



Organisches Material an der Ammer bei Scheibum (Bausteinschichten, Molasse)

MANOEL STAUNER¹, CHRISTOPH LEITNER² & DORIS GROSS³

10 Abbildungen, 2 Tabellen

*Österreichische Karte 1:50.000**BMN / UTM**86 Ammerwald / -**Pechkohle
Inkohlung
Faltenmolasse
Molasse
Bayern*

Inhalt

| | |
|---|-----|
| Zusammenfassung | 97 |
| Abstract | 98 |
| Einleitung | 98 |
| Regionale Geologie | 98 |
| Das bayerische Alpenvorland | 98 |
| Geologie im Untersuchungsgebiet | 99 |
| Erdöl und Kohle in Bayern | 99 |
| Methodik | 100 |
| Stratigrafische Abfolge mit inkohltem Material (47 m, östliches Ufer) | 101 |
| Organisches Material, Stelle 1 (östlich der Ammer) | 102 |
| Organisches Material, Stelle 2 (westlich der Ammer) | 103 |
| Dünnschliffuntersuchungen | 104 |
| Untersuchungen mit dem Auflichtmikroskop | 106 |
| Diskussion | 107 |
| Fazit | 107 |
| Dank | 108 |
| Literatur | 108 |

Zusammenfassung

Die Lokalität mit organisch-reichem Material befindet sich am Fluss Ammer in Südbayern nahe Saulgrub, genannt Scheibum. Geologisch gesehen befindet sich der kartierte Aufschluss von etwa 50 m Länge in der Faltenmolasse im Südschenkel der Murnauer Mulde, am Übergang der Unteren Meeresmolasse zur Unteren Süßwassermolasse. Die Schichtfolge gehört im weitesten Sinne zum Ablagerungsraum eines brackischen Milieus. Ebenfalls brackische Fazies repräsentieren die Cyrenenschichten, in denen bis 1971 in den nahe gelegenen Orten Hausham, Penzberg und Peißenberg Kohlebergbau betrieben wurde. Auf dem kartierten Abschnitt wurden insgesamt zwei Stellen von kohligem Material gefunden. Obwohl makroskopische Eigenschaften zunächst für Bitumen sprachen, wurde dieses Material im Auflichtmikroskop eindeutig als Pflanzenmaterial identifiziert (Kohle i.w.S.). Aufgrund der starken Vergelung, d.h. Zersetzung der Zellverbände, handelt es sich bei Stelle 1 um abgelagertes Treibholz. Bei Stelle 2 sind mehrere Mazeralkruppen sichtbar. Erhaltenes Gewebe und abgebautes Gewebe liegen schichtsedimentär nebeneinander. Dieses Material zeichnet sich durch die Zusammenschwemmung von mehreren kleineren Ästen und Bäumen mit einhergehender Moorbildung aus. Beide Stellen ergaben eine Vitrinitreflexion von 0,40 % Rr und können der Braunkohle, genauer gesagt der Mattbraunkohle, zugeordnet werden. Der Wert 0,40 % Rr entspricht einer Inkohlungstemperatur von ca. 60 °C und damit einer Versenkungstiefe zwischen minimal 2.400 m und maximal 2.600 m.

1 MANOEL STAUNER: Ludwig-Maximilians-Universität München, Lehrstuhl für Geologie, Luisenstraße 37, 80333 München, Deutschland. mano.stauner@gmx.de
2 CHRISTOPH LEITNER: Universität Salzburg, Fachbereich Geographie und Geologie, Hellbrunnerstraße 34, 5020 Salzburg, christoph.leitner@sbg.ac.at
3 DORIS GROSS: Montanuniversität Leoben, Lehrstuhl für Erdölgeologie, Peter-Tunner-Straße 5, 8700 Leoben. doris.gross@unileoben.ac.at

Organic-Rich Material at Scheibum next to the River Ammer (Bausteinschichten, Molasse)

Abstract

The organic-rich material is located at Scheibum next to the river Ammer close to Saulgrub. The mapped outcrop of 50 m length is part of the south flank of Murnauer syncline at the transition of the marine Untere Meeresmolasse group to the fresh water Untere Süßwassermolasse group. The succession belongs to a brackish environment. In the nearby places Hausham, Penzberg, Peißenberg coal was mined in the Cyrenen Formation identified with this brackish environment until 1971. Two spots of coalified material were discovered at the mapped area. At spot 1, the material exposes a black color and has vitreous gloss. Although macroscopic features resemble fossil oil (bitumen), the organic material was identified as coalified plant material. Due to the strong gelation, i.e. bacterial decomposition, it is interpreted as driftwood. At spot 2, several constituent groups are visible. Plant structures like little branches are well preserved and document an involvement of moor generation. Both locations yield a vitrinite reflectance of 0.40 % R_r, which indicates a temperature of ca. 60 °C during subsidence. Hence the overburden depth was between 2,400 m and 2,600 m in its maximum.

Einleitung

Bis 1971 stellte das bayerische Alpenvorland neben Kohlenwasserstoffvorkommen bedeutende Kohlelagerstätten. Die gewonnenen Kohlen wurden als Pechkohle bezeichnet. Auch Erdöl wurde im bayerischen Alpenvorland gefördert. Die erbohrten Ölvorkommen liegen stratigrafisch unter den Kohlevorkommen in der Unteren Süßwasser- bzw. Meeresmolasse in einer Tiefe zwischen 1.000 und 3.500 m. Die Untere Süßwasser- bzw. Meeresmolasse ist in der Rottenbacher- und Murnauer Mulde an der Oberfläche anzutreffen. Somit sind Ölaustritte und Kohle potenziell nebeneinander an der Oberfläche anzutreffen.

Im Untersuchungsgebiet in der Faltenmolasse, im Südchenkel der Murnauer Mulde, ist inkohltes Material an der Geländeoberfläche aufgeschlossen. Das Vorkommen be-

findet sich am Fluss Ammer in der Nähe von Kohlgrub, genannt Scheibum. Das Vorkommen befindet sich stratigrafisch am Übergang von der Unteren Meeresmolasse zur Unteren Süßwassermolasse. Anlass der vorliegenden Studie war die Natur und Entstehung des organischen Materials, also, ob Bitumen oder Kohle aufgeschlossen ist.

Regionale Geologie

Das bayerische Alpenvorland

Die Geologie Bayerns lässt sich in vier Groseinheiten untergliedern: Das Grundgebirge im Nordosten, das Deckgebirge nördlich der Donau, die Molassezone im zentralen Bereich und die Alpen. In der Endphase der Alpenentstehung vor etwa 30 Ma schoben sich alpine Decken über

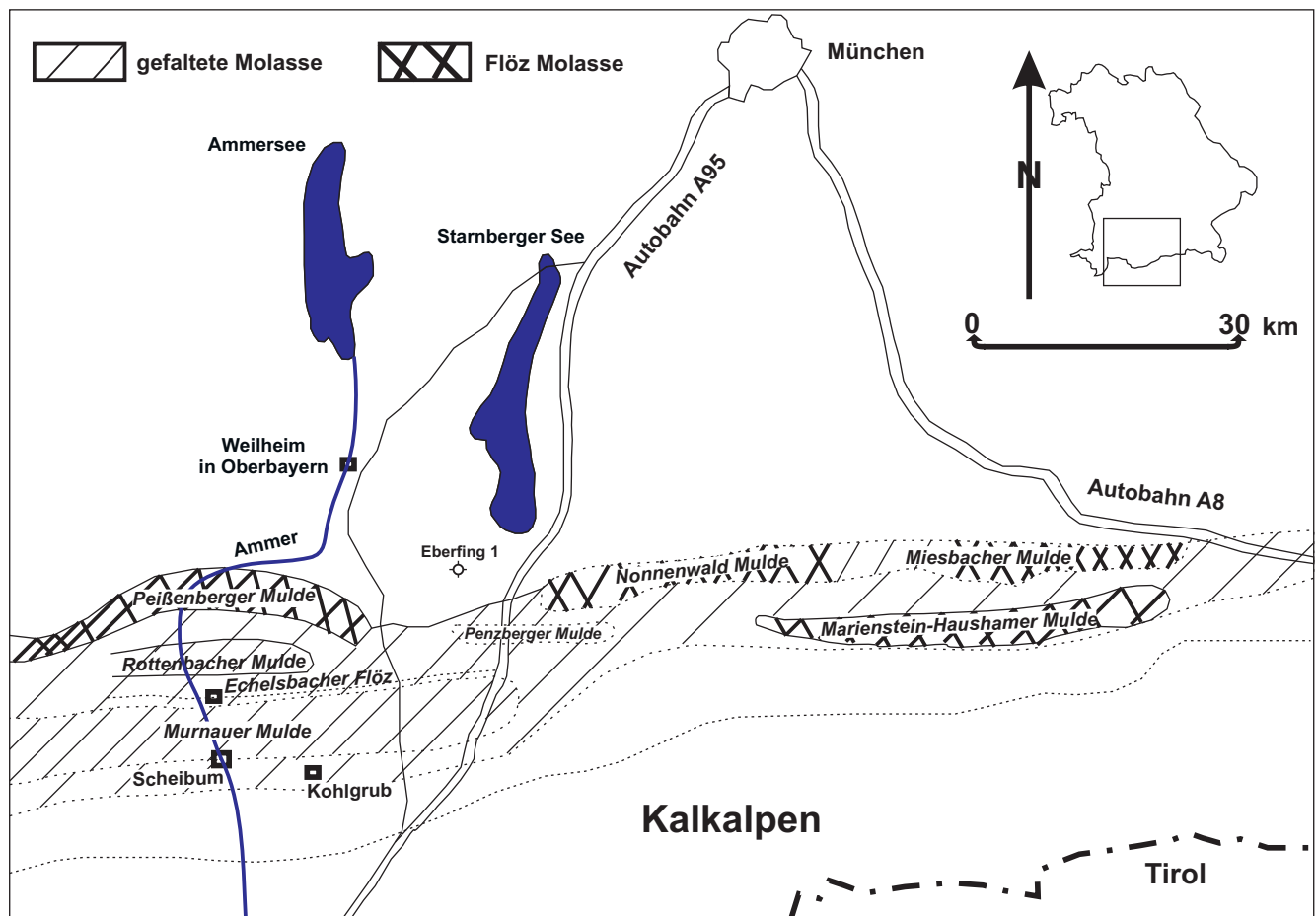


Abb. 1. Lageplan des oberbayerischen Kohlenreviers mit der Lokalität Scheibum an der Ammer. Profil siehe Abbildung 2.

den Südrand der europäischen Kontinentalplatte. Aufgrund des auflagernden Gewichts wurde die Platte nach unten gedrückt und es bildete sich eine Senke, das Vorlandbecken. Im Laufe der Zeit wurde dieses Becken mit 5.000 m mächtigem Abtragungsschutt der Alpen gefüllt. Transportiert wurden diese mächtigen Schuttmassen von Flusssystemen, die aus südlicher, westlicher und östlicher Richtung kamen. Aufgrund der voranschreitenden Alpen kam es schließlich in der darunter- und davorliegenden Molasse zu einer vollständigen Abscherung und Auffaltung der Schichten im Süden, nördlich der Alpen, bei welcher sich E-W-verlaufende Mulden bildeten (Abb. 1).

Das Vorlandbecken in Bayern wird traditionell in die nördliche Vorlandmolasse und in die subalpine Molasse oder Faltenmolasse untergliedert. Das Molassebecken ist fazill durch einen zyklischen Wechsel von Transgression und Regression des Molassemeeres charakterisiert und somit durch die Verzahnung verschiedener Sedimente geprägt. Die Gesteine des Molassebeckens wurden vom oberen Eozän bis zum oberen Miozän abgelagert. Je nach Ablagerungsbedingungen, terrestrisch oder marin, wird die 5.000 m mächtige Schichtfolge heute in vier Gruppen unterteilt: Untere Meeresmolasse (Rupelium), Untere Süßwassermolasse (Chattium und Aquitanium), Obere Meeresmolasse (Burdigalium und „Helvetium“) und Obere Süßwassermolasse (mittleres bis oberes Miozän).

Für die vorliegende Studie war die untere Schichtfolge von Interesse: Zuunterst liegen marine Schichtglieder, wie die Tonmergel- und Bausteinschichten (Untere Meeresmolasse). Darüber erstreckt sich im Oberoligozän die chattische Brackwassermolasse (Teil der Unteren Süßwassermolasse), die auch als Cyrenenschichten angesprochen werden kann (GEISLER, 1975b).

Geologie im Untersuchungsgebiet

Im näheren Untersuchungsgebiet können fünf unterschiedliche Schichten differenziert werden. Stratigrafisch vom Älteren zum Jüngeren sind die Deutenhausener, Tonmergel-, Baustein-, Weißach- und Steigbach-Schichten anzutreffen, welche eine zunehmende Verlandung anzeigen (HÖFLE & KUHNERT, 1969). Die marinen Deutenhausener Schichten weisen eine Wechsellagerung gut gebankter Sandsteine mit Mergel auf. Die Sandsteinlagen besitzen eine gräuliche Farbe und haben 45 % Karbonatgehalt. Zudem weisen sie eine Bänderung mit kohligten Lagen auf. Charakteristisch für die Sandsteinbänke sind die an der Unterseite festzustellenden current ripples (Strömungsrippe) und groove casts (Strömungsmarken). Diese Merkmale lassen auf frühere Suspensionsströme schließen und sind kennzeichnend für den Übergang der Flysch-Fazies in die Molasse-Fazies (RICHTER, 1950; SCHUDER, 1963). Die

darauffolgenden Tonmergelschichten sind ebenso charakterisiert durch eine Sandstein-Mergel-Wechsellagerung. Jedoch kam es hier zu einer Sandgehaltzunahme in den stratigrafisch höheren Bereichen. Innerhalb der Mergel sind kleinere Gerölle und kiesige Linsen anzutreffen, die jedoch schnell auskeilen. Die Tonmergelschichten besitzen des Öfteren Gleithorizonte. Die nächste Schicht stellen die Bausteinschichten dar. Die sandige Bausteinzone ist charakteristisch für die Regression des nach Osten zurückweichenden Meeres (GEISLER, 1975b). Die Korngröße verändert sich vom Feinkörnigen zum Grobkörnigen und es ist eine grobklastischere Fazies anzutreffen. Zuerst sind Mergel mit weichen ungebankten Sandsteinen anzutreffen, gefolgt von Mergel-Sandsteinfolgen mit einem hohen Sandsteingehalt. Eingeschlossene Sand- und Konglomeratschüttungen vervollständigen die Abfolge der Bausteinschichten und stellen den Übergang zu den Weißbachschichten dar. In den gräulichen Sandsteinbänken sind häufig Pflanzenhäcksel vorhanden und es lässt sich oftmals graded bedding (gradierte Schichtung) feststellen. Am Übergang der Bausteinschichten zu den rötlichen Weißbachschichten befindet sich „ein“ Pechkohleflöz (genanntes Pechkohleflöz wird hier als Aufschluss 2 beschrieben). Das Flöz wurde mit dem Echelsbacher Flöz, welches in der Rottenbacher und der Murnauer Mulde bekannt ist, beschrieben (HÖFLE & KUHNERT, 1969: 42). Die folgenden Weißbachschichten besitzen eine charakteristische Rotfärbung. Die bis zu 25 m mächtigen Konglomeratbänke beginnen und enden übergangslos. Die Grenze zu den Steigbachschichten wird mit der letzten roten Konglomeratbank gekennzeichnet. Die Steigbachschichten bestehen aus gräulich gefärbten Konglomeratbänken. Der Unterschied zu den Weißbachschichten sind die feinkonglomeratischen und sandigen Lagen, die im unteren Teil der Konglomeratbänke eingeschaltet sind. Auffällig ist die Häufung der Konglomerate im Südflügel der Murnauer Mulde, die im Norden jedoch komplett fehlt. Dies bestätigt das schnelle Auskeilen der mächtigen grobklastischen Schüttungen nach Norden. Die Steigbachschichten bilden den Muldenkern der Murnauer Mulde (HÖFLE & KUHNERT, 1969: 45).

Erdöl und Kohle in Bayern

Das Neogen ist in der östlichen Molasse (vor allem österreichische Molasse) ab dem oberen Eozän vollständig sedimentiert, wohingegen in der Westmolasse die Bausteinschichten des mittleren Oligozäns auf das Mesozoikum folgen. Die Westmolasse ist ausschließlich mit den Bausteinschichten als Öl-Förderhorizont charakterisiert (Abb. 2).

Der Kohlebergbau in der südbayerischen Molasse wurde industriell vor allem im 19. Jahrhundert betrieben und auf-

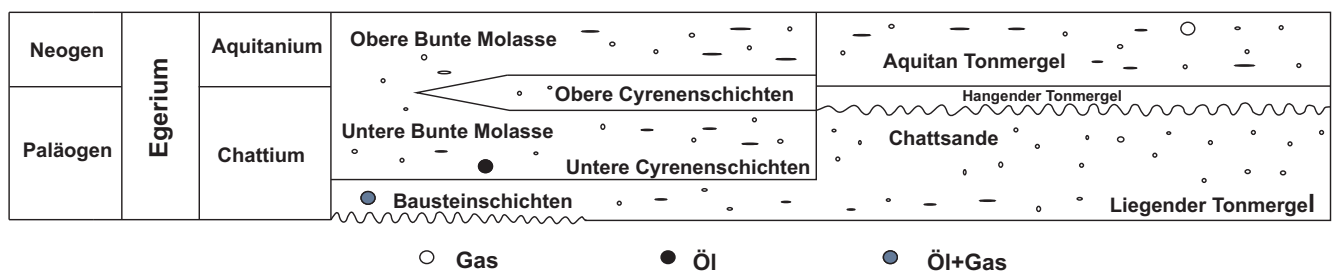


Abb. 2. E-W-Verteilung Öl und Gas führender Schichten in der bayerischen Molasse, verändert nach EXLER (1987: Abb. 4).

grund des schlechten Heizwertes der „Pechkohle“ schließlich in den 1960er Jahren stillgelegt. Die Kohle führenden Schichten in Hausham, Miesbach und Au gehören zu den brackischen Cyrenenschichten. Die Marienstein-Haushamer Mulde beinhaltet 27 Flöze, die nicht alle abbauwürdig waren. Die Miesbacher Mulde besitzt fünf Flöze, während in Au nur drei Flöze abgebaut werden konnten (BALTHASAR, 1975). Der Flözabbau in Penzberg fand in drei E-W-streichenden Flözmulden statt, in der Penzberg-, Langsee- und Nonnenwaldmulde. In diesen Mulden befinden sich, vom Liegenden zum Hangenden, 24 Flöze, die jedoch nicht alle abbauwürdig waren. Die Peißenberger Mulde mit 26 Flözen wird im Nordosten durch die Peißenberger Überschiebung begrenzt und sollte eher als Schuppe bezeichnet werden (GEISSLER, 1975a).

Aufgrund der regionalen Faziesverteilung können die Bausteinschichten sowie die Cyrenenschichten stratigrafisch sowohl unterhalb als auch oberhalb der Unteren Meeresmolasse auftreten. Das organische Material bei Scheibum befindet sich an der Grenze der Bausteinschichten und der Süßwassermolasse (Abb. 3).

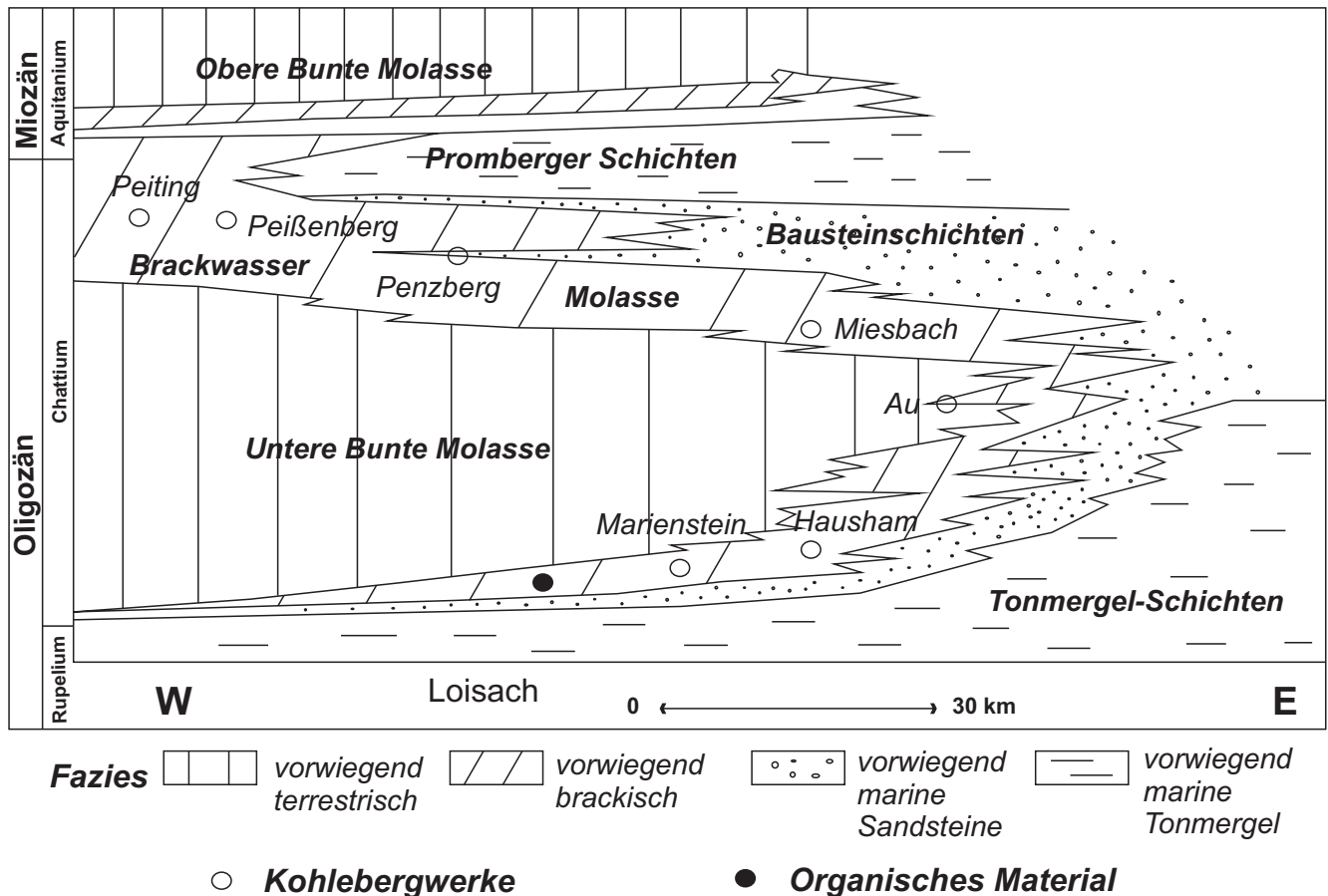
Abb. 3.
E-W-Verteilung von Faziesbereichen der Kohle in der subalpinen Molasse, verändert nach GEISSLER (1957b: Abb. 1); Erläuterung: Untere Bunte Süßwassermolasse ist identisch mit Unterer Süßwassermolasse. ▼

| Probe | Gestein | Präparat |
|---------|-----------------------|-------------|
| MS-1 I | Kohle (1. Stelle) | Anschliff |
| MS-1 II | Kohle (1. Stelle) | Anschliff |
| MS-2 | Sandstein (1. Stelle) | Dünnschliff |
| MS-5 I | Sandstein (1. Stelle) | Dünnschliff |
| MS-5 II | Sandstein (1. Stelle) | Dünnschliff |
| MS-8 | Kohle (2. Stelle) | Anschliff |

Tab. 1.
Dünn- und Anschliffproben mit Bezeichnungen.

Methodik

Im Rahmen der vorliegenden Studie wurden die Kohlebergbaumuseen in Penzberg, Hausham und Peißenberg besucht. Während der Kartierung wurde eine Strecke von 47 m detailliert sedimentologisch und strukturgeologisch aufgenommen. Es wurden orientierte Proben für Anschliffe und Dünnschliffe genommen (Tab. 1). Die Präparation erfolgte an der Ludwig-Maximilians-Universität, am Lehrstuhl für Geologie. Die stark bröselige Probe MS-8 wurde zunächst in Kunstharz eingegossen, anschließend ein Klötzchen der Größe 4 x 2 x 1 cm hergestellt und eine Fläche poliert. Die polierten Anschliffe wurden mit einem Leica MPV Mikroskop im Auflicht (Weißlicht und Fluoreszenzlicht) betrachtet. Dabei wurde ein Ölimmersionsobjektiv (50-fache Vergrößerung) verwendet. Zusätzlich wurde



an den Proben MS-1 und MS-8 die Vitrinitreflexion zur Bestimmung des Inkohlungsgrades gemessen. Die Vitrinitreflexion (% Rr) wurde bei 50-facher Vergrößerung im nicht polarisierten Licht bei einer Wellenlänge von 546 nm bestimmt (TAYLOR et al., 1998). Es wurden mindestens 20 Punkte pro Schliff gemessen.

Stratigrafische Abfolge mit inkohltem Material (47 m, östliches Ufer)

Der Fluss Ammer fließt von Süden nach Norden und quert dabei die E-W-streichende Murnauer Mulde. Im Untersuchungsgebiet ist dies der Südschenkel der Mulde, sodass von Süden nach Norden stratigrafisch fortschreitend jüngere Schichten, in Richtung des Muldenkerns, anstehen (Abb. 4, 5).

Abschnitt 1 (Konglomerat, 6 m)

Die Sande und Kiese des Konglomerats besitzen eine Korngröße zwischen Grobsand und Mittelkies und bestehen vorwiegend aus kalkigem Material. Die Kieskörner sind in einer Sandmatrix eingebettet, die sich hauptsächlich aus Mittelsand zusammensetzt. Die Komponenten sind sehr gut gerundet und weisen einen hohen Grad an Sortierung und Gradierung auf. Es tritt normale Gradierung vom Größeren zum Feineren auf. Korngrößen im Schluff- und Grobkiesbereich fehlen vollkommen. Dies hängt mit einem Ablagerungsmilieu zusammen, in dem der Feinanteil keine Möglichkeit hatte, sich abzusetzen. Die gradierten Bänke treten in wiederkehrenden Zyklen auf. Die Mächtigkeit der Bankung ist schwankend und kann zwischen 5 und 40 cm betragen. Die Einregelung, Sortierung und Gradierung deuten auf fließendes Gewässer hin. Die einheitliche Bankung weist auf ein Delta als Entstehungsort hin. Aufgrund der Einregelung der Komponenten lässt sich die Strömungsrichtung eingrenzen. Lokal sind kleine Diskordanzen mit zugehörigen Erosionsstrukturen vorhanden.

Abschnitt 2 (Feinsandstein-Mergel-Wechsel, 10 m)

Die Feinsandsteinbänke der Wechsellagerung wirken sehr massiv, wohingegen der Mergel im Millimeterbereich geschichtet ist. Signifikant sind Pflanzenabdrücke an den

Mergelflächen. In den Sandsteinlinsen fehlen diese komplett, da die Pflanzenhäcksel zerrieben und durch die Strömung ausgewaschen wurden. Dies steht im Gegensatz zum Mergel, der sehr feinkörnig ist und ein langsam fließendes bis stehendes Gewässer anzeigt. Markant ist der auskeilende Mergel in den massiveren Sandsteinbänken. Vermutlich handelt es sich um einen Verlandungsbereich, wo mehrheitlich Feinsediment („Schlamm“) abgelagert wurde und dazwischen befanden sich Fließrinnen, in denen der grobkörnigere Sand abgelagert wurde, eventuell also im Top eines progradierten Deltas.

Abschnitt 3 (Feinsandstein, 1 m)

Hierbei handelt es sich um eine Lage aus Feinsandstein von 1 m Mächtigkeit. Im Gegensatz zu den vorhin beschriebenen Sandsteinen führt dieser viel Hellglimmer. Er kann in einen blättrigen und einen massiveren Anteil untergliedert werden; im blättrigen ist eine Kreuzschichtung erkennbar. Insgesamt deutet sich eine Vergrößerung des Sediments an.

Abschnitt 4 (Sandstein-Konglomerat-Wechsel, 8 m)

Die Zone ist charakterisiert durch Sandsteine mit Konglomeraten. Der Sandstein wirkt sehr massiv, hat eine blaugraue Farbe im frischen Bruch und ist als Mittelsandstein anzusprechen. Es sind von unten nach oben zunehmend isolierte Kieslagen anzutreffen. Aufgrund von seitlich aufeinanderfolgenden Lagen kann ausgeschlossen werden, dass die Sedimentation in einem großen Ereignis stattfand. Stattdessen geschah dies in mehreren Phasen, durch kontinuierliches Einspülen diverser Körner. Das gröbere Material wurde damals eher im proximalen Bereich des Deltas abgelagert, die feinen Komponenten hingegen im distalen, da weniger Energie benötigt wird, um sie zu bewegen. Aufgrund der immer wiederkehrenden Feinsandlagen ist anzunehmen, dass die Absenkung kontinuierlich stattfand. Auffällig ist, dass eine Kornvergrößerung stattfindet, je weiter man sich Abschnitt 5 nähert. Somit kommt es zu einem Wechsel von Grobsandlagen bis hin zu einem Konglomerat, deren Körner eine Größe von 1–5 cm aufweisen. Das Konglomerat besteht fast ausschließlich aus kalkigen Körnern (> 90 %) und weist nur vereinzelt Quarzkomponenten auf.

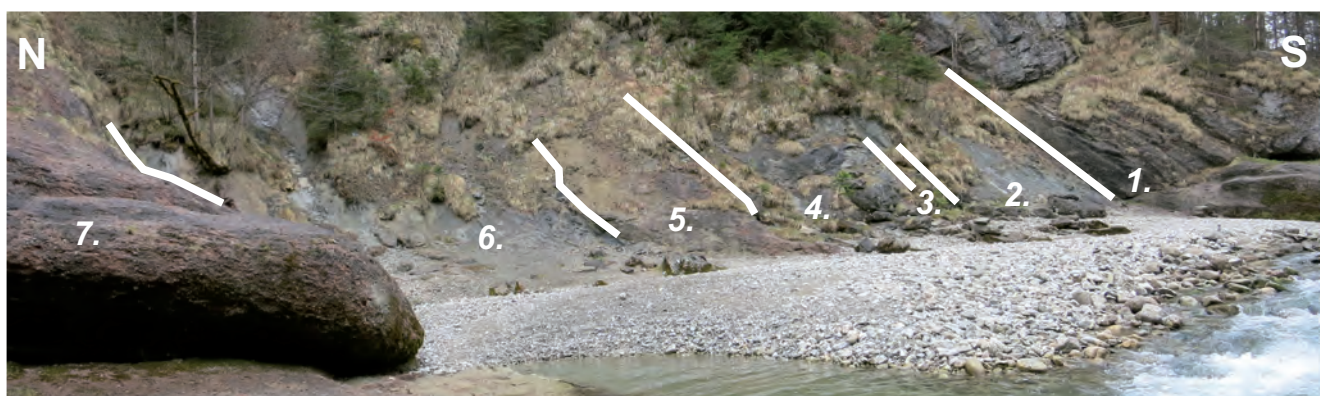


Abb. 4. Aufgenommene Strecke entlang der Ammer von 47 m, unterteilt in sieben Unterabschnitte. Abschnitt 1 im Süden ist stratigrafisch unten, Abschnitt 7 im Norden ist stratigrafisch oben.

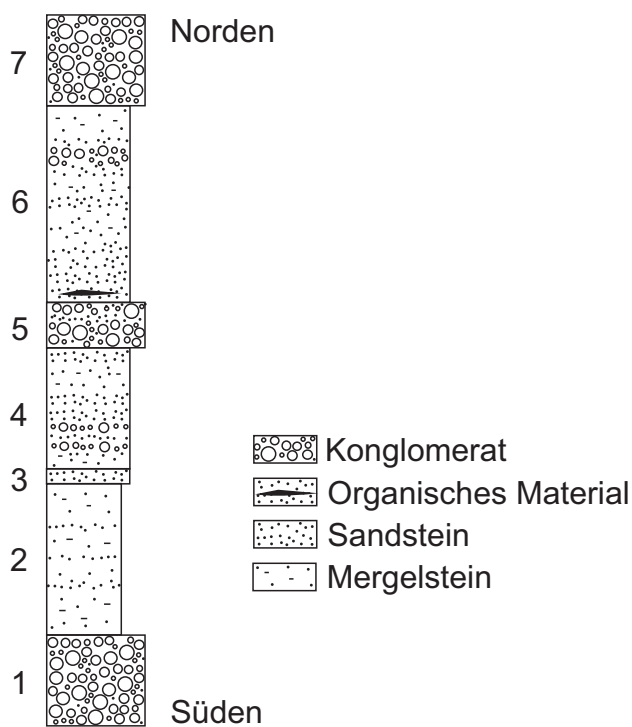


Abb. 5.
Stratigraphische Aufnahme, östliches Ufer.

Abschnitt 5 (Konglomerat, 3 m)

Das Konglomerat besitzt eine rote komponentengestützte Matrix, wird durch ein kalkiges Bindemittel zusammengehalten und enthält gut gerundete Körner. Die Komponenten (Fein- bis Grobkies) sind eingeregelt, aber unsortiert und bestehen zu 90 % aus roten, weißen und braunen Kalken. Diese Einregelung lässt auf eine ähnliche Schüttungsrichtung wie in Abschnitt 1 schließen. Da zum einen die Komponenten unsortiert auftreten, zum anderen aber eingeregelt sind, lässt sich nicht genau sagen, ob es damals zu einer einzigen schnellen Rutschung oder zu einer lang anhaltenden kontinuierlichen Sedimentation kam. Die rote Farbe legt eine terrestrische Bildung unter ariden bis subtropischen Bedingungen nahe.

Abschnitt 6 (Bunte Sandstein-Mergelstein-Wechselfolge, 13 m)

Im Hangenden des Konglomerats folgt eine bunte Sandstein-Mergel-Wechselfolge. Die 2–10 cm mächtigen Sandsteinbänke alternieren mit blättrigen Feinsand- und Mergellagen. Diese sechste Zone kann wiederum in drei Abschnitte unterteilt werden. Zum einen ist bis zum neunten Meter eine Wechsellagerung von den 2–10 cm mächtigen massiveren Sandsteinbänken mit blättrigen Feinsand- und Mergellagen aufgeschlossen. In ihrem stratigraphisch untersten ist das organisch-reiche Material aufgeschlossen (Aufschluss 1). Der zweite Abschnitt, der sich bis zum elften Meter erstreckt, wird von beiden Seiten durch 50 cm mächtige Konglomeratbänke begrenzt, die eine Grobsandlage zwischen ihren Bänken einschließen. Gefolgt wird die Konglomeratbank von buntem alternierendem Fein-Mittel-Sand im Dezimeterbereich. Der Farbwechsel der Sandkörner vollzieht sich im Folgenden: beige, grau, rot, beige, rot. Die verschiedenen Farbwechsel, aber auch die unter-

schiedlichen Korngrößen mit teilweise kiesigen Lagen deuten auf einen Übergangsbereich von marin zu terrestrisch hin.

Abschnitt 7 (Rötliches Konglomerat, 6 m aufgenommen)

Der oberste Bereich ist charakterisiert durch einen massiven bunten Konglomeratblock. Die einzelnen Komponenten sind z.T. eingeregelt, aber häufig jedoch unsortiert. Der Konglomeratblock enthält alle Kies Korngrößen von Fein-Grob-Kies. Die Matrix besteht aus kalkigem Material und setzt sich aus rötlichem Sand zusammen. Die rote Farbe des Konglomerats weist auf subtropische Verwitterung hin. Es dürfte sich bereits um terrestrisch abgelagertes Material handeln. Als Besonderheit sei hier noch angeführt, dass 20 % der Körner mit Rissen versehen sind, die ausschließlich E-W streichen und flach einfallen (k 010/23).

Die strukturgeologischen Daten der aufgenommenen Teilabschnitte sind in Tabelle 2 aufgelistet.

| Fläche | Linear | Zuordnung |
|----------|----------|----------------------|
| h 168/81 | l 189/80 | Grenze Abschnitt 1/2 |
| h 159/89 | l 169/79 | Grenze Abschnitt 1/2 |
| s 161/60 | - | Grenze Abschnitt 5/6 |
| s 153/55 | - | Grenze Abschnitt 5/6 |
| s 153/82 | - | Grenze Abschnitt 5/6 |
| s 147/76 | - | Grenze Abschnitt 5/6 |
| s 160/85 | - | Grenze Abschnitt 5/6 |
| s 168/70 | - | Grenze Abschnitt 6/7 |
| s 168/78 | - | Grenze Abschnitt 6/7 |
| h 163/70 | l 253/36 | Sandstein, Stelle 1 |
| h 334/85 | l 250/30 | Sandstein, Stelle 1 |
| h 162/70 | l 250/29 | Sandstein, Stelle 1 |
| h 170/80 | l 260/30 | Sandstein, Stelle 2 |
| h 172/54 | l 187/40 | Sandstein, Stelle 2 |
| h 169/84 | l 085/35 | Sandstein, Stelle 2 |
| h 173/81 | l 159/80 | Sandstein, Stelle 2 |
| h 179/85 | l 090/87 | Sandstein, Stelle 2 |

Tab. 2.
Strukturgeologische Werte im aufgenommenen Abschnitt.

Organisches Material, Stelle 1 (östlich der Ammer)

Das Material bildet eine kluftartige Zone von ca. 120 cm Länge und ca. 20 cm Gesamtbreite, wenn die verzweigten, aber parallel angeordneten Teile mitberücksichtigt werden (Abb. 6). Das Material weist eine tiefschwarze Farbe auf. Im frischen Bruch (bergfeucht) hat es einen glasartigen Glanz, der die gesamte Probe betrifft, der Bruch ist scharfkantig und muschelartig. Das schwarze Material ist härter als der Sandstein und ritzt diesen. Der Hauptkörper der Zone ist zwischen 2 und 3,5 cm dick und zeigt Striemen, die im Anschnitt in der Regel parallel zueinander orientiert sind. An Verzweigungen biegen diese linienartigen Strukturen

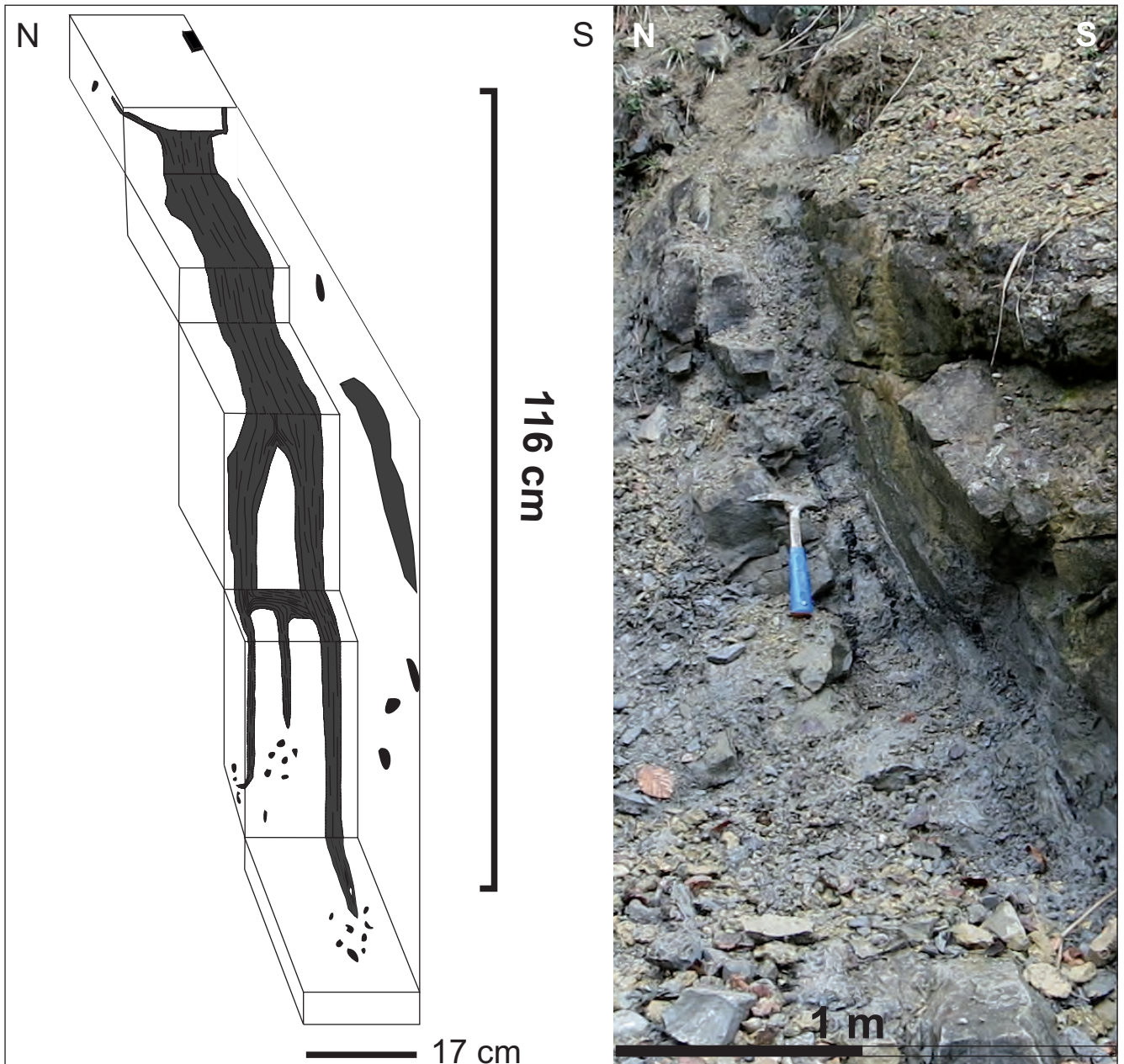


Abb. 6. Aufschluss von organisch-reichem Material an der Grenze der Abschnitte 5 und 6, östliches Ufer der Ammer (Stelle 1); links in 3D-Ansicht.

um und erwecken den Anschein von Fließstrukturen. Einzelne Sandsteinkörper werden dabei linsenartig von dem organisch-reichen Material umgeben. Die organisch-reiche Lage keilt an manchen Stellen innerhalb weniger Zentimeter aus (Abb. 7). Der Aufschluss beinhaltet aber auch isolierte, längliche und parallel zum Hauptaufschluss orientierte Teile mit organischem Material. Der Kontakt zum umgebenden Sandstein ist scharf und subparallel zu dessen Schichtung. Zwischen der organisch-reichen Lage und dem angrenzenden Sandstein sind teilweise Diskordanzen mit Winkeln von maximal 5° sichtbar.

Die Bankung des Sandsteins liegt im Zentimeter- bzw. Dezimeterbereich. Nur etwa 20 bis 30 cm von der organisch-reichen Lage entfernt, befindet sich das Konglomerat von Abschnitt 5. Der Übergangsbereich zu jenem beträgt zwischen 1 und 5 cm, die Körner sind gut gerundet und liegen im Korngrößenbereich zwischen 0,5–1 cm. Es

handelt sich beim Übergang vom liegenden Konglomerat zum hangenden Sandstein um einen eng begrenzten, aber kontinuierlichen, sedimentären Übergang. Im Kontaktbereich zum Sandstein befinden sich mehrere parallel orientierte Harnischflächen. Die Störungszone liegt somit parallel zum Vorkommen von organischem Material. Die organisch-reiche Lage selbst ist von der Störung jedoch nicht betroffen und ist tektonisch völlig unzerstört.

Organisches Material, Stelle 2 (westlich der Ammer)

Im Vergleich zu Stelle 1 ist dieser Aufschluss deutlich mächtiger. Das organisch-reiche Material weist eine Länge von 5 m und eine Breite von 30 cm auf. Umgeben wird das Vorkommen im Liegenden von einem Konglomerat und

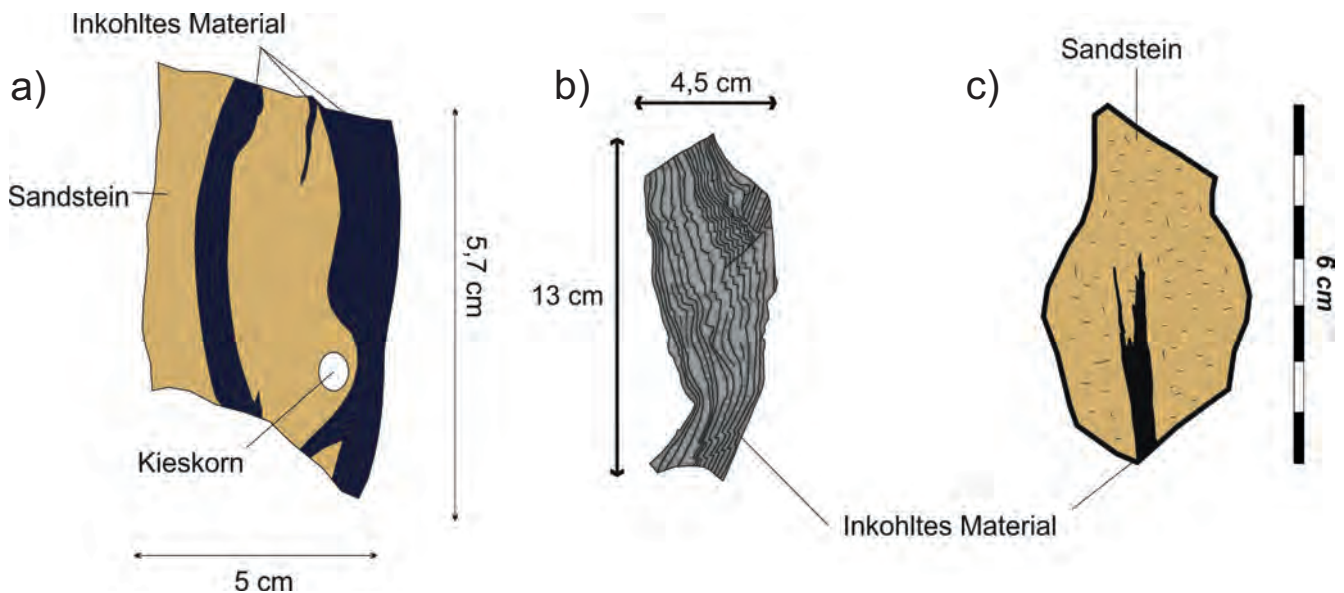


Abb. 7. Handstücke von organisch-reichem Material, Stelle 1; a) mit parallel verlaufender Striung und „umflossenem“ Sandstein mit gerundetem Kieskorn. Man beachte, dass eine Faser im Sandstein auskeilt; b) mit offenen Falten, die teilweise kurze und lange Schenkel aufweisen; c) auskeilendes Ende aus dem oberen Bereich des Aufschlusses.

im Hangenden von einem Sandstein, ähnlich zu Stelle 1. Während jedoch Stelle 1 an der Grenze der Abschnitte 5/6 liegt, ist es bei Stelle 2 die Grenze der Abschnitte 1/2. Die Komponenten des Konglomerats sind sehr gut gerundet mit einer Korngröße zwischen Fein- und Mittelkies. Der

mergelige Sandstein ist weich und weist eine cm-mächtige Bankung auf. Es sind mehrere gut erkennbare Harnische zu finden, mit Striemen aus schwarzem Belag. Das in der Störungszone liegende organische Material ist sehr stark zerrieben und zerstört. Im Vergleich zu Stelle 1 ist es blättrig und auch bröselig, sodass es schwierig ist, Handstücke im Ganzen herauszuschlagen. Eine interne Verfaltung ist klar erkennbar (Abb. 8).



Abb. 8. Aufschluss von organisch-reichem Material, Stelle 2 mit erkennbarer Verfaltung.

Dünnschliffuntersuchungen

Probe MS-2 wurde dem Sandstein bei Stelle 1 entnommen. In den drei Dünnschliffen wurden insgesamt sieben verschiedene Komponenten angetroffen: Karbonat (50 %), Quarz (40 %), nicht-karbonatische Gesteinsbruchstücke (8 %), Hellglimmer und Biotit (< 1 %) sowie Chlorit und opake Erze (1 %). Die Korngröße liegt im Bereich zwischen 100–200 µm. Das Karbonat kann in detritische Körner und Zement unterteilt werden. Die detritischen Karbonatkörner können ihrerseits in Karbonatkristalle (8 %) und Karbonatgesteinsbruchstücke (17 %) unterschieden werden. Der ehemalige Porenraum wurde mit Karbonatzement (25 %) gefüllt. Die Hellglimmer sind meist verbogen und sind in die Schichtung eingeregelt. Außer Bruchstücken aus polykristallinem Quarz waren keine anderen Typen von Bruchstücken zu erkennen. Die Chloritkörner besitzen eine schwach grüne Eigenfarbe und zudem eine blaue anomale Interferenzfarbe; der Biotit erscheint hellbraun. Das Gefüge ist korngestützt, wobei die Matrix aus karbonatischem Zement besteht (10–30 µm).

Nach der Ablagerung der detritischen Komponenten Quarz, Karbonat und Bruchstücke wurde der Porenraum mit Zement verfüllt. Im Sandstein trat keine erkennbare Rekristallisation der Quarzkörner auf, da am Quarz keine authigenen Säume erkennbar sind. Feldspäte wurden nicht gefunden.

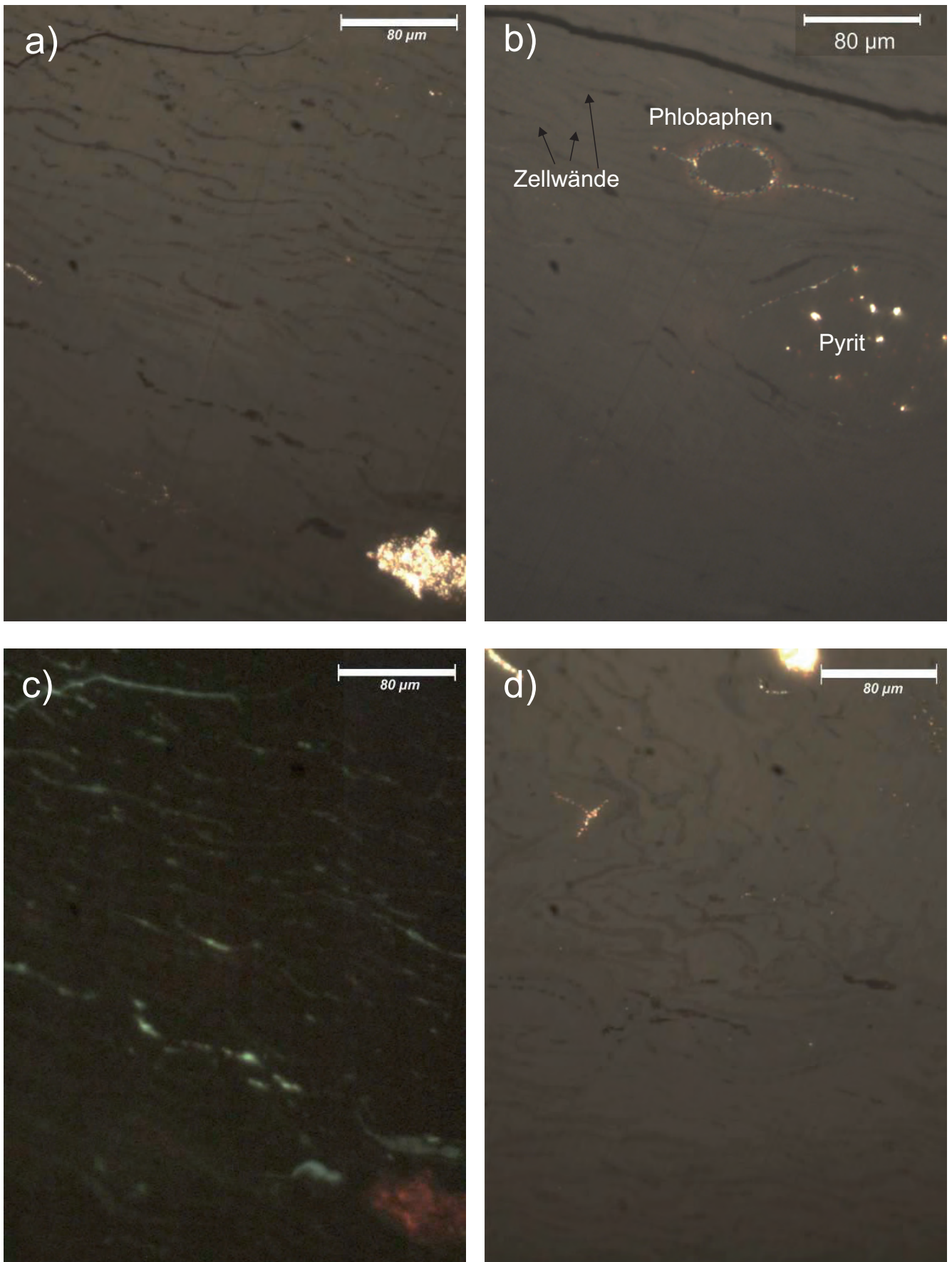


Abb. 9. Anschliff von inkohlem Material bei Stelle 1 (Probe MS-1): a) dünne, schlierenartig verlaufende Zellwände und dickere Komponenten der Zellwände; b) Phlobaphen und Pyrit; c) dieselbe Stelle wie a), jedoch unter fluoreszierendem Licht; d) erkennbar rudimentäre Zellstrukturen.

Untersuchungen mit dem Auflichtmikroskop

Inertinite weisen ein hohes, Vitrinite ein mittleres und Lipinit ein geringes Reflexionsvermögen auf. Vitrinit wird zur Messung des Inkohlungsgrades verwendet und kann grob unterteilt werden: Telinit ist humoses Pflanzengewebe, Detritit steht für eine teilweise humose Grundmasse und Gelinit ist ein strukturloses, reines Gel (bakterielles Abbauprodukt).

Im Anschliff der Stelle 1 (Probe MS-1, Abb. 9) sind ungleichmäßig verlaufende Zellwände zu erkennen. Die Zellwände treten nicht nur mit einer dünnen schlierenartigen Form auf, sie werden auch dicker festgestellt. Die Zellwände sind auch unter fluoreszierendem Licht gut erkennbar und parallel angeordnet. Es sind jedoch keine Zellhöhlräume als solche sichtbar. Die Pyritkomponenten sind im Vergleich zum Vitrinit im Auflicht sehr hell und ahmen oft die Zellstruktur nach. Auffällig sind die gut erhaltenen Gerbstoffe (Phlobaphene), die eine elliptische Form besitzen (Abb. 9b). Im Anschliff der Stelle 2 (Probe MS-8; Abb. 10) können zwei verschiedene Mazeralkomplexe fest-

gestellt werden. Zum einen der hellgraue Inertinit und zum anderen der mittelgraue Vitrinit. Beim Vitrinit sind Telinit und Detritit vorhanden. Im Telinit sind keine Zellstrukturen erkennbar. Der Detritit weist mehrere inhomogen verlaufende Strukturen auf. Der Pyrit ist durch seinen hellen Glanz leicht erkennbar. Der Anschliff der Probe MS-8 (Stelle 2) zeigt eine einheitliche sedimentäre Schichtung. In Abbildung 10b sind die Mazerale von einer Störung mit erkennbarer Bewegungsrichtung durchsetzt. Die Verfallungsstrukturen in Abbildung 10c ziehen sich durch den Telinit sowie durch den Detritit. Abbildung 10d zeigt Detritit mit Pyrit.

Bei Stelle 1 (Probe MS-1) zeichnet sich das kohlige Material durch eine mittlere Vitrinitreflexion von 0,39 % Rr ($s = 0,01$) aus. Bei der Messung der Probe von Stelle 2 (MS-8) wurde der Wert 0,41 % Rr ($s = 0,02$) gemessen. Aus der Vitrinitreflexion ist es nach BARKER & PAWLEWICZ (1994) möglich, den Betrag der mittleren Versenkungstemperatur abzuschätzen. Nach der Gleichung $T = (\ln(Rn) + 1,68)/0,0124$ erhält man somit rechnerisch eine Bildungstemperatur von ~ 60 °C.

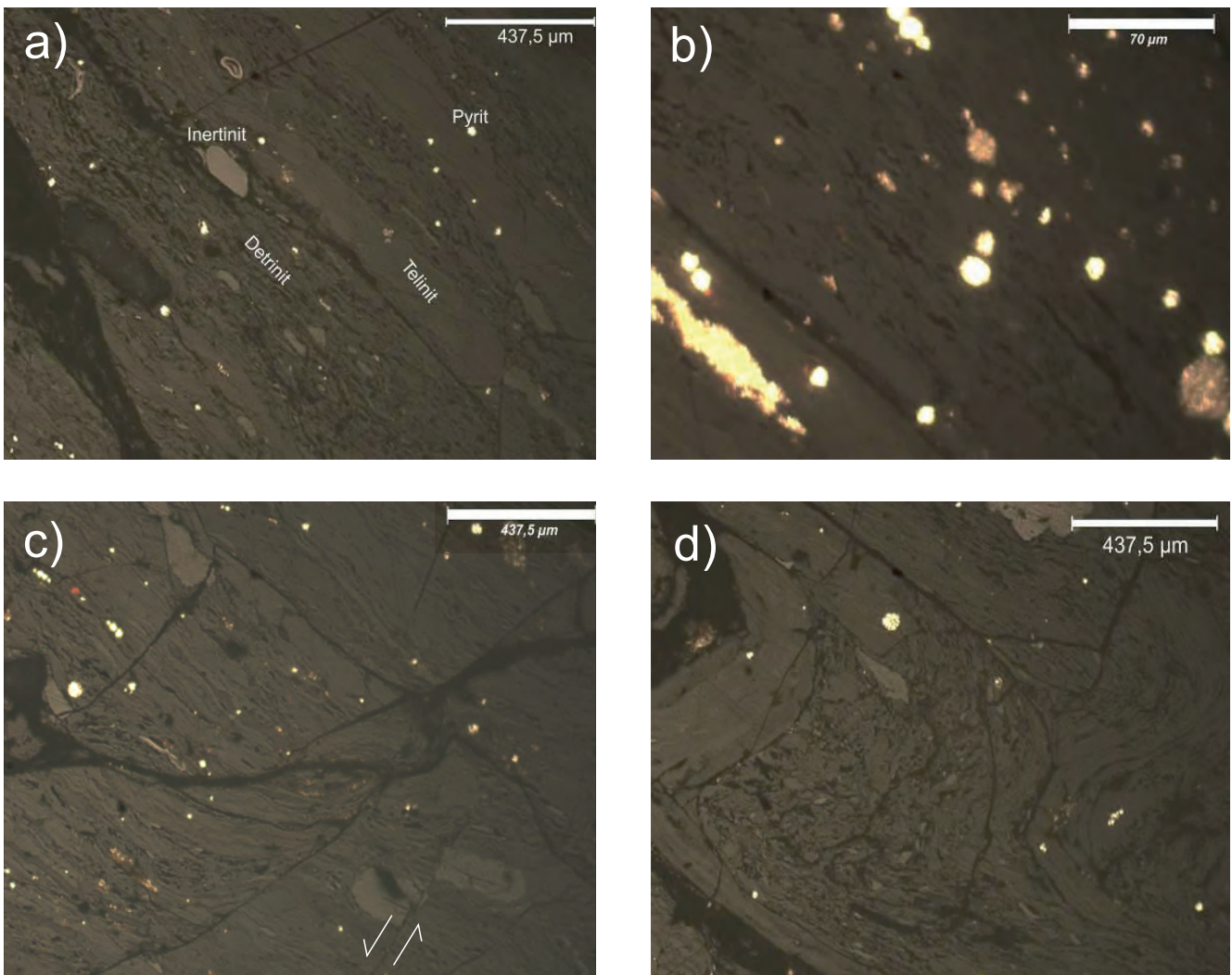


Abb. 10. Anschliff von organisch-reichem Material der Stelle 2 (MS-8): a) verschiedene Mazeralkomplexe; b) Gewebe (Reste zusammenschwemmten organischen Materials) mit Pyrit; c) Spröddeformationsstrukturen; d) Faltenstrukturen.

Diskussion

Eine Untersuchung mithilfe eines Auflichtmikroskops zeigte organisch-reiches Material mit Resten typischer Zellstrukturen von Pflanzen und Gerbstoffen (Phlobaphene). Die Gerbstoffe sind schon in der ursprünglichen Pflanze enthalten. Aufgrund der Tatsache, dass im Anschliff MS-1 der Stelle 1 keine Zellhohlräume erkennbar sind, kann darauf geschlossen werden, dass das kohlige Material größtenteils vergelt ist. Eine Vergelung tritt eher bei feuchten und schwach sauren bis neutralen Bedingungen auf. Dort können die Bakterien den Zellverband lösen (Abb. 9). Stellenweise finden sich langgezogene fluoreszierende Partikel, die als Resinite (Harz) interpretiert werden können. Vermutlich handelt es sich bei der an Stelle 1 gefundenen kohligen Lage um Treibholz. Dies könnte eine Ursache für das unterschiedliche Aussehen zu den üblichen Kohlevorkommen sein. Das Treibholz von Stelle 1 ist äußerlich aufgrund seines Glanzes und der internen Pseudo-Fließstrukturen einer zähen Flüssigkeit (Bitumen) ähnlich. Die Umfließungen von linsenförmigen Sandsteinkörpern kann mit der primären Ablagerung von Sand in und zwischen dem Treibgut erklärt werden. Das Auskeilen bzw. das abrupte Ende des Vorkommens sind entweder Astgabeln des Treibholzes oder die Strukturen entstanden durch Auspressen des Treibholzes während der Versenkung. Bei der Kompression wird Holz auf etwa ein Zehntel seiner ursprünglichen Form zusammengedrückt, wodurch die Umfließungsstrukturen zustande gekommen sein dürften. Alle drei Vorkommen – eine dritte organisch-reiche Lage von lediglich 40 cm Länge liegt am östlichen Ammerufer ca. 10 m südlich des kartierten Abschnitts – liegen subparallel zum umgebenden Sediment. Außerdem ist Kreuzschichtung in den mergelig gebundenen Sandsteinen oft beobachtet worden. Das Treibholz dürfte von einem proximalen Bereich angeschwemmt und abgelagert worden sein, woraufhin der schräggeschichtete Sand darüber sedimentiert wurde. Die Diskordanzen im Dezimeterbereich dürften also auf Kreuzschichtung schon während der Ablagerung zurückzuführen sein.

Die Probe MS-8 der Stelle 2 weist im Anschliff verschiedene Mazergruppen auf und hat eine weitaus höhere Mächtigkeit. Da die anzutreffenden organischen Partikel aneinander grenzen und Inertinit in einem Vitrit-Gefüge vorzufinden ist (Abb. 10a), kann davon ausgegangen werden, dass es sich nicht um Treibholz handelt. Im Anschliff ist überwiegend Detrit zu erkennen, der aufgrund mechanischer und biologischer Einwirkungen auf Gewebe entstand. Die Struktur und das Auftreten verschiedener Mazerale (Telinit, Detrit, Gelinit, Inertinit) zeigt an, dass sich hier ein kleinräumiges Moor gebildet hat. Die mechanische Beanspruchung mit Störungs- und Verfaltungsstrukturen fand erst während der Kompaktion und/oder Muldenbildung statt (Abb. 9, 10).

Das Molassebecken wurde von zyklischen Trans- und Regressionen des Meeres begleitet. Zu Beginn des Paläogens senkte sich das Molassebecken stark ein und nahm den Abtragungsschutt der Alpen auf. Das Wechselspiel aus Sedimentantransport und Subsidenz bedingte zeitweise eine regionale Verteilung, in der im Westen terrestrische und im Osten marine Sedimente abgelagert wurden. Die Lokalität von Scheibum liegt am Übergang von den brackischen Baustein-Schichten zu den terrestrischen

Weißach-Schichten. Ab dem unteren Eozän war bereits eine Verlandungstendenz in dieser Region gegeben. Die auftretende Regression ist jedoch nicht nur durch die Verfüllung des Beckens erklärbar, sondern auch durch eine zunehmende Hebung der Oberfläche im Südwesten und Süden (GRIMM, 1957; LEMCKE, 1977, 1984). Außerdem geht die Regression an der Rupelium-Chattium-Grenze mit einem Abfall des Meeresspiegels einher, der überall auf der Welt erkennbar ist. Gemessen wurde ein Abfall von mehr als 200 m in 1–2 Ma (VAIL et al., 1977; VAIL & HARDENBOL, 1979; HARLAND et al., 1982).

Wie bei der Detailkartierung festgestellt wurde, war das Top des Deltas (Grenze Abschnitt 1 und 2) vermutlich einst ein sumpfiges Gebiet mit mäandrierenden Flüssen. Die Flüsse bildeten Rinnen, in denen sich das Treibholz ablagern konnte, aber auch Moore entstanden. Die darüber abgelagerten Sedimente übten eine zunehmende Auflast auf das organische Material aus. Je größer die Kompression wurde, desto mehr Wasser wurde aus den Poren gepresst. Der Inkohlungsgrad stieg mit zunehmender Versenkungstiefe und Temperatur und der Abnahme an Wasser. Geht man davon aus, dass im Gebiet um Scheibum ein Temperaturgradient von ca. 23–25 °C / 1.000 m angewendet werden kann (TEICHMÜLLER & TEICHMÜLLER, 1975), wurde das Material in eine Tiefe von mindestens 2.400–2.600 m versenkt. Dieser an sich schon niedrige Gradient könnte zu Zeiten der Überschiebung noch niedriger gewesen sein (und damit könnte eine größere Überlagerung bestanden haben).

In der Bohrung Eberfing 1, die sich in der ungefalteten Molasse, ca. 30 km nordöstlich vom Aufschluss an der Ammer entfernt, befindet (Abb. 1), wurden die Baustein-Schichten in einer Tiefe von ca. 3.200 m angetroffen (FREUDENBERGER & SCHWERD, 1981). Die in dieser Arbeit abgeleitete maximale Versenkungstiefe aus der Vitritreflexion legt eine nicht so tiefe Versenkung nahe. Dies korreliert mit der Annahme, dass die Deformation und Verfaltung der Faltenmolasse vor ca. 20 Ma begann (FREUDENBERGER & SCHWERD, 1996) und somit die Sedimentation ab dem Zeitpunkt der Verfaltung und Hebung an dieser Lokalität Scheibum gehemmt wurde.

Fazit

Folgende wichtigste Ergebnisse können zusammengefasst werden:

- Bei den organisch-reichen Lagen handelt es sich um Pflanzenmaterial. Es kann im weitesten Sinne als Kohle angesprochen werden.
- Bei Stelle 1 (östliches Ufer der Ammer), 10–20 cm breit, kann es aufgrund der Struktur und den ersichtlichen Bestandteilen im Anschliff als Treibholz angesprochen werden, während es bei Stelle 2 (westliches Ufer der Ammer), 30–40 cm breit, aufgrund der Vergesellschaftung verschiedener Pflanzenreste als Produkt einer früheren Moorbildung angesprochen werden kann.
- Der Inkohlungsgrad (Vitritreflexion) wurde mit ~0,40 % Rr an je einer Probe aus Stelle 1 und 2 ermittelt.

- Nach der Formel von BARKER & PAWLEWICZ (1994) erreichte die Kohle eine Bildungstemperatur von ca. 60 °C.
- Daraus ergibt sich unter Annahme eines geothermischen Gradienten von 23 °C / 1.000 m eine Versenkung von mindestens 2.600 m.
- In der ungefalteten Molasse, in der Bohrung Eberfing 1, welche knappe 30 km vom Vorkommen an der Ammer entfernt ist, wurden die (Kohle führenden) Bausteinschichten in über 3.200 m Tiefe angetroffen. Unter der Annahme, dass die Verfaltung der Faltenmolasse vor bereits ca. 20 Ma begann, konnte diese Auflast im Bereich der Lokalität Scheibum nicht mehr sedimentiert werden.

Dank

Die vorliegende Arbeit ging aus der Bachelorarbeit des Erstautors hervor. Unser Dank gilt NAMVAR JAHANMEHR, der die Dünn- und Anschliffe herstellte. ANKE FRIEDRICH (Ludwig-Maximilians-Universität München) und REINHARD SACHSENHOFER (Montanuniversität Leoben) trugen mit ihrer Unterstützung zur vorliegenden Arbeit bei.

Literatur

- BALTHASAR, K. (1975): Geschichte und Bergtechnik der Kohlenbergwerke Penzberg und Hausham. – *Geologica Bavarica*, **73**, 7–24, München (Bayerisches Geologisches Landesamt).
- BAYERISCHES GEOLOGISCHES LANDESAMT (Hrsg.) (1996): Geologischen Karte von Bayern 1:500000. – In: FREUDENBERGER, W. & SCHWERD, K. (1996): Erläuterungen zur Geologischen Karte von Bayern 1:500000. – 4. Auflage, 329 S., Beilage, München.
- EXLER, H.J. (1987): Erdöl, Erdgas und Bitumen. – *Geologica Bavarica*, **91**, 65–78, München (Bayerisches Geologisches Landesamt).
- FREUDENBERGER, W. & SCHWERD, K. (1996): Erläuterungen zur Geologischen Karte von Bayern 1:500000. – 4. Auflage, 329 S., München (Bayerisches Geologisches Landesamt).
- GEISSLER, P. (1975a): Zur Geologie im Ostfeld des Kohlenbergwerkes Peißenberg. – *Geologica Bavarica*, **73**, 55–57, München (Bayerisches Geologisches Landesamt).
- GEISSLER, P. (1975b): Räumliche Veränderung und Zusammensetzung der Flöze in den Kohlebergwerken Hausham und Penzberg. – *Geologica Bavarica*, **73**, 61–106, München.
- GRIMM, W.-D. (1957): Sedimentpetrographische Untersuchung der Molasse-Bohrungen Schwabmünchen 1, Siebnach 1 und Rieden 1. – *Geologica Bavarica*, **33**, 35 S., München (Bayerisches Geologisches Landesamt).
- HARLAND, W.B., COX, A.V., LLEWELLYN, P.G., PICKTON, C.A.G., SMITH, A.G. & WALTERS, R. (1982): A geologic time scale. – 131 S., Cambridge.
- HÖFLE, H.-C. & KUHNERT, C. (1969): Erläuterungen zur Geologischen Karte von Bayern 1:25000 – Blatt Nr. 8331 Bayersoien. – 122 S, München (Bayerisches Geologisches Landesamt).
- LEMCKE, K. (1977): Erdölgeologisch wichtige Vorgänge in der Geschichte des süddeutschen Alpenvorlandes. – *Erdöl-Erdgas-Zeitschrift*, **93** (Sonderausgabe), 50–56, Wien.
- LEMCKE, K. (1984): Geologische Vorgänge in den Alpen ab Ober-ozän im Spiegel vor allem der deutschen Molasse. – *Geologische Rundschau*, **73/1**, 371 - 397, Stuttgart.
- MUKHOPADHYAY, P.K. & DOW, W.G. (Eds.): Vitrinite reflectance as a maturity parameter. Applications and limitations. – 216–229, Washington, D.C. (American Chemical Society).
- RICHTER, M. (1950): Die Entwicklung der Anschauungen über den Bau der deutschen Alpen. – *Zeitschrift der deutschen Geologischen Gesellschaft*, **100**, 338–347, Hannover.
- SCHUDER, J. (1963): Sedimentpetrographische Untersuchungen in der subalpinen Unteren Meeresmolasse zwischen Loisach und Bodensee mit besonderer Berücksichtigung der Deutenhausener Schichten. – Dissertation TH München, 115 S., München.
- TAYLOR, H., TEICHMÜLLER, M., DAVIS, A., DIESEL, C.F.K., LITCKE, R. & ROBERT, P. (1998): Organic Petrology. – 704 S., Berlin–Stuttgart (Borntraeger).
- TEICHMUELLER, M. & TEICHMUELLER, R. (1975): Inkohlungsuntersuchungen in der Molasse des Alpenvorlandes. – *Geologica Bavarica*, **73**, 123–142, München (Bayerisches Geologisches Landesamt).
- VAIL, P.R. & HARDENBOL, J. (1979): Sea-level changes during the Tertiary. – *Oceanus*, **22/3**, 71–79, Woods Hole.
- VAIL, P.R., MITCHUM, R.M. JUN. & THOMPSON, S. (1977): Seismic Stratigraphy and Global Changes of Sea Level. 4 – Global Cycles of Relative Changes of Sea Level Part 2. – Application of Seismic Reflection Configuration to Stratigraphic Interpretation. – In: PAYTON, C.E. (Ed.): Seismic Stratigraphy – Applications to Hydrocarbon Exploration, AAPG Memoir 26, 83–97, Tulsa.