

**Schrifttum (in Auswahl):**

- Deppermann, K.: Die Abhängigkeit des scheinbaren Widerstandes vom Sondenabstand bei der Vierpunktmethode. — *Geophys. Prospecting*, 2, 1954.
- Flathe, H.: Geoelektrische Arbeiten zur Aufsuchung und Abgrenzung von Toavorkommen. — *Ber. deutsch. keram. Ges.*, 30, 1953.
- Hallenbach, F.: Einige kritische Betrachtungen zur Auswertung elektrischer Widerstandsmessungen. — In: *Neuere Methoden der Grundwassererschließung*, Hannover 1952.
- *Geoelectrical problems of the hydrology of West German areas.* — *Geophys. Prospecting*, 1, 1953.
- Braun, K., Erb, L. und Sauer, K.: Die öffentliche Wasserversorgung in Südbaden. — *GWf* — „Das Gas- und Wasserfach“, 94, 1953.

**Hermann Schmidt, Göttingen: Zur Rangordnung der Faziesbegriffe.**

(Mit 1 Abbildung.)

Vorgetragen in der Sitzung der Geologischen Gesellschaft Wien am 14. Dezember 1956.

**Inhalt:**

Bei jeder echten Fazies-Verschiedenheit handelt es sich um Unterschiede von Biotopen, deshalb muß eine umfassende Ordnung der Biotope voranstehen. Hier wird ein Schema mitgeteilt, welches im Grunde linear ist, aber auch die Einordnung von Inversionen erlaubt. Einzelne andere Begriffe werden kurz besprochen, darunter die simultanen und posthumer Komponenten anorganischer und organischer Herkunft.

Faziesänderungen im Bereich sedimentärer Schichtfolgen sind oft nicht verstanden worden; besonders dann, wenn wenig Übergänge zu sehen waren. In solchen Fällen mußten mitunter tektonische Erklärungen aushelfen, welche einer Nachuntersuchung nicht standhalten konnten.

Eine bessere Kenntnis fazieller Möglichkeiten liegt also im Interesse der gesamten Geologie. Auf die besondere Bedeutung in der Erdöl-Geologie braucht kaum hingewiesen zu werden.

Der Verfasser gedenkt dankbar der während seiner Wiener Studienzeit 1914 erhaltenen Anregungen, besonders der Einführung in die Meeresbiologie durch Cori. Das unvergleichliche Anschauungsmaterial der nördlichen Adria sollte für junge Geologen noch viel mehr, als bisher geschehen konnte, zugänglich gemacht werden.

Ein Gebirge bietet um so mehr fazielle Differenzierung, je mehr die ursprüngliche Geosynklinale gegliedert war. Günstiger als bei den Alpen, in denen die ursprünglichen Zusammenhänge oft zerrissen sind, liegen die Verhältnisse im Rheinischen Schiefergebirge. Eine kräftige Faltung schließt dort reiche Serien auf, welche sich ununterbrochen im Ausstrich der auf- und abtauchenden Falten verfolgen lassen. Die Erfahrungen des Verfassers stammen hauptsächlich aus diesem Gebiet.

Der geologische Faziesbegriff ist glücklicherweise gleich zu Anfang mit einer ausgezeichneten Definition eingeführt worden, u. zw. durch Gressly

(1838) bei einer Bearbeitung des Jura von Solothurn (erste Anwendungen bei Gressly 1836).

Eine sehr knappe Anerkennung dieser genialen Leistung finden wir bei Albert Heim, Geologie der Schweiz. Wir sehen daraus, daß in dieser Geologen-Generation das Verständnis nicht sehr groß war. Die Würdigung in Diener's Biostratigraphie ist wesentlich besser.

Gressly legte besonderen Wert darauf, daß Sediment und Lebewelt unter einheitlichen Bedingungen herangewachsen sind und nicht isoliert betrachtet werden sollten. Seine Beispiele sind demnach teils vom Organischen, teils vom Anorganischen her benannt worden. So steht u. a. einer Korallenfazies eine Schlammfazies gegenüber.

Das ist mitunter vergessen worden. So lesen wir noch ziemlich richtig im Abriß der Geologie von Emanuel Kayser (1915) (ähnlich übrigens bei Haug 1911): „Fazies ist die Summe der petrographischen und paläontologischen Merkmale einer Ablagerung.“ Da die sekundären Merkmale etwas ganz anderes sind, wäre es besser, das Wort „primär“ in die Definition hineinzunehmen.

In der Neubearbeitung des Abrisses durch Brinkmann (1940, S. 120) hat sich eine einseitig anorganische Betrachtung durchgesetzt.

Hier heißt die Definition:

„Die verschiedene Beschaffenheit gleichaltriger Sedimente bezeichnet man als Fazies (z. B. sandige F., limnische F.). Es ist ein wichtiges Ziel der exogenen Dynamik, den Gesetzmäßigkeiten nachzuspüren, die die räumliche Anordnung der heute auf der Erde entstehenden Fazies regeln. Durch Anwendung der aktualistischen Methode ist es möglich, die Erfahrungen der geologischen Gegenwart auf die Vergangenheit zu übertragen und aus der Faziesverteilung in älteren Perioden Rückschlüsse auf die damalige Paläogeographie zu ziehen.“

Gegen Brinkmann's Definition ist folgendes einzuwenden:

1. Der Verfasser sieht die Fazies nur von der anorganischen Seite, also nur halb. Die organische Seite ist im ganzen Buch nicht erwähnt worden.

2. Die räumliche Anordnung der heute auf der Erde entstehenden Fazies ist nicht nur (dieser Irrtum findet sich auch bei Johannes Walther 1893) durch Gesetzmäßigkeiten bzw. physikalisch bestimmt, sondern auch historisch, sowohl bezüglich des angelieferten Sediments als auch bezüglich der Bewohner (vgl. Thienemann 1950).

3. Wie aus 2. hervorgeht, ist es nicht die exogene Dynamik, welche hier regelt. Die in mannigfaltiger Abwandlung beteiligte Schwerkraft sollte auch nicht als exogen bezeichnet werden.

4. Rückschlüsse auf die damalige Paläogeographie sind sehr problematisch, wenn sie (und das tun sie meistens) mit der Annahme rechnen, die Korngröße ließe allgemein mit der Entfernung von der Küste nach.

Als wichtigste Faziesbegriffe hat Kayser (1915, S. 105), aufgezählt: kontinental mit äolisch, fluviatil, lakuster, lagunär und marin mit litoral, pelagisch und abyssisch. Auch nach unserer Ansicht ist das die Hauptreihe.

Anderer Autoren sind ihm jedoch nicht gefolgt. Insbesondere hat sich Diener dem Schema Walther's angeschlossen, das in den ersten vier Kapiteln die wichtigsten Faktoren, in den fünf nachfolgenden die wichtigsten Biotope darstellen wollte.

Licht, Temperatur und Salzgehalt, denen Walther's erste Kapitel gewidmet sind, bedeuten für das Sediment keine Grenzfaktoren. Auch für die marinen Organismen sind sie es nur ausnahmsweise. Hier treten sie an Bedeutung sehr zurück gegenüber der Wasserbewegung, der bei Walther das vierte Kapitel gewidmet ist. Leider hat Diener nur Teile dieses Problems behandelt und nicht daran gedacht, daß die Sauerstoffversorgung für die Bodentiere des Meeres als wichtigster Faktor gelten muß.

Unter Aufgliederung der Flachsee hat Diener die ganze Reihe verwendet und hat ihr den Namen „chorologische Einteilung“ gegeben. Dieser Ausdruck hat sich ebensowenig durchgesetzt wie Walther's „Bionomie des Meeres“. Beide sind im internationalen Gebrauch verdrängt worden durch den älteren, schon von Haeckel gegebenen Begriff „Ökologie“; der in unserem Zusammenhang besonders wichtige Begriff „Biotop“ ist ein Grundbegriff der Ökologie.

Dem genannten Buche Diener's verdanken wir übrigens eine sehr brauchbare kritische Besprechung wichtiger Beispiele aus der Erdgeschichte, welche hier Fazieslehre genannt wurde.

In der Fazieskunde des Ungarn Lazlo Strausz (1928) ist der dankenswerte Versuch gemacht worden, die Bildungstiefe für verschiedene Tertiärfaunen Ungarns zu bestimmen. Sachlich müssen wir diesen Versuch heute wohl als gescheitert betrachten, jedenfalls haben die Ergebnisse nur relative Gültigkeit. Aus früher dargelegten Gründen (Schmidt 1935) halte ich es für unmöglich, absolute Tiefenbestimmungen für fossile Faunen zu geben.

So zeigt schon der Werdegang der Faziesbegriffe etwas über deren Rangordnung. Es scheint, daß wir am besten weiterkommen auf dem Wege „per exclusionem“.

Zunächst sollte man sich klar werden, daß die sekundären Eigenschaften eines Gesteinskörpers, wie Klüftung, Schieferung oder ein verschiedener Grad der Metamorphose, etwas ganz anderes sind und nicht mit der geologischen Fazies vermengt werden sollten. Obwohl angesehene Petrographen das Wort Fazies in diesem Sinne verwenden, halte ich dieses Verfahren

für falsch. Wohin würden wir kommen, wenn definierte wissenschaftliche Begriffe beliebig auch in anderem Sinn gebraucht werden dürften!

Für unrichtig halte ich es auch, wenn das Wort Fazies statt für eine stratigraphische Einheit für eine Folge vieler, auf andere Weise verbundener Einheiten verwendet wird, wie etwa bayrische Fazies, orogene Fazies oder ähnlich.

Selbstverständlich kann zur Kennzeichnung eines Faziesunterschiedes im einzelnen der Fossilinhalt unberücksichtigt bleiben; so ist der Rotschiefer im Rheinischen Devon eine Fazies (aber nicht der Rotschiefer der vorzechesteinischen Verwitterungsrinde!). Ein sehr einfacher Ausdruck für anorganische Faziesunterschiede ist das von Sloss und Krumbein empfohlene Dreieckschema, welches an der ersten Ecke die grobklastischen, an der zweiten die kalkigen und an der dritten die tonigen Sedimente anordnet.

Die viel inhaltreicheren Bezeichnungen der Faziesbildungen als Biotope fallen dabei aber unter den Tisch. Wenn wir nur nach diesem praktischen Schema arbeiteten, würden wir ungefähr bei der vor Gressly gepflegten Methode ankommen und Faziesbegriffe überhaupt nicht mehr brauchen. Ein großer Teil des amerikanischen Schrifttums verhält sich diesen gegenüber ja auffallend zurückhaltend.

Für marine Sedimente sind mitunter Faziesreihen nach abnehmendem Festlandseinfluß aufgestellt worden (z. B. Lotze 1928). Weniger korrekt wurde dabei auch von „küstennah“ und „küstenfern“ gesprochen, als ob der Festlandseinfluß in gerader Richtung seewärts abnahme. So etwas gibt es nur äußerst selten. Es ist doch wohl so, daß schon die Sande zum großen Teil nicht einfach vor den Flußmündungen liegen bleiben, sondern durch Strömungen fortgeführt werden. Noch weiter werden die Tone verfrachtet und noch weiter als diese die gelösten Stoffe, welche als Nährstoffe für das Phytoplankton auch in dieses System gehören und je nach Wasserwärme und Belichtung früher oder später verbraucht werden.

Noch weniger befriedigt die bathymetrische Gliederung im Sinne litoral — neritisch — bathyal. Ihr Hauptfehler liegt wohl darin, daß sie keinen Raum für das doch so wichtige Küstenstillwasser bietet. Man muß doch bedenken, daß im Gegensatz zur räumlichen Verbreitung der Flußmündungs-Gebiete mengenmäßig ein sehr erheblicher Teil der Meeresablagerungen hier entsteht, wobei auch die verschiedenen Sedimente aus gelösten Stoffen mitzurechnen sind.

Die Tiefe ist kein Faktor, weder für das Sediment noch für die Lebewelt, ebenso wie die Höhe über dem Meeresspiegel kein Faktor für die Biotope des Landes ist. Für die Lebewelt können Licht, Temperatur und Salzgehalt als Grenzfaktoren auftreten, aber keiner dieser Faktoren ist von

so überragender Bedeutung oder so sehr in den Mittelpunkt zu rücken, daß er die bathymetrische Gliederung ausreichend begründen könnte.

Es könnte auch daran gedacht werden, daß zunächst und hauptsächlich stetige und unstetige Biotope unterschieden werden sollten. Besonders unstetig ist das Wattenmeer, das immer sechs Stunden für die Fische und sechs Stunden für die Vögel den Lebensraum bietet. Unstetig entstehende Sedimente zeigen einen primären Schichtwechsel, stetig entstehende, wie die Korallenriffe, nicht. Dieser Unterschied kann aber nachträglich verwischt werden, weil es schichtungstörende Faktoren organischer und anorganischer Natur gibt. Deshalb kommt für die Fazieskunde nicht allzuviel heraus, allenfalls eine Unterscheidung von Plattenkalken und Massenkalken. Verschiedene Arten und Grade der Unstetigkeit habe ich 1948 als dritte Gruppe der Faziesbeziehungen eingeordnet. Über die Berücksichtigung post-humer Komponenten wird unten noch etwas zu sagen sein.

Für die Süßwasser-Biotope hat Thienemann die Verteilung der Nahrung in den Vordergrund gestellt und demgemäß eutrophe und oligotrophe Seen unterschieden. Derselbe hat aber auch die entscheidende Bedeutung der Sauerstoffversorgung klargestellt. Seine neueren ökologischen Schriften, so die Zusammenfassung „Leben und Umwelt“ (1956), zeigen deutlich, wie beides zusammenhängt. Da im Meere viel mehr umgerührt wird als im Süßwassersee, gibt es hier nur selten einen annähernd reinen eutrophen oder oligotrophen Biotop.

Die Wasserbewegung ist von Johannes Walther in einem eigenen Kapitel berücksichtigt, von seinen Nachfolgern aber mehr oder weniger vernachlässigt worden. Sie regelt die Verteilung der klastischen Sedimente und der Driftkalke, ist aber auch eng verbunden mit der Sauerstoffversorgung. Diese ist für die Verteilung der Bodentiere im Meere viel wichtiger als die Nahrungsversorgung. Nach Schmidt (1935) sind die eng miteinander verbundenen Faktoren Wasserbewegung und Sauerstoffversorgung als entscheidende Grundlage für die Hauptreihe der Faziesbeziehungen anzusehen.

Wir können dabei drei Stufen unterscheiden, in denen die Sauerstoffversorgung für die meisten Bodentiere ausreichend ist oder darüber hinausgeht und drei andere, in denen sie schlechter als ausreichend ist. Die Bezeichnungweise gründete sich dementsprechend auf eine Beurteilung der Belüftung. Sie bedarf einer Ergänzung durch Begriffe, aus denen ersichtlich ist, daß es sich um Biotope handelt und daß diese für die Atmung ihrer Bewohner mehr oder weniger günstig sind. In diesem Sinne werden jetzt Wortzusammensetzungen vorgeschlagen mit dem griechischen Bestandteil

Pneuston = das Atembare. Apneuston erscheint logischer als anaërob; Hyperpneuston kennzeichnet Wasser mit mehr als 100% Sättigung an Sauerstoff, wie es besonders in den Ästuarien bzw. Brandungsgebieten vorkommt.

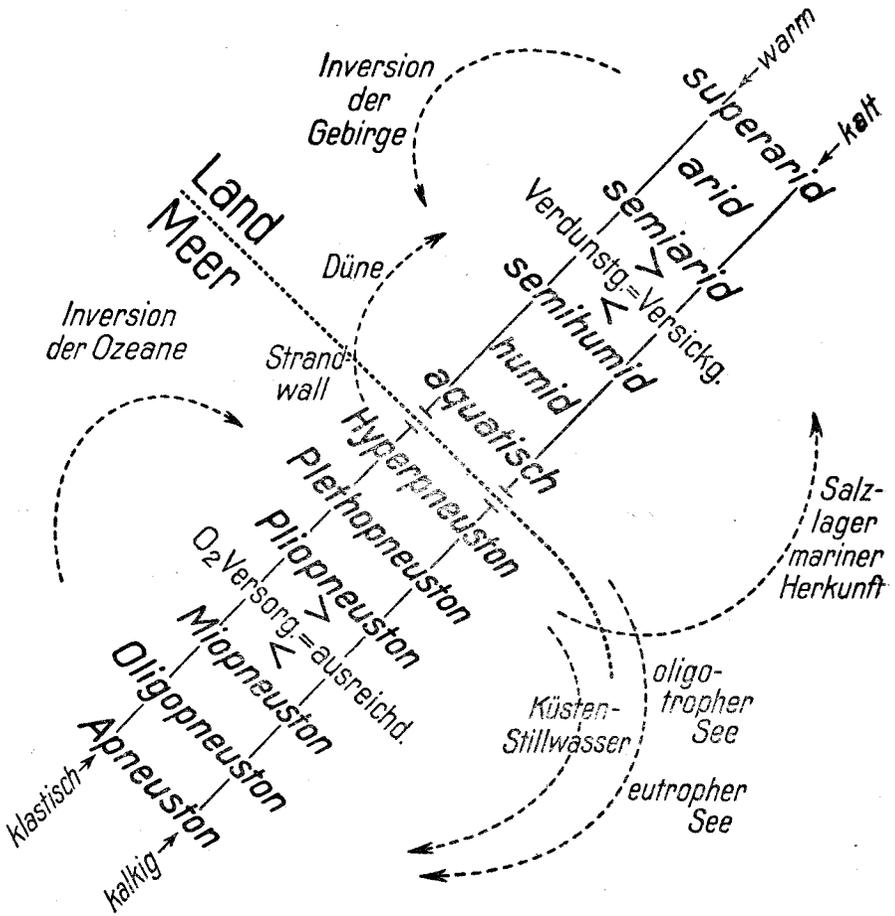


Abb. 1.

Natürliche Reihen benachbarter Biotope, aus denen sich die Anordnung der wichtigsten Faziesbegriffe ergibt.

Es lag nahe, die Kennzeichnung mariner Biotope dem Griechischen zu entlehnen. Die der Land-Biotope ist von altersher lateinisch. Auf dem Lande liegt ja der wichtigste Grenzfaktor des Lebens bei der Wasserversorgung. Auch hier liegt für die Hauptreihe eine Halbierung nahe. Wir legen sie da, wo die Verdunstung auf Landboden größer wird als die Versickerung, der Abfluß also aufhört. Mit den Bezeichnungen semiarid, arid und super-arid = Wüste als Endglied bleiben wir im gewohnten Schema. Natürlich sind weitere Unterabteilungen möglich, etwa im Sinne des Trockenheitsindex nach de Martonne oder der Wüstengliederung Mortensen's. Die feuchte Hälfte der Land-Biotope gliedert man wohl zweckmäßig von oben nach unten als semihumid, humid und aquatisch, womit Waldzone, Bruchwald, Moor, Sumpf und See untergebracht wären.

Die Verwirklichung der Hauptreihe wird natürlich allenthalben von örtlichen Umständen modifiziert. Die grundsätzliche Gültigkeit der Landreihe kann man darlegen, wenn man die großen Klimabereiche der Erde zu einem Sammelkontinent zusammenfügt, wie das Troll (1948) getan hat. Eine große 3 gibt dann die Leitfigur: ihr oberer und ihr unterer Bogen sind die borealen und südlichen Waldgürtel, ihr Mittelvorsprung ist die äquatoriale Regenwald-Zone, und in den senkrechten Teilen liegen die Passat-Regenwälder. Im Inneren beider Bögen liegen die warmen, polwärts die kalten Trockenzonen. Unser Schema trägt dem Rechnung in der Verdoppelung der oberen Hauptreihe. Die Hauptreihe der Meeres-Biotope ist ebenfalls mit Vorteil zu verdoppeln, womit vorwiegend kalkige und vorwiegend klastische Biotope berücksichtigt werden.

Um auch anderen natürlichen Nachbarschaften von Biotopen Rechnung zu tragen, zeigt unser Schema sechs Abzweigungen, also etwas mehr als das Schema des Verfassers von 1944. Vier von diesen Abzweigungen sind progressiv oder Verkürzungen oder Kurzschlüsse, zwei weitere sind regressiv oder Inversionen oder Umkehrungen.

Die Inversion der Gebirge ist im Bereich der warmen Trockenzonen verbreitet. Dort nimmt die verfügbare Feuchtigkeit in gewissen Berghöhen zu, in größeren Höhen nimmt sie wieder ab. Im Optimum liegt in Südeuropa der Buchenwald, in Nordafrika der Zedernwald; Näheres dazu gibt K ü m m e l (1949). Bei den faziellen Unterschieden der Tertiär-Floren, die ja neuerdings von Wien aus besser studiert worden sind, ist von Verschiebungen der Vegetationszonen auch die Rede. Auch bei den Befunden der Pollenanalyse handelt es sich zunächst um faziell verschiedene Dinge. Den Wechsel der Vegetationsgebiete in den westlichen USA während des Tertiärs zeigt Axelrod (1949, S. 159 und 161).

Bei den Inversionen im Ozeanwasser handelt es sich teilweise um pol-

flüchtige Strömungen, die in Zeiten ohne Polvereisung wesentlich geringer gewesen sein müssen.

Im ganzen glauben wir, daß ein ökologisches Schema sich ergeben hat, welches für die Biotope der Gegenwart ebenso gilt wie für die Faziesbildungen der Erdgeschichte. Diese doppelte Leistung müssen wir auch für die Hauptordnung der Faziesbegriffe verlangen, wir müssen ja mit der aktualistischen Methode arbeiten, auch wenn wir finden, daß diese oder jene Art von Biotopen früher einmal weniger oder weiter ausgebildet war als heute.

Im Anschluß an dieses Schema mögen noch einige Probleme der Fazieskunde gesondert besprochen werden.

Wir rechnen die wachsende Sediment-Oberfläche zur Lithosphäre, wir müssen sie aber ebenso auch zur Biosphäre rechnen, für welche sie nicht einmal ganz die untere Grenze bildet.

Die Sedimentation kann ein Produkt des Lebens sein oder von diesem unbeeinflusst, in den meisten Fällen aber — das hat zuerst wohl *Vernadsky* betont — ist sie irgendwie vom Leben beeinflusst. Das fängt bereits im Abtragungsgebiet an, wie *Erich Kaiser* (1931) im Zusammenhang mit dem Grauwackenproblem gezeigt hat.

Im Hinblick darauf, daß die geochemischen Gesetzmäßigkeiten für Eisensilikate im Meerwasser anscheinend nicht immer die gleichen geblieben sind, hat *Hummel* (1940, S. 463), mit Recht darauf hingewiesen, daß „die Beziehungen zwischen den Lebewesen und ihrer Umwelt durchaus wechselseitig sind“. Diese gegenseitige Bedingtheit werde im Gegensatz zu einem früheren rein anorganischen Standpunkt in der Bodenkunde bereits anerkannt.

Die Masse der klastischen Sedimente, aber auch manche organischen Einschlüsse sind Gaben eines anderen Lebensraums an den der Ablagerung. Der Meeresboden ist nach *Thienemann* ein ungesättigter Lebensraum, weil er nur Konsumenten, aber keine Produzenten organischer Substanz hat. Ihm fehlt also die Urproduktion, er bezieht die organische Substanz zunächst in Form planktogener Sinkstoffe von oben. Das Meeresbecken mit Boden und Oberfläche ist dagegen nahezu autark. Die organogenen Sedimente, in beschränktem Maße auch die klastischen, können als Ausscheidungsprodukte des Biotopes betrachtet werden, zu vergleichen etwa der Rinde des Baumes.

Jedenfalls muß die Ordnung der Faziesbegriffe Sediment und organischen Inhalt gleichmäßig berücksichtigen. Das geschieht am besten, wenn die Ablagerungsräume als lebende Biotope angesehen werden. Ihr gesamter Inhalt steht unter historischen, topographischen und klimatischen Be-

dingungen, denen gegenüber einfache physikalische Gesetze die geringere Rolle spielen.

Ebenso wie die marine Ökologie für den Geologen von großer Bedeutung ist, muß auch der Ökologe mit dem Faziesbefund rechnen, welcher das Endprodukt der Lebensvorgänge wiedergibt. An einer natürlichen Abgrenzung der Biotope untereinander besteht also Interesse von beiden Seiten.

Ein russisches Lehrbuch der Fazieskunde — Nalivkin (1933) — bezieht das gesamte Gebiet der Sedimentkunde ein, während die amerikanische Literatur im allgemeinen sehr zurückhaltend war. Erst neuerdings ist das Wort „Fazies“ dort sehr in Mode gekommen, viele echten Faziesprobleme werden besprochen. Allerdings ist dabei manchmal auch dann von Fazies die Rede, wenn nur an einem Ort die Sedimentation sich geändert hat. Diese Anwendung ist mit Recht von R. C. Moore als zweitrangig bezeichnet, von ihrer Verwendung ist dabei abgeraten worden — übrigens mehr aus praktischen Gründen als zur Reinhaltung eines längst festgelegten Begriffes.

Magnafazies und Parvafazies (R. C. Moore 1949) sind Unterscheidungen, die bei uns auch gemacht werden könnten: Wir beobachten etwa im Devon die schrittweise vor sich gehende Verschiebung der Grenze zwischen rheinischer und herzynischer (Magna-) Fazies, während Wissenbacher und Büdesheimer Schiefer als stratigraphisch enger begrenzte (Parva-) Fazies im Bereich der zweiten auftreten.

Die sogenannte Mikrofazies wird mit der Lupe am Gesteinsanschliff beobachtet (Fairbridge 1954). Ein gutes Beispiel dafür sind die dunklen und hellen Lagen in der rheinischen Braunkohle, deren verschiedene Pollenführung auf die Entstehung in verschiedenen Biotopen zurückgeht.

Bei Krumbein & Sloss werden Fazies und Ökologie in verschiedenen Kapiteln behandelt, über ihre Verbindung ist aber kein Zweifel gelassen. Die Ordnung der Biotope ist bilateral wie bei unserem Vorschlag von 1944, auf dem Lande vom Trockenen zum Feuchten, im Meere vom Strand zum Beckeninneren fortschreitend. Kurzschlüsse und Inversionen sind dabei nicht berücksichtigt.

Die u. a. von R. C. Moore befürwortete Aufgliederung des Faziesbegriffes verselbständigt Biotop, Lithotop und Tectotop, was uns nicht ratsam erscheint. Der Tectotop ist ein komplexer, aus verschiedenen Bereichen abgeleiteter Begriff sekundärer Art. Der Lithotop — die Wortbildung ist durchaus unglücklich — ist eine einseitige Abstraktion, da ja dieser Ort gleichzeitig Bestandteil der Lithosphäre und der Biosphäre ist. Es kommt nicht selten vor, daß die Spuren seiner Bewohner nur noch in der Zerstörung einer ursprünglichen Feinschichtung vorhanden sind. Von

weiteren Nachteilen, die sich bei der Trennung organischer und anorganischer Komponenten ergeben, war bereits die Rede.

Das Wort Lithofazies schließt sekundäre (Metamorphose)-Merkmale nicht mit der nötigen Klarheit aus.

An dieser Stelle sei ein Fehler des ausgezeichneten Buches von Krumbein & Sloss vermerkt: Der Fossilinhalt eines Sediments bildet nicht eine Thanatocoenose (Todesgemeinschaft), sondern eine Taphocoenose (Grabgemeinschaft), wie nach Wasmund schon häufig im deutschen Schrifttum festgestellt wurde. Es ist wichtig, daran zu erinnern, daß die Taphocoenose nicht nur Komponenten verschiedener Biotope vereinigen kann (Beispiel: Die atlantische *Sepia* am Nordseestrand), sondern auch Komponenten aus verschiedenen Zeiträumen (tertiäre Turritellen oder *Tapes eemensis* in rezenten Muschelpflastern). Die Taphocoenose kann also heterotope und heterochrone (unter diesen simultane und posthume) Bestandteile enthalten, was bei kritischer Beurteilung der Faziesmerkmale nicht vergessen werden darf.

Auch ein Konglomerat kann aus simultanen Komponenten bestehen (intraformational oder semicontemporaneous), es kann solche beigemischt enthalten oder von solchen frei sein. In der Regel überwiegt in den Konglomeraten das posthume Material, welches zum zweiten (oder dritten usw.) Male eingebettet wurde.

Zur Bildung von Simultan-Geröllen sind besonders solche Gesteine geeignet, bei denen sehr frühe diagenetische Verfestigungen vorkommen, wie Kalke oder Toneisensteine (diese in vielen Konglomeraten des Ruhrkarbons); mitunter genügt aber auch die Trocknung eines tonigen Sediments, um Material für Simultan-Gerölle zu liefern.

Bei Sandkörnern ist bekanntlich nicht nur mit einmaliger Anlieferung und Ablagerung zu rechnen. Gewisse Sandsteine des süddeutschen Lias sind nach Aldinger durch Aufbereitung innerhalb des Biotops zu erklären. Die Aufbereitung am Meeresboden ist nach neuen amerikanischen Beobachtungen viel verbreiteter, als man bisher glaubte.

Umgekehrt ist es bei den Fossilbänken: Eine solche bildet eine Taphocoenose, deren Bestandteile ortseigen oder ortsfremd sein können, m. a. W. homotop oder heterotop, besser topogen oder topoxen. Beide sind simultan, sofern die liefernden Arten von Tieren oder Pflanzen im Einzugsbereich des Sediments lebten. Das Maß der Ortsfremdheit kann verschieden sein, es ist groß bei den *Sepia*-Schulpen des Nordseestrandes, die aus dem entfernten Biotop „Atlantik“ stammen. Etwas anderes ist es, wenn nach Aufarbeitung eines älteren Sedimentes Bestandteile aus diesem in eine Fossilbank geraten. Diese müssen als posthum bezeichnet werden.

Eindeutig als posthum erkennbar sind aber nur solche Elemente, die im Einzugsbereich des Sediments nicht mehr gelebt haben, wie die genannte *Tapes eemensis* zwischen rezenten NordseemuscheIn. Bei verfeinerter Analyse von Fossilbänken werden immer mehr posthume Fossilien bekannt. Die Bearbeitung tertiärer Foraminiferen in Kalken des Apenin durch Renz (1936) erbrachte viele Beispiele, wobei sich simultane und posthume Bestandteile oft im Schliff nebeneinander zeigen ließen.

Die vom Verfasser 1951 und 1952 gemachten Feststellungen zur Erkennbarkeit fossiler Brackwasserablagerungen sollen hier nicht wiederholt werden. Das Brackwassergebiet eignet sich nicht für einen faziellen Hauptbegriff, in Zweifelsfällen ist der eingeführte Begriff „lagunär“ vorteilhafter, den u. a. Nalivkin als gleichberechtigt neben kontinental und marin gebraucht hat.

Lange Zeit herrschte bei uns die Meinung, nur wenige echte Sapropelle könnten Erdölmuttergesteine gewesen sein. Wenn heute (Benz 1955) anerkannt wird, daß umfangreiche Serien des Lias, des Dogger und der Unterkreide in Norddeutschland Erdöllagerstätten geliefert haben, taucht erneut die Frage auf, welche Fazieseigenschaften zum Muttergestein gehören. Gehören dazu die normalen Ammonitentonere oder sind es nur bestimmte Lagen in diesen? Hat die von Würmern durchgearbeitete marine Gyttja auch die Eigenschaft eines Muttergesteins oder wo liegen die Grenzen? Zur Beantwortung dieser Fragen wird der geformte und der ungeformte organische Inhalt solcher Gesteine in verschiedenen Abwandlungen weiterhin untersucht werden müssen.

In diesem Zusammenhang gehören auch die zum großen Teil erst neuerdings bekannt werdenden Zwergfaunen in Pyriterrhaltung, die schwerlich gemäß Grabau (Diener 1925, S. 17) als lagunäre Gesellschaften aufgefaßt werden können, viel eher als Einschwemmungen in tote Räume.

#### Zusammenfassung.

Übereinstimmend mit der Tradition bezeichnen wir als Fazies die an Sediment und Fossilinhalt erkennbaren Eigenschaften eines ehemaligen Biotops, die ihn von seinen Nachbarn unterscheiden.

Im Bereich des Meeres ist besonders wichtig die Wasserbewegung, durch welche das Sediment und über die Sauerstoffversorgung zugleich die Atmung der Bodentiere bedingt wird. In diesem Sinne werden sechs Stufen der marinen Faziesreihe unterschieden und benannt, nämlich Apneuston, Oligopneuston, Miopneuston — Pliopneuston, Plethopneuston und Hyperpneuston.

Im Bereich des Landes werden die Biotope nach der für den Bewuchs entscheidenden Wasserversorgung unterschieden, und zwar als aquatisch, humid, semihumid — semiarid, arid und superarid. Unser Schema S. 338 zeigt außer einer doppelten Hauptreihe einige Nebenreihen progressiver und regressiver Art.

Der Anlieferung von Verwitterungsmaterial in fester und gelöster Form wird weiterhin der zweite Rang zugewiesen. Dabei ergibt sich die fazielle Asymmetrie der Meeresbecken. Die Wirkungen der submarinen Erosion müssen mehr als bisher berücksichtigt werden.

Die mehr oder weniger großen Unstetigkeiten der Sedimentation ergeben weitere Fazies-Merkmale. In diesem Zusammenhang wurden die Begriffe simultan und posthum für Bestandteile der Konglomerate und Fossilbänke vorgeschlagen.

Die gedankliche Trennung von organischer und anorganischer Fazies entspricht weder der Natur noch dem gedanklichen Kern und Wesen des für die gesamte Geologie so wichtigen Begriffes Fazies.

#### Literatur.

- Aldinger, H.: Die Herkunft der sandigen Ablagerungen im schwäbischen Lias und Dogger. — N. Jb. Geol. Pal., Abh. 97, 1953, S. 220—240.
- Axelrod, D. S.: In „Sedimentary facies in Geologic History“, Discussion, S. 155—164 (2. Fig.). — Geol. Soc. Am. Mem. 39, 1949.
- Bentz, A.: Über die Herkunft des Erdöls in Deutschland. — Roemeriana 1 (Dahlgrün-Festschrift), Clausthal-Zellerfeld 1954.
- Brinckmann, R.: Abriß der Historischen Geologie. — Stuttgart 1940.
- Cori, C. I.: Der Naturfreund am Strande der Adria und des Mittelmeergebietes. — Leipzig (Klinkhardt) 1910.
- Diener, C.: Grundzüge der Biostratigraphie. — Leipzig-Wien 1925.
- Fairbridge, R. W.: Stratigraphic correlation by microfazies. — Amer. J. Sci. 252, 1954, S. 68, 694, 883.
- Greßly, A.: Geognostische Bemerkungen über den Jura der nordwestlichen Schweiz, besonders des Kantons Solothurn und der Grenzpartien der Kantone Bern, Aargau und Basel. — N. Jb. Min. usw., 1836, S. 659—675.
- Le Jura Soleurois. — Neuchatel 1838.
- Hummel, K.: Geochemie und Erdgeschichte. — Z. Deutsch. Geol. Ges. 92, 1940, S. 459—468.
- Kaiser, Erich: Der Grundsatz des Aktualismus in der Geologie. — D. Geol. Ges. 83, 1931.
- Kayser, Emanuel: Abriß der Geologie. — Stuttgart 1915.
- Krumbein & Sloss: Stratigraphy and Sedimentation. — San Francisco 1953.
- Kümmel, K.: Die Stellung Südfrankreichs und der Krim im west- und ostmediterranen Vegetationsstufenprofil. — Bonn 1949.
- Lotze, F.: Das Mitteldevon des Wennetals nördlich der Elssper Mulde. — Abh. Pr. Geol. L.-A. 104, Berlin 1928.
- Moore, R. C.: Meaning of facies. — Geol. Soc. Am., Mem. 39, 1949, S. 1—34.
- Nalivkin, D. B.: Utschennie o faziach. — Moskau 1933.
- Renz, O.: Stratigraphische und mikropaläontologische Untersuchungen der Scaglia im zentralen Apennin. — Eclogae Geol. Helvet. 29, 1936, S. 1—149 (Taf. 1—15).
- Schmidt, H.: Die bionomische Einteilung der fossilen Meeresböden. — Fortschr. Geol. Pal. 12, H. 38, Berlin 1935.
- Ökologie und Erdgeschichte. — Z. D. Geol. Ges. 90, 1944, S. 113—123.

- Die fazielle Einstufung fossilführender Sedimente. — Erdöl und Tektonik in Nordwestdeutschland, Hannover-Cells 1949, S. 96—97.
- Die Frage der Brackwasserfaunen im Karbon. — 3. Congr. Strat. Carbonif., Heerlen 1951, S. 551—554.
- Erkennbarkeit fossiler Brackwasser-Absätze. — Z. D. Geol. Ges. 103 (für 1951), Hannover 1952, S. 9—16.
- Sloss, Krumbein & Dapples: Integrated facies analysis. — Geol. Soc. Am., Mem. 39, 1949, S. 91—123.
- Strausz, L.: Geologische Fazieskunde. — Magyar. Kir. Földtani Intézet 28, Budapest 1928.
- Thienemann, A.: Verbreitungsgeschichte der Süßwassertierwelt Europas. — Die Binnengewässer 18, Stuttgart 1950.
- Leben und Umwelt. Vom Gesamthaushalt der Natur. — Rowohlt's Deutsche Enzyklopädie, Hamburg 1956.
- Thomson, P. W.: Die Braunkohlenmoore des jüngeren Tertiärs und ihre Ablagerungen. — Geol. Rundschau 45, 1956, S. 62—70.
- Troll, C.: Der asymmetrische Vegetations- und Landschaftsbau der Nord- und Südhalbkugel. — Göttinger Geographische Abh. 1 (Meinardus-Festschrift), 1948.
- Walther, J.: Einleitung in die Geologie als historische Wissenschaft. — Jena 1894.