRECH (1905, S. 26) ging in einer solchen Deutung noch weiter und glaubte, daß in Oberschlesien der größte Teil des Hauptmuschelkalkes durch Lettenkohle vertreten sei. Doch ist das von anderen nicht angenommen worden (ZELLER, 1908, S. 53).

Faunistisch schließt sich die Lettenkohle bekanntlich dem Muschelkalk an (SALOMON, 1895, S. 54). Noch die Fauna des Grenzdolomites zwischen Letten- und Gipskeuper hat die Zusammensetzung einer Muschelkalkfauna (BENECKE, 1898, S. 109), ja sie zeigt diese sogar reiner als die Fauna des *Trigonodus*-Dolomites im Liegenden der Lettenkohle, die durch das Auftreten der Gattung *Trigonodus* einen eigenartigen Zug erhält (ebenda, S. 134). Aus diesen Gründen, zu denen noch die erwähnte seitliche Vertretung des Muschelkalkes durch Lettenkohle kommt, sind QUENSTEDT, BENECKE, ENGEL, ZELLER, FRANK und andere (vgl. KAYSER, 1923, S. 469) dazu gelangt, den Muschelkalk erst mit dem Grenzdolomit abzuschließen, mit dem die rein marine Fauna aus dem deutschen Triasbecken für lange Zeit verschwindet. Folgerichtigerweise müßte man dann freilich auch das Röt zum Muschelkalk ziehen.

Ebenso wie die Zuteilung der ganzen Lettenkohle zur Mittel- oder Obertrias war auch diejenige des *Trigonodus*-Dolomites zum Muschelkalk im engeren Sinn oder zur Lettenkohle lange Zeit strittig. (Vgl. etwa PHILIPPI, 1898, S. 212 bis 214.) Zweckmäßig und gegenwärtig auch herrschend scheint die Zurechnung zum Liegenden zu sein. Doch fehlt auch hier die Beziehung auf ein Normalprofil.

Als bezeichnend sei schließlich noch die Frage der chronologischen Stellung der verschiedenen Rhätfauen angeführt. VOLLRATH ist zu folgender Auffassung gelangt (zuerst 1924, S. 25, 57 bis 59, 72—73, dann 1928): Das sogenannte Rhät des Elsaß vertritt den oberen Stubensandstein. *Avicula contorta* fehlt hier noch (1928, S. 244 und 261). Etwas jünger ist der rheinische

Rhätssandstein des Stromberges und des Kraichgaues (S. 240 und 261). Er fällt in die Zeit des Löwensteiner Sandsteines und der schwäbischen Knollenmergel. *Avicula contorta* kommt in ihm schon vor. Das schwäbische Rätth liegt stets unter den Psilonotenschichten. Durch paläogeographische Überlegungen sucht VOLLRATH (S. 261) darzutun, daß es trotzdem schon in die Psilonotenzeit, nicht in den Keuper gehört. Das Schweizer Rätth endlich soll den schwäbischen Angulatensandstein vertreten (S. 255 und 261). Das Fehlen der *Avicula contorta* in diesem dem Rätthsandstein ganz ähnlichen Schichtglied sucht VOLLRATH (S. 295—296) durch Verschiedenheit der Lebensbedingungen zu erklären, für die die Gesteinsbeschaffenheit allerdings keine Anzeichen bietet. *Avicula contorta* und ihre Begleitfauna hätten also aus der Zeit des Löwensteiner Sandsteines bis in die des Angulatensandsteines gelebt (S. 262, 263).

Es wäre dies ein ganz vorzügliches Beispiel für die diagonale Verbreitung eines Schichtgliedes durch die Stufenleiter. Nun ist die Deutung VOLLRATHS, der sich FRANK (siehe dessen gute Zusammenfassung, 1928 b, S. 235 bis 242) angeschlossen hat, allerdings sehr vielfach angegriffen worden. Man vergleiche darüber am besten JÜNGST (1929, bes. S. 137 bis 141 und 184 bis 189). Die vorgebrachten Einwände machen auf mich einen recht gewichtigen Eindruck. Es kann aber nicht meine Aufgabe sein, in dieser Streitfrage hier Stellung zu nehmen. Ich habe sie nur erwähnt, um zu zeigen, mit was für Möglichkeiten man selbst in den fossilreichsten und scheinbar am besten gekennzeichneten Teilen der germanischen Obertrias rechnen muß.

Die Schwierigkeiten häufen sich, wenn man das annähernd geschlossene Gebiet der deutschen Triasentwicklung verläßt und sich etwa nach Schlesien begibt. Schon ECK war der Ansicht, daß die feinere Gliederung der dortigen Gesteine innerhalb des unteren, mittleren und oberen Muschelkalkes keine paläontologische oder chronologische Bedeutung hat (1865, S. 146). Sie kann dann offenbar auch mit der anderer Gegenden nicht genau übereinstimmen. Solche Zweifel erstrecken sich aber wohl sogar auf die Hauptabteilungen der Mitteltrias. Ich habe sie gelegentlich schon früher ausgesprochen (1926 b, S. 196 und 199) und damit wenigstens teilweise recht behalten.

Die wechselnde Auffassung der Liegendgrenze des Muschelkalkes in Schlesien ist aus den Ausführungen ASSMANNS (1914, S. 272) und der Tabelle RÓZYCKIS (1924, S. 478, 479) ersichtlich. ASSMANN führt für die Abgrenzung des schlesischen Rötts gegen den Muschelkalk (1914, S. 273—274) fünf Gesichtspunkte, teils paläontologische, teils lithologische, an. Sie sind offenbar ganz verschiedenwertig und der Mehrzahl nach nicht geeignet, Gleichzeitigkeit mit dieser Grenze in westlicheren Gebieten zu gewährleisten.

Umstritten ist dann wieder die Stellung des sogenannten blauen Sohlensteins, eines grauen, dichten Kalkes am Fuß des erzführenden Dolomites (dritter Wellenkalkhorizont bei ASSMANN). ECK hatte ihn schon zum oberen Wellengebirge gerechnet. AHLBURG hält die Frage für grundsätzlich nicht lösbar (1906, S. 49). Ein Vergleich mit westlicheren Profilen (Jena, Württemberg) wird in diesem Falle wohl versucht (S. 51), führt aber zu keinem ein-

deutigen Ergebnis. Schließlich bleibt doch wieder die scharfe, aber chronologisch belanglose Gesteinsgrenze zwischen Sohlenkalk und Dolomit entscheidend (S. 54) und der Sohlenkalk wird als hangendstes Glied in das untere Wellengebirge gestellt. ASSMANN (1914, S. 288 und 306) schließt sich dem an, obwohl er die nahen Beziehungen der Fauna zum oberen Wellengebirge hervorhebt. Die Zurechnung zur Wellenkalkgruppe scheint den Vorteil der besseren Übereinstimmung mit der in Niederschlesien gebräuchlichen Gliederung zu haben, da Sohlenkalk und obere Großhartmannsdorfer Schichten einander wohl ungefähr entsprechen (NOETLING, 1880, S. 318). Wie aber das genaue Verhältnis zur mittel- und westdeutschen Einteilung ist, bleibt mir ungewiß.

Besonders wichtig wird für uns im weiteren Verlauf der Darstellung die Frage nach dem Alter des sogenannten Himmelwitzer oder Diploporendolomits sein. ECK hatte ihn am Beginn seiner Untersuchungen zum mittleren Muschelkalk gestellt, kam aber später wegen des Gegensatzes im Fossilreichtum zwischen Diploporendolomit und hangenden Dolomitmergeln (die ganz fossilfrei sind) davon ab (1865, S. 83). Seither galt der Himmelwitzer Dolomit meist als hangendstes Glied des unteren Muschelkalkes. Dies sollte hauptsächlich durch das Auftreten von *Myophoria orbicularis* in ihm bewiesen sein (ECK, 1865, S. 84; BENECKE, 1895, S. 233; ASSMANN, 1914, S. 324; BUBNOFF, 1928, S. 9; M. SCHMIDT, 1928, S. 22). BENECKE freilich hatte auch an einen Vergleich des oberschlesischen Diploporendolomites mit dem lothringischen, der dem mittleren Muschelkalk angehört, gedacht (1898 b, S. 284), ohne mit dieser Ansicht durchzudringen. Später wies AHLBURG (1906, S. 80) darauf hin, daß *Myophoria orbicularis* bei Jena auch im mittleren Muschelkalk vorkommt, und hielt die Altersstellung des Diploporendolomites für fraglich. Die Art ist übrigens im Himmelwitzer Dolomit recht selten und tritt nur ziemlich weit unten auf (ASSMANN, 1914, S. 324, abweichend von AHLBURG, a. a. O.). ASSMANN ist später (1926 b, S. 387) von seiner früheren Gliederung abgegangen und stellt den Himmelwitzer Dolomit jetzt als liegendes Glied zum mittleren Muschelkalk. Ich kann nicht sagen, daß die Gründe, die er dafür anführt und von denen teilweise schon oben (S. 85) die Rede war, sehr zwingend sind. Der Vergleich mit der alpinen Trias ist unsicher, ja mit Rücksicht auf die noch mangelhafte Bestimmung der Diploporen sogar teilweise irrig. Die lithologischen Gründe sind ihrem Wesen nach belanglos. Daß die starke Änderung der Fauna beim Beginn des Dolomitabsatzes hauptsächlich faziell verursacht ist, erkannte schon ASSMANN selbst. Wenn ich mich trotzdem ASSMANN'S Ansicht anschließen möchte, so hauptsächlich deshalb, weil dadurch gewisse Schwierigkeiten beim Vergleich mit der alpinen Trias gemildert werden (siehe unten). Jedenfalls ist die Frage aber noch keineswegs entschieden.

Es bleibt auch zu untersuchen, ob denn der Himmelwitzer Dolomit überhaupt in ganz Oberschlesien den gleichen stratigraphischen Umfang hat. Der unter ihm liegende erzführende Dolomit stellt sich ja als eine nachträglich dolomitisierte Kalkmasse dar, die vorwiegend den Gorasdzser Schichten, Terebratelschichten und Karchowitzer Schichten entspricht, gelegentlich

aber bis in das Wellengebirge hinuntergreift (ASSMANN, 1914, S. 317; 1926 a, S. 140). Es lag nahe, Ähnliches auch für den Diploporendolomit zu vermuten. AHLBURG (1906, S. 75) glaubte in der Tat, daß der Diploporendolomit des südlichen Oberschlesien weiter ins Liegende reicht, als der des nördlichen, und daß er den Mikultschützer Kalk (Karchowitzer Kalk und Terebratelkalk) mit vertritt. ASSMANN (1914, S. 328) lehnt diese Deutung ab. Er nimmt lieber eine Mächtigkeitzunahme des Diploporendolomits gegen S bei gleichzeitiger Abnahme des erzführenden Dolomits an. Wir werden später sehen, daß im Himmelwitzer Dolomit zwei verschiedene Diploporenfloren vorhanden sind. Es ist deshalb die Deutung AHLBURGS immerhin im Auge zu behalten.

Es würde ins Uferlose führen, weitere Schwierigkeiten beim Vergleich der einzelnen deutschen Triasgebiete aufzuzählen. Ich ziehe aus dem bisher Gesagten den Schluß für die zu behandelnde Frage. Wir brauchen, um die germanische Trias mit der alpinen erfolgreich vergleichen zu können:

1. eine kurze und eindeutige Namengebung wenigstens für die Hauptabschnitte (vgl. meinen Versuch auf S. 104),
2. ein Normalprofil der deutschen Trias, an dem diese Namen definiert sind,
3. möglichst genaue Einsicht in die Beziehungen der örtlichen Gliederungen anderer Gebiete zu diesem Normalprofil.

PHILIPPI (1903, S. 41) hatte als Typus der deutschen Trias die württembergische betrachtet, weil sie eine gewisse Mittelstellung zwischen den anderen Ausbildungen einnehme und weil ALBERTI von ihr ausgegangen sei. STUR (1871, S. 199) zieht zum Vergleich mit der alpinen Trias in erster Linie die von Würzburg heran. Er gibt eine sehr hübsche Übersicht über ihren Aufbau im Anschluß an SANDBERGER. Man hat aber in der letzten Zeit immer mehr erkannt, daß die Trias des südwestlichen Deutschland nicht frei von wesentlichen Lücken ist. Wahrscheinlich wäre es zweckmäßiger, ein weiter nördlich gelegenes Gebiet, etwa Thüringen, als Typus zu wählen. Das bietet auch andere Vorteile: Die reichere Entwicklung der Zeratitenzonen im Hauptmuschelkalk, die bessere Vergleichsmöglichkeit mit Schlesien usw. Andernteils treten die alpinen Versteinerungen scheinbar vorwiegend im südwestdeutschen Keuper auf.

Ich fühle mich nicht berufen, die drei aufgeworfenen Fragen zu lösen. Das muß genauen Kennern der deutschen Trias überlassen werden. Wir müssen aber im Auge behalten, daß vorläufig eine in einer bestimmten Gegend gewonnene Einreihung in die Stufenleiter nicht unbedingt für die gleichbenannten Schichtglieder anderer Teile des deutschen Triasbeckens gelten muß.

3. Die Entwicklung der deutschen Triasfauna.

Um aus einem Vergleich zweier Faunen Schlüsse auf ihr Altersverhältnis zu ziehen, muß man — soferne man nicht ganz oberflächlich und schematisch vorgehen will — eine Vorstellung von der Art ihrer Beziehungen, von der Möglichkeit eines Austausches zwischen ihnen usw. haben. Die Erkenntnis

des Alters ist zwar andererseits eine Voraussetzung für solche Schlüsse. Wie in vielen Fällen, kann man aber auch hier nicht ganz reinlich zuerst eine wissenschaftliche Aufgabe lösen, um dann eine zweite, von ihr abhängige in Angriff zu nehmen. Vielmehr bedingen die paläogeographischen und chronologischen Ergebnisse einander und können sich nur gemeinsam, in gegenseitiger Beeinflussung auf manchen Umwegen, weiter entwickeln. Stratigraphie und Tektonik verhalten sich ja bekanntermaßen ebenso.

Daß das deutsche Muschelkalkmeer vom Weltmeer nicht dauernd vollständig abgeschlossen war, sondern wenigstens während eines großen Teiles seines Bestandes mit ihm in Wasseraustausch stand, wird mit Recht allgemein angenommen. Schon aus chemischen Gründen ist ein solcher Austausch notwendig. Das germanische Meer wäre sonst während der langen Zeit seines Bestandes ausgesüßt oder dauernd übersalzen worden. Auch die stellenweise große Mächtigkeit der Salze des mittleren Muschelkalkes (bis zu 60 m) wird durch Nachfuhr von Salzwasser aus dem Ozean am einfachsten erklärt (M. SCHMIDT, 1928, S. 23). Dasselbe gilt für die Kalkmengen, die während des Muschelkalkes gefällt wurden (FREYBERG, 1922, S. 222). Endlich gibt es in der Fauna immerhin so viele Beziehungen zu den Alpen, daß eine zeitweise Verbindung nicht bezweifelt werden kann. HILDEBRAND (1928, S. 291) hebt hervor, daß man die Entwicklung der Tierwelt des Wellengebirges ohne die Annahme oft wiederholter Zuwanderungen nicht verstehen kann.

POMPECKJ hat (1914, S. 62) es mit Recht für eigentümlich erklärt, daß die periodische Einwanderung alpiner Formen während der Trias in Deutschland keine Faunenzone hervorgerufen hat. Er stellt sich vor, daß die Verbindung der beiden Meeresteile zwar auch damals eine beschränkte war, daß sie sich aber wenig änderte, so daß die Einwanderer die alte Fauna nicht verdrängen konnten. Es ist auch darauf hinzuweisen, daß die Lebensbedingungen im deutschen Triasmeer stets stärker von den normalen abwichen als im Jurameer. Dadurch wurde wohl ein rascher vollständiger Ersatz der Fauna beim Öffnen einer neuen Verbindung unmöglich gemacht.

Was nun den Ort dieser Verbindungen betrifft, so kann es als feststehend gelten, daß während des unteren Muschelkalkes die engsten Beziehungen zum alpinen Gebiet in Oberschlesien bestehen. Damals ist die wichtigste Verbindung wohl sicher über die Karpathen anzunehmen (M. SCHMIDT, 1928, S. 18). Daneben zeigt sich allerdings scheinbar schon jetzt eine Zuwanderung von SW. *Ceratites antecedens* fehlt in Schlesien. Er erscheint in SW-Deutschland im oberen Teil der Wellenkalkgruppe, in Mitteldeutschland (Thüringen und Rüdersdorf) erst im Schaumkalk — falls hier nicht etwa verschiedene Grenzbeziehungen mitspielen — (vgl. den Abschnitt über die anisischen Ammoniten). FRANK (1928 c, S. 57) verlegt den Beginn der Meeresverbindung über Basel zur Tethys in die Zeit der *Spiriferina*-Bank, also in die untere Schaumkalkgruppe. Während des oberen Muschelkalkes und des Keupers war die Trennung sicher eine schärfere als früher. In Oberschlesien sind jetzt keine Andeutungen für eine Verbindung vorhanden (BRINKMANN, 1926, S. 72). RIEDEL (1916, S. 107) möchte sie nunmehr aus der Gegend von Bayreuth suchen. Für den Keuper nahmen auch andere eine Verbindung über die vindelizische Schwelle

hinweg an (WÖHRMANN, 1894 a, S. 765). Dagegen weisen KOKEN (1913, S. 19), DIENER (1915 a, S. 439) und BRINKMANN (1926, S. 72) wohl mit mehr Recht auf die sogenannte Burgundische Straße über Südfrankreich hin. RIEDEL (1916, S. 108—109) hat den Bestand dieser Verbindung nicht bestritten, aber meiner Meinung nach ihre Dauer und Bedeutung unterschätzt. Das Schweizer Keupergebiet war unzweifelhaft am häufigsten von Wasser bedeckt und mit dem Meer verbunden. (Vgl. auch die weiter unten folgenden Ausführungen über die Obergrenze der Mitteltrias.) Die wichtigsten, dem jüngeren deutschen und alpinen Triasmeer gemeinsamen Versteinerungen sind nur aus den Südalpen, nicht aber aus den Nordalpen bekannt, so *Myophoria kefersteini* und die nodosen Zeratiten. Nun zeigt ja bekanntlich in Sardinien, den Balearen, NE-Spanien und Südfrankreich die Trias eine vorwiegend binnenmeerische, der germanischen sehr ähnliche Entwicklung. RIEDEL bezeichnet dieses Absatzgebiet als das mediterrane, ein Ausdruck, der freilich nicht statthaft ist, weil er von MOJSISOVICS in einer ganz anderen Bedeutung verwendet worden ist, die allerdings auch wechselte (vgl. BITTNER, 1895 a, S. 262). DIENER (1915 a) spricht von einem iberischen Gebiet. TORNQVIST hatte (1901 b, S. 386) den Begriff einer tyrrhenischen Triasfazies eingeführt, die durch eine bestimmte Aufeinanderfolge germanischer und alpiner Schichtglieder gekennzeichnet sein sollte. Unter dem Eindruck der Einwendungen PHILIPPIS (1901 b, S. 551 bis 553) wurde der Begriff zunächst eingeschränkt (TORNQVIST, 1901 c, S. 741), schließlich fallen gelassen (1904, S. 1114). Man könnte aber ganz gut als tyrrhenisches Triasgebiet jene westlichen Mittelmeerländer zusammenfassen, in denen kontinentale und alpine Faunen irgendwie ineinandergreifen, ohne sich auf eine bestimmte Schichtfolge festzulegen. Dieses Meeresbecken war mit dem alpinen ziemlich frei verbunden. Über die nähere Lage der Verbindung sind die Meinungen geteilt. Vgl. etwa DENINGER (1907, S. 442 bis 445) und WURM (1914, S. 547—548). Der Faunenaustausch wurde noch dadurch erleichtert, daß ja auch die südalpine Trias küstennäher als die nordalpine ist. Die Nodosen des Vizentin sind wohl unzweifelhaft von W dorthin eingewandert, nicht — wie TORNQVIST merkwürdigerweise will — über Oberschlesien und die Karpathen. Denn diese Meeresverbindung, die die anisischen Krinoiden und Brachiopoden benutzt hatten, bestand im Ladin ja höchstens ganz kurz mehr, schwerlich bis in das obere Fassan. Von den verwandtschaftlichen Beziehungen der vizentinischen Nodosen zu denen der Gegend von Toulon wird noch zu sprechen sein.

Die Einwanderung aus den Alpen in das germanische Gebiet war an der Grenze zwischen Unter- und Mitteltrias am lebhaftesten und am nachhaltigsten wirksam, die Verbindung der beiden Meere am freiesten (WÖHRMANN, 1894 b, S. 7). Zu dieser Zeit zeigen die beiden Faunen die größte Übereinstimmung. Wenn STILLE (1924, S. 382) im Gegensatz dazu meint, daß die alpine Fauna zur ladinischen Zeit am meisten in das deutsche Meer eindrang, denkt er wohl zu ausschließlich an Oberschlesien und schätzt auch dort die Verhältnisse nicht ganz richtig ein. Denn abgesehen davon, daß die viel länger bekannten alpinen Formen im Wellengebirge diejenigen im Himmelwitzer Dolomit an Bedeutung und vor allem an Verbreitung gegen W zu übertreffen, ist der

Himmelwitzer Dolomit vermutlich gar nicht zur Gänze ladinisch, wie wir ja noch sehen werden. Die Darstellung PHILIPPI (1898, S. 220) ist da entschieden zutreffender. Damit werden auch Überlegungen über die Gültigkeit der HAUGSchen Regel für die Transgressionen und Regressionen in- und außerhalb der Geosynklinalen hinfällig — eines der unzähligen Beispiele dafür, daß nur eine ganz genaue Prüfung der stratigraphischen Verhältnisse solchen Gedankengängen Wert zu geben vermag.

Der Umstand, daß verhältnismäßig viele Arten der deutschen Mitteltrias solchen der alpinen offenbar ähnlich und verwandt sind, aber doch nicht genau mit ihnen übereinstimmen, hat verschiedene Forscher zu der Annahme eines „dritten Meeres“ geführt, aus dem diese Tiere auf getrennten Wegen sowohl in die Alpen als nach Deutschland eingewandert wären (PHILIPPI, 1898, S. 205 und 221; HOHENSTEIN, 1913, S. 92). Insoferne dabei an das iberische Gebiet gedacht werden kann, ist gegen die Annahme nichts einzuwenden. Der Einfluß eines anderen, etwa atlantischen oder asiatischen Meeres scheint mir nur in wenigen, unten näher zu besprechenden Fällen genügend begründbar zu sein. Die Verschiedenheiten zwischen vikarierenden Arten in den Alpen und in Deutschland können oft ganz gut darauf beruhen, daß die Lebensbedingungen hier von denen in einem normalen Meer doch immer etwas abwichen. Dadurch mögen alle Einwanderer mit wenigen Ausnahmen rasch etwas umgewandelt worden sein.

Auf die Schwierigkeit, ja Unmöglichkeit, die Wanderungen der einzelnen Arten innerhalb des germanischen Gebietes genauer zu verfolgen, hat besonders HILDEBRAND (1928, S. 299 bis 301) hingewiesen. Dazu sind die Absätze dieses Seichtmeeres zu oft wieder umgelagert worden.

Von außerordentlicher biostratigraphischer Bedeutung ist die Frage, ob die Fauna des oberen deutschen Muschelkalkes im wesentlichen von der des unteren abstammt oder ob sie aus neuen Einwanderern besteht. Weitaus die meisten Forscher scheinen der Meinung zuzuneigen, daß die Übersalzung des Meeres am Beginn der Anhydritzeit die fossil erhaltungsfähigen Lebewesen so ziemlich ausgerottet hat. WEISSERMEL (1928, S. 237) nimmt dies für die Korallen als sicher an. Er muß deshalb die kleine riffartige Kolonie im Trochitenkalk bei Donaueschingen (vgl. ebendort, S. 225) durch Einwanderung, nicht als ein Relikt erklären. HOHENSTEIN (1911, S. 652) betrachtet die Lebensbedingungen während des mittleren Muschelkalkes als sehr ungünstig, besonders für bodenbewohnende Formen. Ähnlich HENNIG (1923, S. 85). TORNIQUIST (1900 a, S. 152) glaubt, daß die Muschelkalkfauna während der Anhydritzeit nur im Mittelmeergebiet überleben konnte. Er sieht in den Fossilien des vizeantinischen Trettokalkes einen Rest dieser aus Deutschland verdrängten Tiergesellschaft. PHILIPPI (1901 a, S. 440) und RIEDEL (1916, S. 80) leiten die Zeratiten des oberen Muschelkalkes von alpinen Ammoniten, nicht von solchen des deutschen Wellengebirges, ab. Gewisse allen deutschen Muschelkalkzeratiten gemeinsame Merkmale — die flachen Loben und ihre geringe Zähnelung — deutet PHILIPPI durch Konvergenz. Das ist an sich gut möglich. Ich möchte am liebsten an die Wirkung geringerer Wassertiefe denken (vgl. PIA, 1914 b, S. 122).

Anderseits muß ich aber doch sagen, daß die große allgemeine Ähnlichkeit der Fauna des unteren und oberen Muschelkalkes sowie die Gemeinsamkeit vieler Arten sich am einfachsten erklären würde, wenn Tiere und Pflanzen an Ort und Stelle weitergelebt haben — sei es auch nur in einem beschränkten Teil des germanischen Gebietes. Daß infolge der eigentümlichen Lebensbedingungen zweimal dieselben Arten in das germanische Meer eindringen konnten, ist denkbar, aber nicht sehr wahrscheinlich. Man sollte meinen, daß dann am Beginn des Hauptmuschelkalkes ähnlich wie im Wellenkalk und im Himmelwitzer Dolomit eine auffallende Übereinstimmung mit einer bestimmten alpinen Fauna zu erkennen sein müßte. Im Gegensatz dazu ist aber die Fauna des oberen Muschelkalkes besonders selbständig und bietet einem stratigraphischen Vergleich mit den Alpen die allergrößten Schwierigkeiten (PHILIPPI, 1898, S. 221). Es sei auch an Arten wie *Hoernesia socialis*, *Myophoria cardissoides* und *M. ovata* erinnert, die in Deutschland noch im oberen Muschelkalk und teilweise noch im Kohlenkeuper vorkommen, anderwärts aber nur aus der Untertrias bekannt sind. Woher sollten sie nach der Anhydritzeit wieder eingewandert sein?

OERTLE (1928, S. 412) hat darauf hingewiesen, daß es in einem ausgedehnten Salzsee wohl Stellen stärkeren Süßwasserzustromes geben mag, an denen marine Lebewesen auszuhalten vermögen. FRANK (1929, S. 572) hat das auf *Myophoria goldfussi* im Gipskeuper angewendet.

Man darf schließlich nicht vergessen, daß ja auch innerhalb des Wellenkalkes die allgemeine Fossilführung und die Stückzahl vieler Arten sich ganz außerordentlich stark ändert (vgl. SANDBERGER, 1867, S. 147; M. SCHMIDT, 1928, S. 20). Die Verarmung während des mittleren Muschelkalkes (soweit sie nicht nur eine Frage der Erhaltung der Fossilien ist) dürfte eine bloße Steigerung dieser kleineren Lücken sein.

Nur wenige, aber allerdings ausgezeichnete Kenner der germanischen Trias teilen — soviel mir bekannt — diese meine Auffassung. Nach SANDBERGER (1867, S. 184) wäre die Tierwelt des Wellengebirges während der Anhydritzeit nur zum geringen Teil erloschen. M. SCHMIDT (1928) weist, nachdem er schon früher (S. 18) die große Selbständigkeit der deutschen Triasfauna betont hat, darauf hin (S. 22), daß der schädliche Einfluß der Übersalzung besonders im östlichen Teil des deutschen Muschelkalkmeeres nicht so bedeutend war und daß die durch ihn bewirkte Ausrottung der Fauna früher übertrieben wurde. Neue Einwanderungen im oberen Teil des Anhydritgebirges hält er für möglich, aber scheinbar nicht für ganz sicher.

Es ist klar, daß man die Arten des deutschen Hauptmuschelkalkes stratigraphisch recht verschieden bewerten wird, je nachdem, ob man sie als neue Einwanderer aus den Alpen oder als Angehörige einer lange Zeit abgetrennten, altertümlichen Fauna ansieht.

Im eigentlichen Keuper — nach der Lettenkohlenzeit — scheint die marine Fauna des germanischen Gebietes allerdings erloschen zu sein. Was man hier — besonders im oberen Gipskeuper — an sicher meerischen Arten findet, stellt sich als kurz dauernde fremde Einwanderung dar (Zeller, 1908, S. 118; ganz anders, aber nicht recht überzeugend allerdings PHILIPPI, 1898, S. 216).

4. Die Verfahren der Altersbestimmung.

In einer allgemeineren Weise handeln über diese Frage die bekannten „Correlation-papers“ der Geological Society of America (vgl. besonders SCHUCHERT, 1916). Ich stimme mit ihnen nur stellenweise überein.

Die Methoden, die beim zeitlichen Vergleich der deutschen mit der alpinen Trias — und wohl überhaupt bei solchen Fragen — verwendet werden, lassen sich in drei Gruppen bringen:

1. Die faziellen Methoden. Sie benützen im einfachsten Fall die Ähnlichkeiten der Gesteinsentwicklung oder auch des Gesamtaufbaues der Fauna und Flora aus großen Gruppen. Verfeinerte Abarten legen paläogeographische oder klimatologische Erwägungen zugrunde. Immer wird bei diesem Verfahren vorausgesetzt, daß gewisse physikalische Veränderungen — Regressionen oder Transgressionen, Abkühlungen oder Austrocknungen, Faltungen usw. — auch an entfernteren Stellen gleichzeitig erfolgt sind.

2. Die faunistische Methode. Sie vergleicht ganze Faunen und sucht deren Ähnlichkeiten, die oft statistisch ermittelt werden, zu Schlüssen über das Altersverhältnis zu verwenden.

3. Die spezifische Methode, die jede Art für sich untersucht und durch die Verbindung verschiedener Artzonen ein möglichst genaues Ergebnis anstrebt.

Über jede dieser Methoden müssen ein paar Worte gesagt werden.

Der lithologische Vergleich wurde auf unsere Frage schon von GÜMBEL ausgiebig angewendet. Daß daraus manche Irrtümer entsprangen, ist wohl bekannt. Ich erinnere nur an die große Gesteinsähnlichkeit des Grödner Sandsteines mit dem Buntsandstein, die dazu führte, beide für gleich alt zu halten. Später ist BITTNER sehr entschieden denselben Weg gegangen (1895 a, S. 374—375; 1896, S. 194; 1898, S. 431). Nach ihm zerfällt sowohl die alpine als auch die germanische Trias in fünf natürliche Gesteinsgruppen. Es sei das Einfachste, anzunehmen, daß diese einander ungefähr entsprechen, wenn auch eine strenge Gleichzeitigkeit der Grenzen nicht behauptet werden kann. Lunzer Schichten und Lettenkohle beispielsweise sollen sich auf diese Art „ganz von selbst“ einander parallel stellen. „Warum sollen schließlich auch die Gliederungen der deutschen und speziell der nordalpinen Trias . . . nicht wenigstens in bezug auf ihre Hauptgruppen einigermaßen Übereinstimmung zeigen?“ (1898, S. 438). Die Einwände gegen diesen Vorschlag des sonst so außerordentlich scharfsinnigen und verdienstreichen Forschers liegen derart auf der Hand, daß man fast annehmen muß, er sei nur durch seine allzu scharfe polemische Einstellung irregeführt worden. Zwar glaube ich, wie auch auf S. 123 dargelegt, daß die gleichsinnige Aufeinanderfolge mehrerer Ereignisse an gefrennten Orten für Gleichzeitigkeit spricht. (Ähnlich SCHUCHERT, 1916, S. 498.) Doch müssen diese Ereignisse durch eine gewisse Fülle von Merkmalen einen strengen Vergleich ermöglichen, wie das bei Ammonitenzonen zutrifft. Ein bloßes Schwanken zwischen kalkiger und tonig-sandiger Fazies, wie es sich zu jeder Zeit abgespielt hat, reicht dazu keineswegs aus. Wie BENECKE (1898 a, S. 141) und PHILIPPI (1898, S. 223) richtig bemerken,

gibt es gar keinen Grund, anzunehmen, daß die lithologischen Grenzen in den beiden getrennten Becken auch nur annähernd gleich liegen. Ebensowenig wird man mit AHLBURG in dem Reichtum an Hornsteinen einen Beweis für die Gleichaltrigkeit der Gorasdzer Kalke mit den Buchensteiner Schichten sehen wollen (1906, S. 138). Eher könnte man schon gelten lassen, daß der Bleierzgehalt der Raibler Schichten und der Bleiglanzbank des deutschen Keupers auf Gleichzeitigkeit hinweist (ZELLER, 1908, S. 119). Doch sind auch hier die Einwände offenkundig, zumal es in der deutschen Trias ja mehrere Bleiglanzbänke gibt.

Es ist aber überhaupt gar nicht richtig, daß die deutsche Trias in fünf natürliche Schichtglieder zerfällt. Es sind deren vielmehr nur drei (PHILIPPI, 1898, S. 218). Die Abtrennung des Rhäts ist nur paläontologisch begründet. Der Kohlenkeuper ist sowohl faunistisch als lithologisch ganz unselbständig. Die Gesteinsentwicklung der Obertrias ist in den Alpen und in Deutschland eine grundverschiedene. Auch fehlt in den Alpen jede Spur der Anhydritgruppe, die in Deutschland ein so einschneidendes Ereignis bezeugt.

In dieser ziemlich primitiven und gewaltsamen Form kann die fazielle Methode also zu keinem brauchbaren Ergebnis führen. Aber auch die Gesamtzusammensetzung der Faunen und ihre Entwicklungshöhe kann leicht irreleiten, sobald es sich um getrennte Meeresbecken handelt (in diesem Sinn auch ULRICH, 1916, S. 454 und 456; MATTHEW, 1916, S. 521). Es liegt freilich nahe, anzunehmen, daß die Hauptentfaltung der Muschelkalkbrachiopoden in Deutschland und in den Alpen ungefähr gleichzeitig erfolgt ist. Sicher ist das aber nicht, denn beide Ereignisse können auf gleiche, aber unabhängige örtliche Bedingungen zurückgehen. Das eine braucht nicht durch das andere — etwa infolge Masseneinwanderung von Larven — bedingt zu sein. AHLBURG (1906, S. 137) glaubte das ladinische Alter des schlesischen Diploporendolomites unter anderem daraus ableiten zu können, daß die Diploporengesteine in den Alpen und Karpathen während des Ladin so allgemein verbreitet sind. Ein solcher Beweis fällt in dem Augenblick zusammen, in dem es sich zeigt, daß hier und dort der Hauptmasse nach nicht dieselbe Art vorliegt. Der fazielle Beweis muß dem spezifischen unbedingt weichen.

Eine Begründung für den angenommenen chronologischen Wert fazieller Ähnlichkeiten könnte man am ehesten aus paläogeographischen Überlegungen ableiten. AHLBURG (1906, S. 142 bis 146) sucht die ungefähre Gleichaltrigkeit des Lunzer Sandsteines mit der Lettenkohle daraus zu beweisen, daß in den Karpathen bunte Keupermergel, die dem deutschen Mittelkeuper gleichen, beträchtlich über den Lunzer Schichten liegen. Dieser Schluß beruht offenbar auf der Vorstellung, daß so ähnliche Gesteine aus gleichen paläogeographischen Ursachen und daher ungefähr gleichzeitig entstehen. Dasselbe ließe sich zur Rechtfertigung der Vermutung anführen, daß die Gipse und bunten Letten des mittleren deutschen Keupers und die tuvalischen Gipsschichten der Alpen ungefähr gleich alt sind (GÜMBEL, 1859, S. 24; BITTNER, 1898, S. 448, Anm.). HENNIG sieht (1923, S. 116) in der Ausscheidung von Anhydrit ein Anzeichen eines Klimawechsels. Und in der Tat ist — wie ich mich selbst überzeugen konnte — die fazielle Ähnlichkeit zwischen den

oberkarnischen Schichten der Plätzwiesen in den Dolomiten und zwischen den unteren bunten Mergeln mit Gipslagen bei Stuttgart (z. B. auf dem Engelberg) eine ganz überraschende. Andererseits ist freilich zu bedenken, daß gerade die bunten Mergel im Keuper immer wieder in ganz der gleichen Ausbildung auftreten (NIES, 1868, S. 25). Selbst ihr Fehlen in der Lettenkohle ist mehr eine Eigentümlichkeit des schwäbischen Gebietes, als ein allgemeines Merkmal (M. SCHMIDT, 1928, S. 28). Auch der Gips wiederholt sich in verschiedener Höhe (HENNIG, 1923, S. 119). BRINKMANN (1926, S. 63) glaubt aus seiner Verbreitung auf zwei Trockenperioden schließen zu sollen.

ZELLER (1908, S. 118) stellt die bunten Mergel über dem Schilfsandstein mit solchen der Raibler Schichten gleich. Es ist für einen solchen Vergleich nicht notwendig, einen unmittelbaren Zusammenhang durchlaufender Schichten aus den Alpen bis nach Deutschland anzunehmen. LANG (1911, S. 236) hat wohl richtig dargelegt, daß eine solche Verbindung nicht gut vorstellbar ist. Das beweist aber nicht, daß die beiderseitigen Gesteine nicht auf dieselbe klimatische Phase zurückzuführen sind.

LANG selbst legt weniger auf das Klima, als auf die Gebirgsbildung als Ursache für Faziesänderungen Wert. Sein Gedankengang ist etwa folgender: In der karnischen Stufe greifen sandige Bildungen weit in die Alpen hinein. Sie deuten auf stärkere Heraushebung eines Gebirges im N, wohl des Vindelizischen Gebirges GÜMBELS, hin. Dieser Vorgang muß auch im deutschen Keuper seine Spuren hinterlassen haben. Nun war, wie durch lithologische Untersuchungen belegt wird, die Hebung, der der Lettenkohlsandstein entspricht, geringfügig im Vergleich zu denen der mittleren Keuperzeit (LANG, 1911, S. 232). Der Schilfsandstein setzt für seine Bildung schon wasserreichere Flüsse voraus (S. 224). Das Material des Stubensandsteines weist aber durch sein gröberes Korn usw. auf noch rascher fließende Wässer hin. Größere Regenmengen und stärkeres Gefälle waren durch eine Hebung des Vindelizischen Gebirges (und gleichzeitige Senkung der schwäbisch-fränkischen Scholle) bedingt. Auf diese stärkste Bewegung wird am besten auch die Bildung der Lunzer Schichten bezogen. Im Hauptdolomit und Dachsteinkalk fehlen Anzeichen einer neuen Hebung der Umrahmung des Meeres. Sie müßten hier aber vorhanden sein, wenn erst diese Schichtglieder dem Stubensandstein gleich stünden. Die Zeiten der Hebung des Vindelizischen Gebirges — Wengener und Raibler Zeit = Lettenkohlen- und mittlere Keuperzeit — zeigen in den Alpen eine erhöhte vulkanische Tätigkeit (S. 230 und 233). Die Lettenkohlenzeit ist auch zu kurz, um Langobard und Cordevol in ihr unterzubringen (S. 234). Vielmehr sollen Lettenkohle und Gipskeuper zusammen diesen Zeitraum vertreten. (Das stimmt natürlich nur, falls die Wengener Schichten nicht noch dem oberen Muschelkalk angehören. Wenn dabei von einem doppelten Faunenwechsel in den Alpen die Rede ist, wird man das heute nicht mehr so ganz wörtlich nehmen.)

Es ist nicht zu leugnen, daß diese Darstellung etwas Bestechendes an sich hat, wenn man auch RASSMUSS (1913, S. 230) zugeben muß, daß sie alles eher als gesichert ist. Ernster als dieser allgemeine Einwand scheint mir der VOLLRATHS (1928, S. 299) zu sein. Er verweist darauf, daß die Hebung eines

Gebirges kaum auf seinen beiden Seiten eine Vermehrung des Wassertransportes bedingen kann, weil gerade in einem an sich schon niederschlagsarmen Klima die Leeseite mit der Höhe der Berge immer trockener wird.

Solche Gedanken lassen sich wohl auch gegen den Vergleich der alpinen karnischen bunten Mergel mit denen des Keupers ins Treffen führen. Es ist gewiß schwer, hier die Wirkung allgemeinerer, für große Teile Europas geltender Klimaänderungen von solchen ganz örtlicher Bedeutung zu trennen.

Weniger Wert würde ich auf das sogenannte HAUGSche Gesetz legen, nach dem die Transgressionen und Regressionen in den Geosynklinalen entgegengesetzt verlaufen sollen, wie an deren Rändern (vgl. STILLE, 1924, bes. S. 321, auch S. 330, 381, 382, 394). STILLE ist allerdings der Meinung, daß die Regel für die alpine und germanische Trias (ausnahmsweise) zutrifft. Man wird aber eine solche theoretische Aufstellung nicht zur Grundlage stratigraphischer Vergleiche nehmen dürfen, sondern besser an ihnen prüfen. (Vgl. auch S. 117.)

Zusammenfassend kann ich der faziellen Methode keine größere Bedeutung für den Vergleich der germanischen und alpinen Trias beimessen.

Sehr wenig verlässlich sind auch Schlüsse aus der Gesteinsmächtigkeit. BENECKE hatte die große Mächtigkeit der ladinischen Stufe als Grund gegen ihre Gleichsetzung mit dem Hauptmuschelkalk allein angeführt. BITTNER macht demgegenüber ganz richtig geltend, daß gerade das Ladin in den Alpen selbst auch ungemein stark schwankt (1898, S. 445). Dagegen sei die norische Stufe wohl überall in den Alpen zu mächtig, um durch den oberen Keuper allein vertreten zu sein. Hiegegen ist nun wieder zu bemerken, daß man in einem Schichtglied wie dem Keuper wohl nicht mit fortlaufender Sedimentation rechnen darf, ja daß gerade in seinem oberen Teil sogar größere Schichtlücken behauptet worden sind (LANG, 1911, S. 228, 235, 236, 257).

Nur wenn Versteinerungen fehlen oder uns aus anderen Gründen im Stiche lassen, wird man versuchen müssen, sich bei dem chronologischen Vergleich von Profilen solche rein geologische Anhaltspunkte zunutze zu machen. Die Sicherheit wird dabei freilich oft gering sein. In einer Arbeit WINKLERS fiel mir ein schönes Beispiel für diese Methode auf (1924, S. 352). Es handelt sich um die Frage, ob die pontischen Süßwasserschichten wenigstens teilweise dem unteren marinen Pliozän entsprechen. WINKLER bejaht diese Frage und führt als Gründe unter anderen an: Wenn man das ganze Pontikum zum Obermiozän zieht, würde dessen Mächtigkeit zu groß, die des Pliozäns zu klein. Das würde dem Verhältnis der Zeitdauer widersprechen, wie sie sich aus anderen mit Sicherheit eingereichten Vorkommen ergibt. Eine wichtige alpine Störungsphase ist sowohl zwischen Miozän und Pliozän als zwischen Sarmat und Pont nachweisbar. Dasselbe Oberflächensystem der Alpen konnte am Südrand als altplioizän, am Ostrand als pontisch erwiesen werden. Trotz dieser sehr überzeugenden Gründe läßt sich WINKLER nicht verleiten, nun einfach Pontische Stufe = Piacenza-Stufe (die wir in Österreich als unterstes Pliozän anzusehen gewöhnt sind) zu setzen. Er rechnet vielmehr damit, daß jene über diese beiderseits hinausreicht.

Auch beim Gebrauch der Fossilien zum Nachweis der Gleichzeitigkeit

zweier Absätze gibt es selbstverständlich keine Methode, deren mechanische Anwendung zum Ziele führen könnte. Hier wie in der Stammesgeschichte, der Systematik u. dgl. hilft nichts, als stets wiederholtes, vorsichtiges Abwägen aller Wahrscheinlichkeiten, durch das man sich einem befriedigenden Ergebnis allmählich nähert. Wenn Schichten, die eine gemeinsame Art aufweisen, „ohne jede Diskussion“ als gleichaltrig bezeichnet werden, auch falls die Begleitfauna ganz verschieden ist (WEDEKIND, 1918, S. 270), mag das einem verbreiteten Brauch entsprechen, ist aber trotzdem falsch. Wenn man beispielsweise einen Zonenammoniten in einer Fauna findet, deren andere Mitglieder durchwegs auf ein anderes Alter hinweisen, ist es gewiß wahrscheinlicher, daß der eine Ammonit hier von seiner gewöhnlichen Verbreitung abweicht, als alle anderen Arten. Ja auch, wenn die ganze Begleitfauna neu ist, wird Vorsicht am Platze sein. WEDEKINDS Vorschlag, sich nur auf Arten zu stützen, deren phylogenetische Geschichte man verfolgen kann, hilft hier nichts, weil man — wie schon erwähnt — nicht sicher sein kann, daß die Stammart durch ihren Nachkommen überall gleichzeitig ersetzt wurde.

Eine der wichtigsten Vorfragen, um zu entscheiden, ob Homotaxie auch Gleichzeitigkeit bedeutet (vgl. DACQUÉS grundsätzliche Erörterungen, 1915, S. 285 ff.), ist die nach der Verbreitungsgeschwindigkeit der Meeresorganismen. Sie ist auch dementsprechend viel erörtert worden. Frühere Forscher glaubten, daß übereinstimmende Faunen verschiedener Kontinente sehr verschieden alt sein können. Berühmt ist HUXLEYS Ausspruch (1862, S. XLVI): „A Devonian fauna and flora in the British Islands may have been contemporaneous with Silurian life in North America, and with a Carboniferous fauna and flora in Africa“ (übrigens auch ein vorzügliches Beispiel für einen unrichtigen Gebrauch zeitlicher Begriffe). Die neuesten Verfasser neigen überwiegend dazu, anzunehmen, daß die Wanderungsdauer der wichtigen Leitarten vernachlässigt werden kann. BORN hat (1920) die bedeutsamsten Tatsachen aus der Gegenwart, die hier in Betracht zu ziehen sind, sehr schön zusammengestellt. Was wir über die Dauer des planktonischen Larvenlebens von Tieren, die im erwachsenen Zustand wenig beweglich sind, und über die Geschwindigkeit der Meeresströmungen wissen, läßt darauf schließen, daß eine Art unter günstigen Umständen innerhalb weniger hundert Jahre von einem Kontinent zum anderen wandern kann — vorausgesetzt, daß die geographischen Verhältnisse eine solche Verbreitung nur überhaupt zulassen. Vgl. auch PFEFFER (1927, S. 34—35). KNOWLTON (1916, S. 527—528) gibt Beispiele der Wanderungsgeschwindigkeit von Landpflanzen und Meerestieren. Er führt eine Berechnung ULRICHS an, nach der ein Hundertstel der an *Littorina littorea* beobachteten Wanderungsgeschwindigkeit genügen würde, um alle paläontologisch homotaxen Absätze eines Kontinents im geologischen Sinn als gleich alt bezeichnen zu dürfen.

Außer der Beobachtung von Vorgängen in den heutigen Meeren ist der wichtigste Beweis in diesem Sinne wohl der aus dem Auftreten übereinstimmender Zonenfolgen in weit entlegenen Gegenden (vgl. S. 55). Denn die Vorstellung, daß die Faunen einander wie Wellen folgten und in derselben Ordnung einlangten, in der sie ausgezogen waren, ist doch allzu unwahrschein-

lich. Sie würden sich dabei wohl bis zur Unkenntlichkeit vermischen. Nach BUCKMAN wäre das Verhältnis der Geschwindigkeiten, mit der eine Ammonitenart sich ausbreitet und mit der Sediment gebildet wird, etwa so, wie das zwischen der Fortbewegung eines Fliegers und dem Arbeitsfortschritt eines Maurers. Dabei mag der Ammonit immerhin ein paar hundert Jahre gebraucht haben (BUCKMAN, 1923, S. 24; auch 1920, S. 66).

Was HILDEBRAND (1928, S. 299) gegen eine Überspannung des Begriffes der Gleichzeitigkeit einwendet — daß die Schichtflächen keine Niveauflächen und die Fossilbänke in der Regel keine fossilen Meeresböden sind —, hat bis zu einem gewissen Grad seine Richtigkeit. Praktische Bedeutung gewinnt es aber nur für die aller kleinsten Einheiten, kaum mehr für die Sproße und Unterstufen. HILDEBRAND geht in der Einschätzung dieser Sache zu weit.

Die Ausnahmen von der geologischen Gleichzeitigkeit des Auftretens einer Art, die POMPECKJ (1914, S. 29—30) anführt, haben wohl kaum etwas mit der Wanderungsgeschwindigkeit zu tun. Es dürfte sich da um Fälle handeln, in denen gewisse Gruppen aus geographischen Gründen hier früher, dort später ankommen — so weit diese Erscheinungen überhaupt sicher festgestellt sind, was wohl nicht in allen Fällen zutrifft. Wenn zwischen dem schwäbischen Binnenmeer und der Tethys gewisse zeitliche Unterschiede in der Entwicklung der Faunen vorkämen, wäre das nicht schwer zu verstehen. Denn da die Verbindung zwischen beiden nach unserer Vorstellung vielfach gehemmt war, müssen im Mittelmeer entstandene Arten nicht sofort nach Westeuropa eingewandert sein. Auch können sie hier früher oder später, als in ihrer Urheimat, erloschen sein, je nachdem sie durch die besonderen Lebensbedingungen geschädigt oder geschützt wurden. Man wird also Zonenfaunen aus diesen Gründen und wegen ihres geringeren Formenreichtums nur mit Vorsicht als Quelle für die Kenntnis der gleichzeitigen Lebewelt des offenen Ozeans benutzen können.

Noch einen Grundsatz, der sehr wichtig ist, wenn man paläontologische Beobachtungen chronologisch auswerten will, möchte ich hier hervorheben. Seine zu geringe Beachtung hat schon viele Irrtümer verursacht, obwohl bereits MOJSISOVICS (1874 a, S. 131) die Sachlage im wesentlichen richtig darstellt. (Vgl. auch BENECKE, 1868, S. 48, und die auf Gattungszonen bezüglichen Ausführungen ULRICHs, 1916, S. 481 und 483.) Wenn man nämlich aus dem Auftreten desselben Leitfossils in zwei Schichtgliedern verschiedener Gegenden auf Gleichaltrigkeit schließen will, muß man nach Beweisen dafür suchen, daß dieselbe Art nicht auch vor oder nach Absatz der verglichenen Gesteine gelebt hat. Sonst läuft man Gefahr, daß diese verschiedenen Teilen der vielleicht recht umfangreichen Biozone angehören. Dieser Nachweis wird im allgemeinen dadurch zu erreichen sein, daß man jüngere und ältere Gesteine gleicher Fazies heranzieht. Besonders wenn man in ihnen systematisch und ethologisch nahestehende Formen findet, die fragliche Leitart aber doch fehlt, wird man schließen dürfen, daß sie damals überhaupt nicht gelebt hat. Kann man solche Beobachtungen in mehreren Profilen wiederholen, so gewinnt der Schluß eine ziemliche Sicherheit. Wenn man also etwa in anisischen Schichten sehr viele Diploporen, darunter auch verschiedene Arten der

Gattung *Diplopora* selbst, aber niemals eine *Diplopora annulata* gefunden hat, ist die Meinung jedenfalls berechtigt, daß diese Art im Anis noch nicht lebte (und man wird einzelne abweichende Angaben in Aufnahmsarbeiten, wie die FRAUENFELDERS von 1916, mit Recht bezweifeln). Dagegen wissen wir verhältnismäßig wenig über oberanisische und unterladinische Myophorien. Andererseits sind die karnischen Arten dieser Gattung den skythischen bis unteranisischen teilweise noch recht ähnlich. Es wird daher die Gleichung: Schichten mit *Myophoria elegans* = Unteranis schon aus diesem Grunde nicht als gesichert gelten können. BITTNER hatte die Bedeutung dieser Überlegungen voll erkannt, denn er sagt (1881, S. 260) über den Nachweis der Raibler Schichten westlich der Etsch: „Allerdings muß hier wohl in Erwägung gezogen werden, daß so indifferente Bivalvenformen, wie sie für die Raibler Schichten als leitende Fossilien gelten und wie sie in sehr nahe verwandten Arten auch schon im Muschelkalke auftreten, auch in jeder einzelnen der zwischen beiden liegenden obertriasischen Ablagerungen — falls nur die Fazies die günstige ist — sich finden können, daher aus deren Vorhandensein allein ein Schluß auf ein bestimmtes Alter der sie enthaltenden Schichten immer ein gewagter bleibt.“ Das ebenfalls hier einschlägige Beispiel der ladinischen und anisischen Gastropodenfaunen habe ich schon bei früherer Gelegenheit besprochen (1925 b, S. 333; 1926 b, S. 193). Es wurde mir in der Wechselrede zu meinem Vortrag über die Diploporen der deutschen Trias (1926 b) entgegengehalten, daß ASSMANN die Fauna des Himmelwitzer Dolomits untersucht und ihre Übereinstimmung mit der der ladinischen Kalke der Alpen neuerdings bekräftigt habe. Was hilft aber das, wenn ich nicht weiß, ob fast dieselbe Fauna in den Alpen nicht auch schon zur oberanisischen Zeit gelebt hat?

Hingewiesen sei noch auf J. WALTHERS gute Bemerkungen über die Art, wie eine stratigraphische Gliederung nach Fossilien zustande kommt (1927, S. 349 und 356). Er erinnert wiederholt daran, daß man die Aufeinanderfolge der Fossilien nach den Schichten bestimmen muß, bevor man das Verhältnis der Schichten nach den Versteinerungen bestimmt. Größere Verstöße gegen diese Regel, wie sie früher etwa in der alpinen Trias begangen wurden, werden heute wohl kaum mehr vorkommen. Im Kleinen ist man aber natürlich immer wieder versucht, aus der scheinbaren Entwicklungshöhe einer Fauna auf ihr Alter zu schließen — ein Verfahren von recht geringer Verlässlichkeit. ULRICH hat sich (1916, S. 484) ganz treffend, aber vielleicht noch zu wenig radikal dagegen gewendet. Einer der neuesten Versuche, aus der Entwicklungshöhe von Faunen auf das Alter zu schließen, ist der von THOMAS (1927) für Foraminiferen angedeutete. THOMAS glaubt, daß die Entwicklung der Foraminiferenstämme in der Kreide und überhaupt die Entwicklung der Organismen zum Teil durch innere Kräfte, ähnlich wie die Ontogenie, erfolgt. Man könne deshalb aus dem Charakter der Fauna auf das Alter schließen, „without special regard to specific determinations“. Neue Arten könne man auf Grund der Kenntnis der Entwicklungsrichtung der ganzen Gruppe interpolieren und dergestalt zur Altersbestimmung verwenden. Das dürfte wohl alles ungemein gefährlich sein. Es mag höchstens einen gewissen heuristischen Wert haben.

Im Anschluß an das eben Gesagte sei noch eine Bemerkung über den Begriff des Leitfossils gestattet (vgl. auch STOLLEY, 1916, S. 140). Man hat bei der Durchsicht des Schrifttums manchmal den Eindruck, als müßten die Leitfossilien eine ganz besondere und etwas geheimnisvolle Gruppe von Versteinerungen sein. Tatsächlich ist aber jedes Fossil in einem gewissen Sinn ein Leitfossil, da es für seine Biozone leitend ist. Das ist eigentlich eine Tautologie. Wenn man von Leitfossilien spricht, meint man etwas anderes, aber nicht ganz einheitliches (vgl. auch BERTRAND, 1928). Man verlangt von ihnen zunächst eine größere Weite der geographischen Verbreitung und mögliche Unabhängigkeit von der Fazies. Man denkt ferner nicht selten an sehr kurzlebige Arten, deren sämtliche Reste im geologischen Sinn als fast gleichzeitig gelten können. Ein solcher Fall scheint bei *Diplopora annulatifissima* vorzuliegen, oder bei *Daonella taramellii*, die auf bestimmte Unterstufen beschränkt sein dürften. Ihre Biozonen bilden daher besonders schmale und daher scharfe stratigraphische Strichmarken. Nach ULRICH (1916, S. 489) ist anzunehmen, daß „extravagante“ Formen nur kurz leben und nicht leicht durch Konvergenz noch einmal entstehen. Sie eignen sich deshalb und wegen der leichten Erkennbarkeit besonders als Leitfossilien. Schließlich denkt man bei Leitfossilien auch an Arten, deren Zone mit einer bestimmten chronologischen Einheit möglichst genau übereinstimmt. *Diplopora annulata* ist ein ausgezeichnetes Leitfossil der ladinischen Hauptstufe, weil sie nur in dieser, und zwar in allen ihren Stufen vorkommt.

M. WEBERS Untersuchungen über den Leitwert lebender Tiere für die verschiedenen Lebensbedingungen und für die Vorgeschichte ihrer Wohngebiete sei der Aufmerksamkeit der Geologen bei dieser Gelegenheit empfohlen (1928).

Es braucht kaum noch betont zu werden, daß grundsätzlich alle Fossilien zur Klärung des Altersverhältnisses zweier Schichten herangezogen werden können, wenn auch nicht alle gleich verwendbar sind. In früherer Zeit stand man besonders dem stratigraphischen Wert der Landpflanzen recht zweifelnd gegenüber. MOJSISOVICS hat diese Bedenken zusammengefaßt (1874 a, S. 133, vgl. auch 1893, S. 813—814). Was er sagt, ist wohl nur teilweise richtig. Daß die Floren in viel weniger geschlossenen Reihen vorliegen als die Faunen, und daß sie oft geographisch mehr zersplittert sind, wird man zugeben müssen. Daß aber die Landpflanzengesellschaften sich zu anderen Zeiten umwandeln, als die Meeresfaunen, hat mit dem Leitwert zunächst nichts zu tun. Besteht doch eine solche Verschiedenheit auch zwischen den einzelnen Gruppen mariner Versteinerungen. MOJSISOVICS verwechselt hier offenbar die Eignung als Grundlage eines natürlichen biostratigraphischen Schemas mit der zur Parallelisierung von Schichten und setzt voraus, daß alle oder doch sehr viele zusammen vorkommenden Tierreste wegen des Vorhandenseins von Faunenzonen für den gleichen geologischen Zeitabschnitt leitend sind, was aber sicher nicht zutrifft. Wenn man einen Landpflanzenrest findet, beweist das immerhin, daß die Fundschicht zur Lebenszeit der betreffenden Art gebildet worden ist. (zumal die Möglichkeit der Umlagerung hier so ziemlich wegfällt). Und wenn diese Lebenszeit sich in der Stufenleiter genau abgrenzen läßt, kann

die Pflanze als Leitfossil dienen. Mehr läßt sich mit einem Tierrest auch nicht erreichen. Vorhandene Unterschiede sind nur solche des Grades — wegen verschiedener Lebensdauer und verschieden scharfer Bestimmbarkeit.

Gegenwärtig ist denn auch die Wertschätzung der Landpflanzen bei den Stratigraphen im Steigen, wie SAHNI (1926, S. 230—231) wohl mit Recht behauptet. In diesem Zusammenhang ist auch die Bemerkung desselben Paläobotanikers beachtenswert, daß es erfreulich sei, wenn mehr Geologen als früher sich mit den Pflanzen der Vorwelt beschäftigen. Denn sie seien besser imstande, diese Reste in ihrer natürlichen Umgebung zu untersuchen. Bekanntlich wurde sowohl von Paläobotanikern als von Paläozoologen nicht selten gerade der entgegengesetzte Standpunkt vertreten und der Einfluß der Geologen für allerhand Mißstände in diesen Fächern verantwortlich gemacht — sicher teilweise mit Recht. Hier wie so oft gibt es eben nur einen Ausweg: Arbeitsteilung und Zusammenarbeit.

Zur Einführung in die Methoden der stratigraphischen Paläobotanik empfiehlt sich besonders die Arbeit BODES (1927) über das Karbon von Ibbenbüren nördlich von Münster in Westfalen, die viele Hinweise auf andere Schriften enthält. (Auch BERTRAND, 1928, und GOTHAN, 1929, ist für allgemeine Fragen wichtig.) BODE weist einleitend ebenfalls auf den Umstand hin, daß die Landpflanzen im allgemeinen „schlechte Leitfossilien“ sind, weil sie vertikal zu weit und horizontal zu eng verbreitet sind. Trotzdem lassen auch sie sich stratigraphisch verwenden, wenn — wie in den Steinkohlenrevieren — die äußeren Bedingungen günstig sind. BODE unterscheidet im Anschluß an GOTHAN hauptsächlich drei Aufgaben solcher Untersuchungen:

1. Der Vergleich getrennter Steinkohlenbecken ist wegen der örtlichen Eigentümlichkeiten der Floren am schwierigsten.

2. Besser eignen sich die Pflanzen zur Kennzeichnung größerer Flötzgruppen in ein und demselben Becken. Man wird dazu zwar nur selten — wie etwa bei den tierischen Fossilien der marinen Einschaltungen — eine bestimmte Art verwenden können. Die Gesamtbeschaffenheit der Flora biete aber Anhaltspunkte genug für eine solche Unterscheidung.

3. Endlich ist es auch möglich — und für den Bergbau wichtig — bestimmte einzelne Flötze durch ihre Pflanzenführung wiederzuerkennen, wenn auch innerhalb enger geographischer Grenzen. Besonders eignen sich dazu die Pflanzenreste in den Hangendschiefern der Flötze, die ein Bild von der Zusammensetzung der Flora beim Ende der Flötzbildung überliefert haben. Es kommt dabei weniger auf den Nachweis ganz verschiedener Arten, als auf das Häufigkeitsverhältnis an. Da die Pflanzenvereine der Moore heute oft über weite Strecken gleich bleiben (Erlenmoore, Kiefernmoore u. dgl.), darf man Ähnliches für die Flötze annehmen. Bei Ibbenbüren erwiesen sich die Pflanzengesellschaften auf einer Fläche von mehr als 50 qkm als sehr beständig.

Auf Grund seiner genauen Untersuchungen konnte BODE GOTHANS Schlußfolgerung bestätigen, daß die Flötze von Ibbenbüren dem obersten Teil des Westfal angehören. Das geht aus dem Vergleich der bei Ibbenbüren häufigen Arten mit denen im Ruhrgebiet hervor. Es gelang aber beispielsweise

auch, die bisher unaufgeklärte Zusammengehörigkeit bestimmter Flötze beiderseits einer Verwerfung an der Hand der Pflanzenreste nachzuweisen.

Aus den dargelegten Verhältnissen ergibt sich, daß die fossilen Landpflanzen einesteils zu Feingliederungen auf engem Raum, andernteils beim Fehlen sonstiger Versteinerungen zur ungefähren Parallelisierung größerer Schichtgruppen über weitere Strecken dienen können. Dagegen dürften sie sich für eine genaue Gleichsetzung über größere Gebiete wohl nicht eignen. Da sie oft gerade in Schichten ohne brauchbare meerische Tierreste auftreten, ist ihre Bedeutung trotzdem nicht gering. Es braucht da nur an die Fragen nach dem Alter des Grödner Sandsteins oder nach dem Verhältnis der Lunzer Schichten zu den einzelnen Gliedern des Keupers erinnert zu werden. GOTHAN hat (1914) den geologisch wichtigen Unterschied zwischen Rhät- und Unterliasflora sehr schön herausgearbeitet. Besonders vorsichtig wird man wohl in allen jenen Fällen sein müssen, in denen mit klimatischen Verschiedenheiten zwischen den Fundorten zu rechnen ist, wie bei den Tertiärfloren höherer Breiten.

Auf die mehr zufälligen Schwierigkeiten der paläontologischen Arbeit als solcher brauche ich hier nicht einzugehen. Ich möchte nur einen Umstand von grundsätzlicher Bedeutung wieder einmal hervorheben, den wir wohl alle zuzugeben bereit sind, den wir wahrscheinlich aber auch fast alle im Eifer der Arbeit zu wenig beachten. Fassen wir die Arten nicht als eine Summe einander äußerlich ähnlicher Exemplare auf, sondern als Fortpflanzungseinheiten, die durch ständige Kreuzung zusammengehalten sind, so müssen wir sagen, daß wir Fossilien wohl in den meisten Fällen auf Grund von Merkmalen bestimmen, die für die Arten eigentlich nicht bezeichnend sind. Wir befinden uns ständig in der Lage eines Zoologen, der Löwen und Tiger nach dem Schädel skelett allein unterscheiden soll. Ich bin überzeugt, daß beispielsweise viele glattschalige Ammoniten, wenn wir ihre Färbung kennten, sich zwanglos in einige Arten anordnen würden, deren Schalenformen aber einander sehr stark übergreifende Variationskurven bilden. Die Befunde an tertiären Mollusken mit erhaltener Färbung sind in dieser Hinsicht sehr viel sagend. Bei allen Schlußfolgerungen über Kreuzungen, Mendeln, Stammreihen und Zonen sollte man sich diesen Umstand eindringlich vor Augen halten. Es ist wohl richtig, daß zwei gute Arten sich eigentlich in allen Merkmalen unterscheiden, aber die Unterschiede äußern sich doch vielfach nur in der Lage der Mittelwerte, so daß sie nicht dazu dienen können, die einzelnen Stücke aufzuteilen. Fast immer wird bei Fossilien eine gewisse Möglichkeit bestehen, daß zwei wenig verschiedene Exemplare zur selben Art oder zwei scheinbar gleiche zu verschiedenen Arten gehören. Eine enge Artfassung kann diesen Übelstand nur teilweise beseitigen. Denn sie wird wahrscheinlich dazu führen, vieles Zusammengehörige zu trennen, aber doch nicht ganz verhindern, daß Stücke vereinigt werden, die z. B. ganz verschieden gefärbt waren (vgl. S. 41).

Von vielen Seiten wird der Vergleich ganzer Faunen als das verlässlichste Verfahren zur Bestimmung des Altersverhältnisses angesehen (z. B. WÖHRMANN, 1894 b, S. 2; DACQUÉ, 1915, S. 290, 296). Das ist insofern sehr richtig, als unsere Schlüsse um so sicherer werden, auf je mehr Arten sie sich

stützen. Die Betrachtung der Fauna als ganzes umschließt jedoch sehr große Gefahren. Ich kann mich in dieser Beziehung ULRICH (1916, S. 472 und 484) und MATTHEW (1916, S. 519) nur vollständig anschließen. Der Habitus der Faunen, auf den beispielsweise HORN (1915, S. 150) so großen Wert legt, wird selbstverständlich durch die Fazies mindestens ebensowohl bedingt, wie durch das Alter. ULRICH (S. 470) dürfte mit der Behauptung recht haben, daß man überhaupt nicht klar sagen kann, was das Wesen einer kambrischen oder einer ordovizischen Fauna ausmacht. Vgl. auch PIA, 1925 a (S. 64).

Eine rein statistische Betrachtungsweise wird dem verschiedenen Leitwert der Arten und Gruppen nicht gerecht. Die einseitige Bevorzugung der Zephalopoden bei der Altersbestimmung mag von mancher Seite wirklich zu weit getrieben worden sein. WÖHRMANN (1894 b, S. 2, 27 bis 30) wendet sich nicht mit Unrecht dagegen. Immerhin besteht für mich doch kein Zweifel, daß die Ammoniten sich rascher geändert haben, als die meisten anderen marinen Fossilien der Trias, etwa mit Ausnahme der Halobiiden und der Diploporen. Doch wird es sicher auch in vielen anderen Gruppen, besonders unter den Krinoiden, gute Leitversteinerungen geben. (Vgl. zu diesem Abschnitt PIA, 1926 b.) Wichtiger noch ist der Umstand, daß wir die einzelnen Fossilgruppen infolge fazieller Verhältnisse in den bisher durchforschten Gebieten sehr ungleich gut kennen. Es ist klar, daß eine Gruppe, die durch alle in Betracht kommenden Stufen gut verfolgt ist, einen ganz anderen Leitwert hat, als eine solche, die man nur sehr lückenhaft kennt und von der man nicht weiß, in welchen anderen, noch nicht untersuchten Stufen die einzelnen Arten vorkommen. Wiederholt habe ich darauf hingewiesen, daß uns eine mitteltriadische Gastropodenfauna in der Regel als ladinisch erscheinen muß, einfach deshalb, weil uns die anisischen Vergleichsfaunen fehlen. Korallengesellschaften werden fast immer am meisten Beziehungen zur Obertrias oder zum Cordevol haben, weil nur aus diesen Abteilungen ein reicheres Material beschrieben ist.

Nicht also die Betrachtung der Ähnlichkeiten der Faunen als ganzes, sondern die gesonderte Untersuchung möglichst vieler einzelner Arten, scheint mir das richtige Verfahren für die stratigraphische Auswertung zu sein. Dadurch wird die betreffende Schicht im Sinn von S. 65 mittels vieler einzelner Artzonen möglichst genau in der Stufenleiter festgelegt. Auf paläobotanischem Gebiet ist beispielsweise BERTRAND (1928, S. 115) für dasselbe Verfahren eingetreten.

Aus ULRICH'S Arbeit (1916) sieht man deutlich, wie die paläontologische Methode auch in Nordamerika noch bis vor kurzem unrichtig angewendet wurde. Offenbar wurde viel zu viel Wert auf generische Beziehungen und allgemeine Ähnlichkeiten der Faunen gelegt. Außerdem wurden auch die Fossilien viel zu wenig genau bestimmt. Nur so kam es, daß dieses Verfahren um sein Ansehen gebracht und durch das an sich viel weniger leistungsfähige der Diastrophismen ersetzt wurde.

Besonders in früherer Zeit wurde bei der Untersuchung der Faunen häufig dadurch ein weiterer Fehler begangen, daß man das Bestehen von Faunenzonen einfach voraussetzte. Die Faunen erschienen deshalb als natürliche,

diskrete, gegeneinander scharf begrenzte Einheiten, während es sich in Wirklichkeit meistens um kontinuierliche Übergänge handelt. Die Verhältnisse der deutschen Trias, wo eine infolge der Isolierung ziemlich unveränderliche Muschelkalkfauna einer stark abweichenden, weil brackischen oder limnischen Keuperfauna gegenübersteht, war dazu angetan, diese Vorstellung noch zu befestigen. Dadurch ergeben sich dann Fragestellungen, wie die, ob die ladinische Stufe noch eine Muschelkalkfauna enthält, und ähnliche. Selbst BENECKE (1898 a) steht vielfach im Banne solcher Vorurteile. SANDBERGER dachte darüber richtiger (1867, S. 179). Nach ihm sind die Faunen des obersten Muschelkalkes und des untersten Kohlenkeupers bei übereinstimmender Fazies äußerst ähnlich, nur bei abweichender Gesteinsausbildung (*Trigonodus*-Kalk) auffallend verschieden. Die Grenze zwischen den beiden sei nur zwecks klarer Übersicht künstlich gezogen.

Daß der scharfe Faunenwechsel auch in Deutschland nicht zeitlich bedingt ist, geht wohl daraus hervor, daß nach BENECKE (1898 a, S. 134) die Fauna des *Trigonodus*-Dolomites eben durch das Auftreten der Gattung *Trigonodus* von der Muschelkalkfauna deutlicher verschieden ist, als die Fauna des (jüngeren) Grenzdolomits. BITTNER (1898, S. 440—441) hat aus diesem Tatbestand ganz richtig abgeleitet, daß eine rein faunistische, „natürliche“ Gliederung der deutschen Trias auf große Schwierigkeiten führen würde.

Wenn also BITTNER (1896, S. 194) meint, daß „das Vorkommen eines oder des anderen Fossils“ für die Parallelisierung der deutschen und alpinen Trias nicht so wichtig sei, so bin ich dem gegenüber mit ULRICH (1916, S. 466) der Ansicht, daß gerade das Auftreten identischer Arten und Varietäten, richtig ausgewertet, die einzige Möglichkeit liefert, der Frage gerecht zu werden. Freilich wird man dabei etwas sorgfältiger zu Werke gehen müssen, als es in Aufnahmearbeiten nicht selten geschieht. Drei Fehlerquellen gilt es hauptsächlich zu vermeiden:

1. Bestimmungsfehler. Sie können nicht nur in der Zusammenfassung verschiedener Arten bestehen, sondern auch in der Trennung von Stücken, die nur infolge verschiedener Erhaltung verschieden aussehen. Bei den Myophorien der Bleiglanzbank, den Daonellen der deutschen Trias und in anderen Fällen werden uns solche Fragen eingehend beschäftigen. Als ein äußerst schwieriger Sonderfall erweist sich oft die Beurteilung ganz geringer Abweichungen, sogenannter Varietäten. Es kann sich dabei — wenn wir von den zufälligen Fluktuationen absehen — um Lokalrassen oder um Zeitglieder (vgl. S. 41) handeln. Deren chronologische Bedeutung ist augenscheinlich ganz verschieden (vgl. *Ceratites binodosus* und *trinodosus*, S. 103). BERTRAND hat wahrscheinlich recht, wenn er (1928, S. 114 bis 116, ähnlich wie SALOMON, 1895, S. 51—52 und AHLBURG, 1906, S. 135) dafür eintritt, daß die Lokalrassen bei der Zeitmessung wie eine einzige Art zu behandeln sind. Aber auch er äußert sich nicht darüber, wie man es einer in einem fremden Gebiet aufgefundenen neuen Variation ansieht, ob sie eine solche Rasse oder eine Mutation ist. Im allgemeinen bin ich geneigt, sogenannte vikarierende Arten oder Varietäten mit ziemlichem Mißtrauen anzusehen. Doch gebe ich zu, daß es Fälle gibt, in denen sich die Gleichzeitig-

keit zweier Varietäten aus inneren Gründen wahrscheinlich machen läßt. Wenn beispielsweise verschiedene Ammoniten der Tethys im germanischen Gebiet durch Formen mit seichteren Loben vertreten sind (PIA, 1914 b, S. 121 bis 123), oder verschiedene Nautilenarten in Adnet (Salzburg) schlanker sind, als in den Randmeeren (PIA, 1914 a, S. 20), muß man auf die Vermutung kommen, daß es sich hier um eine Wirkung der Umwelt ohne chronologische Bedeutung handelt.

2. Chronologische Fehler, d. h. Irrtümer über die allgemeine senkrechte Verbreitung einer Art. Beispielsweise galten früher viele Arten als leitend für die anisische Stufe, die sich später auch im Ladin, z. B. im Marmolatakalk, gefunden haben. Nicht nur über die tatsächlich nachgewiesene senkrechte Verbreitung muß man sich klar zu werden trachten, sondern auch über die mögliche, d. h. über die Grenzen, innerhalb derer sich das Fehlen der Art wegen ungenügender Untersuchung der Fauna oder fazieller Verhältnisse nicht genug wahrscheinlich machen läßt. Mit anderen Worten, es kommt darauf an, die Artzonen in der Stufenleiter möglichst genau abzugrenzen,

3. Geognostische Fehler, d. h. Irrtümer über das Vorkommen der Art in dem nach Stufen zu gliedernden Gebiet. Stark abweichende oder unvollständige Profile können einen im Zweifel darüber lassen, welchem Teil der mitteldeutschen Trias eine Fundschicht entspricht (vgl. etwa den Himmelwitzer Dolomit, die niederschlesischen Zephalopodenfunde und die pflanzenführenden Schichten von Neuwelt bei Basel). Häufig hat eine Art ihre Hauptentwicklung in gewissen Bänken der deutschen Trias, kommt aber gelegentlich auch viel weiter oben und unten vor. BENECKE (1895, S. 231—232) hat einige solche Beispiele angeführt, auf die verwiesen sei. Vgl. auch den Abschnitt über *Myophoria kefersteini*. Selbst ganz gewöhnliche Verwechslungen infolge ungenügender Literaturkenntnis kommen vor. Bekannt ist der Irrtum WÖHRMANN'S (1894 b, S. 26). Er führt unter Berufung auf SANDBERGER *Ceratites nodosus* aus dem fränkischen mittleren Muschelkalk an, übersieht aber, daß SANDBERGER unter „Muschelkalk“ nur den Hauptmuschelkalk versteht (Richtigstellung bei BENECKE, 1895, S. 231, und bei PHILIPPI, 1901 a, S. 369, wo übrigens wieder die Arbeit WÖHRMANN'S falsch zitiert ist).

Wenn also eine Art in einem bestimmten Schichtglied der germanischen und in einem der alpinen Trias nachgewiesen ist, wissen wir zunächst nur, daß beide Schichtglieder wenigstens teilweise in die Biozone dieser Art fallen. Sie können aber zeitlich ziemlich weit voneinander abstehen, wenn diese Biozone breit ist. Dabei braucht die Teilzone der Art in den beiden Gebieten nicht denselben Umfang zu haben. Ist die Art beispielsweise aus den Alpen frisch nach Deutschland eingewandert, dann können wir ihre deutsche Fundschicht zur Teilzone, wie sie in den Alpen ermittelt wurde, rechnen. Die Wanderung kann aber zu einer früheren Zeit erfolgt sein. Dann mag die Art in Deutschland noch leben, während sie in den Alpen schon erloschen ist. Solche Beispiele wurden schon auf S. 118 angeführt. Man wird sich auch nicht immer auf den Vergleich der Teilzonen in Deutschland und den Alpen allein beschränken dürfen. Denn es könnte ja sein, daß eine Spezies nicht aus den Alpen, sondern aus Sizilien oder Südspanien über das tyrrhenische Gebiet

nach Deutschland eingewandert ist. Was weiter unten über die Fauna und die Diploporen des westdeutschen mittleren Muschelkalkes zu sagen sein wird, liefert für das alles gute Beispiele.

Übrigens möchte ich auch hier — wie schon auf S. 123 — betonen, daß die Gleichzeitigkeit zweier räumlich getrennter Absätze nicht durch einseitige Bevorzugung bestimmter, sondern nur durch möglichst umfassende Vereinigung aller Beweisgründe befriedigend abgeleitet werden kann. Das haben auch KNOWLTON (1916, S. 526) und KEYES (1929, S. 304—305) hervorgehoben. In den folgenden Abschnitten will ich diesem Grundsatz wenigstens insofern treu bleiben, als ich recht verschiedenartige Gruppen von Versteinerungen heranziehe, wenn ich auch im Rahmen dieses Buches nicht alle etwa verwendbaren Arten besprechen kann.

Noch muß bei einem Begriffspaar hier kurz verweilt werden, demjenigen der germanischen und alpinen Arten. Ursprünglich bedeutet diese Bezeichnung wohl nicht viel mehr, als daß Formen, die zuerst in einem Gebiet bekannt waren, später auch im anderen gefunden wurden. Man sollte die Ausdrücke aber lieber nur dann anwenden, wenn eine Spezies offenbar in einem Gebiet ihre Heimat hat, in der sie aus einer älteren Form entstanden ist und längere Zeit lebte, wogegen sie in dem anderen nur als gelegentlicher Einwanderer vorkommt und bald wieder verschwindet. Die nodosen Zeratiten sind eine germanische Gruppe im südalpinen Ladin, *Diplopora annulata* und *annulatissima* alpine Arten im oberschlesischen Muschelkalk. Bei *Myophoria kefersteini* ist es — wie wir sehen werden — eine schwierige aber wichtige Frage, zu welcher Gruppe sie gehört.

II. Die Untergrenze der Mitteltrias im germanischen Gebiet.

Während in den Nordalpen über die Frage, welche Schichten dem Beginn des deutschen Muschelkalkes entsprechen, nur kleinere Meinungsverschiedenheiten bestanden, wurden in den Südalpen viele Forscher durch die kalkreiche Entwicklung der Untertrias dazu verleitet, viel zu alte Glieder noch in den Muschelkalk einzubeziehen. Einige Beispiele für die verschiedenen Parallelisierungsversuche sind in der beifolgenden Tabelle ersichtlich gemacht. Es ist zu ihr nur wenig zu bemerken. Die von den einzelnen Verfassern verwendeten Namen für die Schichtglieder sind in die heute übliche Form übersetzt.

STURS Zurechnung der *Bellerophon*-Schichten (Gipsmergel) zum mittleren Buntsandstein bedeutete seiner Meinung nach sicherlich, daß der *Bellerophon*-Kalk triadisch sei. Sie ließe sich aber auch im Sinn eines permischen Alters des unteren deutschen Buntsandsteins wenden. Es fällt außerhalb des diesem Kapitel gegebenen Rahmens, sei aber doch angemerkt, daß wir selbstverständlich gar nicht wissen, wo die Obergrenze des Perms in Deutschland liegt. Daß der Zechstein noch dazu gehört, ist nicht zu bezweifeln. Da dessen Fauna aber von der des *Bellerophon*kalkes ganz verschieden ist, bleibt es möglich, daß dieser den liegenden Teil des Buntsandsteins vertritt, der dann als permisch angesprochen werden müßte.

Verschiedene Ansichten über die Entsprechung der deutschen und alpinen Untertriassschichten.

	SCHAUROTH 1855, ALBERTI 1864	GÜMBEL 1873, LORETZ 1874	BENECKE 1868	LEPSIUS 1876 und 1878	STUR 1871	HAUER 1878, BITNER 1882	ROTHPLETZ 1894
↑ Muschelkalk	Campiler Schichten, Seiser Schichten	Campiler Schichten, Seiser Schichten					
Röt		<i>Bellerophon-</i> Kalk	Campiler Schichten, Seiser Schichten	Campiler Schichten, Seiser Schichten	Campiler Schichten	Campiler Schichten	Untester Muschelkalk, Campiler Schichten
Eigentlicher Buntsandstein		Grödner Sandstein		Grödner Sandstein	Seiser Schichten, <i>Bellerophon-</i> Kalk, Grödner Sandstein	Seiser Schichten	Seiser Schichten
Perm						<i>Bellerophon-</i> Kalk, Grödner Sandstein	<i>Bellerophon-</i> Kalk, Grödner Sandstein

GÜMBEL (1873, S. 26) fühlt sich seiner Sache so sicher, daß er Namen wie „Grödener Sandstein“ und „Werfener Schichten“ als „überflüssig, unzweckmäßig und das allgemeine Verständnis erschwerend“ ablehnt. Er spricht nur von alpinem Buntsandstein, alpinem Röt usw. Es ist das wohl eines der besten Beispiele dafür, daß man im Einziehen solcher Lokalnamen nicht voreilig sein soll. Denn tatsächlich erschwert gerade die Übertragung von Namen der außeralpinen Trias auf Schichtglieder der Alpen, die ihnen nicht wirklich gleichaltrig sind, das Verständnis der Arbeiten GÜMBELS und seiner Schüler.

Welche Gesteine MOJSISOVICS (1879, S. 42—43) dem eigentlichen Buntsandstein gleichsetzt, ist nicht ersichtlich. Bei der Zuordnung der Seiser und Campiler Schichten zum Röt leitet ihn die Vorstellung, daß sie nur einer einzigen Zephalopodenzone entsprechen.

Heute ist die Überzeugung allgemein, daß die Grenze zwischen Buntsandstein und Muschelkalk — wenigstens in Mittel- und Norddeutschland — ziemlich genau mit der zwischen Skyth und Anis zusammenfällt. Die Beweise für diese Gleichsetzung sind nicht gerade übermäßig reich, dürften aber doch genügen.

Myophoria costata tritt sowohl im Röt als in den oberen Campiler Schichten oft massenhaft auf. Sie überschreitet allem Anschein nach die Grenze gegen den Muschelkalk bzw. gegen das Anis nicht (DIENER, 1925 a, S. 38). Unter den Forschern, die ihre große stratigraphische Bedeutung erkannt und zur Abgrenzung der Untertrias verwendet haben, nenne ich ECK (1865, S. 28ff.), BENECKE (1868, S. 47), STUR (1871, S. 214), FRECH (1908, S. 39), RÓZYCKI (1924, S. 491), ASSMANN (1926 b, S. 393). Wie weit die Art in den Alpen hinunterreicht, ist wohl noch nicht genau genug festgestellt. Die Angabe GÜMBELS (1873, S. 33, 34, 87), daß sie noch unterhalb des *Bellerophon*-Kalkes auftritt, wird auf einem Irrtum (Störung?) beruhen. Schon HAUER (1878, S. 360) scheint zu bezweifeln, daß *Myophoria costata* auch in den Seiser Schichten vorkommt. Neuere Forscher geben sie ausschließlich aus den Campiler Schichten an (FRECH, 1912, S. 40; WITTENBURG, 1908, S. 254, 282).

Herr MÄGDEFRAU macht mich aufmerksam, daß im oberen thüringischen Röt auch *Naticella costata*, das bekannte Leitfossil der Campiler Schichten, als Seltenheit gefunden wird. Dieses Vorkommen bedarf aber wohl der Nachprüfung. Herr MÄGDEFRAU betont ausdrücklich, daß er sich bei dieser Art auf R. WAGNER, nicht auf eigene Beobachtungen, stützt (vgl. S. 109). R. WAGNER (1897, S. 14) führt nun aber aus den Myophorienschichten von Jena nicht *Naticella costata* MÜNSTER an, sondern *Natica costata* BERGER (= *Naticella bergeri* PICARD, 1904, S. 494). Diese Form wird sonst aus dem Schaumkalk angegeben. Es ist nach dem Text kein Zweifel, daß BERGER (1860, S. 205) eine neue Art aufstellen, nicht etwa sein Fossil zu der alpinen Spezies rechnen wollte. Nur ein unmittelbarer Vergleich mehrerer Stücke — der meines Wissens nicht durchgeführt wurde — könnte zeigen, ob die Form von Jena mit der aus dem Schaumkalk oder mit der aus den Campiler Schichten oder mit keiner von beiden übereinstimmt.

Den Arten, die die Werfener Schichten mit dem deutschen Wellengebirge gemeinsam haben, legt schon STUR (1871, S. 214) mit Recht wenig Bedeutung

bei. Es handelt sich wohl um langlebige Formen. RÓŻYCKI (1924, S. 481 und 493) führt „*Avicula Clarai* EMMR.“ aus dem oberen Wellenkalk Schlesiens an. Ich halte diese Angabe, deren Form schon auf eine wenig eingehende Beschäftigung schließen läßt, nicht für beweiskräftig.

Einige Landpflanzenarten sollen sowohl in den Werfener Schichten als im Buntsandstein auftreten, doch reichen die Kenntnisse nach STUR für sichere stratigraphische Schlüsse nicht aus.

Der zweite wichtige paläontologische Beweisgrund für die Abgrenzung der Unter- und Mitteltrias in Deutschland liegt in dem Auftreten der Gattung *Dadocrinus*, besonders *Dadocrinus gracilis*, im tiefsten Teil des alpinen und deutschen Muschelkalkes. Bei der Gliederung der oberschlesischen Trias spielt diese Art eine wichtige Rolle (ASSMANN, 1914, S. 274; 1926 b, S. 393). Zwischen die Schichten mit *Myophoria costata* und die mit Dadocrinen schalten sich einige Meter fossilärmer Kalke ein, deren Stellung verschieden beurteilt wird (AHLBURG, 1906, S. 42; ASSMANN, 1926 b, S. 393). In den Alpen findet sich die Gattung vor allem im Vizentin. Hier wurde sie zuerst durch SCHAUROTH (1855, S. 502) nachgewiesen, von BENECKE (1868, S. 49) in ihrer Bedeutung gebührend hervorgehoben. Größere Stielstücke, die ziemlich sicher zu ihr gehören, sind aber auch sonst nicht selten. *Dadocr. gracilis* wurde bekanntlich zur Bezeichnung einer Zone, die unserem Hydasp entspricht, verwendet. Es wird jedoch auch angegeben, daß die Art weiter hinauf, mindestens bis in das Pelson, reicht (vgl. etwa BENECKE, 1868, S. 52; STUR, 1871, S. 225; AMPFERER und OHNESORGE, 1924, S. 22). Nach RÓŻYCKI (1924, S. 494) sollte „*Encrinus gracilis* BUCH“ bis in den Diploporendolomit des östlichen Oberschlesiens hinaufreichen. Er führt übrigens *Dadocrinus gracilis* BEYRICH und *Encrinus gracilis* BUCH als zwei verschiedene Arten nebeneinander an, was ich nicht recht verstehe (z. B. S. 484, 492, 493). HOLDEFLEISS (1916, S. 17) sagt, daß *Dadocr. gracilis* vereinzelt noch im niederschlesischen Schaumkalk gefunden wird.

ASSMANN hält es wie früher schon ECK (1865, S. 42) für sicher, daß *Dadocrinus gracilis* aus dem alpinen Gebiet nach Schlesien eingewandert ist (1914, S. 276). Nach demselben Verfasser (1926 c, S. 513—514) kommt die Art wahrscheinlich erst in der oberen Abteilung des unteren Wellenkalkes Oberschlesiens vor. Noch aus dem erzführenden Dolomit wird sie angegeben (1914, S. 320). Auch die älteren Hinweise ECKs über die ziemlich große senkrechte Verbreitung (1865, S. 48, 87, 123, 145) sollen nicht unerwähnt bleiben. In der unteren Abteilung des Wellenkalkes wird die Gattung durch *Dadocrinus kunischi*, der in den Alpen bisher nicht bekannt ist, vertreten. Dadurch wird der Leitwert für die Bestimmung der Untergrenze des Muschelkalkes in der Stufenleiter allerdings herabgesetzt. Doch scheint die genaue senkrechte Verbreitung der beiden Arten noch nicht sicher festzustehen.

Eine andere, größere, aber wenig beachtete Schwierigkeit liegt darin, daß in Deutschland Ammoniten — wenn auch selten — schon im untersten Teil des Muschelkalkes auftreten, während sie in den Alpen dem Hydasp bisher fehlen. Darauf komme ich gelegentlich der Besprechung der Zephalopoden des unteren Muschelkalkes zurück.

Als Merkwürdigkeit sei schließlich erwähnt, daß in Schlesien am Fuß des Muschelkalkes ein Schichtglied, der sogenannte kavernöse Kalk, auftritt, der nach der Beschreibung stark an den Zellendolomit der westlichen Ostalpen erinnern muß (ECK, 1865, S. 43; AHLBURG, 1906, S. 38). Man wird diesem Gestein nach dem früher Gesagten gewiß keinen stratigraphischen Leitwert zusprechen. Es bleibt aber doch auffallend, daß recht eigenartige, keineswegs schon ganz aufgeklärte Vorgänge (die ich an anderer Stelle näher besprechen möchte) sich in so weit entfernten Gegenden ungefähr gleichzeitig abgespielt haben.

In den Nordalpen hat eigentlich nur der Gutensteiner Kalk Schwierigkeiten beim Vergleich der Untergrenze der Mitteltrias mit der Deutschlands gemacht. Nach HAUER (1853, S. 722; ähnlich auch noch 1878, S. 362) soll dieses Gestein in Niederösterreich untrennbar mit den Werfener Schichten verbunden sein und Fossilien wie *Naticella costata*, *Ceratites cassianus* führen (so auch EMMRICH, 1873, S. 663—664). Der Gutensteiner Kalk wird deshalb in älteren Arbeiten oft zur Untertrias gezählt — wobei freilich nicht zu übersehen ist, daß es sich in der Regel um eine Zweiteilung, nicht um eine Dreiteilung der alpinen Trias handelt. Allerdings verkennen auch die älteren Forscher nicht, daß andererseits die innigsten Beziehungen zum echten alpinen Muschelkalk bestehen (vgl. außer den schon Genannten BENECKE, 1866, S. 54, und bes. STUR, 1871, S. 216). BITTNER hat (1882, S. 46 und 56) die älteren Ansichten durch Neuaufnahmen wesentlich berichtigt. Ich kann seine Angaben aus eigener ziemlich genauer Kenntnis der Gegend von Gutenstein nur vollständig bestätigen und hebe besonders hervor: Die Fossilien der Campiler Schichten, wie *Myophoria costata* und *Naticella costata*, liegen nicht in den — vielmehr fast fossilleeren — dunklen Gutensteiner Kalken, sondern in den obersten kalkigen Teilen der Werfener Schichten, die lithologisch von jenen sehr gut zu unterscheiden sind. Zwischen beiden verläuft überdies im Orte Gutenstein selbst eine sehr deutliche Störung. Von einem Gesteinsübergang oder einer Wechsellagerung kann hier also keine Rede sein. Höchstwahrscheinlich verhält es sich an den anderen von HAUER angeführten niederösterreichischen Fundstellen nicht anders. Damit schien jeder Grund für eine Einreihung des Gutensteiner Kalkes in das Skyth weggefallen zu sein. Später (1897) fand BITTNER dann bei Gutenstein die sogenannte Reichenhaller Fauna mit *Natica stanensis*. Wenn in dieser wirklich — wie es ja wohl scheint — die echte *Myophoria costata* auftritt, dann wäre das freilich ein Grund, sie eher für skythisch zu halten. Denn in den Südalpen steigt diese Art meines Wissens nicht in das Unteranis auf. Freilich paßt zu einer solchen Deutung *Dadocrinus gracilis* schlecht, der ja auch aus den Reichenhaller Schichten angeführt wird (ARTHABER, 1906, S. 263). Hier scheint noch keine volle Klarheit zu herrschen.

Übrigens ist die Fazies der Gutensteiner Kalke keineswegs an das Grenzgebiet zwischen Skyth und Hydas gebunden, sondern kommt so ziemlich im ganzen Anis gelegentlich vor (SPENGLER, 1928, S. 115, auch viele eigene Beobachtungen).

KRAUSS hat sich (1914) in einer eigenen kleinen kritischen Untersuchung

mit dem Begriff des Gutensteiner Kalkes beschäftigt. Man findet bei ihm noch eine Anzahl älterer Schriften behandelt, die ich nicht erwähnt habe. Er würde es ebenso wie schon STUR für das beste halten, den Namen ganz fallen zu lassen, weil er nie einen eindeutigen Sinn erlangt habe. Ich glaube dagegen, daß er für ein in den nordöstlichen Alpen weit verbreitetes Schichtglied recht gut zu gebrauchen ist. Ich definiere den Gutensteiner Kalk als einen dünn-schichtigen, dunklen bis schwarzen, meist deutlich bituminösen, anisischen — vielleicht zum geringen Teil auch oberskythischen — Kalk, der oft zahlreiche weiße Spatadern und kleine Hornsteinkügelchen enthält.

Ergebnis: Die Grenze zwischen Röt und Muschelkalk fällt in Mittel- und Ostdeutschland wahrscheinlich annähernd mit der zwischen Skyth und Anis zusammen. Weitere paläontologische Beweise wären allerdings sehr zu wünschen. (Es sei daran erinnert, daß die Grenze in SW-Deutschland höher zu liegen scheint. Vgl. S. 109.)

III. Der Beginn der Obertrias im germanischen Gebiet.

Indem ich jetzt zur Frage der Obergrenze der Mitteltrias in Deutschland übergehe, führe ich eine etwas künstliche, aber vielleicht doch zweckmäßige Trennung durch. Ich suche nämlich zuerst nur nach Beweisen für das karnische Alter gewisser Teile der germanischen Trias. Erst später, bei Erörterung der ladinischen Stufe, soll von den Vertretern des Cordevol die Rede sein.

Lange Zeit hatte man geglaubt, daß die alpinen Schichten, die wir heute als Obertrias bezeichnen, gar keine Faunen enthalten, die im außeralpinen Gebiet wiederzufinden wären. Deshalb hatte ihre Zurechnung ja auch in so weiten Grenzen geschwankt. Zum ersten Male haben OPPEL und SUESS (1856) mit dieser Ansicht gebrochen, indem sie eine Reihe von Arten nachwiesen, die den Kössener Schichten und dem schwäbischen Bonebed gemeinsam sind. Diese Parallelisierung blieb seither ein Grundpfeiler der Triasstratigraphie. Der Gegenstand fällt außerhalb des Rahmens meiner jetzigen Untersuchung, die nur der Mitteltrias gilt. Es sei aber doch auf die vorzügliche Methode hingewiesen, die OPPEL und SUESS bei der Parallelisierung befolgt haben. Zunächst geben sie von den leitenden Arten neue sorgfältige Beschreibung und Abbildungen. Sie begnügen sich aber nicht, aus dem Vorhandensein einiger gemeinsamer Spezies unmittelbar die Gleichaltrigkeit der Schichten zu erschließen. Ausdrücklich wird vielmehr der Umstand als wesentlich hervorgehoben, daß keine dieser Arten in einer viel höheren oder tieferen Lage bekannt ist (S. 543; d. B. S. 124). Auch der Versuch, den faziellen Unterschied zwischen der ostalpinen Kössener Fauna und der schwäbischen Bonebedfauna durch Übergänge in Vorarlberg zu überbrücken, zeugt von großem Scharfblick für alle maßgebenden Umstände. So kann diese über 70 Jahre alte Arbeit noch heute als ein Muster eines Beweises für wahre Gleichzeitigkeit zweier Ablagerungen gelten.

Über die Schwierigkeiten, die in der Auffassung des westdeutschen Rhäts neuerdings aufgetreten sind, wurde schon oben (S. 111—112) Einiges bemerkt.

1. Übersicht über die geäußerten Ansichten.

Die Meinungen darüber, welche deutschen Keuperschichten den tiefsten Teil der karnischen Stufe vertreten, bewegen sich in einem ziemlich engen Kreis. Eine Tabelle, die ich ähnlich wie für die Untergrenze der Mitteltrias (S. 133) angefertigt hatte, schien mir nicht mitteilenswert. Allgemein wird, soviel ich sehe, zugegeben, daß das Tuval im Gipskeuper vertreten ist. Dagegen schwanken die Meinungen bezüglich des Jul. Manche sehen seine Vertretung in der Lettenkohle, so WÖHRMANN (1888 und 1894), STUR (1868 und 1871), GÜMBEL (1873) und besonders BITTNER (in vielen Arbeiten). Andere betrachten den unteren Teil des Gipskeupers als julisch, z. B. SANDBERGER (1868), NIES (1868), EMMRICH (1873), ROTHPLETZ (1894), BENECKE (1898 a), ZELLER (1908), KOKEN (1913).

Die Vertreter der ersten Ansicht stützen sich vorwiegend auf allgemein lithologische Vergleiche der Schichtfolgen und auf die älteren Bestimmungen der Landflora, die der zweiten auf gewisse im Keuper auftretende Raibler Bivalvenarten. Am meisten hinaufgeschoben hat die Grenze zwischen Mittel- und Obertrias wohl LANG (1911), der auf Grund seiner paläogeographischen Untersuchungen im Schilfsandstein den hangendsten Teil der ladinischen Stufe erblickt (vgl. S. 121).

Dieser allgemeinen Übersicht seien noch einige Bemerkungen in geschichtlicher Reihenfolge angefügt:

SANDBERGER (1866, S. 43) hielt die Lunzer Schichten für älter als die Raibler Schichten. Jene stellte er zur Lettenkohle, diese in den unteren Gipskeuper. Ähnliche Mängel haften auch vielen anderen Versuchen der gleichen Zeit an, in der die Gliederung der alpinen Trias eben noch nicht weit genug fortgeschritten war, um einen begründeten Vergleich mit der germanischen zu erlauben.

STUR stützt sich außer auf seine Bestimmung der Landpflanzen hauptsächlich auf seine Untersuchungen der Profile bei Raibl und auf den Schlern (1868 a, S. 117 bis 121; b, S. 560). Er stellt die julischen Schichten mit *Myophoria kefersteini* etwa dem unteren Teil der Lettenkohle und dem Grenzdolomit gleich. Die Torer Schichten und die für gleichaltrig gehaltenen Schlernplateauschichten würden dann den untersten bunten Keupermergeln entsprechen.

Die Schlernplateauschichten wurden früher — aus recht einleuchtenden faziellen Gründen — vielfach für tuvalisch gehalten, so von STUR (1868 b, S. 560—561, und 1871, S. 310), GÜMBEL (1873, S. 77) und anderen. Der Vergleich der Bleiglanzbank mit den Torer Schichten bezieht sich bei den genannten Verfassern eigentlich auf die Schlernplateauschichten, ist also nicht eindeutig. Dagegen vergleicht EMMRICH (1873, S. 849) die Fauna der Bleiglanzbank des unteren Gipskeupers mit der der eigentlichen Raibler Schichten, die der Lehrbergschichten mit der der Torer Schichten. LEPSIUS (1876, S. 744, und 1878, S. 35, 113, 117) rechnet den Schlerndolomit als tiefstes Glied zu seinem „alpinen Keuper“, ohne auf paläontologische Beweise einzugehen oder eine genaue Übereinstimmung der Liegendgrenzen in den Alpen und in Deutschland zu behaupten (1878, S. 113—114).

WÖHRMANN hat der Frage der unteren Grenze des Keupers in den Alpen eine eigene Arbeit (1888) gewidmet. Er gibt hier einen brauchbaren geschichtlichen Überblick über die Beobachtungen in den Alpen, aus denen man den Nachweis der Lettenkohlschichten herleiten wollte. 1894 (a, S. 766, und b, S. 49) gelangt WÖHRMANN zu folgender Gleichsetzung:

Torer Schichten	Gipskeuper
Zwischendolomit von Raibl	Grenzdolomit
Lunzer Schichten	} Lettenkohle
Schlernplateauschichten	
Eigentliche Raibler Schichten mit <i>Myoph. kefersteini</i>	
Fischschiefer	

BITTNER hat (1895 a, S. 271, und bes. 1898, S. 429 und 452) eine Reihe älterer Forscher zusammengestellt, die die Lettenkohle ebenfalls für julisch angesehen hatten. Er nennt diese Deutung 1895 (S. 286) „über allen Zweifel erhaben“, was von geringer Einsicht in das Wesen der Wissenschaft zeugt. Besonders klar sind BITTNERs Ansichten in der zweiten Arbeit (1898, S. 454) zusammengefaßt.

BENECKE (1898 a, S. 149) tritt für folgende Parallelisierung ein:

Raibler und Torer Schichten	Gipskeuper
Wengener und Cassianer Schichten	Kohlenkeuper
Buchensteiner Schichten und alpiner Muschelkalk	Muschelkalk

ZELLER (1908, S. 118—119) glaubt folgende Parallelisierung für wahrscheinlich halten zu sollen:

Steinmergelkeuper	Hauptdolomit
Bunte Mergel	Torer Schichten
Gipskeuper	Raibler Schichten
Grenzdolomit	Cassianer Schichten
Lettenkohle	Wengener Schichten

LANG (1911, S. 235) betrachtet den Stubensandstein, die bunten Mergel und die dunklen Mergel des deutschen Keupers als karnisch. Dem unteren Teile des Nors soll in Deutschland eine Schichtlücke entsprechen, der obere Teil wäre durch die Knollenmergel vertreten.

Endlich sei noch KOKENS Vergleich angeführt (1913, S. 19 bis 21):

Bunte Mergel über dem Kieselsandstein	Oberste Torer Schichten
Untere bunte Mergel	<i>Trigonodus</i> -Dolomit + Schichten m. <i>Myophor. whatleyae</i>
Schilfsandstein	Lunzer Sandstein
Gipskeuper im engeren Sinne	Schichten von Heiligenkreuz

Sehr zurückhaltend hat sich MOJSISOVICs stets über den Vergleich des Keupers mit der alpinen Trias geäußert. Jedenfalls neigte er nicht der Meinung zu, daß die Lunzer Schichten der Lettenkohle entsprechen. Maßgebend für MOJSISOVICs war wohl, daß er — wie weiter unten zu erwähnen sein wird —

das Illyr dem Hauptmuschelkalk gleichstellte. Um für das Ladin eine Vertretung zu finden, mußte er den karnischen Anteil der deutschen Trias weit hinaufrücken. Übrigens betont er immer wieder, daß ein Vergleich bestimmter Keuperhorizonte mit den einzelnen alpinen Schichtgliedern nicht gelingen könne (z. B. 1869, S. 124; 1874 a, S. 132). Bei dem Mangel an Zephalopoden sei man auf die Bivalven und die Landpflanzen angewiesen. Diese seien aber senkrecht weit verbreitet, außerdem in bezug auf ihr Vorkommen und ihre phylogenetische Entwicklung noch ungenügend bekannt. Man müsse sich deshalb davor hüten, ihre örtliche Beschränkung auf einzelne Bänke mit ihrer Gesamtlebensdauer zu verwechseln. Merkmalarme Formen, wie *Anoplophora*, seien stratigraphisch überhaupt kaum zu brauchen. Viele der angeführten Einwände treffen trotz mancher Fortschritte heute noch zu. Andere Behauptungen sind stark durch die Theorie der Faunenzonen bedingt, so wenn MOJSISOVICs verlangt, daß dem Vergleich des Keupers mit der alpinen Trias eine Kenntnis seiner Etagen oder Zonenfaunen vorausgehen müßte.

Auch PHILIPPI (1903, S. 40) ist der Meinung, daß die Grenze zwischen Muschelkalk und Keuper in den Alpen nicht genau festzustellen sei.

2. Paläozoologische Beweise.

Aus der großen Zahl faunistischer Beziehungen zwischen Keuper und alpiner Trias, die von verschiedenen Forschern gelegentlich behauptet worden sind, können hier wieder nur einige wichtigere herausgegriffen werden. Man vergleiche etwa die Übersicht, die ZELLER (1908, Tabelle zu S. 106) über die Beziehungen der Lamellibranchiaten des Keupers zu jenen der alpinen Trias gegeben hat.

Zunächst sei ein Versuch erwähnt, aus allgemeinen faunistischen Ähnlichkeiten einen chronologischen Schluß abzuleiten. Wie schon oben bemerkt, schließt sich der Kohlenkeuper und auch noch der Grenzdolomit faunistisch durchaus dem Muschelkalk an. Man glaubte nun, daß dasselbe auch für die gleichaltrigen Schichten in den Alpen gelten müsse. BENECKE meinte (1898 a, S. 110), daß über den Lunzer Schichten keine Muschelkalkfauna mehr liegt, daß diese also jünger als die Lettenkohle sein müßten. Dagegen wendet sich BITTNER (1898, S. 444). Ähnlich wie früher schon WÖHRMANN (1894 b, S. 38) verweist er darauf, daß die Fauna der *Cardita*-Schichten noch ein Muschelkalkgepräge oder doch eine nahe Verwandtschaft zum Ladin aufweise, daß also sowohl über der Lettenkohle als über dem Lunzer Sandstein eine solche letzte „Muschelkalkfauna“ liege. Diese ganze Streitfrage beruht wohl mehr auf einem Spiel mit Worten. Wenn man davon spricht, daß die deutsche Muschelkalkfauna eigentlich erst im Grenzdolomit erlischt, so meint man, daß eine geschlossene, wenig veränderliche, vom offenen Meer weitgehend abgesperrte Lebensgemeinschaft, wie sie im deutschen Muschelkalk bestand, durch Tiere eines anderen Lebensgebietes, nämlich des Brack- und Süßwassers, ersetzt wurde. Die Faunenänderung in den Alpen dagegen entspricht — sobald man nur ähnliche Fazies vergleicht — im wesentlichen der allge-

meinen Umbildung der Tierwelt (und vielleicht einer gewissen Klimaänderung). Da nun diese Umbildung während der ganzen Trias nicht sehr bedeutend war, muß jede jüngere Fauna der vorhergehenden noch sehr ähnlich sein. Es ist ja bekannt genug, daß auch die Kössener Fauna der Raibler Fauna weitgehend gleicht. Es ist deshalb nicht zu verwundern, daß die einander zeitlich noch viel näher stehenden cordevolischen und julischen Fossilien wenig verschieden sind. Das ist aber etwas ganz anderes als das Fortleben der Muschelkalkfauna bis in den Grenzdolomit. Außerdem wäre daran zu erinnern, daß die Stellung der Lettenkohle auf diesem Standpunkt der Untersuchung erst geprüft werden muß. Es geht deshalb nicht an, einen ladinischen Einschlag einer Fauna ohne weiteres als einen Muschelkalkeinschlag zu bezeichnen. Denn ob der Muschelkalk die ladinische Stufe ganz, zum Teil oder gar nicht vertritt, das ist ja eben noch die Frage. PHILIPPI (1898, S. 220—221) hat darin jedenfalls recht, daß die Cassianer Fauna von der Fauna des alpinen Muschelkalkes ziemlich verschieden ist — soweit bedeutende Verschiedenheiten in der Trias überhaupt vorkommen.

Es bleibt also doch wieder nichts übrig, als einzelne den Alpen und dem deutschen Keuper gemeinsame Arten heranzuziehen. Es gibt allerdings ausgezeichnete Forscher, die das Auftreten alpiner Arten im Keuper überhaupt bezweifeln. Nach PHILIPPI (1898, S. 216, 217) enthält die Fauna des Gipskeupers keine neu eingewanderten Arten. Sie besteht nach ihm nur aus den letzten Vertretern der Muschelkalkfauna. Die Anwendung dieses Gedankens auf besondere Fragen wird später zu betrachten sein. Auch LANG (1911, S. 233—234) hält die angeblichen alpinen Einwanderer in der Lettenkohle und dem Gipskeuper ausnahmslos für unsicher. Noch weiter in seinen Zweifeln geht DIENER (1915 a, S. 438), wobei er sich besonders auf die Untersuchungen ZELLERS beruft. Dieser hatte betont, daß wenigstens die Lettenkohle eine geschlossene Lebensgemeinschaft enthalte, in die fremde, z. B. alpine Formen nicht eindringen konnten (1908, S. 117). Es ist natürlich kaum möglich, solche paläontologische Bestimmungsfragen zu beurteilen, wenn man nicht ein größeres Material nachuntersucht. Überblickt man aber die ganze Menge der bis jetzt veröffentlichten Mitteilungen, so scheint es doch, daß die Zweifel der eben genannten Forscher etwas zu weit gehen.

Um das näher auszuführen, greife ich einzelne Schichtglieder und Leitbänke des deutschen Keupers in ungefähr zeitlicher Folge heraus.

Das am längsten bekannte Vorkommen karnischer Fossilien im germanischen Gebiet fand GÜMBEL (1859; 1861, S. 213 und 277) in der Gegend von Baireuth und in Schichten, die er damals als den hangendsten Teil der Lettenkohlengruppe auffaßte. Die Fauna schien ihm eine Reihe von alpinen Arten zu enthalten, so *Cardita crenata*, *Myophoria kefersteini*, *M. whatleyae* und mehrere andere. Er vergleicht diese Fauna mit der der Cassianer Schichten und der (damals noch für gleichaltrig gehaltenen) *Cardita*-Schichten. HAUER hatte in einer vorläufigen Mitteilung über GÜMBELS Schrift (1858) besonders die Beziehungen zu den Raibler Schichten betont. ALBERTI (1864, S. 291) schloß sich ihm an. Er rechnet die fossilführende Bank zum unteren Teil des Gipskeupers, nicht zur Lettenkohle. WÖHRMANN (1888, S. 70) beläßt

den besprochenen Fund beim Kohlenkeuper. Ich bezweifle aber nicht, daß er tatsächlich dem Gipskeuper, und zwar den sogenannten Bodenmühlschichten, angehört. Diese sind von GÜMBEL 1865 (S. 58) aufgestellt worden. Sie vertreten den Grundgips, den untersten Teil des Gipskeupers. GÜMBEL sagt von ihnen 1868 (S. 687), daß sie Versteinerungen der Raibler Schichten enthalten. Ein Profil der Bodenmühle gibt THÜRACH (1888, S. 124), ohne aber die alpinen Versteinerungen zu erwähnen.

Später ist von diesem Funde kaum mehr die Rede. KOKEN (1913, S. 19, Anm. 1) hält ihn für nicht genügend aufgeklärt. M. SCHMIDT (1928) führt *Cardita crenata* und *Myophoria whatleyae* gar nicht, *Myoph. kefersteini* nur aus der Bleiglanzbank an. Da ihr Auftreten in dieser viel besser bekannt und sicher nur ganz unbedeutend jünger ist als das in den Bodenmühlschichten, hat GÜMBELS Fund keine allzugroße stratigraphische Wichtigkeit. Er kann nur als ein weiterer Hinweis auf karnisches Alter des unteren Gipskeupers angeführt werden.

Die für den Vergleich mit den Alpen wichtigste marine Einschaltung des Mittelkeupers ist also die sogenannte *Bleiglanzbank*. Sie liegt in Württemberg, Franken, Thüringen usw. nicht sehr viel über dem Grenzdolomit, ein Stück unter dem Schilfsandstein (vgl. die Tabelle bei M. SCHMIDT, 1928, gegenüber S. 32), als Einschaltung in die bunten Letten und Gipse. Die alpinen Fossilien wurden zuerst von SANDBERGER (1866) und NIES (1868) aus dem Steigerwalde bei Bamberg (besonders von Hüttenheim zwischen Marktbreit und Iphofen) bekannt gemacht. Es handelt sich genau genommen um zwei Bänke. Die untere ist kalkig und führt Kupferkies, die obere dolomitisch mit Bleiglanz. In der unteren Bank fand sich „*Myophoria raibliana*“, die obere ist erfüllt mit „*Corbula rosthorni*“. Beiden Schichten ist „*Bairdia subcylindrica*“ gemeinsam, die SANDBERGER auch in Gesteinen von Raibl beobachtet hat. GÜMBEL hat diese Art (1869, S. 183) als *Cytherella subcylindrica* näher beschrieben. NIES fügt noch „cf. *Modiola obtusa* EICHW.“ hinzu, von der man aber wohl besser absieht. Die zwei zuerst genannten Arten müssen dagegen näher besprochen werden. 1890 (S. 238—239) bekräftigt SANDBERGER das Vorkommen von *Myophoria raibliana* und *Corbula „raibliana“* (wohl Schreibfehler für „*rosthorni*“). Gemäß S. 197 wäre es „als sicher anzusehen“.

Myophoria raibliana BOUÉ ist bekanntermaßen ein Synonym von *Myophoria kefersteini* MÜNSTER. Eine Reihe von Forschern hat das Auftreten dieser Art in der Bleiglanzbank anerkannt und zur Grundlage stratigraphischer Schlüsse gemacht. Ich nenne beispielsweise GÜMBEL (1873, S. 78 und 88), EMMRICH (1873, S. 849, mit einigem Zweifel), THÜRACH (1888, S. 97), ROTHPLETZ (1894, S. 73), WÖHRMANN (1894 b, S. 42, 43), BENECKE (1895, S. 240, sehr entschieden, und 1898 a, S. 135 bis 137), WEIGELIN (1913, siehe etwas weiter unten), HENNIG (1923, S. 120), KAYSER (1923, S. 467 und 472), M. SCHMIDT (1928, S. 191).

Andere dagegen haben die spezifische Übereinstimmung der alpinen und germanischen Stücke bestritten: STUR (1868 a, S. 117 bis 121) führt für die Form aus der Bleiglanzbank den Namen *Myophoria sandbergeri* ein.

Er findet kleine Unterschiede gegenüber der *Myophoria kefersteini*. Die Bleiglanzbank wäre etwas älter als die *Kefersteini*-Bank in Raibl. Diese wäre ungefähr der oberen Lettenkohle und dem Grenzdolomit gleichzustellen. SANDBERGER (1868) wendet sich gegen diese Deutung. Er hält daran fest, daß die *Myophoria* aus der Bleiglanzbank in genau der gleichen Varietät bei Raibl häufig vorkommt. Auch unterstreicht er wieder die Wichtigkeit der *Myophoriopsis rosthorni*. Noch im gleichen Jahre (1868 b, S. 559) hat STUR seine Art wieder eingezogen und glaubt, die Keuperfossilien nun mit *Myophoria okeni* EICHW. sp. vereinigen zu sollen. Da *Lyrodon okeni* EICHW. ein Synonym von *Myophoria kefersteini* ist, kommt das letzten Endes auf eine Annahme von SANDBERGERS Bestimmung hinaus. PHILIPPI (1898, S. 216) gibt zu, daß die Form aus dem Gipskeuper von *Myophoria kefersteini* kaum zu unterscheiden ist. Er verweist aber darauf, daß sie auch der *Myoph. transversa* aus der Lettenkohle sehr nahe steht. Sie stamme wahrscheinlich von dieser ab, sei also kein Einwanderer aus den Alpen, sondern nur eine selbständige Parallelf orm zur alpinen Art. Darum sei sie stratigraphisch nicht beweisend. ZELLER (1908, S. 58 und 93) erörtert das Schrifttum über die „*Myophoria* cf. *raibliana* BOUÉ und DESH. sp. = *Myoph. sandbergeri* STUR“, ohne zu einem sicheren Ergebnis zu gelangen. Jedenfalls ist er von der Übereinstimmung mit der alpinen Art nicht überzeugt. Ebenso zweifelnd verhält sich LANG (1911, S. 233—234).

WAAGEN (1907, S. 49 bis 75) hat den Formenkreis der *Myoph. kefersteini* ausführlich besprochen. Er gliedert ihn in eine Reihe von Varietäten. Man vergleiche seine Arbeit auch wegen weiterer Hinweise auf Schriften über die Stücke aus der Bleiglanzbank. WAAGEN sieht diese Stücke als Vertreter einer eigenen Art, eben der *Myoph. sandbergeri*, an, gibt allerdings zu, daß sie manchen Varietäten der *Myoph. kefersteini* sehr ähnlich werden. Im Anschluß an PHILIPPI glaubt er an eine selbständige Entwicklung der *Myoph. sandbergeri* im deutschen Keupergebiet aus *Myoph. transversa* und weiterhin aus *Myoph. vulgaris* (S. 73). Da Vorfahren der *Myoph. kefersteini* in den Alpen bisher nicht bekannt sind, hält WAAGEN es für möglich (S. 74), daß Angehörige der *Vulgaris-Transversa*-Reihe aus dem deutschen Gebiet in die Alpen eingewandert sind und sich dort zur *Myoph. kefersteini* weitergebildet haben.

Die eingehendste und wichtigste Arbeit über die *Myophoria* der Bleiglanzbank verdanken wir WEIGELIN (1913). Er fand einen neuen sehr fossilreichen Aufschluß dieses Schichtgliedes nordwestlich der Stadt Sindelfingen in Württemberg (im SW von Stuttgart). Das Gestein enthält massenhaft *Pseudocorbula*, aber auch ziemlich reichlich Myophorien von ausgezeichneter Erhaltung. Wie bei der alpinen *Myophoria kefersteini* ist die Schale auch an dem neuen Fundort sehr veränderlich. Von den fünf häufigeren Varietäten, die WAAGEN unterschieden hat, kommen vier, nämlich forma *typica*, var. *formalis*, var. *okeni* und var. *nuda*, auch bei Sindelfingen vor. Nur die var. *multiradiata*, die bei Raibl herrscht, findet sich in Württemberg kaum. An die Ableitung der deutschen *Myophoria kefersteini* von *Myoph. transversa* glaubt WEIGELIN nicht. Beständig und wahrscheinlich stammesgeschichtlich

wichtige Unterschiede in der Oberflächenbeschaffenheit der Schale sprechen gegen sie. Aus dem Trochitenkalk von Donaueschingen in Baden wird eine neue Art, *Myoph. schmidti*, beschrieben, die nach WEIGELIN wahrscheinlich ein Vorfahre von *Myoph. kefersteini* ist. Zwischen beiden finden sich aber im germanischen Gebiet keine Übergänge, die etwa in der Fauna von Schwieberdingen oder sonst im Kohlenkeuper zu erwarten wären. Die Weiterentwicklung scheint also nicht in Deutschland erfolgt zu sein.

Wir sehen hier einen ähnlichen Gegensatz der Auffassungen, wie er schon weiter oben (S. 44) bei der Frage der Zonengliederung besprochen wurde und uns weiter unten bei der Behandlung der nodosen Zeratiten in den Alpen noch einmal begegnen wird, nämlich den zwischen der Vorstellung einer selbständigen örtlichen Weiterentwicklung der Formengruppen in vielen getrennten Gebieten oder einer lebhaften Wanderung, wobei die Umformung nur in einer bestimmten Gegend erfolgt. Ich neige mehr der zweiten Auffassung zu, ohne die Schwierigkeiten eines überzeugenden Beweises für sie zu verkennen. Das Vorhandensein von Stammgarben, von dem auch ich überzeugt bin, scheint nicht durch geographische Abtrennung bedingt zu sein.

DIENER (1925 a, S. 38) ist durch die Darstellung WEIGELINS nicht überzeugt. Er betrachtet *Myoph. kefersteini* und *Myoph. sandbergeri* als vikarierende Arten (weniger entschieden auch 1923 b, S. 174 und 180).

FRANK (1929, S. 566 und 568) hält im Gegensatz zu WEIGELIN daran fest, daß die *Myophoria* der Bleiglanzbank in Deutschland entstanden sei. Wie WAAGEN gibt er nur die beiden Möglichkeiten einer Einwanderung von hier in die Alpen oder einer parallelen Entwicklung in beiden Meeren zu. Er betont auch, daß im zweiten Fall stratigraphische Schlüsse nicht zulässig wären.

Es scheint bisher nicht beachtet worden zu sein, daß die Hypothese der Wanderung unserer Art von Deutschland in die Alpen durch ihre Verbreitung in den Alpen selbst eine gewisse Stütze erhält. Denn diese Wanderung müßte wohl über das tyrrhenische Gebiet erfolgt sein. Es würde dadurch etwas weniger merkwürdig, daß die Art in den Südalpen erscheint, die Nordalpen aber nicht mehr erreichen konnte, bevor die fossilarme Hauptdolomitfazies einsetzte.

In vielen der angeführten Arbeiten ist auch von der zweiten Art der Bleiglanzbank, der „*Corbula rosthorni*“, die Rede. Die Einstellung ihrer Bestimmung gegenüber ist meist ähnlich wie in bezug auf die *Myophoria kefersteini*. Es ist nicht notwendig, hier auf ebensoviele Einzelheiten einzugehen. THÜRACH (1888, S. 97) scheint von dem Vorkommen der *Pseudocorbula rosthorni* im Keuper nicht überzeugt zu sein. Er denkt aber an die Möglichkeit, daß es sich um eine andere alpine Art handelt (über die mir nichts Näheres bekannt ist). PHILIPPI (1898, S. 216) rechnet die Form aus der Bleiglanzbank zu *Pseudocorbula keuperina* QUENST. Die Gattung *Pseudocorbula*, die in Deutschland schon seit dem Röt vorkommt, würde nach ihm in den Alpen fehlen. ZELLER (1908, S. 99—100) geht nicht so weit. Er hält die alpine und die germanische Form zwar für verschiedene Arten, gibt aber zu, daß sie zur selben Gattung gehören. HOHENSTEIN endlich hat (1913,

S. 262) auf Grund von Schloßuntersuchungen die bis heute herrschende Lehre aufgestellt, daß *Pseudocorbula* eine Untergattung von *Myophoriopsis* ist. M. SCHMIDT nennt *Myophoriopsis rosthorni* unter den Arten des deutschen Keupers nicht, fügt aber doch bei *Myoph. keuperina* eine Klammer mit dem Hinweis auf die mögliche Übereinstimmung mit jener Art hinzu (1928, S. 195).

Ich möchte also von *Myophoriopsis rosthorni* bis auf weiteres absehen, dagegen als hinreichend wahrscheinlich annehmen, daß *Myophoria kefersteini* den Raibler Schichten und dem deutschen Mittelkeuper gemeinsam ist. Vereinzelt Angaben deuten darauf hin, daß sie gelegentlich auch noch etwas über der Bleiglanzbank und unter dem Grundgips vorkommt. Nach THÜRACH (1888, S. 129) findet man sie bei Ansbach in Bayern vereinzelt noch in den Estherienschichten, nahe unter dem Schilfsandstein. Nach ASSMANN (1926 b, S. 382) soll sie im Grenzdolomit Oberschlesiens stellenweise häufig sein. Es ist sehr schade, daß über dieses besonders wichtige Vorkommen nicht Näheres bekanntgemacht wurde.

Was folgt aus diesen paläontologischen Ergebnissen für die Stratigraphie? Gerade an *Myophoria kefersteini* hat MOJSISOVICS (1874 a, S. 132) nicht mit Unrecht dargelegt, daß eine eingehende Kenntnis der Faunen im Liegenden und Hangenden einer Biozone notwendig ist, um stratigraphische Schlüsse sicher zu begründen. Die Art kommt nach WAAGEN (1907, S. 62 bis 64) von den Pachykardientuffen bis in die Torer Schichten vor. Da es in den untercordevolischen Cassianer Schichten genug Myophorien gibt, *Myoph. kefersteini* hier aber nicht gefunden wurde (vgl. BITTNER, 1895 b), dürfen wir wohl annehmen, daß sie damals in den Alpen noch nicht lebte.

Weniger gut als nach unten läßt sich ihre Verbreitung gegen oben abgrenzen. Denn aus der norischen Stufe Europas kennen wir ja kaum Faunen, die faziell mit denen von Raibl nahe übereinstimmen. Es wäre also immerhin denkbar, daß die Art zu dieser Zeit noch weitergelebt hat, aber bisher in den Alpen nicht bekannt ist. Uns bleibt wohl kaum etwas übrig, als von dieser unbewiesenen Möglichkeit vorläufig abzusehen. Aber selbst, wenn wir als gegeben annehmen, daß die *Myophoria* der Bleiglanzbank nur im Karinth und im Cordevol vorkommt, kann man das, wie das Schrifttum zeigt, immer noch verschieden ausdeuten. BENECKE (1898 a, S. 137) hat daraus abgeleitet, daß der Gipskeuper, zwischen Grenzdolomit und Schilfsandstein, ungefähr den Raibler Schichten gleichaltrig ist. Die Lettenkohle hielt er, wie wir sahen, für ladinisch. Dagegen schätzt BITTNER (1898, S. 443) den stratigraphischen Umfang dieser Schichtglieder viel geringer ein. Er glaubt, daß die Lettenkohle trotzdem noch ganz gut mit dem Lunzer Sandstein gleich alt sein kann. Ähnlich ist die Vorstellung WÖHRMANN'S (1894 a, S. 765). Nach ihm wäre der untere Gipskeuper tuvalisch. *Myophoria kefersteini* und *Myophoriopsis rosthorni* sollen während dieser Helikie über den vindelizischen Rücken aus den Alpen nach Deutschland eingewandert sein. Das ist natürlich nur denkbar, wenn sie in den Alpen entstanden sind — wieder ein gutes Beispiel für die Wichtigkeit paläogeographischer und phylogenetischer Erkenntnisse als Grundlage der Chronologie.

Ich möchte bei dieser Frage hier nicht länger verweilen, sondern nur

festhalten, daß die Bleiglanzbank wahrscheinlich karnisch oder frühestens obercordevolisch ist. Sollte es sich erweisen, daß *Myoph. kefersteini* wirklich schon im Grenzdolomit auftritt, dann wäre wohl dieser als altersgleich mit den Pachykardientuffen, die Bleiglanzbank aber ungefähr als julisch anzusehen.

Nach STUR (1871, S. 202, 247, 256) soll *Anoplophora brevis* und *Estheria minuta* der Lettenkohle und den Lunzer Schichten gemeinsam sein. Man wird auf solche Fossilien aber nicht ohne weiteres größeren stratigraphischen Wert legen dürfen.

Für den Schilfsandstein bietet außer der Flora, die später besprochen werden soll, KOKENS glücklicher Stegozophalenfund einen wertvollen Anhaltspunkt (KOKEN, 1913, S. 19; DIENER, 1915 a, S. 438). *Metopias sanctae crucis* ist nach KOKEN (S. 24) von *Met. diagnosticus* kaum sicher zu trennen. (Mit dem kleineren *Met. stuttgartensis* aus den Lehrbergschichten ist ein Vergleich wegen der Verschiedenheit der erhaltenen Teile nicht gut möglich.) Wir dürfen also wohl vermuten, daß seine Fundschicht etwa gleich alt mit dem Schilfsandstein ist. Leider ist das Profil vom Heiligen Kreuz im Abteitale (nordöstliche Dolomiten) ja ziemlich schwierig (vgl. OGILVIE GORDON, 1927 I, S. 151—152). Es scheint aber, daß die klastischen Schichten, die den *Metopias*-Schädel geliefert haben, wohl als julisch (vermutlich oberjulisch) angesehen werden dürfen (DIENER, 1915 a, S. 438). Dann ist also der Schilfsandstein noch julisch.

Während bezüglich der Herkunft der Fauna des unteren Gipskeupers immerhin noch Meinungsverschiedenheiten bestehen, scheint es ziemlich allgemein zugegeben zu sein, daß über dem Schilfsandstein die Muschelkalkfauna vollständig erloschen ist, daß die hier auftretenden meerischen Arten Einwanderer — vermutlich aus den Alpen — sind (ZELLER, 1908, S. 118; LANG, 1911, S. 234; viel weniger entschieden FRANK, 1929, S. 572). Zwei Schichtglieder sind in diesem oberen Teil des Mittelkeupers besonders durch das Vorkommen mariner Versteinerungen ausgezeichnet, die Lehrbergschichten und der Gansinger Dolomit. Sie können im Alter nicht sehr verschieden sein, wenn auch der stratigraphische Umfang des Dolomits in vielen Profilen größer ist. Über ihr Auftreten vergleiche man die Tabellen bei M. SCHMIDT (1928, gegenüber S. 32), bei STOLL (1929, S. 56, 57) und besonders bei VOLLRATH (1928, S. 200 und gegenüber S. 255). Beschreibungen der Lehrbergschichten findet man außerdem bei THÜRACH (1888, S. 157) und HENNIG (1923, S. 128). Der Ort Lehrberg liegt bei Ansbach in Bayern.

In älterer Zeit wird aus den Lehrbergschichten öfter *Anoplophora* (= *Anodontophora*) *münsteri* WISSM. sp. angegeben (NIES, 1868, S. 53; EMMRICH, 1873, S. 849). Es wird sich dabei aber wohl immer um *Pleuromya compressa* SANDB. handeln. DIENER (1923 b, S. 233) gibt *Anodontophora münsteri* überhaupt nicht aus der deutschen Trias an, nach M. SCHMIDT (1928, S. 180) kommt sie nur im *Trigonodus*-Dolomit und in der Lettenkohle vor.

Stratigraphisch brauchbar sind einige andere Arten der Lehrbergschichten, die meist mit den Gansinger Schichten gemeinsam sind und bei diesen besprochen werden sollen.

Der Gansinger Dolomit ist im südwestlichsten Deutschland und besonders in der Nordschweiz entwickelt. Er vertritt nach VOLLRATH (1928, S. 252) alle Schichtglieder vom Hauptsteinmergelkeuper bis zum mittleren Stubensandstein. Im oberen Teil, der etwa dem zuletzt genannten Horizont entspricht, treten die Fossilien hauptsächlich auf. Der Dolomit ist viel weniger mächtig als die gleichzeitigen kontinentalen Bildungen (ebenda S. 301). Wenn VOLLRATH (S. 284) die Entstehung des Dolomits auf einen Binnensee zurückführt, wird man ihm darin kaum folgen können. Eher wird wohl die zweite von ihm erwogene Möglichkeit, eine kurz dauernde Meeresverbindung (S. 286), das Richtige treffen. Jedenfalls war die Wasserbedeckung zur Zeit der Lehrbergschichten in NW-Deutschland eine recht allgemeine, so daß die Fauna sich ziemlich weit nach N ausbreiten konnte.

Die Tierwelt der Gansinger Schichten setzt sich hauptsächlich aus folgenden Arten zusammen (VOLLRATH, 1928, S. 252):

- Avicula gansingensis*
- + *Myophoria vestita*
- + ? *Anodontophora asciaeformis*
- Pseudocorbula elongata*
- + *Cardita gümbeli*
- Coelostylina arenacea*
- + ? *Natica turbilina*.

Die mit einem + versehenen Arten kommen auch in den Alpen vor. *Anodontophora asciaeformis* wird von manchen für eine Varietät der der deutschen Lettenkohle und den ostalpinen Raibler Schichten gemeinsamen *Anodontoph. lettica* angesehen (M. SCHMIDT, 1928, S. 180). *Naticella turbilina* ist eine Art der ansisischen Stufe der Südalpen. Mit dem Namen ist in unserem Falle wohl nicht viel anzufangen.

Daß die angeführte Fauna sehr nahe Beziehungen zu der der Raibler Schichten hat, ist schon lange bekannt (ZELLER, 1908, S. 118; KOKEN, 1913, S. 18—19).

Myophoria vestita ist nach KOKEN mit *Myoph. whateleyae* auf das engste verwandt. Diese Gruppe ist nach den bisherigen Erfahrungen auf die Raibler Schichten beschränkt. Sie kommt weder in den Cassianer Schichten noch im Hauptdolomit vor. (Vgl. dazu auch BITTNER, 1895 b, S. 104 und BENECKE, 1906, S. 6.) FRANK (1929, S. 572) hält auch in diesem Fall eine Entstehung der Art in Deutschland, in einem Asyl mariner Formen, für möglich. Doch ist ihm die Einwanderung aus den Alpen wahrscheinlicher. Innerhalb der karnischen Stufe der Ostalpen scheint *Myoph. vestita* hauptsächlich den Torer Schichten, also dem Tuval, anzugehören (BITTNER, 1895 b, S. 104).

Weniger geklärt ist die Deutung von *Cardita gümbeli*. Nach M. SCHMIDT (1928, S. 195) sind gegenüber dem Typus von St. Cassian immerhin merkbare Unterschiede, besonders in bezug auf den Schalenumriß, vorhanden. DIENER (1923 b, S. 196) nimmt die Bestimmung ZELLERS allerdings an.

Trigonodus keuperinus aus den Lehrbergschichten von Eisbach bei Gaildorf (Württemberg) soll vielleicht identisch sein mit *Trig. bittneri* WAAGEN

von Romerlo bei Cortina (KOKEN, S. 19). Diese Art dürfte wohl den oberen Cassianer Schichten angehören (vgl. OGILVIE, 1928, S. 101).

Mehr noch als bei der Fauna der Bleiglanzbank ist bei derjenigen der Gansinger Schichten infolge ihrer hohen Lage die Frage nahegerückt, ob sie nicht vielleicht norisch sein könnte. Es sei in diesem Zusammenhang daran erinnert, daß TORNQUIST (1909, S. 917) aus Katalonien einen Dolomit mit *Myophorio vestiti* beschrieben hat. KOKEN (1913, S. 19) glaubt, daß es sich auch hier um ein karnisches Gestein handelt, wogegen TORNQUIST nach S. 917 und der Tabelle auf S. 912 an eine Vertretung des Hauptdolomits dachte. Beides schließt sich wohl nicht aus (vgl. PIA, 1923, S. 53).

Zuletzt sei erwähnt, daß man auch in dem Auftreten von Käfern sowohl in der alpinen Trias als in der Lettenkohle einen Anhaltspunkt für stratigraphische Vergleiche zu sehen vermeinte. HEER hat die betreffenden Arten unter dem Namen *Glaphyroptera pterophylli* und *Curculionites prodromus* beschrieben (in ESCHER, 1853, S. 133). Später wurden die Gattungsnamen in *Pseudobuprestites* und *Pseudocurculionites* geändert (HANDLIRSCH, 1908, S. 399). Die Insekten wurden in Sandsteinen und Schiefern bei Vaduz (Liechtenstein) gefunden, die offenbar den Lunzer Schichten zugehören (vgl. RICHTHOFEN, 1859, S. 133). SANDBERGER (1867, S. 199 und 203) gab nun an, daß er *Curculionites prodromus* und *Glaphyroptera spec.* auch in der Lettenkohle bei Würzburg, und zwar in ihrem tieferen Teil, gefunden habe. Darin hat man eine Stütze der Lehre von der Gleichaltrigkeit der beiden Absätze sehen wollen (WÖHRMANN, 1894 a, S. 764). Schon BENECKE (1868, S. 66) hatte allerdings vor einer solchen Einschätzung gewarnt. Die Nachuntersuchung der alpinen Stücke durch HANDLIRSCH (1908, S. 399) hat überdies ergeben, daß sie zu einer näheren Bestimmung ungeeignet sind, ja nicht einmal die Familie sicher erkennen lassen. Von dem angeblichen *Curculionites* sagt HANDLIRSCH, der Abdruck sei „gerade noch gut genug, um mit einiger Sicherheit die Koleopterenatur des Objekts feststellen zu können“. Über die Funde bei Würzburg äußert sich HANDLIRSCH leider nicht. Sie waren ihm wohl nicht bekannt. Es ist aber schon aus dem Gesagten zu entnehmen, daß eine spezifische, ja auch nur generische Übereinstimmung der alpinen und germanischen Reste in keiner Weise belegt ist. Denn was für eine Bedeutung soll die Einreihung in eine Art haben, deren Typus so ganz unzureichend ist, wie bei dem *Curculionites*? Irgend welche stratigraphischen Schlüsse können also auf diese Stücke nicht gegründet werden.

3. Paläobotanische Beweise.

Da sowohl im Keuper als im alpinen Karinth Landpflanzen ziemlich reichlich erhalten sind, wurden sie begreiflicherweise seit jeher als Mittel zum Altersvergleich mit herangezogen. Von den allgemeinen Einwänden gegen die stratigraphische Brauchbarkeit der Landpflanzen war schon auf S. 126 die Rede. Vgl. dazu etwa auch noch FRECH, 1908 (S. 41), der die Verwendung der Landflore ganz ablehnt, und BENECKE, 1895 (S. 237—238),

der von ihrem Wert überzeugt ist, allerdings etwa zu sehr mit Florenzonen rechnet.

Die ganze Frage der germanischen und alpinen Obertriasfloren ist durch die Untersuchungen FRENTZENS so sehr umgestaltet worden, daß die früheren Veröffentlichungen kaum mehr als ein geschichtliches Interesse haben. Ich kann mich über sie deshalb kurz fassen.

Das Auftreten von Lettenkohlenpflanzen in den Alpen ist schon von ESCHER (1853, S. 28) erwähnt worden. GÜMBEL rechnete die alpinen Schichten, die diese Pflanzen führen, zu seinen Partnachsichten (1861, S. 209 und 215). Die Flora mit *Taeniopteris marantacea*, *Chiropteris digitata* und *Pterophyllum longifolium* würde nach ihm unmittelbar über dem alpinen Muschelkalk, unter dem Wettersteinkalk, liegen. Diese Deutung hat sich bekanntlich als unhaltbar erwiesen. Schon EMMRICH (1873, S. 732) vermutete, daß die Flora des Scharfmösl bei Klais nördlich Mittenwald in Südbayern eigentlich den Raibler Schichten angehört. WÖHRMANN hat dann (1888, S. 70ff.) klar auseinandergesetzt, daß die landpflanzenführenden Schichten der Nordalpen, in denen GÜMBEL eine Vertretung der Lettenkohle sah, nicht zu den ja auch faziell sehr abweichenden Partnachsichten gehören, sondern normal stets über dem Wettersteinkalk liegen. Sie bilden einen Teil der Raibler Schichten. Zu demselben Ergebnis kommt SKUPHOS (1892, S. 139). Er gibt auch (S. 88 bis 107) einen geschichtlichen Überblick über die Erforschung der angeblich den Partnachsichten angehörigen Landpflanzenreste.

Die Flora von Lunz und die von Raibl ist wohl nicht ganz gleich alt. Im wesentlichen ist der Unterschied zwischen beiden aber fazieller Art (BENECKE, 1898 a, S. 146, mit Berufung auf STUR).

Nachdem die stratigraphischen Verhältnisse in den Alpen geklärt waren, spitzte sich die Frage im wesentlichen darauf zu, ob die karnischen alpinen Floren der Lettenkohlen- oder der Schilfsandsteinflora zu vergleichen sind. Zwar ist die Bemerkung von MOJSISOVICS (1874 a, S. 134), daß dem Lunzer Sandstein im Keupergebiet nicht auch ein pflanzenführendes Gestein entsprechen muß, ganz zutreffend. Bedenkt man aber, daß die Pflanzenwelt sich zwischen Lettenkohle und Rhät offenbar überhaupt nur wenig geändert hat, so fällt diese Schwierigkeit nicht sehr ins Gewicht. Die Frage ist eben richtiger so zu stellen: Welcher von den bekannten deutschen Triasfloren steht die Lunzer Flora am nächsten?

Die Beantwortbarkeit dieser Frage hängt nicht zum wenigsten davon ab, ob zwischen Lettenkohlen- und Schilfsandsteinflora ein hinlänglicher Unterschied besteht. Das Verhältnis beider ist recht verschieden beurteilt worden. NIES (1868, S. 50—51) hebt ihre Verschiedenheit stark hervor. Nach ihm würden unter elf Arten des oberen Schichtgliedes nur vier auch im unteren vorkommen. BENECKE dagegen scheinen beide sehr ähnlich (1895, S. 239; 1898 a, S. 111, 139—140, 144; 1906, S. 2), nur daß die jüngere ärmer ist. Er hält eine Unterscheidung der beiden Schichtglieder auf Grund der Landpflanzen für unmöglich. Lettenkohlendstein und Schilfsandstein wurden bekanntlich früher oft miteinander verwechselt.

Die älteren Vergleiche waren von der Überzeugung ausgegangen, daß

die reiche Flora von Neuwelt bei Basel eine Lettenkohlenflora sei (z. B. BENECKE, 1898 a, S. 124). Nun hat sich aber herausgestellt, daß sie vielmehr dem Schilfsandstein angehört. Vgl. BENECKE, 1906, der auch eine Geschichte der Auffassung des Profils von Neuwelt gibt, ferner KRASSER, 1909 (S. 15) und FRENTZEN, 1922 a (S. 1). Damit sind alle älteren Florenvergleiche in der Obertrias hinfällig. FRENTZEN hat auf Grund der älteren Fossilisten und eigener Erfahrungen die beiden Keuperfloren kritisch zusammengestellt (vgl. bes. die Tabelle auf S. 10—11). Von 57 Pflanzen des germanischen Keupers kommen 19 sowohl in der Lettenkohle als im Schilfsandstein vor, 20 nur in jener, 17 nur in diesem. Doch ist der Schilfsandstein besser durch verbreitete Leitformen gekennzeichnet als der Lettenkohlendstein. Er zeigt schon einige Anklänge an die Rhät-Liasflora, die im unteren Keuper noch fehlen.

Was die Ansichten über die Parallelisierung der alpinen und außer-alpinen Floren betrifft, so sind diese ja eigentlich durch die chronologische Einreihung der Lettenkohle schon gegeben. Ich kann diesbezüglich auf S. 138—139 zurückverweisen und hebe nur einige Angaben hervor, die sich im besonderen auf die Landpflanzen beziehen.

ALBERTI (1864, S. 292 und 328) vertrat die Meinung, daß die alpine karnische Flora eine Schilfsandsteinflora sei, doch sind die Angaben über die Fundschichten in den Alpen nur sehr schwer verständlich. MOJSISOVICS hat sich ebenfalls gegen ein Lettenkohlenalter der Lunzer Pflanzen erklärt (1874 a, S. 134). Er weist darauf hin (1893, S. 813—814), daß schon in den Wengener Schichten eine Keuperflora auftritt, so etwa in der Gegend von Idria. Deshalb müßten die Raibler Schichten jünger als der Kohlenkeuper sein. Auch BENECKE neigt der Ansicht zu, daß die Lunzer Flora etwas jünger als die Lettenkohlenflora ist (1898 a, S. 111). Doch hält er diesen Schluß nicht für sehr sicher. Man könne nur behaupten, daß die Lunzer Flora jedenfalls eine Keuperflora sei (1895, S. 240). Eine genaue Parallelisierung der Lunzer Flora mit der des Schilfsandsteins billigt er nicht (1906, S. 7).

Dagegen ist STUR, der ja die fossilen alpinen Floren wohl am besten kannte, entschieden für die Gleichzeitigkeit von Lunzer Schichten und Lettenkohle eingetreten (1871, S. 255). Er stützt sich dabei allerdings augenscheinlich vor allem auf den Vergleich mit den Pflanzen von Neuwelt bei Basel. STUR sind — ohne eigene paläobotanische Untersuchungen — verschiedene Geologen, wie BITTNER und WÖHRMANN (1888, S. 72; 1894 a, S. 764) gefolgt.

Gewissermaßen eine vermittelnde Stellung nimmt EMMRICH ein. Er möchte die Pflanzen der Fischschiefer von Raibl der Lettenkohle zuteilen (1873, S. 749). Dagegen hält er daran fest, daß die Flora von Lunz jünger ist und dem Schilfsandstein entspricht (S. 760, 770, auch S. 850). BENECKE endlich verhält sich gegen eine stratigraphische Bewertung der Lunzer Flora ablehnend, solange nicht alle in Betracht kommenden Landpflanzen genauer untersucht sind (1898, S. 222).

Nun steht ja die große, entsprechend ausgestattete Beschreibung der Lunzer Landpflanzen bekanntlich bis heute aus. Immerhin sind unsere Kenntnisse allmählich etwas vorgeschritten und FRENTZEN konnte ihre neue strati-

graphische Auswertung versuchen (1922 b). Nach ihm ist etwa $\frac{1}{3}$ der Pflanzenarten von Lunz auch im germanischen Keuper vorhanden. Keine einzige dieser Arten ist in Deutschland auf die Lettenkohle beschränkt. (Es gibt allerdings überhaupt sehr wenige Arten, die sich so verhalten.) Zwei Neuntel der Lunzer Arten kommen sowohl in der Lettenkohle als im Schilfsandstein vor. Von diesen sind meist solche häufig, die im hangenden Schichtglied reichlicher als im liegenden vertreten sind (Ausnahme *Neocalamites meriani* HEER, der in der Lettenkohle häufiger ist). Einige Arten der Lunzer Schichten sind auf den Schilfsandstein beschränkt, nämlich:

Equisetites aff. *platyodon* BRONGN.,
Speirocarpus virginienensis STUR,
Macrotaeniopteris simplex STUR,
Clathropteris reticulata KURR.

Andere zeigen wenigstens nähere Verwandtschaft mit den jüngeren Arten als mit den älteren der gleichen Gattung.

Die Anklänge an die Rhät-Liasflora, die schon für den Schilfsandstein erwähnt wurden, sind in der Lunzer Flora noch deutlicher.

Die größte Ähnlichkeit haben die Lunzer Pflanzen mit denen von Neuwelt. Im allgemeinen läßt sich eine Abnahme der gemeinsamen Arten feststellen, wenn man im deutschen Schilfsandstein von S gegen N geht. FRENTZEN hält es aber für möglich, daß das eine Folge zufälliger Lücken in der Kenntnis ist. Nadelhölzer sind in Lunz und Neuwelt viel seltener als sonst im Schilfsandstein, wo Pflanzenreste vorwiegend bloß eingeschwemmt vorkommen. Wahrscheinlich waren jene Standorte verhältnismäßig feucht, die nördlichen dagegen trockener. Das Gestein von Lunz und Neuwelt stimmt vollständig überein, wie ja schon STUR hervorgehoben hatte.

FRENTZEN gelangt zu dem Schluß, daß die Schichten von Lunz mit dem Schilfsandstein ungefähr gleichaltrig sein müssen.

Merkwürdig ist die aus dem Gesagten sich ergebende Vorstellung, daß die Rät-Liasflora sich in den Alpen früher einstellen soll als in Deutschland. Wir haben verschiedene Gründe, anzunehmen, daß diese Flora einer ziemlich kühlen Zeit entspricht (PIA, 1920 a, S. 184 bis 186). Sie sollte also im N früher auftreten. Es mag allerdings sein, daß bei der Verschiebung der Pflanzen weniger die Wärme als die Feuchtigkeit den Ausschlag gab. Bei den Algen kommt jene wohl reiner zur Geltung. Es könnte aber auch die Lunzer Flora noch etwas jünger als die Schilfsandsteinflora sein. Leider fehlen uns sowohl in Deutschland als in den Alpen höhere pflanzenführende Triassschichten, an denen sich das prüfen ließe. Andererseits sind auch die Landpflanzen des alpinen Ladins zu unvollständig bekannt, um zu beurteilen, ob sie sich der Lettenkohlenflora enger anschließen.

Als das Wahrscheinlichste ergibt sich immerhin derzeit auch aus der Untersuchung der Landpflanzen, daß der Schilfsandstein julisch ist.

Die angeführten paläontologischen Beziehungen weisen also recht übereinstimmend darauf hin, daß der Gipskeuper im wesentlichen der karnischen

Hauptstufe angehört. Eine schärfere Einteilung ist allerdings kaum möglich. Gewisse Andeutungen hatten wir dafür, daß der oberste Kohlenkeuper mit dem Grenzdolomit obercordevolisch sein könnte. Der Schilfsandstein scheint, wie eben gesagt, noch julisch zu sein. Dann wären die bunten Mergel mit ihren Einlagerungen, den Lehrbergschichten und Gansinger Schichten, als tuvalisch anzusehen. *Myophoria vestita* würde sich dieser Deutung gut einfügen.

Angaben über den Nachweis der norischen Hauptstufe im deutschen Keuper sind mir kaum bekannt. Ich habe schon erwähnt, daß LANG wenigstens für einen Teil von ihr eine Lücke angenommen hat (S. 122 und 139). Nur bei BLANCKENHORN (1885, S. 235) und BENECKE (1895, S. 240, Anm. 1) finde ich die Bemerkung, daß *Perna keuperina* (bei BENECKE durch Schreibfehler „*Perna triasina*“) manchen Varietäten der *Gervillia exilis* aus dem Hauptdolomit sehr ähnlich sei. Die genannte Art tritt in der Eifel im Steinmergelkeuper, dem letzten Schichtglied unter dem Rhät, auf. Wie weit der gezogene paläontologische Vergleich berechtigt ist, kann ich schwer beurteilen. Nach einer späteren eingehenderen Beschreibung BENECKES (1906, S. 8 bis 10) ist es mir nicht wahrscheinlich, daß beide Arten zusammenfallen.

IV. Der anisische Anteil der germanischen Trias.

1. Ansichten.

Die Untergrenze der anisischen Stufe in Deutschland ist durch die Überlegungen des Kapitels II schon festgelegt und braucht uns hier nicht mehr weiter zu beschäftigen. Bezüglich der Obergrenze möchte ich wieder einige Hauptgruppen der Ansichten unterscheiden und zusammenstellen. Eine kurze Übersicht über ältere Parallelisierungsversuche hat auch RASSMUS (1913, S. 229 bis 232) gegeben.

a) Zurechnung des ganzen Muschelkalkes zum Anis.

Einer der ersten, der diese Ansicht ausdrücklich aufgestellt hat, ist wohl STUR (1865, S. 248). Die von ihm — hauptsächlich auf Grund der Untersuchung alpiner Brachiopodenfaunen — vorgeschlagene Parallelisierung ist folgende:

Illyr = oberer deutscher Muschelkalk

Pelson = Schaumkalk.

Von der Wellenkalkgruppe und vom Anhydritgebirge ist nicht ausdrücklich die Rede.

Später hat STUR seine Deutung noch dadurch ausgebaut und gestützt, daß er die Buchensteiner Kalke der Südalpen zu den Reiflinger Kalken zog. Er parallelisiert nun folgendermaßen:

Reiflinger Kalk = Buchensteiner Schichten = Hauptmuschelkalk,

Mendeldolomit = mittlerer Muschelkalk (Dolomit in Oberschlesien),

Virgloriakalk = Recoarokalk = Gutensteiner Kalk = Wellengebirge (1868 b, S. 567; 1871, S. 232). Einen näheren Vergleich der *Gracilis*- und

Brachiopodenschichten mit bestimmten Teilen des deutschen Muschelkalkes hält er nicht für möglich.

Weniger folgerichtig ist die Auffassung des sonst so vortrefflichen HAUER (1866). Er zeigt in sehr einleuchtender Weise, daß im alpinen Illyr alle dem oberen deutschen Muschelkalk eigentümlichen Arten fehlen. Dagegen enthalte diese Stufe mehrere Arten, die in Deutschland auf den unteren Muschelkalk beschränkt sind (ähnlich auch 1878, S. 361 und 362). Er schließt daraus aber nicht, daß die Schaumkalkgruppe illyrisch ist, sondern hält es für richtiger, den Virgloriakalk nur als Ganzes dem deutschen Muschelkalk gleichzusetzen, auf einen Vergleich der Unterabteilungen dagegen zu verzichten. Dieser Vorgang kann nun kaum gebilligt werden. Er gründet sich offenbar wieder auf eine einseitige Theorie der Faunen zonen. In Wirklichkeit gibt es keinen Grund, die Frage abzuweisen, welche Teile der deutschen Trias den einzelnen Stufen des allgemeinen Schemas angehören. Später scheint HAUER das Unbefriedigende seiner Auslegung erkannt zu haben (siehe unten).

MOJSISOVICS schließt sich (1869, S. 123) der Ansicht HAUERS an, daß man vorläufig nur den alpinen und germanischen Muschelkalk als Ganzes einander gegenüberstellen könne. Eine Vertretung des Hauptmuschelkalkes im Ladin der Alpen lehnt er ausdrücklich ab, weil zwischen anisischen und ladinischen Faunen angeblich ein so außerordentlich scharfer Schnitt bestehe. Später hat sich MOJSISOVICS im Zusammenhang mit seiner Trennung zweier Faunen zonen des alpinen Muschelkalkes entschiedener ausgesprochen (1873, S. 298; 1874 a, S. 86 und 128). Er setzt die Schichten mit *Balatonites balatonicus* dem Wellenkalk, die mit *Arcestes studeri* dem Hauptmuschelkalk ungefähr gleich, ohne freilich eine vollständige Deckung der verglichenen Zeiträume zu behaupten. Auch 1879 (S. 49) werden Hauptmuschelkalk und Illyr als ungefähr homotax angesehen. 1893 (S. 813) wird noch einmal betont, daß der Beginn des Keupers in den Alpen nicht nachweisbar sei. Eine sichere Feststellung des Hauptmuschelkalkes in den Alpen wäre nur durch einen Fund von *Ceratites nodosus* in den Alpen oder alpiner Ammoniten im oberen deutschen Muschelkalk zu gewinnen. Als durch die Entdeckung TORNQVISTS im Vizentin diese Forderung erfüllt war, hat MOJSISOVICS (1896, S. 354 und 370) seine frühere Deutung etwas geändert. Jetzt ist nur mehr der Trochitenkalk anisisch, der Rest des Hauptmuschelkalkes aber ladinisch. Es wird auch versucht, in der deutschen Mitteltrias Ammoniten zonen zu unterscheiden und diese mit solchen der Alpen zu vergleichen. Das dürfte wohl zu keinem ganz zutreffenden Bild führen.

b) Zurechnung des Hauptmuschelkalkes allein zum Anis.

Auf diese etwas eigentümliche Ansicht kommen die Parallelisierungen bei ALBERTI (1864, S. 272, 283, 294) hinaus. Sein Verfahren ist aber noch sehr mangelhaft. Da der Begriff der Stufe fehlt, muß er sich darauf beschränken, die in dem einen Gebiet vorhandenen Schichtglieder in dem anderen zu suchen, was oft zu keinem und oft zu einem sehr gezwungenen Ergebnis führt. Die paläontologischen Beweise, die er nennt (S. 285), können heute nicht mehr überzeugen. Ein dauernder Gewinn zur Klärung der besprochenen Frage ist aus der Arbeit ALBERTIS kaum entstanden.

c) Zurechnung des ganzen Wellengebirges zum Anis.

Diese Ansicht ergibt sich aus der von ECK als die wahrscheinlichste vorgeschlagenen Parallelisierung des Virgloriakalkes mit dem oberen Wellengebirge und des Gutensteinerkalkes mit dem unteren Wellengebirge (1865, S. 145—146, 151). Doch betont ECK, daß der Virgloriakalk möglicherweise auch den oberen Muschelkalk mit vertreten könnte.

Nach SANDBERGER (1866, S. 35—36) wäre der Hauptmuschelkalk nicht mehr im alpinen Muschelkalk, sondern „zwischen dem Virgloriakalk und den Partnachschiechten“ zu suchen. Das geht wohl auf irrige Angaben GÜMBELS zurück, da zwischen den Genannten ja tatsächlich kein weiteres Schichtglied liegt. In einer etwas späteren Tabelle (1867, S. 154) wird ebenfalls das Anis dem Wellengebirge gleichgesetzt. Beide werden in drei Teile geteilt, so daß das Pelson dem mittleren Wellengebirge mit der Hauptmasse der Brachiopodenbänke entspricht.

BENECKE tritt (1868, S. 48) dafür ein, daß die *Gracilis*-Schichten von Recoaro dem unteren, die Brachiopodenschichten dem oberen Wellengebirge gleichstehen. Doch bezweifelt er, ob die beiden Stufen auch im nordalpinen Muschelkalk getrennt werden können (S. 52). Eine Vertretung des Hauptmuschelkalkes konnte er im Vizentin nicht nachweisen. Er denkt an eine Trockenlegung der Alpen während dieser Zeit (1866, S. 59, 60).

Die hierher gehörigen Ansichten, die LEPSIUS, WÖHRMANN, ROTHPLETZ vorgetragen haben, sollen erst beim Ladin näher besprochen werden, mit dem sie sich eigentlich befassen.

Im Jahre 1878 (S. 370) ist HAUER — anders als in seiner schon besprochenen früheren Arbeit — geneigt, die Buchensteiner und Wengener Schichten für altersgleich mit dem Hauptmuschelkalk zu halten. Dann würde also im wesentlichen das Wellengebirge als Vertreter der anisischen Stufe verbleiben.

Hier sei auch die Deutung TORNQUISTS erwähnt, obwohl sie streng genommen in unser Schema nicht paßt. Er parallelisiert (1901 a, S. 109) folgendermaßen:

Illyr = mittlerer Muschelkalk
Pelson = Schaumkalkgruppe
Hydasp = Wellenkalkgruppe

(etwas abweichend 1896, S. 28, und 1900 a, S. 152).

DIENER sagt (1915 a, S. 438), daß der untere deutsche Muschelkalk der *Trinodosus*-Zone entsprechen dürfte. Er kann damit aber wohl nicht meinen, daß Pelson und Hydasp im Buntsandstein zu suchen sind, so daß ich seine Arbeit hier anführen darf.

d) Beschränkung des Anis auf das untere Wellengebirge.

AHLBURG (1906, S. 138) sieht im Gorasdzser Kalk eine Vertretung der *Trinodosus*-Schichten. Da er den Himmelwitzer Dolomit noch zum Wellengebirge rechnet, finden wir hier zum ersten Male in dieser Übersicht eine Auffassung, nach der nicht einmal das ganze Wellengebirge anisisch ist. Allerdings gilt dies nur, wenn man nicht im Sinn der neueren Ansicht den Diplopendolomit dem mittleren Muschelkalk zuweist.

Noch weiter ist in der gleichen Richtung RASSMUSSE gegangen. Nach ihm entspricht die Grenze zwischen Wellenkalkgruppe und Schaumkalkgruppe der zwischen Anis und Ladin (1913, S. 237; 1915, S. 303). Ich bin ihm bei früherer Gelegenheit (1920 a, S. 179) gefolgt.

Im ganzen scheint eine — wenn auch durchaus nicht einheitliche — Neigung zu bestehen, den Umfang der anisischen Stufe innerhalb der deutschen Trias zugunsten der ladinischen zu verkleinern. Es wird das weiterhin noch deutlicher hervortreten.

2. Paläozoologische Beweise.

Es ist durchaus nicht meine Absicht, hier eine vollständige Übersicht der alten Arbeiten über gemeinsame Versteinerungen der alpinen und germanischen Mitteltrias zu geben. Ich hebe nur einige hervor, die mir besonders beachtenswert scheinen. Vgl. dazu auch HAUERS kurze Übersicht über die ältesten Funde dieser Art (1857 a).

BRONN erwähnt schon im Jahre 1826 (S. 547) eine Art der germanischen Trias — „*Mytilus socialis*“ — aus dem Muschelkalk von Civillina im Vizentin.

Die erste größere Liste solcher gemeinsamer Formen verdanken wir GIRARD (1843, S. 474). Sie gründet sich auf Material von Recoaro, das CATULLO gesammelt und der Universität Padua übergeben hatte. Besonders wichtig sind die Brachiopoden:

Terebratula vulgaris
„*Terebratula*“ *trigonella*
„*Terebratula*“ *decurtata*.

Diese letzte Art beschreibt GIRARD als neu, hebt aber hervor, daß er sie auch bei Tarnowitz in Oberschlesien sicher nachgewiesen habe.

Unabhängig von GIRARD ist die Mitteilung ZEUSCHNERS (1844), der einige Arten des deutschen Muschelkalkes, so *Terebratula vulgaris* und *Spirigera trigonella*, selbst bei Recoaro gesammelt hat.

L. v. BUCH hat in den Vierzigerjahren wiederholt auf die Vorkommen der Muschelkalkversteinerungen in den Südalpen und besonders auf ihre Beziehungen zu denen in Oberschlesien hingewiesen (1848, 1849).

CATULLO gab im Jahre 1847 eine Zusammenfassung seiner Funde von Triasfossilien in den venetianischen Alpen. Es handelt sich um Brachiopoden, Bivalven, Krinoiden, deren Bestimmung freilich zum guten Teil nicht mehr aufrecht erhalten werden kann. Es finden sich darunter zweifellos untertriadische Arten. Der Vergleich mit Formen aus dem Karbon oder dem Jura ist selbstverständlich nur durch den damaligen Stand der Forschung zu erklären. Über ältere Arbeiten desselben Forschers vergleiche man das Schriftenverzeichnis, das 1857 in Padua erschienen ist.

Sehr wesentlich erweitert hat SCHAUROTH (1855 und 1859) die Muschelkalkfauna von Recoaro. Er hat auch schon erkannt, daß es sich bei den hier und in Deutschland vorkommenden Arten ganz vorwiegend um solche des

unteren deutschen Muschelkalkes handelt, wogegen für den oberen Muschelkalk bezeichnende Formen fehlen (1855, S. 522).

BENECKE (1866 und 1868) hat das große Verdienst, zuerst die Versteinerungen der verschiedenen Muschelkalkschichtglieder von Recoaro, im besonderen der *Gracilis*-Schichten und der Brachiopodenschichten, klar auseinandergehalten zu haben.

Einen Fund von Muschelkalkbrachiopoden in der Lombardei hat ESCHER (1853, S. 108) als Erster beschrieben. Über ihr Vorkommen in den Nordalpen, nämlich bei Reutte in Nordtirol, berichtet zuerst HAUER (1857 b, unter Hinweis auf fast gleichzeitige Funde ESCHERS von der LINTH).

Einen neuen Gesichtspunkt brachte STUR (zuerst 1865, S. 247—248) in den Vergleich der alpinen und germanischen Muschelkalkbrachiopoden. Er glaubte nämlich, im alpinen Muschelkalk zwei Brachiopodenfaunen unterscheiden zu können. Die tiefere wäre durch *Rhynchonella decurtata* ausgezeichnet. Zephalopoden waren damals in diesem Schichtglied nicht bekannt. Hieher gehört der Brachiopodenkalk von Recoaro. Er entspricht der Schaumkalkgruppe, dem Mikultschützer Kalk in Oberschlesien. Im oberen alpinen Muschelkalk kommt zusammen mit den Zephalopoden „*Rhynchonella* cf. *semiplecta*“ vor, die von BITTNER später als *Rhynchonella trinodosi* beschrieben wurde. Dieses Gestein könnte nach STUR dem oberen deutschen Muschelkalk entsprechen. *Rhynchonella trinodosi* ist im germanischen Gebiet nicht bekannt. Es erscheinen aber im deutschen Hauptmuschelkalk andere „alpine“ Brachiopoden aus dem Wellengebirge wieder (STUR, 1871, S. 231—232), und zwar solche, die auch im Reiflinger Kalk enthalten sind.

Im Jahre 1866 setzte HAUER sich mit diesem Vorschlag auseinander. Es sei bisher kein Profil bekannt, in dem die Brachiopodenschichten mit *Rhynchonella decurtata* und die Zephalopodenschichten einander überlagern. Zephalopoden kommen gelegentlich unmittelbar über den Werfener Schichten vor (Dont in den Dolomiten). Es sei deshalb sehr möglich, daß der Unterschied zwischen den Brachiopodenschichten und den Zephalopodenschichten nur ein fazieller ist.

LEPSIUS (1876) schloß aus dem Zusammenvorkommen der pelsonischen Brachiopoden mit Zephalopoden im westlichen Südtirol, daß die Brachiopodenkalke von Recoaro und die Reiflinger Kalke (im Sinne STURS) nicht altersverschieden sind.

Alle diese Schwierigkeiten sind dadurch behoben worden, daß MOJSISOVICS (1872, 1873) im alpinen Muschelkalk zwei Zephalopodenhorizonte erkannte. Wenn ich auch an deren strenge Verschiedenheit als Zonen nicht glaube (vgl. S. 29), steht es doch fest, daß sowohl im Pelson als im Illyr der Ostalpen Ammoniten auftreten.

Die bisher besprochenen Schriften hatten die Frage des Vergleiches der deutschen und alpinen Muschelkalkfauna wesentlich von den Alpen, und zwar vorwiegend von den Südalpen, her betrachtet. Die bekannte Abhandlung ECKS (1865) über die schlesische Trias, die ja jederzeit als ein besonders wichtiges Zwischenglied der beiden Triasentwicklungen galt, hat sie vom germanischen Gebiet aus sehr gefördert. In der Wellenkalkgruppe zeigt nur

Dadocrinus gracilis den alpinen Einfluß (S. 42). Es befinden sich unter den aus diesem Schichtglied angeführten Versteinerungen zwar noch mehrere andere, die auch in den Alpen, besonders bei Recoaro, vorkommen. Sie werden aber von ECK offenbar als germanische Einwanderer in die Alpen angesehen. Im oberen Wellengebirge erscheinen dann reichlich die „alpinen“ Brachiopoden, *Terebratula angusta*, *Spiriferina mentzelii*, *Rhynchonella decurtata*. Sie sind jedoch nicht auf Oberschlesien beschränkt. Einzelne von ihnen kennt man auch aus Niederschlesien, von Rüdersdorf östlich von Berlin, aus Thüringen und von Würzburg (S. 145).

Das Vorkommen „alpiner“ Brachiopoden, wie *Rhynchonella decurtata* und *Terebratula angusta*, im fränkischen Muschelkalk hat besonders SANDBERGER erforscht (zuerst 1864, S. 227). Offenbar besteht zwischen südalpinen und fränkischen Brachiopodenschichten auch eine nicht geringe fazielle Ähnlichkeit. Im ganzen bietet aber der Muschelkalk nördlicherer deutscher Gebiete mehr Vergleichspunkte mit den Alpen, als der räumlich näher gelegene südliche (1867, S. 152—153). Das ist an sich nicht erstaunlich, da der wichtigste Verbindungsweg im NE lag. In einem gewissen Widerspruch damit steht es aber, wenn (nach S. 151, Anm. 2) viele wichtige Brachiopodenarten, darunter auch sogenannte alpine, wie *Rhynchonella decurtata*, in Süddeutschland früher als in Norddeutschland auftreten sollen. Es mag das vielleicht nicht ganz gesichert sein.

Die größte Ähnlichkeit mit dem deutschen unteren Muschelkalk hat nach WÖHRMANN (1894 b, S. 7) einerseits der von Nordtirol und Bayern, andererseits der von Recoaro.

Mit den Brachiopoden, die dem germanischen und alpinen Muschelkalk gemeinsam sind, müssen wir uns jetzt noch etwas näher befassen. Die wichtigeren Arten, um die es sich handelt, sind in der folgenden Übersicht aufgezählt.

Verbreitung der wichtigsten dem alpinen und germanischen Muschelkalk gemeinsamen Brachiopoden

	Wellenkalkgruppe	Schaumkalkgruppe	Hauptmuschelkalk	Anis	Ladin
<i>Rhynchonella decurtata</i>	+	+		+	
<i>Rhynchonella mentzelii</i>	+	+		+	
<i>Spirigera trigonella</i>	+	+	+	+	+
<i>Spiriferina fragilis</i>	+	+	+	+	+
<i>Spiriferina mentzelii</i>	+	+		+	+
<i>Terebratula vulgaris</i>	+	+	+	+	
<i>Aulacothyris angusta</i>	+	+		+	+

Die Verbreitung ist nach C. DIENER und M. SCHMIDT hinzugefügt. Man hat von ihr erst allmählich eine zutreffende Vorstellung bekommen, durch die gewisse früher versuchte allzu scharfe Parallelisierungen auf das berechnete Maß zurückgeführt wurden. Genauere Einzelheiten findet man beispielsweise bei ASSMANN (1916, S. 635) und bei WALTHER-CLAUS (1927, S. XV). Übrigens ist es nicht so leicht, sich von der Verbreitung der Arten im germanischen Gebiet ein klares Bild zu machen. Die älteren Angaben bei GÜMBEL (1873, S. 46), LEPSIUS (1878, S. 62) usw. stimmen mit denen bei M. SCHMIDT nicht überein. BENECKE (1895, S. 231 und 234) hebt gegenüber ROTHPLETZ und WÖHRMANN besonders hervor, daß *Spirigera trigonella* und *Spiriferina fragilis* nicht als leitend für das Wellengebirge angesehen werden können, weil sie mindestens bis in den Trochitenkalk hinaufreichen. Das ist jetzt wohl allgemein anerkannt. In Schlesien sind die sogenannten alpinen Brachiopoden im Mikultschützer Kalk am häufigsten. Sie kommen aber im ganzen Schaumkalk vor (AHLBURG, 1906, S. 128). Viele steigen auch bis in den Himmelwitzer Dolomit auf (ASSMANN, 1916, S. 635; vgl. auch die weiter unten folgende Tabelle).

Großes Aufsehen hat es erregt, als SALOMON (1895) in den ladinischen Kalken der Marmolata eine Reihe von Arten nachwies, die bis dahin als für den alpinen Muschelkalk bezeichnend gegolten hatten (vgl. auch WÖRMANN, 1894 b, S. 24). Allerdings erschien die Sache damals noch etwas merkwürdiger als heute, weil SALOMON den Marmolatakalk für eine Vertretung des ganzen Ladins hielt, während wir heute Grund zu der Annahme haben, daß er im wesentlichen nur fassanisch ist (CORNELIUS, 1926, S. 26, 32).

Rhynchonella decurtata wird vielfach noch heute als Leitfossil, ja als Zonenfossil für das Pelson angesehen. Demgegenüber sei noch einmal daran erinnert, daß BITTNER (1890, S. 39) diese enge Beschränkung des Vorkommens für unbewiesen hält. In das Ladin scheint die Art allerdings nicht aufzusteigen.

Betrachten wir noch einmal die Zusammenstellung auf S. 157, so tritt zunächst als wichtigster, übrigens schon lange bekannter Umstand hervor, daß auf den Hauptmuschelkalk beschränkte Arten in ihr nicht vorkommen. Es gibt deren allerdings überhaupt nur wenige. Auch findet man keine ausschließlich ladinischen Arten. Dagegen besteht keine deutliche Korrelation zwischen der Obergrenze der Verbreitung im germanischen und alpinen Gebiet. *Spiriferina mentzelii* und *Aulacothyris angusta* kommen im Ladin, nicht aber im Hauptmuschelkalk vor. *Terebratula vulgaris* steigt bis in diesen, nicht aber bis in das alpine Ladin auf. Das ist offenbar ein Ausdruck dafür, daß die Faunenentwicklung im höheren Teil der Mitteltrias Deutschlands und der Alpen selbständig weiterging, ohne daß ein Gebiet das andere noch merklich beeinflußt hätte. Es gibt uns auch ein Beispiel dafür, daß von einander getrennte Völker einer Art nicht gleichzeitig erlöschen — wie das auf S. 131 vermutet wurde.

Es läßt sich also aus den Brachiopoden weder die Stellung des Hauptmuschelkalkes noch die Vertretung des Ladins in Deutschland ableiten. Da-

gegen scheint aus den Rhynchonellen hervorzugehen, daß das Wellengebirge, und zwar auch noch die Schaumkalkgruppe, anisisch ist. Recht einleuchtend ist die Annahme, daß die Haupteinwanderung alpiner Formen nach Deutschland um die Wende zwischen unterem und oberem Wellengebirge mit der ersten großen Blüte der Brachiopoden in der alpinen Trias, im Pelson, zusammenfällt. Das ist wohl ungefähr die Ansicht von LEPSIUS (1878, S. 62 und 117), MOJSISOVICS (1879, S. 43ff.), BUBNOFF (1928) und anderen. AHLBURG (1906, S. 52 und 138) legt besonderen Wert auf die Faunenähnlichkeit zwischen dem Sohlenkalk Oberschlesiens und den alpinen Brachiopodenschichten. Für allzu sicher wird man diese Gleichsetzung freilich noch nicht halten dürfen. Wir wissen noch viel zu wenig über die hydaspische Fauna der Ostalpen. Auch dürften die alpinen Brachiopoden in Oberschlesien nicht alle ganz gleichzeitig erscheinen (vgl. ASSMANN, 1916, S. 635).

Von den Gastropoden des deutschen Muschelkalkes wird am besten weiter unten in anderem Zusammenhang gehandelt werden. Ich verweise besonders auf die Untersuchungen KOKENS (1898), von denen bei den paläontologischen Beweisen für die Vertretung der ladinischen Stufe in der deutschen Trias noch die Rede sein wird.

Die meisten Anhaltspunkte für eine genaue Parallelisierung wird man von vornherein von den Zephalopoden erhoffen. Wir müssen uns deshalb mit den anisischen Arten, die in der deutschen Trias auftreten, genauer befassen. Ich beginne mit den Ammoniten. Die Nautilen können dann kürzer behandelt werden.

Ammoniten treten im deutschen Wellengebirge in der Regel selten und vereinzelt auf, nur an wenigen Stellen sind sie etwas häufiger. Wahrscheinlich sind die Arten senkrecht ziemlich eng verbreitet und wären gute Leitversteinerungen, wenn sie öfter zu finden wären. Mit wenigen Ausnahmen stehen sie alpinen Formen sehr nahe. Wahrscheinlich sind sie nur abgesprengte Teile der alpinen Fauna (PHILIPPI, 1901 a, S. 352). Vollständige Übereinstimmung mit alpinen Arten ist allerdings selten. DIENER (1915 a, S. 437) nennt nur vier Fälle, in denen sie gesichert ist. Doch bestehe auch bei den anderen Formen kein Zweifel, daß sie wenig veränderte Nachkommen alpiner Einwanderer sind. MOJSISOVICS schloß aus diesem Verhalten, daß schon während des unteren Muschelkalkes die Verbindung zwischen den Alpen und Deutschland keine ganz freie mehr war (1879, S. 44). Man könnte natürlich auch wieder an den Einfluß eines nicht normal zusammengesetzten Meeres oder geringer Wassertiefe denken (vgl. S. 117).

Um für den biostratigraphischen Vergleich eine festere Grundlage zu haben, scheint es mir notwendig, zunächst eine kurze Übersicht über die in Betracht kommenden Ammonitenarten zu geben. Die bei ihnen angeführten Schriften sollen nicht so sehr über ihre Merkmale, als vielmehr über ihre Verbreitung Auskunft geben. Eine vollständige Liste der Ammoniten des unteren deutschen Muschelkalkes (ohne die später von ASSMANN beschriebenen Arten) hat schon DIENER (1915 a, S. 437) gegeben. Ich kann mich daher auf die stratigraphisch wichtigen Arten beschränken.

Verzeichnis der für den Vergleich mit der alpinen Fauna wichtigen Ammoniten des germanischen Wellengebirges.

Beneckeia buchi ALB.

- | | |
|--------------------------|-------------------------------|
| PICARD, 1888, S. 120. | M. SCHMIDT, 1928, S. 288. |
| AHLBURG, 1906, S. 53. | BUBNOFF, 1928, S. 8. |
| RASSMUSS, 1913, S. 233. | WALTHER-CLAUS, 1928, S. XVII. |
| DIENER, 1915 a, S. 437. | MÄGDEFRAU, 1929, S. 13. |
| ASSMANN, 1926 c, S. 526. | |

Die Art beginnt nach der neuen Einteilung der Trias von Jena schon im oberen Röt (vgl. S. 107). Die verwandte *Ben. tenuis* tritt im unteren Röt auf. Gegen oben reicht *Ben. buchi* durch die ganze Wellenkalkgruppe bis zu den oberen Großhartmannsdorfer Schichten und dem Sohlenstein (AHLBURG, BUBNOFF). ASSMANN führt sie für Oberschlesien überhaupt nur aus der oberen Abteilung der Wellenkalkgruppe an. Angeblich geht sie noch bis in den untersten Schaumkalk (PICARD, WALTHER-CLAUS).

In den Alpen kommt die Gattung *Beneckeia* nicht vor. Wenn RÓZYCKI (1924, S. 483) *Ben. buchi* zur „alpinen Fauna“ in Oberschlesien zählt, ist das wohl einer seiner vielen Irrtümer. Dagegen kennt man eine andere Art (*Ben. sinensis*) aus der Untertrias von China (FRECH in RICHTHOFEN, 1911, S. 204, 212).

Acrochordiceras damesi NOETL.

- | | |
|---------------------------|---------------------------|
| NOETLING, 1880, S. 334. | ARTHABER, 1911, S. 272. |
| BUKOWSKI, 1896, S. 102. | RASSMUSS, 1913, S. 234. |
| ARTHABER, 1896 a, S. 126. | DERSELBE, 1915, S. 303. |
| BUKOWSKI, 1904, S. 26. | M. SCHMIDT, 1928, S. 310. |
| AHLBURG, 1906, S. 141. | |

Sicher zu dieser Art gehört scheinbar nur das eine von NOETLING beschriebene Stück aus den unteren Großhartmannsdorfer Schichten Niederschlesiens. Die bosnischen Exemplare wurden von ARTHABER offenbar mit Recht zu einer besonderen Spezies, *Acr. haueri*, gestellt. Das süddalmatinische Vorkommen ist nicht nur systematisch, sondern auch dem genauen Horizont nach zweifelhaft, da keine Beschreibung oder Abbildung vorliegt und BUKOWSKI (1904, S. 23) die früher versuchte Zonengliederung zurückgezogen hat.

Balatonites ottonis BUCH.

- | | |
|--------------------------------|-----------------------------------|
| MOJSISOVICS, 1879, S. 44. | HOLDEFLEISS, 1916, S. 13, 21, 22. |
| FRECH, 1908, S. 26, 39 bis 40. | DIENER, 1925 a, S. 89. |
| AHLBURG, 1906, S. 53 und 140. | M. SCHMIDT, 1928, S. 290. |
| RASSMUSS, 1913, S. 233. | BUBNOFF, 1928, S. 8. |

Bal. ottonis scheint in der deutschen Wellenkalkgruppe ziemlich verbreitet zu sein, denn er wird vom untersten Muschelkalk bis zum blauen Sohlenstein und den oberen Großhartmannsdorfer Schichten angegeben (FRECH, AHLBURG, BUBNOFF).

Schon MOJSISOVICS hatte auf das Vorkommen sehr ähnlicher Formen in den Alpen hingewiesen. Nach DIENER steht *Bal. ottonis* dem *Bal. egregius* aus dem Reiflinger Kalk am nächsten. FRECH faßte diesen nur als eine Varietät auf. AHLBURG sah in der Verbreitung unserer Art einen Beweis dafür, daß der Sohlenkalk und das Pelson noch zur Wellenkalkgruppe gehören, was aber sicher nicht ohneweiters zwingend ist.

Balatonites spinosus PIC.

RASSMUSS, 1913, S. 234.

Schaumkalk von Sondershausen. *Bal. lineatus* ARTH. (= *constrictus* ARTH.) soll ihm sehr ähnlich sein.

Balatonites zimmeri RASSM.

RASSMUSS, 1913, S. 236.

DERSELBE, 1915, S. 292.

Wellenkalkgruppe von Niederschlesien. Wird für nahe verwandt mit einem *Balatonites* spec. ind. ARTHABER (1896 b, Tafel 26, Fig. 1) von Groß-Reifling angesehen.

Balatonites jovis ARTH.

ARTHABER, 1896 b, S. 212.

DERSELBE, 1915, S. 296.

FRECH, 1908, S. 39.

ARTHABER, 1915, S. 129.

AHLBURG, 1906, S. 140.

HOLDEFLEISS, 1916, S. 21.

RASSMUSS, 1913, S. 235.

M. SCHMIDT, 1928, S. 291.

Alpiner Muschelkalk von Groß-Reifling, untere Fauna; Wellenkalkgruppe, Niederschlesien, oberer Teil.

AHLBURG sah in dem Auftreten der Art einen Beweis dafür, daß der obere Teil der Wellenkalkgruppe, nicht die Schaumkalkgruppe, der *Binodosus*-Zone entspricht. ARTHABERS neuere Deutung der Fauna von Groß-Reifling kannte AHLBURG noch nicht.

(*Balatonites doris* ARTH.)

ARTHABER, 1896 b, S. 213.

DERSELBE, 1915, S. 297.

RASSMUSS, 1913, S. 235.

ARTHABER, 1915, S. 129.

Die Form, die sowohl in Groß-Reifling als in Nieder-Großhartmannsdorf auftritt, wird von ARTHABER jetzt mit *Bal. jovis* zusammengezogen.

Balatonites egregius ARTH.

ARTHABER, 1896 b, S. 201.

DERSELBE, 1915, S. 298.

FRECH, 1908, S. 26.

ARTHABER, 1915, S. 129.

RASSMUSS, 1913, S. 235.

Nieder-Großhartmannsdorf und Groß-Reifling (untere Fauna).

Von FRECH wurde *Bal. egregius* als eine Varietät von *Bal. ottonis* aufgefaßt.

Balatonites stenodiscus ARTH.

ARTHABER, 1896 b, S. 209.

DERSELBE, 1915, S. 299.

RASSMUSS, 1913, S. 235.

ARTHABER, 1915, S. 128.

Groß-Reifling (untere Fauna) und Nieder-Großhartmannsdorf.

Balatonites constrictus ARTH.

- ARTHABER, 1896 b, S. 65. ARTHABER, 1915, S. 128.
RASSMUSS, 1913, S. 235. M. SCHMIDT, 1928, S. 291.
DERSELBE 1915, S. 300.

Groß-Reifling (obere Fauna) und Nieder-Großhartmannsdorf.

(*Balatonites lineatus* ARTH.)

- ARTHABER, 1896 b, S. 69 und 221. DERSELBE, 1915, 301.
RASSMUSS, 1913, S. 235. ARTHABER, 1915, S. 128.

RASSMUSS hatte ein Stück aus Niederschlesien mit diesem Ammoniten von Groß-Reifling verglichen — wenn auch nicht sicher gleichgesetzt. Kurz danach hat ARTHABER die Art mit *Bal. constrictus* vereinigt.

Balatonites trinodosus HAUER

- RASSMUSS, 1913, S. 235. DERSELBE, 1915, S. 301 und 306.

In Nieder-Großhartmannsdorf wurde ein Ammonit gefunden, der dieser bosnischen Art am nächsten stehen soll.

Ceratites antecedens PICARD

- MOJSISOVICS, 1879, S. 44. HENNIG, 1923, S. 75.
DERSELBE, 1896, S. 370. KAYSER, 1923, S. 454, Anm. 1.
AHLBURG, 1906, S. 140. DIENER, 1925 a, S. 86.
RASSMUSS, 1913, S. 233. M. SCHMIDT, 1928, S. 294.
DERSELBE, 1915, S. 305.

Es wurde schon weiter oben erwähnt, daß diese Art in Schlesien fehlt. In SW-Deutschland soll sie im oberen Teil der Wellenkalkgruppe, in Mitteldeutschland erst in der Schaumkalkgruppe vorkommen (RASSMUSS, KAYSER). Nach HENNIG findet man sie in Württemberg vom Hauptlager der *Terebratula ecki* bis etwas oberhalb der Bank der *Terebratula vulgaris*. Das würde — wenn die Altersangaben sicher sind — für Einwanderung von SW sprechen.

Allgemein wird hervorgehoben, daß *Cer. antecedens* der alpinen Gruppe des *Cer. binodosus* angehört (MOJSISOVICS, RASSMUSS, DIENER). MOJSISOVICS glaubte, darin einen Beweis zu sehen, daß Schaumkalk und Pelson einander entsprechen (z. B. 1896, S. 370). AHLBURG hat sich dagegen mit Gründen gewendet, die heute auch nicht mehr zutreffen (1906, S. 140). Wenn *Cer. antecedens* wirklich durch einen großen Teil des Wellengebirges verbreitet ist und außerdem mit keiner alpinen Form vollständig übereinstimmt, ist sein stratigraphischer Wert wohl nicht sehr hoch einzuschätzen.

Ceratites zoldianus MOJS.

- MOJSISOVICS, 1882, S. 39. GUGENBERGER, 1927, S. 137.
AIRAGHI, 1905, S. 241. M. SCHMIDT, 1928, S. 296.
ASSMANN, 1926 c, S. 526.

In den oberen Karchowitzer Schichten (Schaumkalkgruppe) Ober-

schlesiens. MOJSISOVICS hatte diese Art in seine *Binodosus*-Zone gestellt. Ihr Vorkommen in Cadore und in der Herzegowina ist aber wohl dahin zu deuten, daß sie mindestens nicht auf das Pelson beschränkt ist.

Ceratites binodosus HAUER

BUBNOFF, 1928, S. 8.

BUBNOFF vergleicht unter Berufung auf eine Bestimmung H. SCHMIDTS einen Ammoniten aus den Terebratel- und Krinoidenschichten des ober-schlesischen Schaumkalkes mit *Cer. binodosus*. Die Bezeichnung als *Cer. cf. binodosus* ist freilich nicht sehr glücklich, denn es ist kaum zweckmäßig, ein Fossil mit „cf.“ an eine Art anzuschließen, deren Abgrenzung selbst ganz zweifelhaft ist (vgl. S. 28—29 d. B.). Ob es sich nicht doch um einen *Cer. antecedens* handelt?

Ceratites trinodosus MOJS.

JÄKEL, 1889, S. 21.

RASSMUSS, 1913, S. 233.

ECK, 1891, S. 735.

DIENER, 1915 b, S. 90.

JÄKEL glaubte einen Zeratiten aus dem Schaumkalk von Rüdersdorf bei Berlin, dessen genaues Lager nicht bekannt ist, zu dieser alpinen Leitart stellen zu sollen. Es ist aber nach den Bemerkungen von ECK und RASSMUSS wohl zweifelhaft, ob es sich wirklich um dieselbe Spezies handelt. Auch DIENER schließt sich der Deutung JÄKELS nicht an, sondern betrachtet das Stück als eine neue, mit *Cer. antecedens* verwandte Art.

ECK gibt a. a. O. eine Zusammenstellung weiterer mit *Cer. trinodosus* und *binodosus* verwandter Ammoniten in Deutschland, durchwegs aus dem Schaumkalk.

Ceratites luganensis MER.

SANDBERGER, 1867, S. 144 und 151.

MOJSISOVICS, 1874 a, S. 129, Anm. 1.

BENECKE, 1868, S. 64.

DERSELBE, 1882, S. 33.

EMMICH, 1873, S. 668.

SANDBERGER glaubte, diese südalpine Art aus den *Trinodosus*-Schichten im obersten Schaumkalk bei Würzburg wiederzuerkennen. Während EMMICH die Bestimmung annahm, wies schon BENECKE darauf hin, daß mit ihr nicht viel anzufangen sei. MOJSISOVICS wollte die Art zeitweise mit *Cer. binodosus* gleichsetzen (1874). Später hält er sie getrennt, ohne ihre Merkmale genügend aufklären zu können (1882).

Ceratites (Bulogites) andershusanus PICARD

ARTHABER, 1896 a, S. 126.

M. SCHMIDT, 1928, S. 294.

RASSMUSS, 1913, S. 233.

ARTHABER vergleicht schon 1896 diesen Zephalopoden aus dem Schaumkalk von Sondershausen in Thüringen mit *Cer. multinodosus* HAUER aus dem bosnischen Illyr. Heute gelten die beiden als einzige Vertreter einer besonderen Untergattung.

Hungarites strombecki GRIEF.

AHLBURG, 1906, S. 53.

BUBNOFF, 1928, S. 8.

RASSMUSS, 1913, S. 233.

M. SCHMIDT, 1928, S. 289.

ASSMANN, 1926 c, S. 523.

Dieser Ammonit erscheint schon im untersten deutschen Wellenkalk und geht bis in die oberen Großhartmannsdorfer Schichten bzw. den Sohlenkalk durch. In den Alpen fehlt *Hung. strombecki*. Die Gattung *Hungarites* erscheint hier im Anis (nicht erst im Ladin, wie RASSMUSS irrtümlich angibt). In Groß-Reifling ist sie nicht bekannt. Älter als in Europa ist sie in Asien. Sie kommt im Skyth des Himalaja, im Perm von Armenien vor (DIENER, 1915 b, S. 153, 154; 1925 a, S. 84).

Ptychites dux GIEB.

EMMRICH, 1873, S. 668.

DIENER, 1925 a, S. 71.

RASSMUSS, 1913, S. 233.

M. SCHMIDT, 1928, S. 309.

Schaumkalkgruppe. Früher, bei weiterer Artfassung, wurde *Pt. dux* auch aus den Alpen angegeben (EMMRICH). Nach heutiger Anschauung handelt es sich um nahe Verwandte, wie *Pt. megalodiscus* und *Pt. suttneri* aus dem Illyr (DIENER, RASSMUSS).

Übersicht der für den Vergleich mit der alpinen Fauna wichtigen Ammoniten des germanischen Wellengebirges.

	Germanisches Gebiet		Alpines Gebiet		
	Wellenkalk	Schaumkalk	Gr. Reifling	Pelson	Illyr
+ = Auftreten der Art selbst					
? = zweifelhaftes Auftreten der Art					
~ = Auftreten nahe verwandter Formen					
- = Fehlen nahe verwandter Formen					
<i>Beneckeia buchi</i>	+	?	-	-	-
<i>Acrochordiceras damesi</i>	+				~
<i>Balatonites ottonis</i>	+		~		
„ <i>spinosus</i>		+	~		
„ <i>zimmeri</i>	+		~		
„ <i>jovis</i>	+		+		
„ <i>egregius</i>	+		+		
„ <i>stenodiscus</i>	+		+		
„ <i>constrictus</i>	+		+		
„ <i>trinodosus</i>	~				+
<i>Ceratites antecedens</i>	+	+		~	~
„ <i>zoldianus</i>		+		+	+
„ <i>binodosus</i>		~		+	
„ <i>trinodosus</i>		~			+
„ <i>lujanensis</i>		?			+
„ <i>sondershusanus</i>		+			~
<i>Hungarites strombecki</i>	+		-	-	-
<i>Ptychites dux</i>		+			~

CLAUS (1921) zieht einige Vergleiche seiner Ptychiten aus dem Schaumkalk von Jena mit alpinen und himalajischen Arten. Um sichere Schlüsse zu gewinnen, ist die Erhaltung der germanischen Stücke aber zu schlecht.

Eine der auffallendsten Eigentümlichkeiten der deutschen Mitteltrias gegenüber der alpinen ist das Auftreten von Ammoniten schon im alleruntersten Teil (BENECKE, 1895, S. 234). *Beneckea buchi* und *Hungarites strombecki* scheinen zwar so ziemlich durch die ganze Wellenkalkgruppe zu gehen, sind aber jedenfalls schon in ihren liegendsten Schichten vorhanden. *Beneckea* ist aus den Alpen überhaupt nicht bekannt, *Hungarites* erscheint in ihnen unzweifelhaft später als in Deutschland. Diese beiden Arten weisen, wie aus den weiter oben über sie gemachten Bemerkungen hervorgeht, wohl nach Asien als ihrem Heimatland. Man könnte vermuten, daß hier eine Verbindung vorhanden war, die nicht über die Alpen ging.

Eine zweite Gruppe bilden die Balatoniten. Nur *Bal. ottonis* ist etwas weiter verbreitet, die anderen sind vorläufig — mit Ausnahme von *Bal. spinosus* — auf Niederschlesien beschränkt. Auch sie gehören noch der Wellenkalkgruppe, aber nach HOLDEFLEISS deren höherem Teil an.

Die Fauna von Nieder-Großhartmannsdorf ähnelt am meisten der von Groß-Reifling. Beide haben nicht nur mehrere Arten gemeinsam, sondern auch gewisse allgemeine Eigentümlichkeiten, wie das Zurücktreten oder Fehlen der Ptychitiden und Monophylliten (RASSMUS, 1913, S. 236; 1915, S. 303). Am größten ist die Ähnlichkeit mit der unteren Fauna von Groß-Reifling (Rahnbauerkogel), mit der drei Arten übereinstimmen, während von dem hangenden Fundort (Tiefengraben) nur eine Art in Niederschlesien nachgewiesen ist. Von der Stellung, die man dem nordalpinen Vorkommen gibt, scheint mir unzweifelhaft auch diejenige des schlesischen abzuhängen. AHLBURG (1906, S. 140—141) rechnete noch damit, daß der Rahnbauerkogel und daher auch die Wellenkalkgruppe pelsonisch sei. Dagegen betrachtet RASSMUS sie im Anschluß an die neuere Deutung ARTHABERS als illyrisch. Vom Standpunkt des Vergleiches mit der deutschen Trias aus wäre es am einfachsten, wenigstens die untere Fauna von Groß-Reifling als oberhydaspisch anzusehen, ein Gedanke, der zuerst von W. WAAGEN ausgesprochen wurde (ARTHABER, 1896 b, S. 195). Dann würde sie sehr gut in das unmittelbare Liegende der brachiopodenreichen Schaumkalkgruppe Schlesiens passen. Daß das aber nur ein Wahrscheinlichkeitsgrund — kein entscheidender Beweis — sein kann, geht aus S. 83 ff. hervor. Entschieden kann diese Sache nur in den Ostalpen werden.

Aus der verhältnismäßig großen Ähnlichkeit der beiden verglichenen Ammonitengesellschaften schließt RASSMUS wohl mit Recht auf eine, wenn auch kurz dauernde, unmittelbare Meeresverbindung (1915, S. 304). Er denkt auch an die Möglichkeit der Verfrachtung leerer Schalen durch eine Strömung.

Begreiflicherweise habe ich auch erwogen, ob die Balatoniten nicht aus dem germanischen Gebiet in die Alpen eingewandert sein können. In diesem Fall wären sie möglicherweise hier etwas jünger als dort. Ich fand jedoch keinen Beweis für eine solche Vorstellung. Der skythische „*Balatonites*“ *bogdoanus* wird jetzt zu einer anderen Gattung, *Doricranites*, gestellt. Die

Vorfahren von *Balatonites* sind nicht bekannt (vgl. DIENER, 1905, S. 803). Die Ableitung von *Tirolites* ist kaum gesichert.

Nächst der vom Rahnbauerkogel bei Groß-Reifling soll die Fauna grauer, gelb verwitternder Kalke der Gegend von Vamos-Hegyesgyür (richtig Gyürtető bei Vamos), auf der Hochebene von Veszprém (Ungarn) am meisten Ähnlichkeit mit der von Nieder-Großhartmannsdorf haben (vgl. LACKÓ, 1908, S. 85 und 185; ARTHABER, 1903, S. 7; RASSMUSS, 1915, S. 304; LÓCZY, 1916, S. 114). Hier kehrt eine Reihe der Balatoniten vom Rahnbauerkogel wieder. Doch treten daneben schon mehr Zeratiten und Ptychiten auf. Der Fundort gilt als unterillyrisch. Eine entscheidende Bedeutung für unsere Frage kommt ihm derzeit wohl noch nicht zu.

Wenig Wichtigkeit wird man dem Umstand beimessen, daß eine Art, *Balatonites* aff. *trinodosus* HAUER, Ähnlichkeit mit einer solchen aus den illyrischen Kalken von Han Bulog in Bosnien hat. Daß in diesen Schichten gelegentlich einzelne Arten auftreten, die sonst für Angehörige einer tieferen Zone gelten, haben ja auch die Untersuchungen GUGENBERGERS bestätigt (1927, S. 145). Man darf eben nicht mit scharf geschiedenen Faunenzonen rechnen und bloßer Verwandtschaft ohne spezifische Übereinstimmung überhaupt keine große stratigraphische Bedeutung beilegen. Dasselbe läßt sich auf *Balatonites spinosus* und *Acrochordiceras damesi* anwenden. Meines Erachtens zeigen die Ammoniten der Wellenkalkgruppe mit keiner alpinen Fauna, außer der unteren von Groß-Reifling, eine solche Übereinstimmung, daß man auf Gleichzeitigkeit schließen könnte.

Etwas jünger als die Balatoniten sind im ganzen wohl die Zeratiten des deutschen Muschelkalkes. Sie gehören ganz vorwiegend der Schaumkalkgruppe an. ARTHABER (1896 a, S. 126) hat auf die Ähnlichkeit mancher Arten mit solchen aus Bosnien hingewiesen. Vollständig gleich sind sie aber auch in diesem Falle nicht. Doch zeigen sie jedenfalls deutliche Beziehungen zum alpinen Oberanis (im Sinne von S. 98), die wohl als Anzeichen einer Einwanderung aus den Alpen ausgelegt werden müssen. Ob es sich um pelsonische oder illyrische Elemente handelt, kann nicht entschieden werden. Dazu ist die Übereinstimmung doch zu gering, auch die Kenntnis der beiden zweifellos sehr ähnlichen alpinen Faunen zu wenig fortgeschritten.

Mit *Ptychites dux* dürfte stratigraphisch wieder nicht viel anzufangen sein. Keinesfalls widerspricht er dem aus den Zeratiten gewonnenen Bild.

Im ganzen können wir also unter den deutschen Wellenkalkammoniten nach der Verbreitung zwanglos drei Gruppen unterscheiden. Die im untersten Wellenkalk auftretenden Formen zeigen keine Beziehungen zu den Alpen. Sie stammen wohl aus Asien. Die Balatoniten der Wellenkalkgruppe stimmen so gut mit der unteren Fauna von Groß-Reifling überein, daß eine freie Meeresverbindung angenommen werden muß. Vielleicht darf man sie als hydaspisch ansehen, doch erscheint das noch etwas gewagt. Die Ammoniten des Schaumkalkes stammen offenbar aus dem alpinen Oberanis, ohne daß man entscheiden könnte, ob die Einwanderung in das Pelson oder erst in das Illyr fällt.

Die Nautilen des deutschen Wellengebirges sind durch folgende Arten vertreten:

Verzeichnis der für den Vergleich mit der alpinen Fauna in Betracht kommenden Nautilen des germanischen Wellengebirges.

Nautilus pseudobrembanus ASSM.

ASSMANN, 1926 c, S. 521.

M. SCHMIDT, 1928, S. 284.

Wellenkalkgruppe (vermutlich oberer Teil), Oberschlesien. Soll dem *N. brembanus* aus der karnischen Stufe nahestehen.

Nautilus pertumidus ARTH.

ARTHABER, 1896 b, S. 42.

DERSELBE, 1915, S. 285.

RASSMUS, 1913, S. 235.

M. SCHMIDT, 1928, S. 284.

Groß-Reifling (obere Fauna) und Wellenkalkgruppe von Niederschlesien.

Nautilus tenuireticulatus ASSM.

ASSMANN, 1926 c, S. 521.

M. SCHMIDT, 1928, S. 286.

Obere Karchowitzer Schichten (Schaumkalkgruppe) von Oberschlesien. Wird von ASSMANN mit *Naut. granulostriatus* aus den Stuoeresmergeln (Cordevol) verglichen. SCHMIDT scheint die Verwandtschaft zu bezweifeln.

Pleuromutilus furcatus ARTH.

ARTHABER, 1896 b, S. 34.

M. SCHMIDT, 1928, S. 287.

ASSMANN, 1926 c, S. 520.

Groß-Reifling, obere Fauna. ASSMANN vergleicht damit zwei Bruchstücke aus dem erzführenden Dolomit (Schaumkalk) von Oberschlesien. Die Beziehungen zur alpinen Art sind wohl nicht allzu gut gesichert.

Pleuromutilus seminodosus ARTH.

ARTHABER, 1896 b, S. 32.

ASSMANN, 1926 c, S. 520.

Groß-Reifling, obere Fauna. Damit verglichen ein Bruchstück aus dem Schaumkalk (obere Karchowitzer Sch.).

Pleuromutilus mosis MOJS.

MOJSISOVICS, 1882, S. 274.

ŁUNIEVSKI, 1923, S. 75.

Sowohl im Pelson als im Illyr der Alpen. ŁUNIEVSKI fand bei Młodzawy im polnischen Muschelkalkgebiet mehrere Nautilen, die er mit dieser alpinen Art vergleicht. Im Text rechnet er sie nur derselben Gruppe zu, in der Tafelerklärung wird der Artname ohne Einschränkung gebraucht. Nach den Abbildungen ist die Berippung etwas gröber, als bei dem Urstück der Art. Querschnitt und Lobenlinie sind nicht bekannt.

ŁUNIEVSKI rechnet die Fundschicht noch zum Wellengebirge. Nach den neueren Anschauungen mag sie dem unteren Teil des Anhydritgebirges entsprechen. 2 m darüber beginnen mergelige Kalke mit nodosen Zeratiten.

Ich fürchte, daß die Bestimmungen so mancher der hier angeführten Bruchstücke nicht allzu sicher sind. Das macht es weniger verwunderlich,

daß die stratigraphischen Beziehungen dieser Arten nach recht verschiedenen Richtungen weisen. Man wird aber wohl auch die Nautilen des deutschen unteren Muschelkalkes als anisisch ansprechen dürfen. *Orthoceras* fehlt im germanischen Gebiet (DIENER, 1915 a, S. 438).

Gute Leitversteinerungen wären infolge ihrer geringen senkrechten Verbreitung vermutlich auch die Krinoiden. Aber schon in der deutschen Trias sind bestimmbare Kronen nicht häufig. In den Alpen kommen sie so spärlich vor, daß sie praktisch nur schwer für die Geologie zu verwerten sind. Stielglieder freilich sind in beiden Gebieten sehr häufig. Es scheint mir aber recht sicher, daß sie sich — selbst bei guter Erhaltung — nur ausnahmsweise genau genug bestimmen lassen, um stratigraphischen Schlüssen als Unterlage zu dienen (vgl. schon BENECKE, 1868, S. 51).

Dadocrinus gracilis wurde schon bei der Frage der Untergrenze der Mitteltrias besprochen (S. 135). Größere Stielabschnitte lassen die Gattung oft recht sicher erkennen und haben dann auch einen gewissen Leitwert.

Sehr oft wird in Aufnahmearbeiten *Encrinus liliiformis* aus dem alpinen Muschelkalk angegeben. Schon GIRARD (1843) und ZEUSCHNER (1844) nennen ihn aus dem Vizentin. Wenn diese Angaben richtig wären, müßte man schließen, daß im alpinen Anis auch mit dem oberen deutschen Muschelkalk gleichzeitige Bildungen enthalten sind, denn in Deutschland gilt *Encrinus liliiformis* als Leitfossil des Hauptmuschelkalkes (SANDBERGER, 1864, S. 206 Anm. 2; HOHENSTEIN, 1913, S. 263; M. SCHMIDT, 1928, S. 122). Freilich trifft man auch abweichende Angaben. ECK macht zuerst sehr treffende Bemerkungen über den Leitwert die Krinoiden und die Unbestimmbarkeit der Stielglieder (1865, S. 48—49). Der echte *Encrinus liliiformis* sei auf den oberen Muschelkalk beschränkt (S. 48, 143). Er schwächt diese Behauptung später (S. 153, „Nachtrag“) aber ab, weil er aus dem Mikultschützer Kalk eine Krone erhalten habe, die er zu *Encrinus liliiformis* stellen müsse. Was aus diesem merkwürdigen Fund später geworden ist, ist mir leider nicht bekannt.

Nach CREDNER (1872, S. 383—384) würde die besprochene Art sowohl im Wellengebirge als im Hauptmuschelkalk vorkommen, aber oben ihre Hauptentwicklung erreichen. Auch HOLDEFLEISS (1916, S. 12 und 17) gibt sie — etwas zweifelnd — aus der Schaumkalkgruppe an. Bei RÓZYCKI (1924, S. 492) sind *Encr. liliiformis* und *Encr. gracilis* zusammen aus demselben Schichtglied der Schaumkalkgruppe angeführt, freilich nur auf Grund von Stielgliedern. Am weitesten geht DIENER (1925 a, S. 6). Nach ihm wäre *Encr. liliiformis* in der deutschen Trias vom Röt bis zum Hauptmuschelkalk verbreitet. Aus den Alpen erwähnt er die Form allerdings nicht. Die stratigraphischen Verhältnisse der Krinoiden würden wohl rascher geklärt, wenn man sich entschliesse, Kronen und Stielglieder getrennt zu benennen, etwa wie die Ammoniten und die Aptychen. Man bekäme dann Entrochenarten, die zu mehreren Enkrinenarten gehören und entsprechend weit verbreitet wären. Dies würde einen der Notwendigkeit überheben, durch einen Speziesnamen mehr auszusagen, als man beweisen kann. Man brauchte sich auch nicht zu scheuen, für verschiedene Gliedformen desselben Stiels verschiedene Namen zu verwenden. Vielleicht würde sich dann herausstellen, daß manche seltener

Formen auch einen größeren Leitwert haben, weil sie nur bestimmten der — übrigens unbekannt — Enkrinenarten zukommen, wogegen andere Formen vielen gemeinsam sind. Auch hier scheint es mir eine Bedingung des Fortschrittes, die Namengebung nur auf die wahrnehmbaren Tatsachen, nicht auf hypothetische Zusammenhänge zu gründen.

Wie dem auch sei, jedenfalls sind die Angaben über das Auftreten von *Encrinus liliiformis* im alpinen Muschelkalk durchaus nicht geeignet, ein anisches Alter des Hauptmuschelkalkes zu beweisen.

Die Funde bestimmbarer Kronen von *Encrinus* im alpinen Muschelkalk sind leicht aufzuzählen.

BENECKE gibt (1868, S. 38—41) aus den Brachiopodenschichten von Recoaro eine Reihe von Krinoidenkelchen an, darunter *Encrinus* cf. *carnalli*, und zwar über der Hauptmasse der Brachiopoden. Die Art tritt sonst ziemlich hoch im Schaumkalk auf. Das paßt ganz gut zu den bisher gewonnenen Ergebnissen. Allerdings hat DALMER gegen die Verlässlichkeit der Bestimmung durch BENECKE Einwände erhoben (1877, S. 397).

HILDEBRAND und PIA (1929) haben zwei weitere Funde nach ihrer systematischen und stratigraphischen Stellung näher besprochen. Leider konnte in beider Hinsicht keine vollständige Klärung erreicht werden. Das Ergebnis läßt sich etwa so bezeichnen:

Im oberen Hydasp oder unteren Pelson fand sich ein Kelch, der am meisten an *Encrinus robustus* erinnert. Diese Art gehört sonst den Gorasdzser Schichten, also etwa dem unteren Teile des Schaumkalkes, an.

Wahrscheinlich im Pelson tritt *Encrinus aculeatus* oder eine äußerst nahestehende Art auf. *Encr. aculeatus* kommt nach ASSMANN (1926 c, S. 511) vom oberen Teil der Wellenkalkgruppe bis zum oberen Schaumkalk vor. Auch diese Funde sprechen wohl dafür, daß der Schaumkalk wenigstens zum Teile pelsonisch ist.

Übrigens entnehme ich aus sehr wertvollen brieflichen Ausführungen der Herren K. MÄGFRAU und E. HILDEBRAND, daß die genaue Stratigraphie der Krinoiden im deutschen Gebiet selbst noch namhafte Schwierigkeiten bietet. Es kann nicht meine Aufgabe sein, hier auf diese Dinge, deren Einzelheiten für unsere Frage wohl auch noch nicht sehr wichtig sind, einzugehen. Ich verweise besonders auf die Schriften von DALMER (1877) und HILDEBRAND (1926 und 1928, S. 292). Die Hauptentwicklung von *Encrinus aculeatus*, *carnalli* und *brahli* liegt in der Schaumkalkgruppe, doch scheint die erste Art etwas weiter unten als die anderen einzusetzen. Wenn R. WAGNER (1897, S. 100) diese Art nur aus der Wellenkalkgruppe anführt, hat das sicherlich keine allgemeine Gültigkeit. Herr HILDEBRAND weist im besonderen darauf hin, daß gerade *Encrinus aculeatus* oft schlecht erhalten und schwer bestimmbar ist, so daß er neben anderen Arten leicht übersehen oder nicht sicher erkannt wird.

Mit anderen Gruppen tierischer Fossilien, als den bereits genannten, scheint — so weit ich es überblicke — stratigraphisch noch nicht viel anzufangen zu sein. Die gewöhnlichen Bivalven, die Limen, Pectines usw., bieten kaum eine Handhabe für genauere Altersvergleiche.

Unter den Korallen wird *Montlivaltia triasina* DUNK. als dem germani-

sehen und alpinen Muschelkalk gemeinsam angegeben (SCHAUROTH, 1855, S. 500; DIENER, 1921 b, S. 18). WEISSERMEL, der die Korallen des deutschen Muschelkalkes zusammenfassend bearbeitet hat, beschreibt (1926, S. 10) die Art ausführlich. Sie lag ihm nur aus Oberschlesien, und zwar aus den oberen Karchowitzer Schichten und dem erzführenden Dolomit, also aus der Schaumkalkgruppe, vor. SCHAUROTHS Stück stammt aus der „Trigonellenschicht“, also sicherlich aus dem Pelson. Leider hat sich WEISSERMEL über die Bestimmung SCHAUROTHS nicht geäußert, was allerdings nur an der Hand des Urstückes möglich gewesen wäre. Auf S. 31 deutet er an, daß *Montl. schäferi* von der Marmolata und von der Viezzena vielleicht zu *Montl. triasina* gehört. Von VOLZ (1896, S. 43) und DIENER (1921 b, S. 17) wird *Montl. schäferi* dagegen mit *Montl. radiciiformis* vereinigt. Dem widerspricht WILCKENS (1909, S. 97). Unter diesen Umständen wird man den Angaben über die Verbreitung der *Montl. triasina* wohl kaum schon stratigraphischen Wert beimessen können, wenn sie auch — vielleicht nur zufällig — gut zu unseren sonstigen Ergebnissen passen. WEISSERMEL führt ja auch (S. 32) aus dem deutschen Wellengebirge eine Reihe von Arten und Gattungen an, die in den Alpen auf die Cassianer und besonders auf die Zlambach-Schichten beschränkt sind oder doch dort ihre nächsten Verwandten haben. Soweit die artliche Gleichheit der germanischen mit den alpinen Korallen wirklich sicher feststeht (was wohl nicht durchwegs der Fall ist), wird man darin nur einen Ausdruck für die Langlebigkeit mancher Formen zu erblicken haben. Übrigens wird natürlich sowohl die Bestimmung als die stratigraphische Bewertung der Korallen dadurch sehr erschwert, daß die Formen der tieferen alpinen Mitteltrias nur ganz unzulänglich bekannt sind.

Die Fische der deutschen Trias haben ebenfalls wenig stratigraphischen Wert. Nach OERTLE (1928, S. 412 und 468) ist die württembergische Triasfischfauna von der alpinen sehr unabhängig. Auch am Ende der Anhydritzeit zeigt sich keine deutliche Einwanderung aus den Alpen. OERTLE glaubt (S. 411, 412, 416), daß die Fische des Muschelkalkes überhaupt nicht meerisch waren, sondern aus Süßwässern eingeschwemmt wurden.

Etwas anders verhalten sich vielleicht wieder die Fische der schlesischen Trias. DEECKE (1913 b, S. 85) zählt drei Gattungen auf, die diesem Gebiet mit der alpinen Trias gemeinsam sind. In seinem Katalog (1926) nennt er auch einige Arten, die in beiden Meeresbecken vorkommen. Stratigraphisch dürften sie aber wohl nicht zu gebrauchen sein, wahrscheinlich deshalb, weil die großenteils auf Zähne oder Schuppen gegründeten Bestimmungen mehrere Arten unter einem Namen zusammenfassen. Ich führe nach DEECKE (1926) einige Beispiele an:

Acrodus gaillardoti AG. (S. 27); unterer Muschelkalk bis Lettenkohle, Muschelkalk von Recoaro. (Aus SCHAUROTH, 1859, S. 350—351, ist deutlich zu ersehen, wie unsicher die Bestimmung ist.)

Acrodus minimus AG. (S. 32); Hauptmuschelkalk bis Rhät, Dachsteinkalk und Kössener Schichten.

Saurichthys acuminatus AG. (S. 92). Oberer Muschelkalk bis Rhät, karnische bis rhätische Stufe der Ostalpen.

Saurichthys longidens AG. (S. 100); Lettenkohle bis Rhät, Kössener Schichten.
Colobodius varius GIEB. (S. 163); unterer Muschelkalk bis Rhät, Ladin
der Lombardei.

3. Paläobotanische Beweise.

Die Landpflanzenreste des Muschelkalkes brauchen uns nicht weiter aufzuhalten. Man vergleiche etwa SANDBERGER (1867, S. 152), der die Möglichkeit andeutet, daß im Prezzokalk von Judikarien und im mittleren Muschelkalk von Jena gemeinsame Voltzie auftreten. Darüber ist noch zu wenig bekannt.

Dagegen treffen wir in den Diploporen wieder eine Gruppe von der größten stratigraphischen Wichtigkeit. Wenn ich über ihre Vertretung in der deutschen Trias einige neue eigene Beobachtungen beibringen kann, verdanke ich das ganz vorwiegend dem großen Entgegenkommen der preußischen geologischen Landesanstalt, die mir alles erbetene Material immer wieder auf das bereitwilligste und mit jeder wünschenswerten Auskunft über das Vorkommen übersandte. Ich gestatte mir, für diese äußerst wirksame Unterstützung auch hier meinen herzlichen Dank auszusprechen.

Über mehrere teils ungeklärte, teils sicher zu Unrecht mit Dasykladazeen verglichene Funde (aus dem Muschelkalk von Thüringen und Hessen) werde ich bald in anderem Zusammenhange berichten.

Vollständig gesichert ist zunächst das Auftreten von Diploporen im mittleren Muschelkalk Lothringens und des Schwarzwaldes. Ich habe mich über diese Funde schon bei früherer Gelegenheit an der Hand von etwas Material geäußert (1926 b, S. 197; dazu BENECKE, 1898 b; HOHENSTEIN, 1913, S. 46—47; PIA, 1920 a, S. 52 und 179). Hier fasse ich nur das Wesentliche zusammen: „*Diplopora*“ *lotharingica* ist fast sicher eine *Physoporella*. Deutliche Unterschiede gegenüber der kleinen Varietät von *Physoporella pauciforata* ließen sich nicht feststellen. Ob diese Art in den Alpen bis in das Oberillyr reicht oder vielleicht mit dem Unterillyr erlischt, bleibt weiter zu untersuchen. Ich habe für die zweite, von meiner früheren abweichende Auffassung jetzt einige Anhaltspunkte. Die Schichten mit *Physop. lotharingica* liegen im oberen Teil des Anhydritgebirges. Es scheint, daß uns nur die Wahl bleibt, dieses ganze Schichtglied noch für anisisch zu halten, oder anzunehmen, daß die darin enthaltene Fauna und Flora ein Relikt ist, das die Zeit der Übersalzung an günstigen Stellen überlebt hatte, nicht aber nach dieser neu eingewandert ist. Darüber ist weiter unten ausführlicher zu sprechen.

Diplopora spec. HOHENSTEIN aus dem Trochitenkalk ist — wie ich schon früher ausgesprochen habe — offenbar keine Dasykladazee.

Die wichtigsten neuen Tatsachen haben sich bezüglich der Diploporen der oberschlesischen Trias ergeben. Ich werde sie in einer eigenen Arbeit mit Abbildungen belegen. Hier seien nur die wesentlichen Ergebnisse vorweg genommen. Ich verzichte darauf, die verschiedenen für schlesische Diploporen aufgestellten Namen, deren Deutung nicht feststeht, zu erörtern. Man vgl. darüber GÜMBEL, 1872 (S. 270, 275, 276, 281, 282), und meine früheren Arbeiten (bes. 1912 b, S. 69—70; 1920 a, S. 73—74; 1928, S. 238).

Drei Arten aus Oberschlesien sind bisher gut gekennzeichnet:

„*Diplopora*“ *elegans* ASSM. ist eine *Oligoporella*, die scheinbar auf Oberschlesien beschränkt ist. Die Gattung gehört sonst dem Anis an, da aber wahrscheinlich von ihr abstammende Formen noch im Jura auftreten, möchte ich auf diese Tatsache an sich kein übertriebenes Gewicht legen. Nur wenn man in Betracht zieht, daß die schlesischen Diploporen aus den Alpen stammen und daß dort im Ladin ziemlich sicher keine Oligoporellen vorkommen, erhält sie einige Bedeutung.

Diplopora annulata kommt in Oberschlesien unzweifelhaft — und zwar in sehr schönen Stücken — vor. Doch gehören nicht alle früher von mir so benannten Funde zu ihr. Es handelt sich vielmehr nur um einige Handstücke, die ohne nähere Fundortsangabe, bloß mit „Oberschlesien“ bezeichnet sind. Ferner gehören die Diploporen von Libiaż bei Krakau zu dieser Art.

Die wichtigste neue Feststellung ist die, daß ein großer Teil der Vertreter der Gattung *Diplopora* in Oberschlesien zu *Diplopora annulatissima* gehört. Oft tritt diese Art zusammen mit *Oligoporella elegans* auf. Das mir vorliegende Material stammt von folgenden Fundorten:

Blatt Groß-Strehlitz, bei Vorwerk Neu-Koschütz,
Himmelwitz,

Blatt Tarnowitz, nördlich Alt-Repten,

Südlich Tarnowitz, nächst dem Jägerhaus im Segetwalde,

Südöstlich Tarnowitz, im Tiefen Friedrich-Stollen.

Bekanntlich hat GÜMBEL die in Oberschlesien herrschende Diplopore nicht zu *Diplopora annulata*, sondern zu einer besonderen Art, *Dipl. cylindrica*, gestellt. Sie sollte sich von jener nur durch geringere Größe unterscheiden. Es ist naheliegend, zu fragen, ob ihm nicht *Dipl. annulatissima* vorlag und ob diese nicht richtig *Dipl. cylindrica* heißen sollte. Leider ist es mir nicht gelungen, GÜMBELS Urstücke aufzufinden. Aus seiner Beschreibung ist nichts zu entnehmen, weil er das Auftreten mehr oder weniger dicht gestellter offener Ringfurchen für eine bloße Verwitterungserscheinung hielt. Seine Abbildungen, Tafel D II, Fig. 2 n und o, sprechen eher im Sinne der geäußerten Vermutung. Es dürfte aber mindestens noch zu früh sein, den Namen *Dipl. cylindrica* an die Stelle des schon ziemlich eingebürgerten „*Dipl. annulatissima*“ zu setzen.

Die Diploporen sind in der schlesischen Trias nicht auf den Himmelwitzer Dolomit beschränkt. Nach ASSMANN (1914, S. 308) kommen sie zuerst in den Gorasdzter Schichten, unmittelbar am Fuße des oberen Wellenkalkes, vor. In den Terebratelschichten fehlen sie wieder (§. 310). Später wird die Art aus den Gorasdzter Schichten als *Diplopora* cf. *minutula* bezeichnet (1926 c, S. 504). *Dipl. annulata* wird zuerst aus den oberen Karchowitzer Schichten erwähnt (1914, S. 315). Dagegen heißt es in der späteren Arbeit (1926 c, S. 505), daß sie ausschließlich im Diplorendolomit vorkommt. Die Feuersteinknollen des erzführenden Dolomits enthalten ebenfalls Diploporen (1914, S. 319). BOGDANOWITSCH hatte auch die Form des erzführenden Dolomits zu *Dipl. annulata* gestellt (ASSMANN, 1914, S. 272). Andererseits gibt RÓŻYCKI (1924, S. 495) an, daß diese Art noch in den dolomitischen Mergeln, die wir jetzt als oberen Teil des Anhydritgebirges betrachten, vorkommt.

Alle diese Angaben sind, soweit sie sich auf bestimmte Spezies beziehen, einer Überprüfung bedürftig. Vor allem wäre es sehr wichtig, die Formen, die unter und über dem Himmelwitzer Dolomit auftreten, genauer kennenzulernen. Wir wissen von ihnen bisher so gut wie nichts.

Obwohl also unsere Kenntnis der schlesischen Diploporen noch große Lücken aufweist, kann man doch schon behaupten, daß unter den Gesteinen, die als Himmelwitzer Dolomit oder Diploporendolomit zusammengefaßt werden, sowohl ein anisischer als ein ladinischer Anteil vorhanden ist. *Dipl. annulatissima* ist in den Alpen auf das obere Illyr beschränkt (OGILVIE, 1925; PIA, 1926 a). Da sie nach Schlesien sicher vom alpinen Gebiet eingewandert ist, müssen wohl auch dort die sie führenden Schichten oberillyrisch sein. Das Gestein mit *Dipl. annulata* wird man als fassanisch betrachten dürfen, um so mehr, als die Hauptentwicklung dieser Art auch in den Ostalpen schon am Beginn des Ladins erfolgt.

Man muß sich nun fragen, ob vielleicht in Oberschlesien bisher irrlicherweise zwei verschiedene Schichtglieder mit demselben Namen bezeichnet wurden. Ich halte das für weniger wahrscheinlich, vermute vielmehr, daß die Grenze zwischen Anis und Ladin durch den einheitlichen, ja doch mehrere Dekameter mächtigen Himmelwitzer Dolomit geht, so daß dieses Gestein im unteren Teil lagen mit *Dipl. annulatissima*, im oberen Teil solche mit *Diplop. annulata* enthält. Freilich müssen nicht beide Arten überall vorkommen. Aufgeklärt könnte diese recht bedeutsame Frage nur durch eingehende Untersuchungen an Ort und Stelle werden.

Es ist nicht ohne Interesse, daß gelegentlich schon früher — wenn auch ohne hinreichenden Beweis — die Meinung geäußert wurde, der Diploporendolomit Schlesiens sei älter als die alpinen Schichten mit *Dipl. annulata*. STUR (1865, S. 248) schließt aus seiner schon besprochenen Parallelisierung des alpinen Illyr mit dem oberen deutschen Muschelkalk, daß die schlesischen Schichten mit „*Cylindrum annulatum*“ viel tiefer liegen müssen, als die alpinen Gesteine mit *Dipl. annulata*. Besonders merkwürdig ist aber eine Mitteilung von WÖHRMANN (1888, S. 74). Er weist zunächst darauf hin, daß die Diploporen im untersten Teil des Wettersteinkalkes von denen der höheren Bänke bedeutend abweichen. Offenbar lag ihm *Dipl. annulatissima* vor, die ja auch im Wettersteingebirge vorzukommen scheint („*Kantia J. v. Piae*“ REIS, 1926, S. 129). Mit diesen unteren Diploporenlagen des Wettersteinkalkes möchte er die diploporenreichen Schichten des Himmelwitzer Dolomits vergleichen. Später hat er diese Ansicht allerdings aufgegeben.

Aus allen über die Vertretung der anisischen Hauptstufe angeführten, gewiß noch sehr lückenhaften Befunden ergibt sich zunächst wohl als sicher, daß das ganze Wellengebirge anisisch ist. Das Verhalten des mittleren Muschelkalkes ist nicht eindeutig und wird weiter unten noch einmal zu besprechen sein. Die einzelnen Stufen des Anis sind im germanischen Gebiet noch nicht klar zu erkennen. Nur ganz beiläufig wird man vermuten können, daß die Wellenkalkgruppe dem Unteranis (= Hydasp), die Schaumkalkgruppe dem Oberanis (= Pelson + Illyr) entspricht.

V. Der ladinische Anteil der germanischen Trias.

1. Ansichten.

Durch die vorausgegangene Darstellung der Ansichten über das Ende der ganzen Mitteltrias und dasjenige der anisichen Hauptstufe ist offenbar auch der ladinische Anteil der deutschen Trias in jedem Gliederungsversuch schon bestimmt. Doch wird es notwendig sein, darauf noch einmal zurückzublicken und einige Stellen aus dem Schrifttum zu besprechen, die sich ausdrücklich mit dem Ladin befassen. In sehr vielen Fällen haben nämlich die Forscher, die dessen eine Grenze untersuchten, sich nicht gleichzeitig auch mit der anderen beschäftigt. Überhaupt ist die Verschiedenheit der Meinungen gerade bei der ladinischen Stufe am größten. Es gibt keinen Teil der germanischen Schichtfolge, der in neuerer Zeit ähnlich einstimmig für ladinisch erklärt worden wäre, wie etwa das untere Wellengebirge für anisich. Die wichtigsten Gruppen von Ansichten sind etwa folgende:

a) Das Ladin beginnt schon im Wellengebirge (AHLBURG, RASSMUSS). Nach AHLBURG (1906) umfaßt es den Muschelkalk vom oberen Teil der Schaumkalkgruppe bis zu seiner Obergrenze. RASSMUSS rechnet den ganzen Schaumkalk schon zum Ladin (vgl. S. 155).

b) Das Ladin beginnt mit dem mittleren Muschelkalk oder etwas höher, aber jedenfalls noch im Muschelkalk. (Oft wird der mittlere Muschelkalk nicht ausdrücklich genannt, sondern es ist nur vom unteren und oberen die Rede.) Hier sind zu nennen: BENECKE, DIENER, ECK, GÜMBEL (1873), HAUER (1878), LEPSIUS, ROTHPLETZ, SANDBERGER, TORNQUIST, WÖHRMANN und wohl auch BITTNER, obgleich ich bei ihm keine klare Angabe über die Untergrenze des Ladins in Deutschland gefunden habe.

Diese Ansicht kann als die vorherrschende bezeichnet werden. Man kann unter ihren Vertretern wieder zwei Gruppen machen:

a) Das Ladin ist nur durch Muschelkalkschichten vertreten. Das läuft auf dasselbe hinaus, wie die oben schon ausführlich erörterte Meinung, daß die Lettenkohlungruppe bereits karnisch ist. Als Vertreter dieser Auffassung seien genannt:

SANDBERGER, 1867. Vgl. S. 138.

GÜMBEL. Er erklärt (1873, S. 58, 86—87) als gleichaltrig mit dem Hauptmuschelkalk die „Halobien-schichten“. Diese sind ähnlich wie bei LEPSIUS ein Sammelbegriff und umfassen Gesteine des Illyrs (mit *Daonella sturi*), des Fassans und des Langobards. Da GÜMBEL erst die Torer Schichten der Bleiglanzbank gleichstellt, führe ich ihn hier unter den Forschern auf, die die Lettenkohle nicht mehr als ladinisch ansehen.

WÖHRMANN (1888, vgl. oben S. 139). Der Wettersteinkalk wird (S. 73) ausdrücklich noch zum Muschelkalk gerechnet. In diesem Sinne wird das Fehlen von Leitversteinerungen des Hauptmuschelkalkes in den Alpen verwertet. Die näheren Vergleiche, die in einer Tabelle (S. 75) niedergelegt sind, werden teilweise durch die nicht hinlängliche Bekanntschaft mit der Stellung der Partnachsichten und der Zlambachsichten irreführt. Der Wettersteinkalk erscheint hier als Vertreter des mittleren und oberen Muschel-

kalkes. 1894 (b, S. 20) gibt WÖHRMANN noch einige nähere Ausführungen. Wengener und Cassianer Schichten stellt er dem mittleren Muschelkalk gleich. Der Schlerndolomit entspricht dem Hauptmuschelkalk. Freilich glaubt WÖHRMANN (S. 25) noch, daß der Marmolatakalk, auf dessen Zugehörigkeit zum Muschelkalk er besonderes Gewicht legt, von Cassianer Schichten unterlagert wird. Stellt man das richtig, so rückt die Grenze des Hauptmuschelkalkes in den Alpen mehr herunter.

Besonders entschieden hat schließlich BITTNER immer wieder betont, daß Wettersteinkalk, Esinokalk, ja auch Wengener und Cassianer Schichten zum Muschelkalk gehören (1895 a, S. 286; 1898, durchgehend).

BENECKE dagegen streubt sich (1895, S. 241, 242) gegen die Übertragung des Namens Muschelkalk auf alpine ladinische Schichten, offenbar weniger aus faziellen Gründen, als wegen der Unsicherheit des zeitlichen Vergleiches. Auch die Frage des Verhältnisses von Marmolatakalk und Hauptmuschelkalk gilt ihm noch als offen.

β. Das Ladin umfaßt sowohl Muschelkalk- als Keuper-schichten. Hier sind jene Verfasser zu nennen, die die karnische Stufe für jünger als die Lettenkohle halten. Ich hebe wieder nur einige hervor, die sich in bezug auf das Ladin selbst näher geäußert haben.

LORETZ dürfte wohl hierher zu rechnen sein. Zwar geht er auf den Vergleich der höheren südalpinen Triassschichten mit den germanischen nicht ein. Da aber (nach S. 415, 1874) zu ersehen ist, daß bei ihm die Buchensteiner Schichten (oberer Teil des „Muschelkalkes, dritte Stufe“) etwa dem Hauptmuschelkalk entsprechen, müssen Wengener und Cassianer Schichten wohl schon in die Lettenkohle fallen. LORETZ erwähnt aus ihnen (S. 418) auch Lettenkohlenpflanzen.

LEPSIUS (1878) läßt seine „Halobien-schichten“ etwa vom mittleren Muschelkalk einschließlich bis zur Lettenkohle ausschließlich reichen (112, 117). Was er unter diesem Namen zusammenfaßt, soll (S. 63) den Wengener und Buchensteiner Schichten entsprechen. Wie aber aus den Fossilisten (z. B. S. 113) hervorgeht, enthalten die Halobien-schichten auch illyrische Gesteine. BITTNER (1881, S. 240) hat die hier eingerissene Verwirrung in ausgezeichneter Weise klargestellt. Offenbar hat sich LEPSIUS erst im Laufe seiner Arbeit entschlossen, den Prezzokalk wenigstens als eine besondere Unterstufe zu behandeln, hat diese Trennung aber nicht überall durchgeführt.

Nach ROTHPLETZ (1894, S. 79) muß, was zwischen alpinem Muschelkalk und Raibler Schichten liegt, also die Buchensteiner, Wengener und Cassianer Schichten samt ihren heteropischen Vertretungen, dem Hauptmuschelkalk und der Lettenkohle entsprechen, ohne daß man aber die einzelnen Schichtglieder der beiden Meere miteinander parallelisieren könnte.

SALOMONS Tabelle (1895, S. 60) krankt daran, daß er den Marmolatakalk in der Stufenleiter zu hoch, nämlich als gleichzeitig mit den Wengener und Cassianer Schichten, ansetzt. Im übrigen hat SALOMON die faunistischen Beziehungen des Marmolatakalkes zum deutschen Muschelkalk eingehend erörtert (S. 52, 55, 57 bis 60). Über die Abgrenzung der ladinischen Stufe in Deutschland ist er sich nicht klar. Ihre Untergrenze mag am Fuße des Anhy-

ditgebirges, oder in diesem, oder sogar im unteren Hauptmuschelkalk liegen. Gegen oben kann das Ladin noch den tieferen Teil der Lettenkohle umfassen, ohne daß sich das sicher behaupten ließe.

TORNQUIST (1896, S. 28; 1898 b, S. 692; 1899, S. 376; 1900 a, S. 152; 1901 a, S. 109) vergleicht — mit geringen Abweichungen in den verschiedenen Arbeiten — folgendermaßen:

Höherer Teil der ladinischen Stufe	Lettenkohle
Buchensteiner Schichten (Oberfassin)	Hauptmuschelkalk
Spitzkalk (Unterfassin)	Trochitenkalk
Trettokalk (Illyr)	Anhydritgebirge.

Was er an Beispielen für die von mir als „höherer Teil der ladinischen Stufe“ zusammengefaßten Gesteine anführt, ist allerdings nicht durchwegs zutreffend gewählt.

MOJSISOVICs hat sich in späteren Arbeiten TORNQUIST ziemlich eng angeschlossen, nur daß er im Zusammenhang mit seiner Einreihung des Spitzkalkes den Trochitenkalk noch für anisisch hält (1896, S. 355, Anm. 1 und S. 370).

BENECKE (1898 a, S. 141) hält die ladinischen Gesteine über den Buchensteiner Schichten für zeitliche Vertreter der Lettenkohle. Sie noch zum Hauptmuschelkalk zu stellen, wäre (S. 145) zu gewagt.

Auch ZELLER (1908, S. 119) wird man in die besprochene Gruppe von Forschern einreihen können, denn da bei ihm Lettenkohle und Wengener Schichten einander entsprechen, muß die ladinische Stufe aus dem Muschelkalk in den Keuper reichen.

Endlich zählt LANG (1911, S. 230) verschiedene Ansichten über die Stellung der Buchensteiner Schichten im deutschen Muschelkalk auf. Als ladinisch betrachtet er (S. 235) folgende germanische Schichtglieder: *Nodosus*-Kalk, *Trigonodus*-Dolomit, Lettenkohle, Gipskeuper, Schilfsandstein. Erst mit den dunklen Mergeln in dessen Hangenden würde das Karinth beginnen. Das ist wohl der größte Umfang, der dem Ladin in Deutschland bisher gegeben worden ist.

In wenigen Fällen bleibt es unklar, ob ein Verfasser in die Gruppe α) oder β) der Ansichten einzureihen ist. So finde ich bei ECK (1865) keine Angabe über die Lage der Obergrenze des Ladins in Schlesien. Auch über die Stellung des mittleren Muschelkalkes spricht er sich nicht aus, deutet dagegen an (S. 151), daß der Hallstätter Kalk (lies Wettersteinkalk) wahrscheinlich dem oberen deutschen Muschelkalk entspricht.

c) Das Ladin beginnt erst mit der Lettenkohle. Diese Ansicht hat weniger zahlreiche und überhaupt nur ältere Vertreter. Heute ist sie so ziemlich aufgegeben, wohl hauptsächlich unter dem Einfluß von BITTNER und SALOMON.

ALBERTI (1864) glaubte, wie schon oben (S. 153) erwähnt, daß der alpine Muschelkalk dem deutschen Hauptmuschelkalk entspricht. Da er andererseits auf Grund der noch zu besprechenden Cannstätter Mergelfauna die Cassianer Schichten erst im mittleren Keuper suchte, wird bei ihm etwa die untere

Hälfte des deutschen Keupers ladinisch. Sehr klar tritt dies allerdings nicht hervor, weil er die apine Trias noch zu wenig kennt.

HAUER und MOJSISOVICS stimmten, wie schon dargelegt (S. 153), darin überein, daß der alpine Muschelkalk dem ganzen deutschen Muschelkalk gleichzusetzen sei. Das Ladin muß also dann durch irgend welche Teile des Keupers vertreten sein, ohne daß man darüber Genaueres erführe. Über die später von MOJSISOVICS angenommene Deutung vgl. ebendort.

Eine eigentümliche Stellung nimmt STUR ein. Auch er will ja im alpinen Illyr ein Äquivalent des Hauptmuschelkalkes sehen. Andernteils ist für ihn aber die Lettenkohle schon karnisch. Es bleibt also eigentlich keine Vertretung des Ladins übrig. Das beruht darauf, daß er die Buchensteiner Schichten mit den Reiflinger Kalken vereinigt, Cassianer Schichten und Schlerndolomit aber als gleichaltrig mit den Lunzer Schichten auffaßt. So kommen als ladinisch höchstens die Wengener Schichten in Betracht, die STUR in enge Verbindung mit den Raibler Schichten bringt und an den Fuß der Lettenkohle stellt (vgl. bes. die Tabelle am Schluß der „Geologie der Steiermark“).

d) Die Untergrenze des Ladins wird nicht angegeben. Bezüglich dieser Arbeiten, die sich vorwiegend mit der Altersstellung des deutschen Keupers befassen, kann ich auf das Kapitel über die Obergrenze der Mitteltrias verweisen.

2. Paläozoologische Beweise.

Unter den Versuchen, auf paläontologischem Weg das ladinische Alter gewisser Teile der deutschen Trias zu beweisen, ergeben sich recht natürlich einige Gruppen. Zunächst werden verschiedene — übrigens durchwegs ziemlich erfolglose — Versuche kurz zu besprechen sein, Fossilien der Cassianer Schichten im germanischen Gebiete nachzuweisen. Dann muß eingehend über die wichtigste einschlägige Frage, die der nodosen Zeratiten der Ostalpen, gehandelt werden. Schließlich wird eine zweite Gruppe wertvoller Leitfossilien, die Daonellen, zu erwähnen sein.

NIES gibt (1868, S. 21—22) eine recht interessante kurze Übersicht über die älteren Deutungen der Cassianer Schichten, die zwischen Paläozoikum und Neokom schwankten. Es sei hier auf sie aufmerksam gemacht.

Recht wichtig schien eine Zeitlang ein Fund ALBERTIS zu sein, der (1864, S. 20 und 286) gelegentlich einer Bohrung bei Cannstatt in Württemberg einen kreidigen Mergel mit vielen verkieselten Versteinerungen, hauptsächlich Bivalven, Gastropoden und Spongien, feststellte. Die Lage der versteinungsreichen Bank war damals nicht ganz sicher. ALBERTI setzte sie in den mittleren Keuper. Er glaubte in ihr nicht weniger als vierzehn sicher auch in St. Cassian vorkommende Arten zu erkennen.

Diese Darstellung ist jedoch durch PHILIPPI (1898, S. 205ff.) widerlegt worden. Zunächst wies er nach, daß der Kreidemergel nicht am Fuße des Gipskeupers, sondern im *Trigonodus*-Dolomit, an der Basis des Kohlenkeupers auftritt. Die Fauna ist der von Schwieberdingen in Württemberg sehr ähnlich. Siebzehn Arten unter einundzwanzig sind mit diesem Fundort gemeinsam,

davon zwei, die sonst von nirgends bekannt sind. Dagegen stimmt keine einzige Form mit den Cassianer Schichten der Art nach überein.

Diese Angaben PHILIPPIS sind von Späteren ohne Widerspruch angenommen worden. ZELLER (1908, S. 120) weist mit Recht auf die Gefahr hin, daß Fossilien, die eigentlich nicht bestimmbar sind, auf Grund einer vorgefaßten Meinung über die Parallelisierung der Fundschichten benannt werden.

Über verschiedene Funde von Cassianer Fossilien aus dem Muschelkalk von Würzburg hat SANDBERGER berichtet. So soll im Hauptmuschelkalk, und zwar in einem ziemlich tiefen Teil, den Bänken mit *Pecten discites*, ein Brachiopode gefunden worden sein, der mit *Spirigera wissmanni* von St. Cassian große Ähnlichkeit habe (1867, S. 167). Das Vorkommen von *Cassianella tenuistria* im untersten Schaumkalk von Würzburg (1866, S. 35) stellt SANDBERGER selbst später als weniger sicher hin (1867, S. 140, Anm. 1). Möglicherweise handelte es sich hier — wie in anderen Fällen, in denen diese Art aus Deutschland angeführt wurde — um *Cassianella ecki* BÖHM (vgl. J. BÖHM, 1904; ASSMANN, 1916, S. 597).

Großen Wert legte SANDBERGER auf die Funde, die NIES im Grenz dolomit des Steigerwaldes bei Bamberg gemacht hat. NIES führt (1868, S. 16) aus diesem Schichtglied hauptsächlich vier Cassianer Arten an:

Modiola gracilis KLIPST.,

Myophoria harpa MÜNST. sp.,

Natica cassiana WISSM.,

Holopella multitorquata MÜNST. sp.

Auch EMMRICH schließt aus diesen Versteinerungen, daß Wengener und Cassianer Schichten der Lettenkohle gleichzusetzen sind (1873, S. 849).

ZELLER dagegen (1908, S. 119) lehnt alle diese Versuche und besonders die Bestimmungen von SANDBERGER und NIES entschieden ab. Nach ihm sind in der Lettenkohle (und auch im unteren Gipskeuper, was wohl zu weit geht) keinerlei alpine Fossilien nachgewiesen. Sie sollen erst über dem Schilfsandstein erscheinen.

Dementsprechend findet man die eben genannten Fossilien auch nicht in den neueren Verzeichnissen (DIENER, M. SCHMIDT) als Bestandteile der deutschen Triasfauna. Nur *Naticopsis cassiana* wird von ASSMANN mit viel Vorbehalt auch aus dem oberschlesischen Diploprendolomit angegeben (1924, S. 15). *Spirigera wissmanni* scheint übrigens eine so große senkrechte Verbreitung zu haben, daß sie sich schon aus diesem Grund nicht als Leitfossil eignen würde.

WÖHRMANN hat (1894 b, S. 14) gelegentlich einmal berichtet, daß er im oberen Wellenkalk oder im mittleren Muschelkalk zwei vorzüglich erhaltene Arten der Cassianer Fauna gefunden habe,

Naticella striatocostata MSTR.,

Gonodus planus MNSTR. sp. = *Astarte antoni* GIEB.

Diese Bestimmungen treffen wahrscheinlich zu. *Naticella* (oder *Neritopsis*) *striatocostata* wurde etwas später von KOKEN im oberen Muschelkalk nachgewiesen (1898, S. 9). In den Alpen geht sie vom unteren Ladin bis in das Karinth. Die von SALOMON begründete Gleichsetzung der *Astarte antoni* mit

Gonodus planus (richtiger *Schafhäulia plana*) ist ebenfalls ziemlich allgemein angenommen. Die Art soll dem deutschen Wellengebirge und dem Marmolatakalk gemeinsam sein.

Anschließend müssen hier die Funde alpiner Triasgastropoden in Deutschland besprochen werden, die KOKEN (1898) beschrieben hat. Es handelt sich zunächst um Arten des oberen Muschelkalkes, wie

Naticella striatocostata,
Marmolatella planoconvexa,
Neritaria candida,
verschiedene *Zygopleuren*,
Trypanostylus konincki,
Promathildia bolina,
Promathildia antoni

und andere weniger sicher erkennbare. In den Alpen gehören sie durchwegs der ladinischen Stufe an. Manche reichen allerdings weiter hinunter oder hinauf.

Dagegen gehen die von KOKEN beschriebenen Arten des unteren Muschelkalkes, wie

Naticopsis gaillardoti,
Pseudomurchisonia extracta,
Undularia scalata var. *alsatica*,
Coelostylina gregaria,

in den Alpen nicht über das Anis hinauf.

Diese Verbreitung ist also geeignet, das ladinische Alter des oberen Muschelkalkes und das anisische des unteren zu bestätigen. Man wird aber KOKEN (S. 6) nicht widersprechen können, wenn er vor einer Überschätzung der aufgezeigten Beziehungen warnt. Die Bemerkung allerdings, daß die ladinischen Typen schon im unteren deutschen Muschelkalk erscheinen, trifft nicht mehr ganz zu, weil sie sich wohl hauptsächlich auf den schlesischen Diploporendolomit bezieht, dessen Stellung ja heute anders beurteilt wird.

Wir werden später sehen, daß die Gastropoden nicht selten andere und wahrscheinlich weniger richtige Schlüsse auf das geologische Alter ihrer Fundschichten nahelegen, als etwa die Brachiopoden. Wenn sich in dem vorliegenden Fall keine solche Unstimmigkeit zeigt, liegt das vielleicht teilweise an dem verhältnismäßig großen Altersunterschied der verglichenen Schichten, dann aber wohl daran, daß der untere Muschelkalk sich hier faziell dem Marmolatakalk nicht so nähert, wie etwa der schlesische Diploporendolomit. Deshalb treten in ihm keine Vorläufer der Marmolatakalkfauna auf. Solche finden sich unter geeigneten faziellen Verhältnissen wohl vorwiegend im oberen Teil des Anis.

PHILIPPI hat (1898, S. 203 bis 205) die von ihm beschriebene Fauna des *Trigonodus*-Dolomits vom Hühnerfeld bei Schwieberdingen (nordöstlich Stuttgart) eingehend auf alpine Arten untersucht. Es zeigt sich in ihr eine Reihe neuer Einwanderer, die mit den Arten des Muschelkalkes nicht näher verwandt sind, dagegen deutliche Beziehungen zur ladinischen und karnischen Stufe der Alpen haben. Sie gehören zu den Gattungen *Trigonodus*, *Tancredia*,

Leda, *Tretospira*, *Katosira*, *Trypanostylus* usw. Spezifisch mit alpinen übereinstimmende Formen sind unter ihnen aber kaum. Deshalb gelangt PHILIPPI auch zu keiner Gleichsetzung mit einer bestimmten Stufe.

Auf S. 198 bis 200 gibt PHILIPPI eine Tabelle der Fauna des *Trigonodus*-Dolomits. Ich hebe aus ihr jene Arten heraus, die (nach DIENERS Katalogen) auch in den Alpen vorkommen:

Alpine Arten im *Trigonodus*-Dolomit nach PHILIPPI, 1898.

	Wellengebirge	Hauptmuschelkalk	Kohlenkeuper	Anis	Ladin
+ = dieselbe Art					
~ = ähnliche, nicht gesondert benannte Form					
<i>Placunopsis ostracina</i>	+	+	+	+	
<i>Pecten discites</i>	+	+	+	+	+
<i>Modiola triquetra</i>	~	~		~	
<i>Myoconcha gastrochaena</i>	+	+	+	+	
<i>Myophoria laevigata</i>	+	+	+	+	+
„ <i>vulgaris</i>	+	+	+	+	
„ <i>elegans</i>	+	+	+	+	
„ <i>goldfussi</i>		+	+	+	?
<i>Myophoriopsis subundata</i>	+	+	+	+	
<i>Nucula goldfussi</i>	+	+	+	+	
<i>Macrodon beyrichi</i>	+	+	+	+	
<i>Pleuromya mactroides</i>	+	+	+	+	
<i>Loxonema schlotheimii</i>	+	+			+
<i>Coelostylina gregaria</i>	+	+		+	

Einige Arten, die in den Alpen nur in skythischen oder karnischen Schichten bekannt sind, wurden weggelassen.

Würde man hier statistisch vorgehen, so wäre der Schluß auf anisisches Alter unvermeidlich. PHILIPPI hat vollkommen recht, wenn er ein solches Verfahren (S. 203) entschieden abweist. Es spricht sich in diesem Verhalten der Fauna wohl wesentlich nur die Superstitennatur der deutschen Triasversteigerungen aus. Die anisischen Einwanderer aus den Alpen lebten im germanischen Meer weiter. Das wird dadurch noch besonders ins Licht gerückt, daß unter den aufgezählten zehn rein anisischen Arten acht auch in der Lettenkohle vorkommen, die doch sicher nicht mehr für anisisch gehalten werden kann. Andererseits dürfte auch auf die generischen Beziehungen zum Ladin kein großes Gewicht zu legen sein, weil — wie schon auf S. 125 und 179 ausgeführt — wahrscheinlich die meisten dieser Gattungen im Oberanis der Alpen vorhanden, aber noch nicht beschrieben sind.

Unter diesen Umständen kann die Fauna von Schwieberdingen für die Altersbestimmung des Hauptmuschelkalkes wohl nicht herangezogen werden.

Sie wurde hier aber besprochen, weil sie die Gefahren einer paläontologischen Altersbestimmung auf statistischem Weg ganz besonders eindringlich erkennen läßt.

MOJSISOVICs hat gelegentlich (1896, S. 355, Anm. 1) darauf hingewiesen, daß *Trematodiscus* (richtig *Thuringionautilus*) *jugatonodosus* aus dem Grenz-dolomit Thüringens mit *Thur. klipsteini* von St. Cassian nahe verwandt ist. Doch berechtigt das kaum zu genaueren Schlüssen, nicht nur, weil Nautilen weniger horizontbeständig sind — wie schon MOJSISOVICs hervorhebt — sondern hauptsächlich, weil mit solchen Ähnlichkeiten stratigraphisch überhaupt nicht viel anzufangen ist.

Am wichtigsten für einen unmittelbaren Nachweis ladinischen Alters gewisser Teile der deutschen Trias sind wohl immer noch die nodosen Zeratiten. Angaben über das Auftreten von „*Ceratites nodosus*“ in der südalpinen Trias finden sich im älteren Schrifttum wiederholt, so bei CATULLO (z. B. 1847, S. 65, Tafel 4, Fig. 5). TORNQUIST (1898 a, S. 228) gibt noch weitere Schriftenhinweise. Später wurden diese Funde sehr angezweifelt. BENECKE (1868, S. 25) vermutet, daß die im Museum von Padua aufbewahrten Stücke in Wahrheit aus Deutschland stammen und daß die Fundorte verwechselt sind. TORNQUIST (1896, S. 22, Anm. 1; 1898 a, S. 229) schließt sich dieser Meinung an und stützt sie mit weiteren Gründen. Mit den später tatsächlich bei Recoaro gefundenen Nodosen können diese älteren Stücke schon wegen der verschiedenen Gesteinsbeschaffenheit nichts zu tun haben. (Ähnlich, wenn auch weniger entschieden, PHILIPPI, 1901 a, S. 387).

Es erregte deshalb die größte Überraschung, als TORNQUIST (1896) mitteilte, daß er nun doch einen sicher der vizeninischen Trias angehörigen nodosen Zeratiten gefunden habe. Die Fundschicht wird in dieser ersten Mitteilung noch als Buchensteiner Schicht bezeichnet (was nur gebilligt werden kann). Die durch die besten Stücke vertretene Art wird *Ceratites nodosus* genannt, dabei aber gleich betont, daß sie vom Typus abweicht und einen anderen Namen bekommen muß, wenn die deutschen Zeratiten einmal feiner eingeteilt werden.

So überraschend war diese Ausnahme von der allgemeinen Regel des Fehlens von Fossilien des Hauptmuschelkalkes in den Alpen, daß ARTHABER (1896 a, S. 125—126) an der Deutung als *Ceratites nodosus* zweifelte, wenn er auch die Zugehörigkeit zur Gruppe der Nodosen annahm. Nachdem er jedoch das Fossil selbst untersucht hatte, erklärte er sich für überzeugt, daß die Bestimmung TORNQUISTS richtig sei (1896 c, S. 274).

Wenig später hat TORNQUIST die nodosen Zeratiten von Recoaro eingehender behandelt (1898 a). Er nennt die zuerst beschriebene Form jetzt *Ceratites subnodosus* MÜNST. (non MOJSISOVICs). Daneben kommt auch ein *Ceratites* aff. *nodosus* BRUG. (sens. str.) vor. Beide Arten sind durch eine ganze Anzahl Stücke vertreten. TORNQUIST wendet sich (S. 232) gegen die Vermutung, daß es sich um aus dem germanischen Meer eingeschwemmte leere Schalen handeln könnte. Dazu sind die Reste zu zahlreich, auch zu gleichartig. Sie zeigen keineswegs eine Auswahl von verschiedenen deutschen Typen. Auch die übrige Fauna der gleichen Schichten ist recht eigenartig

und beweist, daß wir es mit einer bodenständigen Tiergesellschaft zu tun haben. Das Alter der Nodosenschichten von Recoaro ist nach TORNUST oberfassenisch (1898 b, S. 688 und 691). Diese Unterstufe ist also den deutschen Nodosenplatten des Hauptmuschelkalkes gleichzusetzen. Der Trochitenkalk entspricht dann dem unteren Fassan.

In der zusammenfassenden Darstellung des vizeninischen Triasgebietes (1901 a) ändert TORNUST im Anschluß an DIENER den Namen des häufigsten Nodosen von Recoaro neuerdings. Er heißt nun *Ceratites münsteri*. (Siehe DIENER, 1900, S. 7; dazu auch PHILIPPI, 1901 a, S. 387). Die stratigraphischen Schlußfolgerungen werden dadurch nicht betroffen.

Endlich hat PHILIPPI (1901 a, S. 389) die alpinen Stücke auch von dem deutschen *Ceratites münsteri* getrennt und als eine besondere Art, *Cerat. tornquisti*, beschrieben. (Vgl. dazu auch die Polemik im Zentralbl. f. Min. usw., 1901, S. 390 bis 396, 553 bis 557 und 741 bis 746; ferner RIEDEL, 1916, S. 35 und 65). Zur Namensfrage wäre nur noch zu bemerken, daß strenggenommen auch *Cerat. subnodosus* MOJS. kein gültiger Name ist. Denn wenn auch *Cerat. subnodosus* MÜNST. nicht sicher deutbar und daher unverwendbar ist, besteht doch kein Zweifel, daß der Name von MÜNSTER für einen Zeratiten gebraucht und mit einer kurzen — heute unzulänglichen — Kennzeichnung veröffentlicht wurde. Nur das verlangt aber Art. 35 der zoologischen Nomenklaturregeln, um einen späteren Namen wegen Homonymie zu verwerfen (vgl. RICHTER, 1927, S. 15).

Die stratigraphische Bedeutung von TORNUST'S Entdeckung wurde viel umstritten. MOJSISOVICS (1896, S. 354) und BENECKE (1898 a, S. 140) halten die Gleichaltrigkeit von Buchensteiner Schichten und Hauptmuschelkalk durch sie für erwiesen. Ähnlich dachte anfangs PHILIPPI (1898, S. 221 und 223), später noch FRECH (1908, S. 40).

Eine entgegengesetzte Beurteilung ist von PHILIPPI in seinen späteren Arbeiten begründet worden. Nach ihm (1901 a, S. 352, 391) gehört *Cerat. tornquisti* nicht zur Gruppe der Nodosen, sondern wahrscheinlich zu den Binodosen. Er sei mit keiner Art des deutschen Muschelkalkes identisch (S. 389, 391). Allerdings glaubte ja PHILIPPI, daß die deutschen Nodosen von alpinen Binodosen abstammen (S. 438—439). Einen Austausch von Formen während des Fassans lehnt er aber ab. Der *Cerat. aff. nodosus* sens. str. von San Ulderico, der nur durch Bruchstücke vertreten ist, erscheint PHILIPPI bis auf weiteres äußerst zweifelhaft (S. 392). Dagegen soll *Cerat. tornquisti* bei Toulon in Südfrankreich sicher vorkommen. Eine darauf bezügliche Angabe TORNUST'S wird richtiggestellt (S. 391). Später fand PHILIPPI, daß hier im oberen Muschelkalk zusammen mit jener Art auch echte Nodosen auftreten. Er war deshalb geneigt, beide Formen nun doch für gleichaltrig zu halten (AHLBURG, 1906, S. 124, Anm. 1). Doch scheint er diese Auffassung nicht mehr veröffentlicht zu haben, wenn man von einer Andeutung (1901 b, S. 557) absieht. TORNUST ist PHILIPPI sogleich entgegengetreten (1901 b und c). Er hielt daran fest, daß die vicentinische Art ein echter Nodose und von *Cerat. münsteri* nicht zu unterscheiden sei.

Die ablehnende Haltung PHILIPPIS, bei der er auch weiterhin blieb (1901 b),

mußte gewichtig erscheinen, weil er nicht nur die deutschen Zeratiten ausgezeichnet kannte, sondern auch die Stücke TORNQUISTS nachuntersucht hatte. Sie bewog viele, den Leitwert des *Cerat. tornquisti* gering einzuschätzen. Mir erscheint PHILIPPIS Deutung allerdings ziemlich gekünstelt, besonders wenn man bedenkt, daß im südfranzösischen Muschelkalk echte Nodosen und von ihnen unabhängig entstandene Konvergenzformen zusammen auftreten sollten.

AHLBURG, der sich PHILIPPI anschließt, weist noch darauf hin (1906, S. 140), daß VACEK in der Val Sugana nodose Zeratiten in den Schichten mit *Cerat. trinodosus* gefunden habe. Diese Angabe ist aber später durch ARTHABER (1916) entschieden widerlegt worden. Er hat das Fossilmaterial aus der Friccaschlucht südöstlich des Caldonazzo-Sees genau untersucht und keinerlei Vertreter der nodosen Zeratiten darin gefunden. Es handelt sich um eine echte oberanisische Fauna mit einem gewissen örtlichen, aber keinem germanischen Formeneinschlag. Für feinere stratigraphische Beobachtungen ist die Friccaschlucht, die ich etwas kenne, übrigens wegen der sehr starken Schichtstörungen nur wenig geeignet.

Auch RASSMUSS (1913, S. 231) hält im Anschluß an PHILIPPI das Vorkommen des *Cerat. tornquisti* in Deutschland für unbewiesen.

Neuerdings nahm die Angelegenheit aber noch einmal eine veränderte Wendung. RIEDEL (1916, S. 66 und 76) berichtet nämlich, daß er im Berliner Museum für Naturkunde ein Ammonitenbruchstück fand, das mit der Art aus dem Vizentin spezifisch übereinstimmt. Der Fundort ist nicht bekannt, es scheint aber nicht zweifelhaft, daß das Stück aus Deutschland, wahrscheinlich aus Süd- oder Mitteldeutschland, stammt. *Cerat. tornquisti* kommt also doch auch im deutschen Muschelkalk vor. Wenn RIEDEL (S. 76) an die Möglichkeit von Konvergenz bis zur völligen artlichen Gleichheit der Schalen denkt, scheint mir das zu weit gegangen.

Der naturgemäße Schluß aus allen angeführten Beobachtungen ist doch wohl der, daß etwa im Fassan Zeratiten aus der Gruppe der Nodosen (auf die RIEDEL, S. 79, den Namen *Ceratites* beschränken möchte) über Südfrankreich in die Südalpen eingewandert sind. Man muß daraus weiter folgern, daß der obere Teil des deutschen Hauptmuschelkalkes ungefähr aus der ersten Hälfte der ladinischen Helikie stammt.

Ergänzt werden diese Schlüsse durch die Beobachtungen über das Vorkommen nodoser Zeratiten in anderen süd- und osteuropäischen Gebieten. Am wichtigsten ist dasjenige in Sardinien. Wir verdanken seine Kenntnis ebenfalls TORNQUIST (1901 b, 1902, 1904). In der ersten Arbeit berichtet er vorläufig über den Fund eines *Cerat. ex aff. evolutus* PHIL. in einem Block vom M. Santa Giusta, Nurra, NW-Sardinien. Nach RIEDEL (1916, S. 77) dürfte es sich eher um eine Form aus der Verwandtschaft des *Cerat. toulonensis* und *Cerat. thuringiacus* handeln. Die zweite Schrift enthält keine Angaben über Ammoniten, aber wesentliche Berichtigungen der Stratigraphie und einen Überblick über die Geologie der ganzen Insel. Am wichtigsten ist die dritte Mitteilung. Sie beschäftigt sich nur mit der germanischen Trias der Nurra. Im Hauptmuschelkalk treten hier zwei Fossilhorizonte auf, die beide nodose

Zeratiten enthalten. Aus dem oberen, unmittelbar unter dem Keuper, werden (1904, S. 1111) angeführt:

Ceratites münsteri = *Cerat. tornquisti*,
Protrachyceras langobardicum,
Nautilus bidorsatus,
Terebratula vulgaris,

verschiedene Bivalven der deutschen Trias.

Außerdem erscheint in der Liste *Diplopora* ex aff. *annulata*, jedoch mit der Bemerkung, daß sie nicht zusammen mit den anderen Versteinerungen, sondern weiter nördlich, an dem schon genannten M. Santa Giusta, auftrete. Nach DENINGERS Mitteilungen (1907, S. 447—448, und Tafel 14, Fig. 1) scheinen an diesem Berg zwei Diploporenanlagen vorhanden zu sein, eine im unteren und eine im mittleren Muschelkalk. Es ist sehr zu bedauern, daß über sie nichts Genaueres bekanntgeworden ist.

Einen *Cerat. tornquisti* aus Sardinien stellt höchstwahrscheinlich die Abbildung bei TORNQUIST (1913, S. 156) dar. Eine andere ist mir nicht bekanntgeworden.

Ergänzende Bemerkungen über die Gliederung und Verbreitung der sardinischen Trias findet man bei DENINGER (1907).

Protrachyceras langobardicum gilt als ein Leitfossil der langobardischen Stufe. *Cerat. tornquisti* läge also in Sardinien unbedeutend höher, als im Vizentin, wie dies auch RASSMUSS (1913, S. 231) hervorhebt. Darin sehe ich keine Schwierigkeit, zumal ja eine ganz naheverwandte Form in der Nurra auch etwas weiter unten nachgewiesen wurde. Man könnte aus dem von TORNQUIST gegebenen Profil schließen, daß der Hauptmuschelkalk oberfassanisch bis langobardisch ist, wogegen das Cordevol schon durch den unteren Keuper vertreten würde. Doch ist eine so genaue Festlegung der Grenzen vielleicht immer noch nicht statthaft. Im Lichte der neueren Ansichten über die Verhältnisse innerhalb der deutschen Trias wird man nicht mehr so sicher, wie TORNQUIST (1904, S. 1113), davon überzeugt sein, daß der Übergang von den Muschelkalk- zu den Keupersedimenten in Sardinien und in Deutschland gleichzeitig erfolgt ist. Unzweifelhaft sind aber die Entdeckungen TORNQUISTS auf Sardinien einer der festesten Beweise für das ladinische Alter des Hauptmuschelkalkes.

Wenig brauchbar für unsere stratigraphischen Vergleiche ist der bisher allein stehende Fund eines nodosen Zeratiten in der Dobrudscha durch ANASTASIU. Über die allgemeinen stratigraphischen Verhältnisse der Trias in diesem Gebiet unterrichten DIENER (1915 a, S. 447—448) und WILSER (1928, S. 173—174). Die Einwendungen, die ARTHABER (1906, S. 439, Anm. 1) gegen die Annahme eines germanischen Einschlages in dieser Triasentwicklung erhebt, können mich — ebenso wie WILSER — nicht überzeugen. Auch aus der Darstellung PHILIPPIS (1901 a, S. 392) geht hervor, daß es sich keineswegs um einen vizeninischen, sondern um einen germanischen Zeratiten handelt. Die fazielle Gliederung der Trias in der Dobrudscha ist offenbar recht verwickelt und durchaus nicht klar. Für uns ist jedoch nur wichtig, hervorzuheben, daß die germanische Trias von Zibil in keinem erkennbaren Verband mit alpinen

Triasschichtgliedern steht (TORNQUIST, 1900 b, S. 174; DIENER, 1915 a, S. 448). Auch KITTL (1908, S. 467), der übrigens TORNQUISTS Arbeit nicht gekannt zu haben scheint, hat ihre Lagerung nicht aufgeklärt. Es ist zu bedauern, daß er diesem wichtigen Punkt so wenig Beachtung geschenkt hat. Doch findet man bei ihm einige Bemerkungen über die Lage der Aufschlüsse. Wenn ARTHABER (1915, S. 99) den besprochenen Zeratiten zusammen mit alpinen Formen bei den Buchensteiner Schichten aufzählt, handelt es sich nur um eine — vielleicht etwas irreführende — Zusammenstellung von Funden verschiedener Gegenden.

Der nodose Zeratit von Zibil ist von verschiedenen Verfassern verschieden benannt worden. TORNQUIST (1900 b) hat ihn als *Cerat. subnodosus* var. *romanicus* bekanntgemacht. Daß diese Bezeichnung nicht haltbar ist, geht aus dem auf S. 182 Gesagten hervor. ARTHABER (1915, S. 99) stellt das Stück als Varietät zu *Cerat. münsteri*, DIENER (1915 a, S. 448 und b, S. 80) offenbar im Anschluß an PHILIPPI zu *Cerat. compressus*, STOLLEY (1916, S. 128) zu *Cerat. robustus*. RIEDEL endlich (1916, S. 32) wollte aus ihm eine eigene Art machen. Bedeutsam ist für uns nur die Feststellung, daß es sich unzweifelhaft um einen echten Nodosen handelt, ja daß nach RIEDEL kaum unterscheidbare Stücke auch in Deutschland, und zwar in den unteren Zeratitenschichten, vorkommen. *Cerat. romanicus* wird also ein wichtiges Verbindungsglied zwischen deutscher und mediterraner Trias sein, sobald es gelungen ist, seinen Schichtverband in der Dobrudscha aufzuklären. Solange das nicht der Fall ist, ist er für uns nicht verwendbar.

Von ähnlicher chronologischer Bedeutung wie die Zephalopoden sind in der alpinen Mitteltrias die Daonellen. Da einige Formen aus dieser Gruppe auch im deutschen Muschelkalk auftreten, konnte man auf wichtige Anhaltspunkte für die Parallelisierung hoffen. Diese Hoffnung hat sich allerdings nur zum geringen Teil erfüllt.

LEPSIUS (1876, S. 744) meinte einen Wahrscheinlichkeitsbeweis dafür, daß seine Halobienschichten dem Hauptmuschelkalk altersgleich sind, in dem Vorkommen der Daonellen im deutschen oberen Muschelkalk als solchem, auch ohne daß die Arten übereinstimmen, zu sehen. Dem kann man natürlich nicht beistimmen. Es müssen vielmehr die germanischen Spezies näher betrachtet werden, wenn man aus ihnen stratigraphische Schlüsse ziehen will. Es handelt sich um folgende zwei Arten:

Daonella franconica SANDB. spec. aus den unteren Nodosenschichten (*Discites*-Bank) bei Würzburg. Es ist nur ein Gesteinsstück mit wenigen Exemplaren der Muschel bekannt.

Dipleurites bergeri SEEBACH sp. aus den oberen Nodosenschichten (*Cycloides*-Bank) von Coburg.

(Vgl. über sie außer den unten angeführten Arbeiten auch M. SCHMIDT, 1928, S. 146).

Dipleurites bergeri wurde unter dem Gattungsnamen *Halobia* von SEEBACH aufgestellt (1866), aber nicht beschrieben. Über einen zweiten Fund berichtet SCHAUROTH (1868). STUR knüpft daran einige stratigraphische Bemerkungen, wobei schon die große Ähnlichkeit der Art mit *Daonella moussoni*

betont wird. SANDBERGER (1869) setzt beide geradezu gleich. Er schließt aus ihrer Verbreitung, daß die Halobienschichten von Regoledo und Perledo in der Lombardei, die wir heute als illyrisch bis fassanisch ansehen, im Alter dem deutschen Hauptmuschelkalk entsprechen. STUR (1871, S. 231) und EMMRICH (1873, S. 665—666) glauben aus der Verwandtschaft von *Daonella bergeri* mit *Daon. moussoni* folgern zu können, daß die Reiflinger Kalke bzw. die von ihnen nicht scharf getrennten Buchensteiner Kalke mit einem Teil des Hauptmuschelkalkes gleichzeitig sind. Demgegenüber betont MOJSISOVICS (1874 a, S. 130; b, S. 12), daß *Daonella bergeri* und *Daon. moussoni* immerhin getrennte Arten sind.

TORNQUIST (1903, S. 88) hält an einer — wenn auch entfernteren — Verwandtschaft der beiden Arten fest. Erst KITTL (1912, S. 164) stellt für die germanische Form auf Grund des Auftretens zweier innerer, gegen den Wirbel zusammenlaufender Leisten eine neue Gattung auf. Da dieses Genus *Dipleurites* nur aus der germanischen Trias bekannt ist, entfällt jede Möglichkeit einer stratigraphischen Verwertung.

Daonella franconica ist meines Wissens von SANDBERGER zuerst im Jahre 1875 erwähnt worden. Er teilte damals mit, daß ihm aus den *Discites*-Bänken des Hauptmuschelkalkes von Würzburg vier Stücke der echten *Daonella lommeli* zugekommen seien, und sieht darin eine Bestätigung seiner Parallelsierung der alpinen „Halobienschichten“ mit dem oberen Muschelkalk. HAUER (1878, S. 370) beruft sich auf diesen Fund, um die Gleichzeitigkeit der Buchensteiner und Wengener Schichten mit dem Hauptmuschelkalk wahrscheinlich zu machen. Ungefähr zur selben Zeit ist MOJSISOVICS (1878) aber zu einem abweichenden Ergebnis gelangt. Er hat die Stücke von Würzburg nachuntersucht und gefunden, daß sie zwar sicher in die Gruppe der *Daon. lommeli*, aber sicher nicht zu dieser Art selbst gehören. Sie schließen sich durch die viel feinere Streifung der Hauptrippen näher an *Daon. sturi* an. Eine genaue Horizontierung läßt sich unter diesen Umständen aus dem Fund nicht ableiten (ebenso auch 1879, S. 57, Anm.).

Später nennt SANDBERGER die Art von Würzburg *Daonella franconica* (1890, S. 219). Doch hält er (Anm. 2) an der Möglichkeit fest, daß es sich nur um eine Varietät der *Daon. lommeli* handeln könnte. Für den Vergleich mit der alpinen Trias sei der Fund sehr wichtig (S. 225, ohne weitere Einzelheiten).

Die Darstellung TORNQUISTS (1903, S. 84ff.) stimmt im wesentlichen mit der von MOJSISOVICS überein. Besonders betont er die Verwandtschaft der deutschen Art mit *Daon. lindströmi* und *Daon. dubia*. Das Alter dieser Arten war ihm nicht bekannt. Nach DIENER (1923 b, S. 47 und 48) sind beide anisisch. KITTLs Arbeit (1912, S. 73) enthält nichts Neues.

TORNQUIST erschien es besonders merkwürdig, daß die beiden deutschen Daonellenarten in umgekehrter Reihenfolge übereinander liegen, wie ihre nächsten Verwandten in den Alpen. Denn *Daon. bergeri* liegt, wie erwähnt, über *Daon. franconica*, *Daon. moussoni* aber unter *Daon. lommeli*. Das stellt sich heute allerdings anders dar. Denn *Dipleurites bergeri* steht als eigene Gattung *Daon. moussoni* keineswegs so nahe, daß man daraus irgend welche stratigraphische Folgerungen ableiten könnte. Andererseits sind die wirklichen nächsten Verwandten von *Daon. franconica*, wie dargelegt, ebenfalls anisische Arten.

Darin aber möchte ich TORNQUIST ganz recht geben, daß man aus den Daonellen der deutschen Trias keine unmittelbaren chronologischen Schlüsse ziehen kann. Auch der scheinbar nächst liegende, daß der Hauptmuschelkalk bis in das Anis hinunter reicht, ist mangels einer spezifischen Übereinstimmung der Arten wohl nicht erlaubt. Die Daonellen sind ein besonders gutes Beispiel dafür, daß nur genaue paläontologische Untersuchung und scharfe Trennung der Arten vor stratigraphischen Irrschlüssen bewahrt.

Zu einem positiven Ergebnis gelangt man mittels ihrer nur auf einem Umweg. Wir wissen nämlich durch TORNQUIST (1909, S. 909), daß eine Varietät der *Daon. franconica* im unteren Teil des Hauptmuschelkalkes der Balearen, besonders von Menorka, aber auch von Malorka und Ibiza, sehr verbreitet ist. (Früher wurde die Art auch hier als *Daon. lommeli* angesprochen. MOJSISOVICS, 1887, S. 327 und 329). Die lithologische Fazies dieses Gesteines ist germanisch. Es enthält aber alpine Ammoniten der fassanischen Stufe, wie *Protrachyceras curionii* und *Protr. villanovae* (vgl. MOJSISOVICS, 1887, S. 328). Wenn also — wie wohl angenommen werden darf — die Unterschiede der deutschen und balearischen *Daon. franconica* von keiner weiteren Bedeutung sind, dann ist diese Art und somit auch der untere Teil des deutschen Hauptmuschelkalkes fassanisch. Über die allgemeine Stratigraphie der Balearischen Inseln und über die Verbreitung der *Daon. franconica* auf ihnen vgl. man DARDER und FALLOT (1926, besonders die letzte Tabelle am Ende des Buches).

Zu einem abweichenden, aber wohl kaum zutreffenden Ergebnis ist VILASECA (1920) in der spanischen Provinz Tarragona gekommen. Er fand die besprochene Art dort sehr reichlich, zieht sie aber wieder mit *Daonella lommeli* zusammen (S. 57). Die Abbildung, die er gibt (Tafel 3, f. 2) ist unzureichend. Das Alter bestimmt er als cordevolisch. Er stützt sich darauf, daß in Mora de Ebro und anderen Stellen eine Zwergfauna auftritt, die sehr an die von St. Cassian erinnert (S. 44). Allerdings kommt zusammen mit *Daon. franconica* auch *Protrachyceras cf. vilanovae* vor und diese Art wurde auf Menorka ihrerseits zusammen mit *Protr. curionii*, dem fassanischen Leitfossil, gefunden (MOJSISOVICS, 1887, S. 329). VILASECA glaubt diese Schwierigkeit durch die Annahme beseitigen zu können, daß *Protr. curionii* sehr langsam nach dem westlichen Mittelmeer wanderte und dort erst ankam, als es in den Südalpen schon ausgestorben war (S. 45). Richtiger dürfte wohl die Auffassung WURMS (1914, S. 547, 565) sein, der die Fauna von Mora de Ebro für fassanisch hält. Die fazielle Ähnlichkeit mit St. Cassian hebt auch er hervor (S. 566, 592). Er glaubt aber daraus nicht auf das Alter schließen zu können, zumal bezeichnende gemeinsame Arten fehlen. Die ganze Erörterung zeigt besonders gut den Unterschied zwischen der faunistischen und der (allerdings nur unvollkommen anwendbaren) spezifischen Methode, ferner die Wichtigkeit gewisser tiergeographischer Vorstellungen für die chronologische Auswertung der Versteinerungen.

Auch ein Reptil ist zur Altersbestimmung des Hauptmuschelkalkes herangezogen worden, der Sauropterygier *Partanosaurus zitteli*, den SKUPHOS in den Partnachsichten von Braz in Vorarlberg gefunden hat. Nach dem

Profil (SKUPHOS, 1893, S. 1—2) und den wenigen in der Nähe vorkommenden anderen Fossilarten ist die Fundschicht jedenfalls schon ladinisch, obwohl die Partnachschichten wahrscheinlich auch Teile des Anis umfassen. SKUPHOS schien es nun, daß dieselbe Gattung und wohl auch Art im Bonebed von Crailsheim in Württemberg vorkommt, das dem obersten Hauptmuschelkalk angehört (1893, S. 11; 1894, S. 177). Allerdings konnten nur Rippen verglichen werden, so daß die Übereinstimmung kaum ganz gesichert ist, was offenbar auch SKUPHOS fühlt (1893, S. 11—12).

Gegen den stratigraphischen Wert dieser Funde sind verschiedene Einwände erhoben worden. MOJSISOVICS (1893, S. 814, Anm. 2) betont besonders die Zweifel an der artlichen Übereinstimmung der Reste. ROTHPLETZ (1894, S. 33) macht darauf aufmerksam, daß das Bonebed von Crailsheim über den *Semipartitus*-Schichten liegt. Die eigentlichen Nodosenschichten könnten also anisisch sein, selbst wenn die verglichenen Reptilreste zur selben Art gehören. SALOMON (1895, S. 54) führt Beispiele dafür an, daß auch höhere Wirbeltiere eine ziemlich große senkrechte Verbreitung haben können.

Alle diese Bedenken haben sicher eine gewisse Berechtigung. Man wird *Partanosaurus zitteli* also höchstens als einen Wahrscheinlichkeitsbeweis anführen können, der nur im Zusammenhang mit anderen, stärkeren einige Bedeutung gewinnt.

M. SCHMIDT (1928) erwähnt die Gattung *Partanosaurus* aus der deutschen Trias nicht.

3. Paläobotanische Anhaltspunkte.

Von ihnen ist diesmal nur wenig zu sagen.

Daß im Himmelwitzer Dolomit *Diplopora annulata* auftritt, daß er also zum Teil — aber sicher nur zum Teil — ladinisch ist, wurde schon auf S. 172 auseinandergesetzt.

Die Sphärokodienbänke des schwäbischen oberen Muschelkalkes erinnern ganz außerordentlich an die der Cassianer Schichten, besonders der oberen, etwa von der Seelandalpe in den nordöstlichen Dolomiten. Es scheint mir aber nicht möglich, daraus chronologische Schlüsse zu ziehen. Ich verweise noch einmal darauf, daß Bänke mit massenhaften Sphärokodien z. B. auch im Hydasp von Judikarien vorkommen. *Sphaerocodium kokeni* hat mir bisher keine deutliche mikroskopische Struktur gezeigt. Aber selbst wenn eine solche vorhanden wäre, könnte sie kaum dazu dienen, die Triasstufen zu unterscheiden.

Die Landflora der Wengener Schichten ist wohl noch zu wenig durchgearbeitet, um sich für einen Vergleich mit derjenigen der Lettenkohle zu eignen. Hier läge eine sehr wichtige Aufgabe vor.

Die paläontologischen Beweise für die Vertretung der ladinischen Stufe in Deutschland sind also keineswegs reich. Sie lassen aber recht sicher erkennen, daß der Hauptmuschelkalk ladinisch ist. Im besonderen tritt die Lage des Oberfissan etwa im unteren Teil der Nodosenplatten schärfer hervor.

VI. Die Stellung des mittleren deutschen Muschelkalkes.

Aus den bisherigen Ausführungen geht wohl schon zur Genüge hervor, daß der mittlere deutsche Muschelkalk ungefähr an der Grenze zwischen Anis und Ladin stehen muß. Es scheint mir deshalb notwendig, auf seine Fauna noch etwas näher einzugehen. Von den Diploporen war ja schon auf S. 171—173 die Rede. Ich greife zwei fossilreiche Gesteine heraus, das durch HOHENSTEIN beschriebene obere Anhydritgebirge des Schwarzwaldrandes und den Himmelwitzer Dolomit Oberschlesiens nach der Untersuchung ASSMANN'S.

Über die Stellung des Himmelwitzer Dolomites innerhalb der deutschen Trias wolle man S. 113 nachsehen. Der erste, der einen eingehenderen Vergleich seiner Fauna mit der der alpinen Trias versucht hat, war AHLBURG (1906, S. 129 bis 132). Er kommt zu folgendem Ergebnis: Von 96 Arten aus dem Diploporendolomit sind 41 ident oder wahrscheinlich ident, 19 nahe verwandt mit solchen des Ladin. 22 sind ident oder nahe verwandt mit anisischen Arten, von denen aber ein großer Teil auch in das Ladin aufsteigt. Nur 11 Arten erweisen sich als rein anisisch. Von diesen sind mehrere stratigraphisch nicht brauchbar, so daß eigentlich nur *Spiriferina hirsuta* und *Rhynchonella decurtata* übrig bleiben. Auch gegen diese werden Einwände gemacht, scheinbar nicht sehr stichhaltige (S. 134).

Dagegen mißt AHLBURG den ladinischen Formen große Bedeutung bei, besonders den Gastropoden. Allerdings sind auch unter ihnen viele nur ungefähr zu bestimmen oder mit alpinen nahe verwandt. Wenn AHLBURG unter Berufung auf SALOMON glaubt, daß solche bei weit entfernten Fundorten dieselbe Beweiskraft haben, wie völlig idente, so muß ich ihm widersprechen. Es kann natürlich sein, daß hier nur Lokalrassen vorliegen. Da sich das aber nicht sicherstellen läßt, ist der Leitwert solcher ähnlicher Formen nur ein sehr zweifelhafter, wie das ja schon weiter oben (S. 130) dargelegt wurde. Bezüglich der Gastropoden habe ich wiederholt darauf hingewiesen, daß unsere geringe Kenntnis der anisischen Arten der Hauptgrund ist, warum Gastropodenfaunen der Mitteltrias uns stets ladinisch erscheinen (PIA, 1926 b, S. 193). Doch ist es nicht notwendig bei AHLBURG'S Schlußfolgerungen weiter zu verweilen.

Mehrere Jahre später hat RÓZYCKI die Fauna des Diploporendolomites im Becken von Dobrowa mit der der alpinen Trias verglichen (1924, S. 480 bis 485). Es ist vielleicht besser, diese Arbeit nicht in unsere Schlußfolgerungen mit aufzunehmen. RÓZYCKI versetzt den Marmolatakalk in das Anis (S. 491). Er spricht von „*Spirifer*“ *fragilis*, „*Spiriferina*“ *trigonella*, „*Avicula*“ *clarai* (diese im oberen Wellenkalk, vgl. S. 135). Die Unklarheiten bezüglich *Dadorcinus gracilis* wurden schon erwähnt (S. ebendort). Auch die Anordnung der Fossilien in der Liste ist eine sehr eigentümliche: Lamellibranchiaten, Brachiopoden, Zephalopoden, Echiniden, Korallen, Gastropoden, Diploporen, Krioiden, Wirbeltiere. Sicher handelt es sich in allen diesen Fällen nur um nebensächliche Unachtsamkeiten. Sie lassen es mir angesichts der Unmöglichkeit einer Nachprüfung aber doch allzu zweifelhaft erscheinen, ob auf die Bestimmung der Fossilien jene peinliche Sorgfalt und jene Sachkenntnis

verwendet wurde, die allein eine brauchbare Grundlage für stratigraphische Schlüsse liefern kann.

ŁUNIEVSKI (1923) führt aus einem kristallinen Kalk unmittelbar unter den polnischen Nodosenschichten glatte Nautilen aus der Verwandtschaft des *Germanonautilus breueneri* HAUER sp. an. Er hält diese Art für ladinisch. Nach DIENER (1915 b, S. 329, mit weiterer Literatur) handelt es sich um eine Form der karnischen Hallstätter Kalke (julische Stufe). Übrigens sind solche glatte Nautilen nicht leicht genau zu bestimmen. Abgebildet sind die Funde ŁUNIEVSKIS nicht.

Die umfangreiche Arbeit von SAMSONOWICZ (1929) enthält nichts, was für allgemeinere stratigraphische Vergleiche wichtig wäre.

Schließlich gelange ich zu den Untersuchungen ASSMANN'S (1916, 1924, 1926 c). Ich habe aus seinen Arbeiten die Fauna des Himmelwitzer Dolomites zusammengestellt; sie sei hier angeführt (vergl. die nächste Tabelle). Die Verbreitung der Arten in der ostalpinen und dinarischen Trias ist nach den Katalogen von DIENER hinzugefügt, denen auch die Namengebung folgt. Ein Kreuz bedeutet, daß dieselbe Form, ein Ähnlichkeitszeichen, daß eine ähnliche oder eine Varietät in den beiden Gebieten auftritt.

Aus den schon wiederholt angeführten Gründen ist es notwendig, die einzelnen Ordnungen von Versteinerungen in bezug auf ihre stratigraphische Bedeutung getrennt zu betrachten.

Brachiopoda. Die meisten Arten kommen sowohl im Anis als im Ladin vor. Eine ist rein anisisch, eine hat nur im Anis nächste Verwandte. Die Brachiopoden würden also für anisisches Alter sprechen.

Lamellibranchiata. Wenn ich von den bloß ähnlichen Formen absehe, ergeben sich neun als anisisch, zwei als ladinisch. Nur zwei sind beiden Stufen gemeinsam. Auch darauf müßte man wohl auf eine vorwiegend anisische Fauna, allenfalls mit Beimischung einiger ladinischer Stücke, schließen. Freilich treten alle Brachiopoden und die meisten Lamellibranchiaten schon im unteren deutschen Muschelkalk auf. Sie können daher im Diploporendolomit — ebenso wie im Trigonodusdolomit von Schwieberdingen (vgl. S. 180) — Superstiten sein. Dadurch wird ihr Leitwert sehr herabgesetzt.

Gastropoda. Hier ist das Bild ein ganz anderes. Unter 54 Arten sind zwölf ausschließlich ladinisch, sechs haben im Ladin ihre nächsten, spezifisch bisher nicht von ihnen abgetrennten Verwandten. Eine Art ist beiden Hauptstufen gemeinsam, eine ist bisher nur anisisch. Das ist also scheinbar eine ladinische Fauna. Es ist aber unerläßlich, in diesem Zusammenhang zuerst noch einmal auf die geringe Kenntnis über die anisischen Gastropoden hinzuweisen. Infolge davon ergibt sich jedesmal ein solcher Widerspruch, wenn eine anisische Fauna auf Grund der Gastropoden und auf Grund anderer Versteinerungen eingereiht werden soll (vgl. PIA, 1925 b, S. 333).

Drei unter den angeblich rein ladinischen Arten treten schon im Wellengebirge Oberschlesiens auf. Sollen wir mit RASSMUSS auch dieses für ladinisch ansehen? Ich habe schon auseinandergesetzt (vergl. S. 102, 165 und 173), daß mir dies nicht tunlich erscheint. Also müssen diese Arten doch wohl schon im Anis gelebt haben. Und woher kommen überhaupt die 33 Gastropodenarten, für

Die Fauna des Himmelwitzer Dolomites nach ASSMANN

	Oberschlesien		Alpine Trias	
	Unterer Muschelkalk	Oberer Muschelkalk	Anis	Ladin
<i>Brachiopoda</i>				
<i>Discina discoides</i>	+		~	
<i>Terebratula vulgaris</i>	+	+	+	~
<i>Aulacothyris angusta</i>	+	+	+	+
<i>Spirigera trigonella</i>	+		+	+
<i>Spiriferina fragilis</i>	+	+	+	+
„ <i>mentzelii</i>	+		+	+
<i>Rhynchonella decurtata</i>	+		+	~
? „ <i>mentzelii</i>	+		+	
<i>Lamellibranchiata</i>				
<i>Enantiostreon difforme</i>	+	+		
„ <i>spondyloides</i>	+			
<i>Placunopsis ostracina</i>	+	+	+	
<i>Cassianella ecki</i>	+			
<i>Velopecten albertii</i>	+	+	+	~
<i>Pecten reticulatus</i>	+	+		
„ <i>discites</i>	+	+	+	+
? <i>Pleuronectites laevigatus</i>	+			
<i>Lima striata</i>	+	+	+	
? „ „ <i>var. lineata</i>	+		+	
„ <i>costata</i>	+			
„ <i>beyrichi</i>	+			
<i>Hoernesia socialis</i>	+	+		
„ <i>subglobosa</i>	+			
? <i>Gervilleia costata</i>	+	+	+	
„ <i>goldfussi</i>	+	+		
<i>Mytilus eduliformis</i> forma <i>praecursor</i>	+		+	
<i>Aviculomyalina lata</i>	+			
<i>Myoconcha mülleri</i>	+			+
<i>Modiola cristata</i>	+			
<i>Macrodon impressus</i> (= <i>Beyrichii</i>)	+		+	
<i>Myophoria laevigata</i>	+	+	+	+
„ <i>ovata</i>	+			
„ <i>orbicularis</i>			~	
„ <i>vulgaris</i> typ.	+	+	+	
„ „ <i>var. transversa</i>	+			
„ <i>elegans</i> :	+		+	
<i>Myophoriopsis subundata</i>			+	

Fauna des Himmelwitzer Dolomites nach ASSMANN	Oberschlesien		Alpine Trias	
	Unterer Muschelkalk	Oberer Muschelkalk	Anis	Ladin
<i>Schafhäutlia plana</i>	+			+
<i>Cypricardia escheri</i>	+			
<i>Pleuromya pulchra</i>				
<i>Gastropoda</i>				
<i>Dentalium regulare</i>				
? <i>Worthenia brancoi</i>	+			
„ <i>lata</i>				
„ <i>canalifera</i>				+
„ <i>superba</i>				
„ spec. cf. <i>elatior</i>				
<i>Murchisonia silesiaca</i>	+			
„ <i>graetzi</i>				
? <i>Euomphalus exiguus</i> mut. <i>arietinus</i>	?			
„ <i>lotneri</i>	+			
<i>Woehrmannia</i> spec. cf. <i>lineata</i>				~
<i>Coelocentrus silesiacus</i>	+			
cf. <i>Hologyra cassiana</i>				~
<i>Fritschia parva</i>	+			
<i>Naticella acutecostata</i>	+			+
cf. <i>Marmolatella planoconvexa</i>				~
„ „ <i>applanata</i>				~
<i>Fossariopsis plana</i>				
<i>Neritaria candida</i>	+			+
<i>Cryptonerita elliptica</i>				+
<i>Trachymerita quadrata</i>				+
<i>Tretospira fusiformis</i>				
<i>Moerkeia praejecta</i>				+
cf. <i>Amauropsis paludinaris</i>				~
<i>Loxonema noduliferum</i>	+			
„ <i>nitidum</i>				
„ <i>granietzense</i>				
„ <i>sophiae</i>				
„ <i>mestwerdti</i>				
cf. <i>Heterocosmia hehlii</i>				
<i>Spirostylus columnaris</i>				+
<i>Trypanostylus haueri</i>	+			
„ <i>konincki</i>	+		+	+
„ <i>minor</i>				+

Fauna des Himmelwitzer Dolomites nach ASSMANN	Oberschlesien		Alpine Trias	
	Unterer Muschelkalk	Oberer Muschelkalk	Anis	Ladin
<i>Trypanostylus gracilis</i>				
<i>Coelostylina gregaria</i> typ.	+		+	
„ „ var. <i>extensa</i>	+			
„ „ „ <i>lata</i>	+			
„ <i>submersa</i>				
„ <i>conica</i>	+			+
<i>Omphaloptycha ahlburgi</i>	+			
„ <i>acuminata</i>				
„ <i>ecki</i>				
„ <i>gracillima</i>	+			
„ <i>zitteli</i>				+
„ <i>kittli</i> (= <i>turris</i>)				+
cf. <i>Coelochrysalis ammoni</i>				~
<i>Undularia scalata</i>			~	~
„ <i>tenuicarinata</i>				
„ <i>brocchii</i> typ.				+
<i>Pustularia silesiaca</i>				
„ <i>acuticarinata</i>				
<i>Promathildia tenuicarinata</i>				
„ <i>pulchra</i>				
„ <i>nympha</i>				
„ <i>elegans</i>				
<i>Crinoidea</i>				
<i>Entrochus silesiacus</i>	+			
<i>Echinoidea</i>				
<i>Cidaris transversa</i>	+			
cf. <i>Cidaris subnodosa</i>	+			

die wir bisher keine Anknüpfung in den Alpen kennen? Einige steigen aus dem tieferen Teil des Muschelkalkes auf. Für diese und für manche andere kann man ohne weiteres annehmen, daß sie sich im deutschen Meer umgeformt haben, so daß sie mit ihren alpinen oder sonstigen Vorfahren nicht mehr der Art nach übereinstimmen. Sollte das für alle gelten? Das ist mir nicht wahrscheinlich. Viel eher möchte ich vermuten, daß wir in den der ober-schlesischen Fauna eigentümlichen Arten vielfach bisher noch unbekannte Vertreter der Gastropodenfauna des alpinen Anis vor uns haben.

Auf *Coelostylina gregaria* ist wohl kein besonderer Wert zu legen. Sie kann leicht ein Relikt aus dem Anis sein.

Schließlich wäre auch die Möglichkeit in Betracht zu ziehen, daß unter den Gastropoden Abschnitte der Schichtfolge vertreten sind, die unter den anderen Fossilien fehlen oder nur angedeutet sind. Schon AHLBURG erwähnt ja, daß die Gastropoden meist getrennt von den Bivalven vorkommen (1906, S. 74). Nähere Angaben darüber macht ASSMANN (1914, S. 324). Nach ihm treten Diploporen und Gastropoden im liegenden Teile des Dolomites auf, wogegen die Hauptmasse der Bivalven den hangenden Schichten angehört. Nur *Myophoria orbicularis* ist auf die tieferen Lagen beschränkt. Es ist nach diesen Angaben wohl nicht anzunehmen, daß die Gastropoden einer höheren Stufe angehören können als die Bivalven.

Im ganzen scheint mir also die Fauna des Himmelwitzer Dolomites — insoweit sie überhaupt stratigraphisch ausgewertet werden kann — dasselbe auszusagen, wie die Algenflora: Wir haben es mit einer Grenzbildung zwischen Anis und Ladin zu tun. Wie weit Mischung der Faunen beider Stufen, wie weit ungenügende Trennung verschieden alter Bänke dabei anzunehmen ist, wissen wir noch nicht. Das könnte erst durch weitere Untersuchungen an Ort und Stelle erkannt werden, wobei besonders auf das Verhalten der tierischen Fossilien zu den jeweils in der Nähe vorhandenen Algenarten zu achten wäre.

Die zweite Fauna des Anhydritgebirges, die es verdient, näher besprochen zu werden, ist die durch HOHENSTEIN (1913) beschriebene vom östlichen Schwarzwaldrand. Es handelt sich um zwei fossilführende Horizonte, die aber nur wenig voneinander abstehen und auch sehr ähnliche Versteinerungen enthalten. Nach der gebräuchlichen Einreihung wären sie etwas jünger als der schlesische Diploporendolomit, denn sie gehören dem oberen Teil des Anhydritgebirges an.

Ich gebe zunächst eine Liste nach HOHENSTEIN, in der die Verteilung auf Stufen nach DIENERS Katalogen ergänzt ist (S. 195—196). Mehrere unwichtige Gruppen sind weggelassen. Die Bezeichnungsweise ist dieselbe wie in der vorhergehenden Liste.

Die Fauna ist eine echte Muschelkalkfauna, mit etwas mehr Beziehungen zum oberen als zum unteren Teil dieser Formation. Doch weist sie unzweifelhaft gewisse fremdartige Bestandteile auf, die auf nähere Beziehungen zu den Alpen hindeuten. Unter den Bivalven treten diese weniger hervor, um so mehr dagegen unter den Gastropoden. Diese erscheinen vorwiegend als ladinisch, was aber wieder die schon wiederholt erwähnten Gründe haben könnte. Unter den Bivalven sind keine ausschließlich ladinischen Arten, wohl aber etliche, die man nur aus dem Anis kennt.

Besonders auffallend ist das Verhalten von *Myophoria goldfussi*. Sie erscheint erst im mittleren Muschelkalk und setzt in den oberen fort. In den Alpen ist sie dagegen scheinbar ausschließlich anisisch (DIENER, 1923 b, S. 171). Sie könnte also für einen sicheren Beweis des anisischen Alters des Anhydritgebirges angesehen werden. Doch ist sie dies wohl nicht. Denn einerseits soll sie außerhalb der Alpen noch in karnischen Schichten vorkommen —

Die Fauna des mittleren Muschelkalkes am östlichen
Schwarzwaldrand nach HOHENSTEIN

	German. Trias		Alpine Trias	
	Unterer Muschelkalk	Oberer Muschelkalk	Anis	Ladin
<i>Brachiopoda</i>				
<i>Lingula tenuissima</i>	+	+	+	+
<i>Lamellibranchiata</i>				
<i>Avicula mediocalcis</i>				
<i>Gervillia costata</i>	+	+	+	
„ <i>subcostata</i>		+		
<i>Hoernesia socialis</i>	+	+		
<i>Pecten albertii</i>	+	+	+	
„ <i>discites</i>	+	+	+	+
„ cf. <i>liscaviensis</i>	~		~	
<i>Pleuronectites laevigatus</i>	+	+		
<i>Myoconcha gastrochaena</i>	+	+	+	
<i>Mytilus eduliformis</i> typ.	?	+	+	+
„ „ <i>forma praecursor</i>	+	+	+	
<i>Modiola salzstettensis</i>				
<i>Myophoria laevigata</i>	+	+	+	+
„ „ <i>var. elongata</i>	+	+		
„ <i>vulgaris</i>	+	+	+	
„ „ <i>var. semicostata</i>		+		
„ <i>schmidti</i>		+		
„ <i>intermedia</i>	+	+		
„ <i>transversa</i>	+	+		
„ <i>germanica</i>		+		
„ <i>goldfussi</i>		+	+	?
„ <i>elegans</i>	+	+	+	
<i>Myophoriopsis subundata</i>		+	+	
„ <i>nuculiformis</i>	+	+		
„ <i>gregaria</i>	+	+	+	
„ <i>plana</i>				
<i>Astarte</i> cf. <i>triasina</i>	~	~		
<i>Unicardium schmidti</i>	+	+	+	
<i>Homomya</i> cf. <i>kokeni</i>		~		
<i>Pleuromya ecki</i>	+	+		
„ <i>ventricosa</i>		+		
<i>Gastropoda</i>				
<i>Hologyra eyerichi</i>	+			
„ <i>amabilis</i>				

Fauna des mittleren Muschelkalkes am östlichen Schwarzwaldrand nach HOHENSTEIN	German. Trias		Alpine Trias	
	Unterer Muschelkalk	Oberer Muschelkalk	Anis	Ladin
<i>Naticopsis illita</i>		+		
„ <i>mediocalcis</i>		+		
<i>Neritaria candida</i>		+		+
„ <i>papilio</i>				+
„ cf. <i>mandelslohi</i>				~
„ <i>involuta</i>	+			
<i>Naticella langi</i>				+
„ <i>acutecostata</i>				+
<i>Cryptonerita elliptica</i>				+
<i>Ampullina pullula</i>				+
<i>Acilia gracilis</i>				+
<i>Anoptychia janus</i>				+
<i>Loxonema</i> cf. <i>schlotheimi</i>	~	~		~
„ <i>lomelli</i>	+	+		+
„ <i>mediocalcis</i>				
<i>Coelostylina ecki</i>				
„ <i>signata</i>		+		
„ <i>gregaria</i>		+	+	
„ <i>pygmaea</i>				
„ cf. <i>waageni</i>				~
<i>Omphaloptycha kepleri</i>				
„ <i>gracillima</i>	+	+		
„ „ var. <i>suevica</i>				
„ cf. <i>strombecki</i>	~		~	
„ cf. <i>pyramidata</i>		~		
„ <i>abnoba</i>				
„ <i>fusiformis</i>		+		
<i>Undularia brocchii</i>				+
„ <i>mediocalcis</i>				
„ <i>siliquolithica</i>				
<i>Trypanostylus albertii</i>		+		
<i>Phasianella</i> cf. <i>cingulata</i>				~
? <i>Euchrysalis germanica</i>				~
<i>Promathildia bolina</i>	+	+		+
<i>Actaeonina germanica</i>		+		
„ <i>scalaris</i> var. <i>gracilis</i>				~
„ <i>alsatica</i>				
„ <i>mediocalcis</i>				
„ <i>kokeni</i>				
„ <i>vilae</i>				

freilich ohne daß alle darauf bezüglichen Angaben gesichert wären (Schrifttum bei Diener, 1923 b, S. 171). Andererseits kennt man aus dem deutschen Schaukalk Stücke, die nach HOHENSTEIN (1913, S. 234) zur selben Art gehören, wenn auch RÜBENSTRUNK (1912, S. 225) sie abtrennen wollte.

Ähnlich wie der Fall der *Myophoria goldfussi* ist der der *Myophoriopsis subundata* (= *sandbergeri*, vgl. Tabelle). Für sie fehlt allerdings der Nachweis, daß sie im außergermanischen Gebiet über das Anis hinaufreicht. Man wird aber solche Einzelfälle bei der Unvollständigkeit unserer Kenntnisse keinesfalls überschätzen dürfen.

Der Ammonit, den HOHENSTEIN (S. 86 und 91) als *Arcestes* anführt, läßt sich leider nicht näher bestimmen. Nach M. SCHMIDT (1928, S. 310) könnte er auch ein *Ptychites* sein.

In einer vorläufigen Mitteilung (1911, S. 654) hatte HOHENSTEIN geglaubt, den fossilführenden mittleren Muschelkalk des Schwarzwaldrandes als ladinisch ansprechen zu können, ohne sich allerdings auf einen näheren Vergleich mit den einzelnen Teilen dieser Hauptstufe einzulassen. In der Hauptarbeit (1913, S. 93) lehnt er es jedoch ab, ihn mit einer bestimmten alpinen Hauptstufe gleichzusetzen. Diese Unklarheit der Altersstellung ist eigentlich recht auffallend. Wenn es wahr ist, daß die besprochene Fauna etwas jünger als die des Himmelwitzer Dolomites ist und daß zur Zeit der Anhydritgruppe die deutsche Muschelkalkfauna ganz ausgestorben war, dann sollte man im oberen Anhydritgebirge eine unverkennbar ladinische Fauna erwarten. Die Verwirrung wird durch die entschieden anisische Kalkalgengattung *Physoporella* noch gesteigert.

Um diese Verhältnisse zu erklären, scheinen mir zwei Wege denkbar. Entweder ist, wie ich dies schon auf S. 118 angedeutet habe, die Muschelkalkfauna während der Anhydritzeit im deutschen Triasmeer doch nicht ganz ausgestorben, sondern konnte sich in gewissen Teilen mit stärkerem Süßwasserzufluß halten. Dann hätten wir die anisischen Arten in der Fauna des Schwarzwaldrandes für echte Superstiten anzusehen, die während des früheren Ladin nur im deutschen Triasmeer weiterlebten. BENECKE (1898 a, S. 141) hat sich das ähnlich vorgestellt. Ein gewisser Zuzug ladinischer Arten braucht deshalb nicht gelegnet zu werden.

Oder man müßte annehmen, daß das obere Anhydritgebirge Schwabens gar nicht jünger, sondern älter als der Himmelwitzer Dolomit, nämlich noch ganz anisisch ist. Das ladinische Alter der Gastropoden müßte dann im Sinne der früheren Darlegungen ein bloß scheinbares sein. Die Diplopore könnte tatsächlich *Physoporella pauciforata* und ein neuer Einwanderer sein. Es ist in diesem Zusammenhang zu erwähnen, daß schon EMMRICH (1873, S. 671) die Anhydritgruppe für gleichzeitig mit dem „Mendoladolomit“ hielt.

In Oberschlesien fehlt Gips und Salz dem mittleren Muschelkalk. Doch kennt man Gips aus einer Bohrung bei Groß-Zöllnig östlich Breslau (ASSMANN, 1926 b, S. 389) in Verbindung mit Dolomiten, die wohl zu Recht für Vertreter des Diploporendolomites gehalten wurden, wenn sie auch keine Diploporen geliefert haben.

Es ist nun die Möglichkeit nicht gerade von der Hand zu weisen, daß das

deutsche Triasmeer gegen Ende der Wellengebirgszeit in mehrere Becken zerfiel. Das südwestliche wäre zuerst eingedampft worden und hätte dann von S, aus der Rhonebucht her, eine neue Einwanderung erhalten. Das östliche wäre zunächst mit dem Karpathenmeer in Verbindung getreten und hätte erst später, als das südwestliche schon wieder besiedelt war, seinen tiefsten Stand erreicht. Der Gips wäre im W etwa unterillyrisch, im E fassanisch. In der faziellen Ähnlichkeit des mittleren Muschelkalkes des ganzen germanischen Gebietes, die M. SCHMIDT (1928, S. 23) hervorhebt, liegt kein Beweis gegen eine solche Deutung, da sehr ähnliche Gesteine unter gleichen Bedingungen sicher auch zu verschiedenen Zeiten gebildet wurden. Doch ist diese ganze Vorstellung jedenfalls etwas künstlich. Gegen sie sprechen auch die Überlegungen auf S. 118, die sich gegen ein vollständiges Aussterben der Muschelkalkfauna während der Anhydritzeit richten.

Die von ASSMANN (1926 c) aufgezählten Zeratiten des Groß-Wilkowitzer Konglomerates gehören nach der Übersicht von STOLLEY (1916, S. 123) verschiedenen Zonen der unteren und mittleren Zeratitenschichten an. Eine deutliche Vertretung des Trochitenkalkes fehlt in Oberschlesien, wie schon ECK (1865, S. 144) betont. ASSMANN (1914, S. 335) glaubt die Alt-Tarnowitzer Schichten als solche anzusprechen zu sollen. Das stützt sich aber nur auf die Lagerung unter den zeratitenführenden Groß-Wilkowitzer Schichten. Es wäre vielleicht nicht unmöglich, daß der Trochitenkalk größtenteils nicht durch die Alt-Tarnowitzer Schichten, sondern durch die mergeligen Dolomite in deren Liegendem vertreten ist. Für wahrscheinlich möchte ich das aber doch nicht halten. Im ganzen bin ich geneigt, die Reliktnatur der anisischen Elemente im westdeutschen mittleren Muschelkalk für die einleuchtendere Lösung anzusehen — im Gegensatz zu meinen früheren Bedenken (1926 b, S. 198). Dann dürfte man also ganz allgemein sagen, daß die Grenze zwischen Anis und Ladin im Anhydritgebirge, und zwar in dessen unterem Teil, liegt.

VII. Zusammenfassung.

Ich fasse die Ergebnisse der vorhergehenden Untersuchungen in zwei Tabellen (S. 199 und 200) zusammen. Ich darf jetzt wohl darauf verzichten, im einzelnen Fall noch einmal die Unsicherheit der Gegenüberstellungen hervorzuheben.

Die gewonnene Gliederung stimmt mit der von KAYSER (1923, S. 508) entworfenen im wesentlichen überein. Ganz abweichend ist dagegen die Gegenüberstellung bei SCHAFFER (1924, S. 324), die zum Teil durch meine älteren Vorschläge beeinflusst ist. Hier ist der Kohlenkeuper mit BITTNER als karnisch, der Schaumkalk mit RASSMUSS als ladinisch aufgefaßt. Hauptmuschelkalk und Anhydritgebirge sind etwa im Cordevol zusammengedrängt. Der stratigraphische Umfang des Keupers ist zu gering, der des Wellengebirges zu groß.

1. Anhaltspunkte für die Stufengliederung der deutschen Trias.

Germanisches Schichtglied	Alter	Beweis	S.
Röt	oberskythisch	<i>Myophoria costata</i>	134
ganzes Wellengebirge	anisisch	gemeinsame Brachiopoden	157
Wellengebirge	„	Gastropoden nach KOKEN	179
„	„	Nautilen d. unt. Muschelk.	167
Unterer Wellenkalk	unterhyaspisch	erstes Auftreten v. <i>Dadocrinus</i> (? Reichenhaller Sch.)	135 136
obere Wellenkalkgruppe	hyaspisch oder pelsonisch	Balatoniten v. Niederschlesien	165
Schaumkalkgruppe	oberanisisch	Zeratiten des unteren Muschelkalkes	166
„	teilweise pelsonisch	Enkrinen des alpinen Anis	169
„	„	<i>Montivaltia triasina</i>	169
unteres Anhydritgebirge	teils oberillyrisch, teils ladinisch	Diploporen des Himmelwitzer Dolomites	173
„	Grenze zwischen Anis und Ladin	Fauna des Himmelwitzer Dolomites	194
Hauptmuschelkalk	ladinisch	Gastropoden nach KOKEN	179
Unterer Hauptmuschelkalk	fassanisch	<i>Daonella franconica</i> auf den Balearen	187
Oberer Hauptmuschelkalk	teilweise oberfassanisch	nodose Zeratiten des Vizentin	183
„	teilweise langobardisch	nodose Zeratiten von Sardinien	184
oberster Kohlenkeuper	obercordevolisch	<i>Myophoria kefersteini</i> im Grenz-dolomit von Oberschlesien	145
unterster Gipskeuper	obercordevolisch oder julisch	<i>Myophoria kefersteini</i> in den Bodenmühschichten	141

Germanisches Schichtglied	Alter	Beweis	S.
unterer Gipskeuper	julisch	<i>Myophoria kefersteini</i> in der Bleiglanzbank	142
unterer Gipskeuper, höherer Teil	julisch oder tuvalisch	<i>Myophoria kefersteini</i> in den Estherienschiefern	145
Schilfsandstein	julisch	Landflora	151
„	„	<i>Metopias diagnosticum</i> und <i>sanctae crucis</i>	146
oberer Gipskeuper	tuvalisch	<i>Myophoria vestita</i> usw. im Gansinger Dolomit	147
oberer Rhätkeuper	rhätisch	Fauna der <i>Avicula contorta</i>	137

2. Stufengliederung der deutschen Trias.

Stufe bzw. Hauptstufe	Germanisches Schichtglied
Rhät	Rhätkeuper
Nor	
Tuval	oberer Gipskeuper
Jul	unterer Gipskeuper
Cordevol	
Langobard	Kohlenkeuper
Fassan	Hauptmuschelkalk
Illyr	Anhydritgebirge
Pelson	Schaumkalkgruppe
Hydasp	Wellenkalkgruppe
Skyth	Buntsandstein

Schriftenverzeichnis.

Die äußere Form dieses Verzeichnisses schließt sich an den Vorschlag von St. JOHN (1929) an. Die den Titeln vorausgestellten Jahreszahlen sind nach Möglichkeit die des wirklichen Erscheinens der Arbeit, nur wenn dieses nicht zu ermitteln war, die des betreffenden Zeitschriftenbandes.

Mit ganz wenigen Ausnahmen wurden nur Schriften aufgenommen, auf die im Text verwiesen ist. Die im Jahre 1930 erschienenen Arbeiten konnten größtenteils nicht mehr berücksichtigt werden.

- ABEL, O.: Über neuere Versuche einer Zeitmessung in der Erdgeschichte. (Die 1916 Naturwissenschaften, Berlin, Bd. 4, S. 725.)
1922 Lebensbilder aus der Tierwelt der Vorzeit. Jena.
- AHLBURG, J.: Die Trias im südlichen Oberschlesien. (Abhandl. Preuß. Geol. 1906 Landesanst., Berlin, N. F., H. 50.)
- AIRAGHI, C.: Ammoniti triasici (Muschelkalk) del M. Rite in Cadore. (Boll. Soc. 1905 Geol. Ital., Roma, Bd. 25, 1905, S. 237.)
- ALBERTI, F. v.: Überblick über die Trias, mit Berücksichtigung ihres Vorkommens 1864 in den Alpen. Stuttgart.
- ALMA, F. H.: Eine Fauna des Wettersteinkalkes bei Innsbruck. (Ann. Naturhist. 1926 Mus. Wien, Bd. 40, S. 111.)
- AMPFERER, O. und OHNESORGE, TH.: Blatt Innsbruck-Achensee (5047). (Erläut. 1924 Geol. Spez.-Karte d. Rep. Österreich, SW-Gruppe Nr. 29, Wien, Geolog. Bundesanst.)
- ANDRÉE, K.: Über stetige und unterbrochene Meeressedimentation, ihre Ursachen, 1908 sowie über deren Bedeutung für die Stratigraphie. (Neues Jahrb. f. Min. usw., Stuttgart, Beilagebd. 25, S. 366.)
1920 Geologie des Meerbodens, Band II: Bodenbeschaffenheit, Nutzbare Materialien am Meeresboden. Leipzig.
1923 Die wichtigsten Faktoren der marinen Sedimentbildung jetzt und einst. (Zugleich ein Beitrag zur Frage des Geltungsbereichs der Aktualitätslehre.) (Geol. Archiv, Königsberg, Bd. 2, S. 257.)
1926 Biostratigraphie? (Geol. Archiv. München, Bd. 4, 1927, S. 35.)
- ARTHABER, G. v.: Einige Bemerkungen über die Fauna der Reiflinger Kalke. 1896 a (Verh. Geol. Reichsanst., Wien, 1896, S. 120.)
1896 b Die Cephalopodenfauna der Reiflinger Kalke. (Beitr. z. Pal. u. Geol. Öst.-Ung., Wien, Bd. 10, S. 1 u. 192.)
1896 c Vorläufige Mitteilung über neue Aufsammlungen in Judicarien und Berichtigung, den „*Ceratites nodosus*“ aus dem Tretto betreffend. (Verh. Geol. Reichsanst., Wien, 1896, S. 265.)
1903 Neue Funde in den Werfener Schichten und im Muschelkalke des südlichen Bakony und Revision der Cephalopodenfauna des Muschelkalkes. (Res. Wiss. Erforsch. d. Balatonsees, Budapest, Bd. 1, Tl. 1 — auf dem Titelblatt des ganzen Bandes irrtümlich „Tl. 2“ — Paläont. Anh., 3. Bd., 3. Abhandl.)

- 1906 Die alpine Trias des Mediterran-Gebietes. (Lethaea geognostica, II. Tl., Das Mesozoicum, 1. Bd., Trias; 3. Abtlg., S. 223, Stuttgart.)
- 1911 Die Trias von Albanien. (Beitr. z. Pal. u. Geol. Öst.-Ung., Wien, Bd. 24, S. 169.)
- 1912 Über die Horizontierung der Fossilfunde am Monte Cucco (italienische Carnia) und über die systematische Stellung von *Cuccoceras* DIEN. (Jahrb. Geol. Reichsanst., Wien, Bd. 62, S. 333.)
- 1915 Die Trias von Bithynien (Anatolien). (Beitr. z. Paläont. u. Geol. Öst.-Ung. Wien, Bd. 27, S. 87.)
- 1916 Die Fossilführung der anisischen Stufe in der Umgebung von Trient. (Jahrb. Geol. Reichsanst. Wien, Bd. 65, 1915, S. 239.)
- ASSMANN, P.: Beitrag zur Kenntnis der Stratigraphie des oberschlesischen Muschelkalks. (Jahrb. Preuß. Geol. Landesanst. f. 1913, Berlin, Bd. 34 I, S. 268.)
- 1916 Die Brachiopoden und Lamellibranchiaten der oberschlesischen Trias. (Ebend., f. 1915, Bd. 36 I, S. 586.)
- 1924 Die Gastropoden der oberschlesischen Trias. (Ebend., f. 1923, Bd. 44, S. 1.)
- 1926 a Einiges zur Kenntnis der erzführenden Dolomite im östlichen Oberschlesien und in den angrenzenden Gebieten. (Zeitschr. d. Deutsch. Geol. Ges., Berlin, Bd. 78, Monatsber., S. 130.)
- 1926 b Die Tiefbohrung „Oppeln“. (Jahrb. Preuß. Geol. Landesanst. f. 1925, Berlin, Bd. 46, S. 373.)
- 1926 c Die Fauna der Wirbellosen und die Diploporen der oberschlesischen Trias mit Ausnahme der Brachiopoden, Gastropoden und Korallen. (Ebend., S. 504.)
- BENECKE, E. W.: Über Trias und Jura in den Südalpen. (BENECKES Beitr., München, Bd. 1, S. 1.)
- 1868 Über einige Muschelkalkablagerungen der Alpen. (Ebend., Bd. 2, S. 3.)
- 1895 Bemerkungen über die Gliederung der oberen alpinen Trias und über alpinen und außeralpinen Muschelkalk. (Ber. Naturforsch. Ges. Freiburg i. Br., Bd. 9, S. 221.)
- 1898 a Lettenkohlengruppe und Lunzer Schichten. (Ebend., Bd. 10, S. 109.)
- 1898 b *Diplopora* und einige andere Versteinerungen im elsäß-lothringischen Muschelkalk. (Mitt. Geol. Landesanst. Elsaß-Lothringen, Straßburg, Bd. 4, S. 277.)
- 1906 Die Stellung der pflanzenführenden Schichten von Neuwelt bei Basel. (Centralbl. f. Min. usw., Stuttgart, 1906, S. 1.)
- BERGER, H.: Die Versteinerungen des Schaumkalks am Thüringerwald. (Neues 1860 Jahrb. f. Min. usw., Stuttgart, 1860, S. 196.)
- BERTRAND, P.: Valeur des flores pour la caractérisation des différentes assises 1928 du terrain houiller et pour les synchronisations de bassin à bassin. (Comptes rend. Congr. Stratigr. Carbon. Heerlen 1927, Liège, S. 103.)
- BITTNER, A.: Über die geologischen Aufnahmen in Judicarien und Val Sabbia. 1881 (Jahrb. Geol. Reichsanst., Wien, Bd. 31, S. 219.)
- 1882 Die geologischen Verhältnisse von Hernstein in Niederösterreich und der weiteren Umgebung. (Sonderabdruck aus M. A. BECKER, Hernstein, 1. Tl., Wien.)
- 1890 Brachiopoden der alpinen Trias. (Abhandl. Geol. Reichsanst., Wien, Bd. 14.)
- 1895 a Zur neueren Literatur der alpinen Trias. (Jahrb. Geol. Reichsanst., Wien, Bd. 44, 1894, S. 233.)

- 1895 b Lamellibranchiaten der alpinen Trias. I. Teil: Revision der Lamellibranchiaten von Sect. Cassian. (Abh. Geol. Reichsanst., Wien, Bd. 18, H. 1.)
- 1896 Bemerkungen zur neuesten Nomenclatur der alpinen Trias. (Literatur-Notiz über die gleichnamige Arbeit des Verfassers. Verh. Geol. Reichsanst., Wien, 1896, S. 191.)
- 1897 Über die Auffindung der Fauna des Reichenhaller Kalkes im Gutensteiner Kalke bei Gutenstein. (Ebend., 1897, S. 201.)
- 1898 Über die stratigraphische Stellung des Lunzer Sandsteins in der Triasformation. (Jahrb. Geol. Reichsanst., Wien, Bd. 47, 1897, S. 429.)
- BLANCKENHORN, M.: Die Trias am Nordrande der Eifel zwischen Commern, Zül-
1885 pich und dem Roerthale. (Abhandl. z. Geol. Spezialkarte v. Preußen, Berlin, Bd. 6, H. 2, S. 131.)
- BODE, H.: Paläobotanisch-stratigraphische Studien im Ibbenbürener Carbon.
1927 (Abhandl. Preuß. Geol. Landesanst., Berlin, N. F., H. 106.)
- BOEHM, G.: Beitrag zur Kenntnis der grauen Kalke in Venetien. (Zeitschr. d.
1884 Deutsch. Geol. Ges., Berlin, Bd. 36, S. 737.)
- BOEHM, G. und CHELOT: Note sur les calcaires à *Perna* et *Megalodon* du moulin
1887 de Jupilles, près Fyé (Sarthe). (Bull. Soc. Géol. de France, Paris, R. 3, Bd. 15, S. 403.)
- BOEHM, G.: Über die Fauna der Schichten mit *Durga* im Departement der Sarthe.
1888 (Zeitschr. d. Deutsch. Geol. Ges., Berlin, Bd. 40, S. 657.)
- BÖHM, J.: Über *Cassianella Ecki* nov. sp. (Ebend., Bd. 56, Briefliche Mitt.,
1904 S. 95.)
- BORN, A.: Die Bedeutung der Meeresströmungen für die geologische Zeitrechnung.
1920 (50. Bericht d. Senckenberg. Naturf. Ges. in Frankfurt a. M., S. 207.)
- BRAUCH, W.: Verbreitung und Bau der deutschen Zechstein-Riffbildungen.
1923 (Geol. Archiv, Königsberg, Bd. 2, S. 100.)
- BRAUN, G.: Über marine Sedimente und ihre Benutzung zur Zeitbestimmung.
1913 (Meereskunde, Berlin, Bd. 7, H. 7.)
- BRINKMANN, R.: Tektonik und Sedimentation im deutschen Triasbecken. (Zeit-
1926 schrift d. Deutsch. Geol. Ges., Berlin, Bd. 78, Aufsätze, S. 52.)
- 1929 Statistisch-biostratigraphische Untersuchungen an mitteljurassischen Ammoniten über Artbegriff und Stammesentwicklung. (Abhandl. Ges. d. Wiss., Göttingen, Math.-phys. Kl., Berlin, N. F., Bd. 13, Nr. 3.)
- BRONN, H. G.: Ergebnisse meiner naturhistorisch-öconomischen Reisen. I. Theil.
1826 Briefe aus der Schweiz, Italien und Südfrankreich im Sommer 1824. Heidelberg und Leipzig. (Das Erscheinungsjahr ist aus dem Buch nicht zu ersehen und wurde aus dem Bibliothekskatalog der Geolog. Abtlg. d. Naturhistor. Museum in Wien entnommen.)
- BUBNOFF, S. v.: Exkursionen in die Kreide und Trias Oberschlesiens. (Paläot.
1928 Zeitschr., Berlin, Bd. 10, S. 6, Bericht über die Tagung in Breslau.)
- BUCH, L. v.: Über Dolomit als Gebirgsart. (Abhandl. Preuß. Akad. d. Wiss.,
1822 Berlin, Physik. Kl., 1822, S. 83.)
- 1848 Muschelkalk von Süd-Tyrol und zu Recoaro. (Neues Jahrb. f. Min. usw., Stuttgart, 1848, S. 53.)
- 1849 Über schlesischen und italienischen Muschelkalk. (Zeitschr. d. Deutsch. Geol. Ges., Berlin, Bd. 1, S. 246.)
- BUCKMAN, S. S.: Certain Jurassic (Lias-Oolite) strata of South Dorset; and their
1910 correlation. (Quart. Journ. Geol. Soc., London, Bd. 66, S. 52.)
- 1918 Jurassic chronology: I — Lias. (Ebend., Bd. 73, S. 257.)

- 1920 Jurassic chronology: I — Lias: Supplement I, West England strata. (Ebens., Bd. 76, S. 62.)
- 1922 Jurassic chronology: II — Preliminary studies. Certain Jurassic strata near Eypesmouth (Dorset); the Junction-Bed of Watton Cliff and associated rocks. (Ebens., Bd. 78, S. 378.)
- 1923 Jurassic chronology. (Type Ammonites, Bd. 4, S. 5 bis 54, London 1922—23.) Sonderdruck mit Verbesserungen.
- 1925 Jurassic Ammonites and chronology. (Ebens., Bd. 5, S. 5 bis 78, 1924 bis 1925.) Sonderdruck mit Verbesserungen.
- 1927 Systematism and chronology. (Ebens., Bd. 6, S. 5 bis 51, London 1926 bis 1927.) Sonderdruck mit Verbesserungen.
- BUKOWSKI, G. v.: Über den geologischen Bau des nördlichen Teiles von Spizza
1896 in Süddalmatien. (Verh. Geol. Reichsanst., Wien, 1896, S. 95.)
- 1904 Erläuterungen zur geologischen Detailkarte von Süddalmatien, Blatt Budua (Zone 36, Col. XX SW, SW-Gruppe Nr. 137 a, Wien, Geolog. Reichsanst.).
- CARNEGIE INSTITUTION OF WASHINGTON: Reports of the Conferences on Cycles.
1929 Washington.
- CATULLO, T. A.: Memoria geognostico-paleozoica sulle Alpi Venete. (Mem. Soc.
1847 Italiana Sc. residente in Modena, Bd. 24, Tl. I, S. 187. 100 Sonderdrucke unter dem Titel: Prodomo di geognosia paleozoica delle Alpi Venete).
- (1857) Prospetto degli scritti pubblicati da Tomaso Antonia CATULLO etc. compilato da un suo amico e discepolo. Padova.
- CHARDIN, P. T. de: Observations sur la lenteur d'évolution des faunes de Mammi-
1928 fères continentales. (Palaeobiol., Wien, Bd. 1, S. 55).
- CLARKE, F. W.: The data of geochemistry. 5th edition. (Bull. U. S. Geol. Surv.
1924 Washington, Nr. 770).
- CLAUS, H.: Über *Ptychites* und *Arniotites* aus dem Schaumkalk der Umgegend
1921 von Jena. (Centralbl. f. Min. usw., Stuttgart, 1921, S. 120).
- CORNELIUS, H. P. und FURLANI-CORNELIUS, M.: Über die Tektonik der Mar-
1926 molatagruppe (Südtirol). (Neues Jahrb. f. Min. usw., Stuttgart, Beilagebd. 56, Abt. B, S. 1).
- COTTER, G. de P.: Notes on the value of Nummulites as zone fossils, with a de-
1914 scription of some Burmese species. (Rec. Geol. Surv. of India, Calcutta, Bd. 44, S. 52).
- CREDNER, H.: Elemente der Geologie. 1. Auflage. Leipzig.
1872
- CRICKMAY, C. H.: The stratigraphy of Parson Bay, British Columbia. (Univers.
1928 of California Public., Bull. Depart. Geol. Sciences, Berkeley, Bd. 18, S. 51).
- CUSHMAN, J. A.: Foraminifera. Their classification and economic use. (CUSHMAN
1928 Laborat. for Foraminif. Research, Sharon, Spec. Public. Nr. 1).
- DACQUÉ, E.: Grundlagen und Methoden der Paläogeographie, Jena.
1915
- 1921 Vergleichende biologische Formenkunde der fossilen niederen Tiere. Berlin.
- DALMER, C.: Die ost-thüringischen Encriniten. (Jenaische Zeitschr. f. Naturw.,
1877 Bd. 11, S. 382).
- DAL PIAZ, G.: Le Alpi Feltrine. Studio geologico. (Mem. Ist. Veneto Sc. Lett.
1907 ed Arti, Venezia, Bd. 27, Nr. 9).

- 1912 Studi geotettonici sulle Alpi orientali — regione fra il Brenta e i dintorni del Lago di Santa Croce. (Mem. Ist. Geol. Padova, Bd. 1, S. III).
- DARDER, B. und FALLOT, P.: L'île de Majorque. (XIV^e Congr. Géol. Internat. 1926 Madrid 1926, Excursion C-5).
- DEECKE, W.: Faciesstudien über europäische Sedimente. (Ber. Naturf. Ges., 1913 a Freiburg i. Br., Bd. 20, 1913—14, S. 7).
- 1913 b Paläontologische Betrachtungen. IV. Über Fische. (Neues Jahrb. f. Min. usw., Stuttgart, 1913 II, S. 69).
- 1926 Pisces triadici. (Fossilium Catalogus, I: Animalia, Pars 33, Berlin).
- DENINGER, K.: Die mesozoischen Formationen auf Sardinien. (Neues Jahrb. f. 1907 Min. usw., Stuttgart, Beilagebd. 23, S. 435).
- DIENER, C.: Die triadische Cephalopoden-Fauna der Schiechlinghöhe bei Hallstatt. (Beitr. z. Pal. u. Geol. Öst.-Ung., Wien, Bd. 13, S. 3).
- 1905 Entwurf einer Systematik der Ceratitiden des Muschelkalkes. (Sitz. Akad. Wiss. Wien, Math.-nat. Kl., Bd. 114, Abt. I, S. 765).
- 1912 Lebensweise und Verbreitung der Ammoniten. (Neues Jahrb. f. Min. usw., Stuttgart, 1912 II, S. 67).
- 1915 a Die marinen Reiche der Triasperiode. (Denkschr. Ak. Wiss. Wien, Math. nat. Kl., Bd. 92, S. 405).
- 1915 b Cephalopoda triadica. (Fossilium Catalogus, I: Animalia, Pars 8, Berlin).
- 1918 Die Bedeutung der Zonengliederung für die Frage der Zeitmessung in der Erdgeschichte. (Neues Jahrb. f. Min. usw., Stuttgart, Beilagebd. 42, S. 65).
- 1920 Brachiopoda triadica. (Fossilium Catalogus, I: Animalia, Pars 10, Berlin).
- 1921 a Die Faunen der Hallstätter Kalke des Feuerkogels bei Aussee. (Sitz. Ak. Wiss. Wien, Math.-nat. Kl., Abt. I, Bd. 130, S. 21).
- 1921 b Cnidaria triadica. (Fossilium Catalogus, I: Animalia, Pars 13, Berlin).
- 1923 a Ammonoidea trachyostraca aus der mittleren und oberen Trias von Timor. (2^o Nederlandsche Timor-Exped. 1916 onder H. G. JONKER. Jaarb. van het Mijlwezen, s'Gravenhage, Bd. 49, Verh. 1920 IV, S. 73).
- 1923 b Lamellibranchiata triadica. (Fossilium Catalogus, I: Animalia, Pars 19, Berlin).
- 1925 a Leitfossilien der Trias. Wirbellose Tiere und Kalkalgen. (G. GÜRICH, Leitfossilien, Berlin Lfg. 4).
- 1925 b Grundzüge der Biostratigraphie. Leipzig und Wien.
- 1926 Glossophora triadica. (Fossilium Catalogus, I: Animalia, Pars 34, Berlin).
- DUPONT, É.: Sur le calcaire carbonifère de la Belgique et du Hainaut français. 1863 (Bull. Ac. Roy. des sc. de Belgique, Bruxelles, R. 2, Bd. 15, S. 86).
- 1865 Essai d'une carte géologique des environs de Dinant. (Ebd., Bd. 20, S. 616).
- ECK, H.: Über die Formationen des bunten Sandsteins und des Muschelkalks 1865 in Oberschlesien und ihre Versteinerungen. (Doktor-Dissert. Göttingen). Berlin.
- 1891 *Ceratites antecedens* BEYR. von Wenden in Württemberg. (Zeitschr. d. Deutsch. Geol. Ges., Berlin, Bd. 43, S. 734).
- EHRENBERG, K.: Betrachtungen über den Wert variationsstatistischer Untersuchungen in der Paläozoologie nebst einigen Bemerkungen über eiszeitliche Bären. (Päläont. Zeitschr., Berlin, Bd. 10, S. 235).
- 1928 b Über Art-Wandlung und Art-Benennung. (Biolog. General., Wien, Bd. 4, S. 695).

- 1929 Zur Frage der systematischen und phylogenetischen Stellung der Bärenreste von Hundsheim und Deutsch-Altenburg in Niederösterreich. (Paläobiol., Wien, Bd. 2, S. 213).
- EMMRICH, H.: Geologische Geschichte der Alpen. Gletscher — Urzeit — Trias. 1873 (SCHAUBACHS „Deutsche Alpen“, Jena, 2. Aufl., I. Tl., S. 549 bis 852).
- ESCHER von der LINTH, A.: Geologische Bemerkungen über das nördliche Vorarlberg und einige angrenzenden Gegenden. (Neue Denkschr. Schweiz. Ges. Naturwiss., Zürich, Bd. 13, Nr. 5).
- FIGE, K.: Ein biostratigraphischer Vergleich der Arietenschichten Württembergs und Nordwestdeutschlands. (Zeitschr. d. Deutsch. Geol. Ges., Berlin, Bd. 78, 1926, Monatsber., S. 201).
- 1929 Die Biostratigraphie der Arietenschichten Nordwestdeutschlands und Württembergs. (Paläontogr., Stuttgart, Bd. 71, S. 67).
- FRANK, M.: Zur Stratigraphie und Bildungsgeschichte der Lettenkohle zwischen 1928 a Südwestdeutschland und dem Kettenjura. (Centralbl. f. Min. usw., Stuttgart, 1928, Abt. B, S. 456 und 481).
- 1928 b Ein Vergleich der Muschelkalk- und der Lias-Transgression in Süddeutschland. (Geol. Rundschau, Berlin, Bd. 19, S. 229).
- 1928 c Zur Stratigraphie und Paläogeographie des Wellengebirges im südlichen Schwarzwald. (Jahresh. f. vaterländ. Naturkunde, Stuttgart, Bd. 84, S. 24).
- 1929 Über die Verwandtschaftsverhältnisse der germanischen Triasmyophorien (Centralbl. f. Min. usw., Stuttgart, 1929, Abt. B, S. 558).
- 1930 Das Wandern der „tektonischen“ Vortiefe in den Alpen. (Ebd., 1930, S. 9).
- FRAUENFELDER, A.: Beiträge zur Geologie der Tessiner Kalkalpen. (Ecl. geol. 1916 Helvetiae, Lausanne, Bd. 14, S. 247).
- FREBOLD, H.: Ammonitenzonen und Sedimentationszyklen in ihrer Beziehung 1924 zueinander. (Centralbl. f. Min. usw., Stuttgart, 1924, S. 313).
- 1925 Über die zyklische Meeressedimentation. Tektonische, biostratigraphische und paläontologische Studien im Rahmen einer paläogeographischen Untersuchung des Lias Beta. Leipzig. (Besprechung von W. KLÜPFEL in Geol. Rundschau, Berlin, Bd. 16, S. 396).
- FRECH, F.: Über Abgrenzung und Benennung der geologischen Schichtengruppen. 1899 (Verh. d. VII. Internat. Geologenkongr. in St. Petersburg, 1897, S. 27).
- 1905 Nachträge zu den Cephalopoden und Zweischalern der Bakonyer Trias (Werfener und Cassianer Estherienschieften). (Res. wissensch. Erforsch. d. Balatonsees, Budapest, 1. Bd., 1. Tl., Paläont. Anh., Bd. 3, Nr. 5).
- 1908 Lethaea geognostica. Handbuch der Erdgeschichte mit Abbildungen der für die Formationen bezeichnendsten Versteinerungen. II. Teil. Das Mesozoicum. 1. Bd. Trias. Stuttgart 1903—08.
- 1912 Die Leitfossilien der Werfener Schichten und Nachträge zur Fauna des Muschelkalkes, der Cassianer und Raibler Schichten, sowie des Rhaet und des Dachsteindolomites (Hauptdolomit). (Result. wissensch. Erforsch. d. Balatonsees, Wien, I. Band, 1. Teil, Paläont. Anh., Bd. 2, Nr. 6).
- FRENTZEN, F.: Beiträge zur Kenntnis der fossilen Flora des südwestlichen Deutsch- 1922 a land. III. Lettenkohlen- und Schilfsandsteinflora. (Jahresber. u. Mitt. d. oberrhein. geol. Vereines, Karlsruhe, N. F., Bd. 11, S. 1).
- 1922 b Keuperflora und Lunzer Flora. (Centralbl. f. Min. usw., Stuttgart, 1922, S. 23).

- FREYBERG, B. v.: Der Aufbau des unteren Wellenkalks im Thüringer Becken. 1922 (Neues Jahrb. f. Min. usw., Stuttgart, Beilagebd. 45, S. 214).
- FUCINI, A.: Perché il Verrucano della Verruca è Wealdiano? (Boll. Soc. Geol. 1929 Ital., Roma, Bd. 47, 1928, S. CVII).
- GEYER, G.: Über ein neues Cephalopodenvorkommen aus dem Niveau der Buchensteiner Schichten bei Sappada (Bladen) im Bellunesischen. (Verh. Geol. Reichsanst., Wien, 1898, S. 132).
- 1902 Sillian und St. Stefano di Comelico. (Erläut. z. geol. Karte Österr., SW-Gruppe Nr. 70 — Zone 19, Col. VII — Wien, Geolog. Reichsanst.).
- GIRARD, H.: Brief über eine Reise nach Padua. (Neues Jahrb. f. Min. usw., Stuttgart, 1843, S. 469).
- GOTHAN, W.: Die unter-liassische („rhätische“) Flora der Umgebung von Nürnberg. (Abhandl. Naturhist. Ges. Nürnberg, Bd. 19, S. 89).
- 1925 Gemeinsame Züge und Verschiedenheiten in den Profilen des Karbons der paralischen und limnischen (Binnen-) Kohlenbecken. (Zeitschr. d. Deutsch. Geol. Ges., Berlin, Bd. 77, Abh., S. 391).
- 1928 Der Stand der Vergleichung der mitteleuropäischen Steinkohlenbecken und Vorschläge zur Vereinheitlichung. (Comptes rend. Congr. Stratigr. Carbon. Heerlen 1927, Liège, S. 259).
- 1929 Paläobotanik und Ruhrkarbon. (Zeitschr. d. Deutsch. Geol. Ges., Berlin, Bd. 81, S. 148).
- GUEMBEL, C. W.: Die Äquivalente der St. Cassianer Schichten im Keuper Frankens. 1859 (Jahrb. Geol. Reichsanst., Wien, Bd. 10, S. 22).
- 1861 Geognostische Beschreibung des bayrischen Alpen-Gebirges und seines Vorlandes. Gotha.
- 1865 Die geognostischen Verhältnisse des fränkischen Triasgebiets. (Bavaria, München, Bd. 4, H. 11, Sonderabdruck).
- 1868 Geognostische Beschreibung des Königreichs Bayern. II. Abt. Geognostische Beschreibung des ostbayerischen Grenzgebirges oder des bayerischen und oberpfälzer Waldgebirges. Gotha.
- 1869 Über Foraminiferen, Ostracoden und mikroskopische Thierüberreste in den St. Cassianer und Raibler Schichten. (Jahrb. Geol. Reichsanst., Wien, Bd. 19, S. 175).
- 1872 Die sogenannten Nulliporen (*Lithothamnium* und *Dactylopora*) und ihre Betheiligung an der Zusammensetzung der Kalkgesteine. Zweiter Theil: Die Nulliporen des Thierreichs (*Dactyloporideae*) nebst Nachtrag zum ersten Theile. (Abhandl. bayer. Ak. Wiss., München, II. Kl., Bd. 11, 1. Abth., S. 231).
- 1873 Geognostische Mittheilungen aus den Alpen. I. Das Mendel- und Schlerngebirge. (Sitzungsb. bayer. Ak. Wiss., München, Math.-phys. Kl., 1873, S. 14).
- GUGENBERGER, O.: Neue Beiträge zur Cephalopodenfauna des Muschelkalkes 1925 der Volujak-Alpe bei Gacko in der Herzegowina. (Ann. Naturh. Mus. Wien, Bd. 38, S. 121).
- 1927 Die Cephalopoden des herzegowinischen Ptychitenkalkes der Stabljana-Alpe im Volujak-Gebirge. (Ebend., Bd. 41, S. 97).
- 1928 Über einige unbekannte Cephalopoden aus der karnisch-norischen Mischfauna des Feuerkogels bei Aussee. (Sitz. Ak. Wiss. Wien, Math.-nat. Kl., Abt. I, Bd. 137, S. 113).
- 1929 Die Brachiopoden der Carditaschichten von Launsdorf in Mittelkärnten. (Anzeig. Ak. Wiss. Wien, Math.-nat. Kl., Bd. 66, 1929, Nr. 6, S. 50).

- 1930 Die Cardita-Schichten von Launsdorf in Mittelkärnten und ihre Fauna. I. Brachiopoden. (Sitz. Ak. Wiss. Wien, Math.-nat. Kl., Abt. I, Bd. 139, S. 43. Erst während des Druckes meiner Arbeit erschienen).
- HAAS, O.: Die Fauna des mittleren Lias von Ballino in Südtirol. (Beitr. z. Pal. u. Geol. Öst.-Ung., Wien, Bd. 25, S. 223; Bd. 26, S. 1).
- HANDLIRSCH, A.: Die fossilen Insekten und die Phylogenie der rezenten Formen. 1908 Ein Handbuch für Paläontologen und Zoologen. Leipzig 1906—08.
- HAUER, F. v.: Über die Gliederung der Trias-, Lias- und Juragebilde in den nordöstlichen Alpen. (Jahrb. Geol. Reichsanst. Wien, Bd. 4, S. 715).
- 1857 a Über die Schichten mit echten Muschelkalk-Pretefacten in den Südalpen. (Ebend., Bd. 8, S. 166).
- 1857 b Aufnahmebericht aus Nordtirol. (Ebend., S. 795).
- 1858 Mittheilung über eine Note von C. W. GÜMBEL. (Ebend., Bd. 9, Verhandl., S. 160).
- 1866 Die Cephalopoden der unteren Trias der Alpen. (Sitz. Ak. Wiss. Wien, Math.-nat. Kl., Bd. 52, 1865, S. 605).
- 1873 Geologische Übersichtskarte der Österreichischen Monarchie. (Blatt IX, XI und XII). (Jahrb. Geol. Reichsanst. Wien, Bd. 22, S. 149).
- 1878 Die Geologie und ihre Anwendung auf die Kenntnis der Bodenbeschaffenheit der Österr.-Ung. Monarchie. 2. Aufl. Wien.
- HEIM, ARN.: Über submarine Denudation und chemische Sedimente. (Geol. Rundschau, Berlin, Bd. 15, S. 1).
- HENNIG, E.: Geologie von Württemberg nebst Hohenzollern. (E. KRENKEL, 1923 Handbuch der Geologie und Bodenschätze Deutschlands, II. Abteilung: Regionale Geologie Deutschlands. Berlin).
- HERITSCH, F.: Notizen zum unteren Perm der Karnischen Alpen. (Sitz. Ak. Wiss. 1928 Wien, Math.-nat. Kl., Abt. I, Bd. 137, S. 339).
- HILDEBRAND, E.: *Moenocrinus Deecke*, eine neue Crinoidengattung aus dem 1926 a fränkischen Wellenkalk und ihre systematische Stellung. (Neues Jahrb. f. Min. usw., Stuttgart, Beilagebd. 54, Abt. B, S. 259).
- 1926 b Zur Stratigraphie der Muschelkalkcrinoiden. (Centralbl. f. Min. usw., Stuttgart, 1926, Abt. B, S. 69).
- 1928 Der Aufbau des Wellenkalkes. Ein Beitrag zur Frage seiner allgemeinen Bildungsbedingungen. (Geol. u. Paläont. Abhandl., Jena, Bd. 20, H. 3, S. 235).
- HILDEBRAND, E. und PIA, J.: Zwei Krinoidenkelche aus der anisischen Stufe 1929 der Südalpen. (Paläont. Zeitschr., Berlin, Bd. 11, S. 129).
- HIRMER, M.: Handbuch der Paläobotanik. Band I: Thallophyta-Bryophyta- 1927 Pteridophyta. München.
- HOHENSTEIN, V.: Beiträge zur Kenntnis des mittleren Muschelkalks und des 1911 unteren Trochitenkalks am östl. Schwarzwaldrand. (Centralbl. f. Min. usw., Stuttgart, 1911, S. 643).
- 1913 Beiträge zur Kenntnis des mittleren Muschelkalks und des unteren Trochitenkalks am östlichen Schwarzwaldrand. (Geol. u. Paläont. Abh., Jena, Bd. 16, H. 2, S. 175).
- HOLDEFLEISS, G.: Das Triasvorkommen von Groß-Hartmannsdorf in Nieder- 1916 schlesien. (Jahresber. Schles. Ges. f. vaterländ. Cultur, Breslau, Bd. 93, 1915, VI. Abt., c. Sekt. f. Geol. usw., S. 1.)
- HORN, M.: Vorläufige Mitteilung über den ladinischen Knollenkalkkomplex der 1913 Südalpen. (Centralbl. f. Min. usw., Stuttgart, 1913, S. 508).

- 1915 Über die ladinischen Knollenkalke der Südalpen. (Jahresber. Schles. Ges. f. vaterländ. Cultur, Breslau, Bd. 92, 1914, I. Sekt. f. Geol. usw., S. 69. Auch Sonderdruck als Dissertation Königsberg unter dem Titel: Über die ladinische Knollenkalkstufe der Südalpen).
- HUMMEL, K.: Das Problem des Fazieswechsels in der Mitteltrias der Südtiroler
1928 Dolomiten. (Geolog. Rundschau, Berlin, Bd. 19, S. 223).
- HUXLEY, T. H.: The anniversary adress. (Quart. Journ. Geol. Soc., London,
1862 Bd. 18, S. XL).
- JÄKEL, O.: Über einen Ceratiten aus dem Schaumkalk von Rüdersdorf und über
1889 gewisse als Haftring gedeutete Eindrücke bei Cephalopoden. (Neues Jahrb. f. Min. usw., Stuttgart, 1889 II, S. 19).
- JAWORSKI, E.: Beiträge zur Kenntnis des Jura in Süd-Amerika. Teil I: Allge-
1914 meiner Teil. (G. STEINMANN: Beiträge zur Geologie und Paläontologie von Südamerika, XXI. Neues Jahrb. f. Min. usw., Stuttgart, Beilagebd. 37, S. 285).
- JONGMANS, W. J.: Congrès pour l'étude de la stratigraphie du carbonifère dans
1928 a les différents centres houillers de l'Europe. (Congr. de stratigr. carbonifère Heerlen 1927, Liège, S. V).
- 1928 b Het Congres voor Karboonstratigraphie. (Jaarversl. Geol. Bur. v. h. Nederlandsche Mijgeb., Heerlen, 1927, S. 10).
- JÜNGST, H.: Zur vergleichenden Stratigraphie des Rät zwischen Harz und Elsaß.
1929 (Notizbl. d. Ver. f. Erdkunde u. d. Hessischen Geol. Landesanst. f. 1928, Darmstadt, 5. Folge, 11. Heft, S. 130).
- KAISIN, F.: Les roches du Dinantien de Belgique. (Compte-rendu XIIIe Congr.
1925 géol. internat. Belgique 1922, Liège, S. 1237).
- 1927 Contribution a l'étude des caractères lithologiques et du mode de formation des roches calcaires de Belgique. (Mém. Ac. Roy. de Belgique, Classe des Sciences, Bruxelles, R. 2, Bd. 8).
- KATZER, F.: Lithiotiden-Schichten in der Hercegowina. (Centralbl. f. Min. usw.
1904 Stuttgart, 1904, S. 327).
- KAUTSKY, F.: Die biostratigraphische Bedeutung der Pectiniden des nieder-
1928 a österreichischen Miozäns. (Anz. Ak. Wiss. Wien, Math.-nat. Kl., Bd. 65, 1928, Nr. 14, S. 176.)
- 1928 b Die biostratigraphische Bedeutung der Pectiniden des niederösterreichischen Miozäns. (Ann. Naturhist. Mus., Wien, Bd. 42, S. 245).
- KAYSER, E.: Lehrbuch der Geologie. III. Band: Geologische Formationskunde.
1923 I. Archaische usw. und Triasformation. 6. u. 7. Aufl., Stuttgart.
- KEYES, CH.: Problem of continental geological correlation. (Pan-American Geo-
1929 logist, Des Moines, Bd. 52, S. 287).
- KIRKHAM, V. R. D. und JOHNSON, M. M.: Active faulte near Whitebird, Idaho.
1929 (Journ. of Geol., Chicago, Bd. 37, S. 700).
- KIRSCH, G.: Geologie und Radioaktivität. Die radioaktiven Vorgänge als geo-
1928 logische Uhren und geophysikalische Energiequellen. Berlin.
- KITTL, E.: Geologie der Umgebung von Sarajevo. (Jahrb. Geol. Reichsanst.,
1904 Wien, Bd. 53, 1903, S. 515).
- 1908 Beiträge zur Kenntnis der Triasbildungen der nordöstlichen Dobrudscha. (Denkschr. Ak. Wiss. Wien, Math.-nat. Kl., Bd. 81, S. 447).
- 1912 Materialien zu einer Monographie der *Halobiidae* und *Monotidae* der Trias. (Result. wissensch. Erforsch. d. Balatonsees, Budapest, I. Bd., 1. Tl., Paläont. Anh., Bd. 2, Nr. 4).
- KLEBELSBERG, R.: Trias-Ammoniten aus dem südlichen Karwendelgebirge.
1920 (Verh. Geol. Reichsanst., Wien, 1920, S. 185).

- KLÜPFEL, W.: Über die Sedimente der Flachsee im Lothringischen Jura. (Geol. Rundschau, Leipzig, Bd. 7, S. 97).
1916
- 1927 Beziehungen zwischen Tektonik, Sedimentation und Paläogeographie in der Weser-Erzformation des Ober-Oxford. (Zeitschr. d. Deutsch. Geol. Ges., Berlin, Bd. 78, 1926, Abhandl., S. 178).
- KNOWLTON, F. H.: Principles governing the use of fossil plants in geologic correlation. (Bull. geol. Soc. of America, New York, Bd. 27, S. 325).
1916
- KOKEN, E.: Beiträge zur Kenntnis der Gastropoden des süddeutschen Muschelkalkes. (Abhandl. z. geol. Spezialkarte v. Elsaß-Lothringen, Straßburg, N. F., H. 2).
1898
- 1913 Beiträge zur Kenntnis der Schichten von Heiligenkreuz (Abteital, Südtirol). (Abhandl. Geol. Reichsanst., Wien, Bd. 16, H. 4).
- KOSSMAT, F.: Die Triasbildungen der Umgebung von Idria und Gereuth. (Verh. Geol. Reichsanst., Wien, 1898, S. 86).
1898
- 1905 Haidenschaft und Adelsberg. (Erläut. Geol. Karte Öst.-Ung. Monarchie, SW-Gruppe, Nr. 98, Z. 22, Kol. X, Wien, Geol. Reichsanst.).
- 1906 Das Gebiet zwischen dem Karst und dem Zuge der Julischen Alpen. Mit einigen Bemerkungen zu TERMIERS „Synthèse des Alpes“. (Jahrb. Geol. Reichsanst., Wien, Bd. 56, S. 259).
- KRASSER, F.: Die Diagnosen der von Dionysius STUR in der obertriadischen Flora der Lunzerschichten als Marattiaceenarten unterschiedenen Farne. (Sitz. Ak. Wiss. Wien, Math.-nat. Kl., Bd. 118, Abt. I, S. 13).
1909
- KRAUS, E.: Das Wachstum der Kontinente nach der Zyklustheorie. (Geol. Rundschau, Berlin, Bd. 19, S. 353).
1928
- KRAUSS, H.: Zur Nomenclatur der alpinen Trias. „Guttensteiner Kalk“. (Geogn. Jahresh., München, Bd. 26, 1913, S. 292).
1914
- KREBS, N.: Die Ostalpen und das heutige Österreich. Eine Länderkunde. (Bibliothek länderkundlicher Handbücher, herausgeg. v. A. PENCK). I. Band, Stuttgart.
1928
- KREJCI-GRAF, K.: Faltung im rumänischen Tertiär. (Vortrag in der Deutschen Geologischen Gesellschaft in Wien am 20. IX. 1928, nicht im Druck erschienen).
1928
- KÜHNEL, J.: Geologie des Berchtesgadener Salzberges. (Neues Jahrb. f. Min. usw., Stuttgart, Beilagebd. 61, Abt. B, S. 447).
1929
- LACZKÓ, D.: Die geologischen Verhältnisse von Veszprém und seiner weiteren Umgebung. (Res. wissenschaft. Erforsch. d. Balatonsees, Wien, I. Bd., 1. Tl., Geolog. Anh., 1. Abh.).
1908
- LANG, R.: Das Vindelizische Gebirge zur mittleren Keuperzeit. Ein Beitrag zur Paläogeographie Süddeutschlands. (Jahresh. f. vaterländ. Naturk. Württemberg, Stuttgart, Bd. 67, S. 218).
1911
- LANGE, W.: Zur Paläogeographie und Ammonitenfauna des Lias *a*, nebst einer Revision der Nürtinger Pylonotenfauna. (Zeitschr. d. Deutsch. Geol. Ges., Bd. 77, Abhandl., S. 439).
1925
- LEPSIUS, R.: Die Eintheilung der alpinen Trias und ihr Verhältnis zur außer-alpinen. (Neues Jahrb. f. Min. usw., Stuttgart, 1876, S. 742).
1876
- 1878 Das westliche Süd-Tirol geologisch dargestellt. Berlin.
- LEUCHS, K.: Polygene Konglomerate im nordalpinen Rhät und die altkimmerische Phase. (Geolog. Rundschau, Berlin, Bd. 19, S. 72).
1928 a
- 1928 b Beiträge zur Lithogenesis kalkalpiner Sedimente. I. Teil: Beobachtungen an Riffgesteinen der nordalpinen Trias. II. Teil: Gesteinsausbildung und Fossilien in der bayrisch-nordtiroler Fazies der norischen Trias. (Neues Jahrb. f. Min. usw., Stuttgart, Beilagebd. 59, Abt. B, S. 357).

- LÓCZY, L. v.: Die geologischen Formationen der Balatongegend und ihre regionale Tektonik. (Result. wissenschaftl. Erforsch. d. Balatonsees, Wien, 1916 Bd. I, Tl. 1, Sekt. 1).
- LORETZ, H.: Das Tirol-Venetianische Grenzgebiet der Gegend von Ampezzo. 1874 (Zeitschr. d. Deutsch. Geol. Ges., Berlin, Bd. 26, S. 377).
- ŁUNIEWSKI, A.: Sur les éléments alpins dans la faune du Muschelkalk sur le versant Nord des Montagnes de Święty Krz̄. (Bull. Serv. Géol. de Pologne, Warschau, Bd. 2, S. 73).
- MÄGDEFRAU, K.: Geologischer Führer durch die Trias um Jena. Jena. 1929
- MAILLIEUX, E. und DEMANET, F.: L'échelle stratigraphique des terrains primaires de la Belgique (Bull. Soc. Belge de Géologie, Bruxelles, Bd. 38, 1928, S. 124).
- MARR, J. E.: A possible chronometric scale for the Graptolite bearing strata. 1928 (Palaeobiol., Wien, Bd. 1, S. 161).
- MATTHEW, W. D.: Methods of correlation by fossil Vertebrates. (Bull. Geol. Soc. of America, New York, Bd. 27, S. 515).
- MOJSISOVICS, E. v.: Über die Gliederung der oberen Triasbildungen der östlichen Alpen. (Jahrb. Geol. Reichsanst., Wien, Bd. 19, S. 91).
- 1872 Über ein erst kürzlich aufgefundenes unteres Cephalopoden-Niveau im Muschelkalk der Alpen. (Verh. Geol. Reichsanst., Wien, 1872, S. 190).
- 1873 Zur Unterscheidung und Parallelisierung der zwei alpinen Muschelkalk-Etagen. (Ebend., 1873, S. 296).
- 1874 a Faunengebiete und Faciesgebilde der Trias-Periode in den Ost-Alpen. Eine stratigraphische Studie. (Jahrb. Geol. Reichsanst., Wien, Bd. 24, S. 81).
- 1874 b Über die triadischen Pelecypoden-Gattungen *Daonella* und *Halobia*. (Abhandl. Geol. Reichsanst., Wien, Bd. 7, H. 2).
- 1878 Über die *Daonella* des Würzburger Hauptmuschelkalkes. (Verhandl. Geol. Reichsanst., Wien, 1878, S. 97).
- 1879 Die Dolomit-Riffe von Südtirol und Venetien. Beiträge zur Bildungsgeschichte der Alpen. Wien.
- 1882 Die Cephalopoden der mediterranen Triasprovinz. (Abh. Geol. Reichsanst., Wien, Bd. 10).
- 1887 Über ammonitenführende Kalke unternerorischen Alters auf den balearischen Inseln. (Verh. Geol. Reichsanst., Wien, 1887, S. 327).
- 1893 Das Gebirge um Hallstatt. — I. Abtheilung. Die Cephalopoden der Hallstätter Kalke. II. Band. (Abhandl. Geol. Reichsanst., Wien, Bd. 6 II).
- MOJSISOVICS, E. v., WAAGEN, W. und DIENER, C.: Entwurf einer Gliederung der pelagischen Sedimente des Trias-Systems. (Sitz. Ak. Wiss. Wien, Math.-nat. Kl., Bd. 104, Abt. I, S. 1271).
- MOJSISOVICS, E. v.: Die Cephalopodenfaunen der oberen Trias des Himalaya, 1896 nebst Bemerkungen über die Meere der Triasperiode. (Verhandl. Geol. Reichsanst., Wien, 1896, S. 346).
- NAUMANN, E.: Über einige Beobachtungen in der Trias des Saaletales bei Aufnahmen auf den Blättern Jena und Naumburg a. S. (Jahrb. Preuß. Geol. Landesanst. f. 1908, Berlin, Bd. 29, II, S. 493).
- 1928 Blatt Jena. (Erläut. Geol. Karte v. Preußen, Lfg. 285, früher 2, Gradabt. 71, Blatt 2, Nr. 2936, 5. Aufl., Berlin, Preuß. Geol. Landesanst.).
- NIES, F.: Beiträge zur Kenntnis des Keupers im Steigerwald. Würzburg. 1868

- NOETTLING, F.: Die Entwicklung der Trias in Niederschlesien. (Zeitschr. d. Deutsch. Geol. Ges., Berlin, Bd. 32, S. 300).
1880
- NOWACK, E.: Über nachtertiäre Faltenbewegungen in Albanien. (Geol. Rundschau, Leipzig, Bd. 12, S. 35).
1921
- 1929 a Übersicht über die tektonische Entwicklung Albanien. (Ein Beitrag zur Geschichte des dinarischen Gebirgssystems). (Ebend., Berlin, Bd. 20, S. 96).
- 1929 b Geologische Übersicht von Albanien. Erläuterung zur geologischen Karte 1:200.000. Salzburg.
- OBERSTE-BRINK, K. und BÄRTLING, R.: Die Durchführung einer einheitlichen Gliederung und Flözbenennung für das Produktive Karbon des rheinisch-westfälischen Industriebezirks. (Zeitschr. d. Deutsch. Geol. Ges., Berlin, Bd. 80, Monatsber., S. 165).
1928
- OERTLE, G. F.: Das Vorkommen von Fischen in der Trias Württembergs. (Neues Jahrb. f. Min. usw., Stuttgart, Beilagebd. 60, Abt. B, S. 325).
1928
- OGILVIE GORDON, M. M.: Das Vorkommen von *Diplopora annulatissima* im Langkofelgebiet. (Verh. Geol. Bundesanst., Wien, 1925, S. 187).
1925
- 1927 Das Grödener-, Fassa- und Enneberggebiet in den Südtiroler Dolomiten. Geologische Beschreibung mit besonderer Berücksichtigung der Überschiebungsercheinungen. (Abh. Geol. Bundesanst., Wien, Bd. 24, H. 1 u. 2).
- 1928 Geologisches Wanderbuch der westlichen Dolomiten. Wien.
- OPFEL, A. und SUSS, E.: Über die muthmaßlichen Äquivalente der Kössener Schichten in Schwaben. (Sitz. Ak. Wiss. Wien, Math.-nat. Kl., Bd. 21, S. 535).
1856
- PATTEISKY, K.: Die Begrenzung der sudetischen Stufe des Steinkohlengebirges. (Congr. de stratigr. carbon. Heerlen 1927, Liège, S. 493).
1928
- PAULCKE, W.: Geologische Beobachtungen im helvetischen und lepontinischen Gebiet. (Geol. Rundschau, Leipzig, Bd. 6, S. 207).
1915
- PENCK, A.: Die Niagarafälle als Zeitmesser. (Forsch. u. Fortschr., Berlin, Bd. 5, S. 17).
1929
- PFEFFER, G.: Die Frage der Grenzbestimmung zwischen Kreide und Tertiär in zoogeographischer Betrachtung. Jena.
1927
- PHILIPPI, E.: Beitrag zur Kenntnis des Aufbaues und der Schichtenfolge im Grignagebirge. (Zeitschr. d. Deutsch. Geol. Ges., Berlin, Bd. 47, S. 665).
1895
- 1898 Die Fauna des unteren *Trigonodus*-Dolomits vom Hühnerfeld bei Schwieberdingen und des sogenannten „Cannstatter Kreidemergels“. (Jahresh. f. vaterländ. Naturk. in Württemberg, Stuttgart, Bd. 54, S. 145).
- 1901 a Die Ceratiten des oberen deutschen Muschelkalkes. (Geol. u. Paläont. Abhandl., Jena, Bd. 8, H. 4, S. 345).
- 1901 b Erwiderung auf A. TORNQVISTS Aufsatz: Das Vorkommen von nodosen Ceratiten auf Sardinien etc. (Centralbl. f. Min. usw., Stuttgart, 1901, S. 551).
- 1903 Die kontinentale Trias. (Lethaea geognostica, II. Teil. Das Mesozoicum, I. Band, Trias; I. Abteilung, S. 1, Stuttgart).
- PIA, J. v.: Geologische Studien im Hölleugebirge und seinen nördlichen Vorlagen. (Jahrb. Geol. Reichsanst., Wien, Bd. 62, S. 557).
1912 a
- 1912 b Neue Studien über die triadischen *Siphoneae verticillatae*. (Beitr. z. Paläont. u. Geol. Öst.-Ung., Wien, Bd. 25, S. 25).
- 1914 a Untersuchungen über die liassischen Nautiloidea. (Ebend., Bd. 27, S. 19).

- 1914 b Untersuchungen über die Gattung *Oxyntoceras* und einige damit zusammenhängende allgemeine Fragen. (Abhandl. Geol. Reichsanst., Wien, Bd. 23, H. 1).
- 1920 a Die *Siphoneae verticillatae* vom Karbon bis zur Kreide. (Abhandl. Zool.-botan. Ges. Wien, Bd. 11, H. 2).
- 1920 b Zur Frage der Lückenhaftigkeit des alpinen Jura, besonders in den lessinischen Alpen. (Mitt. Geol. Ges. Wien, Bd. 12, 1919, S. 116).
- 1923 Geologische Skizze der Südwestecke des Steinernen Meeres bei Saalfelden mit besonderer Rücksicht auf die Diploporengesteine. (Sitz. Ak. Wiss. Wien, Math.-nat. Kl., Abt. I, Bd. 132, S. 35).
- 1924 Einige Dasycladaceen aus der Ober-Trias der Molukken. (Geologische Onderzoekingen in den oostelijken Oost-Indischen Archipel door H. A. BROUWER. Jaarb. v. h. Mijnwezen, s'Gravenhage, Bd. 52, 1923, Verhandl., S. 137).
- 1925 a Über geologische Karten. (Mitt. Geol. Ges. Wien, Bd. 17, 1924, S. 47).
- 1925 b Die Diploporen der Trias von Süddalmatien. (Sitz. Ak. Wiss. Wien, Math.-nat. Kl., Abt. I, Bd. 133, 1924, S. 329).
- 1925 c Referat über C. DIENER: Grundzüge der Biostratigraphie. (Mitt. Geograph. Ges. Wien, Bd. 68, S. 223).
- 1926 a Die Gliederung der alpinen Mitteltrias auf Grund der Diploporen. (Anzeig. Ak. Wiss. Wien, Math.-nat. Kl., Bd. 62, 1925, S. 214).
- 1926 b Die Diploporen der Deutschen Trias und die Frage der Gleichsetzung der deutschen und alpinen Triasstufen. (Zeitschr. d. Deutsch. Geol. Ges., Berlin, Bd. 78, Monatsber., S. 192).
- 1928 Neue Arbeiten über fossile Kalkalgen aus den Familien der *Dasycladaceae* und *Codiaceae*. (Sammelreferat). (Neues Jahrb. f. Min. usw., Stuttgart, 1928 III, S. 227).
- 1929 Über Grundbegriffe der Stratigraphie. (Zeitschr. d. Deutsch. Geol. Ges., Berlin, Bd. 81, S. 305).
- PICARD, E.: Beitrag zur Kenntnis der Glossophoren der mitteldeutschen Trias.
1904 (Jahrb. d. Preuß. Geol. Landesanst. f. 1901, Berlin, Bd. 22, S. 445).
- PICARD, K.: Über die Fauna der beiden untersten Schaumkalkschichten α und β
1888 des Muschelkalks bei Sondershausen. (Bull. Soc. Belge de Géol., Bruxelles, Bd. 2, Mém., S. 109).
- POMPECKJ, J. F.: Die Bedeutung des schwäbischen Jura für die Erdgeschichte.
1914 (Akad. Antrittsvorlesg. Univers. Tübingen.) Stuttgart.
- RASSMUS, H.: Über die Parallelisierung des deutschen und alpinen Muschel-
1913 kalkes. (Zeitschr. d. Deutsch. Geol. Ges., Berlin, Bd. 65, Monatsber., S. 229).
- 1915 Alpine Cephalopoden im niederschlesischen Muschelkalk. (Jahrb. Preuß. Geol. Landesanst. f. 1913, Berlin, Bd. 34 II, S. 283).
- REIS, O. M.: Erläuterungen zur geologischen Karte des Wettersteingebirges.
1911 I. Teil. Kurze Formationsbeschreibung, allgemeine tektonische und orogenetische Übersicht. (Geognost. Jahresh. München, Bd. 23, 1910, S. 61).
- 1926 Die Fauna des Wettersteinkalkes. III. Teil. (Ebend., Bd. 39, 1926, S. 87).
- RENZ, C.: Beiträge zur Kenntnis der Juraformation im Gebiet des Monte Gene-
1920 roso (Kanton Tessin). (Ecl. geol. Helvet., Lausanne, Bd. 15, S. 523).
- 1923 Vergleiche zwischen dem südschweizerischen, apenninischen und westgriechischen Jura. (Verh. Naturforsch. Ges. Basel, Bd. 34, S. 264).

- RICHTER, R.: Flachseebeobachtungen zur Paläontologie. III—VI.
1922 III. Die Lage schüsselförmiger Körper bei der Einbettung.
IV. Gesonderte Verbreitung der rechten und linken Klappe einer Muschelart.
V. In sich bedingter Faunenwechsel.
VI. Ton als Geröll im gleichzeitigen Sediment.
(Senckenberg., Frankfurt a. M., Bd. 4, S. 103).
- 1924 Desgl., VII—XI.
VII. *Arenicola* von heute und „*Arenicoloides*“, eine Rhizocorallide des Buntsandsteins, als Vertreter verschiedener Lebensweisen.
VIII. Geflechtquarzite aus einzelnen Vertikalröhren nachträglich zusammengeballt.
IX. Zur Deutung rezenter und fossiler Mäanderfiguren.
X. Weiteres zur verschiedenen Häufigkeit der beiden Klappen einer Spezies bei Muscheln und Brachiopoden.
XI. Schlickgerölle, auf dem Meeresgrund entstehend.
(Ebend., Bd. 6, S. 119).
- 1926 a Desgl., XII—XIV.
XII. Bau, Begriff und paläogeographische Bedeutung von *Corophioides luniformis* (BLANCKENHORN 1917).
XIII. Verzögerte Verwesung im meerischen Grundwasser.
XIV. Abdrücke lebendiger Tiere (Fische und Würmer).
(Ebend., Bd. 8, S. 200).
- 1926 b Desgl., XV—XVI.
XV. Die Großrippeln unter Gezeitenströmungen im Wattenmeer und die Rippeln im Pirnaer Turon.
XVI. Die Entstehung von Tongeröllen und Tongallen unter Wasser.
(Ebend., S. 297).
- 1927 Internationale Regeln der zoologischen Nomenklatur.
(Ebend., Bd. 9, S. 1; Zusätze Bd. 10, S. 1, 1928).
- RICHTHOFEN, R. Freih. v.: Die Kalkalpen von Vorarlberg und Nord-Tirol. Erste Abtheilung. (Jahrb. Geol. Reichsanst., Wien, Bd. 10, S. 72).
- 1874 Über Mendola-Dolomit und Schlern-Dolomit. (Zeitschr. d. Deutsch. Geol. Ges., Berlin, Bd. 26, S. 225).
- 1911 China. Ergebnisse eigener Reisen und darauf gegründeter Studien. Berlin. 5. Band. Abschließende paläontologische Bearbeitung usw. v. F. FRECH.
- RIEDEL, A.: Beiträge zur Paläontologie und Stratigraphie der Ceratiten des deutschen Oberen Muschelkalks. Inauguraldissertation München. (Jahrb. Preuß. Geol. Landesanst. f. 1916, Berlin, Bd. 37 I, S. 1).
- ROTHPLETZ, A.: Ein geologischer Querschnitt durch die Ost-Alpen nebst Anhang
1894 über die sog. Glarner Doppelfalte. Stuttgart.
- ROZLOZNIK, P.: Einleitung in das Studium der Nummulinen und Assilinen.
1927 (Mitt. aus d. Jahrb. d. Ungar. Geol. Anst., Budapest, Bd. 26, H. 1, S. 1).
- RÓZYCKI, F.: Stratigraphie du Muschelkalk de la partie Nord du Bassin Houiller de Dabrowa. (Bull. Serv. Géol. de Pologne, Warschau, Bd. 2, 1923—24, S. 431).
- RÜBENSTRUNK, E.: Beitrag zur Kenntnis der deutschen Trias-Myophorien.
1912 (Mitt. Badisch. Geol. Landesanst., Heidelberg, Bd. 6, H. 1, S. 85).
- RUEDEMANN, R.: A recurrent Pittsford (Salina) fauna. (New York State Museum
1919 Bull., Nr. 219 u. 220 — 15th Rep. of Director, for 1918 — S. 205, Albany. Der Sonderdruck trägt die — wahrscheinlich richtigere — Jahreszahl 1921).

- RUSSEL, I. C.: Quaternary history of Mono Valley, California. (U. S. Geol. Surv. 1889 Ann. Rep., Washington, Nr. 8, 1886—87, Part I, S. 259).
- 1895 Lakes of North America. A reading lesson for students of geography and geology. Boston und London.
- SAHNI, B.: The Southern fossil floras: a study in the plant-geography of the 1926 past. (Presidential adress, section of geology). (Proc. 13th Indian Science Congress, Bombay, S. 229.).
- SALFELD, H.: Die Fragestellung in der Paläontologie zur Erforschung der Form- 1921 änderung und Vererbung. (B. DÜRKEN u. H. SALFELD: Die Phylogeneese, Fragestellungen zu ihrer exakten Erforschung, Berlin, S. 46).
- 1922 Formänderung und Vererbung bei fossilen Evertebraten. (Paläont. Zeitschr., Berlin, Bd. 4, S. 107).
- SALOMON, W.: Geologische und paläontologische Studien über die Marmolata. 1895 (Palaeontogr., Stuttgart, Bd. 42, S. 1).
- 1908 Die Adamellogruppe, ein alpines Zentralmassiv, und seine Bedeutung für die Gebirgsbildung und unsere Kenntnis von dem Mechanismus der Intrusionen. (Abh. Geol. Reichsanst., Wien, Bd. 21, S. 1, 1908—10).
- 1926 Gibt es Gesteine, die für bestimmte Erdperioden charakteristisch sind? (Sitz. Heidelberger Ak. d. Wiss., Berlin und Leipzig, Math.-nat. Kl., 1926, Abh. 9).
- SAMSONOWICZ, J.: Le Zechstein, le Trias et le Liasique sur le versant nord du 1929 Massif de S-te Croix. (Bull. Serv. géol. de Pologne, Warschau, Bd. 5, S. 1).
- SANDBERGER, F.: Beobachtungen in der Würzburger Trias. Ein Vortrag in der 1864 mineralogischen Section der deutschen Naturforscher-Versammlung zu Gießen 1864. (Würzburger Naturwiss. Zeitschr., Bd. 5, S. 201).
- 1866 Die Stellung der Raibler Schichten in dem fränkischen und schwäbischen Keuper. (Neues Jahrb. f. Min usw., Stuttgart, 1866, S. 34).
- 1867 Die Gliederung der Würzburger Trias und ihrer Äquivalente. (Würzburger Naturwiss. Zeitschr., Bd. 6, S. 131).
- 1868 Die Stellung der Raibler Schichten, Entgegnung, Foraminiferen in denselben. (Verh. Geol. Reichsanst., Wien, 1868, S. 190).
- 1869 Über das Äquivalent des (oberen) Muschelkalkes in den Süd-Alpen. (Neues Jahrb. f. Min. usw., Stuttgart, 1869, S. 211).
- 1875 *Halobia Lommeli* im Muschelkalke von Würzburg. (Ebd., 1875, S. 518).
- 1890 Übersicht der Versteinerungen der Trias-Formation Unterfrankens. (Verh. Physikalisch.-medicin. Ges. Würzburg, N. F., Bd. 23, S. 197).
- SCHAFFER, F. X.: Lehrbuch der Geologie. II. Teil. Grundzüge der historischen 1924 Geologie (Geschichte der Erde, Formationskunde). 1. bis 3. Aufl., Wien.
- SCHAUROTH, K. Freih. v.: Übersicht der geognostischen Verhältnisse der Gegend 1855 von Recoaro im Vicentinischen. (Sitz. Ak. Wiss. Wien, Math.-nat. Kl., Bd. 17, S. 481).
- 1859 Kritisches Verzeichniß der Versteinerungen der Trias im Vicentinischen. (Ebd., Bd. 34, S. 283).
- 1868 Neue Funde der *Halobia Bergeri* in Mirsdorf bei Coburg. (Verh. Geol. Reichsanst., Wien, 1868, S. 403).
- SCHILLER, J.: Die planktonische Vegetation des adriatischen Meeres. A. Die 1925 Coccolithophoriden-Vegetation in den Jahren 1911—14. (Nach den Ergebnissen der österreichischen Adriaforschung 1911—14). (Archiv f. Protistenk., Jena, Bd. 51, S. 1).
- SCHINDEWOLF, O. H.: Studien aus dem Marburger Buntsandstein, III—VII. 1928 a (Senckenb., Frankfurt a. M., Bd. 10, S. 16).

- 1928 b Die Liegendgrenze des Karbons im Lichte biostratigraphischer Kritik. (Congr. de stratigr. Carbonifère Heerlen 1927, Liège, S. 651).
- SCHMID, J.: Über die Fossilien des Vinicaberges bei Karlstadt in Kroatien. (Jahrb. 1880 Geol. Reichsanst., Wien, Bd. 30, S. 719).
- SCHMIDT, H.: Biostratigraphie des Carbon in Deutschland. (Congr. de stratigr. 1928 Carbonifère Heerlen 1927, Liège, S. 663).
- SCHMIDT, M.: Die Lebewelt unserer Trias. Öhringen. 1928
- SCHUCHERT, Ch. und BARRELL, J.: A revised geologic time-table for North America. 1914 (Amer. Journ. of Sc., New Haven, R. 4, Bd. 38, S. 1).
- SCHUCHERT, Ch.: Correlation and chronology in geology on the basis of paleo- 1916 geography. (Bull. Geol. Soc. America, New York, Bd. 27, S. 491).
- 1929 CHAMBERLINS philosophy of correlation (Journ. of Geol., Chicago, Bd. 37, S. 328).
- SCHWERTSCHLAGER, J.: Beiträge zur Kenntnis der Bildung und Fauna der litho- 1926 graphischen Schiefer. (Paläont. Zeitschr., Berlin, Bd. 7, Vorträge während der Tagung in Eichstätt 1924, S. 147).
- SEEBACH, K. v.: Einige neue organische Reste aus der mitteldeutschen Trias. 1866 (Zeitschr. d. Deutsch. Geol. Ges., Berlin, Bd. 18, S. 7).
- SEIFERT, H., eine Arbeit über thüringische Trias. Mir noch nicht zugänglich. 1928 (Jahrb. Preuß. Geol. Landesanst. f. 1928, Berlin, Bd. 49, S. 859).
- SKUPHOS, Th. G.: Die stratigraphische Stellung der Partnach- und der sogen. 1892 Unteren *Cardita*-Schichten in den Nordtiroler und Bayerischen Alpen. (Geognost. Jahresh., Cassel, Bd. 4, 1891, S. 87).
- 1893 Über *Partanosaurus Zitteli* SKUPHOS und *Microleptosaurus Schlosseri* nov. gen., nov. spec. aus den Vorarlberger Partnachschichten. (Abhandl. Geol. Reichsanst., Wien, Bd. 15, H. 5).
- 1894 Über die Entwicklung und Verbreitung der Partnachschichten in Vorarlberg und im Fürstenthum Liechtenstein. (Jahrb. Geol. Reichsanst., Wien, Bd. 43, 1893, S. 145).
- SPATH, L. F.: The Ammonites from the Belemnite marls. (LANG, W. D., SPATH, 1928 L. F., COX, L. R. and MUIRWOOD, H. M.: The Belemnite marls of Charmouth, a series in the Lias of the Dorset coast. Quart. Journ. Geol. Soc., London, Bd. 84, S. 222).
- SPENGLER, E.: Geologischer Führer durch die Salzburger Alpen und das Salz- 1924 kammergut. Mit einem Beitrag von J. PIA. (Sammlg. geol. Führer, herausgeg. v. E. KRENKEL, Berlin, Bd. 26).
- 1927 Über die von H. STILLE in der nördlichen Kalkzone der Ostalpen unterschiedenen Gebirgsbildungsphasen. (Centralbl. f. Min. usw., Stuttgart, 1927, Abt. B, S. 138).
- 1928 Der geologische Bau der Kalkalpen des Traisentalles und des oberen Pielachgebietes. (Jahrb. Geol. Bundesanst., Wien, Bd. 78, S. 53).
- SRBIK, H. v.: „Mittelalter“ und „Neuzeit“. (Wissenschaft und Kultur, eine 1930 Bücherreihe, hervorgegangen aus den volkstümlichen Vorträgen der Universität Wien, Bd. 3: Das Mittelalter in Einzeldarstellungen, Wien, S. 250).
- STACHE, G.: Die Liburnische Stufe und deren Grenz-Horizonte. Eine Studie 1889 über die Schichtenfolgen der cretacisch-eocänen oder protocänen Landbildungsperiode im Bereiche der Küstenländer von Österreich-Ungarn. I. Heft. Erste Abteilung. Geologische Übersicht und Beschreibung der Faunen- und Floren-Reste. (Abhandl. Geol. Reichsanst., Wien, Bd. 13, H. 1).

- STILLE, H.: Die Begriffe Orogenese und Epirogenese. (Zeitschr. d. Deutsch. Geol. Ges., Berlin, Bd. 71, 1919, Abhandl., S. 164).
- 1924 Grundfragen der vergleichenden Tektonik. Berlin, (Besprechung v. F. TRAUTH in Mitt. Geol. Ges. Wien, Bd. 17, 1924, S. 96).
- 1928 Zur Einführung in die Phasen der paläozoischen Gebirgsbildung. (Zeitschr. d. Deutsch. Geol. Ges., Berlin, Bd. 80, Abhandl., S. 1).
- ST. JOHN, J. L.: A unified system of presenting bibliographies. (Science, New York, N. R., Bd. 70, Nr. 1809, S. 217).
- STOLL, H.: Versuch einer stratigraphischen Gliederung des Stubensandsteins im westlichen Württemberg. (Dissertation Tübingen, Stuttgart).
- STOLLEY, E.: Über einige Ceratiten des deutschen Muschelkalks. Ergänzungen zu A. RIEDELS Abhandlung: Beiträge zur Stratigraphie und Paläontologie der Ceratiten des deutschen Oberen Muschelkalks. (Jahrb. Preuß. Geol. Landesanst. f. 1916, Berlin, Bd. 37 I, S. 117).
- STRAUSZ, L.: Geologische Fazieskunde. (Jahrb. Ungar. Geol. Anstalt, Budapest, 1928 Bd. 28, H. 2, S. 72).
- STUR, D.: Referat über ECK, Buntsandstein und Muschelkalk in Oberschlesien. 1865 (Jahrb. Geol. Reichsanst., Wien, Bd. 15, Verhandl., S. 242).
- 1868 a Beiträge zur Kenntniß der geologischen Verhältnisse der Umgegend von Raibl und Kaltwasser. (Jahrb. Geol. Reichsanst., Wien, Bd. 18, S. 71).
- 1868 b Eine Excursion in die Umgegend von St. Cassian. (Ebendort, S. 529).
- 1871 Geologie der Steiermark. Erläuterungen zur geologischen Übersichtskarte des Herzogthumes Steiermark. Graz.
- SUCESS, E.: Das Antlitz der Erde. II. Band. Prag, Wien und Leipzig. 1888
- SVEDELIUS, N.: On the discontinuous geographical distribution of some tropical and subtropical marine Algae. (Arkiv för Botanik, Stockholm, Bd. 19, H. 3).
- TEICHMÜLLER, R.: Zur Frage des Alters der tektonischen Bewegungen in den südlichen Kalkalpen (westlich des Tagliamento). (Zeitschr. d. Deutsch. Geol. Ges., Berlin, Bd. 81, S. 381).
- TELLER, F.: Erläuterungen zur Geologischen Karte der östlichen Ausläufer der Karnischen und Julischen Alpen (Ostkarawanken und Steiner Alpen). Wien, Geolog. Reichsanst.
- THIENEMANN, A.: Limnologie. Eine Einführung in die biologischen Probleme der Südwasserforschung. Breslau, Jedermanns Bucherei. 1926
- THOMAS, N. L.: The use of evolutionary changes in geologic correlation. (Journ. of Paleont., Sharon, Bd. 1, S. 135). 1927
- THÜRACH, H.: Übersicht über die Gliederung des Keupers im nördlichen Franken im Verleiche zu den benachbarten Gegenden. (Geognost. Jahresh., Cassel, Bd. 1, 1888, S. 75; Bd. 2, 1889, S. 1). 1889
- TOMMASI, A.: La fauna del calcare conchiliare (Muschelkalk) di Lombardia. 1894 Pavia.
- TORNQUIST, A.: Über den Fund eines *Ceratites nodosus* aut. in der vicentinischen Trias und über die stratigraphische Bedeutung desselben. (Nachr. Ges. d. Wiss. Göttingen, 1896, Math.-phys. Kl., S. 5). 1896
- 1898 a Neue Beiträge zur Geologie und Paläontologie der Umgebung von Recoaro und Schio (im Vicentin). I. Beitrag: Die nodosen Ceratiten. (Zeitschr. d. Deutsch. Geol. Ges., Berlin, Bd. 50, S. 209).
- 1898 b Desgl. II. Beitrag: Die *Subnodosus*-Schichten. (Ebendort, Bd. 50, S. 637).

- 1899 Desgl. III. Beitrag: Der Spitz-Kalk. (Ebend., Bd. 51, S. 341).
- 1900 a Desgl. IV. Beitrag: Der *Sturia*-Kalk (*Trinodosus*-Niveau). (Ebend., Bd. 52, S. 118).
- 1900 b Einige Bemerkungen über das Vorkommen von *Ceratites subnodosus* nov. var. *romanica* in der Dobrudscha. (Neues Jahrb. f. Min. usw., Stuttgart, 1900 I, S. 173).
- 1901 a Das vicentinische Triasgebirge. Eine geologische Monographie. Stuttgart.
- 1901 b Das Vorkommen von nodosen Ceratiten auf Sardinien und über die Beziehungen der mediterranen zu den deutschen Nodosen. (Centralbl. f. Min. usw., Stuttgart, 1901, S. 385).
- 1901 c Wenige Worte über PHILIPPIS Erwiderung, die nodosen Ceratiten betreffend. (Ebend., S. 740).
- 1902 Ergebnisse einer Bereisung der Insel Sardinien. (Sitz. Ak. Wiss. Berlin, 1902, S. 808).
- 1903 Die Daonellen des deutschen Muschelkalkes. (Neues Jahrb. f. Min. usw., Stuttgart, 1903 II, S. 83).
- 1904 Die Gliederung und Fossilführung der außeralpinen Trias auf Sardinien. (Sitz. Ak. Wiss. Berlin, 1904, S. 1098).
- 1909 Über die außeralpine Trias auf den Balearen und in Katalonien. (Ebend., 1909, S. 902).
- 1913 Grundzüge der geologischen Formations- und Gebirgskunde für Studierende der Naturwissenschaften, der Geographie und des Bergfaches. Berlin.
- TOULA, F.: Die Kalke vom Jägerhause unweit Baden (Rauchstallbrunngraben) mit nordalpiner St. Cassianer Fauna. (Jahrb. Geol. Reichsanst., Wien, Bd. 63, S. 77).
- TRAUTH, F.: Die Grestener Schichten der österreichischen Voralpen und ihre 1909 Fauna. (Beitr. z. Pal. u. Geol. Öst.-Ung., Wien, Bd. 22, S. 1).
- ULRICH, E. O.: Correlation by displacement of the strand-line and the function 1916 and proper use of fossils in correlation. (Bull. Geol. Soc. America, New York, Bd. 27, S. 451).
- VACEK, M.: Über die geologischen Verhältnisse des Nonsberges. (Verh. Geol. 1894 Reichsanst., Wien, 1894, S. 431).
- 1898 Über die geologischen Verhältnisse des südlichen Theiles der Brenta-
gruppe. (Ebend., 1898, S. 200).
- VACEK, M. und HAMMER, W.: Cles. (Erläut. z. geol. Karte v. Österr., SW-Gruppe 1911 Nr. 79, Zone 20, Kol. IV, Wien, Geol. Reichsanst.).
- VILASECA, S.: Contribució al estudi dels terrenys Triàsics de la província de 1920 Tarragona. (Treballs Museu de Ciències Natur. Barcelona, Bd. 8).
- VOIGT, J. C. W.: Nachricht von einer besonderen Steinkohlen-Formation. (J. C. 1800 W. VOIGT, Kleine mineralogische Schriften, II. Theil, Weimar, S. 107).
- VOLLRATH, P.: Die Transgression des Jurameeres zwischen Schwäbischer Alb 1924 und Schweizer Jura. (Centralbl. f. Min. usw., Stuttgart, 1924, S. 18, 53, 71).
- 1928 Beiträge zur vergleichenden Stratigraphie und Bildungsgeschichte des
mittleren und oberen Keupers in Südwestdeutschland. (Neues Jahrb.
f. Min. usw., Stuttgart, Beilagebd. 60, Abt. B, S. 195).
- VOLZ, W.: Die Korallen der Schichten von St. Cassian in Süd-Tirol. (F. FRECH 1896 u. W. VOLZ: Die Korallenfauna der Trias, monographisch bearbeitet.
II. Palaeontogr., Stuttgart, Bd. 43, S. 1).

- WAAGEN, L.: Die Lamellibranchiaten der Pachycardientuffe der Seiser Alm
1907 nebst vergleichend paläontologischen und phylogenetischen Studien.
(Abhandl. Geol. Reichsanst., Wien, Bd. 18, H. 2).
- WÄHNER, F.: Zur heteropischen Differenzierung des alpinen Lias. (Verh. Geol.
1886 Reichsanst., Wien, 1886, S. 168 u. 190).
- 1887 Über stratigraphische Beziehungen des alpinen Lias zum Dachsteinkalk
(Ebd., 1887, S. 186).
- WAGNER, R.: Beitrag zur genaueren Kenntnis des Muschelkalks bei Jena. (Ab-
1897 handlung. Preuß. Geol. Landesanst., Berlin, N. F., H. 27).
- WALTHER, J.: Allgemeine Paläontologie. Geologische Fragen in biologischer
1927 Beleuchtung. Berlin.
- WALTHER, K.: Zwölf Tafeln der verbreitetsten Fossilien aus dem Buntsandstein
1927 und Muschelkalk der Umgebung von Jena. II. Aufl., bearb. v. H. CLAUS.
Jena.
- WASMUND, E.: Die Verwendung biosozilogischer Begriffe in der Biostratonomie.
1929 (Verh. Naturh.-mediz. Ver. Heidelberg, N. F., Bd. 16, S. 466).
- WEBER, M.: Über indikative oder Führertiere. (Paläobiolog., Wien, Bd. 1, S. 313).
- WEDEKIND, R.: Über die Grundlagen und Methoden der Biostratigraphie. Berlin.
1916
- 1918 Über Zonenfolge und Schichtenfolge. (Centralbl. f. Min. usw., Stuttgart,
1918, S. 268).
- WEIGELIN, M.: *Myophoria Kefersteini* MÜNSTER aus der Bleiglanzbank des Gips-
1913 keupers von Sindelfingen und *Myophoria Schmidti* nov. sp. aus den
Trochitenkalken von Donaueschingen. (Jahresh. f. Vaterländ. Naturk.
Württemberg, Stuttgart, Bd. 69, S. 257).
- WEISSERMEL, W.: Die Korallen des deutschen Muschelkalkes. I. Unterer Muschel-
1926 kalk. (Jahrb. Preuß. Geol. Landesanst. f. 1925, Berlin, Bd. 46, S. 1).
- 1928 Desgl. II. Oberer Muschelkalk. (Ebd., f. 1928, Bd. 49 I, S. 224).
- WEFFER, E.: Terrestrische Einflüsse bei der marinen Sedimentation und ihre
1923 Bedeutung. (Zeitschr. d. Deutsch. Geol. Ges., Berlin, Bd. 74, 1922,
Monatsber., S. 39).
- WILCKENS, R.: Paläontologische Untersuchung triadischer Faunen aus der Um-
1909 gebung von Predazzo in Südtirol. (Verh. Nat.-mediz. Ver. Heidelberg,
N. F., Bd. 10, S. 81).
- WILLE, N.: *Conjugatae* und *Chlorophyceae*. (A. ENGLER u. K. PRANTL, Die natür-
1909 lichen Pflanzenfamilien, Nachträge zum I. Teil, 2. Abtlg., Bogen 1 bis 6,
Leipzig. Die kürzlich erschienene neue Auflage war mir noch nicht
zur Hand).
- WILSER, J. L.: Die stratigraphische und tektonische Stellung der Dobrudscha
1928 und die Zugehörigkeit des Balkangebirges zu den nordanatolischen
Ketten. III. Stück der „Geologie der Schwarzmeer-Umrandung und
Kaukasien“. (Geol. Rundschau, Berlin, Bd. 19, S. 161).
- 1929 Heutige Bewegungen der Erdrinde im Oberrheintalgebiet. (Natur u.
Museum, Frankfurt a. M., Bd. 59, S. 285).
- WINKLER, A.: Über die Beziehungen zwischen Sedimentation, Tektonik und
1924 Morphologie in der jungtertiären Entwicklungsgeschichte der Ostalpen.
(Sitz. Ak. Wiss. Wien, Math.-nat. Kl., Abt. I, Bd. 132, S. 343).
- 1926 Das Abbild der jungen Krustenbewegungen im Talnetz des steirischen
Tertiärbeckens. (Zeitschr. d. Deutsch. Geol. Ges., Berlin, Bd. 78, Abh.,
S. 501).
- WITTENBURG, P. v.: Beiträge zur Kenntnis der Werfener Schichten Südtirols.
1908 (Geol. u. Paläont. Abh., Jena, Bd. 12, H. 5, S. 249).

- WÖHRMANN, S. Freih. v.: Über die untere Grenze des Keupers in den Alpen.
1888 (Jahrb. Geol. Reichsanst., Wien, Bd. 38, S. 69).
- 1894 a Die Raibler Schichten nebst kritischer Zusammenstellung ihrer Fauna.
(Ebend., Bd. 43, 1893, S. 617).
- 1894 b Alpine und außeralpine Trias. (Neues Jahrb. f. Min. usw., Stuttgart,
1894 II, S. 1).
- WOODWARD, H. P.: Priority in stratigraphic nomenclature. (Science, New York,
1929 N. R., Bd. 70, Nr. 1804, S. 96).
- WURM, A.: Beiträge zur Kenntnis der iberisch-balearischen Triasprovinz. (Verh.
1914 Naturh.-mediz. Ver. Heidelberg, N. F., Bd. 12, S. 477).
- ZELLER, F.: Beiträge zur Kenntnis der Lettenkohle und des Keupers in Schwaben.
1908 (Neues Jahrb. f. Min. usw., Stuttgart, Beilagebd. 25, S. 1).
- ZEUSCHNER, L.: Brief über Muschelkalk bei Schio. (Ebend., 1844, S. 54).
1844

Schlagwortverzeichnis.

Die Schlagworte sind zwecks größerer Verständlichkeit und Kürze gegenüber dem Text des Buches teilweise etwas umgestaltet. Man darf also nicht erwarten, auf den angegebenen Seiten immer genau denselben Ausdruck zu finden, wie in diesem Verzeichnis.

Wenn ein Begriff durch zwei Worte bezeichnet ist, erscheint er in der Regel unter beiden Anfangsbuchstaben, z. B. „alpine Trias“ und „Trias, alpine“. Aus verschiedenen Gründen sind aber nicht immer alle Seitenzahlen an beiden Stellen wiederholt. Man schlage deshalb unter beiden Buchstaben nach. Es empfiehlt sich auch, beim Suchen der Stellen über einen Gegenstand unter- und übergeordnete Begriffe mit zu berücksichtigen, z. B. außer „Ostalpen“ auch „Alpen“, „Nordalpen“, „Südalpen“.

Die Seitenzahlen über 200 beziehen sich auf das Schriftenverzeichnis.

Fräulein Henriette ENGL von der Geologischen Abteilung des Naturhistorischen Museums in Wien danke ich herzlich für ihre wertvolle Mithilfe beim Zusammenstellen dieses Verzeichnisses.

- Aalenien 19 20
Aarmassiv 110
Abdrücke 214
ABEL 66 67 201
Abgrenzung durch Faltungen 78
Abgrenzung von Zeiträumen 81
Abkühlung 119
Ablution 33
Absatzunterbrechung 33
absolute Zeitmessung 65—68
Abteilungen 64 68 69 71 81 82 86 94
Abteital 146
Abtragung 89
Abtragung, fast gleichzeitige 31, vgl.
auch „penecontemporaneous
erosion“
Abtragung auf dem Meeresboden 33
Abtragung unter dem Wasserspiegel 33
abundance of species 62
abyssische Region 6
Achensee 201
Acicularia 45
Acilia gracilis 196
Acrochordiceras 105
Acrochordiceras damesi 160 164 166
Acrochordiceras haueri 160
Acrochordiceras pustericum 102
Acrodus gaillardoti 170
Acrodus minimus 170
Actaeonina alsatica 196
Actaeonina germanica 196
Actaeonina kokeni 196
Actaeonina mediocalcis 196
Actaeonina scalaris var. *gracilis* 196
Actaeonina vilae 196
active faulte 209
Acutum-Zone 38
Adamello 215
Adelsberg 210
Adnet 12 131
Adneter Fazies 2
Adneter Kalke 12
Adneter Schichten 10
Adriatisches Meer 42 215
ähnliche Formen, Leitwert 189
Ähnlichkeit der Faunen 129
Ären 69 73
Äreneinteilung 68 69 71
Ärengrenzen 88 89
Afrika 93 123
age 61 73 86 87
AHLBURG 92 106 112—114 120 130
135 136 154 158—162 164 165 174
182 183 189 194 201
AIRAGHI 162 201
Akme 61 62
Aktualität 77
Aktualitätslehre 201
Albanien 80 212
albanische Trias 202
ALBERTI 114 133 141 150 153 176 177
201

- Algen 42 45 151 194 197 205 213 217
 Algen der Kreide 90
 Algonk 63
 Algonkische Eiszeit 73
 Allgäuschiefer 12
 ALMA 17 201
 Almtal 11
 Alpen (fast immer im Sinne von Ostalpen) 17 29 40 44 95 115 118 120 bis 122 131 134 135 138 141 144 145 147 149 159—161 164 166—168 170—173 175 178—181 186 193 194 206
 Alpen, bayrische 207 216
 Alpen, Salzburger 216
 Alpen, venetianische 204
 Alpenkalk 16
 Alpes 210
 Alpi Feltrine 204
 Alpi orientali 205
 alpine Arten 132
 alpine Brachiopoden 157
 alpine Brachiopodenschichten 153 154 156 159 169
 alpine Einwanderer 159
 alpine Einwanderer im Keuper 141
 alpine Mitteltrias 96—103 117 155 158 213
 alpine Obertrias 13
 alpine Ptychiten 165
 alpine Trias 16 18 19 25—27 29 34 64 85 92 93 113 114 119 122 125 130 131 136 138—140 148 170 184 186 189 191—193 195—196 201—203 210 220
 alpine Untertrias 133 208
 alpiner Buntsandstein 134
 alpiner Jura 10 31 34 213
 alpiner Keuper 138 139 220
 alpiner Lias 10—13 219
 alpiner Muschelkalk 23 95 98 101 102 125 135 136 139—141 149 153 156 bis 158 161 168—170 175 177 202 211 213
 alpiner Muschelkalk, Zonen 153
 alpines Ladin 125 153
 alpines Röt 134
 alpines Triasmeer 116
Alsatites laqueolus 32
Alsatites quedinburgensis 32
 „Alter“ 68 69
 Altersbestimmung 119—132
 Altersbestimmung durch Zephalopoden 53
 Altpaläozoikum 82
 Altprags 97
 Alt-Repten 172
 Alt-Tarnowitzer Schichten 106 198
Amauropsis paludinaris 192
 Amerika 74 119
 amerikanisches Tertiär 77
 Ammoniten, anisische der deutschen Trias 159—166
 Ammoniten des deutschen unteren Muschelkalkes 135 159
 Ammoniten des Wellengebirges 164
 Ammoniten, Färbung 128
 Ammoniten, Größe 52
 Ammoniten, jurassische 203
 Ammoniten, Lebensweise 48 205
 Ammoniten, Leitwert 129
 Ammoniten, Lobentiefe 131
 Ammoniten, Verbreitung 47 49 53 205
 Ammoniten, zonenbrechende 53
 Ammonitenfaunen, Verbreitung 53
 Ammonitenphylogenie 40
 Ammonitenschalen, Verfrachtung 31 35 47 48 165 181
 Ammonitenschichten 57
 Ammonitensystematik 40
 Ammonitenzonen 30 119 206
Ammonites cf. *devillei* 46
Ammonites pectinatus 46
Ammonites torulosus 82
Ammonites tubellus 51
Ammonites turneri 62
 Ammonitico rosso 12
 Ampezzo 211
 AMPFERER 135 201
Ampullina pullula 196
 ANASTASIU 184
 anatolische Ketten 219
 anatolische Trias 202
Ancylus 9
 ANDRÉE 2 15 33 72 201
 Angulaten 40 53
 Angulaten sandstein 112
 Anhydrit 120
 Anhydritgebirge (siehe auch „mittlerer Muschelkalk“) 104 106 152 167 171 172 176 189 194—200
 Anhydritgebirge, schwäbisches 197
 Anhydritgruppe 120 197
 Anhydritzeit 117 118 170 198
 Anis 16 17 19 20 45 86 96—98 100 116 124 125 131 134 136 137 152—174 179 180 183 186—199
 Anis, alpines 102
 Anis, Fauna 29
 Anis, Gliederung 88

- Anis, südalpines 35 147 202 208
 anisische Ammoniten der deutschen
 Trias 159—166
 anisische Diploporen 30
 anisische Gastropoden 129
 anisische Transgressionen 79
 anisische Zephalopoden der deutschen
 Trias 159—168
 anisische Zonen 101
Anodontophora asciaeformis 147
Anodontophora lettica 147
Anodontophora münsteri 146
Anomia ephippium 47
Anoplophora 140
Anoplophora brevis 146
Anoplophora münsteri 146
Anoplophora-Bank 18
Anoptychia janus 196
 anorogene Zeit 78 79
 Anpassung 43
 Ansbach 145 146
 antezedente Flüsse 75
 Aon-Schiefer 14
 apenninischer Jura 213
 Aptychen 168
 Aptychenschichten 57
 Aquitan 78
 Arbeitsteilung 127
Arcestes 197
Arcestes studeri 28 153
 Archistratigraphie 72 84
Arenicola 214
Arenicoloides 214
 ARGAND 75
 Arieten 43 53
 Arietenschichten 206
Arietites bucklandi 48
 Armenien 164
Arniotites 204
Arpadites arpadis 97
 Arsa 75
 Artbegriff 128 203
 Arten 67 205
 Arten, biologische 41
 Arten, identische 130
 Arten, paläontologische 41 128
 Arten, vikarierende 130
 Arten, zoologische 41
 Artfassung 41 128
 ARTHABER 28 29 98 102 103 136 160
 bis 163 165—167 181 183—185 201
 Arthemeren 62 63
 Artreihen 59 66 90 91
 Artreihen, Wahrscheinlichkeit 90 91
 Artzonen 3 24 58 59 61 64 65 119 129 131
- Aschenausbrüche 82
 Asien 164—166
Assilina spira 26
 Assilinen 214
 ASSMANN 84 92 103 105 106 111—114
 125 134 135 145 158—160 162 164
 167 169 172 178 189 190—194 197
 198 202
Astarte antoni 178
Astarte cf. *triasina* 195
 Asteriden 108
 Astico 75
 Asyle 52 147
Athleticum-Zone 38
 atlantisches Triasmeer 117
 Atraktiten 11
 Attika 78
 Auernigsschichten 13
 Aufeinanderfolge der Fossilien 125
 Auflösen von Gattungen 64
 Auflösung der Gesteine auf dem Meeres-
 boden 33
 Auflösung der Schalen, chemische 31
 Aufsammlung, bankweise 46
 Aufsteigen der Faziesgrenzen 110
 Auftreten neuer Spezies 81
Aulacothyris angusta 157 158 191
 Aussee 29 205 207
 außeralpine Trias 220
 Aussterben 54 56 59
 Aussterben der Muschelkalkfauna 198
 Austern 11
 Australien 8
 Austrocknung 119
 „*Avicula Clarai*“ 135 189
Avicula contorta 36 111 112 200
Avicula gansingensis 147
Avicula mediocalcis 195
Aviculomyalina lata 191
 Baden 144
 Baden bei Wien 58 218
 Badmeisterkofel 20
 Bänderung 66
 „Bänke“ 15 18
 Bären 44 205 206
 BÄRTLING 18 65 69 212
 „*Bairdia subcylindrica*“ 142
 Bakony-Gebirge 28 201
 Bakonyer Trias 206
 Balatongegend 210 211
 Balatonhochland 28
Balatonites 27 102 105 165 166 199
Balatonites balatonicus 28 153
 „*Balatonites bogdoanus*“ 165
Balatonites constrictus 161 162 164

- Balatonites doris* 161
Balatonites egregius 161 164
Balatonites jovis 161 164
Balatonites lineatus 161 162
Balatonites ottonis 160 161 164 165
Balatonites stenodiscus 161 164
Balatonites spinosus 161 164—166
Balatonites trinodosus 162 164
Balatonites aff. *trinodosus* 166
Balatonites zimmeri 161 164
Balatonsee 98 201 206
Balearen 116 187 199 211
balearenische Trias 218 220
Balkangebirge 219
Ballino 12 208
Bamberg 142 178
bankweise Aufsammlung 46
Bannisdale slates 66
BARREL 73 74 88 216
BAUR 46
Basel 115 131 150 202
Bathyale Region 6
Bayern 12 145 146 149 157 207 210
Bayreuth 115 141
bayrische Alpen 207 216
Bayrischer Wald 207
Beckenfazies 34
Belemnite marls 216
Belgien 22 82
Belgique 205 209 211
belgischer Kohlenkalk 26 33
Bellerophon-Kalk 13 132—134
Bellerophon-Schichten 132
Belluno 11 207
BENECKE 72 95 100 111 113 119 122
124 130 131 133—136 138—140
142 145 147—150 152 154 156 158
163 165 168 169 171 174—176 181
182 197 202
Beneckeia 105 160 165
Beneckeia buchi 104 107 108 160 164
165
Beneckeia sinensis 160
Beneckeia tenuis 104 160
Benennung der Faunenzonen 58
Benennung von Gesteinen 5
Bentheim 36
Berchtesgadener Salzberg 210
BERGER 134 202
Berlin 157 163 183
BERTRAND 52 57 62 126 127 129 130 202
Beschleunigung der Entwicklung 36
Bestimmbarkeit 127
Bestimmungsfehler 54 130
BEYRICH 24
bibliographies 217
Bifericeras tubellum 51
Bifrons-Schichten 39
Bifrons-Zone 36—38
Binnenmeere 54 55 57 124
Binnensee, triadischer 147
Binodosen 182
Binodosus-Schichten 98 102
Binodosus-Zone 29 161 163
Biofazies 9
Biohemeren 62
Biosoziologie 9
Biostratigraphie 201 205 213 219
Biostratigraphie, natürliche 126
Biostratonomie 219
Biczonen 24 53 59—61 66 124 126 131
145
Bithynische Trias 202
BITTNER 8 14 28 93—95 98 101 103 116
119 120 122 125 130 133 136 138
bis 140 145 147 150 156 158 174
bis 176 198 202
Bladen 27 207
BLANCKENHORN 152 203
blauer Schlick 6
Bleierze 120
Bleiglanz 142
Bleiglanzbank 18 104 120 130 138 142
bis 146 148 174 200 219
Blütezeit 61 62
BODE 127 203
Bodenmühle 142
Bodenmüllschichten 104 142 199
BÖHM G. 11 203
BÖHM J. 178 203
BOGDANOWITSCH 172
Bologna 69
Bonebed, Muschelkalk 188
Bonebed, schwäbisches 137
BORN 123 203
Boruschowitz Mergelschiefer 105 106
Bosnien 29 86 96 160 163 166
bosnisch 86
BOSWELL 20
Bouchardi-Zone 38
BOUÉ 142
Brachiopoda triadica 205
Brachiopoden, alpine 157
Brachiopoden des Himmelwitzer Dolomiten 190
Brachiopoden des Muschelkalkes 157
Brachiopodenbänke der alpinen Trias
20 29 49 97
Brachiopodenbänke der germanischen
Trias 154

- Brachiopodenfaunen, anisische 156
 Brachiopodenfazies 9
 Brachiopodenfazies des Lias 11 12
 Brachiopodenschichten der alpinen
 Trias 153 154 156 159 169
 Brachiopodenschichten, fränkische 157
 Brachiopodenschichten, liassische 49
 Brachiopodenschichten, südalpine 157
 BRANDES 10
 BRAUCH 52 203
 BRAUN 68 203
Braunianum-Zone 38
 Braz 187
 Brenta 205
 Brentagruppe 15 218
 Breschenbildung 34
 Breslau 197
 Bridport 37
 Bridport sands 19
 BRINKMANN 9 15 22 24 33 43 44 48
 59 60 62—64 67 109 115 116 121 203
 British Columbia 204
 British Islands 123
 BRONN 155 203
 Bruch, tätiger 209
 bruchlose Falten 75
 Brüche 76
 BUBNOFF 113 159 160 163 164 203
 BUCH 104 155 203
 Buchensteiner Kalke 152
 Buchensteiner Schichten 27 28 35 70
 95 97 101 120 139 154 175—177
 181 182 185 186 207
 BUCKMAN 1 8 14 19 20 24 25 28 30 bis
 32 35 36 38 39—41 46—53 58 60
 bis 64 67 71 79 81 86—88 124 203
 Budua 204
 BUKOWSKI 160 204
 Bulog 59 166
Bulogites andershusanus 163
 Bunte Keupermergel 120 138
 Bunte Letten 120 142
 Bunte Mergel 95 104 121 122 139 152
 bunte Zephalopodenkalke 12
 Buntsandstein 13 50 88 104 105 107
 109 119 133—135 154 200 214
 Buntsandstein, alpiner 134
 Buntsandstein, deutscher 132
 Buntsandstein, Marburger 215
 Buntsandstein, oberschlesischer 205 217
 Buntsandstein, thüringischer 219
 Buntsandstein-Muschelkalkgrenze 14
 109 111 134
 Buntsandstein-Muschelkalkgrenze in
 Schlesien 112
- Burdigal, österreichisches 56
 Burgundische Straße 116
 Burma 204
 Cadore 163 201
 calcaires 209
 Caldonazzo-See 183
 California 215
 Camillus-Schiefer 50
 Campiler Schichten 98 133 134 136
 Cannstätter Kreidemergel 176 177 212
 Cannstatt 177
 Carboniferous 123
Cardita crenata 141 142
Cardita gümbeli 147
Cardita-Schichten 19 140 141 207 208 216
Cardium 48
 Carnegie-Institution 16 204
 Carnia 202
Carnites floridus 27
Cassianella ecki 178 191 203
Cassianella tenuistriata 178
 Cassianer Fauna 99 141 218
 Cassianer Schichten 19 27 58 94 97
 bis 99 101 139 141 145 147 148 170
 175—178 188 206 207
 Cassianer Schichten, ältere Deutungen
 177
- CATULLO 155 181 204
Catulloceras-Zone 38
Cephalopoda triadica 205
Ceratiocaris salina 50
 Ceratiten siehe Zeratiten
Ceratites 27 183
Ceratites antecedens 115 162—164 205
Ceratites binodosus 28 58 97 103 130
 162—164
Ceratites cassianus 136
Ceratites compressus 185
Ceratites aff. *evolutus* 183
Ceratites luganensis 163 164
Ceratites münsteri 182 184 185
Ceratites multinodosus 163
Ceratites nodosus 131 153 181 201 217
Ceratites robustus 185
Ceratites romanicus 185
Ceratites schmidi 104
Ceratites andershusanus 163 164
Ceratites subnodosus 181 182
Ceratites subnodosus var. *romanicus* 185
 218
Ceratites thuringiacus 183
Ceratites tornquisti 182—184
Ceratites toulonensis 183
Ceratites trinodosus 28 58 103 130 163
 164 183

- Ceratites zoldianus* 162 164
 CHAMBERLIN 56 73 216
Chara 6
 Charakter der Fauna 125
 CHARDIN 35 36 204
 Charmouth 71 216
 CHELOT 203
 chemische Auflösung der Sedimente 33
 chemische Sedimente 208
 „*Chemnitzia*“ 109
 Chideock 36—38
 China 35 160 214
Chiropteris digitata 149
Chlorophyceae 219
 Chorzower Kalk 106
 chronologische Aufgabe 93—96
 chronologische Einheiten 14 60 63 64
 86
 chronologische Einteilung 3 63 64 68
 bis 91
 chronologische Fehler 131
 chronologischer Vergleich 122
 chronologisches Schema 65
 chronologisches System 63 83—85
 chronometric scale 211
Cidaris subnodosa 193
Cidaris transversa 193
 Cidaritenbank, schlesische 106
 Cimego 49 97
 Cimegokalk 97
 Cimego-Zone 58
Cirrus 37
 Civillina 155
 CLARKE 68 204
Clathropteris reticulata 151
 CLAUS 107 158 160 165 204
 Cles 218
Cnidaria triadica 205
 Coburg 104 185 215
 Coccolithophoren 42
 Coccolithophoriden 215
Codiaceae 213
Coelocentrus silesiacus 192
Coelochrysalis ammoni 193
Coelostylina arenacea 147
Coelostylina conica 193
Coelostylina eeki 196
Coelostylina gregaria 179 180 193 194
 196
Coelostylina gregaria var. *extensa* 193
Coelostylina gregaria var. *lata* 193
Coelostylina pygmaea 196
Coelostylina signata 196
Coelostylina submersa 193
Coelostylina cf. *waageni* 196
Colobodus varius 171
 Commern 203
Conjugatae 219
 „*Corbula rosthorni*“ 142 144
 Cordevol 19 97—100 121 137 141 145
 146 152 167 184 187 198—200
 Cordevol, Korallen 129
 CORNELIUS 158 204
Corophioides luniformis 214
 correlation 209—211 216—218
 Correlation-papers 119
 Cortina 148
Cosmoceras 33
 COTTER 27 204
 Cotteswold hills 37
 Crailsheim 188
 CREDNER 168 204
 CRICKMAY 88 204
Cryptonerita elliptica 192 196
Cuccoceras 202
Cucullaea nuculiformis 109
Curculionites prodromus 148
 CUSHMAN 62 204
 cycles 204
Cycloides-Bänke 104 185
 „*Cylindrum annulatum*“ 173
Cypricardia escheri 192
Cythereilla subcylindrica 142
 Dabrowa 189 (durch Druckfehler „Do-
 browa“) 214
 Dachsteindolomit 18 206
 Dachsteinfelser 6
 Dachsteinkalk 5 7 13 14 121 170 219
 Dachsteinkalk, liassischer 11 16
 DACQUÉ 15 22 44 55 59 68 71 74 123 128
 204
Dactylopora 207
Dactyloporideae 207
Dadocrinus 104 135 199
Dadocrinus gracilis 97 135 136 157
 168 189
Dadocrinus kunischi 135
Dadocrinus-Kalk 106
 Dalmatien 96 160 204 213
 DALMER 169 204
 DAL PIAZ 11 55 204
Daonella bergeri 185 186
Daonella dubia 186
Daonella franconica 185—187 199
Daonella lindströmi 186
Daonella lommeli 97 186 187
Daonella moussoni 185 186
Daonella sturi 97 174 186
Daonella taramellii 27 97 126

- Daonellen 101 130 177 185—187 211
218
DARDER 187 205
DARWIN 46
Dasykladazeen 7 45 55 90 91 171—173
213
Dauer des Larvenlebens 123
Decurtata-Schichten 98
DEECKE 7 8—10 34 55 95 170 205
Definition der Fazies 8
DEMANET 22 211
DENINGER 116 184 205
Dentalium 109
Dentalium regulare 192
Denudation, submarine 208
Deutsch-Altenburg 206
Deutsche Geologische Gesellschaft 74
deutsche Mitteltrias 92—200
deutsche Mitteltrias, Zonen 153
deutsche Muschelkalkfauna 130 197
deutsche Obertrias 20 88
deutsche Trias 44 52 92—200 203 213
216
deutsche Trias, Gliederung 103—114
deutsche Trias, Stufengliederung 199
200
deutsche Triasfauna 114—118
deutsche Untertrias 133 135
deutscher Keuper 139
deutscher Lias 43
deutscher Muschelkalk 22 94 95 102
104 132 135 139 153 154 156 182
183 185 213 217
deutsches Jurameer 115
deutsches Karbon 216
deutsches Muschelkalkmeer 115
deutsches Triasmeer 197 198
Deutschland 43 92—200
Devon, thüringisches 78
Devonian 123
Devon-Karbondgrenze 81 89
diagonale Verbreitung der Schicht-
glieder 112
diagonaler Verlauf der Grenzen 110
Diastrophismen 73 74 79 81 129
DIENER 1 22—25 27 29 48 51—55 58
60 61 64 66 73 88 89 96—99 116
134 141 144 146 154 158—164 166
168 170 174 178 180 182 184—186
190 194 197 205 211 213
Diluvium 52
Dinant 205
Dinantien 209
Dinariden 93
dinarische Trias 190
dinarisches Gebirgssystem 212
Dinarites 27
Dinosaurier 84
Diphya-Kalk 37
Dipleurites 186
Dipleurites bergeri 185 186
Diplopora 99 125
Diplopora, elsäß-lothringische 202
Diplopora annulata 17 97 99 125 126
132 172 173 188
Diplopora aff. *annulata* 184
Diplopora annulatissima 17 30 97 126
132 172 173 212
Diplopora cylindrica 172
„*Diplopora elegans*“ 172
„*Diplopora lotharingica*“ 171
Diplopora cf. *minutula* 172
Diplopora philosophi 17 30
Diploporen 7 11 17 19 27 30 49 64 90
91 97 100 101 113 124 125 132
171—173 197 213
Diploporen des Himmelwitzer Dolo-
mites 194
Diploporen des mittleren Muschel-
kalkes 189
Diploporen, Leitwert 129
Diploporen, oberschlesische 202
Diploporen, sardinische 184
Diploporen, schlesische 199
Diploporendolomit, schlesischer 84 85
106 113 114 120 135 154 172 173
178 179 189 190 194 197
Diploporendolomit (Südalpen) 35
Diploporenfazies 9
Diploporengesteine 17
Diploporenkalk 7 12 16
Discina discoides 191
Discites-Bänke 104 185 186
Diskordanz, savische 78
Diskordanzen 74 78
Dispansum-Zone 38
Dobrukscha 184 185 209 218 219
Dogger, englischer 79
Dogger, nordalpiner 79
Dolomit 5 203
Dolomiten 11 18 20 21 28 34 70 95
97 98 121 146 156 188 209 212
Dolomitmergel, schlesische 85 106 113
Dolomit-Riffe 211
Domerien 36 38
Donaueschingen 117 144 219
Dont 28 97 156
Dontschichten 97
Doppelfalte, Glarner 214
Doppelnamen 86

- Doricranites bogdoanus* 165
 Dorsetshire 19 20 36 51 203 204 216
 Dortmund 85
 Down-Cliff sands 19
 Druck, epirogenetischer und orogener 76
 Druck, episodischer 76
 Druck, tangentialer 76
 DÜRKEN 215
 Dürrensteingruppe 86
Dumortiera 37
Dumortiera-Zone 38 39
 DUPONT 26 205
Durga 203
 Duronschichten 18

 Echiniden 108
Echioceras 51
 ECK 92 105 106 112 113 134—136 154
 156 157 163 168 174 176 198 205 217
 ECKSches Konglomerat 13
 Edelhirsch 40
 EHRENBERG 44 205
 Ehrwald 17 97
 Eichstätt 67
 Eifel 152 203
 Eintagsfliegen 9
 Einteilung 64
 Einwanderer 54 132
 Einwanderer, alpine im Keuper 141
 Einwanderer aus den Alpen 118 143
 146 159 166 179 180 197
 Einwanderer, germanische 157
 Einwanderung 42 43 51 57
 Einwanderung aus Asien 165
 Einwanderung aus den Alpen 115 116
 131 145 147
 Einwanderung, iberische 198
 Einwanderung in die Alpen 144 165 183
 Einwanderung nach Deutschland 159
 162
 Einwanderung, stoßweise 43
 Eisbach 147
 Eiszeit, diluviale 50 82
 Eiszeiten 73
 Eiszeiten, altpaläozoische 78
 elsässisches Rhät 111
 Elsaß 209
 elsäß-lothringischer Muschelkalk 202
 Emersionen 35
 Emersionsflächen 31 32
 EMMRICH 92 93 101 136 138 142 146
 149 150 163 164 178 186 197 206
Enantiostron difforme 191
Enantiostron spondyloides 191
Encrinurus aculeatus 169

Encrinurus brahli 169
Encrinurus cf. carnalli 169
 „*Encrinurus gracilis*“ 135
Encrinurus liliiformis 168 169
Encrinurus robustus 169
Encrinurus-Kronen 169
 ENGEL 111
 Engelberg 121
 England 36—40 46 52 61 82 86 204
 ENGLER 219
 Englisch 86
 englische Namen 86
 englischer Dogger 79
 englischer Jura 14 25 31 33 38 39
 englischer Lias 20 51
 englischer Oberjura 15
 englisches Silur 66
 Enkrinen, anisische 199
 Enkrinenarten 168 169
 Enkriniten 204
 Enkrinitenschichten, schlesische 106
 Enneberg 212
Enteropleura bittneri 102
 Entlastung des Schrifttumes 93
 Entrochenarten 168
Entrochus silesiacus 193
 Entwicklung 57
 Entwicklung, explosive 45
 Entwicklung, parallele 144
 Entwicklung, phylogenetische 88
 Entwicklungsgeschwindigkeit der Or-
 ganismenwelt 67
 Entwicklungshöhe der Fauna 120 125
 Entwicklungsrichtung 125
 Enzesfeld 12
 Enzesfelder Kalke 12
 Eozän 45
 Eozän, adriatisches 216
 Eozänflora 90
 Epeirogenese 35 73—76 79 80 216
Epeorus 9
 epicontinental basins 73
 episodischer Druck 76
 Episodizität der Orogenese 75
 Epochen 3 69
 Epochen, Benennung 87
 epochs 72
Equidae 66
Equisetites aff. platyodon 151
 Erdbeben 80
 Erdbebendislokationen 79
 Erdbebenspalten 75
 Erfahrung 49
 Erhaltungsbedingungen 57
 Erhaltungszustände der Gesteine 8

- Erkennbarkeit der Stammesgeschichte 43
Erlenmoore 127
Erlöschten, gleichzeitiges 158
Erlöschten von Arten 100
erosion, penecontemporaneous 31 33 36
Erstarrungsgesteine, Fazies 8
Erzführender Dolomit, schlesischer 106
112 135 167 170 172 202
ESCHER von der LINTH 148 149 156 206
Eseri-Zone 38
Esinokalk 175
Estheria minuta 146
Estheriensichten 145 200 206
Etagen 107 140
Etsch 125
Euchrysalis germanica 196
Euomphalus exiguus mut. *arietinus* 192
Euomphalus lottneri 192
Europa 74
europäisches Karbon 81
europäisches Tertiär 77
Eurypteriden 50
Eurypterus pittsfordensis 50
Exaratum-Zone 38
explosive Entwicklung 45
extravagante Formen 126
Eype 37
Eypesmouth 37 86 204
- Fährten, untertriadische 50
Färbung der Ammoniten 38
Färbung tertiärer Mollusken 128
Falciiferum-Zone 36 38 39
FALLOT 187 205
Falten, bruchlose 75
Falten, nachtertiäre 212
Faltung 76 78 79 119
Faltung, Definition 76
Faltung in der Gegenwart 80
Faltung, jungkimmerische 79
Faltung, kontinuierliche 80
Faltung, ununterbrochene 79
Faltungsperioden 88
Faltungsphasen 80
Falzarego 97
Familienzonen 3 72
Farne, obertriadische 210
Fassgebiet 212
Fassan 21 27 28 70 97 98 116 158 173
174 176 182—184 186—188 198 bis
200
Fauna, Entwicklungshöhe 120 125
Fauna, Gesamtzusammensetzung 120
Faunenähnlichkeit 129
Faunenänderung 25 56 57
Faunenänderung, diskontinuierliche 53
Faunenänderung, kontinuierliche 53
Faunenanalyse 46
Faunenaustausch 116
Faunenbestandteile 9
Faunenbeziehungen, generische 180
Faunencharakter 84, 125
Faunenhabitus 129
Faunenhemeren 62
Faunenmischung 34 194
Faunenrekurrenz 50
Faunenstockwerke 48
Faunenunterschiede, fazielle 31 47
Faunenvergleiche 114 128—130
Faunenvermischung 36
Faunenverschiebungen 50
Faunenverschiedenheiten 48 49 58
Faunenverschiedenheiten, geographische 30
Faunenverschiedenheiten, räumliche 30
Faunenverwandtschaft 166
Faunenwechsel 26 99 121 214
Faunenwechsel in der alpinen Trias 102
Faunenwechsel in der deutschen Trias 130
Faunenzonen 24—61 64 71 101 107
115 126 129 140 153 166
Faunenzonen in der alpinen Trias 103
faunistische Ähnlichkeit, allgemeine 140
faunistische Eigenart der Verbände 71
faunistische Einheiten 71
faunistische Gegensätze 98
faunistische Methode 119 187
faunistische Trennung 99
faunistische Unterschiede in der alpinen Trias 101
fazielle Ähnlichkeit 120
fazielle Einteilung 2 5—13
fazielle Methode 119 120 122
Fazies 205 217
Fazies, schräge Verbreitung 19
Fazies und Fauna 129
Faziesänderung 77 121
Faziesfaunen 94
Faziesgrenzen, Verlauf 110
Faziesgruppen 10
Faziesrekurrenz 19
Fazieswechsel 209
Fazieswechsel im Keuper 110
Fazieswiederholung 19
Fazieszersplitterung 94
Feingliederung 128
Felsler 6

- Feltre 11
 Feltriner Alpen 204
 Feuchtigkeit und Landpflanzen 151
 Feuerkogel 29 205 207
Fibulatum-Zone 38
 FIEGE 15 22 24 26 41—43 48 52 59
 60 206
 Fische 205
 Fische der deutschen Trias 170 171
 Fische, triadische 212
 Fische, Verbreitung 31
 Fischeschiefer 139 150
 Fjorde 42
 Flachseeabsätze 31
 Flachseebeobachtungen 214
 Flatschkofel 21
 Fleckenmergel (Lias) 12
 Flötze 65
 Flötze, Pflanzenführung 127
 Flötzgruppen, Kennzeichnung durch
 Pflanzen 127
 Flora, Gesamtbeschaffenheit 127
 Florenprovinzen 91
 Florenrekurrenz 51
 Florenzonen 30 57 58 149
 Flüsse, antezedente 75
 Fluktuationen 41 130
 Flußverlagerungen 80
 Flyschfazies 2
Foraminifera 204
 Foraminiferen 62 125
 Foraminiferen, triadische 207 215
 Formänderung 215
 Formationen 15 16 64 68 69 71 74
 Formationsgrenze 85
 Formationsschema 68
 Formenreihen 41
Fossariopsis plana 192
 fossil flora, Southern 215
 fossil plants 210
 Fossilbänke 65 124
 Fossilbänke der deutschen Trias 110
 Fossilhorizonte 50
 Fossilien, Aufeinanderfolge 125
 Fossilium Catalogus 96
 fossilieere Gesteine 24
 Fossilumlagerung 23 36 39 49
 fränkische Brachiopodenschichten 157
 fränkische Trias 207 215
 fränkischer Keuper 215 217
 fränkischer Muschelkalk 131 157
 fränkischer Schaumkalk 104
 fränkischer Wellenkalk 208
 FRANK 14 15 20 34 41 43 44 48 59 103
 109—112 115 118 144 146 147 206
 Franken 121 142 207
 Frankreich 11 45 82 116 182 203
 französischer Muschelkalk 183
 FRAUENFELDER 125 206
 FREBOLD 15 22 24 26 32 41 52 55 59
 60 73 79 206
 FRECH 71 73 87 88 92 100 106 111 134
 148 160 161 182 206 218
 Freihermersdorf 69
 FRENTZEN 148 150 151 206
 FREYBERG 107 115 207
 Friccaschlucht 183
Fritschia parva 192
 FUCINI 13 207
 Führtiere 219
 FURLANI-CORNELIUS 204
 Fyé 203

 Gacko 207
 Gaiddorf 147
 Gailtaler Alpen 86
 Gansinger Dolomit 104 146 147 200
 Gansinger Schichten 148 152
 Gardasee 11
 Gastropoden, Leitwert 179 189 190
 Gastropoden der deutschen Trias 179
 Gastropoden des Himmelwitzer Dolo-
 mites 189 190 194
 Gastropoden des Muschelkalkes 159
 199 210
 Gastropodenfaunen, mitteltriadische
 129
 Gastropodenfaunen, triadische 125
 Gattungen, Auflösung 64
 Gattungshemeren 62
 Gattungsnamen BÜCKMANS 87
 Gattungszonen 3 24 59 60 66 72 124
 Gebirgsbildung 75—77 80 121 215
 Gebirgsbildung, ordovizische 78
 Gebirgsbildungsperioden 73
 Gebirgsbildungsphasen 73 74 216
 Gebirgsbildungsphasen, paläozoische 78
 217
 Gebirgsbildungsphasen, tertiäre 78
 Geflechtquarzite 214
 Genera 65
 generische Beziehungen 129
 generische Beziehungen der Faunen 180
 Genotypus 42
 Geochemistry 204
 geognostische Einteilung 2 13—22
 geognostische Fehler 131
 geognostische Gliederung 18
 geographische Änderungen 53
 geokratische Perioden 90

- Geologen in der Paläontologie 127
 Geologen, junge 70
 Geologenkongreß 60 69 86
 Geological Society of America 119
 „Geologie der Steiermark“ 177
 geologische Karten 213
 geologische Zeitskala 88—91
 Geophysik 67
 Georgendorfer Schichten 106
 Geosynklinalen 76 117 122
 Gereuth 210
 „germanisch“ siehe auch „deutsch“
 germanische Arten 132
 germanische Muschelkalkfauna 141
 germanische Obertrias 95
 germanische Trias 64 82 83 85 92 bis
 200
 germanische Triasfauna 96
 germanischer Muschelkalk 101 153 157
 germanisches Triasmeer 115
Germanonautilus breuneri 190
Gervilleia buchi 70
Gervilleia costata 108 191 195
Gervilleia exilis 152
Gervilleia goldfussi 191
Gervilleia socialis 108
Gervilleia subcostata 195
Gervilleia subglobosa 109
 Gesamtbeschaffenheit der Flora 127
 Gesamtlebensdauer 140
 Gesamtzusammensetzung der Fauna
 120
 Geschwindigkeit der Ausbreitung von
 Ammoniten 124
 Gesetz der ungleichen Faunen (siehe
 auch „law of dissimilar faunas“)
 49
 Gesteinsentwicklung 119
 Gesteinsgrenze 113
 Gesteinsmächtigkeit 122
 Gesteinsmetamorphose 23
 Gesteinsnamen 88
 GEYER 27 207
 Gips 50 104 108 110 120 142 197 198
 Gipskeuper 104 107 109 111 118 121
 138 139 142 143 145 146 151 176 bis
 178 199 200 219
 Gipskeuper, Fauna 141
 Gipslagen 121
 Gipsmergel 104
 Gipsmergel, permische 132
 GIRARD 155 168 207
Glaphyroptera pterophylli 148
 Glarner Doppelfalte 214
 Gleichaltrigkeit 124
 Gleichförmigkeit der phylogenetischen
 Veränderungen 67
 gleichzeitige Arten 52
 gleichzeitiges Erlöschen 158
 Gleichzeitigkeit 123
 Gleichzeitigkeit, wahre 137
 Gliederung, provinzielle 93
Globulina-Zone 38
Glossophora triadica 205
 Gloucestershire 20 49 51
Glyphioceras-Stufe 87
Gonodus planus 178 179
 Gorasdzher Kalk 154
 Gorasdzher Schichten 106 113 120 169
 172
 GOTHAN 57 127 128 207
 Grabenbruch, rezenter 80
Gracilis-Schichten 97 152 154 156
Grammoceras striatulum 36 37
Grammoceras aff. *striatulum* 39
 Graptolite 211
 Graptolitenzonen 66
 Graue Kalke 203
 graue Liaskalke 11
 Great Basin 80
 Grenzdolomit 50 104 109 111 130
 138—143 146 152 181
 Grenzdolomit, fränkischer 178
 Grenzdolomit, oberschlesischer 145
 Grenzdolomit, schlesischer 199
 Grestener Schichten 10 12 218
 griechischer Jura 213
 Griechisches Meer 42
 Grignagebirge 212
 Gröden 212
 Grödener Sandstein 19 119 128 133
 134
 Großarten 41 42
 Groß-Hartmannsdorf (siehe auch
 Nieder-Großhartmannsdorf) 208
 Groß-Hartmannsdorfer Schichten 105
 113 160 164
 Groß-Reifling 29 102 103 161 162
 164—167
 Groß-Strehlitz 172
 Groß-Wilkowitzer Konglomerat 106 198
 Groß-Zöllnig 197
 Grünalgen 7
 Grundgips 142 145
 Gruppe 69 71
 Gruppeneinteilung 68 69 71
 GÜMBEL 119—121 133 134 138 141
 142 149 154 158 171 172 174 207
 208
 GÜRICH 205

- GUGENBERGER 19 29 99 162 166 207
 Gutenstein 136 203
 Gutensteiner Kalk 136 137 152 154
 203 210
Gymnites credneri 27
Gymnites ecki 27
Gyrogonites 6
Gyroporella ampleforata 30
 Gyürtető 166
- HAAS 11 12 208
 Habitus der Fauna 129
 Häufigkeitsverhältnis der Pflanzenarten
 127
 Haftring 209
 Haidenschaft 210
 Hainaut 205
 Haliluci 59
 Hallstätter Kalk 176 190 205 211
 Hallstatt 205 211
Halobia 211
Halobia bergeri 185 186 215
Halobia lomeli 215
Halobia rugosa 97
 Halobien 25
 Halobienschichten 174 175 185 185
Halobiidae 209
 Halobiiden, Leitwert 129
Hammatoceras cf. *insigne* 37
Hammatoceras-Zone 38 39
 HAMMER 218
 Han Bulog siehe Bulog
 HANDLIRSCH 148 208
 Hangendschiefer 127
 Hannover 13 36
Harpoceras falciferum 36
Harpoceras aff. *falciferum* 37 39
 Harpoceratoidenzone 38
 Harz 32 209
 HAUER 17 133 134 136 141 153—156
 174 177 186 208
 HAUGSche Regel 117 122
 Hauptbuntsandstein 104
 Hauptdolomit 5 7 13 18 19 34 101 121
 139 144 147 148 152 206
 Hauptmuschelkalk (siehe auch „oberer
 Muschelkalk“) 93 104 105 109 110
 118 122 131 140 152—154 156—158
 168—170 174—178 180—188 198
 bis 200
 Hauptmuschelkalk, fränkischer 211
 Hauptmuschelkalk, oberschlesischer 111
 Hauptmuschelkalk, thüringischer 114
 Hauptnummulitenkalk 26
 Hauptstufen 16 69
- Hauptstufen der Trias 96 97 100
 Hebungen des Meeresbodens 53
 HEER 148
 Heerlen 84 85 95
 Heerstein 21
 Heiligenkreuz 146 210
 Heiligenkreuz-Schichten 139
 HEIM 3 13 26 33 208
Heinrichites paulcke 25
 Helikie 68—70
 Helikien-Namen 87
 Helvet, österreichisches 56
 helvetisches Gebiet 212
 Hemere 23 61 63 66
 Hemeren, Länge 67
 HENNIG 14 20 103 107 109 110 117
 120 121 142 146 162 208
 HERITSCH 19 208
 Hernstein 202
 Herzegowina 11 29 163 207 209
 hessischer Muschelkalk 171
Heterocosmia hehlii 192
 Hierlatzschichten 10—13
 HILDEBRAND 10 20 28 36 110 115 117
 124 169 208
Hildoceras 37
Hildoceras bifrons 36 37
Hildoceras aff. *bifrons* 37 39
 Himalaja 93 94 164
 himalajische Ptychiten 165
 himalajische Trias 211
 Himmelwitz 172
 Himmelwitzer Dolomit 13 106 113 114
 116—118 125 131 154 158 172 173
 188—194 197 199
 Hippuritenkalke 12
 Hippuritenriffe 8
 HRMER 6 208
 historische Schreibweise 86
 Hochalpenkopf 21
 Hochfellenkalke 11
 Hochseeabsätze 68
 Höllengebirge 34 212
Hoernesia socialis 118 191 195
Hoernesia subglobosa 191
 HOHENSTEIN 117 144 168 171 189 194
 bis 197 208
 Hohenzollern 208
 Holcosphineteen 87
 HOLDEFLEISS 105 135 160 161 165
 168 208
Hologyra amabilis 195
Hologyra cassiana 192
Hologyra eyerichi 195
Holopella multitorquata 178

- HOLTEDAHL 78
Homomya cf. kokeni 195
 Homonymie 182
 Homotaxie 123
 HORN 27 70 129 208
 Hornsteine 120
 Hudiklanec 97 99
 Hühnerfeld 179 212
 Hüttenheim 142
Hughmilleria phlepsae 50
Hughmilleria socialis 50
 HUMMEL 33 34 69 209
 Hundsheim 206
Hungarites 105 164 165
Hungarites strombecki 164 165
 HUXLEY 123 209
 HYATT 40
 Hydasp 16 21 97 98 102 103 135 136
 154 165 166 169 173 188 199 200
 Hydasp, ostalpines 159

 Ibbenbüren 127
 Ibbenbürener Carbon 203
 iberische Trias 220
 iberisches Triasgebiet 83 116 117
 Ibiza 187
 Idaho 80 209
 identische Arten. 130
 Idria 150 210
 Illyr 16 17 21 27 28 86 97 98 100 102
 103 140 152—154 156 163—167 171
 173—177 186 198—200
 illyrische Diploporen 30
 Indien 55 84
 Induktion 79
 Ingressionen 51 82
 Ionsbruck 17 201
 Insekten 52
 Insekten, fossile 208
 Insekten, triadische 148
 Intervalle, verlorene 89 91
 Intrusionen 215
 Iphofen 142
 Iserlohn 85
 Italien 203

 JACKSON 36 38
 Jägerhaus 58
 JÄKEL 163 209
 jahreszeitliche Bänderung 66
 JAWORSKY 55 209
 Jena 112 113 134 160 165 171 204 211
 219
Joannites tridentinus 97
 JOHNSON 80 209

 JONGMANS 14 65 72 81 84 89 95 209
 Judikarien 28 49 98 171 188 201 202
 JÜNGST 15 88 112 209
 Jul 97—99 138 139 141 146 151 152
 190 199 200
 Julische Alpen 86 210 217
 jul-tuvalisch 86
 Junction bed 36—39 204
 Jungtertiär, ostalpines 219
 Jura 45 59 82 86 155
 Jura, alpiner 10 31 34 213
 Jura, apenninischer 213
 Jura, deutscher 15
 Jura, Einteilung 87
 Jura, englischer 14 15 25 31 33 38 39
 203 204
 Jura, griechischer 213
 Jura, Länge 67
 Jura, lothringischer 31 34 210
 Jura, mitteleuropäischer 16 31 35 55
 60 79
 Jura, nordalpiner 79 208
 Jura, schwäbischer 25 26 31 32 54 213
 Jura, schweizerischer 213
 Jura, südalpiner 55 202 213
 Jura, südamerikanischer 209
 Jura, westeuropäischer 31
 Jurachronologie 204
 Juragebirge 82 110 206
 Jura-Kreidegrenze 71
 Jurameer, deutsches 115
 jurassische Diploporen 172
 Jurastratigraphie 60
 Jurastufen 96
 Juratransgression 218

 „Kadolith“ 6
 Käfer, triadische 148
 Kärnten 19 207 208
 KAISIN 13 33 209
 kaledonische Faltenregion 78
 Kalk 5
 Kalkalgen 213
 Kalkalgenbänke 6
 Kalkalpen 210 216
 Kalkalpen, südliche 217
 Kalke 209
 Kalkfällung 115
 Kalkgeißler 42
 „Kalkgestein“ 5
 Kaltwasser 217
 Kambrium 86 129
 Kambrium-Ordoviziumgrenze 89
 „*Kantia J. v. Piae*“ 173
 Karawanken 17 217

- Karbon 24 65 69 82 95 155 207
Karbon, belgisches 205 209
Karbon, deutsches 216
Karbon, Einteilung 83
Karbon, Gliederung 85
Karbon, nordamerikanisches 84
Karbon, produktives 16 212
Karbon, rheinisch-westfälisches 65 212
Karbon, Stufengliederung 87
Karbon, Untergrenze 81 89 216
Karbon, westdeutsches 203
Karbon, westeuropäisches 57
Karbon, westfälisches 85 127
Karbonflora, mitteleuropäische 57
karbonische Landflore 202
Karbonkongreß 84 85 95
Karbon-Permigrenze 71
Karbonstratigraphie 18 209
Karchowitzer Kalk 114
Karchowitzer Schichten 106 113 162
167 170 172
Karinth (siehe auch „karnisch“) 17 25
97 145 148 176 178
Karlstadt 216
Karneolbank 18
karnisch (siehe auch „Karinth“) 96 121
122 125 140 142 146 148 167 170
174 177 179 180 190 194 198
Karnische Alpen 19 27 28 208 217
karnische Flora 149 150
karnische Fossilien im Keuper 141
karnische Hauptstufe 86 151
karnische Stufe 121 137 138 147 175
karnisch-norische Mischfauna 29 207
Karpathen 115 116 120 198
karpathische Obertrias 95
Karst 210
Karwendelgebirge 17 209
Katalonier 148
katalonische Trias 218
Katosira 180
KATZER 11 209
Kaukasien 219
Kausalität 79
KAUTSKY 44 55 56 209
kavernöser Kalk 105 106 136
KAYSER 34 103 110 111 142 162 198 209
Kiefersteini-Bank 143
Kettenmutationen 42 44
Keuper 14 50 96 102—104 107 110 112
115 118 120—122 128 138 140 141
143—146 148 149 151—153 175 bis
177 198
Keuper, alpiner 95 138 139 220
Keuper, deutscher 139
Keuper, fränkischer 207 211 215 217
Keuper, sardinischer 184
Keuper, schwäbischer 215 220
Keuper, schwäbisch-fränkischer 121
Keuper, Schweizer 116
Keuper, süddeutscher 107
Keuper, südwestdeutscher 114 218
Keuper, Untergrenze 94 109
Keuperfauna 130
Keuperflore 150 206
Keupermergel 138
Keuperzeit 210
KEYES 69 71 73 74 132 209
Kiefernmoore 127
Kieselkalke (Lias) 12
Kiesalkalfazies (Lias) 10 11
Kieselsandstein 104 110 139
Kimmeridge 31
kimmerische Faltung 79
kimmerische Phase 210
KIRKHAM 80 209
KIRSCH 68 209
KITTL 86 101 102 185 186 209
Klais 149
Klammerwerkzeuge 9
Klappentrennung 214
klassisches Gebiet 82
KLEBELSBERG 17 209
Kleinasien 80
Klimaänderungen 54 57 122 141
Klimaschwankungen 53 73
klimatische Phasen 121
klimatische Unterschiede 47
klimatische Verschiedenheiten 128
Klimatologie 119
Klimawechsel 120
KLÜPFEL 15 31 32 34 35 52 55 79 82
206 210
Knollenkalke, ladinische 70 208 209
Knollenmergel 13 88 104 139
Knollenmergel, schwäbische 112
KNOWLTON 33 51 123 132 210
KOENEN 24
Kössener Fauna 141
Kössener Schichten 137 170 171 212
Kohlenbecken 62 65
Kohlenbecken, mitteleuropäische 207
Kohlenbecken, paralische und limnische
207
Kohlenbecken, schlesisches 84
Kohlenkalk, belgischer 26 33
Kohlenkeuper 104 109 118 120 130 139
140 142 144 150 152 177 180 198
bis 200
Kohlenkeuper, hannoverscher 13

- Kohlenkeuper, westalpiner 110
 KOKEN 66 116 138 139 142 146—148
 159 178 179 199 210
 KOKENSCHES Konglomerat 13
 Koleopteren, triadische 148
 Kongreßbeschlüsse 23
 kontinentale Bildungen 89
 kontinentale Trias (vgl. auch „deutsche
 Trias“ und „germanische Trias“)
 92—200 212
 kontinuierliche Faltung 80
 Konvergenz 126
 Konvergenzformen 183
 Koordinatensystem 72
 Korallen der deutschen Trias 102 117
 169 170
 Korallen des Muschelkalkes 219
 Korallen, Langlebigkeit 170
 Korallen, triadische 129 218
 Korallenkalke 12
 Korallinazeen 90
 Korallriffe 2 6 42
 Korrelation, lineare 67
 Kosmozeraten 44
 KOSSMAT 79 99 210
 Kraichgau 112
 Krakau 172
 KRASSER 150 210
 Kratzalpe 12
 KRAUS 80 136 210
 KRAUSS 210
 KREBS 80 210
 Krebse 52
 Kreide 45 71 82
 Kreide, deutsche 54
 Kreide, oberschlesische 203
 Kreide-Eozän, adriatisches 216
 Kreide-Foraminiferen 125
 Kreideformation 95
 Kreide-Tertiärgrenze 84 89 212
 KREJCI-GRAF 79 210
 KRENKEL 208 216
 Kreuzung 45 128
 Krinoiden 108
 Krinoiden, anisische 168 169
 Krinoiden, anisische der Südalpen 208
 Krinoiden, triadische 208
 Krinoidenfazies (Lias) 11
 Krinoidenschichten, schlesische 163
 Krinoidenstielglieder 168
 Kroatien 11 216
 KÜHNEL 34 210
 Kümmerformen 48
 Künstlichkeit des chronologischen
 Systems 71
- Künstlichkeit des stratigraphischen
 Systems 73
 Küstenländer, österreichische 216
 Kulm 95
 Kupferkies 142
 kurzlebige Arten 126
- LACKO 166 210
 Lacus pelso 98
 Ladin 16 17 22 45 92 94 96 98—100
 116 117 120 125 126 130 131 137
 138 140 141 145 154 155 157 158
 164 171—199
 Ladin, alpines 122 153
 Ladin, südalpines 78 132
 ladinische Diploporen 30
 ladinische Gastropoden 129
 ladinische Knollenkalke 70 208 209
 ladinische Landpflanzen 151
 ladinische Störungen 78
 ladin-karnisch 86
 ladin-norisch 86
 Lager 24
 Lagunen 42
 lakes of North America 215
Lamellibranchiata triadica 205
 Lamellibranchiaten des Himmelwitzer
 Dolomites 190
 Landbildungen, Gliederung 84
 Landbrücken 47
 Landflora 72
 Landflora, ladinische 188
 Landflora, obertriadische 138 200
 Landfloren 33
 Landfloren, karbonische 202
 Landflorerzonen 57
 Landpflanzen 24 65 89 123 126—128
 Landpflanzen als Leitfossilien 210
 Landpflanzen des Muschelkalkes 171
 Landpflanzen, ladinische 151
 Landpflanzen, liassische 12
 Landpflanzen, liassische und rhätische
 207
 Landpflanzen, obertriadische 140 148
 bis 152 202 206 210
 Landpflanzen, südliche 215
 Landpflanzen, untertriadische 135
 LANG 31 48 88 121 122 138 139 141
 143 146 152 176 210
 LANGE 20 32 36 40 43 48 53—55 210
 Langkofelgebiet 212
 Langlebigkeit der Korallen 170
 Langobard 22 27 28 97—99 121 174
 184 199 200
 LAPPARENT 88

- Larven, planktonische 54
 Larven, Wanderung 120
 Larvenleben, Dauer 123
 Latemar 98
 Latemarkalk 18
 Launsdorf 19 99 207 208
 Law of dissimilar faunas 8 28 30 48 49
 Lebensdauer 24 63 127
Leda 180
 Leeseite, Niederschläge 122
 Lehrberg 146
 Lehrbergsschichten 104 138 146 147 152
Leiostraca 102
 Leitarten 124
 Leitbänke 53
 Leitbänke der deutschen Trias 110 111
 Leitereignisse 82 97 100
 Leitfossilien 39 124 126 127
 Leitfossilien der deutschen Trias 109 110
 Leitfossilien der Trias 205
 Leitfossilien, pflanzliche 65
 Leitgesteine 215
 Leitwert 129
 Leitwert der Fossilien 85
 Leitwert der Triasgastropoden 189 190
 Leitwert höherer Wirbeltiere 188
 Leitwert lebender Tiere 126
 Leitwert von Gesteinen 136
 Leitwert von Varietäten 189
Leperditia scalaris 50
 lepontinisches Gebiet 212
 LEPSIUS 82 93 133 138 154 156 158
 159 174 175 185 210
Leptaena-Zone 38
 Lessinische Alpen 11 35 75 213
Lethaea geognostica 100 206
 Lettenkeuper 111
 Lettenkohle 95 101 104 107 119 120
 138—141 143 145—149 151 170 171
 175—178 180 188 206
 Lettenkohle in den Alpen 139
 Lettenkohle, schwäbische 121 220
 Lettenkohle, westalpine 110
 Lettenkohle, Zugehörigkeit 111
 Lettenkohlenflora 150
 Lettenkohlengruppe 174 202
 Lettenkohlenpflanzen 149
 Lettenkohlensandstein 104 121 149
 Lettenkohlenzeit 118
 LEUCHS 34 210
 Lias 19 20 71 86 206 210
 Lias, alpin 219
 Lias, deutscher 43 88
 Lias, englischer 20 36 49 51 204 216
 Lias, lombardischer 10—13
 Lias, lothringischer 52
 Lias, nordalpiner 79
 Lias, norddeutscher 32 48
 Lias, ostalpiner 10—13 34
 Lias, polnischer 215
 Lias, schwäbischer 53
 Lias, süddeutscher 206
 Lias, südtiroler 208
 Lias, Untergrenze 14 70 89
 Lias, Zonen 53
 Liasdiploporen 11
 Liasflora 128 150 151 207
 Liasoolithe 11
 liassische Nautiloidea 212
 liassischer Dachsteinkalk 11 16
 Libiaž 172
 liburnische Stufe 69 216
 Liechtenstein 148 216
Lilli-Zone 38
Lima 169
Lima beyrichi 191
Lima costata 191
Lima lineata 108
Lima striata 191
Lima striata var. *lineata* 191
 limnische Kohlenbecken 207
 Limnologie 9 217
Lingula 106 108
Lingula semina 50
Lingula tenuissima 195
 Lithiotiden-Schichten 209
Lithiotis 11
Lithodomus priscus 109
 Lithofazies 9
 Lithogenesis 210
 lithographische Schiefer 216
 lithographischer Stein 37 39
 lithologische Fazies 9
 lithologische Gliederung 71
 lithologische Grenzen 120
 lithologische Gründe 113
 lithologische Merkmale 109
 lithologische Stratigraphie 111
 lithologischer Vergleich 119
 Lithothamnien 7
 Lithothamnienkalk 7
 Lithothamnienriffe 8
Lithothamnium 207
 Litoralregion 6
Littorina littorea 123
 Loben 131
 Loben und Wassertiefe 117
 Łóczy 26—28 166 211
 Löwen 128
 Löwensteiner Sandstein 104 112

- Lokalformen 44 56
 Lokalnamen 13 20 70 101 134
 Lokalrassen 130 189
 Lombardei 11 12 156 171 186
 lombardischer Lias 10—13
 lombardischer Muschelkalk 29 217
 LORETZ 133 175 211
 lost intervals 88
 Lothringen 171
 lothringischer Jura 31 34 210
 lothringischer Lias 52
 lothringischer Muschelkalk 113
Loxonema granietzense 192
Loxonema lommeli 196
Loxonema mediocalcis 196
Loxonema mestwerdti 192
Loxonema nitidum 192
Loxonema noduliferum 192
Loxonema schlotheimii 180
Loxonema cf. schlotheimii 196
Loxonema sophiae 192
 Lücken 44 89 213
 Lücken der Stammreihen 89
 Lücken zwischen Biozonen 60
 Lückenhaftigkeit 31
 Lückenhaftigkeit der paläontologischen
 Überlieferung 40
 Lückenhaftigkeit der Sedimente 33
 Lugano 97
 LUNIEVSKI 167 190 211
 Lunz 149—151
 Lunzer Flora 206
 Lunzer Pflanzen 150
 Lunzer Sandstein 120 145 149 203
 Lunzer Schichten 99 119 121 128 138
 bis 140 146 148 151 177 202 210
Lyrodon okeni 143

Macrodon beyrichi 180 191
Macrodon impressus 191
Macroporella 45
Macrotæniopteris simplex 151
 Mäanderfiguren 214
 MÄGDEFRAU 103 107—109 134 160
 169 211
 Mähren 45
 MAILLEUX 22 211
 Malm, nordalpiner 79
 Malorka 187 205
 Mammifères 204
 Mannigfaltigkeit gleichzeitiger Arten 52
Marattiaceae 210
 Marburg 50 51
 Marburger Buntsandstein 215
 Marktbreit 142

 Marmolata 9 98 158 170 204 215
 Marmolatakalk 9 18 95 101 131 158
 175 179 189
Marmolatella applanata 192
Marmolatella planoconvexa 179
 MARR 66 67 211
 Masseneinwanderung 120
 Massif de S-te Croix 215
 MATTHEW 66 120 129 211
 mediterranes Triasgebiet 94 116
 Medolo 12
 Meeresboden 201
 Meeresfauna 72
 Meerespflanzen 7
 Meeressedimente, Fehlen 89
 Meeresströmungen 33 54 203
 Meeresströmungen, Geschwindigkeit
 123
 Meeresverbindung mit den Alpen 166
 Megalodonten 11 203
 Megyhegyer Dolomit 28
 Mendel 207
 Mendeldolomit 13 152 197 214
 Mendeln 128
 Menorka 187
 mergeliger Dolomit, schlesischer 198
 Mergelkalkhorizont, schlesischer 106
Mesonacidae 63
 Mesonacidenhemere 63
 Metamorphose der Gesteine 23
Metopias diagnosticus 146 200
Metopias sanctae crucis 146 200
Metopias stuttgartensis 146
Microleptosaurus schlosseri 216
 Midford sands 19 20
 Mikrofauna 54
 Mikroflora 54
 Mikultschützer Kalk 106 114 156 158
 168
 Miozän 78 122
 Miozän, niederösterreichisches 209
 Miozän, österreichisches 56
 Mirsdorf 215
 Mittelalter 216
 mitteldeutsche Trias 131 213 216
 mitteldeutscher Schaumkalk 104
 Mitteldeutschesland 109 115 134 137
 162 183
 Mitteleuropa, Faunenentwicklung 42
 mitteleuropäische Karbonflora 57
 mitteleuropäische Kohlenbecken 207
 mitteleuropäischer Jura 31 35 55 60
 Mitteljuraammoniten 203
 Mittelländisches Meer 8
 Mittelmeer 56 124 187

- Mittelmeer, Europäisches 91
Mittelmeerländer 116
Mitteltrias 45 82 92—200
Mitteltrias, alpine 96—103 117 155
158 213
Mitteltrias, deutsche 92—200
Mitteltrias, deutsche, Zonen 153
Mitteltrias, Obergrenze in Deutschland
137—152
Mitteltrias, südalpine 49
Mitteltrias, südtiroler 209
Mitteltriasdiploporen 90 91
Mittelwerte 128
Mittenwald 149
mittlerer Muschelkalk (siehe auch „An-
hydritgebirge“) 85 104 113 115 117
118 131 132 152 154 171 173—176
178 184 189—198 208
mittlerer Muschelkalk, westdeutscher
198
Młodzawy 167
mobile Gesteinsmassen 76
Modiola cristata 191
Modiola gracilis 178
Modiola obtusa 142
Modiola salzstettensis 195
Modiola triquetra 180
Moenocrinus deeckeii 208
Moerkeia praefecta 192
Mohradorf 69
Mojsisovics 5 11 22 24 26—29 58 63
93 97 98 101 116 124 126 134 139
140 145 149 150 153 156 159—163
167 176 177 181 182 186—188 211
Molukken, Trias 213
Moment 23 61 63
Mono Valley 215
Monophylliten 165
Monophyllites sphaerophyllus 27
Monophyllites wengensis 27
Monotidae 209
Monotis alberti 108
Monte Clapsavon 97
Monte Cucco 28 202
Monte Generoso 213
Monte Rite 201
Monte Santa Giusta 183 184
Montlivaltia radiciiformis 170
Montlivaltia schäferi 170
Montlivaltia triasina 169 170 199
Moore 127
Moorei-Zone 38
Moorflora 127
Mora de Ebro 187
Münster 127
MUNSTER 134 142 182
Muensteroceras 81
MUNIER-CHALMAS 88
Munieria 45
Murchisonia graetzi 192
Murchisonia silesiaca 192
Murleyi-Zone 38
Muschelkalk 93 133 205
Muschelkalk, alpiner 28 95 98 101 102
125 135 136 139—141 149 153 155
bis 158 161 168—170 175 177 201
202 211 213
Muschelkalk, alpiner, Zonen 153
Muschelkalk, Alter 152—155
Muschelkalk des Bakony 201
Muschelkalk, deutscher 22, 94 95 101
102 104 132 135 139 153 154 156
157 182 183 185 213 217
Muschelkalk, elsaß-lothringischer 202
Muschelkalk, fränkischer 131 157
Muschelkalk, herzogwinischer 207
Muschelkalk, hessischer 171
Muschelkalk, lombardischer 217
Muschelkalk, mittlerer 85 104 113 115
117 118 131 132 152 154 171 173
bis 176 178 184 189—198 208
Muschelkalk, niederschlesischer 213
Muschelkalk, nordalpiner 154
Muschelkalk, oberer 104 117 121 152
bis 154 168 170 173 176 178 179
182 185 188 191—193 195 196 212
214
Muschelkalk, oberschlesischer 132 202
205 217
Muschelkalk, polnischer 167 211 214
Muschelkalk, sardinischer 184
Muschelkalk, schlesischer 105 112 136
203
Muschelkalk, schwäbischer 188
Muschelkalk, südalpiner 35 132 203
208 215 220
Muschelkalk, süddeutscher 206 210
Muschelkalk, südfranzösischer 183
Muschelkalk, thüringischer 108 171 219
Muschelkalk, unterer 85 104 107 115
156 157 170 171 179 184 190—193
195 196
Muschelkalk, Untergrenze 14 134 135
137
Muschelkalk, westalpiner 110
Muschelkalkkammoniten 159
Muschelkalkbrachiopoden 120
Muschelkalkbrachiopoden, alpine 156
Muschelkalkfauna, Aussterben 198
Muschelkalkfauna, deutsche 130 141 197

- Muschelkalkfauna, obere 118
 Muschelkalkfauna, rekurrente 50
 Muschelkalkfauna, untere 118
 Muschelkalkgastropoden 210
 Muschelkalk-Keupergrenze 94 109 111
 Muschelkalkkonglomerat 16
 Muschelkalkkorallen 219
 Muschelkalkkrinoiden 208
 Muschelkalkmeer, deutsches 115
 Muschelkalkzeratiten, deutsche 117
 Muschelklappen, Trennung 47
 Mustergliederung der Trias 94
 Mutanten 42
 Mutationen 40 42 44 45 103 130
 Mutationen, gerichtete 46
 Mutationen, kleine 46
Mya arenaria 47 48
Myacites subundatus 109
Myoconcha gastrochaena 108 180 195
Myoconcha mülleri 191
Myoconcha roemeri 108
Myophoria cardissoides 118
Myophoria costata 104 105 107 134 bis
 136 199
Myophoria curvirostris 109
Myophoria elegans 109 125 180 191 195
Myophoria elongata 109
Myophoria germanica 195
Myophoria goldfussi 104 118 180 194
 195 197
Myophoria harpa 178
Myophoria intermedia 195
Myophoria kefersteini 116 131 132 138
 139 141—146 199 200 219
Myoph. keferst. formalis 143
Myoph. keferst. multiradiata 143
Myoph. keferst. nuda 143
Myoph. keferst. okeni 143
Myoph. keferst. typica 143
Myophoria laevigata 43 109 180 191 195
Myophoria laevigata var. *elongata* 195
Myophoria okeni 143
Myophoria orbicularis 104 113 191 194
Myophoria ovata 43 118 191
 „*Myophoria raibliana*“ 142
 „*Myophoria* cf. *raibliana*“ 143
Myophoria sandbergeri 142—144
Myophoria schmidti 144 195 219
Myophoria transversa 143 195
Myophoria vestita 147 148 152 200
Myophoria vulgaris 143 180 191 195
Myophoria vulgaris var. *semicostata* 195
Myophoria vulgaris var. *transversa* 191
Myophoria whatleyae 139 141 142 147
 Myophorien 43 44 125 130
 Myophorien der Trias 206
 Myophorien, triadische 214
 Myophorienschichten 97 107—109
 Myophorienschichten, thüringische 134
Myophoriopsis 145
Myophoriopsis gregaria 195
Myophoriopsis keuperina 145
Myophoriopsis nuculiformis 195
Myophoriopsis plana 195
Myophoriopsis rosthorni 142—145
Myophoriopsis sandbergeri 197
Myophoriopsis subundata 180 191 195
 197
Mytilus eduliformis 195
Mytilus eduliformis forma *praecursor*
 191 195
 „*Mytilus socialis*“ 155
 Nadelhölzer, obertriadische 151
 Namen, willkürliche 87
 Namengebung 86—88 169
 Namengebung der deutschen Trias 107
 114
 Namengebung für Schichtglieder 19
Natica cassiana 178
Natica costata 109
Natica gregaria 108
Natica stanensis 97 136
Natica turbilina 147
Naticella acutecostata 192 196
Naticella bergeri 134
Naticella costata 134 136
Naticella langi 196
Naticella striatocostata 178 179
Naticopsis cassiana 178
Naticopsis gaillardoti 179
Naticopsis illita 196
Naticopsis mediocalcis 196
 natürliche Chronologie 71
 natürliche faunistische Einheiten 71
 „Natürliche Pflanzenfamilien“ 90
 natürliche stratigraphische Gliederung
 72
 natürliche Stratigraphie 73 80 88
 natürliches biostratigraphisches
 Schema 126
 Naturgesetze 49
 NAUMANN 22 107 211
 Naumburg an der Saale 211
 Nautilen 131 190
 Nautilen des deutschen Wellengebirges
 166—168
 Nautilen des Muschelkalkes 199
 Nautilen, Leitwert 181
Nautiloidea 102

- Nautiloidea*, liassische 212
Nautilus 47
Nautilus bidorsatus 108 184
Nautilus brembanus 167
Nautilus granulostriatus 167
Nautilus pertumidus 167
Nautilus pseudobremanus 167
Nautilus tenuireticulatus 167
 Nebenergebnisse 97 100
 Nebenergebnisse der Stufen 82
 Nebenmeere 91
Neocalamites meriani 151
 Neokom 177
Neomeris 45 91
Neritaria candida 179 192 196
Neritaria involuta 196
Neritaria cf. mandelslohi 196
Neritaria papilio 196
 Neritische Zone 6
Neritopsis striatocostata 178
 Neuwelt 131 150 151 202
 Neukaledonien 93
 Neu-Koschütz 172
 NEUMAYR 24 54 103
 Neuprags (siehe auch Prags) 28
 Neuseeland 93
 Neuzeit 81 216
 New York 50
 Niagarafälle, Alter 68 212
 Nieder-Großhartmannsdorf 161 162 165
 166 208
 Niederösterreich 12 17 136 202 206
 niederösterreichisches Miozän 56 209
 Niederschläge der Leeseite 122
 Niederschlesien 105 113 131 157 160
 bis 162 165 167 199
 niederschlesische Trias 208 212
 niederschlesischer Muschelkalk 213
 NIES 121 138 142 146 149 177 178 211
 Nieschwitzer Grenzkalk 105
 Nitelleen 6
 nodose Zeratiten 116 132 167 177 181
 bis 185 199 212 217 218
 Nodosen 116
 Nodosenplatten, deutsche 182 188
 Nodosenschichten, alpine 182
 Nodosenschichten, deutsche 185 188
 Nodosenschichten, polnische 190
Nodosus-Kalk 176
 NOETLING 105 113 160 212
 Nomenklatur, stratigraphische und
 paläontologische 87
 Nomenklatur, zoologische 214
 Nomenklaturregeln 14 182
 Nonsberg 15 19 35 218
 Nor 25 29 122 139 145 148 152 200 210
 211
 Nordalpen 11 12 35 49 96 103 116 132
 136 137 144 149 154 156 165
 nordalpine Trias 119 210
 nordalpiner Jura 79
 nordalpiner Muschelkalk 154
 nordalpinen Rhät 210
 Nordamerika 56 80 93 123 129 216
 nordamerikanische Seen 215
 nordamerikanisches Karbon 81
 nordamerikanisches Oberkarbon 84
 norddeutsche Kreide 54
 norddeutscher Lias 32 48
 Norddeutschland 43 134 157
 Nordkette 17
 Nordostalpen 208
 Nordsee 48
 Nordwestdeutscher Lias 206
 Nordwestdeutschland 43 147
 nordwesteuropäische Schreibkreide 95
 Norigioschichten 11 12
 Normalprofil der deutschen Trias 111.
 114
 Northamptonshire 44
 Norwegen 78
 NOWACK 80 212
Nucula 96
Nucula elliptica 109
Nucula goldfussi 109 180
 Nürnberg 207
 Nürtingen 210
 Nulliporen 207
Nummulina tschihatscheffi 26
 Nummulinen 214
 Nummuliten 26
 Nummulitenzonen 204
 Nurra 183 184
 Oberanis 97 98 173
 Obere Buchensteiner Schichten 70
 „oberer Knollenkalkhorizont“ (HORN) 70
 oberer Muschelkalk (siehe auch „Haupt-
 muschelkalk“) 104 117 121 152 bis
 154 168 170 173 176 178 179 182
 185 188 191 bis 193 195 196 212 214
 Oberflächensysteme der Alpen 122
 oberitalienische Seen 44
 Oberkarbon, Gliederung 84
 Oberkreideflora 90
 Oberösterreich 11 12
 Oberrheintal 219
 Oberschlesien 105 111 114—116 135 152
 155—157 159 160 163 167 170 172
 173 189—194 197—199 203

oberschlesische Diploporen 171—173
oberschlesische Trias 84 85 135 193
201 202 205 217
oberschlesischer Diploporendolomit 178
oberschlesischer Grenzdolomit 145
oberschlesischer Muschelkalk 113 132
OBERSTE-BRINCK 18 65 69 212
Obertrias 55 82
Obertrias, alpine und deutsche 120
Obertrias, deutsche 20 88
Obertrias, germanische 95 137—152
Obertrias, karpatische 95
Obertrias, Untergrenze 98 99
Obertriasdiploporen 90
Obertriaskorallen 129
OERTLE 103 118 170 212
örtliche Stufennamen 84
örtliche Weiterentwicklung 144
Österreich 208 210 216 218
österreichisches Miozän 56
OGILVIE GORDON 100 146 148 173 212
OHNESORGE 135 201
Old red 16
Oligoporella 45
Oligoporella elegans 172
Oligozän 78
Oligozän, chinesisches 35
Omission 33
Omphaloptycha abnobae 196
Omphaloptycha acuminata 193
Omphaloptycha ahlburgi 193
Omphaloptycha alta 109
Omphaloptycha ecki 193
Omphaloptycha fusiformis 196
Omphaloptycha gracillima 193 196
Omphaloptycha gracillima var. *suevica*
196
Omphaloptycha kepleri 196
Omphaloptycha kittli 193
Omphaloptycha kneri 109
Omphaloptycha cf. pyramidata 196
Omphaloptycha cf. strombecki 196
Omphaloptycha turris 193
Omphaloptycha zitteli 193
Oolithbänke 22
OPPEL 24 25 61 63 69 137 212
Oppeln 202
Orbicularis-Schichten 104
Ordovizium 66 129
Ordovizium, norwegisches 78
Ordovizium, Untergrenze 89
orogene Zeiten 79
orogenes Zeitgesetz 77
Orogenesen 35 73—77 80 216
Orotaxial chronology 74

Orthoceras 168
Ortsnamen 87
Ostalpen 10—13 20 82 86 91 93—95 99
136 165 170 173 177 205 210 211
214 216
ostalpine Mitteltrias 96—103
ostalpine Trias 83 95 190
ostalpinen Hydas 159
ostalpinen Jungtertiär 219
ostalpinen Rhät 137
Ostasien 55
Ostdeutschland 137
Osterhorngruppe 34
Osteuropa 183
Ostracoden, triadische 207
Ostrea complicata 109
Ostrea decemcostata 109
Ostrea multicosta 109
Ostsee 82
Otoceras-beds 88
Ova 80
overlapping of species 62
Oxford 32 210
Oxford clay 44
Oxfordshire 46
Oxymoticerus 213
Ozean 56

Pachycardia rugosa 97
Pachykardientuffe 97 145 146 219
Padua 155 181 207
Paläobiologie 47
Paläobotanik, stratigraphische 127
Paläogeographie 119 138 204 216
paläontologische Arbeit, Schwierigkeiten 128
paläontologische Einheiten 60
paläontologische Einteilung 2 22—68
paläontologische Fazies 9
Paläontologische Gesellschaft 67
paläontologische Methode der Stratigraphie 129
paläontologische Nomenklatur 87
paläontologische Überlieferung 40
paläontologischer Abbruch 57
Paläozän, Untergrenze 89
PALASSOU 13
Paltoleuroceras spinatum 36
Parachronologie der deutschen Trias 105
paralische Kohlenbecken 207
parallele Entwicklung 144
Parallelform 143
Parallelisierung 53 73 74 92 130
Parallelisierung durch Landpflanzen 128
Parallelisierung von Flözen 127 128

- Parallelisierung von Schichten 126
 Parallelisierungsmethoden 137
 Parastratigraphie 72 84
Paravirgatites 46
 Paroxysmen der Gebirgsbildung 75
 Parson Bay 204
Partanosaurus 188
Partanosaurus zitteli 187 188 216
 Partnachsichten 149 154 174 187 188 216
 Paß Lueg 12
 PATTEISKY 69 73 83 212
 PAULCKE 96 212
Paulcke-Fauna 29
Pecten 56
Pecten albertii 195
Pecten discites 178 180 191 195
Pecten cf. liscaviensis 195
Pecten reticulatus 191
Pecten, triadische 169
Pecten-Kalk 106
Pedicum-Zone 38
 Pektiniden 56
 Pektiniden, miozäne 209
 Pelso lacus 98
 Pelson 20 21 28 29 97 102 103 135 152 154 156 158 159 161—167 169 170 173 199 200
 PENCK 68 212
 penecontemporaneous erosion 31 33 36
 Pennsylvanian 84
 Perioden 3 69 71
 Perioden, Benennung 87
 périodes d'apogée 62
 periods 72
 Perledo 186
 Perm 13 19 71 82 132 133 164
 Perm, südalpines 208
 Perm, westalpines 78
 permische Eiszeit 73
 Perna 203
Perna keuperina 152
 „*Perna triasina*“ 152
 Petersburg 87
 Petrographie 2
 petrographische Einteilung 2
 Petzen 17
 PFEFFER 84 89 123 212
 PFENDER 45
 Pflanzengesellschaften 57
 Pflanzengesellschaften, Beständigkeit 52
 Pflanzengürtel der Seen 9
 Pflanzenwelt, Änderungen 71
Phasianella cf. cingulata 196
 PHILIPPI 92 98 101 111 114 116—120 131 140 141 143 144 159 177—185 212 218
Pholadomya musculoides 109
 phonetische Schreibweise 86
 phylogenetische Entwicklung 88
 phylogenetische Umprägung 55
 phylogenetische Veränderungen, Gleichförmigkeit 67
 phylogenetische Zusammenhänge 40
 Phylogenie 41 125 215
Physoporella 197
Physoporella lotharingica 171
Physoporella pauciforata 97 171 197
 PIA 1 6 11—15 18 20 28 30 34 55 79 82 85 95 117 129 148 151 169 171 173 189 190 208 212 216
 Piacenza-Stufe 122
 PICARD, E. 134 213
 PICARD, K. 160 213
 Pielachgebiet 216
 Pielachtal 17
 Pirna 214
 Pisa 13
Pisces triadici 205
 Pittsford fauna 214
 Pittsford-Schiefer 50
 Piz da Peres 20 21
Placunopsis ostracina 180 191
 Plätzwiesen 121
 Planarien 9
 Plankton 6
 Plassengruppe 12
 Plattensee 27 97 98
 Plattenseegebiet 93
 Plattensee-Hochland 96
 Plazentalsäugetiere 84
 Plethohemeren 62
 Plethozonen 62
 Pleten 62 67
Pleuromya compressa 146
Pleuromya ecki 195
Pleuromya mactroides 180
Pleuromya pulchra 192
Pleuromya ventricosa 195
Pleuromytilus furcatus 167
Pleuromytilus mosis 167
Pleuromytilus seminodosus 167
Pleuromytilus laevigatus 191 195
Pleurotomaria 109
Pleurotomaria-Zone 38
 Pleurotomentone 6
 Pliensbachien 36
 Pliozän 122
 Pliozän, attisches 78

- Pliozän, tunesisches 78
pliozäne Tektonik 80
Plötzlichkeit der Orogenese 75
Polen 167
polnische Nodosenschichten 190
POMPECKJ 22 24 26 31 36 54 55 61 64
115 124 213
Pontafel 58 79
Pontikum 122
pontische Stufe 69
Population 62
Porostromen 7
porphyrische Fazies 8
Porta Westfalica 32
Portland 31 46 52
Poudingue de PALASSOU 13
Präkambrium 74
Prags (siehe auch Altprags und Neu-
prags) 28 110
Pragser Dolomiten 21
Pragser Schichten 20 97
PRANTL 219
Predazzo 219
preußische geologische Landesanstalt
171
Prezzo 59 97
Prezzokalk 95 97 171 175
Priorität 14 22 23 220
Proarrietites laqueus 32
produktives Karbon 16 212
Promathildia antoni 179
Promathildia bolina 179 196
Promathildia elegans 193
Promathildia nympa 193
Promathildia pulchra 193
Promathildia tenuicarinata 193
Protozän, adriatisches 216
Protozänformation 69
Protrachyceras 27 28
Protrachyceras curionii 27 97 187
Protrachyceras ladinum 97
Protrachyceras langobardicum 70 97 184
Protrachyceras recubariense 97
Protrachyceras reitzi 49 97
Protrachyceras villanova 187
Provence 45
Provinz, tiergeographische 24
provinzielle Gliederung 93
provinzielle Unterschiede 8
Pseudobuprestites 148
Pseudocorbula 143—145
Pseudocorbula elongata 147
Pseudocorbula keupcrina 144
Pseudocorbula rosthorni 144
Pseudocurculionites 148
Pseudomonotis compta 109
Pseudomurchisonia extracta 179
Pseudovatum Zone 38
Pseudovirgatitan 87
Pseudovirgatites 87
Psiloceras aries 32
Psiloceras johnstoni 32
Psiloc. johnstoni var. *polykosma* 32
Psiloceras johnstoni var. *stenogastor* 32
Psiloceras planorbis 32
Pylonoten 40 53 210
Pylonotenbank 53
Pylonotenschichten 112
Psilophyllites hagenowi 32
Psilozeren 43
Pterophyllum longifolium 149
Ptychiten 166
Ptychiten, alpine 165
Ptychiten des Schaumkalkes 165
Ptychiten, himalajische 165
Ptychites 197 204
Ptychites cf. *acutus* 27
Ptychites domatus 102
Ptychites dux 164 166
Ptychites megalodiscus 164
Ptychites suttneri 164
Puercoschichten 89
Pustularia acuticarinata 193
Pustularia silesiaca 193
Pyreeneen 13

Quartär, kalifornisches 215
quartäre Eiszeit 73
quartäre Tektonik 80
QUENSTEDT 111

Radioaktivität 209
Radiummethoden 68
Rahnbauer Kogel 102 165 166
Raibl 139 142 143 145 149 150 217
Raibler Bivalven im Keuper 138
Raibler Fauna 99 141
Raibler Scharte 97
Raibler Schichten 18 27 48 86 95 98
101 120 121 125 138 139 141 142
145 147 149 150 175 177 206 207
215 220
Raibler Zeit 121
Ramsaudolomit 8 18
Randmeere 18 35 51 54 56 131
Rassen 130
Rassen, örtliche 44
RASSMUS 121 152 155 160—167 174
183 184 190 198 213
Rauchstalltrungraben 218

- Rauhswacken 97
 Recoaro 20 49 97 154—157 169 170 181
 182 203 215 217
 Recoarokalk 152
 recurrent fauna 214
 Regoledo 186
 Regressionen 73 74 117 119 122
 Regressionen, anisische 97
 Reichenhaller Fauna 136
 Reichenhaller Kalk 203
 Reichenhaller Schichten 199
 Reiflinger Kalk 17 95 102 152 156 161
 177 186 201
 REIS 17 173 213
Reitzi-Schichten 97
 rekurrente Pflanzengesellschaften 52
 Rekurrenz 19 51 52 214
 Rekurrenz von Faunen 50
 Relikte (siehe auch „Superstiten“) 117
 171 194 198
 RENIER 81 89
 Rentier 40
 RENZ 10 213
 Reptilien, triadische 187 188
Reticuloceras-Stufe 87
 Reutte 156
 rezenter Grabenbruch 80
 Rhät 14 15 34 71 86 88 111 112 120 149
 152 170 171 200 206
 Rhät, nordalpines 210
 Rhät, westdeutsches 14 137 209
 Rhätflora 128 207
 Rhätkeuper 104 200
 Rhät-Liasflora 150 151
 Rhät-Liasgrenze 70
 rheinisches Karbon 65
 rheinisch-westfälisches Karbon 212
 Rheintal 80
 Rhizocoralliden 214
 Rhonebucht 198
Rhynchonella decurtata 156—158 189
 191
Rhynchonella mentzeli 157 191
Rhynchonella cf. *moorei* 37
 „*Rhynchonella* cf. *semiplecta*“ 156
Rhynchonella trinodosi 103 156
 Rhynchonellen 159
 Rhythmus 15
 Rhythmus im Sedimentabsatz 34
 RICHTER 34 47 48 182 214
 RICHTHOFEN 14 148 160 214
 RICHTHOFENSCHES Konglomerat 13
 RIEDEL 26 110 115—117 182 183 185
 214 217
 Riesenhirsch 40
- Riffbildung 34
 Rippeln 214
 Roerthal 203
 Röt 104—108 112 133 134 144 160 168
 199
 Röt, alpines 134
 Röt, thüringisches 134
 Röt, Zugehörigkeit 111
 Röt-Muschelkalkgrenze 137
 Rötidolomit 110
 Rogensandstein 104
 Romerlo 148
 Rotalgen 7
 ROTHPLETZ 67 93 133 138 142 154 158
 174 175 188 214
 ROZLOZNIK 27 214
 RÓZYCKI 107 112 134 135 160 168 172
 189 214
 RÜBENSTRUNK 197 214
 Rückschlag 43
 RUEDEMANN 50 214
 Rüdersdorf 115 157 163 209
 Ruhrgebiet 127
 Ruhrkarbon 207
 rumänisches Tertiär 79
 RUSSEL 80 215
 Russen 7
 Rybnaer Kalk 105
- Saaletal 211
 Säugetiere 35 66
 SAHNI 127 215
 SALFELD 22 41—47 59 60 215
 Salina fauna 214
 Salina-Schiefer 50
 salische Faltung 19
 SALOMON 5 9 27 71 92 111 130 158 175
 176 178 188 189 215
Salpingoporella 45
 Salt Range 82
 Salz 104 115 197
 Salzburg 12 131
 Salzburger Alpen 216
 Salzgehalt des Meeres 68
 Salzkammergut 216
 Salzsee 118
 SAMSONOWICZ 190 215
 SANDBERGER 107 111 114 118 130 131
 138 142 143 148 154 157 163 168
 171 174 178 186 215
 Sankt Cassian siehe St. Cassian und
 Cassian
 Santa Croce 205
 San Ulderico 182
 Sappada 27 28 97 207

- Sarajewo 97 209
 Sardinien 116 183 184 199 205 212 218
 sardinische Trias 218
 Sarldolomit 16 19 27 34 97
 Sarlfelser 6
 Sarlkofelgruppe 21
 Sarl-Schlerndolomit 16
 Sarmat 122
 sarmatische Stufe 69
 Sarthe 203
 Saugnäpfe 9
Saurichthys acuminatus 170
Saurichthys longidens 171
 Sauropterygier 187
 savische Diskordanz 78
Saxoceras costatum 32
Saxoceras schroederi 32
 Schafberg 12
 Schafberggruppe 11
 SCHAFFER 198 215
Schafhäutlia plana 179 192
 Scharfmösle 149
 Schaumkalk 115 134 135 152 158 160
 161 165 169 178 197 198 204 209 213
 Schaumkalk, oberschlesischer 163
 Schaumkalk, thüringischer 202
 Schaumkalkbänke 22
 Schaumkalkgruppe 104—106 115 153
 154—157 159 162 164 166—168
 173 174 199 200
 Schaumkalkgruppe, schlesische 170
 SCHAUROTH 133 135 155 170 185 215
 Schoppau 32
 „Schichten“ 14—16
 Schichtflächen 124
 Schichtfugen 34
 Schichtglieder 2 10 13 15 16 69 70 74
 77 83 84 87 88 94 97 132 153
 Schichtglieder der deutschen Trias 105
 Schichtglieder der südalpinen Trias 97
 101
 Schichtglieder, diagonale Verbreitung
 112
 Schichtglieder, diagonalen Verlauf 110
 Schichtglieder in den Alpen 18
 Schichtglieder, zeitliche Verwendung 20
 Schichtgliedernamen 13
 Schichtgruppen 13—16 69 206
 Schichtgruppen, Benennung 86
 Schichtlücken 30 32—35 43 49 82
 Schichtlücken im Keuper 122
 Schiechlinghöhe 205
 schiefrige Fazies 8
 Schilfsandstein 104 110 121 138 139
 142 145 146 150—152 176 178 200 206
 Schilfsandsteinflora 149
 SCHILLER 42 215
 SCHINDEWOLF 14 50 51 64 72 73 81 84
 89 215
 Schio 217 220
 Schlern 34 207
 Schlerndolomit 5 8 18 19 22 34 93 95
 97 101 138 175 177 214
 Schlernplateau 97
 Schlernplateau-Schichten 99 138 139
 Schlesien 85 111 114 115 120 135 158
 162 165 176
 schlesische Diploporen 171—173
 schlesische Trias 92 112 156 170 172
 schlesischer Diploporendolomit 179 194
 schlesischer Muschelkalk 136 203
 schlesischer Wellenkalk 135
 schlesisches Kohlenbecken 84
 Schlick 48
 Schlick, blauer 6
 Schlickgerölle 34 214
Schlotheimia angulata 36 48
 SCHMID 11 216
 SCHMIDT H. 63 81 85 163 216
 SCHMIDT M. 14 96 103 109 110 113 115
 118 121 142 145—147 158 160—164
 167 168 178 185 188 197 198 216
 Schottland 51
 schräge Verbreitung einer Fazies 19
 Schreibkreide 95
 Schreibkreide, nordwesteuropäische 95
 Schreibweise, historische 86
 Schreibweise, phonetische 86
 Schreyeralpe 58 59
 Schrifttum, Entlastung 93
 SCHUCHERT 56 73 74 88 89 119 216
 Schwaben 43 121 124
 Schwäbische Alb 218
 schwäbische Knollenmergel 112
 schwäbische Lettenkohle 220
 schwäbische *Torulosis*-Zeit 82
 schwäbischer Jura 25 26 31 32 54 213
 schwäbischer Keuper 215 220
 schwäbischer Muschelkalk 188
 schwäbisches Anhydritgebirge 197
 schwäbisches Bonebed 137
 schwäbisches Rhät 14 212
 Schwarzmeer-Umrandung 219
 Schwarzwald 171 189 194—197 206 208
 Schweiz 61 110 147 203
 Schweizer Jura 213
 Schweizer Juragebirge 218
 Schweizer Keuper 116
 Schweizer Rhät 112
 SCHWERTSCHLAGER 67 216

- Schwieberdingen 144 177 179 180 190
212
- Sedimentation 33 34 67 89 201 206 219
- Sedimentation, jurassische 210
- Sedimentationsgeschwindigkeit 68
- Sedimentationszyklen 15 31 69 73
- Sedimentbildung 201
- Sedimente, chemische 208
- Sedimente, kalkalpine 210
- Sedimentmangel 36
- Sedimentpetrographie 67
- SEEBACH 185 216
- Seelandalpe 97 188
- Seen, nordamerikanische 215
- Segetwald 172
- SEIFERT 107 216
- Seiser Alpe 97 219
- Seiser Schichten 88 133 134
- Semipartitus*-Schichten 188
- senkrechte Verbreitung der Arten 131
- Senkung des Bodens 68
- Senkungen des Meeresbodens 53
- Senon 89
- Sepia* 47
- Serie 69
- Shotover Grit Sand 46
- Sillian 207
- Silur 66 86
- Silur, englisches 66
- Silur, nordamerikanisches 50
- Silur, norwegisches 78
- Silur, thüringisches 78
- Silurian 123
- silurisch 86
- Sindelfingen 143 219
- Siphonae verticillatae* 45 212 213
- Sizilien 131
- SKUPHOS 149 187 188 216
- Skyth 21 86 88 97 109 125 134 136 137
164 180 199 200
- Skyth-Anis 86
- SÖRGEL 47
- Sohlenkalk 113 159 161 164
- Sohlenstein 106 112 160
- Solenoporen 7
- Solnhofener Plattenkalke 67
- Somersetshire 51
- Sondershausen 161 163 213
- Sonnenspektrum 65
- Spanien 116 131 187
- SPATH 30 34 216
- Speirocarpus virginensis* 151
- Spektralanalyse 65
- SPENGLER 17 34 79 80 136 216
- Speziesnamen 168
- spezifische Methode 119 187
- Sphaerocodium kokeni* 188
- Sphärokodienbänke, triadische 188
- Spinatum*-Zone 38
- „*Spirifer fragilis*“ 189
- Spiriferina* 108
- Spiriferina fragilis* 157 158 191
- Spiriferina hirsuta* 189
- Spiriferina mentzelii* 157 158 191
- „*Spiriferina trigonella*“ 189
- Spiriferina*-Bank 105 115
- Spirigera trigonella* 155 157 158 191
- Spirigera wissmanni* 178
- Spirostylus columnaris* 192
- Spirula* 47
- Spitzkalk 97 176 218
- Spizza 204
- Spongien 11 177
- Sprachenfrage 7
- Sprossen 69 96 124
- Sprünge in der Entwicklung 44
- sprungweise Änderung 40
- sprungweise Umformung 43
- SRBIK 81 216
- St. Cassian (siehe auch Cassian) 58 97 99
147 177 178 181 187 203 217 218
- St. Cassianer Fauna 58
- St. JOHN 201 217
- St. Stefano di Comelico 207
- St. Vigil 20
- Stabljana-Alpe 207
- STACHE 69 216
- stage 61 69
- Stammbäume 40
- Stammesgeschichte 43
- Stammgarben 42 144
- Stammreihen 42 53 59 64 89 128
- Standard eines Verbandes 82
- Standortsverschiedenheiten 48
- Statistik 33 44 180 181 203 205
- statistische Betrachtungsweise 129
- Stegozephalen der alpinen Trias 146
- Steiermark 29 102 177 217
- Steigerwald 142 178 211
- Steinalmkalk 17
- Steinalm-Wettersteinkalk 16
- Steiner Alpen 78 79 217
- Steinernes Meer 213
- Steinkohlenbecken, Vergleich 127
- Steinkohlenformation 95
- STEINMANN 209
- Steinmergelkeuper 104 139 147 152
- steirisches Tertiär 80
- steirisches Tertiärbecken 219
- Stephan 57

- Stetigkeit der Umbildung 44
 STILLE 19 32 73—79 116 122 216 217
 Störungsphasen, alpine 122
 STOLL 103 146 217
 STOLLEY 22 26 110 126 185 198 217
 stoßweise Einwanderung 43
 Stramberg 45
 Stratal repetition 19
 Stratigraphie, Definition 2
 Stratigraphie, natürliche 72 73 126
 Stratigraphie, nordamerikanische 216
 stratigraphische Einheiten 68 70
 stratigraphische Einteilung i. e. S. 3
 63—65
 stratigraphische Irrtümer 85
 stratigraphische Nomenklatur 87
 stratigraphische Paläobotanik 127
 stratigraphisches Schema 59
 stratigraphisches System 64 68—91
 STRAUZ 2 6—8 10 15 217
St iatulum-Zone 36—38
 Stromberg 112
 Strubberschiefer 12
Struckmann-Zone 38
 Stubensandstein 88 104 110 111 121
 139 147 217
 Stufen 59—61 63—65 68—71 73 77
 81 87 88 94 153
 Stufen der Trias 96 97 101
 Stufenbegriff 8
 Stufengliederung der deutschen Trias
 199 200
 Stufengrenzen 83
 Stufenleiter 68 72 88 129
 Stufenamen 87 88 107
 Stufenamen, örtliche 84
 stufenscheidende Ereignisse 81—83
 Stufenschema 85
 Stuoersmergel 167
 Stuoers-Wiese 97
 Stuoers-Zone 58
 STUR 92 95 114 132—138 142 143 146
 149—152 156 173 177 186 210 217
Stu ia semiarata 27
Stu a-Kalk 218
 Stuttgart 121 143 179
Subbullatus-Schichten 29
Subca inata-Zone 38
 submarine Denudation 208
Subnodosus-Schichten 217
 Subzonen 57 60 62
 Sudet 57 212
 Südalpen 7 16 35 49 79 96 97 101 103
 116 136 144 152 155 156 163 183
 187 202 208 209
 Südalpen, ladinische Diskordanz 78
 südalpine Brachiopodenschichten 157
 südalpine Mitteltrias 49
 südalpine Trias 175 181
 südalpine Untertrias 13 132
 südalpiner Jura 55
 südalpiner Muschelkalk 16 35 132 215
 südalpines Anis 35 147 208
 südalpines Ladin 132
 südalpines Mesozoikum 15
 Südamerika 55
 südamerikanischer Jura 209
 süddeutscher Keuper 107
 süddeutscher Muschelkalk 210
 Süddeutschland 110 157 183 206 210
 Südeuropa 55 183
 südliche Kalkalpen 217
 Südtirol 21 156 203 204 208 210—212
 218 219
 Südtiroler Dolomiten 209
 südtiroler Trias 219
 Südwestdeutsche Trias 114
 südwestdeutscher Keuper 114 218
 Südwestdeutschland 13 109 115 137
 147 162 206
 SUSS 19 34 137 212 217
 Süßwasserzuström 118
 Sunda-Inseln 93
 Superstiten (siehe auch „Relikte“) 180
 190 197
 Superstitenfaunen 52
 SVEDELIUS 91 217
 Święty Krzyż 211
 System 68 69
 Tabulatenriffe 8
 TAEGER 26
Taeniopteris marantacea 149
Tancredia 179
 tangentialer Druck 76
 Tarnowitz 155 172
 Tarragona 187 218
 Tarvis 79
 TEICHMÜLLER 35 79 217
 Teilzonen 24 52 60 82 131
 Tektonik, jungquartäre 80
 Tektonik, vergleichende 216
 tektonische Bewegungen 55
 tektonische Bewegungen, heutige 219
 tektonische Fazies 8
 TELLER 17 217
 Tendenz zur Abänderung 66
 Tennengebirge 79
Tenuicostatum-Zone 38
 Terebratellbank 104

- Terebratelkalk, schlesischer 114
Terebratelschichten 113
Terebratelschichten, schlesische 106 163
172
Terebratula 108
Terebratula angusta 157
„*Terebratula decurtata*“ 155
Terebratula ecki 110 162
„*Terebratula trigonella*“ 155
Terebratula vulgaris 104 155 157 158
162 184 191
TERMIER 210
Tertiär 7 10 52
Tertiär, albanisches 80
Tertiär, amerikanisches und europäisches 77
Tertiär, pyreneisches 13
Tertiär, rumänisches 79
Tertiär, steirisches 80
Tertiär, Untergrenze 84 89 212
Tertiärbecken, steirisches 219
tertiäre Gebirgsbildungsphasen 78
tertiäre Mollusken, Färbung 128
Tertiärfloren 128
Tessin 206 213
Tethys 35 54 55 91 115 124 131
Tetrahynchia thorncombiensis 37
Tetrahynchia thorncombiensis-Zone 38
Teutloporella 45
Teutloporella triasina 30 58 97
thalassokratische Perioden 90
Thecidella 37
THIENEMAN 9 217
THOMAS 125 217
Thorncombe Beacon 36 37 39
Thorncombe sands 19
Thorncombiensis-Schichten 39
Thracia mactroides 108
THÜRACH 103 142 144—146 217
Thüringen 103 107 108 114 115 142
157 163 181
Thüringerwald 202
thüringische Trias 216
thüringischer Muschelkalk 171
thüringischer Schaumkalk 104
thüringischer Wellenkalk 105 207
thüringisches Altpaläozoikum 78
thüringisches Röt 134
Thuringionautilus jugatonodosus 181
Thuringionautilus klipsteini 181
Tiefengraben 102 103 165
Tiefenzonen im Meer 6
Tiefer Friedrich-Stollen 172
Tiergeographie 25
tiergeographische Provinz 24
Tiergesellschaften 57
Tiger 128
time-table 216
Timor 205
Tirol 97 156 157 208 210 211 214 216
Tirolites 166
Tithon 37 45
Toarcien 19 20 36
Toblach 20
TOMMASI 29 217
Tonfels 5
Tongallen 214
Tongeröle 214
Tonstein 5
Torer Schichten 27 138 139 145 147 174
TORNQUIST 93—96 116 117 148 153
154 174 176 181—187 212 217
Torton, österreichisches 56
Torulosis-Zeit, schwäbische 82
TOULA 58 218
Toulon 116 182
Trachyceras aon 14 27 58 97
Trachyceras aonoides 17
Trachyceras austriacum 97
Trachymerita quadrata 192
Trachyostraca 102 205
Traisental 17 216
Transgressionen 34 35 56 73 74 117 119
122
Transgressionen, anisische 79
TRAUTH 12 216 218
„*Trematodiscus jugatonodosus*“ 181
Trennung der Muschelklappen 47 214
Trennungslinien zwischen Gattungen 65
Trentin 37
Tretospira 180
Tretospira fusiformis 192
Tretto 201
Trettokalk 96 97 117 176
triadische Korallen 218
triadische Störungen 79
triadische Tuffe 34 97
triadischer Vulkanismus 34 121
Trias 201
Trias, albanische 202
Trias, alpine 16 18 19 25—27 29 34
64 85 92 93 113 114 119 122 125
130 131 136 138—140 148 170 184
186 189 191—193 195 196 202 203
210 220
Trias, anatolische 202
Trias, außeralpine 220
Trias, Bakonyer 206
Trias, balearische 218
Trias, bithynische 202

- Trias der Dobrudscha 209
 Trias der Molukken 213
 Trias, deutsche 44 52 92—200 203 213 216
 Trias, deutsche, Gliederung 103—114
 Trias, deutsche, Stufengliederung 199
 Trias, dinarische 190
 Trias, fränkische 207 215
 Trias, germanische 64 82 83 85 92—200
 Trias, himalajische 211
 Trias, iberisch-balearenische 220
 Trias, iberische 116 117
 Trias, katalonische 218
 Trias, kontinentale 92—200, 212
 Trias, mediterrane 94 116
 Trias, mitteldeutsche 131 213 216
 Trias, niederschlesische 208 212
 Trias, nordalpine 119 208 210
 Trias, oberschlesische 135 193 201 bis 203
 Trias, ostalpine 83 96 190
 Trias, polnische 215
 Trias, sardinische 218
 Trias, schlesische 92 156 170 172
 Trias, spanische 218
 Trias, südalpine 175 181 202 210
 Trias, südtiroler 219
 Trias, südwestdeutsche 114
 Trias, thüringische 211 216
 Trias, typisches Gebiet 93
 Trias, Typus 93
 Trias, tyrrhenische 116
 Trias, vizeninische 215 217 218
 Trias, westdeutsche 85 92
 Trias, württembergische 170 212
 Trias, Würzburger 215
 Trias-Ammoniten 209
 Triasdiploporen 64 90
 Triasfauna, deutsche 114—118
 Triasfauna, germanische 96
 Triasformation 209
 Triasgastropoden, deutsche 179
 Triasgastropoden, Leitwert 190
 Triasgliederung 99
 Trias-Liasgrenze 14 71 89
 Triasmeer, alpines 116
 Triasmeer, atlantisches 117
 Triasmeer, deutsches 197 198
 Triasmeer, germanisches 115
 Triasmyophorien 205 214
 Triasperiode 205
 Triasstratigraphie 100
 Triaszephalopoden 211
Tridentinus-Schichten 97
 Trient 202
Trigonodus 111 130 179
Trigonodus bittneri 147
Trigonodus keuperinus 147
Trigonodus sandbergeri 104 109
Trigonodus-Dolomit 43 104 109—111 139 146 176 177 179 190 212
Trigonodus-Dolomit, Fauna 180
Trigonodus-Kalk 130
 Trilobiten 89
Trinocladus 45
Trinodosus-Niveau 218
Trinodosus-Schichten 102 163
Trinodosus-Zone 29 103 154
Triploporella 45
 Trochitenkalk 104—106 117 144 153 158 171 176 182 208 219
 Trochitenkalk, oberschlesischer 198
 Trockenlegung 32
 Trockenperioden 121
 Trogkofelkalke 19
Trypanostylus 180
Trypanostylus albertii 196
Trypanostylus gracilis 193
Trypanostylus haueri 192
Trypanostylus konincki 179 192
Trypanostylus minor 192
 Tuffausbrüche, triadische 97
 Tuffe, triadische 34
 Tunis 78
Turbonilla dubia 108
 Turon, sächsisches 214
 Tuval 95 120 138 145 147 152 200
 „Type Ammonites“ 30 35 40 46
 typische Gegend 84
 typische Region 82 84 85
 typisches Gebiet 83—85 94 99
 typisches Gebiet der Trias 93
 typisches Profil 81
 Typus der deutschen Trias 114
 Typus der Trias 93
 tyrrhenische Trias 116
 tyrrhenisches Gebiet 131 144
 Übergänge, fehlende 89
 Übergreifen der Biozonen 60
 übergreifende Variation 128
 Übersalzung 171
 Übersalzung des Mitteltriasmeeres 117
 Übersalzung im mittleren Muschelkalk 118
 Uggowitzer Breccie 13
 ULRICH 24 30 31 33 42 56 71—74 81 89 90 120 123—126 129 130 218
 Umfang der Zonen 60
 Umformung auf engem Raum 90

- Umformung, sprungweise 43
 Umkehrung der Zonenfolge 39 52
 Umlagerung von Fossilien 23 36 39 49
 Umschwemmung von Fossilien 36
 Umwandlung der Lebewesen 74
 Umweltwirkung 131
 Undationen 76 79 80
Undularia brocchii 193 196
Undularia mediocalcis 196
Undularia scalata 193
Undularia scalata var. *alsatica* 179
Undularia siliquoolithica 196
Undularia tenuicarinata 193
 Undulationen 76 80
 Ungarn 166
Unicardium schmidi 108 195
 Unteranis 94 97 98 100 173
 Unterbrechung des Absatzes 33
 Unterbrechung des Gesteinsabsatzes 89
 unterer Muschelkalk 85 104 107 115
 156 157 170 171 179 184 190—193
 195 196
 Untergrenze der Mitteltrias im germanischen Gebiet 132—137
 Unterkreide 71
 untermeerische Abtragung 33 34
 Unterstufen 65 69 72 86 94 96 124 126
 Unterstufen der Trias 97 100 101
 Untertrias 82 118
 Untertrias, alpine 133 155 208
 Untertrias, Benennung 88
 Untertrias, chinesische 160
 Untertrias, deutsche 133 135
 Untertrias, himalajische 94
 Untertrias, nordalpine 136
 Untertrias, südalpine 13 132
 Untertriasdiploporen 90
 ununterbrochene Faltung 79
 unvermittelt auftretende Zephalopoden 54
 Urgan 45
 VACEK 15 70 183 218
 Vaduz 148
 Val Rosalia (Marmolata) 9
 Val Sabbia 202
 Val Sugana 183
 Val Trompia 29
 Vamos 166
 Vamos-Hegyessgyür 166
Variabilis-Zone 38
 Variabilität, übergreifende 43
 Variation als Maß des Zeitbetrages 66
 Variation, übergreifende 128
 Variationen 130
 Varietäten 42 103 130 131 190
 Varietäten der *Myoph. kefersteini* 143
Velopecten albertii 191
 venetianische Alpen 155 204
 venetianischer Lias 203
 Venetien 211
 Verband 16 64 69 82 83
 Verbandsgrenzen 89
 Verbindungsglieder, phylogenetische 89
 Verbreitung der Arten, senkrechte 131
 Verbreitungsgeschwindigkeit der Meeresorganismen 123
 Vereinigte Staaten 82
 Verenkalk 11
 Vererbung 215
 Vererbungskongreß 46
 Vererbungstheorie 45 46
 Verfrachtung der Ammonitenschalen 31 35 47 48 165 181
 Vergleich ganzer Faunen 128—130
 Vergletscherung, diluviale 68
 verlorene Intervalle 89 91
 verlorene Zwischenzeiten 88 89
 Vernon-Schiefer 50
 Verruca 13 207
 Verrucano 13 207
 Verschiebungen der Strandlinie 34 75
 Versteifung durch Faltung 76
Vertebrata 211
 Verwesung 214
 Veszprém 166 210
 Viezzena 170
 vikariierende Arten 117 130 144
 VILASECA 187 218
 Vindelizische Schwelle 115
 Vindelizischer Rücken 145
 Vindelizisches Gebirge 121 210
 Vinicaberg 216
 Virgloriakalk 152—154
 Vizingen 102 116 117 135 153—155
 168 181—184 199 215 217
 vizingenische Trias 215 217 218
 VOIGT 104 218
 VOLLRATH 20 22 26 36 40 53 54 110 bis
 112 121 146 147 218
 Vollständigkeit der geologischen Zeitskala 88—91
Voltzia 171
Voltzia recubariensis 97
 Volujak-Alpe 207
 Volujak-Gebirge 207
 VOLZ 170 218
 Vorarlberg 137 187 206 214 216
 Vortiefe 206
 vulkanische Tätigkeit, triadische 34

- vulkanische Tätigkeit, triassische in den Alpen 121
- WAAGEN L. 143—145 219
 WAAGEN W. 24 97 98 102 165 211
 WÄHNER 10 12 219
 Wärme und Landpflanzen 151
 WAGNER 109 134 169 219
 Wahrscheinlichkeit von Artreihen 90 91
 WALTHER J. 15 22 47 69 71 125 219
 WALTHER K. 103 107 158 160 219
 Wanderungen 32 36 43 45 57 88 90 117 144
 Wanderungen im Mittelmeer 187
 Wanderungen, regellose 53 57
 Wanderungsdauer 123
 Wanderungsgeschwindigkeit 123 124
 Wanderwege 107
 WASMUND 9 219
 Wassertiefe 6 159
 Wassertiefe und Loben 117
 Watton Cliff 37—39 204
 Wealden 207
 WEBER 126 219
 WEDEKIND 15 16 18 22—26 52 53 57
 59 63 66 82 123 219
 Wehrauer Schichten 105
 WEIGELIN 142—144 219
 WEIGELT 47
 WEISSERMEL 95 102 117 170 219
 Weiterentwicklung, örtliche 144
 Wellengebirge 103—107 110 112 115
 117 118 134 152 156—160 162 164
 168 170 174 179 180 198 199 206
 Wellengebirge, Alter 154 155 173
 Wellengebirge, oberschlesisches 190
 Wellengebirge, schlesisches 113 114 116
 Wellengebirgszeit 198
 Wellenkalk 36 107 108 118 153 164 172
 178 189 199 208
 Wellenkalk, fränkischer 208
 Wellenkalk, oberschlesischer 135
 Wellenkalk, schlesischer 135
 Wellenkalk, thüringischer 207
 Wellenkalkkammoniten 166
 Wellenkalkgruppe 104—106 115 152
 154—157 160—162 165—167 169
 199 200
 Wellenkalkgruppe, Alter 173
 Wellenkalkgruppe, schlesische 113
 Wellenkalkhorizont 112
 Weltmeer 54 55
 Wenden 205
 Wengener Dolomit 22
 Wengener Schichten 22 97—99 121
 139 150 154 175—178 186 188
- Wengener Zeit 22 121
 WEPFER 32 33 219
 Werfener Schichten 14 18 134—136 156
 206 219
 Werfener Schichten des Bakony 201
 Weser 210
 West Bay 37
 Westalpen 19
 westalpines Perm 78
 westdeutsche Trias 85 92
 westdeutscher mittlerer Muschelkalk
 198
 westdeutsches Rhät 14 137
 Westdeutschland 132
 Westeuropa 40
 westeuropäischer Jura 31
 westeuropäisches Karbon 57
 westfälisches Karbon 65 85 212
 Westfal 57 127
 Westfalen 32 82 127
 Wettersteindolomit 18
 Wettersteingeirge 17 173 213
 Wettersteinkalk 5 17 18 34 97 101 149
 173—176 201 213
 Weymouth Anticline 38
Wheatleites 46
 Wheatley Sands 46
 Whitbian 20 38
 Whitebird 209
 Wien 46
 WILCKENS 170 219
 WILLE 90 219
 willkürliche Namen 87
 WILSER 80 184 219
 Wiltshire 46
 WINKLER 80 122 219
 Wirbeltiere, senkrechte Verbreitung 188
 Wirkung der Umwelt 131
 Wirtelalgen 90
 Wirtelalgen, europäische 45
 Wirtelalgen, tropische 45
 WITTENBURG 134 219
 WÖHRMANN 27 48 93 101 116 128 129
 131 138—142 145 148—150 154 157
 158 173—175 178 220
Woehrmannia cf. *lineata* 192
 WOODWARD 14 220
Worthenia brancoi 192
Worthenia canalifera 192
Worthenia cf. *elatior* 192
Worthenia lata 192
Worthenia superba 192
 Würmer 51
 Württemberg 53 82 103 109—112 114
 142 143 147 162 177 188 205 208 217

- württembergische Trias 170 212
württembergischer Lias 206
Würzburg 114 148 157 163 178 185 186
211
Würzburger Trias 215
WURM 116 187 220
WYSOGORSKI 105
- Yeovilian 20 38
Yorkshire 37 51
- Zanclodon* 14
Zanclodon-Letten 13
Zechstein 13 52 132
Zechstein, polnischer 215
Zechsteinflora 90
Zechsteinriffe 203
Zeitbestimmung 203
Zeitgesetz, orogenes 77
Zeitglieder 59 130
Zeitgliederung 14
zeitliche Einheiten 60—63 65 69 70
zeitliche Einteilung 3
zeitliche Verwendung von Schicht-
gliedern 20
Zeitmesser 212
Zeitmessung 23
Zeitmessung, absolute 65—68 201 205
211
Zeiträume, Abgrenzung 81
Zeitrechnung 203
Zeitskala, geologische 88—91
Zellendolomit 136
Zellenkalk 97
Zellenkalk, schlesischer 106
ZELLER 96 109—111 118 120 121
138—141 143 144 146 147 176 178
220
Zenoman 45
Zephalopoden 40
Zephalopoden, anisische der deutschen
Trias 159—168
Zephalopoden, Lebensweise 47
Zephalopoden, Leitwert 129
Zephalopoden, triadische 211
Zephalopoden, unvermittelt auf-
tretende 54
Zephalopoden, Verbreitung 48
Zephalopodenkalkfazies (Lias) 12
Zephalopodenmergel (Lias) 12
- Zephalopodenzonen der alpinen Trias 29
Zeratiten 117 166 198 199 205 209 212
214 217
Zeratiten, deutsche 117
Zeratiten, nodose 116 132 167 177
181—185 199 212 217 218
Zeratitenschichten 104 106 198
Zeratitenschichten, untere 185
Zeratitenzonen 104 110 114
Zertalung 94
Zerviden 40
ZEUSCHNER 155 168 220
Zibil 184 185
Zlambachschichten 170 174
Zölestin 108
Zölestinbänke 107
Zoldo 28 79
Zone, Definition 24
Zonen 3 69 70 128 206
Zonen, anisische 101
Zonen der Meerestiefe 6
Zonen des alpinen Muschelkalkes 153
Zonen in der deutschen Mitteltrias 153
Zonen, Unabhängigkeit von der Fazies
55
Zonen, weltweite 53
Zonenammoniten 53 58 123
Zonenbegriff 22—25
zonenbrechende Ammoniten 53 58
Zonenfaunen 49 124 140
Zonenfolge 49 219
Zonenfolge, Umkehrung 39 52
Zonenfolgen, Verbreitung 123
Zonengliederung 49 205
Zonengliederung der Mitteltrias 100
Zonenskala 72
zoologische Nomenklatur 182 214
Zuchtwahl 44
Zülpich 203
Zusammenarbeit 127
Zuwanderung 42 43 54 55
Zwergfauna, triadische 187
Zwischendolomit 139
Zwischenformen 65
Zwischengebiete 83
Zwischenzeiten, verlorene 88 89
Zygopleura 179
Zyklen 15 16 32 55 206
Zyklizität 15
Zyklustheorie 210