# Gliederungsmöglichkeiten in Muschelkalk und Lettenkohle zwischen Bayreuth und Weiden

Von Bernt Schröder 1)

Mit 4 Abbildungen

## Einleitung

Die Aufnahmen von Gevers aus dem Jahre 1927 über den Muschelkalk am Nordwestrand der Böhmischen Masse ließen den Muschelkalk so weit verfolgen, wie er noch Reste kennzeichnender Fauna lieferte und dadurch das Formationsglied als solches kenntlich machte. Eine weitere Verfolgung hätte damals noch nicht vorliegende Kenntnis über das fazielle Gepräge im randnahen Buntsandstein und Keuper vorausgesetzt. Die ungemein wertvolle Vorarbeit behandelte daher als randlichsten Bereich das Profil von Eisersdorf auf Blatt Kemnath und den Muschelkalk bei Eschenbach, halbwegs zwischen Bayreuth und Weiden.

Eine Erweiterung seiner Kenntnisse setzte umfangreiche Detailarbeiten für die Feinstratigraphie der gesamten Trias voraus. Der Anfang dazu wurde durch Spezialaufnahmen im Buntsandstein gemacht (Goller, v. Prosch, Steinlein), die durch Steinlein (1953) in einer Gesamtdarstellung des Buntsandsteins am Nordwestrand der Böhmischen Masse vorerst abgeschlossen wurde. Die Sedimentpetrographie wurde durch Schnitzer (1954 und 1957) als weiteres wichtiges Gliederungsprinzip und Ausgangsfaktor speziell für den Buntsandstein eingeführt und auf den Keuper ausgedehnt, der nach dem Kriege in Spezialarbeiten des Erlanger Geologischen Institutes im oberfränkisch-oberpfälzischen Übergangsbereich Schritt für Schritt aufgenommen wurde.

Durch diese Vorarbeiten wurde die Basis geliefert, hier wurden die Gliederungsprinzipien angewendet, die erst das Fundament zu der nun langsam fälligen Neubearbeitung des Muschelkalkes lieferten.

Die Arbeiten vor dem Kriege hatten dem Buntsandstein vorzugsweise gegolten und den Muschelkalk nur teilweise näher berührt. Gewisse Korrekturen erwiesen sich bereits damals bei der Detailaufnahme an bestimmten Aufnahmeergebnissen als notwendig (Goller und Steinlein hauptsächlich). Die Keuperaufnahmen nach dem Kriege umfaßten speziell das hangende Schichtenglied des Muschelkalkes. Korrekturen der Aufnahmen von Gevers waren im Bereich normaler Fazies unbedeutend bis unnötig, im Bereich randlicher Beeinflussung aber aus einem begrenzten Aufnahmegebiet nicht möglich, da die schlechten Aufschlußverhältnisse, die meist verworrene Tektonik und der rasche fazielle Wechsel eine zeitraubende, weitspann nige Auseinandersetzung mit diesem Schichtenstoß erfordert hätte, deren Notwendigkeit zudem schwer erkennbar war.

<sup>1)</sup> Anschrift des Verfassers: Dr. B. Schröder, Geologisches Institut der Universität Erlangen-Nürnberg, Erlangen, Schloßgarten 5.

Die Hauptschwierigkeit der Gliederung beginnt von Bayreuth an nach Südosten, da von hier an die aus dem Beckeninneren gewöhnte mergelig-kalkige Fazies zunehmend durch sandige Einschaltungen im Schichtgebäude verdrängt wird. Mit der Zunahme des Sandgehaltes verschwindet auch die kennzeichnende Fauna der zur Unterteilung geeigneten Leitbänke und macht randlich fortschreitend einem zunehmend lithologischen Gliederungsprinzip Platz, das in den rein terrestrischen Vertretungen des Muschelkalkes bei Weiden allein maßgebend ist, wo die zeitlichen Äquivalente des Muschelkalkes das Gepräge von Schichtserien des Buntsandsteins resp. Keupers haben. Hier, in diesem extremen Randbereich, genügt es nicht, ein Formationsglied der Trias allein zu verfolgen. Hier muß man den gesamten Schichtenstoß der Trias Schritt für Schritt in seinem faziellen Gepräge verfolgen.

Die Detailarbeiten im Buntsandstein und Keuper lieferten für große Bereiche die nötigen Kenntnisse über die faziellen Abwandlungen dieser Serien und ergaben die Möglichkeit zu entscheiden, wo hört der Buntsandstein auf und wo fängt der Mittlere Keuper an. Strittig war für die Gebiete südöstlich Bayreuth:

- 1. wo die Grenze Muschelkalk gegen Unteren Keuper zu ziehen sei,
- 2. wie weit sich die Unterteilung des Muschelkalkes überhaupt randwärts verfolgen läßt,
- 3. wo die Leitbänke fossilmäßig zum letzten Mal belegbar sind,
- 4. wie sich die einzelnen Leitbänke mit zunehmender Randnähe abwandeln,
- 5. wohin die bislang randlichsten Vertretungen des Muschelkalkes bei Hirschau und Schnaittenbach und möglicherweise im Bodenwöhrer Becken zu stellen sind, welchen Einheiten sie entsprechen.

Die hierfür nötigen Untersuchungen haben ihr Hauptgewicht in den durchlaufenden Muschelkalkzügen zwischen Bayreuth und Weiden gehabt. Sie wurden dankenswerter Weise aus den Mitteln der Deutschen Forschungsgemeinschaft unterstützt. Die hier niedergelegten Ergebnisse entstammen Geländeaufnahmen zwischen 1957 und 1962, deren detaillierte Ausarbeitung noch im Gange ist. Die vorliegende Zusammenstellung ist nur das Kondensat der bisher vorliegenden Daten.

#### Zur Aufnahmemethodik

Der Schwerpunkt für neue Geländeaufnahmen lag in dem in Abb. 1 dick umrandeten Bereich zwischen Bayreuth und Weiden, von dem aus früheren Aufnahmen im Buntsandstein und Keuper bekannt war, daß in diesem Ausschnitt der Übergang zwischen der aus dem Beckeninneren gewohnten und der rein terrestrischen Fazies zu suchen war. Die Gesetzmäßigkeiten fazieller Abänderung mit zunehmender Randnähe sind aus den Spezialarbeiten im Keuper (v. FREYBERG besonders) klar herausgestellt worden. Sie gelten genauso im Muschelkalk, nur, daß hier noch ein wesentlicher Teil im marinen Milieu gebildeten Karbonates in Rechnung zu setzen ist.

Die Reihe randwärts fortschreitender Vertretung sieht grob gesprochen folgendermaßen aus:

grüngraue Tone und Mergel — rote Tone — Feinsande — Mittelsande — Grobsande — Grobsande mit Geröllführung. Das ist die Reihe klastischer

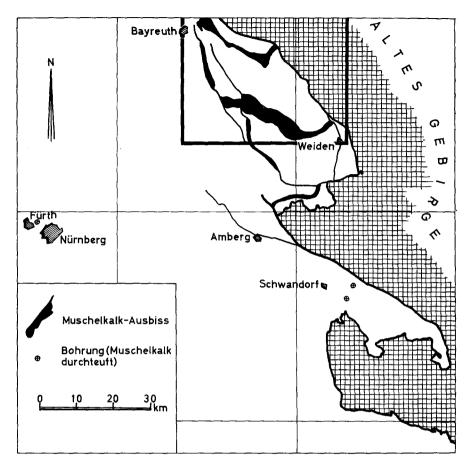


Abb. 1.

Sedimentation, bei der rote Tone jeweils die Spitzenreiter der sandigen Sedimentation sind, ganz so, wie v. Freyberg es für die sandige Vertretung der Myophorienschichten im randnah beeinflußten Bereich bereits herausgestellt hat. Überhaupt haben die Gesetzmäßigkeiten fazieller Vertretung große Ähnlichkeit mit denen, die wir aus den Detailuntersuchungen im Übergang Myophorienschichten zu Benkersandstein kennen.

Im engeren Aufnahmebereich ist der Muschelkalk einmal auf große Flächen verdeckt oder bereits abgetragen, zum anderen zerhackt teilweise intensive Bruchtektonik die Zusammenhänge und schafft im Verein mit meistens sehr schlechten Aufschlußverhältnissen sehr undurchsichtige Bedingungen. Die hier gerafft dargestellten Daten einer Neuaufnahme entstammen keiner grundlegenden Neukartierung des gesamten Muschelkalkausbisses zwischen Bayreuth und Weiden. Vielmehr wurden Neuaufnahmen in den Gebieten im Maßstab 1:5000 angestellt, in denen nach vorheriger Begehung die günstigsten Verhältnisse zur Ermittlung von Mächtigkeit und Ausbildung zu erwarten waren. Direkt südöstlich Bayreuth war das der Bereich um Lessau—Weidenberg, dann

der Anteil auf Blatt Kemnath. Südlich Bayreuth wurde der Südteil des Creussener Höhenzuges herangezogen, da er vom gesamten Creussener Höhenzug die am leichtesten faßbaren Verhältnisse birgt. Auf Blatt Eschenbach lagen die Aufnahmen Neuperts aus neuester Zeit vor, die nur geringfügig modifiziert werden mußten. Blatt Grafenwöhr und südöstlich anschließende Bereiche in Richtung Weiden erforderten detaillierte Auseinandersetzungen mit der gesamten Trias, deren gesamte Stratigraphie erarbeitet werden mußte.

Kartistisch wurde so vorgegangen, daß jeder irgendwie ausmünzbare Horizont nach Möglichkeit weitreichend verfolgt und auskartiert wurde. Durch die Erfahrungen im Buntsandstein und speziell im Keuper war klar, nachdem erstmals schon bekannt war, daß die randnahe Beeinflussung nach Südosten zunimmt, daß aus einem sandigen Paket randlich fortschreitend niemals mehr ein toniges oder gar karbonatisches Schichtglied werden kann. Randlich fortschreitend sind nur Korngrößenvergröberungen zu erwarten, das gilt auch in Bereichen mit keuperähnlichem Aussehen des Muschelkalkes.

Im extrem randlich beeinflußten Bereich, wo der Muschelkalk keuperähnlich vorliegt, hilft nur eine gesamte Betrachtung der Trias weiter.

## Die Untergrenze des Muschelkalkes

Im Nordwesten unseres Betrachtungsgebietes bei Bayreuth setzt der Muschelkalk jeweils mit einem "gelben Grenzkalk" ein. Das heißt, die Sandsteine des hier schon überwiegend sandigen Oberen Buntsandsteins werden fast abrupt durch marine Sedimentation abgelöst. Von hier nach Südosten läßt sich feststellen, daß die groben Sandsteine und Arkosen des obersten Buntsandsteins sich zunehmend vergröbern, allerdings beginnt auch im untersten Muschelkalk eine Zunahme der sandigen Komponente und sehr rasche Korngrößenzunahme. Die tiefsten Teile des Muschelkalkes gewinnen sehr bald ein Buntsandstein-ähnliches Aussehen, unterscheiden sich aber vom Buntsandstein in mehrerer Hinsicht. Einmal deuten Pflanzenreste und Fährten auf ein anderes Milieu, zum anderen führt der Buntsandstein in unserem Betrachtungsgebiet bis obenhin Karneole. Wir brauchen bei regionalem Vergleich keine Hemmungen zu haben, derartige, vom Buntsandstein abweichende Gesteine nach ihrem faziellen Gepräge dem Muschelkalk zuzurechnen. Ganz ähnlich wie bei Kemnath-Kulmain verhält es sich bei Eschenbach. Auch hier reichen die Karneole bis oben in den Buntsandstein hinauf. Südlich von Eschenbach lassen sich im südlichen Bahneinschnitt bei der Brücke zur Siedlung Apfelbach Karneolfäden beobachten. Höchstens 10 m darüber liegt die "Bank A" von Gevers, die zwar sandig ist, dem faunistischen Inhalt nach aber eindeutig Muschelkalk repräsentiert. Auch hier also reichen die Bedingungen der Karneolbildung bis oben in den so. Genau das gleiche ließ sich auf Blatt Hirschau an der ev. Kirche von Hirschau beobachten, wo ebenfalls in den Kellern an der Kirche noch Karneolflasern vorkommen. Wenige Meter darüber finden sich Limonitarkosen, die dem Unteren Muschelkalk zuzurechnen sind.

Für den Bereich unserer Betrachtung läßt sich also festhalten, daß der Obere Buntsandstein sich noch durchaus vom Unteren Muschelkalk abtrennen läßt. Das ist selbst auf Blatt Weiden mit seinen schlechten Aufschlußverhältnissen möglich.

## Zur Obergrenze von Muschelkalk und Lettenkohle

Die genaue Grenzziehung Muschelkalk gegen Unteren Keuper bereitet auch im Beckeninneren bisweilen Schwierigkeiten. Faunistisch ist der Unterschied gravierend, da die Ceratiten ausfallen. Lithologisch ist gleichfalls ein ziemlich prägnanter Einschnitt vorhanden. An sich ist aber die Grenze Unterer gegen Mittleren Keuper prägnanter als die zum Muschelkalk. Das kommt auch in der Randfazies zum Ausdruck. Ungemein wertvoll wird für unsere Betrachtung die bereits vorliegende Zyklengliederung v. Freybergs (1954) für die Randfazies der Myophorienschichten, bekannt unter dem Namen Benkersandstein. Diese Zyklengliederung ist etwa in der Mitte unseres Hauptbetrachtungsgebietes aufgestellt worden und läßt sich an den Nordwestrand wie auch an den Südostrand durchverfolgen. Von den 4 Zyklen des Benkersandsteins, bestehend jeweils aus feinkörnigen Basalschichten, meist tonig, abgedeckt durch grobkörnige Arkosen und Sandsteine als Dachserie, bleibt der unterste bis in das Gebiet um Weiden recht gut kenntlich. Das heißt, man kann dort zumindest noch näherungsweise feststellen, wo die Obergrenze der Lettenkohle anzusetzen ist. Lettenkohle und Muschelkalk unter sich lassen sich allerdings nicht mehr mit hinreichender Genauigkeit voneinander trennen, da keine marinen Horizonte mehr eingeschaltet sind, so daß man dort den gesamten Schichtenstoß zusammenfassen muß. Immerhin kann man bei Weiden noch Muschelkalk + Lettenkohle gegen Buntsandstein im Liegenden und Mittleren Keuper im Hangenden abgrenzen.

Die Abtrennung Muschelkalk gegen Unteren Keuper war bis vor kurzem fragwürdig. Von der Thüringer Grenze über Kronach entlang dem Ostrand der Frankenalb ist kein Aufschluß vorhanden gewesen, der Einblick und Stellungnahme zur Grenze Muschelkalk-Unteren Keuper gewährleistet hätte. Alle Mutmaßungen über einen möglichen Ausfall der obersten Muschelkalkschichtglieder sind aber hinfällig geworden, seit WELZEL (1963) in mühevoller Detailarbeit die Profile des Oberen Muschelkalkes zwischen Kronach und Bayreuth Bank für Bank aufgenommen und die Ceratiten horizontiert aufgesammelt hat. Dabei hat sich herausgestellt, daß der Obere Muschelkalk zunächst erheblich mächtiger ist, als bislang angegeben wurde. Zudem zeigt sich, daß zwischen Kronach und Bayreuth kein Aufschluß vorhanden ist, der den obersten Muschelkalk erschließt. Die bisher einzige Stelle mit eindeutigem Übergang zwischen Muschelkalk und Lettenkohle liegt bei Lessau, östlich Bayreuth. Durch Pfarrer PH. KOHLMANN wurden wir freundlicherweise auf diese neuen Aufschlüsse aufmerksam gemacht (Sommer 1962), deren Aufnahme und ständige Weiterverfolgung bei Flurbereinigungsbauten die Möglichkeit lieferte, endlich den Übergang Muschelkalk gegen Keuper zu fassen. Es kann von einem Ausfall oder einer Vertretung der Semipartitusschichten durch Lettenkohlen-ähnliche Sedimente nicht die Rede sein. Der alleroberste Muschelkalk liegt bei Lessau als Glaukonitdolomit mit allerersten Spuren von Sandgehalt vor. Aus der obersten Bank stammen mehrere Exemplare von Cer. semipartitus, Cer. dorsoplanus (vgl. WELZEL) und Formen, die Cer. meissnerianus nahestehen. Darüber setzen die ersten feinsandigen Sedimente der Lettenkohle ein, die hier durchaus noch fossilreich ist.

Man kann bei Lessau weiterhin ein Gesamtprofil durch die Lettenkohle aufstellen und bekommt 36 m Mächtigkeit. Der Versuch einer Gegenüberstellung zur fast gleichmächtigen Lettenkohle bei Bayreuth in der Bohrung Laineck II, Luftlinie 7 km weiter nach Nordwesten, zeigt die Abb. 2. Bei Laineck II bekommt man rund 40 m Lettenkohle heraus, im Aufbau ganz ähnlich wie bei Lessau, und dieses Profil läßt sich nun an ein von Thürach aufgenommenes Profil bei Schwingen, südlich Kulmbach, anhängen (13 km von Laineck nach Nordwesten), veröffentlicht in Gümbel, 1894 (S. 467—468). Dazu ist eine kurze Stellungnahme nötig: Die Mächtigkeiten des Unteren Keupers von Schwingen (auf Blatt Marktschorgast) hat Emmert zuletzt zusammengestellt.

Er erwähnt auch die verschiedenen Aufnahmen dieses Profils, nicht aber die von 1894 (GÜMBEL, S. 467—468, Geognostische Beschreibung der Fränkischen Alb). Dieses Profil wurde laut Angabe auf S. 466 unten durch Thürach aufgenommen, der damals sicherlich den besten Überblick über den Keuper hatte. Aus eigener Erfahrung bei Neuaufnahme seiner Profile in Unterfranken kann ich bestätigen, daß er der glaubwürdigste Interpret für das Profil von Schwingen sein dürfte. Das wird um so mehr gestützt, als seine Profilaufnahme 40 m Lettenkohle ergibt in einer Gliederung, die sich sehr gut an Laineck und Lessau anfügt. Dieses Lettenkohlenprofil dürfte das einzige zutreffende sein.

Wie gut die Profile Schwingen, Laineck und Lessau aneinanderpassen, zeigt Abb. 2. Der Beginn des Lettenkohlensandsteins setzt in fast gleichbleibender Höhe über dem mo ein, die Sandfazies endet nach oben in etwa adäquater Höhe. Zwischen Lettenkohlensandstein und Grenzdolomit liegt in allen drei Profilen ein toniges Paket ähnlicher Mächtigkeit, in fast gleicher Höhenlage von einer Karbonatbank durchzogen. Die Ähnlichkeiten dieser drei Profile sind also sehr groß. An diesen drei Profilen in Abb. 2 läßt sich noch etwas feststellen, was als Gesetzmäßigkeit uns im gesamten randlichen Faziesbereich des Muschelkalkes begleiten wird. Die drei Profile Schwingen—Laineck—Lessau zeigen nebeneinander betrachtet folgende fazielle Abänderung von NW nach SO (die Mächtigkeit bleibt dabei fast gleich):

- 1. es nimmt zu: prozentualer Sandanteil und Tonanteil,
- 2. es nimmt ab: prozentualer Karbonat-Mergel-Anteil.

Das heißt, der Anteil chemischer Komponente nimmt randlich ab, die klastische Komponente nimmt deutlich zu. Die auftretenden roten Tone sind die Vorreiter der Sandsteinspitzen. Weiter randlich entsprechen diesen roten Tonen sicherlich Sandsteine. Das ist eine Gesetzmäßigkeit, die man auch im Muschelkalk immer wieder bestätigt findet. Es liegt hier genauso, wie v. Freyberg es für die Myophorienschichten im Übergang zum Benkersandstein schon lange geschrieben hat.

Bei Lessau sind der Grenzdolomit als obere Begrenzung und die obersten Glaukonitdolomite des Oberen Muschelkalkes als untere Begrenzung der Lettenkohle noch typisch entwickelt. Im östlichen Profil der Abb. 2, bei Wirbenz gelegen, liegen zwar noch Glaukonitdolomite des mo vor, der typische Grenzdolomit ist aber hier bereits verschwunden; 3 km westlich Wirbenz, an der Tauritzmühle ist er das letzte Mal in karbonatischer Fazies durch v. Freyberg (1956) beschrieben worden. Bei Wirbenz wird die Obergrenze der Lettenkohle nur dadurch faßbar, da die Rhythmik der Benkersandsteinzyklen auch hier eine Aufgliederung gewährleistet und unmittelbar über der gemutmaßten Obergrenze der Lettenkohle die Zyklengliederung einsetzt. Nach Fazies und Mächtigkeit liegt bei Wirbenz bereits sehr grobes Material in reduzierter Gesamtmächtigkeit

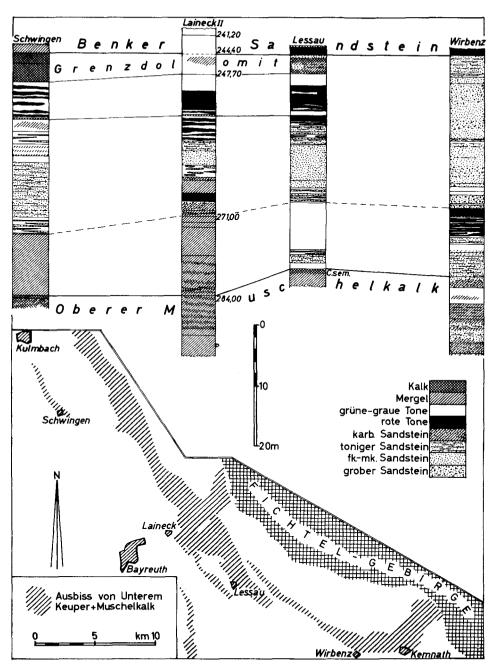


Abb. 2.

vor. Sobald man eine Fazies wie bei Wirbenz erreicht hat — weiter im Süden ist das auf der Linie Eschenbach—Tremmersdorf der Fall —, muß man die Obergrenze der Lettenkohle an die Basis des ersten Benkersandsteinzyklus legen. Das klingt sehr einfach! Eine Zyklenaufgliederung liegt aber auch in der Lettenkohle vor, die zudem wie Benkersandstein aussehen kann. Dadurch kann man daneben geraten, sobald Zyklen-Rhythmik durch die Tektonik zerhackt wird und man den Überblick verliert.

Kurzum, dort, wo auch der Grenzdolomit sein kennzeichnendes Karbonat verliert, wo die Fauna ausfällt, da wird es schwierig. Diese Art der hier gezeigten Profilverfolgung und Profildeutung in Abhängigkeit vom Faziesbereich ist nun auch im Muschelkalk anzuwenden. Damit kommen wir zu Abb. 3, die speziell für den in Abb. 1 dick umrahmten Teil die Muschelkalkprofile des mittleren Bereiches zusammenstellt.

#### Vergleich von Muschelkalk und Lettenkohle in sandiger Fazies bei Kemnath-Eschenbach-Grafenwöhr

Die Abb. 3 zeigt eine Zusammenstellung der wichtigsten Profile aus dem Mittleren Teil unseres Hauptbetrachtungsgebietes. Profil 1 entstammt Profilaufnahmen bei Flurbereinigungsarbeiten bei Wirbenz. Profil 2 ist bei Kulmain aus den Schlotwänden und dem Eisenbahneinschnitt kombiniert. Profil 3 stammt von Eisersdorf (Gevers, mit eigenen Ergänzungen). Profil 4 ist das der Wasserbohrung Kemnath an der Berufsschule. Profil 5 ist auf Blatt Eschenbach kombiniert aus Bohrung Seitenthal und Aufschlüssen übertage bei Tremmersdorf. Profil 6 ist von Gevers aufgenommen und durch eigene Aufnahmen nach oben ergänzt worden. Profil 7 ist das der Kernbohrung Wollau bei Pressath (Haunschild und Schröder). Die verwendeten Bohrprofile sind für die Ermittlung der Mächtigkeiten sehr wertvoll.

Zur stratigraphischen Parallelisierung ist zu sagen, daß ein markanter Einschnitt nach unten durch das erste Einsetzen von Karneolen und merkliche Vergröberung gegeben ist. Es folgt also über den höchsten Teilen des Oberen Buntsandsteins mit Karneolfäden und sehr grober Körnung eine ähnliche, feinere Arkose, die bei Kulmain Pflanzenreste und Fährten geliefert hat. Die abweichende Fazies deutet auf anderes Milieu und läßt Zuordnung zum Muschelkalk verantworten, zumal von Kemnath aus nach Nordwesten diese Sandsteine weniger Raum im Profil einnehmen — also ausdünnen — und langsam zu mariner Fazies überleiten. Bei Kemnath sind etwa 16—17 m dieses sog. "Kulmainer Pflanzensandsteins" entwickelt. Bei Eschenbach kann man nur rechnerisch einen Wert von etwas über 12 m ermitteln. Darunter folgen wieder sehr viel gröbere Arkosen mit Karneolfäden als Anzeichen erheblich abweichenden Milieus.

Im Hangenden des Kulmainer Pflanzensandsteins treten sofort fossilführende Sandsteine auf. Bei Kulmain noch ausgeprägter als bei Eschenbach, wo die tiefste fossilführende Bank nur mehr linsenförmig bis auskeilend auftritt und durch Gevers als "Bank A" bezeichnet wurde. Die meist fein- bis mittelkörnigen Sandsteine führen reichlich Pflanzenreste. Teilweise sind auch hier wieder fossilführende Sandsteinlinsen mit karbonatischem Bindemittel eingestreut. Dieser

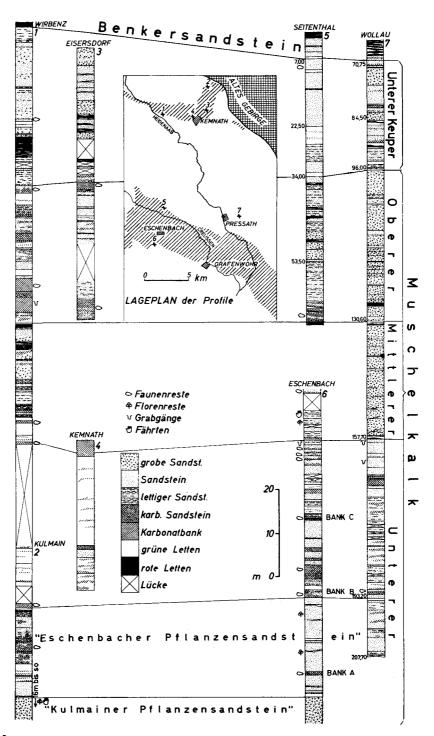


Abb. 3.

schon von Gevers als "Eschenbach er Pflanzensandstein" bezeichnete Horizont über Bank A ist bei Eschenbach schon erheblich sandiger ausgeprägt als bei Kulmain—Kemnath. Über dem "Eschenbacher Pflanzensandstein" folgt eine dritte Etage, ebenso markant, die sich bei Kemnath wie bei Eschenbach dadurch abhebt, daß sie in ihrer Fazies noch die meisten beckenähnlichen Anklänge zeigt und zudem die meiste und reichlichste Fauna liefert. Diese Serie, die bei Eschenbach von Gevers als "Muschelsandstein" bezeichnet wurde, wird durch eine von Gevers als "Bank B" bezeichnete Karbonatbank eingeleitet. Teilweise ist diese Bank sandig oder von fossilführenden Kalksandsteinen begleitet. Der Horizont der "Bank B" läßt sich fast in unserem gesamten Betrachtungsgebiet der Abb. 3 verfolgen, bis hin nach Grafenwöhr.

Fazies, Bankabfolge und Fossilinhalt dieser marinen Sandsteinfolgen ist aus Abb. 3 herauszulesen. Wesentlich ist aber nun, daß es sowohl bei Kemnath wie auch bei Eschenbach gelang, an der Obergrenze dieser Serien fossilführende Orbicularisschichten nach zuweisen. Was bei v. Prosch und Gevers aus der Nähe von Wirbenz—Haidenaab als "Orbicularis-Schichten" bezeichnet wurde, erregte damals schon ihre Aufmerksamkeit dadurch, daß die sandfreie Karbonatfazies hier in Widerspruch steht zu der Tatsache, daß die Orbicularis-Schichten schon weiter beckenwärts bei Weidenberg bereits sandig sind. Die Neuaufnahme hat gezeigt, daß es sich an den angeführten Stellen um eine Verwechslung mit der "Bank B" handelt, die reichlich Muscheln des Formenkreises von Myophoria ovata führt.

Durch den Nachweis der Orbicularis-Schichten ist klar, daß der Eschenbacher Muschelkalk, in dem Gevers eine Vertretung des gesamten Muschelkalkes sah (Kritik daran schon bei STEINLEIN), nur ein Ausschnitt aus dem Unteren Muschelkalk ist!

Myophoria orbicularis allein würde noch nicht viel beweisen. Entscheidend ist vielmehr der Umstand, daß auch bei Betrachtung der Hangendserien diese Aufteilung berechtigt ist. Über den Orbicularis-Schichten folgen rund 25 m stark sandige Serien, die man dem Mittleren Muschelkalk zurechnen muß, da sie ihrerseits wieder von Glaukonitdolomiten mit vereinzelten Trochiten überlagert werden, die die randlichsten Ausläufer weiter beckenwärts typischer Trochitenschichten sind. Insofern wird die Abgrenzung von Unterem gegen Mittleren Muschelkalk nochmals gestützt.

In der Bohrung Wollau macht sich die Grenze gegen den Mittleren Muschelkalk als sehr markanter fazieller Einschnitt bemerkbar.

Der Mittlere Muschelkalk unseres Bereiches ist stark sandig durchsetzt. Um Kemnath sind die Aufschlüsse sehr schlecht. Salinare Einschaltungen fehlen hier wie bei Eschenbach und es finden sich spärliche Faunenreste. Am Creussener Höhenzug erschließt das Profil am Funkendorfer Bahneinschnitt noch den Mittleren Muschelkalk. Nach der Profilaufnahme v. Ammons (in Gümbel, 1894) liegen unter den Trochiten-führenden Glaukonitdolomiten des tiefsten Oberen Muschelkalkes rund 20 m gelbe Sandsteine mit geringfügig beteiligten Tonen. Er stellte sie zum Oberen Buntsandstein. Kartistisch läßt sich feststellen, daß diese Sandsteine noch etwas mächtiger werden als im Bahneinschnitt erschlossen und von den Orbicularis-Schichten unterlagert werden. Damit sind sie Äquivalente des Mittleren Muschelkalkes. Im Bereich um Eschen-

bach lagen etwas bessere Aufschlüsse vor. Von dort stammen aus dem Mittleren Muschelkalk reichlichere Faunenreste. Bemerkenswert sind feinkörnige Sandsteine mit Rhynchocephalenfährten, begleitet von Bänken mit Rippelmarken, die teilweise geplättete Kämme und Mikrokliffs in den Tälern aufweisen. Das zeigt, daß hier Teile bereits kurzfristig freigelegen haben und wir randlich fortschreitend in den Bereich terrestrischer Äquivalente des Muschelkalkes kommen müssen, wie sie für den Mittleren Muschelkalk in der Ausbildung in der Bohrung Wollau auch vorliegt (Prof. 7).

Der Obere Muschelkalk läßt sich bei Wirbenz noch ganz gut abgrenzen (vgl. Ausführungen zu Abb. 2). Im tiefsten Teil liegen Glaukonitdolomite mit vereinzelten Crinoidenstielgliedern (knapp 2 km weiter nach Nordwesten liegt das letzte Vorkommen typischer Trochitenschichten), überlagert von
Sandsteinen, dolomitischen Sandsteinen und etwas Tonen. Den Abschluß bildet
wieder eine Glaukonitdolomitserie, die sich nach Lage im Profil und Fazies an
die obersten Glaukonitdolomite der fossilmäßig belegten Semipartitus-Schichten
bei Lessau anschließen läßt. Eine Unterteilung in Trochiten- und Ceratitenschichten wird in diesem Faziesbereich bei Wirbenz—Kemnath illusorisch.

Ganz ähnlich dem Profil bei Wirbenz ist das von Eisersdorf. Auch hier kommen noch spärlich Crinoidenreste in den basalen Glaukonitdolomiten vor. Darüber folgt im Hangenden dann das Profil, in dem Gevers eine Vertretung des gesamten Muschelkalkes nebst der Lettenkohle vermutet hat. Das Profil von Eisersdorf ist aber eindeutig nur ein Teil des Oberen Muschelkalkes! Am Creussener Höhenzug gehört das gesamte Profil des Funkendorfer Bahneinschnitts, mit Ausnahme der Serien, die unter den tiefsten Glaukonitdolomiten liegen und Mittlerer Muschelkalk sind, zum Oberen Muschelkalk. Lettenkohle ist in diesem Profil nicht vorhanden. Sie läßt sich kartistisch im Hangenden dieses Profils nachweisen, das am genauesten bei Fürst (Prof. VI) wiedergegeben ist.

Am Südteil des Creussener Höhenzuges läßt sich über die Abgrenzung des Oberen Muschelkalkes gegen den Unteren Keuper noch ziemlich gut Klarheit gewinnen, da die obersten Teile des Muschelkalkes noch in mariner Prägung vorliegen und die Lettenkohle an der Obergrenze noch durch fossilführenden, wenn auch schon sandigen Grenzdolomit charakterisiert ist. Schwieriger wird es weiter nach Süden und Südosten. Das Profil 5 der Abb. 3 bei Seitenthal (östlich Münchsreuth) zeigt als Abschluß des Oberen Muschelkalkes keine karbonatische Bank mehr. Hier wird also die Obergrenze des Oberen Muschelkalkes gegen die Lettenkohle diffus und nicht mehr sauber faßbar. Für die eingezeichnete Grenzziehung des Profils spricht aber der Umstand, daß bei Münchsreuth der Grenzdolomit das letzte Mal fossilführend erschlossen ist. Es liegen hier karbonatische Arkosen mit reichlicher Fossilführung vor. Die Körnung wird bereits sehr grob. Es treten Quarze bis zu 2,5 cm Durchmesser auf. Die Untergrenze des Oberen Muschelkalkes ist durch Glaukonitdolomite an der Basis faßbar. Bei den weiter nordwestlich bekannten Mächtigkeitsverhältnissen kann man es wagen, in diesem Profil eine Grenze mo-ku noch einzuzeichnen.

Die von Neupert in der Umgebung von Münchsreuth auskartierte oberste Karbonatbank seiner "Speinsharter Schichten" ist nur mehr linsenförmig verbreitet. Sie hat sich inzwischen eindeutig als Äquivalent des Grenzdolomits nachweisen lassen. In der Bohrung Seitenthal tritt sie uns als Limonitarkose entgegen,

im Bohrbericht wegen ihrer Härte als "Granit" bezeichnet. Hier lernen wir etwas kennen, was sich überall in der Randfazies von Muschelkalk und Lettenkohle feststellen läßt und in seinen Grundzügen schon von Steinlein dargestellt wurde, daß nämlich die verfolgbaren Karbonatbänke randwärts zunehmend Gehalte an Eisen und Mangan führen und uns schließlich als Limonitbänke vor Augen treten. Irgendwo im Profil auftretende Limonitbänke sind Anzeichen für beckenwärts in gleicher Position zu erwartende Karbonatbänke. Die Muschelkalkserien, die ihre Karbonatbänke am weitesten randlich vorzuschieben vermögen, werden auch ihre limonitischen Äquivalente am weitesten randlich vorstrecken. Das heißt, die letzten Limonitbänke der extremen Randfazies gehören stratigraphisch in die Position, wo in der "amphibischen" Übergangsregion die stärkste karbonatische Prägung vorliegt.

Für die Lettenkohle sind weiter vorne bei der Grenzziehung Muschelkalk gegen Lettenkohle und Lettenkohle gegen Mittleren Keuper schon Ausführungen gemacht worden. Ähnlich dem zuvor schon erwähnten Lettenkohlen-Profil von Wirbenz ist die Ausbildung bei Eisersdorf bei Kemnath. Durch tektonische Zerstückelung bedingt, hat der Verfasser 1958 in der Lettenkohle bei Eisersdorf Unteren Benkersandstein zu sehen geglaubt und zwischen Oberem Muschelkalk und Lettenkohle mit einer Diskordanz gerechnet. Diese Diskordanz ist sicher nicht vorhanden! Bei Eisersdorf fehlt ebenso wie bei Wirbenz ein typischer Grenzdolomit als Abschluß der Lettenkohle. Limonitische Arkosen, die sich spärlich in der Position finden, wo der Grenzdolomit auftreten müßte, dürften das sehr randnahe Aquivalent sein. Wir hätten demnach bei Kemnath-Eisersdorf bereits eine Ausbildung wie etwa bei Seitenthal, östlich Münchsreuth. An die Ausbildung der Lettenkohle in Profil 5 der Abb. 3 läßt sich die Ausbildung in der Bohrung Wollau (Prof. 7) anschließen. In dieser Kernbohrung finden sich auch noch Spuren karbonatischer Bindung innerhalb der Lettenkohle. Die Untergrenze der Lettenkohle dürfte durch den Einschnitt in der Korngröße bei 96,00 m Teufe gekennzeichnet sein. Eine sichere Grenzziehung ist hier nicht mehr zu gewährleisten.

Bei Kirchenthumbach, westlich von Eschenbach, hat die Neuaufnahme gleichfalls über dolomitischen, sandigen Bänken des Oberen Muschelkalkes mindestens noch 23 m Arkosen nachweisen lassen. Erst über einer abschließenden, teilweise stark limonitischen Arkose, die randnahes Äquivalent des Grenzdolomits sein dürfte, folgt der erste Zyklus des Benkersandsteins. Wir brauchen auch in diesem Gebiet mit keinem Ausfall der Lettenkohle zu rechnen.

# Gliederungsmöglichkeiten und deren Grenzen

Im Rahmen der hier gestrafft aufgeführten, neuen Aufnahmeergebnisse zeigt es sich, daß die Gliederungsmöglichkeit in Unteren, Mittleren und Oberen Muschelkalk sowie die Abgrenzung der Lettenkohle sich bis in die Höhe von Grafenwöhr durchführen läßt. In der Aufnahme von Blatt Grafenwöhr (HAUNSCHILD und Schröder, 1960) wurde noch mit einem Ausfall der Lettenkohle gerechnet. Sie steckt mit in dem dort als Oberen Muschelkalk bezeichneten Schichtenstoß. Eine kartistische Abgrenzung ist im Gelände auch heute nicht möglich. Auf Blatt Kemnath sind für die in Vorbereitung befindliche Neu-

aufnahme die neuesten Ergebnisse berücksichtigt worden. Auf beiden Blättern läßt sich noch eine detaillierte Unterteilung von Muschelkalk + Lettenkohle vornehmen. In der Bohrung Wollau (Prof. 7 der Abb. 3) zeigt sich im Mittleren und Oberen Muschelkalk bereits der Umschlag zu terrestrischen Bildungsumständen mit schräggeschichteten, groben Arkosen und roten Tonen. Der Karbonatanteil ist in Spuren auf die Lettenkohle und auffällig auf die Äquivalente des Unteren Muschelkalkes beschränkt, der hier noch große Anklänge an die Ausbildung bei Eschenbach zeigt.

Von Pressath-Grafenwöhr nach Südosten sind kaum Aufschlüsse im Muschelkalk mehr vorhanden. Erst die Tiefbrunnengalerie zur Wasserversorgung der Stadt Weiden liefert wieder die Möglichkeit, sich mit der Ausbildung und den Mächtigkeitsverhältnissen der Trias auseinanderzusetzen. Die detaillierten Angaben über die Gliederungsmöglichkeiten dieses Bereiches sind bei Schröder (1963) angeführt. Es stellt sich zusammengefaßt heraus, daß zwischen noch faßbarer Benkersandstein-Basis und der Oberkante der typischen Kaolinsandsteine des Mittleren Buntsandsteins noch 145 m Schichtenfolge liegen. Nach Karneolführung und Schwermineralvergesellschaftung gehören davon 45 m zum Oberen Buntsandstein. Im Hangenden verbleiben 100 m grobkörnige, meist schräggeschichtete Arkosen mit grünen und roten Letten als Äquivalente von Muschelkalk und Lettenkohle. Karbonatische Einschaltungen fehlen ganz, allein die grünen, tonigen Einlagerungen, die auffallend gelbbraune Färbung der Arkosen, linsenförmig zu limonitischer Bindung reichend, und die gegenüber dem Oberen Buntsandstein geringere Korngröße heben diese Serie vom Hangenden und Liegenden ab. Wir haben hier nördlich Weiden, direkt am Rande des Alten Gebirges, also immer noch rund 100 m terrestrischer Aquivalente für Muschelkalk plus Lettenkohle!

Eine weitere Unterteilung in Abteilungen des Muschelkalkes wird hier höchstens auf sedimentpetrographischer Basis mit einiger Annäherung möglich sein. Kartistisch ist sie hier nicht mehr durchführbar. Eine einzige, bis zu einem gewissen Grade bedeutsame Aussagemöglichkeit bleibt noch zu erwähnen. Es treten nämlich limonitische Verkittungen, teilweise dicke Schwarten bildend, nur in der unteren Hälfte des Schichtenstoßes westlich von Weiden auf. Diese untere Hälfte dürfte nach den weiter beckenwärts vorliegenden Mächtigkeitswerten dem Unteren Muschelkalk entsprechen. Nun finden sich weiter südlich von unserem Rahmen — auf Blatt Schnaittenbach besonders — gleichfalls Limonitbrocken und Stücke limonitischer Arkosen in beträchtlicher Distanz über dem Mittleren Buntsandstein. Sie sind auf Blatt Schnaittenbach vor allem südlich Holzhammer verbreitet (etwa 15 km südsüdwestlich Weiden). Legt man die Mächtigkeitswerte des Oberen Buntsandsteins bei Weiden zugrunde sowie die eigentümliche Fazies der gelbbraunen Arkosen mit Geröllen bis zu 4 cm Durchmesser und limonitischen Schwarten, dann kommt man für diese Bildungen zu der Vorstellung, es handele sich um Aquivalente des Muschelkalkes. Sedimentpetrographisch ließ sich allerdings keinerlei Einschnitt gegen den Buntsandstein und auch nicht gegen den Keuper festlegen, da die gesamte Trias durch ein monotones Stabilspektrum der Schwermineralien gekennzeichnet wird. Eines steht aber fest, wenn man diese Limonitarkosen dem Muschelkalk zuordnet, dann sind sie wahrscheinlich Äquivalente des Unteren Muschelkalkes. Höhere

Teile des Muschelkalkes nebst der Lettenkohle dürfte noch in den Serien stecken, die bislang kartistisch dem Mittleren Keuper zugerechnet werden. Aus diesem Umstand dürften sich auch die verhältnismäßig hohen Mächtigkeitswerte des Keupers bei Hirschau—Schnaittenbach erklären, die entgegen sonst beobachteten Verhältnissen trotz randnäherer Fazies nicht geringmächtiger als bei Grafenwöhr—Parkstein angegeben werden. Vermutlich stecken auch in der Trias der Bodenwöhrer Bucht noch zeitliche Äquivalente des Muschelkalkes, wie Tillmann es bereits vermutet hat.

Für den weiter beckenwärts gelegenen Faziesbereich, dem hier unser Hauptinteresse gilt, hat sich im Bereich östlich Bayreuth bis hin nach Grafenwöhr eine noch erstaunlich vielfältige Gliederungsmöglichkeit ergeben. Leitbänke des Beckeninneren sind darin nicht mehr entwickelt, mit Ausnahme der Orbicularis-Schichten. Die Cycloides-Bank des Oberen Muschelkalkes findet zwischen Bayreuth und Lessau und im Nordteil des Creussener Höhenzuges ihr Ende in typischer Ausbildung. Wichtig bleibt noch der markante Einschnitt im Unteren Muschelkalk, der durch die Position der Bank B gekennzeichnet ist. Nach ihrer Position im Unteren Muschelkalk dürfte sie ein Äquivalent der Terebratelbänke sein, die selbst bei Kronach nicht in der namengebenden Ausbildung vorliegen, jedoch auch im Beckeninneren ein fazieller Umschlagpunkt sind.

## Lithologie, Mächtigkeiten und Schüttungsrichtungen

In Abb. 4 ist die makroskopische Lithologie nebst den Schüttungsrichtungen dargestellt worden. Von Weidenberg an nach Südosten und Süden ist das fazielle Gepräge der einzelnen gut unterscheidbaren Schichtenstöße dargestellt worden. Die Höhe der Fazieskästchen ist proportional der wahren Mächtigkeit des Schichtenstoßes gewählt, um damit die Mächtigkeitsabnahme nach Südosten deutlich zu machen.

Die bei Besprechung der Lettenkohle schon betonte Gesetzmäßigkeit über die fazielle Abwandlung mit zunehmender Randnähe kommt in den Fazieskästchen für alle Stufen zum Ausdruck. Am Creussener Höhenzug läßt sich nur am Südende das fazielle Gepräge einiger Stufen einsehen. Der Untere Muschelkalk dürfte in einer Ausbildung wie bei Wirbenz—Haidenaab vorliegen, die Lettenkohle ähnlich wie bei Lessau, nur geringmächtiger.

Man kann herauslesen, daß die Linien gleicher Fazies grob gesprochen SW—NO laufen. Bei Kirchenthumbach ist nur Oberer Muschelkalk und Lettenkohle lückenhaft erschlossen. Die durchschnittliche fazielle Ausbildung entspricht der bei Münchsreuth, 7 km weiter nordöstlich. Auch hier also wieder ein SW—NO-Verlauf der Linien gleicher Fazies. Einzelne Bänke machen bisweilen eine Ausnahme. Z. B. kommt für den Grenzdolomit eine N—S laufende Faziesgrenze heraus, wenn man die Punkte randlichster karbonatischer Prägung miteinander verbindet (Münchsreuth und W Haidenaab). Bisweilen kommt auch einmal in etwa ein W—O-Verlauf heraus.

Die Darstellung für das fazielle Gepräge unterscheidet die Anteile Karbonat (darunter wird gewertet Kalk und Dolomit), Ton (wobei die aufschlußreiche Trennung in rote und grüne unterblieb) und Sand. Bänke gemischter Zusammensetzung (z. B. sandiger Dolomit oder toniger Sand) wurden nach

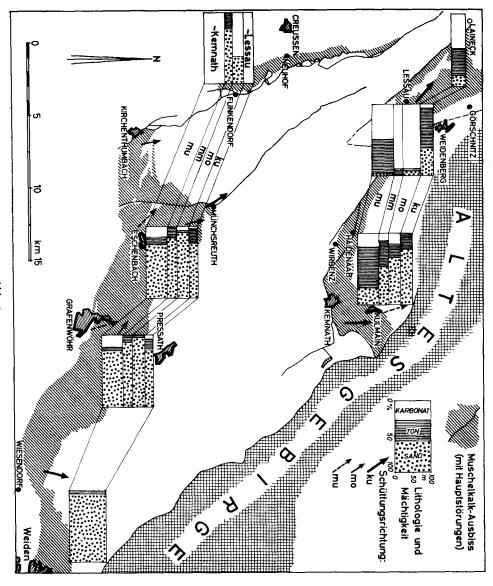


Abb. 4.

prozentualer Beteiligung taxiert und mit verwertet. Eine gewisse subjektive Note bekommt diese Art der Abstufung naturgemäß mitgeteilt.

Aus der Betrachtung der Faziessäulen geht die nach Südosten zunehmende klastische Beeinflussung klar hervor. Der Anteil chemischer Komponente wird zunehmend verdrängt.

Die in diesen klastischen Sedimenten feststellbaren Schüttungsrichtungen müßten eine Ergänzung geben für Rückschlüsse über die Lage des Liefergebietes und die Richtung kürzester Randdistanz. Das Sedimentationsgefälle prägt sich im letzten Akt der Umlagerung aus.

In Abb. 4 sind nur die Hauptschüttungsrichtungen, ermittelt aus einer Vielzahl lokaler Aufschlußmessungen, dargestellt. Teilweise basieren die Richtungen nur auf wenigen Werten. Bei Lessau und Weiden als Mittel nur aus jeweils 5 möglichen Messungen. Dagegen ist die Hauptschüttungsrichtung des mu bei Grafenwöhr aus 150 Messungen gemittelt worden. Aus dem Mittleren Muschelkalk fehlen überhaupt Werte.

Eines kommt bei diesen Schrägschichtungsmessungen sehr schön heraus; für alle Horizonte ist die Haupttransportrichtung nach Norden bis Nordwesten gerichtet. Das ist in sehr schöner Übereinstimmung mit den Ergebnissen aus der Betrachtung der Faziesgrenzen.

Betrachten wir noch kurz die Gesamtmächtigkeiten, dann stellt sich heraus, daß selbst in der terrestrischen Fazies bei Weiden noch 100 m Mächtigkeit vorliegen. Paläogeographisch bestätigt dieser Befund wie der Verlauf der Faziesgrenzen und die Werte der Schüttungsrichtungen, daß der Muschelkalk weit auf das Alte Gebirge gereicht hat. Wahrscheinlich weiter als der Buntsandstein! Von einer alten Anlage der Fränkischen Linie, die in der Trias wirksam gewesen wäre, kann ebensowenig gesprochen werden wie für Buntsandstein und Keuper.

Für detailliertere Aussagen werden wir die Ergebnisse der laufenden faziellen und sedimentologischen Untersuchungen nebst abschließender Bearbeitung der überraschend reichen Faunen abwarten müssen.

## Zusammenfassung

Neuaufnahmen im oberfränkisch-oberpfälzischen sandigen Muschelkalk ergeben bis in die Höhe von Grafenwöhr Gliederungsmöglichkeiten, die kaum denen im Beckeninneren nachstehen. Es läßt sich der Anschluß an die Beckenfazies gewinnen, einzelne Leitbänke lassen sich in abgewandelter Fazies bis in diesen "amphibischen" Bereich nachweisen. Die terrestrischen Äquivalente lassen sich zwar weiter randwärts zwischen Mittlerem Keuper und Buntsandstein ausscheiden, gestatten aber keine weitere Unterteilung mehr. Sehr nützlich für die Aufnahme erwiesen sich die durch v. Freyberg in der Randfazies des Keupers aufgestellten Faziesverknüpfungen für die Aufgliederung und Verfolgung von Faziesbereich zu Faziesbereich. Nach faziellem Gepräge und Mächtigkeit hat der Muschelkalk weit über das Alte Gebirge gereicht. Der Antransport der sandigen Komponenten erfolgte von Südosten.

#### Schrifttum

- Freyberg, B. v.: Die Randfazies des Gipskeupers, insbesondere der Benkersandstein in Franken. Erlanger geol. Abh., H. 11, S. 1—47, Erlangen 1954.
  - Benkersandstein und Sedimentationszyklen in der Tiefbohrung Ireks V in Kulmbach.
     Geol. Bl. NO-Bayern, 5, S. 18—26, Erlangen 1955.
  - Geologie der Mulde von Kirchenlaibach. Erlanger geol. Abh., H. 20, Erlangen 1956.
- Fürst, M.: Die Geologie des Creussener Höhenzuges und seiner Umgebung. Erlanger geol. Abh., H. 12, Erlangen 1954.
- Gevers, T. W.: Der Muschelkalk am Nordwestrand der Böhmischen Masse. N. Jb. Mineral. usw., Beil.-Bd. 56, S. 243—436, Stuttgart 1927.
- Goller, K.: Die Geologie des Gebietes von Weidenberg-Goldkronach. Abh. preuß. geol. Landesanstalt, N. F. 165, Berlin 1935.
- GÜMBEL, C. W.: Geognostische Beschreibung der Fränkischen Alb. Kassel 1891.
- HAUNSCHILD, H. und Schröder, B.: Geologische Karte von Bayern 1:25 000 Blatt Nr. 6237 Grafenwöhr, mit Erläuterungen. München 1960.
- Neupert, E.: Das Gebiet der Störungszonen von Kirchenthumbach und Stegenthumbach (Oberpfalz). Erlanger geol. Abh., H. 32, Erlangen 1959.
- PROSCH, E. v.: Die Geologie des Gebietes von Kirchenpingarten—Kemnath. Jb. preuß. geol. Landesanst., 59, S. 132—175, Berlin 1939.
- SCHNITZER, W. A.: Der Schwermineralgehalt der Randfazies des fränkischen Mittleren Keupers in Tiefbohrprofilen. Erlanger geol. Abh., H. 11, S. 49—66, Erlangen 1954.
  - Die Lithologie und Paläogeographie des Buntsandsteins am Westrand der Böhmischen Masse. — Erlanger geol. Abh., H. 24, Erlangen 1957.
- SCHRÖDER, B.: Stratigraphie und Tektonik vor der Fränkischen Linie bei Kemnath-Pressath (Opf.) und die tektonische Lage der Basalt-Durchbrüche. Erlanger geol. Abh., H. 27, Erlangen 1958.
  - Gliederung und Lagerungsverhältnisse in der Randfazies der Trias bei Weiden—Parkstein (Opf.).
     Geol. Bl. NO-Bayern, 13, S. 98—141, Erlangen 1963.
- STEINLEIN, H.: Der Buntsandstein am Westrand der Böhmischen Masse. Erlanger geol. Abh., H. 8, Erlangen 1953.
- TILLMANN, H.: Neue Aufschlüsse in der Trias des Bodenwöhrer Beckens (Oberpfalz). Geologica Bavarica, Nr. 14, S. 31—40, München 1952.
- WELZEL, E.: Stratigraphie der Ceratitenschichten im Gebiet Bayreuth—Kronach. Geol. Bl. NO-Bayern, 13, S. 63—73, Erlangen 1963.