Palaeontologische Arbeitsmethoden in der Erdölgeologie

Autor(en): **Rutsch, R.F.**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletin der Vereinigung Schweizerischer Petroleumgeologen und Petroleumingenieure**

Band (Jahr): **14 (1947)**

Heft 47

PDF erstellt am: **28.04.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-183587

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Separatabdruck aus Bulletin Nr. 47 der
„Vereinigung schweizerischer Petroleumgeologen und Petroleumingenieure"

Palaeontologische Arbeitsmethoden in der Erdölgeologie

von

R. F. Rutsch, Bern

Vortrag gehalten an der 14. Jahresversammlung der „Vereinigung schweizerischer Petroleumgeologen und Petroleumingenieure" in Freiburg, 7. Juni 1947.

Es ist noch gar nicht lange her, seit die ersten schweizerischen Erdölgeologen unter denkbar einfachen Voraussetzungen Antiklinal-Strukturen in überseeischen Erdölgebieten verfolgt haben.

Seither hat die Erdölindustrie die Ihnen allen bekannte, fast beispiellose Entwicklung durchgemacht. Zu den tektonischen und stratigraphischen Feldaufnahmen sind die verschiedenen geophysikalischen Arbeitsmethoden, die Photogeologie, die sedimentpetrographischen, chemischen, mikrotektonischen und palaeontologischen Untersuchungen in immer steigendem Maße herangezogen worden.

Heute stehen wir vor der Tatsache, daß die geologische Erforschung zahlreicher überseeischer Erdölgebiete, dank der großen zur Verfügung stehenden Mittel, der Untersuchung mancher europäischer Gebiete weit vorausgeeilt ist.

Die Anwendung **palaeontologischer** Arbeitsmethoden drängte sich relativ früh auf. Sobald man dazu überging, den Bau tektonisch komplizierter Gebiete auf Grund detaillierter stratigraphischer Untersuchungen abzuklären, erwies sich die Verwendung der Fossilien zur Lösung stratigraphischer Probleme als unumgänglich. Es ist dies genau derselbe Weg, den die Geologie viel früher schon in Europa beschritten hatte. Auch hier sind die rein lithologisch-stratigraphischen Arbeitsmethoden, wie sie beispielsweise noch Abraham Gottlob Werner (1749—1817) vertrat, durch die von William Smith (1769—1839) in England erstmals praktisch angewandten palaeontologischen Untersuchungen verdrängt worden.

Damit haben wir bereits die erste und wichtigste Aufgabe palaeontologischer Untersuchungsmethoden in der Erdölgeologie kennen gelernt: Da wo Felduntersuchung und makro- oder mikrolithologische Kriterien zur Klärung stratigraphischer Probleme versagen, setzen die palaeontologischen Arbeitsmethoden ein. Mit ihrer Hilfe kann die **vertikale Gliederung („Klassifikation")** und die **horizontale Parallelisierung („Korrelation")** erreicht und damit die Grundlage für die Ermittlung erdölhöffiger Strukturen geschaffen werden.

Sobald man erkannt hatte, daß Erdöllagerstätten nicht nur an bestimmte tektonische Strukturen, sondern auch an rein lithologisch-facielle Bedingungen geknüpft sein können, stellte sich der Palaeontologie die Aufgabe, neben der relativen Altersbestimmung auch die **genetisch-faciellen Verhältnisse fossilführender Sedimente** zu untersuchen. Die Frage nach der Bildungsweise und den faciellen Gesetzmäßigkeiten eines Sediments erhielt plötzlich praktische Bedeutung.

Dies führt uns naturgemäß über zum dritten Aufgabenkreis erdölpalaeontologischer Untersuchungen. Seitdem man neben der heute überlieferten Form der Erdöllagerstätten auch das **Problem ihrer ursprünglichen Herkunft und ihrer primären Entstehungsweise („Erdölmutterformationen")** studierte, trägt die Palaeontologie ihren Anteil auch zur Lösung dieser Fragen bei.

Wir können das Aufgabengebiet erdölpalaeontologischer Untersuchungen daher folgendermaßen umreißen:

I. Relative Altersbestimmung a) Klassifikation der Sedimente b) Korrelation der Sedimente II. Lithogenetisch-facielle und palaeogeographische Untersuchungen III. Untersuchung der biologischen Probleme der Erdölentstehung	BIOSTRATIGRAPHIE

Dem in der Praxis tätigen Erdöl-Palaeontologen stellen sich bei der Lösung dieser Aufgaben außerordentliche Schwierigkeiten entgegen.

Die rein wissenschaftlichen Arbeitsmethoden der modernen Palaeontologie setzen Hilfsmittel verschiedener Art voraus, von deren Umfang sich der Nicht-Palaeontologe kaum eine Vorstellung machen kann. Die zunehmende Spezialisation, die verfeinerten Arbeitsmethoden erfordern vor allem umfangreiche, seit Generationen systematisch ergänzte **Bibliotheken**, wie sie dem in der Praxis — namentlich in den tropischen Erdölgebieten — tätigen Palaeontologen kaum je zur Verfügung stehen. Selbst in Europa und Nordamerika können systematisch-palaeontologische Arbeiten heute fast nur noch in größeren Universitätsstädten durchgeführt werden.

Zu den Bibliotheken gehören aber auch umfangreiche **Vergleichs-Sammlungen** fossiler und rezenter Vertreter der zu untersuchenden Organismen. Gerade das in den letzten Jahren eingeführte Typ-Verfahren zur Charakterisierung einer Gattung oder Art stellt außerordentlich große Anforderungen in bezug auf zu benützende Literatur und Vergleichs-Materialien. Aber auch die rein **technischen Hilfsmittel** sind heute schon recht kompliziert (Röntgen-, Ultraviolettlicht-Untersuchungen etc.) und dürften, zumindest bei kleineren Erdölgesellschaften, kaum zur Verfügung stehen.

In der Praxis müssen daher notwendigerweise einfachere, vom komplizierten Apparat des wissenschaftlich tätigen Palaeontologen unabhängige Methoden angewendet werden.

Zudem müssen in der Praxis brauchbare Resultate in der Regel in relativ kurzer Zeit vorliegen, um nutzbringend verwendet werden zu können. Auch dies ist ein Grund, warum der schwerfällige und zeitraubende Apparat der rein wissenschaftlichen Untersuchung hier nicht angewendet werden kann. Gerade die Verkennung dieser Tatsachen hat nicht selten zu Irrtümern und Mißerfolgen geführt, die die Auffassung aufkommen ließen, palaeontologische Untersuchungen seien für die Erdölgeologie überhaupt nicht von Nutzen.

Die ersten praktisch tätigen Erdölpalaeontologen haben fast ausnahmslos versucht, ihre in Europa oder Nordamerika erworbenen Kenntnisse über den Leitwert der Fossilien ohne weiteres auf neue Gebiete in überseeischen Ländern, z. B. in der Insulinde oder im tropischen Südamerika zu übertragen. Es ergaben sich bald schwere Fehlschlüsse, sei es weil der Leitwert dieser Fossilien mit demjenigen in Europa oder Nordamerika nicht übereinstimmte, sei es weil die morphologisch-systematischen Unterschiede zu wenig genau erfaßt wurden. Häufig gelang es überhaupt nicht, bekannte Leitfossilien aufzufinden und damit das Alter der in Frage stehenden Schichten zu bestimmen.

Dazu kam noch ein weiterer Irrtum. Man glaubte anfänglich, auch in überseeischen Erdölgebieten ohne weiteres die europäischen Stufenbezeichnungen einführen zu können. Man sprach von „Lutétien", „Burdigalien", „Pontien" in Ostindien oder Südamerika ohne zu bedenken, daß die Korrelation mit diesen Zeitbegriffen der stratigraphischen Standard-Skala selbst innerhalb Europas häufig stark hypothetisch ist. Ihre Anwendung in überseeischen Gebieten mußte besonders dann zu Verwirrung führen, wenn sie nicht mit einer regional-lithologischen Stratigraphie kombiniert wurden.

Damit nicht genug, sind diese Begriffe der Standard-Skala häufig auch noch verschieden definiert worden. Für den einen Biostratigraphen war z. B. das Aquitanien Untermiocaen, für den andern Oberoligocaen. Entsprechend hat man dann oft ein- und dieselbe stratigraphische Einheit auf der einen Karte als Oberoligocaen, auf der benachbarten als Untermiocaen eingetragen. Dadurch wurden innerhalb kurzer Zeit unhaltbare Zustände geschaffen. Es mußten andere, praktisch besser verwertbare Methoden einsetzen. Ueber diese soll im folgenden kurz berichtet werden.

Feldbeobachtungen.

Eine ganze Anzahl grundlegender palaeontologisch-stratigraphischer Probleme kann nur gelöst werden, wenn man die Beziehungen der Versteinerungen zum umgebenden Sediment mit aller Sorgfalt untersucht. Die morphologische Interpretation und systematische Zuweisung eines Fossils, das Alter und die Entstehungsweise eines Sedimentes sind häufig nur dann sicher zu beurteilen, wenn Feldbeobachtungen über die Lage der Organismen im Schichtverband vorliegen. Da also, wo es sich nicht nur darum handelt, Bohrkerne oder ausgeschlämmte Mikrofaunen zu untersuchen, sollte der Biostratigraph an den Explorationsarbeiten im Felde teilnehmen, es sei denn, der kartierende Geologe sei mit diesen Untersuchungen selbst genügend vertraut. Daher ist auch bei der Ausbildung junger Geologen eine entsprechende biostratigraphische Schulung erwünscht, selbst wenn sie sich später nicht als Palaeontologen betätigen. Einige Beispiele mögen dies erläutern:

Gewölbte Körper (z. B. einklappige Muscheln, kegelförmige Schnecken usw.) werden normalerweise nicht mit der gewölbten Seite nach unten einsedimentiert, weil diese Lage unstabil ist, und weil ganz schwache Strömungen genügen, um die Schalen in die Lage „gewölbt oben" umzukippen. Daraus hat man die sogen. **„Einkippungsregel"** (Rud. Richter) abgeleitet: Die Wölbung schüsselförmiger Körper zeigt in der

Regel nach dem **Hangenden.** Man hat so ein Hilfsmittel, um normale oder überkippte Serien zu erkennen. Selbstverständlich läßt sich diese Erscheinung nicht am isolierten Fossil feststellen.

Aehnliche Gesetzmäßigkeiten lassen sich aus der sogen. **„Einsteuerung“**, der Orientierung eines Fossils mit ausgesprochener Längsachse in der Schichtebene ableiten. Sie geben uns Aufschluß über Strömungsrichtungen und Strömungsintensität und gestatten Rückschlüsse über die Entstehung der betreffenden Sedimente.

Durch Meeresströmungen, Wellenbewegung, seltener auch durch den Wind, kann aus einer ursprünglichen Faunenassociation („Thanatocoenose“, „Plete“) eine charakteristische **Trennung in Fraktionen,** nach Gewicht, Gestalt usw. erfolgen. Auf diese Weise entstehen Zonen mit sehr scharfer Trennung in Gattungen oder Arten, die in dem räumlich sehr beschränkten Ausschnitt, den uns das fossile Sediment meist bietet, eine bestimmte oekologische Facies (Brackwasserfacies, anaerobe Facies etc.) vortäuschen können.

Besondere Bedeutung erhält diese **Frachtsonderung bei positiven Strandverschiebungen.** Hier kann in einem Profil eine faunistische Succession vorgetäuscht werden (Wanderungen!), die in Wirklichkeit nur das Resultat mechanischer Aufbereitung ist.

Durch tangentiellen tektonischen Druck kann die Gestalt eines Fossils bruchlos derart weitgehend verändert werden, daß die ursprüngliche Form vollständig verloren geht. Diese Erscheinung ist auch in Sedimenten zu beobachten, die nur eine ganz schwache tektonische Beanspruchung aufweisen und im Gesteinscharakter nicht die geringste Spur einer Metamorphose erkennen lassen. Dieser **tektonischen Deformation** kommt für die morphologische Beurteilung und systematische Zuordnung selbstverständlich große Bedeutung zu. Sie ist bis jetzt zu wenig berücksichtigt worden; zahlreiche palaeontologische Arbeiten älteren und neueren Datums sind nach diesen Gesichtspunkten

zu revidieren. Auch diese Deformationserscheinungen und die eventuelle Bestimmung der Druckrichtung können teilweise nur durch Feldbeobachtung ermittelt werden.

Als letztes Beispiel sei die sogen. „**Selektiv-Diagenese**" erwähnt. Durch diagenetische Vorgänge können aus einer ursprünglichen Faunengemeinschaft gewisse Teile eliminiert, andere dagegen durch sie konserviert werden. Dadurch entsteht ein völlig falsches Bild der Biocoenose (resp. Thanatocoenose) und damit eine unrichtige Beurteilung der Entstehungsbedingungen des Sediments und der Faunenfolge. Wiederum ist es die Feldbeobachtung, die uns über diese Erscheinung Aufschluß geben kann.

Aus diesen wenigen Beispielen dürfte zur Genüge hervorgehen, welche Bedeutung der Untersuchung im Felde unter Umständen auch in der angewandten Palaeontologie zukommt.

Laboratoriumsuntersuchungen.

Die meisten größeren Erdölgesellschaften verfügen heute über gut eingerichtete palaeontologische Laboratorien, in denen technische Gehilfen dem Palaeontologen die manuelle Arbeit abnehmen.

Im Laboratorium werden Makrofossilien praepariert, Dünnschliffe angefertigt, vor allem aber Mergel, Tone, Sande usw. zur Gewinnung der Mikrofauna ausgeschlämmt. Man trennt die verschiedenen Fraktionen und nimmt bereits eine grobe Sortierung der Organismen vor. Häufig verwendet man zu diesen Arbeiten Eingeborene, die sich als sehr geschickt erweisen, ja oft sogar Fossilien (z. B. Kleinforaminiferen) mit einiger Zuverlässigkeit nach Gattungen trennen können. Allerdings besteht bei diesen vorbereitenden Arbeiten immer eine gewisse Gefahr von Verwechslungen oder gar gelegentlich von böswilliger Irreführung.

Die morphologisch-systematische Untersuchung durch den Palaeontologen selbst weicht von den üblichen wissenschaftlichen Untersuchungsmethoden wesentlich ab.

Der wissenschaftlich arbeitende Palaeontologe hat die Aufgabe, die Fossilien auf das genaueste morphologisch zu untersuchen, wobei nach Möglichkeit verwandte fossile und rezente Formen zum Vergleich benützt werden müssen. Auf Grund dieser Beobachtungen ermittelt er systematische Stellung und wissenschaftliche Benennung der fossilen Organismen, eine Aufgabe, die oft sehr zeitraubend und mühselig ist, wobei die Schwierigkeiten allzu oft nicht in der Natur selbst, sondern in der Unzulänglichkeit früherer Arbeiten und Untersuchungsmethoden liegen. Es folgt dann die Bestimmung des Leitwertes auf Grund der Erfahrungen in anderen Gebieten, event. auch auf Grund der phylogenetischen Entwicklungsstufe etc., es können Schlüsse über Oekologie, phylogenetische Bedeutung usw. gezogen werden. **In der Praxis muß man diesen komplizierten Weg zunächst völlig verlassen.**

Leitendes Prinzip in der angewandten Palaeontologie ist die Erkenntnis, daß die Stratigraphie zunächst rein lokal, unabhängig von der stratigraphischen Standard-Skala aufgebaut werden muß.[1])

Zu diesem Zwecke geht man von sogenannten **Typ-Profilen (Type sections, Standard sections)** aus, die sich aus der Oberflächengeologie oder aus Bohrungen des zu untersuchenden Gebietes ermitteln lassen. Diese Typ-Profile werden mit aller erdenklichen Sorgfalt und unter Berücksichtigung der oben erwähnten Beobachtungen über die Beziehungen zwischen Sediment und Fossil untersucht. Aus den verschiedenen lithologischen Horizonten (oder bei lithologisch ungegliederten Serien aus möglichst dicht aufeinanderfolgenden Schichthöhen) sammelt man die Fossilien so vollständig wie nur möglich auf. Neben Makrofossilien, neben den Gesteinsmustern zum Anferti-

---

[1]) Der Verfasser möchte an dieser Stelle seinen Freunden Dr. A. Senn (Basel) und Dr. H. H. Renz (Caracas) für zahlreiche Anregungen und Hinweise danken, die sich aus gemeinsamen Arbeiten und Diskussionen während einer Reihe von Jahren ergeben haben.

gen von Dünnschliffen, sind vor allem Proben zum Ausschlämmen der Mikrofossilien zu entnehmen.

Es hat sich als sehr praktisch erwiesen, jede Fundstelle fortlaufend durch eine sogenannte **Observations-Nummer** zu kennzeichnen, die im Feldbuch, in der Karte (sogen. spot map) und auf den Fossilien selbst anzubringen ist. Verschiedene stratigraphische Horizonte ein- und derselben Lokalität werden dabei durch verschiedene Observations-Nummern charakterisiert. Auf diese Weise ist die geographische und stratigraphische Herkunft jedes Fossils eindeutig festgelegt.

Nach erfolgtem Praeparieren und Kennzeichnen der Fossilien setzt die eigentliche Untersuchung ein.

Dabei kann von der Benützung irgendwelcher Literatur zunächst abgesehen werden. Durch sorgfältiges Beobachten aller morphologischen Merkmale werden die verschiedenen „Formen" getrennt, wobei zunächst geringste Formunterschiede zur Trennung benützt werden. Unter Umständen ist dem Palaeontologen die systematische Zugehörigkeit der in Frage stehenden Fossilien noch völlig unbekannt.

Je besser er über die systematische Bedeutung der verschiedenen morphologischen Merkmale orientiert ist, umso zuverlässiger wird natürlich die Trennung der verschiedenen Formen durchgeführt werden. Dies gilt namentlich für Wirbeltiere, höhere Wirbellose und Groß-Foraminiferen, während bei Kleinforaminiferen die systematische Bedeutung der morphologischen Schalen-Kennzeichen noch wenig bekannt ist.

Einzelne Formen einer Fundstelle sind durch ein einziges Individuum, andere durch eine kleinere oder größere Zahl unter sich identischer Formen vertreten. Unter den letzteren wird das best erhaltene Exemplar ausgewählt, so daß jede „Form" der betreffenden Lokalität durch **ein** Exemplar vertreten ist. Diese Exemplare werden als **Typen** bezeichnet und bilden das Ausgangsmaterial für die weiteren biostratigraphischen Untersuchungen.

An Stelle einer genauen systematischen Zuordnung und wissenschaftlichen Benennung versieht man diese Typen nun einfach mit einer Ordnungs-Nummer. Der Typ ist durch zwei Zahlen charakterisiert, von denen die eine (Typ-Nummer) die systematische Zugehörigkeit, die andere die Fundstelle und das stratigraphische Niveau bezeichnet (Observations-Nummer). Häufig werden diese Zahlen als Bruch geschrieben und durch Farben auseinandergehalten (z. B. rote Typ-Nummer im Zähler, blaue Observations-Nummer im Nenner).

Je nach den palaeontologischen Kenntnissen des Bearbeiters kann die Typnummer zusätzlich durch den wissenschaftlichen Namen ergänzt werden, durch Bestimmung der Art, der Gattung oder einer höheren systematischen Kategorie (z. B. Bolivina 26, Ammodiscus 7, Turritella 15, Cypraeidae 5, Lagenidae 3 etc.).

Das gleiche Verfahren führt man auch für alle weiteren stratigraphischen Horizonte des Typprofils durch, so daß schließlich die vertikale Verbreitung der einzelnen Typen in diesem Profil **graphisch aufgetragen werden kann.** Aus weiteren Profilen ergeben sich mit der Zeit Ergänzungen und Korrekturen, bis schließlich eine Standard-Gliederung des zu untersuchenden Gebietes vorliegt, die es erlaubt, auch neue Fundstellen oder Bohrproben stratigraphisch unbekannter Stellung zu horizontieren und zu korrelieren.

Natürlich können wir diese Methode hier nur **im Prinzip darstellen,** in Wirklichkeit erweist sie sich meist als wesentlich komplizierter. Es kommen Fragen der Faciesveränderungen, Sedimentationslücken, Aufarbeitungen usw. dazu, die vom Biostratigraphen von Fall zu Fall zu prüfen sind. Trotz ihrer Primitivität leistet diese Methode in zahlreichen Fällen wertvolle Dienste; ihre Brauchbarkeit hat sich seit Jahren immer wieder bestätigt. Je besser der mit diesem System arbeitende Biostratigraph geschult ist, umso zuverlässiger sind die Resultate, die erreicht werden. Der erfahrene Palaeontologe kann die morphologischen Unterschiede sicherer bewerten, er kann nun auch

versuchen, seine Typen mit den Formen anderer Gebiete zu vergleichen und sein Standardprofil eventuell an die internationale stratigraphische Zeitskala anzuschließen. Er kennt auch die Oekologie der ihm vorliegenden Formen und leitet daraus Schlüsse über die Entstehung der Sedimente, palaeogeographische Verhältnisse usw. ab.

Die Untersuchungsmethode beruht auf zwei grundlegenden Gesetzen, dem der **Superposition** und dem **Irreversibilitäts-**Gesetz, die ja allgemein bekannt sind.

Bedeutung der systematischen Gruppen.

Welche Gruppen von Organismen werden in der angewandten Palaeontologie hauptsächlich verwendet?

Theoretisch kann jeder Organismus in Frage kommen, und es dürfte tatsächlich kaum eine Tier- oder Pflanzen-Gruppe geben, die nicht schon irgendeinmal in der palaeontologischen Praxis zu Korrelations-Zwecken usw. verwendet worden wäre. Es gilt hier ganz vorurteilslos an die Probleme zu treten und alle Möglichkeiten auszunützen, die uns zur Verfügung stehen.

Selbstverständlich gibt es jedoch gewisse Gruppen, die sich wegen ihrer Häufigkeit und ihres Leitwertes für die Erdölpalaeontologie ganz besonders eignen.

Die wichtigste und heute am häufigsten verwendete Gruppe sind die **Klein-Foraminiferen,** wobei ganz überwiegend ausgeschlämmte, isolierte Formen untersucht werden, während Dünnschliffuntersuchungen bei Klein-Foraminiferen bis jetzt eine untergeordnete Rolle spielen. In weiten Kreisen herrschen ganz unrichtige Auffassungen über die Gründe, die zur Vorzugsstellung dieser Protozoen geführt haben. Die Klein-Foraminiferen erweisen sich nicht etwa deshalb als besonders geeignet, weil sie außergewöhnlich rasch evoluieren würden, und dadurch gute Leitfossilien abgäben, oder weil sie für Korrelationen auf große Distanzen zuverlässiger wären als andere Gruppen. Ihre Bedeutung beruht vielmehr auf der Tatsache, daß Klein-Foraminiferen in zahlreichen Sedimenten vorkom-

men, die keine anderen Fossilien enthalten, daß sie meist in großer Zahl auftreten und wegen ihrer Kleinheit in der Regel vorzüglich erhalten sind. Durch Ausschlämmen auch kleinster Gesteinsproben können ganze Faunen in gutem Erhaltungszustand gewonnen werden. Gerade das ist nun aber bei **Bohrproben** der Fall; darin liegt der große Vorteil der Klein-Foraminiferen und der Mikrofossilien überhaupt gegenüber den Makrofossilien.

In bezug auf Leitwert und Korrelationsmöglichkeiten über große Distanzen sind diese Mikroorganismen manchen Groß-Foraminiferen, sowie höheren Wirbellosen und Wirbeltieren sogar unterlegen. Es ist daher falsch und oft verhängnisvoll, ausschließlich mit Klein-Foraminiferen zu arbeiten, sobald auch andere Organismengruppen vertreten sind, abgesehen davon, daß es ja auch Regionen gibt, in welchen man überhaupt nur Makrofossilien findet.

Neben den Klein-Foraminiferen sind die **Groß-Foraminiferen** und die **Mollusken** am wichtigsten. Sie können namentlich auch für Korrelationen über größere Distanzen wertvolle Dienste leisten. Eine zunehmende Bedeutung kommt in den letzten Jahren auch den **Mikromollusken,** sowie in gewissen Gebieten den **Radiolarien** und vielen anderen Wirbellosen zu. Natürlich gehören **Wirbeltiere** stets zu den wertvollsten Leitformen, leider sind solche Funde jedoch in der Regel selten.

In neuester Zeit beginnt sich das Interesse nun auch noch Gruppen zuzuwenden, die man wegen ihrer Kleinheit bis jetzt meist vernachlässigt hat, die aber gerade da wertvoll werden dürften, wo auch Klein-Foraminiferen fehlen. Wir denken dabei zum Beispiel unter den Protozoen an die **Coccolithophoriden** und **Discoasteriden,** an **Silicoflagellaten, Dinoflagellaten** usw., die in letzter Zeit hauptsächlich durch Schiller, Deflandre, Kamptner, Tan Sin Hok, Eisenack, Hovasse, Wetzel, Schulz u. a. näher beschrieben worden sind, nachdem schon Gümbel die Bedeutung der Coccolithophoriden als Faciesindikatoren erkannt hatte. Zur Untersuchung dieser Organis-

men sind allerdings wesentlich stärkere Vergrößerungen notwendig, als sie für Klein-Foraminiferen meist üblich sind.

Schließlich sei nicht vergessen, daß auch **Diatomeen, Pollen** usw. in gewissen Gebieten nützliche Dienste leisten können.

Ausbildung der Erdölpalaeontologen.

Es stellt sich auch noch die Frage, welche Ausbildung für den in der Erdölpraxis tätigen Palaeontologen besonders geeignet ist.

Gelegentlich wird in Geologen-Kreisen auch heute noch die Auffassung vertreten, zu dieser Aufgabe sei ein besonders geschulter Palaeontologe überhaupt nicht nötig, da die Probleme von einem Geologen ebensogut gelöst werden könnten. Es wäre falsch, diese Frage schematisch zu beantworten. Die Anforderungen, die an einen Erdölpalaeontologen gestellt werden, sind sehr verschieden, je nach der Gesellschaft, für die er tätig ist, und je nach dem Stoff den er zu bearbeiten hat. In einer kleinen Gesellschaft z. B., wo er als einziger Palaeontologe völlig selbständig ist und unter Umständen mit sehr verschiedenen Organismengruppen zu arbeiten hat, sind die Anforderungen ganz andere als in einer großen Gesellschaft mit gut organisiertem palaeontologischem Laboratorium, wo ein erfahrener Chef-Palaeontologe den Anfänger in sein Aufgabengebiet einführt, oder wo er unter Umständen für eine ganz spezielle systematische Gruppe eingesetzt wird.

Zweifellos ist ein Teil der Arbeit des Erdölpalaeontologen weitgehend Routine-Arbeit, die nur ein gutes Beobachtungsvermögen, eine absolut zuverlässige Arbeitsweise und ein gewisses Organisationstalent voraussetzt.

Die vorangehenden Ausführungen dürften aber gerade gezeigt haben, daß Routine-Arbeit für einen Erdölpalaeontologen allein noch nicht genügt, und es kann gar kein Zweifel darüber bestehen, daß die Verwendung palaeontologisch ungenügend geschulter Leute nach kürzerer oder längerer Zeit zu Miß-

erfolgen führen muß. Manche Fehlresultate palaeontologischer Untersuchungen in der Erdölpraxis sind nicht der Palaeontologie als solcher, sondern der Verwendung ungeeigneter Mitarbeiter zuzuschreiben. Der nicht palaeontologisch geschulte Biostratigraph wird zwar die Unterschiede zwischen den Einzelformen und Faunenassociationen, nicht aber die diesen Unterschieden zugrunde liegenden Gesetzmäßigkeiten erkennen können.

Für die Arbeit des Erdölpalaeontologen muß daher heute unbedingt eine allgemein-palaeontologische Schulung vorausgesetzt werden. Dabei erhebt sich jedoch die Frage nach der Art der Ausbildung. Auch hier kann keine schematische Lösung gegeben werden. Es gibt Fälle, wo eine überwiegend zoologische oder eventuell botanische Schulung einer mehr biostratigraphischen vorzuziehen ist. Dies trifft zum Beispiel zu, wenn in einer großen Erdölgesellschaft Spezialisten für Groß-Foraminiferen, Wirbeltierfunde usw. verwendet werden können. In einem solchen Falle wird der palaeozoologische Spezialist dem Biostratigraphen entschieden überlegen sein.

In den meisten Fällen ist es dagegen vorteilhafter, wenn der praktische Palaeontologe zuerst eine geologische Schulung durchgemacht hat und sich anschließend für Palaeontologie spezialisiert, wobei er selbstverständlich für die morphologisch-systematische Untersuchung seiner Fossilien gründlicher zoologischer oder botanischer Kenntnisse bedarf. Zur biostratigraphischen Auswertung der Faunen, zum Verständnis der geologischen Profile und Karten, der palaeogeographischen Deutung usw. bedarf es einer Schulung im geologischen Denken, die man sich nur durch selbständige Feldarbeit, niemals nur aus Büchern und Laboratoriums-Studien aneignen kann. Es scheint uns daher für den Biostratigraphen sehr wertvoll, wenn er selbständige geologische Kartierungsarbeit geleistet hat.

Eine besonders glückliche Lösung haben einige größere Erdölgesellschaften gefunden. Hier sind einerseits praktische Biostratigraphen im Explorationsgebiet selbst tätig, welche die

vorangehend beschriebenen Untersuchungen durchführen, und daraus vorläufige, für die Praxis rasch verwendbare Resultate ableiten.

Nachher werden die derart untersuchten Fossilien zur Bearbeitung an Spezialisten weitergeleitet, denen die nötigen wissenschaftlichen Hilfsmittel zur Verfügung stehen und die nun die Ergebnisse des praktischen Biostratigraphen überprüfen, erweitern und nötigenfalls berichtigen können.

Ueber diese hier nur skizzenhaft behandelten Fragen hofft der Vortragende in absehbarer Zeit in einer größeren Veröffentlichung: „Arbeitsmethoden der Biostratigraphie in der Erdölgeologie" ausführlich berichten zu können.