

aus fast allen geologischen Bereichen gewonnenen Bohrkerne führten zu einer gewaltigen Erweiterung des Wissens sowohl über schon bekannte, aber auch über bisher unbekannte Gesteinsserien. Bohrkerne mit einem Durchmesser von meist 10 cm und einer Länge bis 9 m geben die Möglichkeit, die betreffenden Gesteinsserien in allen Details zu untersuchen. Wenn man Glück hat, finden sich in den Bohrkernen auch Reste von Makrofossilien (Großfossilien), die über den ehemaligen Ablagerungsraum und auch über das Alter der Schichten Auskunft geben können.

Nun sollen einige Beispiele für solche Glücksfälle genannt werden. In Bohrungen, die das unter den Molasseschichten in Niederösterreich liegende Autochthone Mesozoikum durchörterten, wurden im Dogger (mittlerer Jura) und im Malm (oberer Jura) zahlreiche Ammoniten gefunden, die für die stratigraphische Einstufung von großem Nutzen waren (siehe Abb. 214, Fig. 4 und 5).

Ammoniten sind am Ende der Kreidezeit ausgestorbene Kopffüßer (*Cephalopoda*; Verwandte der Tintenfische), die ein eingekrümmtes, meist bilateral-symmetrisches Gehäuse besitzen. L. KRYSTYN (Universität Wien) bearbeitete diese Fauna. Die Art *Sphaeroceras brogniarti* (Bohrung Staatz 1) ist für den unteren Dogger typisch. *Oxyceratites yeovilensis*, *Oecotraustes decipiens* und *Proceratites cf. schloenbachi* sprechen für den höheren Dogger (Haselbach 1). In der Mergelkalkserie wurden *Cardioceras* sp., *Lissoceras* sp. (Hagenberg 1) sowie *Neochetoceras* sp. (Laa 1) gefunden, die in den hohen Malm (Kimmeridge/Tithon) gehören. Unterstes Untertithon (= hoher Malm) ist durch *Hybonoticeras hybonotum* (Falkenstein 1) belegt. Diese reiche Fauna aus dem Autochthonen Mesozo-

kum wird noch durch Funde in anderen Bohrungen ergänzt und wäre nie entdeckt worden, hätte man sich damals nicht entschlossen, in relativ dichter Folge Kerne zu ziehen. Die Ammoniten wären zerbohrt und damit zerstört worden.

Bruchstücke anderer Makrofossilien, meist Muscheln und Schnecken, werden in den verschiedenen geologischen Formationen in Bohrkernen immer wieder gefunden und sind manchmal von einem stratigraphischen Wert. Interessant sind aber auch Einzelfunde von anderen Großfossilien hinsichtlich der Beurteilung des Milieus im ehemaligen Ablagerungsraum. So konnten z. B. in der Sandschalerzone des Badeniens im Wiener Becken Reste von irregulären Seeigeln gefunden werden (Bohrung Bockfließ 105), welche im Meeresboden eingegraben lebten und sich bei der Nahrungssuche durch das Sediment hindurchfraßen (Abb. 214, Fig. 1). Ein anderes Beispiel ist aus den feinsandigen Tonmergeln der Bockfließer Schichten des Zentralen Wiener Beckens anzuführen, wo neben diversen Muscheln (*Rhzhakia*) gut erhaltene Panzer von Krabben entdeckt wurden. Diese Tiere bevölkerten einst in Schwärmen den Meeresboden und sind nur durch eine dichte Bohrkernentnahme gefunden und zutage gebracht worden (Abb. 214, Fig. 2 und 3).

Die oben aufgezählten wenigen Beispiele sollen veranschaulichen, wie sehr Mikro- und Makrofossilien zur Klärung des geologischen Alters einer Ablagerung beitragen können. Die Alterseinstufung von Schichten ist für die Korrelation von Bohrungen nötig und trägt damit zur Auffindung geologischer Strukturen bei. Deshalb ist die Entnahme und sorgfältige Bearbeitung von Spülproben und Bohrkernen für die KW-Exploration besonders wichtig.

## VI.1.4. Geologische Altersbestimmungen mit Hilfe von Nannofossilien und Palynomorphen

von Herbert STRADNER und Ilse DRAXLER

Die Sedimentgesteine bestehen aus verschiedenen Komponenten von anorganischen und organischen Stoffen. Die letzte-

ren wurden von lebenden Organismen abgeschieden; sie sind z. T. als geformte Partikel erhalten geblieben und haben zur Se-

dimentbildung beigetragen. Absatzgesteine, deren Masse vorwiegend aus Resten pflanzlicher Organismen besteht, nennt man Phytolith. Nach der chemischen Zusammensetzung dieser Bildungen unterscheidet man kalkige, kieselige und brennbare Phytolith (Kohle, Torf). Auch das in Absatzgesteinen entstandene Erdöl und Erdgas verdankt einen beträchtlichen Teil seiner organischen Kohlenstoff-Verbindungen der Lebenstätigkeit von pflanzlichen Organismen, wie z. B. dem Phytoplankton (siehe auch die Hauptkapitel II.1.1. und II.1.2.).

Im folgenden sollen zwei für die Altersbestimmung der marinen und terrestrischen Absatzgesteine wichtige Gruppen von mikroskopisch kleinen Fossilien pflanzlicher Herkunft näher beschrieben werden: Meeresgeißler (marine Flagellaten) und fossile Sporen und Pollen höherer Landpflanzen.

Kalkflagellaten sind freischwimmende Einzeller (Protisten) mit photosynthetischem Pigment und Geißeln. Sie stellen wegen ihres massenhaften Vorkommens im oberflächennahen, lichtdurchfluteten Bereich des Meeres, gemeinsam mit einzelligen Schwabealgen, die Hauptnahrung für die pflanzenfressende Kleintierwelt des Meeresplanktons dar. Wegen ihrer geringen Zellgröße von nur wenigen Tausendstel eines Millimeters werden die Kalkgeißler zum Nannoplankton gereiht, also zu der aus kleinsten Lebensformen zusammengesetzten Schwebewelt der Ozeane. Diese Schwebearganismen stellen das erste Glied der Nahrungskette des Meeres dar.

Die von diesen Kalkgeißlern abgeschiedenen Kalkschuppen bestehen aus biogenem, d. h. von lebenden Organismen abgeschiedenen Kalk, sie überdauern das kurze Leben des Einzellers und werden am Meeresboden abgelagert. Solche winzige Kalkschuppen, auch Nannolith (Zwergsteine) oder meist Coccolithen genannt, werden und wurden seit dem Beginn des Erdmittelalters in so gewaltigen Massen abgeschieden (Abb. 215), daß sie sogar gesteinsbildend auftreten können (C. W. GÜMBEL 1870 und E. KAMPTNER 1931).

Da die oft sehr kunstvoll geformten Coccolithen im Laufe der Erdgeschichte seit ihrem ersten Auftreten in der Triaszeit, so wie alles Lebendige, einen Wandel der Formen erkennen lassen, sind sie für die Biostratigraphie (siehe Kapitel VI.1.2.2.) verwendbar. Einzelne Arten und Gattungen haben in der Geschichte der Meeressedimente eine bestimmte stratigraphische Reichweite von ihrem Erstauftreten bis zum Aussterben. Auch bei den pflanzlichen Kalkgeißlern können wir nicht nur eine Artenabfolge, sondern ebenso eine Entwicklung (Evolution) jüngerer Arten aus älteren erkennen. Mit Hilfe solcher Nannofossil-Leitarten werden derzeit (1992) bereits mehr als 90 verschiedene Nannoplankton-Zonen unterschieden, welche aufgrund ihres besonderen Nannofossil-Inhaltes einem bestimmten Zeitabschnitt der mittleren oder jüngeren Erdgeschichte (Jura bis Holozän) zugeordnet werden können. Das geologische Profil z. B. der Tiefbohrung Linenberg 2 der ÖMV AG zeigt

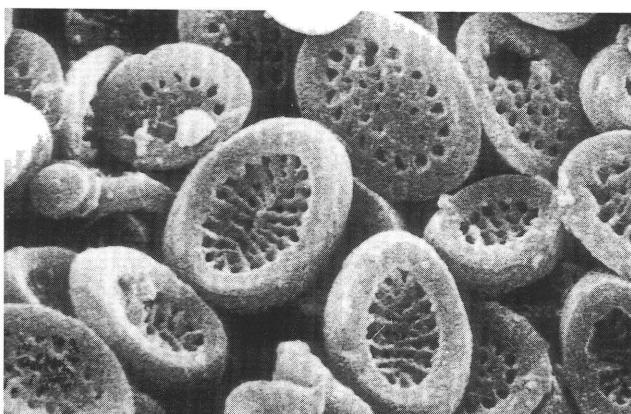


Abb. 215. Massenvorkommen von *Pontosphaera enormis* (LOCKER) PERCH-NIELSEN im oberoligozänen Bändermergel der Tiefbohrung Eggerding W 1, Ob. Österr. (RAG). Vergr.: 3.000 ×. Rasterelektronenmikroskopische Aufnahme aus dem Elmi-Labor der Geol. Bundesanstalt Wien.

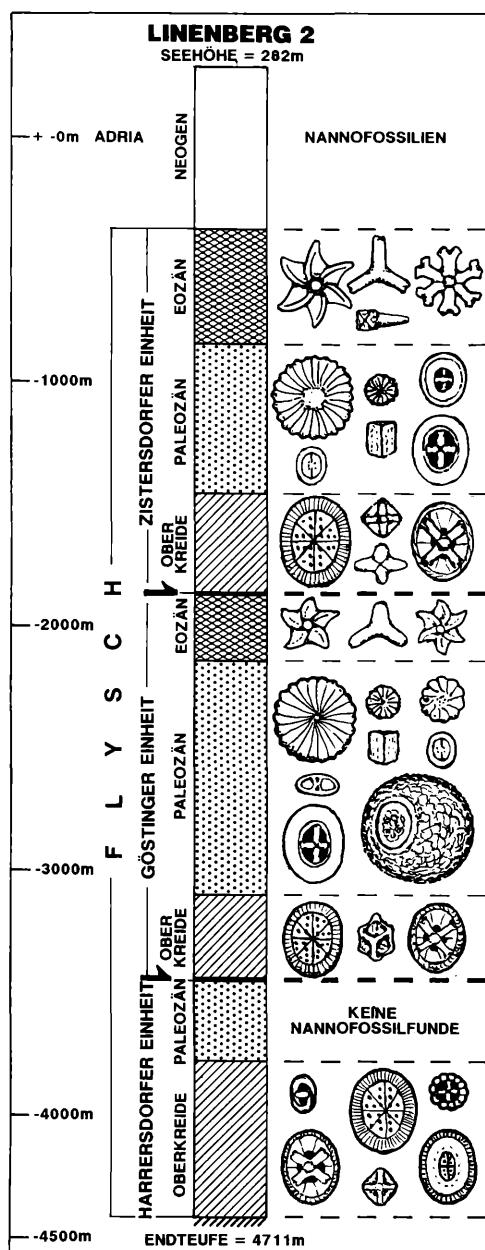


Abb. 216. Gliederung der in der Tiefbohrung Linenberg 2, Nied. Österr. (ÖMV AG), durchteuften Flyschdecken mit Hilfe von Nannofossil-Vergesellschaftungen. Vergrößerung der halbschematisch dargestellten Nannofossilien, ca. 1000 x

die dort angefahrenen Nannoplanktonzonen und ihre charakteristischen Leitarten (Abb. 216). Durch die Auffindung und Bestimmung von solchen Kleinstfossilien können also Aussagen über das geologische Alter der durchteuften Schichten gemacht werden. Das gleiche gilt natürlich auch für Oberflächenproben (F. BRIX 1961, H. STRADNER 1963 und 1964). Die in den Sedimentgesteinen vorkommenden Nannofossilien werden daher zu einer detaillierten Gliederung von Schichtfolgen verwendet, was besonders bei Erdtiefbohrungen für die bearbeitenden Geologen und Paläontologen eine bedeutende Hilfe darstellt.

Die weltweiten Prospektionsarbeiten nach KW haben die Entwicklung dieser Sparte der Paläontologie wesentlich beschleunigt und erweitert. Die Kenntnis der oben genannten über 90 Nannoplanktonzonen und ihre stratigraphische Verwertbarkeit ist ganz bedeutend sowohl durch Tiefbohrungen wie durch Meeresbodenuntersuchungen, z. B. durch das US-Forschungsschiff Glomar Challenger, ermöglicht worden.

Ähnlich wie Nannofossilien werden auch die aus hochmolekularen, organischen Verbindungen aufgebauten Zellgehäuse der Dinoflagellaten, Chitinozoen, Acritarianen und Tasmaniten für die biostratigraphische Einstufung von Bohrkernen verwendet. Die Aufbereitung der Gesteine zur Untersuchung von Dinoflagellaten etc. ist ähnlich der für Pollen und Sporen verwendeten, nämlich eine chemische, bei der die anorganischen Sedimentanteile mit scharfen Säuren weggelöst werden. Die aus organischem Material aufgebauten Teile bleiben hiebei erhalten.

Die Wissenschaft von den säureresistenten Mikroorganismengruppen („Palynomorphae“) in Grundlagenforschung und Anwendung wird Palynologie i. w. S. genannt.

Pollen und Sporen der höheren Pflanzen sind als Träger von Erbsubstanz durch eine besonders widerstandsfähige Hülle aus der hochmolekularen Verbindung Sporopollenin geschützt, die sowohl weiten Transport, als auch eine Erhaltung über Jahrtausende ermöglicht und die einer

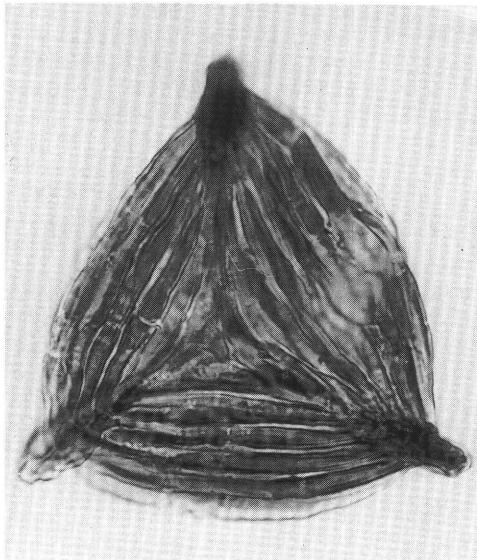


Abb. 217. *Appendicisporites stylosus* (THIERSG.) DEÁK 1963, 830-fach vergrößert. – Roßfeldschichten, Neokom. – Gartenau bei Hallein, Salzburg.

chemischen Zerstörung bei der Weglösung der anorganischen Sedimentanteile mit aggressiven Säuren standhält (Abb. 217).

In bestimmten Abschnitten der Erdgeschichte waren weite Teile des Festlandes mit üppigen Wäldern bedeckt, die große Mengen von Pollen und Sporen lieferten. Hauptsächlich mit dem Wind oder auch im Wasser wurden und werden Sporen und Blütenstaub (Pollen) über weite Entfernung vom Festland bis in die Ozeane transportiert und abgelagert. So ist es möglich, mit Hilfe dieser Fossilien räumlich weit auseinanderliegende Ablagerungen, sowohl Meeres- als auch Süßwasserschichten, zu vergleichen und deren Alter zu bestimmen (W. KLAUS 1960 und 1963).

So wie sich die artliche Zusammensetzung der Wälder im Laufe der Erdgeschichte verändert hat, spiegelt sich dieser Wandel der Vegetation in der Zusammensetzung der fossilen Pollen- und Sporenvergesellschaftungen wider. Da auch in der geologischen Vergangenheit die Vegetation vom Klima abhängig war, können mit Hilfe von Pollen- und Sporenuntersuchungen auch Aussagen über das Klima,

das zur Zeit der Ablagerung der Sedimente herrschte, gemacht werden (G. von der BRELIE 1967). Weiters können Pollen und Sporen zu Maturitätsuntersuchungen verwendet werden, um festzustellen, wie weit der Reifungszustand (Maturität) eines Erdöl- oder Erdgasmuttergesteins fortgeschritten ist. Die Fluoreszenzfarbe der organischen Substanz dieser Pollen und Sporen im ultravioletten Licht gibt Auskunft darüber, wie sehr sie bestimmten Temperatur- und Druckverhältnissen in der geologischen Vergangenheit unterworfen gewesen sind. Aus dieser Fluoreszenzfarbe kann dann auf die Bedingungen geschlossen werden, die zur Entstehung von Öl und Gas geführt haben (M. TEICHMÜLLER & K. OTTENJAHN 1977).

Literaturauswahl für die Hauptkapitel VI.1.2. bis VI.1.4.:

- AUBRY, M.-P. 1984 und 1988; BACHMANN, A., PAPP, A. & STRADNER, H. 1963; BENDA, L. et al. 1981; BERGER, W. 1954 und 1969; BETTENSTAEDT, F. 1968; BITTNER, A. 1890; BRELIE, G. von der 1967; BRIX, F. 1961; BRIX, F. & FUCHS, R. 1984; CERNAJSEK, T. 1974; DAXNER-HÖCK, G. 1980; DIENER, C. 1926; d'ORBIGNY, A. 1846; EHRENBERG, C. G. 1854; FICHTEL, L. v. & MOLL, J. P. C. v. 1798; FLÜGEL, E. 1982; FLÜGEL, E., LEIN, R. & SENOWBARI-DARYAN, B. 1978; FRIEDL, K. 1937e; FUCHS, R. 1985; FUCHS, R., GRÜN, W., PAPP, A., SCHREIBER, O. & STRADNER, H. 1980; FUCHS, R. & STRADNER, H. 1977; FUCHS, R., WESSELY, G. & SCHREIBER, O. S. 1984; GRILL, R. 1941, 1943 und 1960; GÜMBEL, C. W. 1870; HEKEL, H. 1968; HOCHULI, P. 1978; HOHENEGGER, J. & LEIN, R. 1977; HOHENEGGER, J. & LOBITZER, H. 1971; KAMPTNER, E. 1931, 1948 und 1953; KAPOUNEK, J., PAPP, A. & TURNOVSKY, K. 1960; KARRER, F. 1867 und 1877; KLAUS, W. 1960, 1963, 1964, 1972, 1984 und 1987; KOLLMANN, K. 1960; KOVAR, J. 1982; KOZUR, H. & MOSTLER, H. 1972; KRISTAN-TOLLMANN, E. 1964; KRISTAN-TOLLMANN, E. & TOLLMANN, A. 1982; KRYSTYN, L. 1971, 1973 und 1980; KÜHN, O. & TRAUB, F. 1967; KÜPPER, H. 1959; KÜPPER, I. 1961; KÜPPER, K. 1956; MARESCH, O. 1966; MARTINI, E. 1971; MOSTLER, H. 1972a und 1972b, 1976 und 1977; MOTTL, M. 1970; OBERHAUSER, R. 1963; OTT, E. 1974; PAPP, A. 1953, 1954, 1955, 1956a, 1958, 1959 und 1978; PAPP, A., KROBOT, W. & HLADECEK, K. 1973; PAPP, A. & KÜPPER, K.

- 1952; PAPP, A., RÖGL, F. & SENEŠ, J. 1973a; PAPP, A., RÖGL, F. & STEININGER, F. 1970; PAPP, A. & SCHMID, M. E. 1971 und 1978; PAPP, A. & STRADNER, H. 1961a und 1961b; PAPP, A. & TURNOVSKY, K. 1953, 1964 und 1970; PERCH-NIELSEN, K. 1985; PIA, J. & BÄUML, E. 1937; RABEDER, G. & DAXNER-HÖCK, G. 1970; RESCH, W. 1979; RÖGL, F. 1969a und 1969b; RÖGL, F. & STEININGER, F. 1983 und 1984; RUPP, Ch. 1986; RZEHAK, A. 1888 und 1891; SCHMID, M. E. 1962 und 1967; SCHUBERT, R. J. 1903; SCHULTZ, O. 1971 und 1978; SCHÜTT, H. 1967; SEIFERT, P., STRADNER, H. & SCHMID, M. E. 1978; SIEBER, R. 1953a, 1953b, 1955, 1958a, 1958b, 1958c und 1958d; SPIEGLER, D. & RÖGL, F. 1992; SPILLMANN, F. 1969; STEININGER, F. 1963b; STEININGER, F. F., BERNOR, R. L. & FAHLBUSCH, V. 1990; STEININGER, F., RESCH, W. et al. 1982; STEININGER, F. F. & RÖGL, F. 1984 und 1985; STEININGER, F. F., RÖGL, F. & MARTINI, E. 1976; STEININGER, F., SENEŠ, J. et al. 1971; STRADNER, H. 1958, 1959, 1960, 1961a, 1961b, 1962a, 1962b, 1963, 1964, 1969a, 1969b und 1978; STRADNER, H. & ADAMIKER, D. 1966; STRADNER, H. & FUCHS, R. 1978 und 1980; STRADNER, H. & PAPP, A. 1961; TEICHMÜLLER, M. & OTTENJAHN, K. 1977; THENIUS, E. 1950, 1960a, 1960b, 1967, 1970, 1976, 1980 und 1981; TOLLMANN, A. 1960; TURNOVSKY, K. 1948, 1963, 1976a und 1976b; URLICH, M. 1973; VACEK, M. 1901; VAVRA, N. 1978 und 1979; WEINFURTER, E. 1950 und 1967; WEISS, W. 1977; WENZ, W. 1928; WENZ, W. & EDLAUER, Ae. 1942; WIEDMANN, J. 1972; WIESBAUER, J. 1874; WILLE, U. 1968; ZAPFE, H. 1949, 1964, 1967, 1969 und 1973.

## VI.1.5. Organische Geochemie

von Harald BUCHTA

### VI.1.5.1. Einleitung

Seit Beginn der KW-Suche in Österreich werden geochemische Untersuchungsverfahren angewendet. Dabei sind im Laufe der Zeit verschiedene Analysenmethoden eingesetzt oder speziell für die Geochemie der Kohlenwasserstoffe adaptiert worden.

War es anfangs alleiniges Ziel, KW zu finden, ohne sich dabei wesentliche Gedanken über Reifung und Herkunft der Öle und Gase zu machen, so zählen heute geochemische Untersuchungen zum Routineprogramm bei der Auswertung der Bohrergebnisse. Die geochemischen Untersuchungen tragen bei zur Erkennung von Reife- und Höffigkeitsanzeichen potentieller Muttergesteine, zur Klärung von Fragen über Migrationswege sowie zur Klärung der Herkunft von Erdölen und Erdgasen (siehe auch Abschnitt II.1.).

Aus dem Spektrum vielseitiger geochemischer Analysenmethoden zur Untersuchung von Kohlenwasserstoffen sowie von Bitumina und Kerogensubstanzen in Sedimenten sollen einige herausgegriffen werden, die für die Prospektion nach Erdöl und Erdgas in Österreich Verwendung finden.

### VI.1.5.2. Gaschromatographie

Dieses chemisch-analytische Meßverfahren beruht auf einer Trennung von Stoffgemischen, die gasförmig vorliegen oder vollständig verdampft werden können. Das dazu verwendete Gerät, ein Gaschromatograph, ermöglicht eine qualitative und quantitative Aufschlüsselung der Komponenten. Die graphische Darstellung des Analysenergebnisses nennt man ein Gaschromatogramm.

Leichtflüchtige KW bis zur Molekülgröße von 8 KW-Atomen sind weit verbreitete Spurenbestandteile von Sedimentgesteinen, die organisches Material in feiner Verteilung führen. Aus den Spülproben und Bohrkernen der zu untersuchenden Bohrungen werden diese Gase durch Erwärmen oder Unterdruck ausgetrieben und in einem Gaschromatographen entsprechend ihrer Molekülgröße aufgeschlüsselt. Zur Interpretation der Gasqualität ist eine Bewertung von Mengenrelationen zweckmäßig. Diese Daten geben dann Hinweise auf Erdölbegleitgase oder auch auf Trokkengase. Außerdem kann das Auftreten dieser Verbindungen als ein Zeichen des thermischen Abbaus des organischen Materials angesehen werden. Damit lässt sich