

Fazies, Paläontologie und organische Geochemie der Sachranger Schiefer (Untertoarcium) im Mittelabschnitt der Nördlichen Kalkalpen zwischen Isar und Saalach

Von OSKAR EBLI

Mit Beiträgen von ILSE DRAXLER, PETER KLEIN, LUDMILLA A. KODINA, HARALD LOBITZER & BERND SCHWAIGHOFER*)

Mit 1 Abbildung und 8 Tabellen

Salzburg
Bayern
Nördliche Kalkalpen
Unkener Mulde
Sachranger Schiefer
Unkener Schiefer
Bächental Schichten
Lias Epsilon
Fazies
Sedimentologie
Stratigraphie
Paläontologie
Organische Geochemie
Tonmineralogie

Österreichische Karte 1 : 50 000
Blatt 92

Inhalt

Zusammenfassung	5
Abstract	6
1. Einleitung	6
2. Untersuchte Lokalitäten	6
2.1. Roß- und Buchstein	6
2.2. Sudelfeld - Seebach	7
2.3. Sachrang	7
2.4. Geigelsteingebiet	7
2.5. Oberwössen	7
2.6. Unken	8
3. Die Fazies der Sachranger Schiefer	8
3.1. Begriffsklärung und historischer Überblick	8
3.2. Lithologie	8
3.3. Mikrofazies	9
3.3.1. Feinlaminite	9
3.3.2. Feinbankige Fazies	9
4. Paläontologische Ergebnisse	11
4.1. Kalkiges Nannoplankton	11
4.2. Radiolarien	11
4.3. Foraminiferen	12
4.4. Palynomorphen und organischer Rückstand	12
5. Mineralogie der Unkener Schiefer	12
6. Geochemie der Unkener Schiefer	13
Dank	13
Literatur	13

Zusammenfassung

Die alpinen Lias- ϵ -Schiefer lassen im Mittelabschnitt der Nördlichen Kalkalpen eine deutliche Abhängigkeit von den bathymetrischen Gegebenheiten erkennen, welche sich sowohl in der Mikrofazies als auch im Biogehalt dieser Sedimente wieder spiegelt. Werden im Beckentiefsten radiolarienreiche Lithologien (Sachranger Schiefer) abgelagert, so dominieren zu den Schwellenbereichen hin echinodermen- oder molluskenreiche Gesteinsausbildungen (Unkener Schiefer), welche zudem noch zahlreiche Resedimentlagen führen.

*) Anschriften der Verfasser: Dipl.-Geol. OSKAR EBLI, Universitäts-Institut für Paläontologie und historische Geologie, Richard Wagner-Straße 10/II, D-8000 München 2; Dr. ILSE DRAXLER, Dr. PETER KLEIN, Dr. HARALD LOBITZER, Geologische Bundesanstalt, Rasumofskygasse 23, A-1031 Wien; Dr. LUDMILLA A. KODINA, USSR Academy of Sciences, Vernadsky Institute of Geochemistry and Analytical Chemistry, Kosygin Str. 19, USSR-117975 Moscow; Univ.-Prof. Dr. BERND SCHWAIGHOFER, Universität für Bodenkultur, Gregor Mendel Str. 33, A-1180 Wien.

Besonders die aufgefundene Radiolarienfauna lieferte zahlreiche, bisher aus dem Unter-Toarcien nicht nachgewiesene Gattungen und Arten. Neben einer reichhaltigen, kalkigen Nannoflora treten auch Foraminiferen bevorzugt in der Randfazies der Sachranger Schiefer auf, wohingegen Palynomorphen, Acritarchen, Dinoflagellaten und Sporomorphen dort nur untergeordnet und geringdivers repräsentiert sind. Dieser Ablagerungsbereich ist tonmineralogisch durch die Dominanz von Illit charakterisiert und weist auch im Bereich der organischen Geochemie deutliche Unterschiede (z.B. Bitumenausbeute, Porphyrin-Gehalte) zu bisher untersuchten Lokalitäten auf.

Facies, Palaeontology and Organic Geochemistry of the Sachrang Shales (Lower Toarcian) in the Middle Part of the Northern Calcareous Alps between Isar and Saalach

Abstract

The Lias- ϵ shales in the middle part of the Northern Calcareous Alps display a strong dependency on the overall palaeobathymetric situation. This is reflected in different microfacies types as well as in the composition of the biota. In deeper parts of the basin radiolaria-rich lithologies (Sachrang Shales) are prominent, whereas towards submarine topographic highs a dominance of echinoderm- and mollusc-biomictites (Unken Shales) and a strong increase in re-sedimentation can be observed.

The radiolarian assemblage is characterized by numerous genera and species, hitherto not known to occur as early as the Lower Toarcian. The marginal black shale facies shows an increase in the diversity of calcareous nannoplankton and foraminifera, and in contrast to this only rare palynomorphs, acritarchs, dinoflagellates and sporomorphs. This sedimentary environment is also characterized in comparison to other, deeper marine sections by its difference in clay mineralogy as well as in organic geochemistry, too.

1. Einleitung

Schwarzschiefer des Unteren Toarciums waren seit dem vergangenen Jahrhundert Gegenstand detaillierter Untersuchungen (z.B. QUENSTEDT, 1856–57). Der Umstand, daß in dieser Fazies zahlreiche Tiergruppen ausserordentlich gut erhalten (zum Teil sogar mit überlieferten Weichteilen) vorliegen, machte so den Posidonienschiefer Süddeutschlands zu einer der bekanntesten Fossilagerstätten der Welt. Das besondere Interesse an diesen epikontinentalen Ablagerungen bekundet sich in zahlreichen Arbeiten die sich mit der Sedimentologie, Geochemie, Paläontologie und wirtschaftlichen Nutzbarkeit des Posidonienschiefers auseinandersetzen. Das reichhaltige Schrifttum hierzu ist in RIEGRAF et al. (1984) aufgeführt.

Zeitgleiche Schwarzschieferbildungen wurden aus den Nördlichen Kalkalpen bereits in der Mitte des vergangenen Jahrhunderts beschrieben (GÜMBEL, 1861), gerieten dann aber in Vergessenheit und wurden erst von SCHLOSSER (1909) wiederentdeckt.

Eine überregionale, fachübergreifende Bearbeitung dieser Sedimente steht bisher aus, obwohl zu Einzelspekten bereits Publikationen vorliegen (vgl. Literaturübersichten in BITTERLI, 1962; KODINA et al., 1988; LOBITZER et al., 1988; EBLI, 1989). In der vorliegenden Arbeit soll nun die Fazies der Sachranger Schiefer näher beschrieben werden und erste Ergebnisse aus den Bereichen Paläontologie, Organische Geochemie und Mineralogie in kurzer Form vorgestellt und diskutiert werden.

Die Geländearbeiten und deren paläontologisch-sedimentologische Auswertung erfolgten durch O. EBLI. Die detaillierte Dokumentation der Foraminiferen- und Radiolarienfauna, des kalkigen Nannoplanktons und weiterer, in dieser Arbeit nicht näher behandelte Profile wird im Rahmen einer Dissertation erfolgen (EBLI, in prep.)

Das von H. LOBITZER koordinierte beitragende Arbeitsteam befaßte sich mit verschiedenen Aspekten der „Unkener Schiefer“, wobei anhand von vier Proben aus zwei verschiedenen Profilen der Lokalität 2 bei EBLI

(1989, Abb. 1) in aller Kürze erste Ergebnisse der Palynologie (I. DRAXLER), Geochemie (L.A. KODINA, P. KLEIN) und Mineralogie (B. SCHWAIGHOFER) mitgeteilt werden.

2. Untersuchte Lokalitäten

Schwarzschiefer besitzen nur eine geringe Resistenz gegenüber der Verwitterung und tektonischen Beanspruchungen. Demzufolge sind in den Alpen gut aufgeschlossene Profile selten. Insgesamt wurden 10 Lokalitäten beprobt, von denen 6 hier näher besprochen werden sollen. Diese sind zwischen der Isar im Westen und der Saalach im Osten gelegen (Abb. 1). Mit Ausnahme der Vorkommen in der Unkener Mulde – welche tektonisch dem Tirolikum zuzuordnen sind – befinden sich alle nachfolgend aufgeführten Aufschlüsse am N-Rand der Lechtaldecke, im Bayerischen Synklinorium.

2.1. Roß- und Buchstein

Wenige Meter westlich der Schönberg Alm stehen an der Fortsetzung der Fahrstraße bei Punkt r = 4473475 h = 5277500 (Topographische Karte (TK) 1 : 25.000 Blatt 8335 Lenggries) etwa 2 m tiefgründig verwitterte, manganreiche Schiefer an. Sie sind teilweise kieselig ausgebildeten Fleckenkalken und Kieselkalken zwischengeschaltet. Ihre Gesamtmächtigkeit dürfte um 8 m liegen.

EBLI (in prep.) sieht das Gebiet des Roß- und Buchsteins als nördliche Fortsetzung des von SPIELER & BRANDNER (1989) bekannt gemachten Bächtentaler pull-apart-basins an. Hauptindiz hierfür sind die mehrere 10er Meter mächtigen liassischen fault-scarp Brekzien dieses Gebietes, die zum Großteil aus Oberrhätalk-Lithoklasten bestehen und die sich nach E zu im Synklinorium nicht weiter verfolgen lassen.

Aufgrund der paläogeographischen Situation sind die durch *Harporceras* sp. datierten Schwarzschiefer des Bächtentals (SANDER, 1921) mit dem oben angeführten Vorkommen zu korrelieren.

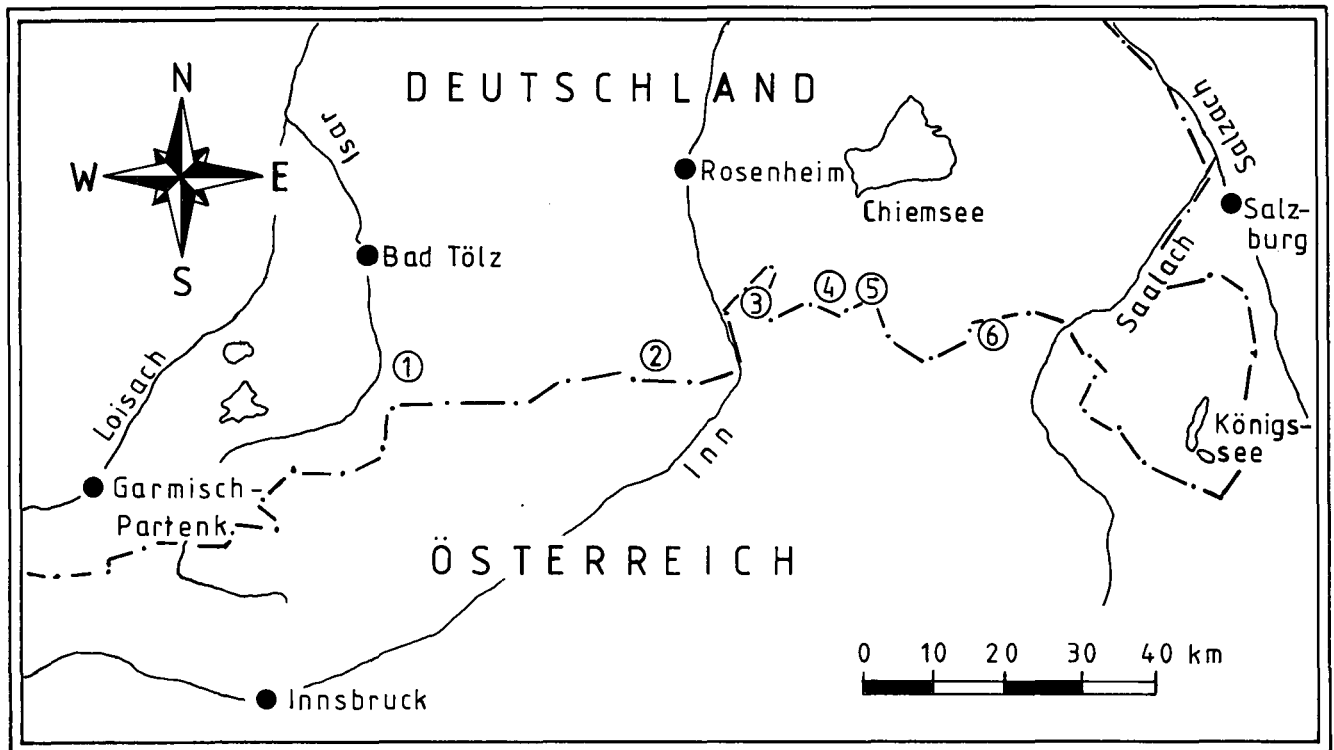


Abb. 1. Lage der untersuchten Lokalitäten.

1 = Roß- und Buchstein; 2 = Sudelfeld; 3 = Sachrang; 4 = Geigelstein; 5 = Oberwössen; 6 = Unken.

2.2. Sudelfeld-Seebach

Hinweise auf geringmächtige, im Grenzbereich Fleckenkalk-Kieselkalk gelegene oberliassische Schwarzschiefer finden sich schon bei HASEMANN (1929). Ammoniten konnten in ihnen zwar bislang nicht gefunden werden (vgl. WOLFF, 1985), jedoch erscheint ihre vorläufige Einstufung in das Untere Toarcium aufgrund lithologischer und mikropaläontologischer Gesichtspunkte gerechtfertigt. Die durchgeführten Nannofossiluntersuchungen weisen durch das Auftreten von *Crepidolithus cavus* ROOD, HAY & BARNARD, 1973 eindeutig nach, daß sie nicht älter als oberstes Oberpliensbachium sind. Nach BOWN (1987) setzt diese Spezies erst in der *spinatum*-Zone ein.

Das bisher nicht bekannte Vorkommen westlich der Schönau Alm soll hier stellvertretend für mehrere andere Aufschlüsse dieses Gebietes behandelt werden. Bei Punkt r = 4503500 h = 5280475 (TK 1 : 25.000, Blatt 8338 Bayrischzell) stehen in einem kleinen Bach welcher dem Gassenbach zufließt 90 cm mächtige, feinschichtige Mergel und Tonschiefer an. Sie gehen kontinuierlich aus einer Fleckenkalk-Mergel-Wechsellagerung hervor und werden von Kieselkalke überlagert.

2.3. Sachrang

Südöstlich des Gehöfts Ober-Stein liegt bei r = 4518375 h = 5283850 (TK 1 : 25.000, Blatt 8339 Oberaudorf) das wohl eindrucksvollste Vorkommen alpiner Lias-Schwarzschiefer. Das mit über 25 m Mächtigkeit anstehende Profil wurde von TOLLMANN (1976) zur Typlokalität der Sachranger Schiefer erklärt. Leider ist jedoch der Kontakt zum liegenden Kieselkalk nicht aufgeschlossen. Das Hangende wird von dunklen bis mit-

telgrauen Fleckenkalke gebildet, die zunächst noch mit bis zu 50 cm mächtigen Mergeln wechsellagern. Der Mergelanteil tritt jedoch schnell zurück und nach oben zu schalten sich dann in den Kalke vereinzelte Hornsteinlagen und -knollen ein.

Nicht weit von dieser Lokalität entfernt gelang SCHLOSSER (1909) mit dem Fund von „*Harpoceras*“ *lythense* YOUNG & BIRD die Einstufung der Schwarzschiefer in den Lias Epsilon. Das von ihm beschriebene, zwischen den Höfen Ober-Moser und Halpoint gelegene Vorkommen wird ebenfalls von den oben erwähnten alternierenden Fleckenkalke und -mergeln überlagert.

2.4. Geigelsteingebiet

NE des Rafen sind bei r = 4525575, h = 526500 (TK 1 : 25.000, Blatt 8240 Marquartstein) in einer kleinen morphologischen Mulde wenige cm schwach bituminöser Schiefer aufgeschlossen. MÜLLER (1965) konnte in ihnen durch den Fund von *Dactyloceras semicelatum* (SIMPSON) das unterste Untertoarcium (*tenuicostatum*-Zone) nachweisen. Die Gesamtmächtigkeit wird von ihm mit 6 m angegeben. Im Liegenden treten spätere Kieselkalke auf.

2.5. Oberwössen

Im Nordflügel der Oberwössener Mulde konnte FRANZ (1959) an der Lokalität Langwiese (r = 4534120, h = 5286080; TK 1 : 25.000, Blatt 8240 Marquartstein; vgl. auch GANSS, 1967; ANTONIADIS, 1985) etwa 3 m mächtige Schwarzschiefer durch *Dactyloceras* sp. in das untere Toarcium einordnen.

Dieses Vorkommen ist zwischenzeitlich jedoch stark verschüttet, so daß die zur Zeit aufgeschlossene Mächtigkeit nur wenige cm beträgt. Das Liegende wird wie bei der Lokalität Rafen (s.o.) von späten Kieselkalken gebildet. Im Hangenden folgt nach GANSS (1967) eine etwa 5 m mächtige Kalkbank-Mergel-Wechselfolge, ähnlich wie in Sachrang. Sie ist zur Zeit jedoch ebenfalls schlecht aufgeschlossen.

2.6. Unken

Lias-Epsilon-Schiefer wurden aus dem Gebiet der Unkener Mulde erst in jüngster Zeit bekanntgemacht (EBLI, 1989). Im Liegenden der bis zu 5 m mächtigen Schichtfolge steht Scheibelbergkalk an. Das Hangende wird im Unterschied zu allen anderen Lokalitäten von Brekzienlagen und roten Filamentkalken (Klausschichten) gebildet. Als stratigraphische Obergrenze der Schwarzschiefersedimentation konnte am Top der Resedimentlagen mit *Collina cf. gemma* BONARELLI die oberste *bitrons*-Zone nachgewiesen werden.

Die in den Tabellen 5–8 dokumentierten Untersuchungsergebnisse beziehen sich auf bituminöses Schwarzschiefer-Material das dem Unkenbach, östlich der Einmündung des Wielandsbaches entstammt. Die Proben-Nummern Unken 1 und 3 stammen aus einem bereits publizierten Profil (EBLI, 1989, Abb. 2), während die Proben Unken 4 und 5 unweit nordwestlich davon entnommen wurden.

Die Probe Unken 1 stammt aus der liegenden Partie und repräsentiert ungefähr 25 cm Profilstrecke; Unken 3 wurde aus dem hangenden Schwarzschiefer entnommen. Die Probe Unken 4 wurde 20–40 cm über der Profilstrecke gezogen; Unken 5 stellt eine Durchschnittsprobe dar, die 20–50 cm unter dem Profilitop gesammelt wurde.

3. Die Fazies der Sachranger Schiefer

3.1. Begriffsklärung und historischer Überblick

Bereits kurz nach der „Wiederentdeckung“ der alpinen oberliassischen Schwarzschiefer („dunkelgraue, etwas sandige, in dünne, aber große Platten zerfallende Mergel“; SCHLOSSER, 1909:527) waren bereits die unterschiedlichsten Gesteinsnamen dafür in Gebrauch. So spricht AIGNER (1912) von grünlichgrauen Mergelschiefern, HAHN (1913) von schwarzen Mergelkalken des oberen Lias, SANDER (1921) von bituminösen Mergeln, HASEMANN (1921) von Lias- ϵ -Schiefern und SCHRÖDER (1925) von dunkelbraunen Manganschiefern. Von vielen der genannten Autoren werden diese Ablagerungen mit dem Posidonien-schiefer Süddeutschlands verglichen. Deshalb beschreibt SCHOTTLER (1934) folgerichtig die bei Sachrang aufgeschlossenen Schwarzschiefer unter der Bezeichnung Posidonien-schiefer.

Um dieser Begriffsvielfalt Einhalt zu gebieten, schlägt TOLLMANN (1976) in seiner Analyse des klassischen nordalpinen Mesozoikums vor, diese Ablagerungen Sachranger Schiefer zu nennen, und gibt eine kurze Differentialdiagnose. In ihr finden aber leider nur makro-

skopische Aspekte ihren Niederschlag, so daß unklar blieb, inwieweit die mikrofaziellen Untersuchungen von GERMANN & WALDVOGEL (1971) auch auf den locus typicus übertragbar sind. Dies ist auch der Grund dafür, daß in der Folgezeit die Mitglieder unserer Arbeitsgruppe von Lias Bitumenmergeln („Bächental-Schichten“; LOBITZER et al., 1988) bzw. von Lias- ϵ -Schiefern (EBLI, 1989) sprachen. Erstere machen darauf aufmerksam, daß noch nicht geklärt ist ob die Sachranger Schiefer nicht bereits den lithologischen Typ der „Bächental-Schichten“ beinhalten. Vorbehaltlich der Ergebnisse weiterer Untersuchungen werden von uns die Bächental-schichten als Teil („member“ s.l.) der Sachranger Schiefer Formation angesehen.

Der letztgenannte Autor verwendet den neutralen Begriff Lias- ϵ -Schiefer für diese Ablagerung der Unkener Mulde, da sie von Rotkalken überlagert werden und somit keine Sonderfazies innerhalb der Allgäuschichten darstellen (TOLLMANN, 1976:295). Auch sind sie mikrofaziell deutlich von den Sachranger Schiefern der Typlokalität unterschieden.

In der vorliegenden Arbeit werden die Lias- ϵ -Schiefer der Unkener Mulde ebenfalls als Sonderausbildung der Sachranger Schiefer („Unkener Schiefer“) angesehen.

3.2. Lithologie

Die Sachranger Schiefer stellen, wie bereits TOLLMANN (1976) ausführt, schwärzlichgraue bis „dunkelbraune bituminöse, feinblättrige, etwas sandige Mergelschiefer“ dar. Im Handstück ist besonders in den liegenden Profiltteilen der Typlokalität eine ausgeprägte Wechsellagerung hellbrauner (max. 4 mm) und dunkler Schichten (selten über 2 mm) charakteristisch. Zum Hangenden treten die hellen Lagen zurück, das Gestein wird insgesamt dunkler, behält jedoch stets seinen feinplattigen Charakter bei.

Die Schiefer wittern oftmals in dunkelgrau-bräunlichen, seltener hellgrauen Farbtönen an. Relativ häufig lassen sich auf den Schichtflächen blaue Beschläge, sowie Holz- und Fischreste (Knochen, Schuppen) beobachten.

Im frischen Aufschluß treten an der Typlokalität die Sachranger Schiefer als mehrere Meter mächtige „Wand“, bestehend aus Feinlaminiten, zu Tage. Verfolgt man diese lateral weiter, so zeigt sich deutlich daß sie bei stärkerer Verwitterung in feine Papierschiefer aufspalten.

Sedimentpetrographisch lassen sich die Sachranger Schiefer des locus typicus als bituminöse Tonmergel- bis Kalkmergelschiefer klassifizieren. Der durchschnittliche Kalkgehalt beträgt 40,2 %. Maximalwerte liegen bei 58 % (1 von insgesamt 18 Messungen), Minimalwerte bei 26 %.

Bituminöse claystones finden sich bevorzugt in der Randfazies der Sachranger Schiefer (= „Unkener Schiefer“). Auf diesen proximalen Ablagerungsbereich sind auch grüne Tonmergeleinschaltungen beschränkt.

Eine klare Trennung zwischen „Mangan-“ und „Bitumenschiefern“ ist in den untersuchten Lokalitäten nicht gegeben (vgl. auch JACOBSSHAGEN, 1965), da der Bitumengehalt auch bei schwankenden Mangananteilen stets hoch ist.

Tabelle 1.

Die Mikrofazies der Sachranger Schiefer.

+ = vorhanden; - = fehlt; ss = sehr selten; s = selten; a = akzessorisch; h = häufig; sh = sehr häufig.

Die Zahlenangaben beziehen sich auf Vol.-%. Weitere Einzelheiten siehe Text.

MF-Typ	1	2	3	4	5	6 a	6 b
MF-Charakteristika							
Radiolarien	7,5	bis 40	5-15	-	a	-	-
Foraminiferen	a	bis 5	a	a	a	a	a
Ostracoden	a	a	-	a	a	a	-
Echinodermen	5	a	a	a	a	bis 60	bis 15
Filamente	5	a	a	bis 25	um 25	a	a
Schwammnadeln	a	bis 10	a	a	a	a	a
Bioturbation	-	+	-	ss	sh	-	+
Peloide	15-20	a	a	a	-	-	-
Pyrit	bis 10	bis 5	a	bis 10	5	s	bis 15
Glaukonit	-	a	-	-	-	+	-
Krümelfüge	h	-	s	-	-	-	-
Lithoklasten	-	a	-	-	sh	+	+
Feinlamination	+	+	+	+	-	-	-
Feinbankung	-	-	-	-	+	+	+

3.3. Mikrofazies

Die Mikrofaziesanalyse stützt sich auf die Auswertung von 62 Dünnschliffen. Insgesamt ließen sich 6 Mikrofaziestypen unterscheiden. Diese können wiederum entweder bituminösen Feinlaminiten (mm-Bereich) oder aber einer im cm-Bereich feingebankten, schwach oder nicht bituminösen Fazies zugeordnet werden. Letztere tritt ausschließlich in den Unkener Schiefer auf.

Die wichtigsten Charakteristika der MF-Typen sollen hier nur in kurzer Form aufgelistet werden (Tab. 1), da eine ausführliche Beschreibung folgen wird (EBLI, in Vorb.).

3.3.1. Feinlaminite

MF-1: Pelbiomikrit mit Radiolarien (wacke- bis packstone)

Die Lamination dieser, an der Typlokalität häufigsten Mikrofazies-Ausbildung wird durch unterschiedliche Packungsdichten (regelmäßiger Wechsel von wackestone- oder packstone-Gefügen) der Biogene und Komponenten hervorgerufen. Echinodermenreste sind oftmals lagenweise angereichert. Die auffällige Krümelstruktur lässt sich auf das massenhafte Vorkommen von *Schizosphaerella punctulata* DEFLANDRE & DANGEARD zurückführen. Ein vollkommen identisches Gefüge das ebenfalls durch die incertae sedis-Gattung *Schizosphaerella* aufgebaut wird, ist von KÄLIN & BERNOULLI (1984, Taf. 4, Fig. 1) abgebildet worden.

MF-2: Radiolarien-Schwammnadel-Biomikrit mit Lithoklasten (pack-, selten wackestone)

Mikritische Lithoklasten im Silt- bis Mittelsandbereich geben deutliche Hinweise auf ein höherenergetisches Ablagerungsmilieu. Bioturbate Gefüge lassen auf verbesserte ökologische Verhältnisse schließen. Dieser MF-Typ wurde zumeist in den hangendsten Partien der Sachranger Schiefer angetroffen.

MF-3: Radiolarien-Biomikrit (mud- bis wackestone)

Die Lamination dieses Gesteins wird durch extrem häufige Styolithen niedriger Amplitude erzeugt und ist als Stylobedding zu bezeichnen. Der Biogengehalt besteht fast ausschließlich aus Radiolarien.

MF-4: Muschelschalen-Biomikrit (wacke- bis packstone)

Da in diesem Mikrofaziestyp, welcher die Normalausbildung der Unkener Schiefer darstellt, überwiegend Einzelklappen von Muscheln (*Posidonia?*) auftreten, ist mit einer gewissen Wasserenergie zu rechnen. Die Lamination ist ebenfalls auf Stylobedding zurückzuführen.

3.3.2. Feinbankige Fazies

MF-5: Bioturbater Muschelschalen-Biomikrit mit Lithoklasten (wackestone)

Diese am Top der Unkener Schiefer anstehende Gesteinsausbildung ist durch die häufige Infauna (*Chondrites* sp.) und durch Lithoklasten im Feinsand- bis Blockbereich charakterisiert.

MF-6: Echinodermen-Biomikrit mit Intraklasten (pack- bis wackestone)

Im liegenden Bereich der Unkener Schiefer treten grüne, feinbankige, dichtgepackte Encrinite (packstone; MF-6a) in Erscheinung, welche mit schwarzen Feinlaminiten wechsellagern. Sie gehen im Profil innerhalb von 30 cm in locker gepackte Echinodermen-Biomikrite (wackestone; MF-6b) über. Dabei verringern sich die maximalen Korngrößen der Bioklasten von 2 mm auf 0,8 mm. Dominiert bei den Lithoklasten zunächst noch der Grobsandanteil, so decken sie in der MF-6b nur noch den Fein- bis Mittelsandbereich ab.

Tabelle 2.
Das kalkige Nannoplankton der Sachranger Schiefer.
Lage der Lokalitäten siehe Abb. 1.

Lokalität	Lokalität					
	1	2	3	4	5	6
Coccolithophoriden						
<i>Crepidolithus cavus</i> ROOD , HAY & BARNARD, 1973	-	+	+	-	+	+
<i>Crepidolithus crassus</i> (DEFLANDRE , 1954) NOEL , 1965	-	+	+	-	+	+
<i>Crepidolithus cf. granulatus</i> BOWN 1987	-	-	+	-	-	+
<i>Crepidolithus cf. plienschachensis</i> (CRUX , 1985) BOWN 1987	-	-	+	-	-	+
<i>Tubirhabdus patulus</i> PRINS ex ROOD et al., 1973	-	-	+	-	-	+
<i>Biscutum dubium</i> (NOEL , 1965) GRON in GRON et al., 1974	-	-	-	-	-	+
<i>Biscutum finchii</i> CRUX , 1984	-	-	-	-	-	+
<i>Biscutum grandis</i> BOWN , 1987	-	-	+	-	-	+
<i>Biscutum novum</i> (GOY , 1979) BOWN , 1987	-	-	+	-	+	+
<i>Biscutum</i> sp.	+	+	+	+	+	+
<i>Discorhabdus criotus</i> BOWN , 1987	-	-	+	-	-	+
<i>Discorhabdus ignotus</i> (GORKA , 1957) PERCH-NIELSEN , 1968	-	-	-	-	-	+
<i>Sollasites lowei</i> (BURY , 1969) ROOD et al., 1971	-	-	+	-	-	-
<i>Carinolithus superbus</i> (DEFLANDRE , 1954) PRINS in GRON et al., 1974	-	-	-	-	-	+
<i>Bussonium</i> sp.	-	-	-	-	-	+
<i>Lotharingius cf. barozii</i> NOEL , 1973	-	-	+	-	+	+
<i>Lotharingius haufforum</i> GRON & ZWEILI in GRON et al. , 1974	-	+	+	+	+	+
<i>Lotharingius imprimus</i> BOWN , 1987	-	-	-	-	-	+
<i>Lotharingius primigenius</i> BOWN , 1987	-	-	-	-	-	+
<i>Lotharingius sigillatus</i> (STRADNER , 1961) PRINS in GRON et al. , 1974	-	-	-	-	-	+
incertae sedis						
<i>Schizosphaerella punctulata</i> DEFLANDRE & DANGEARD , 1938	+	+	+	+	+	+

Tabelle 3.
Die Radiolarien der Sachranger Schiefer.
Lage der Lokalitäten siehe Abb. 1.

Lokalität	Lokalität					
	1	2	3	4	5	6
Radiolarien						
<i>Cenosphaera hirta</i> PARONA, 1890	-	-	+	-	-	-
<i>Cenosphaera</i> sp.	+	+	+	+	+	-
<i>Triactoma jonesi</i> (PESSAGNO , 1977a)	-	-	+	-	-	-
<i>Triactoma</i> sp.	+	+	+	+	+	-
? <i>Heliodiscus inchoatus</i> RÜST , 1885	-	-	+	-	-	-
<i>Spongostaurus</i> sp.	-	-	+	-	+	-
<i>Pantanelium berriasium</i> (BAUMGARTNER , 1984)	-	-	-	-	+	-
<i>Pantanelium lanceola</i> (PARONA , 1890)	-	-	+	-	-	-
<i>Pantanelium aff. riedeli</i> PESSAGNO , 1977	-	-	+	-	-	-
<i>Amphibrachium</i> sp. A GORICAN , 1987	-	-	+	-	-	-
<i>Amphibrachium</i> div. sp.	+	+	+	+	+	+
<i>Crucella</i> sp. A CARTER et al. , 1988	-	-	+	-	-	-
<i>Crucella</i> sp.	+	+	+	+	+	-
<i>Paronaella</i> div. sp.	+	+	+	+	+	-
<i>Praeconocaryomma cf. magnimamma</i> (RÜST , 1898)	-	-	+	-	-	-
<i>Praeconocaryomma</i> sp.	+	-	+	+	+	-
<i>Emiluvia</i> sp.	-	-	+	-	+	-
<i>Archaeodictyomitra excellens</i> TAN SIN HOK , 1927)	-	-	-	-	+	-
<i>Archaeodictyomitra</i> div. sp.	-	-	+	+	+	-
<i>Podobursa triacantha</i> (FISCHLI , 1916)	-	-	+	-	+	-
<i>Podobursa</i> sp.	-	-	+	-	+	-
<i>Theosyringium</i> sp.	-	-	-	-	+	-
<i>Pseudodictyomitra</i> sp.	-	+	-	+	+	-
<i>Spongocapsula perampla</i> (RÜST , 1885)	-	-	+	-	-	-
<i>Mirifusus mediodilatatus minor</i> (RÜST , 1885) BAUMGARTNER , 1984	-	-	+	-	-	-
<i>Sethocapsa globosa</i> RÜST , 1885	-	-	-	-	+	-
<i>Sethocapsa</i> sp.	-	-	+	+	+	-

4. Paläontologische Ergebnisse

4.1. Kalkiges Nannoplankton

Während der alpinen, oberliassischen Schwarzschiefer sedimentation erreichen die Coccolithophoriden bei höchster Diversität die größten Densitäten in den Unkener Schiefen (Tab. 2). Dort wurden sie in allen lichtoptisch untersuchten Proben angetroffen, wohingegen rasterelektronenmikroskopische Präparate fossilleer erscheinen (EBLI, 1989).

Die zumeist der Dinophyceen-Ordnung Thoracosphaerales zugeordnete incertae sedis-Gattung *Schizosphaerella* erreicht ihre größte Häufigkeit in den Sachranger Schiefen, wo sie mit bis über 30 % am Gesteinsaufbau beteiligt sein kann.

Kalkiges Nannoplankton wurde auch in den Bächental Schichten des Grünbachgrabens und der klassischen Lokalität nachgewiesen (STRADNER in KODINA et al., 1988; LOBITZER et al., 1988).

4.2. Radiolarien

Bestimmbare Radiolarien wurden in den Unkener Schiefen mit Ausnahme eines schlecht erhaltenen Exemplars der Gattung *Amphibrachium* nicht gefunden, treten jedoch in den Sachranger Schiefen extrem häufig auf. Zahlreiche, bisher erst ab dem mittleren- oder oberen Jura bekannte Arten konnten erstmals im Lias nachgewiesen werden (Tab. 3).

Tabelle 4.
Die Foraminiferen der Sachranger Schiefer.
Lage der Lokalitäten siehe Abb. 1.

Lokalität	Foraminiferen					
	1	2	3	4	5	6
<i>Annulina metensis</i> TERQUEM , 1862	-	+	+	-	+	+
<i>Ammodiscus incertus</i> (d'ORBIGNY , 1839)	-	-	+	-	+	+
<i>Tolypammina</i> sp.	-	-	+	-	-	-
<i>Glomospira variabilis</i> (KÜBLER & ZWINGLI , 1876)	-	-	+	-	-	+
<i>Glomospira</i> sp.	-	+	+	+	+	+
<i>Spiroplectammina</i> sp.	-	-	-	-	-	-
<i>Textularia</i> sp.	-	-	+	-	+	+
<i>Involutina liassica</i> (JONES , 1853)	-	-	-	-	-	+
<i>Trocholina umbo</i> FRENTZEN, 1941	-	-	-	-	-	+
<i>Cyclogyra orbicula</i> (TERQUEM & BERTHELIN , 1875)	-	-	-	-	-	+
<i>Planinvoluta</i> sp.	-	-	+	-	-	-
<i>Ophthalmidium</i> sp.	-	-	+	-	+	+
<i>Dentalina integra</i> (KÜBLER & ZWINGLI , 1866)	-	-	-	-	+	+
<i>Dentalina subulata</i> FRANKE , 1936	-	-	-	-	+	+
<i>Dentalina</i> div. sp.	+	-	-	-	+	+
<i>Nodosaria apheilocula</i> TAPPAN , 1955	-	-	-	-	+	+
<i>Nodosaria nitidana</i> BRAND , 1939	-	-	-	-	+	+
<i>Nodosaria regularis</i> (TERQUEM , 1862)	-	-	-	-	+	+
<i>Nodosaria</i> div. sp.	-	-	+	-	+	+
<i>Pseudonodosaria vulgata</i> (BORNEMANN , 1854)	+	-	+	-	+	+
<i>Pseudonodosaria melo</i> (BORNEMANN , 1854)	-	-	-	-	-	+
<i>Pseudonodosaria multicostata</i> (BORNEMANN , 1854)	-	-	-	-	-	+
<i>Lingulina tenera</i> BORNEMANN , 1854	+	+	+	-	+	+
<i>Ichthyolaria</i> div. sp.	-	-	-	-	-	+
<i>Frondicularia major</i> BORNEMANN , 1854	-	-	-	-	-	+
<i>Astacolus varians</i> (BORNEMANN , 1854)	-	+	+	+	+	+
<i>Astacolus matutina</i> (d'ORBIGNY , 1849)	-	-	-	+	-	+
<i>Astacolus</i> sp.	+	+	+	+	+	+
<i>Lenticulina subalata</i> (REUSS , 1854)	-	-	-	-	+	+
<i>Lenticulina gottingensis</i> (BORNEMANN , 1854)	-	-	-	+	+	+
<i>Lenticulina polygonata</i> (FRANKE , 1936)	-	-	-	-	-	+
<i>Palmula cuneiformis</i> (TERQUEM , 1866)	-	-	-	-	-	+
<i>Palmula liassica</i> (KÜBLER & ZWINGLI , 1866)	-	-	-	-	+	+
<i>Palmula securiformis</i> (TERQUEM , 1863)	-	-	-	-	-	+
<i>Palmula</i> sp.	-	-	+	-	-	+
<i>Marginulina minuta</i> TERQUEM , 1863	-	-	+	-	-	+
<i>Citharina gradata</i> (TERQUEM , 1863)	-	-	-	-	-	+

So war *Mirifusus mediodilatatus* (RÜST, 1885) bisher nur ab dem Callovium (BAUMGARTNER, 1984; Taf. 11), bzw. ab dem Oxfordium (PESSAGNO et al., 1989:194), bekannt.

Um eventuelle Verschmutzungen auszuschalten, wurde das Probenmaterial in dem solche Spezies auftreten noch einmal angesetzt und erneut bearbeitet.

DOSZTALY (in LOBITZER et al., 1988) konstatierte auch in den Bächental Schichten des Grünbachgrabens extremen Radiolarienreichtum und stellt diese Assoziation stratigraphisch in das obere Pliensbachium. Das Studium der Radiolarienfauna des locus classicus steht noch aus.

4.3. Foraminiferen

Die nachfolgend aufgeführte Fauna beruht im wesentlichen auf EBLI (1989), hat aber nur einen vorläufigen Charakter, da die Bestimmungsarbeiten bei weitem noch nicht abgeschlossen sind.

Foraminiferen erreichen ihre höchsten Densitäten in den Unken Schiefen. Mit Ausnahme der Lokalität Oberwössen sind sie in den Sachranger Schiefen wesentlich seltener. Zahlreiche Arten lassen sich dort als Bestandteil opportunistischer Pionierfaunen ansehen, welche auch unter ungünstigen ökologischen Bedingungen existieren konnten.

Die Foraminiferenfauna der Bächentalschichten harzt noch weitgehend der Bearbeitung. Von der Lokalität Grünbachgraben melden PLÖCHINGER & OBERHAUSER (1956: 277) jedoch *Frondicularia ex gr. tenera*, *Nodosaria metensis*, *Cornuspira* sp. und kleinwüchsige Vertreter der Gattungen *Lenticulina* und *Dentalina*.

4.4. Palynomorphen und organischer Rückstand

Lediglich die Proben aus den beiden Unken Profilen wurden hinsichtlich ihres organischen Rückstandes untersucht (Tab. 5). Mengenmäßig dominiert unbestimmbarer organischer Detritus, der häufig aus kleinen

Tabelle 5. Palynomorphen und organischer Rückstand in den Proben der beiden Unken Profile.

Lokalität Unken		Probe Nr.			
		1	3	4	5
Palynomorphen	<i>Crassosphaera</i>		x		
Acritarchen	<i>Baltisphaeridium</i> sp.		x		
	<i>Micrhystridium</i> sp.				x
Dinoflagellaten	<i>Dapsilidinium</i>		x		
Sporomorphen	<i>Lycopodiacidites</i> sp.		x		
	<i>Cykadopites</i> sp.	x	x		
	<i>Concavisporites</i> sp.		x	x	
	<i>Ischyosporites</i> sp.			x	
	<i>Ischyosporites</i> cf. <i>variegatus</i> (COUPER 1958) SCHULZ 1967				x
	cf. <i>Deltoidosporites</i>				x
	cf. <i>Circulina</i>	x			
Foraminiferentapete				x	
Holzrest mit Tüpfeln				x	

schwarzen, ± runden Körnern <10 Mikron besteht, oder aber aus braunen, plattigen, eckig gebrochenen, 80–150 Mikron großen Partikeln sowie gewebeartigen Resten ohne erkennbare Zellstruktur von 5–150 Mikron zusammengesetzt wird. Die wenigen bestimmbar Palynomorphen werden durch Sporen, Acritarchen und ganz vereinzelt Dinoflagellaten-Zysten repräsentiert. Weiters finden sich nicht näher zuordenbare Palynomorphen in Form verfallener und gequollener runder Körner von 20–50 Mikron Größe.

Die Probenaufbereitung erfolgte wie üblich mit Flußsäure (technisch 51 %), HCl, Azetolyse und Schwere-trennung mit Bromoform; gesiebt wurde nicht.

5. Mineralogie der Unken Schiefer

Röntgendiffraktometrische Analysen unserer Probensuite von den beiden Unken Profilen (Tab. 6) zeigen eine Verteilung der Mineralphasen, die erheblich von jener der mutmaßlich altersäquivalenten Bächental Schichten der Lokalität Bächental und des Grünbachgrabens abweicht (SCHWAIGHOFER in LOBITZER et al., 1988; KODINA et al., 1988). Der Schichtsilikatanteil pendelt um 60 Rel.- % mit ausgeprägter Dominanz von Illit, während in den Proben der erwähnten Bächental

Tabelle 6. Gesamtmineralbestand und Tonmineralverteilung in der Korngrößen-Fraktion <2 Mikron (in Rel.-%) in den Proben der beiden Unken Profile.

Probe	Gesamtmineralbestand [Rel.-%]		Tonmineralverteilung Fraktion <2 µm [Rel.-%]	
Unken 1	Schichtsilikate	64	Illit	100
	Kalzit	16		
	Dolomit	3		
	Quarz	10		
	Feldspat	3		
	Pyrit	4		
Unken 3	Schichtsilikate	57	Illit	100
	Kalzit	23		
	Dolomit	2		
	Quarz	10		
	Feldspat	2		
	Pyrit	7		
Unken 4	Schichtsilikate	63	Illit	95
	Kalzit	21		
	Quarz	10		
	Pyrit	6		
	Feldspat	Sp		
Unken 5	Schichtsilikate	63	Illit	95
	Kalzit	25		
	Quarz	9		
	Pyrit	3		
	Dolomit	Sp		

Tabelle 7.
Gehalte an Kohlenstoff ($C_{tot.}$ und $C_{org.}$) und Schwefel ($S_{tot.}$ und $S_{unl.}$ in 1 m HCl) der Proben der beiden Unkener Profile. Analytik mit LECOMAT CS-244.

Probennummer	$C_{tot.}$ [%]	$C_{org.}$ [org]	Gesamte Verteilung des Kohlenstoffs		$S_{tot.}$ [org.]	$S_{unl.}$ in 1 m HCl [%]
			organisch [%]	karbonatisch [%]		
Unken 1	5,633	3,670	65,2	34,8	5,570	3,650
Unken 3	7,900	5,200	65,8	34,2	4,750	3,430
Unken 4	4,339	2,580	59,5	40,5	6,430	3,550
Unken 5	6,422	3,950	61,5	38,5	4,370	3,060

Schichten ebenso Montmorillonit signifikant erscheint. Der Anteil von Quarz und Kalzit liegt an den drei hier verglichenen Vorkommen in ähnlicher Größenordnung; ebenso ist der Pyritgehalt durchgehend auffällig hoch. Die Unkener Proben zeigen zusätzlich ferner geringe Gehalte an Dolomit und Feldspat.

6. Geochemie der Unkener Schiefer

Geochemische Untersuchungen an unserem Probenmaterial sind zur Zeit noch auf das Unkener Material beschränkt und erschöpfen sich auf die in den Tab. 6–8 dokumentierten Ergebnisse. Weitere Analytikschritte – insbesondere eine Vertiefung der organisch-geochemischen-, aber auch der anorganischen Element-Untersuchungen – sind vorgesehen.

Der in HCl-unlösliche Rückstand bewegt sich in den Unkener Proben zwischen 71 und 78 % (Tab. 8) und liegt damit zwar etwas höher, aber durchaus noch in vergleichbaren Größenordnungen wie derjenige der Bächtalschichten des locus classicus bzw. des Grünbachgrabens (LOBITZER et al., 1988).

Die $C_{org.}$ -Gehalte der Unkener Proben (Tab. 7) sind mit 2,6–5,2 % relativ hoch und betragen 59,5–65,8 % am Gesamt-Kohlenstoffgehalt. Diese Werte sind jenen der Bächtal Schichten sehr ähnlich, liegen jedoch am locus classicus noch etwas höher. Auch die Schwefelgehalte der Unkener Proben sind mit Werten von 4,37–6,43 % sehr erheblich, wobei ein hoher Anteil davon in HCl unlöslich und – wie die mineralogische Analyse überzeugend erkennen läßt – an Pyrit gebunden ist. Auch die Schwefelgehalte sind in ihrer Größenordnung mit jenen der Bächtal Schichten vergleichbar. Die Bestimmung der Kohlenstoff- und Schwefelgehalte wurde mit Hilfe von LECOMAT CS-244 nach der von KLEIN in LOBITZER et al., in Vorb.) beschriebenen Methode durchgeführt.

Die Bitumenausbeute der Unkener Proben (Tab. 8) liegt mit Werten von 2130–4600 ppm deutlich unter je-

Tabelle 8.
Geochemische Analysen von Proben der beiden Unkener Profile.

Probe Nr.	Gehalte im Gestein		$\delta^{13}C$, ‰ (PDB)	
	HCl-unlös. Rückstand [% Trockengewicht]	Bitumen [ppm]	$C_{org.}$	$C_{bit.}$
Unken 1	75	4600	-31,4	-32,2
Unken 3	76	3310	-31,4	-31,4
Unken 4	78	2130	-31,4	-32,2
Unken 5	71	3470	-31,4	-31,8

nen der Bächtal Schichten (KODINA et al., 1988; LOBITZER et al., 1988), die im Mittel etwa dreimal höhere Extraktionswerte zeigen. Das UV-Absorptionsspektrum des Bitumens – von welchem Asphaltene präzipitiert wurden – deutet auf einen im Vergleich zu den Bächtal-Proben eher recht geringen Gehalt an Porphyrinen. Die spezifischen Absorptionsbande 395, 514 und 554 nm machen eher ein Vorhandensein von Nickel-Porphyrin-Komplexen wahrscheinlich, als von Vanadium-Porphyrinen; letztere sind für die Bächtal Schichten signifikant (KODINA et al., 1988). Mit Vorbehalt kann daraus geschlossen werden, daß die Ablagerungsbedingungen in den Unkener Schiefer weniger stark reduzierend gewesen sein dürften, als jene vom Bächtal.

Isotopengeochemisch zeigen alle vier bislang untersuchten Proben aus den beiden Unkener Profilen sehr ähnliche Werte, die auch weitestgehend mit jenen der Bächtal Schichten vom Bächtal (KODINA in LOBITZER et al., 1988) übereinstimmen. Die organische Substanz erweist sich als dominiert von leichten Kohlenstoff-Isotopen, wobei zwischen Bitumen und Kerogen kein nennenswerter Unterschied festzustellen ist (Tab. 8). Obwohl organisch-geochemische Detailuntersuchungen noch ausstehen, kann davon ausgegangen werden, daß es sich bei den Unkener Proben um organische Substanzen handelt, wie sie typisch sind für Ablagerungen in stagnierenden Becken mit intensiven SO_4 -reduzierenden Prozessen im Sediment und im Wasser; dafür spricht auch der hohe Pyritgehalt.

Dank

O. EBLI bedankt sich bei Prof. Dr. D. HERM für wertvolle Geländehinweise und für die Erlaubnis, Teile seiner Dissertation vorab zu publizieren. Die Radiolarienbestimmungen wurden freundlicherweise von Herrn Priv.-Doz. Dr. T. STEIGER überprüft. Dr. G. SCHAIRER bestimmte zahlreiche Ammoniten und trug so wesentlich zur stratigraphischen Einstufung der Schwarzschiefer bei. Neben den Münchner Kollegen sei auch noch der DFG gedankt, welche diese Arbeit im Rahmen des DSDP/ODP Schwerpunktprojektes durch die Bereitstellung von Personal- und Sachmitteln unterstützte.

Der Koordinator des beitragenden Arbeitsteams (H. LOBITZER) dankt allen Kollegen für die unter erheblichem Zeitdruck durchgeführten Analysen am Material der Unkener Schiefer. Der Direktion der Geologischen Bundesanstalt sei für die Möglichkeit gedankt, Geländeuntersuchungen an bituminösen Gesteinen Österreichs im Rahmen der „Begleitenden Grundlagenforschung“ durchzuführen.

Literatur

- AIGNER, P.D.: Das Benediktenwandgebirge. – Mitt. Geogr. Ges., 7, 317–421, München 1912.
ANTONIADIS, P.: Stratigraphie und Faziesverteilung im Lias der mittleren Chiemgauer Alpen. – Münchner Geowiss. Abh., 6, 29–44, München 1985.

- BAUMGARTNER, P.O.: A Middle Jurassic-Early Cretaceous low-latitude radiolarian zonation based on unitary associations and age of Tethyan radiolarites. – *Eclogae geol. Helv.*, **77**, 729–837, Basel 1984.
- BITTERLI, P.: Studien an bituminösen Gesteinen aus Österreich und benachbarten Gebieten. – *Erdöl-Z.*, **78**, 405–416, Wien – Hamburg 1962.
- BOWN, P.R.: Taxonomy, Evolution, and Biostratigraphy of Late Triassic-Early Jurassic Calcareous Nannofossils. – *Spec. Papers in Palaeontol.*, **38**, 1–118, London 1987.
- CARTER, E.S., CAMERON, B.E.B. & SMITH, P.L.: Lower- and Middle Jurassic radiolarian biostratigraphy and systematic paleontology, Queen Charlotte Islands, British Columbia. – *Geol. Surv. Canada. Bull.*, **386**, 1–109, Ottawa 1988.
- EBLI, O.: Foraminiferen und Coccolithen aus den Lias-Epsilon-Schiefern der Unkenner Mulde (Tirolikum, Nördliche Kalkalpen). – *Mitt. Bayer. Staatsslg. Paläont. hist. Geol.*, **29**, 1–10, München 1962.
- EBLI, O.: Biofazies und Sedimentation an passiven Kontinentalrändern (Lias und Dogger der Nördlichen Kalkalpen zwischen Isar und Saalach und des DSDP site 547 offshore Marokko). – *Diss. Univ. München (in Vorb.)*.
- FRANZ, U.: Die Geologie der westlichen Oberwössener Mulde sowie der nördlich und südlich angrenzenden Einheiten. – *Unveröffentl. Dipl.-Arbeit Univ. München*, 62 S., München 1959.
- GANSS, O.: Erläuterungen zur Geologischen Karte von Bayern 1 : 25000, Blatt 8240 Marquartstein. – 276 S., München (Bayerisches Geologisches Landesamt) 1967.
- GORICAN, S.: Jurassic and Cretaceous Radiolarians from the Budva Zone (Montenegro, Yugoslavia). – *Revue Micropal.*, **30**, 177–196, Paris 1987.
- GÜMBEL C.W.: Geognostische Beschreibung des bayerischen Alpengebirges und seines Vorlandes. – XX + 950 S., Gotha (Justus Perthes) 1861.
- HAHN, F.F.: Geologie des oberen Saalachgebietes zwischen Lofer und Diesbachtal. – *Jb. Geol. R.-A.*, **63**, 1–76, Wien 1913.
- HASEMANN, W.: Geologie des Brunnstein- und Traithengebietes in den ostbayerischen Alpen. – *Diss. Univ. München*, 45 S., München 1929.
- JACOBSHAGEN, V.: Die Allgäu-Schichten (Jura-Fleckenmergel) zwischen Wettersteingeberge und Rhein. – *Jb. Geol. B.-A.*, **108**, 1–114, Wien 1965.
- KÄLIN, O. & BERNOULLI, D.: *Schizosphaerella* DEFLANDRE and DAN-GEARD in Jurassic deeper-water carbonate sediments, Magazan Continental Margin (Hole 547 b) and Mesozoic Tethys. – *Init. Repts. DSDP*, **79**, 411–435, Washington 1984.
- KODINA, L.A., BOGATCHEVA, M.P. & LOBITZER, H.: An Organic Geochemical Study of Austrian Bituminous Rocks. – *Jb. Geol. B.-A.*, **131**, 291–300, Wien 1988.
- LOBITZER, H., KODINA, L.A., SOLTI, G., SCHWAIGHOFER, B. & SURENIAN, R.: Fazies, Geochemie und Stratigraphie ausgewählter Vorkommen österreichischer organisch reicher Gesteine. – *Ein Zwischenbericht*. – *Geol. Paläont. Mitt. Innsbruck*, **15**, 85–107, Innsbruck, 1988.
- LOBITZER, H., SOLTI, G., RAVASZ, Cs. & CSZASZAR, G.: Fazies und Geochemie ausgewählter Vorkommen bituminöser Gesteine Österreichs. – (Arbeitstitel, in Vorb.).
- MÜLLER, E.D.: Geologisch-paläontologische Untersuchungen in den Chiemgauer Alpen: Geigelstein-Roßalpe. – *Unveröffentl. Dipl.-Arb. Univ. München*, 94 S., München 1965.
- PESAGNO, E.A., SIX, W. & YANO, Q.: The Xiphostylidae Haekel and Parviacidae, n. fam. (Radiolaria) from the North American Jurassic. – *Micropal.*, **35**, 193–255, New York 1989.
- PLÖCHINGER, B. & OBERHAUSER, R.: Ein bemerkenswertes Profil mit rhätisch-liassischen Mergeln am Untersberg Ostfuß (Salzburg). – *Verh. Geol. B.-A.*, **1956**, 275–283, Wien 1956.
- QUENSTEDT, F.A.: *Der Jura*. – 842 S., Tübingen (Laupp) 1856–57.
- RIEGRAF, W., WERNER, G. & LÖRCHER, F.: *Der Posidonienschiefer: Biostratigraphie, Fauna und Fazies des südwestdeutschen Untertoarciums (Lias ε)*. – 195 S., Stuttgart (Enke) 1984.
- SANDER, B.: Ueber bituminöse Mergel. – *Jb. Geol. B.-A.*, **71**, 135–148, Wien 1921.
- SCHLOSSER, M.: Zur Geologie des Unterinntales. – *Jb. Geol. B.-A.*, **59**, 525–574, Wien 1909.
- SCHOTTLE, W.: Die Geologie der westlichen Sachranger Berge in den Chiemgauer Alpen (Hochriß-Laubenstein-Spitzsteingebiet). – *N. Jb. Min. etc., Beil. Bd.*, **72**, 46–119, Stuttgart 1934.
- SCHRÖDER, J.: Die Jurassischen Fleckenmergel der bayerischen Alpen. – *N. Jb. Min. etc., Beil. Bd.*, **52**, 214–283, Stuttgart 1925.
- SPIELER, A. & BRANDNER, R.: Vom jurassischen pull-apart Becken zur Westüberschiebung der Achentaler Schubmasse (Tirol, Österreich). – *Geol. Paläont. Mitt. Innsbruck*, **16**, 191–194, Innsbruck 1989.
- STEIGER, T.: Systematik, Stratigraphie und Palökologie der Radiolarien des Oberjura-Unterkreide-Grenzbereichs im Osthorn-Tirolikum (Nördliche Kalkalpen, Salzburg und Bayern). – *Habilitationsschrift Fak. f. Geowissensch. d. Univ. München*, 331 S., München 1989.
- TOLLMANN, A.: Analyse des klassischen nordalpinen Mesozoikums. Stratigraphie, Fauna und Fazies der Nördlichen Kalkalpen. – 580 S., Wien (Deuticke) 1976.
- WOLFF, H.: Erläuterungen zur Geologischen Karte von Bayern 1 : 25.000, Blatt 8338 Bayrischzell. – 190 S., München (Bayerisches Geologisches Landesamt) 1985.

Manuskript bei der Schriftleitung eingelangt am 14. November 1990.