

Die Geologie von Alling - Kapfelberg (zwischen Kelheim und Regensburg) und die Wirbeltierfundstätte in der obermiozänen Braunkohle von Viehhausen

Mit 12 Abbildungen im Text und 1 geolog. Karte

Von Erwin R u t t e , Würzburg

Zusammenfassung

Die obermiozäne Braunkohle von Viehhausen birgt eine Fülle von wohl erhaltenen Wirbeltierresten, deren Konservierung wir ähnlich günstigen Lagerungsverhältnissen wie im Geiseltal bei Halle verdanken. Die bereits in mehreren Monographien bearbeiteten Funde werden in der vorliegenden Abhandlung in einem Fossilverzeichnis zusammengefaßt und durch Befunde über neue Aufsammlungen von Wirbeltieren und Wirbellosen ergänzt.

Die Umgebung des Braunkohlentrogens wurde in 1 : 25 000 kartiert; am Aufbau beteiligen sich Oberer Jura, die Basisbereiche der danubischen Kreide, jungtertiäre limnische Sedimente der Oberen Süßwassermolasse und quartäre Relikte. Die Lage des Untersuchungsgebietes an der Umbiegung der Alb von der Ost-West- in die Nord-Süd-Richtung ist durch eine intensive Zerstückelung der mesozoischen Tafel, aber auch des Tertiärs, gekennzeichnet. Der Darstellung der Lagerungsverhältnisse kommt neben der Beschreibung des stratigraphischen und paläontologischen Inventars die größte Bedeutung zu. Es resultieren zahlreiche neue Erkenntnisse über die Geologie der weiteren Umgebung von Regensburg.

Vorwort

Über die Flora und Fauna der Fundstätte in den obermiozänen Braunkohlen von Viehhausen sind in den vergangenen zwei Jahrzehnten mehrere Monographien aus dem Geologisch-Paläontologischen Institut der Universität Würzburg hervorgegangen. Der Mangel an geeigneten topographischen Kartenunterlagen ließ eine geologische Aufnahme des Fundstättenbereiches bislang nicht vornehmen.

Als 1954 das topographische Blatt Kelheim 1 : 25 000 herauskam, wurde mit der geologischen Kartierung begonnen. Das Untersuchungsgebiet umfaßt die östliche, im Süden von der Donau begrenzte Kartenblatthälfte.

Die Arbeiten wurden mit Unterstützung der DEUTSCHEN FORSCHUNGSGEMEINSCHAFT, Bad Godesberg, finanziert. Die GEWERKSCHAFT LUDWIGS-ZECHE in Alling beteiligte sich mit einer Geldspende. Beiden Stellen bin ich zu größtem Dank verpflichtet.

Die geologische Aufnahme zeitigte eine Fülle stratigraphischer, lithologischer, paläontologischer, insbesondere aber tektonischer Gegebenheiten in einem in geologischer Hinsicht sehr interessanten Gebiet.

*

Am geologischen Aufbau des Untersuchungsgebietes sind beteiligt: Jura, Kreide, Tertiär und Pleistozän. Bis auf die pleistozänen Relikte sind alle Glieder in etwa gleichem Flächenanteil vertreten.

Der Spezialuntersuchung sind wegen der allgemein als nicht gerade günstig zu bezeichnenden Aufschlußverhältnisse gewisse Grenzen gesetzt. Manches Problem kann, nicht zuletzt wegen des relativ kleinen Areals, nur angedeutet, nicht geklärt werden. Dennoch resultieren mehrere neue Befunde und Anschauungen.

JURA

Lithologie

Im Untersuchungsgebiet kommen vom Jura nur Gesteine des höheren Malm zu Tage. Sie sind durch einen vielfältigen Fazieswechsel zwischen geschichteten Sedimenten und ungeschichteten, mehr oder weniger organogenen Riffen geprägt, zu denen noch Trümmergesteine, entstanden im Bereich der Böschung steilerer Riffe, als eine eigenartige Fazies hinzukommen.

Riffgesteine

Das auffälligste Jura-Gestein liegt in den Riffen vor. Die Bezeichnung ist insofern glücklich, als zum Teil nicht nur zur Bildungszeit, sondern auch heute noch — in morphologischer Hinsicht — der Riff- bzw. Klippencharakter allerorten deutlich in Erscheinung tritt. Die vielen Jurafelsen, die sich gleichmäßig über das ganze Untersuchungsgebiet verteilen und besonders im Tale der Donau und der Laaber imponierende Anblicke bieten, sind fast ausnahmslos ehemalige Riffe.

Die Riffe sind organogen. Im Süden des Untersuchungsgebietes, in der Umgebung von Kapfelberg, sind Korallenbauten häufiger; im nördlichen Teil spielen Schwammrasen die größere Rolle. Daß die Entstehungsweise je nachdem, ob es sich um Korallen oder Schwämme handelt, verschieden sein muß, hat ROLL (1934, S. 146) an Beispielen aus dem süddeutschen Malm aufgezeigt. Korallen bauen steilwandige Bauten, die frei über den Meeresboden aufragen, Schwämme können nur Rasen mehr oder weniger im Niveau des Meeresbodens bilden, hier resultiert das Riff aus der andauernden Kalksedimentation zwischen den langsam emporstrebenden Stöcken. In beiden Fällen entstehen schließlich Gesteinsverbände von riffartigem Habitus, weshalb die — innerhalb des Entstehungsvorganges — nicht in jedem Falle richtige Bezeichnung für das fossile Produkt angewandt sei. Über das Riffproblem des Jura der Frankenalb liegen neuere Untersuchungen von GOETZE (1952) vor.

Die Korallenriffe im Untersuchungsgebiet können die oftmals hervorragend erhaltene Lebewelt zeigen, neben Korallen sind es Algen, Bryozoen, Brachiopoden, Muscheln u. a. In den Schwambbauten werden Organostrukturen und -texturen grundsätzlich vermißt. Ein weiterer Unterschied liegt im Böschungswinkel: auch die fossilen Korallenriffe sind steil, oft sogar mit senkrechten Seitenwänden, Schwambbauten flach, von geringerer Böschung. Am Fuße der Korallenriffe pflegen Trümmersedimente vorzuliegen, Schwammfelsen bedingen keine Derivate. Korallenriffe werden kaum dolomitisiert, Schwambbauten dagegen gern. Diagenetische Umwandlungen sind in beiden Bildungen häufig. Die meisten ehemaligen Riffbauten treten uns heute als Massengesteine entgegen.

Kalke

Darauf nehmen die stratigraphischen Bezeichnungen Bezug: Massenkalk oder Plumper Felsenkalk. Nur gelegentlich beobachtet man schichtig-bankige Absonderungen des Massengesteins, fast nur in Schwambbauten. Im Handstück lassen sich zahlreiche Varietäten unterscheiden.

Wohl am häufigsten finden sich mehr oder weniger dichte, von kleinen, aber fast nie fehlenden kalziterfüllten Lücken durchsetzte, helle, meist graulich, gelblich oder rötlich

getönte Gesteine, die muschlig-glatt brechen. Die Lücken können sich anreichern und in anderen Spielarten infolge der intensiven Füllung mit Kalzit und gleichzeitiger Umkristallisation ehemals dichter Gesteine zu zuckerkörnigen Varietäten führen. Dann kommen brekziöse Gesteine vor, bei denen dichte Kalktrümmer von bräunlichem, durchsichtig-dichtem Sekundärkalzit miteinander verkittet werden (Trümmerfels). Zwischen diesen Varietäten gibt es alle nur erdenklichen Übergänge auf engstem Raume, ohne daß ein lithogenetisches System — weder nach der Seite noch nach der Höhe, weder zur Bildungszeit noch später — erkennbar wäre.

Dolomite

Eine andere lithologische Variante des Massengesteins resultiert aus dem Chemismus. Waren die oben erwähnten Gesteine ein verhältnismäßig sehr reiner Kalk, so kommen gleicherweise Partien vor, die als Dolomite zu bezeichnen sind; daneben alle Übergänge von einem zum andern Typ. Dolomitische Gesteine in Massenfazies stellen, stratigraphisch gesehen, südliche Vertreter des im Norden des Untersuchungsgebietes verbreiteteren Frankendolomites dar. In morphologischer Hinsicht lassen sich, betrachtet man beispielsweise die ausgedehnten Felsengärten des Laabertales, keine Unterschiede zwischen Kalken und Dolomiten treffen. Jedoch sind die Dolomite im Handstück sofort von den Kalken zu trennen: sie sind, frisch, immer grau, verwittert leuchtend gelbgrün, dabei gleichmäßig zuckerkörnig und feinklückig. Dolomite fühlen sich rau und sandig an. Stark angewitterte Partien grusen auffällig ab.

Es darf als gesichert gelten, daß die Dolomite sekundär während diagenetischer Prozesse aus den Kalken — vorwiegend aus den Schwammbildungen — hervorgingen. Immer sind dolomitisierte Bereiche der Massenfazies stärker umgewandelt, dies äußert sich nicht nur in einer höheren Dichte, sondern auch im regelmäßigen Fehlen sämtlicher organischer Zeugen. Es gibt viele Aufschlüsse innerhalb Riffen, wo das Nebeneinander von Kalk und Dolomit zu sehen ist und wo man sich des Eindrucks einer sekundären Bildung des Dolomites aus den Kalken nicht erwehren kann. Immer läßt sich der Übergang von einem zum anderen Typ feststellen, wobei sämtliche Möglichkeiten, sei es nach der Entfernung oder nach der Richtung, vertreten sind. Ohne Zweifel hängt das Ausmaß der Dolomitisierung aufs engste mit dem Porenvolumen und dem Fehlen von Tonbeimengungen der Massenfazies zusammen. In den gleichzeitig entstandenen und gleichzeitig diagenetisch beeinflussten Schichtfazies stellen sich nämlich Dolomitisierungen weit seltener ein. Untersuchungen der Grenzregion zwischen Plattenkalken und Dolomit-Massenfazies, so auch im Beispiel der Abb. 1, erwiesen immer eine scharfe chemische Grenze, die mit dem Fazieswechsel zusammenfällt.

Im Donautal gegenüber Matting läßt sich verschiedentlich eine mehr oder weniger deutliche grob-bankige Lagerung inmitten einzelner Schwammkalk-Kuppeln beobachten, die sich aber in der Regel rasch wieder verliert. Es sind dies meist dolomitische Gesteine, Äquivalente der weiter im Norden etwas häufiger vorkommenden Schichtdolomite innerhalb des Frankendolomites. Nur die günstigen Aufschlußverhältnisse gestatten ein Erkennen dieser Variante; anderenorts konnte Schichtdolomit nicht ausgemacht werden.

Derartige schichtige Massenfazies können morphologisch die Kreide-Transgressionsfläche vortäuschen, wenn darüber leichter entfernbare Plattenkalke folgten (unterhalb Rosengarten im Donautal).

Dabei ist der Frankendolomit chemisch kein Normaldolomit (BO-GL 1936, S. 94). „Das Verhältnis CaCO_3 zu MgCO_3 wechselt und der Magnesiumkarbonatgehalt überschreitet selten 41,5 v. H.“. Die Übergangsstadien werden als Halbdolomite bezeichnet. Dolomite werden wegen ihrer Härte, Zähigkeit und Druckfestigkeit weit häufiger als die Kalke abgebaut.

Vorkommen

Die Riffe, seien sie aus Kalk oder Dolomit, sind ziemlich gleichmäßig über das Untersuchungsgebiet verteilt, ohne daß sich in der räumlichen Anordnung ein System erkennen ließe. Gegenüber den anderen Jura-Fazies scheinen die Riffe etwas vorzuherrschen.

Die besten Aufschlüsse bieten das Laabertal, wo in dolomitierten Bereichen einige kleine Steinbrüche angelegt wurden, und das Donautal. Dort begleiten Riffe auf längere Erstreckung den Fluß. Die größten Steinbrüche des Untersuchungsgebietes sind gegenüber Gundelshausen in Dolomiten vorgetrieben. Die neue Schachanlage KARL-THEODOR ist in Massenkalken niedergebracht.

Aber auch inmitten der Wälder ragen immer wieder klippenartig Felsen heraus. Die oberflächliche Verbreitung der Riffe konnte deshalb einigermaßen genau auskartiert werden. Kleine Vorkommen sind in der Karte nicht ausgeschieden. Steinbrüche finden sich in der Regel in Nähe der Siedlungen (no. Dürnstetten, so. Lindach, w. Gundelshausen, unterhalb Niederviehhausen, sw. Thalhof, bei Logenburg u. a. O.).

Platten- und Bankkalk

Die schichtige Fazies repräsentiert sich im Untersuchungsgebiet in Form von Plattenkalken oder Bankkalken. Nur örtlich kommen ausgesprochen dünnplattige Partien vor, die dann gelegentlich an die Flinze des Oberen Jura der Eichstätter, Solnhofener und Kelheimer Gegend erinnern (z. B. an der neuen Straße von Viehhausen nach Alling). Über den Plattenfazies-Arealen finden sich in den Feldern in großen Mengen die beim Anschlagen bezeichnend hell klingenden Plättchen und Scherben verwitterter Bereiche, dagegen sucht man in den Wäldern meist vergeblich nach Lesestücken. Morphologisch zeichnet sich die Platten- und Bankfazies immer durch flache Senken, Erniedrigung der verschiedensten Art und Begünstigung der Talbildung aus. Die Verbreitung von Dolinen und Dolinenfeldern, zu denen als künstliche Eintiefungen zahlreiche Pinggen als Folge eines alten Abbaues auf Eisenerze der Juroberfläche treten können, so besonders im westlichen Teil des Untersuchungsgebietes, hält sich nahezu ausschließlich an die Plattenkalkfazies.

Die Plattenkalke sind von weißlicher, gelblicher, rötlicher oder hellgrauer Farbe, dicht und hart, von sprödem, muschligem, manchmal glasartigem Bruch. Die Absonderung ist sehr verschieden. Dickbankige bis klotzige Ausbildung beobachtet man im Steinbruch sw. Gundelshausen, verschiedene mächtig gebankte Bereiche im Steinbruch sw. Dürnstetten und bei der Ludwigszeche, dünnplattige Varietäten an Einschnitten der neuen Straße Alling—Viehhausen. Allen Gesteinen sind fast regelmäßig Hornsteine, Hornsteinnester und Hornsteinlagen zwischengeschaltet (besonders häufig im Steinbruch sw. Dürnstetten). Ausgewitterte Jura-Hornsteine fehlen über keinem Plattenkalk-Areal.

Die Plattenkalke sind sehr fossilarm. Nur im Kapfelberger Bruch kamen Reste von Fischen, Schildkröten und Krebsen zum Vorschein. Die weiträumigen Aufschlüsse beim Straßenbau Alling—Viehhausen ergaben bei intensiver Nachsuche nicht ein einziges Fossil.

Alle Platten- und Bankkalke liegen in Form von Schüsseln aller nur erdenklichen Dimensionen und Mächtigkeiten zwischen den Riffen. Bei kleineren Vorkommen (Abb. 1) sind gelegentlich die Kontakte zum umgebenden Massengestein einzusehen, größere lassen die Untergrenze fast niemals erkennen. Die maximal mögliche Mächtigkeit der Jura-Schichtfazies im Untersuchungsgebiet kann deshalb nicht sicher angegeben werden, sie kann mindestens 70 m betragen (sw. Alling).

Auch in der Verbreitung der Schichtfazies läßt sich kein System erkennen, weder die Bevorzugung einer bestimmten Richtung noch die Anlage größerer Becken, wie es bei-

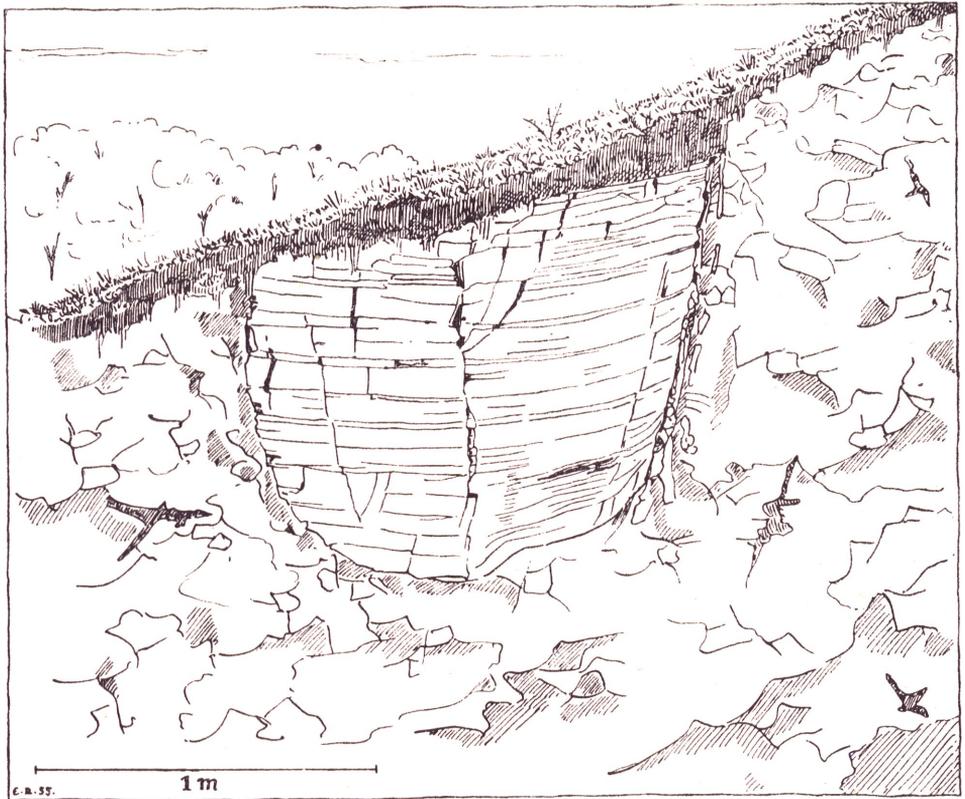


Abb. 1. Eine kleine Schüssel von Plattenkalken in Massenfazies-Dolomiten des Jura beim Hause NESSNER an der Straße Alling—Niederviehhausen (gegenüber Gasthaus BAUER).

Die Grenze Plattenkalk/Massenfazies ist atektonisch überprägt (rechts). Selbst in dieser kleinen Schüssel ist die Setzung von beachtlichem Ausmaß. Die Schichten in der Schüsselmitte sind zerbrochen.

spielsweise im Gebiet von Kelheim oder Hienheim der Fall sein kann (TRUSHEIM 1953). Ob sich unter den tertiärgefüllten Talungen größere Schichtfazies-Bereiche verbergen, muß bezweifelt werden, da Bohrungen regelmäßig Massenfazies zu erbringen pflegen. Im übrigen scheint in größerer Tiefe die Massenfazies zu dominieren.

Die Sedimente der Schichtfazies finden sich also in Schüsseln von außerordentlich stark wechselnder Form, Größe und Tiefe, der Massenfazies zwischen- und aufgelagert, vor.

Wie bei Betrachtung der Lagerungsverhältnisse noch dargelegt werden wird, ist die steile Grenze zwischen größeren Arealen der Schichtfazies und der Massenfazies häufig durch Bruchstörungen überprägt. Aber selbst kleine und kleinste Schüsseln (Abb. 1) lassen an den Rändern neben den Brüchen ein durch Setzung bedingtes Einfallen der Schichten vom Riff weg erkennen. Entsprechende Klüfte, Suturen und Spalten im Gestein erlauben die Unterscheidung der Setzungs-Verstellungen von einer gelegentlich sicher nachweisbaren primären Böschungs-Anlagerung an den Flanken der Riffe.

Diceraskalke

Die dritte im Untersuchungsgebiet verbreitete Jura-Fazies liefert ein eigenartiges Gestein in Riffdetritus-Fazies. Es sind Kalke (nur ausnahmsweise Dolomite) höchster chemischer Reinheit ($\pm 99\%$ CaCO_3), von reinweißer, gelblicher oder bräunlicher Farbe, fast gänzlich aus Fossilien und deren Derivaten bestehend: ein aus Organismen bestehendes Trümmergestein. Zahlreich und oft in sehr guter Erhaltung findet man Korallen, Muscheln, Brachiopoden, Seeigel, Schnecken, Cephalopoden und Mikrofossilien (Algen, Foraminiferen, Bryozoen), zu denen sich, nesterweise angereichert, große und kleine Ooide mit meist organischem Kern gesellen. Zermahlene Fossilien ergaben das Material für stellenweise größere Einlagerungen dichter und weißer oder feinkristalliner Kalkpartien, die, diagenetisch umgeprägt, auch gröberkristallinisch sein können. Die Verbackung der Komponenten ist verschieden intensiv, fast immer bleiben mehr oder weniger große offene Lücken bestehen, deren Zahl durch nachträgliche Auswitterung von Fossilien beträchtlich vermehrt werden kann. Nach der Verwitterung resultieren vielfach reinweiße, kreibig wirkende Gesteine von außerordentlicher Variabilität. Dabei werden die Fossilien oft in prachtvoller Weise herauspräpariert, insbesondere die Korallenstöcke.

Die Genese dieser sehr typischen Fazies vollzog sich am Fuße der Riffe. Hier wurden von der Brandung Partien der Felsen aufgearbeitet und zerrieben, hier wurden angeschwemmte Organismen-Hartteile angereichert, hier konnte sich im sauerstoffreichen Medium eine reiche Lebewelt entfalten. Die Relikte aller dieser Vorgänge konnten sich gesteinsbildend in der nächsten Umgebung der Riffe vereinigen. Wir finden deshalb diese Fazies immer in Nähe der Massenfazies und hier bevorzugt in der unmittelbaren Umgebung der steilwandigeren Korallenbauten, oft sogar zwischen schichtiger und massiger Fazies gelegen (z. B. Steinbruch Kapfelberg).

Daß die Bildungsvoraussetzungen nicht ständig erfüllt waren, ergibt sich aus der relativ spärlichen Verbreitung, die im SW des Untersuchungsgebietes ihr Maximum erreicht. Im nördlichen Teil kommt diese Fazies, von geringfügigen kleinen Einschaltungen innerhalb Riffen abgesehen, kaum vor; dagegen lehrt ein Blick auf den Jura der Umgebung von Kelheim oder Abensberg, daß in diesem Gebiet ein Bildungsoptimum vorgelegen haben muß. Die Riffdetritus-Fazies scheint nur dort verbreitet zu sein, wo Korallenriffe vorhanden sind.

Diese Fazies ist unter den Namen Diceraskalk (nach den im Bruch Kapfelberg nicht seltenen dickschaligen Muscheln *Diceras bavaricum* und *D. münsteri*), Kelheimer Marmoralk, Korallenkalk von Kelheim u. a. ähnlichen Bezeichnungen bekannt.

Vorkommen

Diceraskalke in idealer Ausbildung kommen im Bruch Kapfelberg, im Steinbruch so. Lindach und in kleineren Einschaltungen innerhalb einiger natürlicher Aufschlüsse — immer in Verbindung mit der Massenfazies — vor. Sie bilden klotzige bis massige Partien, die fast nie Anzeichen von Schichtung aufweisen. Die Übergänge in die Massenfazies und in die schichtige Fazies sind immer unscharf und besonders im ersten Falle sehr undeutlich ausgebildet, sowohl nach den Seiten wie in der Vertikalen. Der Diceraskalk gibt einen sehr geschätzten Bau- und Bildhauerstein ab. Schon die Römer verwendeten Kapfelberger Diceraskalk für den Bau der *Porta praetoria* in Regensburg.

Stratigraphie

Die drei Fazies (mit den dafür gebräuchlichen Termini):

1. Riffe = Massenkalk = Plumper Felsenkalk = Felsendolomit = Frankendolomit z. T.

2. Plattenkalke, Bankkalke = Liegende Plattenkalke = Tiefe bis Mittlere Ulmensis-Schichten
 3. Organogene Trümmersedimente = Diceraskalk = Kelheimer Marmorkalk = Korallenkalk von Kelheim = Äquivalent der Tiefen Ulmensis-Schichten
- umfassen den Übergang des Malm ϵ in den Malm ζ .

Massenkalke und -dolomite, im Untersuchungsgebiet paläontologisch nicht zu erfassen, fügen sich stratigraphisch in der Hauptsache dem Malm ϵ ein, reichen aber noch in basale Bereiche des Malm ζ hinauf. Letzteres ergibt sich aus der Anlagerung der Plattenkalke, die im Untersuchungsgebiet in der überwiegenden Mehrheit mit den Tiefen Ulmensis-Schichten parallelisiert werden müssen. Dem gleichen stratigraphischen Niveau gehört der Diceraskalk an. Die ungünstigen Aufschlußverhältnisse erlauben keine nähere Abgrenzung und Einteilung.

Mittlere Ulmensis-Schichten in schichtiger Fazies — und damit die jüngsten Jura-Schichten — liegen offenbar im Plattenkalk-Areal zwischen Ludwigszeche und Alling vor, denn hier fehlen die benachbarten Riffe und der Riffschutt (Diceraskalk), was nach TRUSHEIM (1953, S. 246) für die Eingliederung dieses Horizonts maßgeblich ist. Ferner kommen in diesen Plattenkalken Mergellagen vor, nach ROLL (1940, S. 209) ein Zeichen für Mittlere Ulmensis-Schichten. Die Fazies unterscheidet sich sehr von den übrigen Plattenkalken und ähnelt tatsächlich den zeitlich äquivalenten eigentlichen Solnhofener Plattenkalken.

Eine Angabe genauerer Mächtigkeiten der Ulmensis-Schichten ist wegen des Fehlens geeigneter Bezugshorizonte nicht möglich.

KREIDE

Nach Ablagerung der Plattenkalke des Malm ζ wurde das Gebiet gehoben, es scheint nicht mehr zur Ablagerung der höchsten Malmhorizonte gekommen zu sein; es liegen jedenfalls keine Spuren der in der weiteren Nachbarschaft typischen Folgen vor.

Schutzfelsschichten (Unterkreide)

Die vom Jura gebildete Landoberfläche unterlag indessen fluvio-terrestren Verhältnissen. Dieser Zeitabschnitt umfaßt die gesamte Unterkreide. Relikte jener Epoche liegen in beachtlicher Menge in den Residuen der Schutzfelsschichten vor. Der Name dieser Unterkreide-Bildung wurde am Schutzfels oberhalb der Donau gegenüber Sinzing, wenige Kilometer östlich der Nordhälfte des Untersuchungsgebietes gelegen, gebildet.

Die Schutzfelsschichten kommen nur in Karsthohlräumen des Jura vor. Am schönsten in Diceraskalken, aber auch in Massenfazies und in Plattenkalken. Es sind Hohlformen, die während der Unterkreide vom lösenden Wasser in allen Jura-Fazies herausgearbeitet worden sind. Die häufigste Hohlform ist die mehr oder weniger senkrechte Spalte von einem meist mehrere Meter erreichenden Durchmesser, die von bauchigen Ausweitungen modifiziert werden kann. Kleinere Schlotten, Orgeln oder horizontale Höhlen sind vergleichsweise wenig vertreten. Häufiger beobachtet man breite Wannen, die vielleicht als Reste von Dolinen oder Poljen aufgefaßt werden können.

In der Regel erweitern sich die Karstspalten trichterförmig nach oben. Je nach dem Abschnitt in den künstlichen Aufschlüssen resultieren die verschiedensten Erscheinungsformen, oft wird dabei ein falscher Eindruck von den wahren Dimensionen vermittelt.

Die Füllung der Hohlformen mit den Schutzfelsschichten ist immer nahezu vollständig, primär leer gewesene Abschnitte wurden nie beobachtet.

2. Plattenkalke, Bankkalke = Liegende Plattenkalke = Tiefe bis Mittlere Ulmensis-Schichten
 3. Organogene Trümmersedimente = Diceraskalk = Kelheimer Marmorkalk = Korallenkalk von Kelheim = Äquivalent der Tiefen Ulmensis-Schichten
- umfassen den Übergang des Malm ϵ in den Malm ζ .

Massenkalke und -dolomite, im Untersuchungsgebiet paläontologisch nicht zu erfassen, fügen sich stratigraphisch in der Hauptsache dem Malm ϵ ein, reichen aber noch in basale Bereiche des Malm ζ hinauf. Letzteres ergibt sich aus der Anlagerung der Plattenkalke, die im Untersuchungsgebiet in der überwiegenden Mehrheit mit den Tiefen Ulmensis-Schichten parallelisiert werden müssen. Dem gleichen stratigraphischen Niveau gehört der Diceraskalk an. Die ungünstigen Aufschlußverhältnisse erlauben keine nähere Abgrenzung und Einteilung.

Mittlere Ulmensis-Schichten in schichtiger Fazies — und damit die jüngsten Jura-Schichten — liegen offenbar im Plattenkalk-Areal zwischen Ludwigszeche und Alling vor, denn hier fehlen die benachbarten Riffe und der Riffschutt (Diceraskalk), was nach TRUSHEIM (1953, S. 246) für die Eingliederung dieses Horizonts maßgeblich ist. Ferner kommen in diesen Plattenkalken Mergellagen vor, nach ROLL (1940, S. 209) ein Zeichen für Mittlere Ulmensis-Schichten. Die Fazies unterscheidet sich sehr von den übrigen Plattenkalken und ähnelt tatsächlich den zeitlich äquivalenten eigentlichen Solnhofener Plattenkalken.

Eine Angabe genauerer Mächtigkeiten der Ulmensis-Schichten ist wegen des Fehlens geeigneter Bezugshorizonte nicht möglich.

KREIDE

Nach Ablagerung der Plattenkalke des Malm ζ wurde das Gebiet gehoben, es scheint nicht mehr zur Ablagerung der höchsten Malmhorizonte gekommen zu sein; es liegen jedenfalls keine Spuren der in der weiteren Nachbarschaft typischen Folgen vor.

Schutzfelsschichten (Unterkreide)

Die vom Jura gebildete Landoberfläche unterlag indessen fluvio-terrestren Verhältnissen. Dieser Zeitabschnitt umfaßt die gesamte Unterkreide. Relikte jener Epoche liegen in beachtlicher Menge in den Residuen der Schutzfelsschichten vor. Der Name dieser Unterkreide-Bildung wurde am Schutzfelsen oberhalb der Donau gegenüber Sinzing, wenige Kilometer östlich der Nordhälfte des Untersuchungsgebietes gelegen, gebildet.

Die Schutzfelsschichten kommen nur in Karsthohlräumen des Jura vor. Am schönsten in Diceraskalken, aber auch in Massenfazies und in Plattenkalken. Es sind Hohlformen, die während der Unterkreide vom lösenden Wasser in allen Jura-Fazies herausgearbeitet worden sind. Die häufigste Hohlform ist die mehr oder weniger senkrechte Spalte von einem meist mehrere Meter erreichenden Durchmesser, die von bauchigen Ausweitungen modifiziert werden kann. Kleinere Schlotten, Orgeln oder horizontale Höhlen sind vergleichsweise wenig vertreten. Häufiger beobachtet man breite Wannen, die vielleicht als Reste von Dolinen oder Poljen aufgefaßt werden können.

In der Regel erweitern sich die Karstspalten trichterförmig nach oben. Je nach dem Abschnitt in den künstlichen Aufschlüssen resultieren die verschiedensten Erscheinungsformen, oft wird dabei ein falscher Eindruck von den wahren Dimensionen vermittelt.

Die Füllung der Hohlformen mit den Schutzfelsschichten ist immer nahezu vollständig, primär leer gewesene Abschnitte wurden nie beobachtet.

Die Transgression des cenomanen Meeres hatte eine Abrasionsfläche zur Folge. Dabei wurden nicht nur die obersten Schutzfelsschichten sondern auch der umgebende Jura in Teilen gekappt. Heute liegt nur noch ein Torso eines zur Unterkreide ausgedehnteren Phänomens vor. Welche Bereiche in welcher Mächtigkeit dabei abhanden gekommen sind, läßt sich nur schätzungsweise ermitteln. Jedenfalls liegen die Schutzfelsschichten nunmehr in Form von nach unten in die Spalten hineinprojizierten Residuen vor; die ehemalige, volle Verbreitung und Mächtigkeit kann auch nicht annähernd angegeben werden.

TRUSHEIM (1935, S. 24) hat sich eingehend mit den Schutzfelsschichten, die in Südostdeutschland im Bereich der Unterkreide-Verebnungsfläche überall vorzukommen pflegen, beschäftigt. Er gelangte zu dem Schluß, daß die Schutzfelsschichten primär fluviatile Sedimente aus Verwitterungsrückständen seien, die von den Hebungsgebieten Bayerische Masse im Osten, Frankenwald im Norden und Franken im Nordwesten während der Unterkreide im danubischen Kreidebereich angereichert wurden. Eine Schuttdecke, bestehend aus Schottern, Sanden und Tonen, überzog das Gebiet. Verkarstungserscheinungen ließen diese Sedimente auch unter die normale Basalfläche gelangen.

Das Material der Schutzfelsschichten ist von eintöniger Zusammensetzung. In der Hauptsache sind es Sande, weniger Schotter oder Tone, die kaum verfestigt in den Karsthohlräumen als Füllungen angetroffen werden. Mit Ausnahme von Pflanzenresten hat man Fossilien noch nie gefunden. Die Lagerung weist oft deutliche Anzeichen einer Füllung durch fließendes Wasser auf, nicht selten lassen sich daneben Sackungen des Materials erkennen.

Die Sande der Schutzfelsschichten bestehen nahezu ausschließlich aus Quarzkörnern. Zu diesen gesellen sich spärlich, aber nie ganz fehlend, verschiedene Schwermineralien. Glaukonit kommt nicht vor. Kalkkomponenten fehlen ausnahmslos. Sekundär wurden, durch Auflösung des umgebenden Jurakalkes, die Sande von einem kalkigen Bindemittel verbacken. Am Fehlen allen Kalkes kann man also die Schutzfelsschichten nicht, wie früher verschiedentlich als Nachweis angeführt, erkennen. Stellenweise sind die Sande nach der Korngröße sortiert. Dies pflegt dort der Fall zu sein, wo auch deutliche Schichtung zu beobachten ist.

Bei den Schottern der Schutzfelsschichten handelt es sich nur ganz selten um größere Gerölle, meist liegen sie als Graupen oder kleine Kiese vor. In Form von Nestern werden sie hie und da zwischen den Sanden angetroffen. Auch hier bestehen fast alle Komponenten aus wohlgerundeten Quarzen. Ganz selten wurden im Untersuchungsgebiet Lydite und Quarzite gefunden. Daß daneben noch andere Materialien vertreten sein können, erbringt die Zusammenstellung der Nicht-Quarze aus einem weit größeren Untersuchungsareal in TRUSHEIM (1935, S. 34).

Ferner kommen Tone vor. Sie sind weiß, rot, grün oder dunkel und in der Regel von auffälliger, leuchtender Tönung. Die Farben der Tone lassen die Schutzfelsschichten in den Steinbrüchen schon von weitem erkennen. Die Färbung geht zum größten Teil auf sekundäre Infiltration mit Eisenlösungen ehemals ungefärbter Bereiche zurück.

Sande, Schotter und Tone vermengen sich in den Karsthohlräumen auf alle nur mögliche Weise, ohne daß bestimmte Phasen oder sonstige Regelhaftigkeiten abzulesen wären. Kreuz- und Schrägschichtungen zeigen gelegentlich den Einfluß strömenden Wassers an, ebenso die Sortierung des gröberen Materials. Die Füllungen wurden von der Landoberfläche, dem primären Bildungsort der Schutzfelsschichten, mit Hilfe von Wasser in die sekundäre Lagerstätte innerhalb der Karsthohlräume gespült; sie sind demnach nicht in die liegenden Hohlräume gestürzt oder in diesen a priori abgelagert worden. Die Schutzfelsschichten lassen sich in ihrer Genese zwanglos mit allen anderen Karstphänomenen Süddeutschlands vergleichen, nur daß eben das Material der Füllungen ein besonderes ist.

Heute liegen nur noch die unteren Spitzen ehemals weit höher hinaufreichender Stockwerke vor. Die Dimensionen der Verkarstung sind trotzdem vergleichsweise als riesig zu bezeichnen. Gefüllte Spalten von über 50 m Tiefe sind keine Seltenheit. Der Hauptstollen der Schachanlage KARL-THEODOR bei Reichenstetten wird von mehreren Schutzfelsschichten-Spalten 50 m unter der Oberfläche, 60 m unter der Cenoman-Transgressionsfläche, geschnitten. Nördlich Regensburg erbohrte man 170 m unter der Jura-Oberfläche Schutzfelsschichten (Mitteilung von Herrn O. SCHNEIDER, Regensburg).

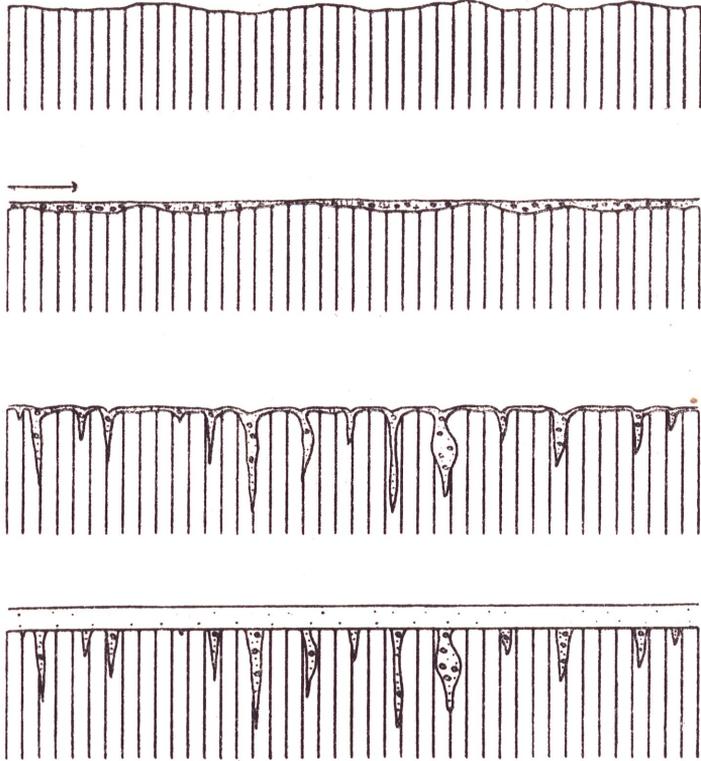


Abb. 2. Zur Lagerung der Schutzfelsschichten. Schematisch.

1. Post-Jura — Prae-Cenoman. Die Jura-Oberfläche ist terrestrischen Gegebenheiten unterworfen. Die Landoberfläche ist in geringen Maßen reliefiert.
2. Prae-Cenoman (Unterkreide). Die Schutzfelsschichten, als fluviatil-terrestrisches Sediment, werden auf die Jura-Oberfläche geschüttet. Die Jurakalke sind noch nicht verkarstet.
3. Prae-Cenoman (Unterkreide). Die Verkarstung läßt zahlreiche Spalten und Hohlräume im Jurakalk entstehen. Die Schutzfelsschichten werden zum Teil umgelagert und bilden die Füllung der Hohlräume.
4. Cenoman. Das transgredierende Kreidemeer kappt die obersten Bereiche der Jurakalke und damit auch die obersten Schutzfelsschichten. Es entsteht die nahezu tischebene cenomane Abrasionsfläche. Die Schutzfelsschichten bleiben nur in den unteren Spitzen der Karsthohlräume erhalten.

Hätten bei Anlieferung der primären Schutzfelsschichten diese Hohlräume schon bestanden, das heißt, wäre die Verkarstung schon so weit fortgeschritten gewesen wie

sie heute im plombierten Zustand vorliegt, dann wäre eine fluviatile Beförderung auf der Landoberfläche nicht möglich gewesen, weil — wie es auch heute der Fall im Jura-Areal ist — alles Wasser versickert wäre. Man muß deshalb folgern, daß zur Zeit der Ablagerung der primären Schutzfelsschichten das Wasser noch auf der Landoberfläche fließen konnte, daß sich Seen und Tümpel bilden konnten (Tone), daß die Hohlräume — von einigen seltenen Ausnahmen abgesehen — noch nicht bestanden. Erst eine Phase später, noch in der Unterkreide, aber nach Ablagerung der primären Schutzfelsschichten (die heute nicht mehr vorliegen), konnte der Jurakalk verkarsten und das Material in den neuentstandenen Hohlräumen, auf zweiter Lagerstätte, aufnehmen.

Nicht zu erkennen ist dabei der tiefgelegene Vorfluter, ohne dessen Existenz es nicht zur Bildung der tiefreichenden Verkarstung hätte kommen können. Zertalung ist nicht nachzuweisen.

Die verschiedenen Abschnitte von der Anlieferung bis zur heutigen Lagerung der Schutzfelsschichten im Untersuchungsgebiet sind schematisch in Abb. 2 dargestellt.

Neben dem Unterkreide-Karstphänomen der Schutzfelsschichten kommt im Untersuchungsgebiet eine weitere Periode der Verkarstung vor, die zu sehr ähnlichen Effekten bei fast gleichen Entstehungsbedingungen führte. Es sind dies die tertiären Karsterscheinungen. Bei deren Besprechung (S. 59) wird auf die Unterschiede besonders hingewiesen. Während dieser jüngeren Verkarstung wurden vielfach, wie eindeutig aus dem Material hervorgeht, Schutzfelsschichten aufgearbeitet und in andere Stockwerke, zusammen mit neuen Komponenten, umgelagert.

Vorkommen

1. Die besten Aufschlüsse in Schutzfelsschichten des Untersuchungsgebietes bietet der Steinbruch s.w. Kapfelberg. Die Spalten sind bis 5 m breit und mit Sanden und bunten Tönen gefüllt.
2. Südlich Rosengarten. Helle Sande mit weißlichem Tonbindemittel.
3. Im Plattenkalk-Steinbruch o. Ludwigszeche (Abb. 12). Hellgraue, randlich eingekalkte, bindemittelfreie Grob- bis Feinsande in schmalen Schlotten. Auf der Grenzfläche zum Jura eine dünne Ton-Tapete. Wasserklare, eckige Quarze; Erzkörnchen und Schwermineralien selten; etwas häufiger Glimmerschüppchen.
4. Beim Thalhof. Stark verwitterte, reichlich eingekalkte, mehlig, weiß-gelbliche Quarzsande mit gelegentlichen Erzflittern.
5. Oberhalb Elektrizitätswerk Oberalling. Kiese.
6. Im Hauptstollen der Schachanlage KARL-THEODOR (neben tertiärem Karst). Stark eingekalkte Sande gleichbleibender Korngröße. Kalkfreie, harnischreiche Tone mit größeren, auffällig gerundeten Quarzsanden.

Daneben können geringfügige Relikte von Schutzfelsschichten im Jura des gesamten Untersuchungsgebietes nachgewiesen werden.

Günstige Beobachtungsmöglichkeiten werden nur in größeren künstlichen Aufschlüssen angetroffen. Auf der Karte sind die durch die Proben ausgewiesenen Schutzfelsschichten durch die Signatur s gekennzeichnet.

Cenoman

Die cenomane Transgression

Nach Ablagerung der unterkreidezeitlichen Schutzfelsschichten und deren teilweiser Abfüllung in die Verkarstungshohlräume wurde das Untersuchungsgebiet von der Transgression des cenomanen Meeres erfaßt. Die oberflächlich noch anstehenden Schutzfelsschichten werden vollständig aufgearbeitet, gleichzeitig unterlagen die obersten Juragesteine, wenn auch sicher in geringer Mächtigkeit, der Abrasion. Die Transgressionsfläche ist eine Abrasionsfläche. So entsteht eine tischebene

Platte, die sich unbekümmert um die verschiedene Härte des jurassischen Untergrundes in allen Jura-Fazies nachweisen läßt.

Wäre die Fläche lediglich das freigelegte Produkt der terrestrischen Verwitterung zur Zeit der Unterkreide, so hätten sich auf jeden Fall Reliefunterschiede — man denke an die widerständigen Riffgesteine zwischen den weichen Plattenkalkarealen — erhalten müssen. Die ideale, weitgespannte Ebenheit unter dem cenomanen Grünsandstein kann nur durch Abrasion des cenomanen Meeres entstanden sein. (Abb. 2).

Dieselbe Abrasionsfläche kappt die obersten Glieder des Unterkreide-Karstes.

Es gibt im Untersuchungsgebiet mehrere Stellen, wo die Kreide eindeutig tiefer als die Juraoberfläche liegt und gleichzeitig eine Anlagerungsschichtung an kleine, aber steile Riffe vorzuliegen scheint (Abb. 12). Eine begründete Rekonstruktion von Juraklippen inmitten einer flachen cenomanen See, so verständlich sie wäre, war aber in keinem Falle möglich. Immer handelt es sich um tektonische Absenkungen der Kreide entlang Jurafaziesgrenzen (Plattenkalke gegen Riffgesteine); die Schrägschichtung stellte sich als Schleppungserscheinung heraus. Auf nähere Einzelheiten wird im Kapitel Lagerungsverhältnisse S. 81 näher eingegangen.

Wo durch künstliche Eingriffe die Kreidesedimente über der cenomanen Abrasionsfläche entfernt wurden, findet man regelmäßig in mehr oder minder dichter Streu Bohrlöcher von Pholaden und Bohrgänge von Würmern. Der Verwitterung ausgesetzt, verschwinden die Vertiefungen bald. Gut sind diese Lebensspuren im Kapfelberger Steinbruch zu beobachten.

Die vollkommen ebene cenomane Abrasionsfläche ergibt einen idealen Bezugshorizont für tektonische Fragen.

Grünsandstein

Die cenomane Sedimentation setzt mit einem Komplex glaukonitreicher, fossilführender Sande, dem Grünsandstein, ein. Ein Transgressionskonglomerat ist nicht entwickelt, selbst aufgearbeiteter Jurauntergrund (mit Ausnahme seltener Hornsteinsplitter) oder Schutzfelsschichten oder sonstiges gröberes Material fehlen im Untersuchungsgebiet, sind aber schon in nächster Umgebung anzutreffen (TRUSHEIM 1935). Fein- bis mittelkörnige Sande mit einem gewissen Tonanteil leiten die Ablagerungen der marinen Kreide ein.

Dabei wurden örtlich Karstaschen ausgeräumt und mit Grünsand gefüllt (Steinbruch im Plattenkalk sw. Dürnstetten). Das Korn der Grünsande ist dort etwas gröber als im hangenden, normal abgelagerten Bereich.

Petrographisch läßt sich der Grünsandstein scharf in zwei Abteilungen untergliedern. TRUSHEIM (1935, S. 79) trennte folglich zwischen Unterem und Oberem Grünsandstein. Im Untersuchungsgebiet kommt in der Hauptsache der Untere vor, nur an einigen Stellen ist der Obere aufgeschlossen. In beiden Abteilungen liegen die Sedimente einer Flachsee vor.

Unterer Grünsandstein

Gesteine aus fein- bis mittelkörnigen Quarzsanden und reichlich Glaukonit, verkittet durch Kalk oder, seltener, Tonmergel, setzen diese Stufe zusammen. Die Quarze sind fast immer gut gerundet, zumindest kantengerundet, sie weisen eine matte Oberfläche auf. Der Glaukonit findet sich in Form rundlicher oder stäbchenförmiger Körner von auffälliger Größe, die manchmal die Durchmesser der Quarzsande erreichen. Seine Farbe ist im frischen Gestein schwarz, in angewitterten Bereichen dagegen leuchtend grün, sie kann auch bräunlich bis gelblichgrün werden.

Gelegentlich beobachtet man sekundär entstandene Kieselhorizonte in Gestalt von Hornsteinknollen oder Hornsteinschwarten (besonders schön im Steinbruch Kapfelberg, wo 50 cm unter der Oberkante des Unteren Grünsandsteines 15 — 20 cm mächtige Hornsteinlagen in weiter Erstreckung auftreten). Ferner findet sich Schwefelkies.

Kalkiger Schalendetritus hauptsächlich von Muscheln ist stellenweise Hauptgemengteil. Der wechselnde Anteil des Kalkzements ist Grundlage für eine gewisse petrographische Variabilität:

1) In der Regel findet gleichmäßige Bindung der Körner durch den Kalk statt. Das kristallinische, kalzitische Bindemittel ist entweder durchsichtig oder trübe gelblich bis bräunlich. Poren finden sich kaum. Bruchflächen frischer Gesteine weisen spiegelnde Kristalle auf. Verwitterte Bereiche des kalzitischen Bindemittels wirken zuckerkörnig, die Quarze fallen dann nicht mehr so stark wie im frischen Material auf.

Derart als typischer Kalksandstein ausgebildet, zeigt sich der Untere Grünsandstein als ein massiger, nur undeutlich gebankter, fester, gelegentlich (besonders an der Basis) kreuzgeschichteter Komplex. Es ist der eigentliche Bausandstein, der früher gern in Abbau genommen wurde. Hier pflegen die Steinbrüche angelegt zu sein: sw. Kapfelberg, o. Kapfelberg am Bichel und östlich davon (Abb. 3), am Schloßberg s. Niederviehausen, oberhalb—westlich Alling, nördlich Alling. Die Qualität als Baustein (der Regensburger Dom besteht zum Teil aus Gesteinen, die östlich Kapfelberg gebrochen wurden) erwies sich als nicht besonders gut, weshalb fast alle Brüche stillgelegt worden sind.

2) Wird das Bindemittel von Tonmergeln gestellt, dann zerfällt das Gestein unter den Einflüssen der Verwitterung recht rasch zu lockeren Sanden. Die Mergel können sich örtlich zu linsenförmigen Lagern anreichern (bei Kapfelberg).

3) Ist dagegen das Kalkbindemittel reichlich vertreten, dann resultieren feste, manchmal splittrig brechende, sandige Kalke, die immer unregelmäßig plattig oder flaserig absondern und deshalb einen Abbau nicht lohnen. Die sandigen Kalke verwittern schwer und liefern im Verbreitungsgebiet überall, selbst im Walde, bezeichnend sandig-poröse, grünlich-gelbe Lesesteine, mit denen der Nachweis des Unteren Grünsandsteines allerorten leicht gelingt. Da scherbige Relikte gern zu Verwechslungen mit Jura-Plattenkalken führen können, seien die spezifizierenden Unterschiede aufgeführt:

Unterer Grünsandstein (Lesesteine)	Jura-Plattenkalke (Lesesteine)
grünlichgelb bis grünlichbraun nie ebenflächig, immer mit unregelmäßigen Oberflächen selten Schichtung	rötlichgelb, rotbraun fast immer ebenflächig (als dünne Plättchen) absondernd fast immer deutlich regelmäßig feingeschichtet
reichlich Fossilien klingen nicht beim Schlagen relativ leicht	fossilfrei auffallend hell klingender Schlag relativ schwer

Die lithologischen Varianten können in einem einzigen Aufschluß vertreten sein, sie wechseln in der Horizontalen wie in der Vertikalen. Die basalen Bereiche sind fast immer massig ausgebildet, gegen oben nimmt die Sandkalk-Ausbildung in der Regel zu. Wo die gesamte Mächtigkeit massig vorliegt, finden sich die künstlichen Aufschlüsse, die anderen Varianten sind nur zufällig entblößt.

Gelegentlich beobachtet man im Unteren Grünsandstein dünne (bis 3 mm), sekundär erfolgte Chalcedon-Kluftausfüllungen. Die von den Wänden des Hohlraumes einsetzende Abscheidung läßt inmitten meist eine schmale Öffnung, zumindest eine deutliche Naht übrig. Der Chalcedon ist randlich durchsichtig, innen bläulich-milchig-undurchsichtig. Es wurde festgestellt, daß der Grünsandstein in der weiteren Umgebung der Chalcedon-Lagen entkalkt war.

Langanhaltender Verwitterung ausgesetzt, bilden schließlich eigentlich alle Bausandstein-Varietäten tiefgründige, lockere Sande. Sie sind von grünlichgrauer bis lichtgrauer Farbe,

nicht selten — durch die Umwandlung des Glaukonits — bräunlich bis rostfarben. Wo Wald auf Grünsand steht, wird gewöhnlich diese Erscheinungsform angetroffen. Zahlreich sind hier flache Sandgruben. Jüngere Umlagerungen lassen die Sande oft unter das Niveau der cenomanen Fläche rutschen, besonders in der Umgebung von Jura-Klippen.

Fast immer sind die verwitterten Grünsande Ursache einer auffälligen Verebnung. Von der kleinen Stufe bis zu riesigen Flächen kommen, je nach Exposition, alle Übergänge vor. In nahezu allen Fällen gestattet die Verebnung die Festlegung der Grenze Jura-Kreide.

Von allen fossilführenden marinen Kreidesedimenten stellt wohl der Grünsandstein die reichste Fauna. Besonders begünstigt ist die Sandkalk-Fazies. Am häufigsten sind Muscheln: *Exogyra columba* (LAM.), nicht selten *Neithea aequicostata* (LAM.) und *Pecten (Chlamys) asper* (LAM.). Stellenweise sind sie in Schill-Lagen angereichert. Die Vertreter anderer Tiergruppen sind seltener. Eine Zusammenstellung der Grünsandstein-Makro-Fauna gibt TRUSHEIM (1935, S. 86). Mikrofauna, insbesondere Foraminiferen, ist in jedem Dünnschliff anzutreffen.

Die Mächtigkeit des Unteren Grünsandsteins unterliegt Schwankungen. Generell gesehen ist sie im Norden geringer als im Süden. Die großräumliche Betrachtung erweist eine Zunahme von NO gegen SW. Im Untersuchungsgebiet zeigen die wenigen besseren künstlichen Aufschlüsse mehr oder weniger gleichbleibende Mächtigkeiten. So mißt man im Steinbruch 500 m s. Niederviehhausen 5,50 m (unten grobsandig, ungeschichtet und fossilreich, in der Mitte undeutliche Schichtung, oben massig). Im Steinbruch am Schloßberg w. Alling sind lediglich 3 m massiger Grünsandstein aufgeschlossen, das Hangende ist verdeckt. Im Bruch Kapfelberg beträgt die Mächtigkeit des Unteren Grünsandsteins 6 m. Alle übrigen Aufschlüsse zeigen reduzierte Mächtigkeiten.

Oberer Grünsandstein

Die glaukonit- und sandreiche Folge des Unteren Grünsandsteins wird nach oben konkordant von einem Komplex glaukonit- und sandärmerer, dafür kalkreicherer Gesteine mit reichlichen Sandmergelschieferlagen abgelöst. Die Bezeichnung „Grünsandstein“ trifft nicht mehr das Wesentliche, denn in der Regel ist das Gestein weder richtig grün noch stark sandig. Eine Reihe weiterer Eigentümlichkeiten erweist die Selbständigkeit dieser in allen Aufschlüssen sehr typischen Folge.

Zunächst ist es die bankig-schichtige Absonderung harter Kalke zwischen weicheren, leichter verwitternden Mergelschiefer-Zwischenlagen. Dann sind die hellen bis grellweißen Farben angewitterter Gesteinsoberflächen über dem dunkelgrünen Liegenden des Unteren Grünsandsteins ein auffälliges Merkmal. Ferner ist überall ein regelmäßiger, feinverteilter Kieselsäureanteil zu konstatieren, der örtlich zu Knollenbildungen, wie sie in höheren Kreidehorizonten dominieren, führen kann. Verwitterter Oberer Grünsandstein kann deshalb zu leichten, tripeligen Residuen Anlaß geben. Schließlich ist es die Wechselfolge verschiedener petrographischer Elemente in der Vertikalen, die den Komplex abwechslungsreich gestaltet.

Diese Variabilität wird innerhalb der festen Kalke durch den verschieden reichlichen Anteil der Sand- und Glaukonitkomponente hervorgerufen. Manche Lagen sind als schwach sandig zu bezeichnen, andere als glaukonitreich — wobei aber immer der Kalkanteil stark überwiegt. Es entstehen somit ganz andere Gesteine als im Unteren Grünsandstein. Dabei herrschen keinerlei Gesetzmäßigkeiten vor, schon eng benachbarte Profile lassen sich nach der petrographischen Ausbildung nicht mehr unbedingt parallelisieren. Die gleiche Bank ist hier glaukonitreich und dort glaukonitarm, nicht anders verhält es sich mit dem Sandanteil.

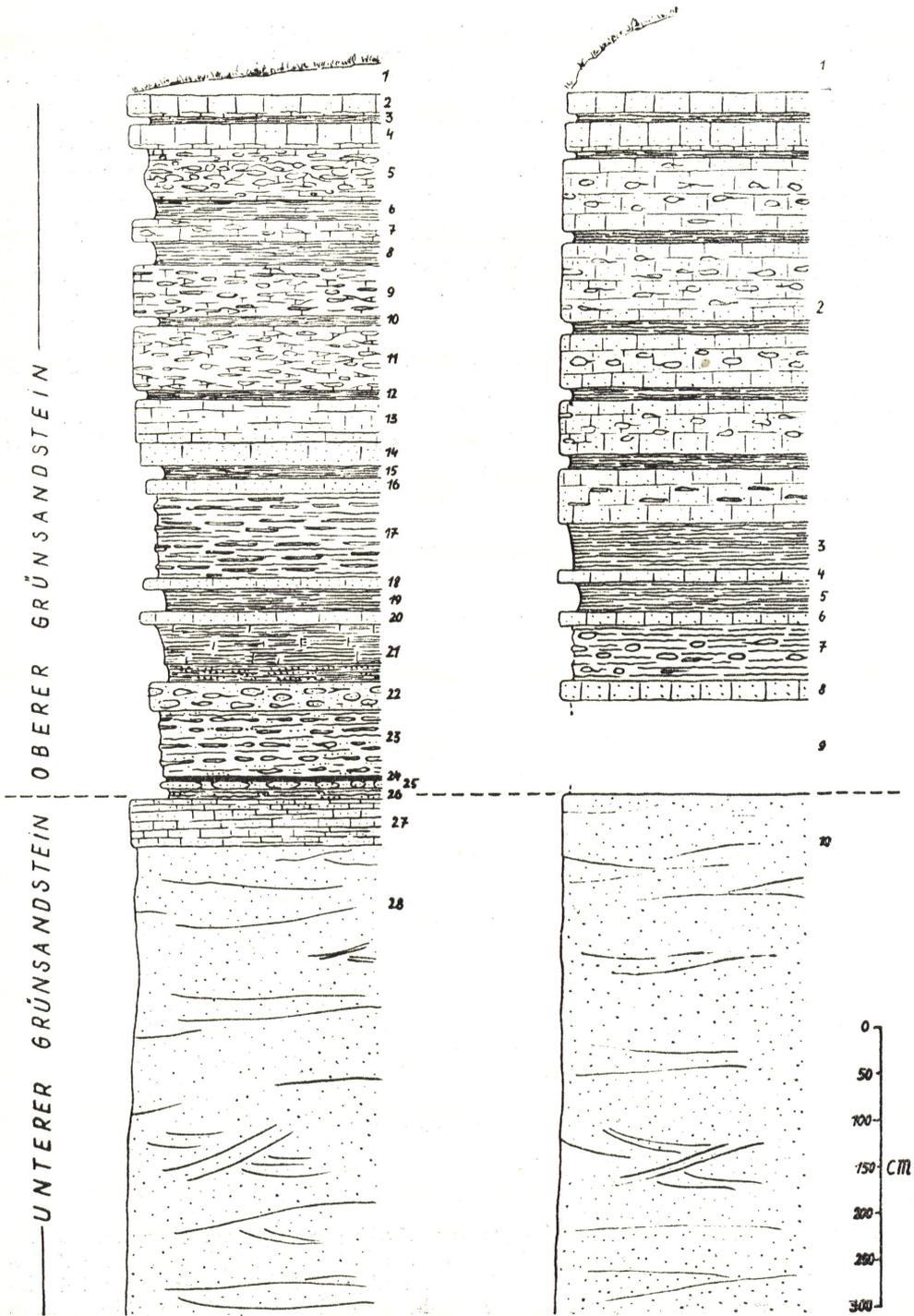


Abb. 3. Profile im cenomanen Grünsandstein. Steinbruch am Bichel über der Donau östlich Kapfelberg. Nähere Beschreibung im Text.

Handstücke des festen Oberen Grünsandsteins sind dicht, von grünlich-grauer Farbe und mit undeutlichen Spuren von paralleler Schichtung versehen. Der Bruch ist muschlig bis splittrig. Fossilien sind mit der Schichtung eingeregelt. Dasselbe gilt für längliche Glaukonitkörper, mit denen man die Schichtung meist besser feststellen kann. Petrographisch handelt es sich um einen kristallinen, kieselligen Kalk, die Bezeichnung Kalksandstein ist für keine der Ausbildungsweisen recht am Platze. Der Glaukonit verteilt sich in Form kleinster Körnchen — derartige Dimensionen, wie sie beim Unteren Grünsandstein die Regel sind, kommen nicht vor — gleichmäßig im Gestein. Der Quarzsand spielt nur eine untergeordnete Rolle, die Korngrößen sind klein. Selbst angewitterte Oberflächen, auf denen die Sandkomponente immer zu leicht bemerkbaren Rauigkeiten führt, zeigen nur relativ spärlich Quarze. Häufig finden sich glaukonitfreie, unregelmäßig begrenzte Flocken heller Mergelkalke eingeschlossen.

Ausdauernder verhalten sich die Mergelschiefer-Zwischenlagen. Obwohl meist von geringer Mächtigkeit, sind sie dennoch ein wesentliches Element im Oberen Grünsandstein. Ein gewöhnlich reicher Glaukonitanteil färbt sie dunkel bis schwärzlichgrün, ein manchmal ebenso reichlicher Sandanteil erinnert an mergelig-mürbe Partien mancher Unterer Grünsandsteine. Neben diesen glaukonitischen Sandschiefern überwiegen jedoch verwitterte hellbräunliche bis cremefarbene, glaukonitärmere Mergelschiefer, die frisch grüngrau gefärbt sind. Nicht selten stauen solche Mergelschiefer das Wasser (Steinbruch am Bichel); die weit zu verfolgenden Quellhorizonte am bewaldeten Steilhang s. Alling und bei Brünnschache no. Bergmatting sind derart zu erklären.

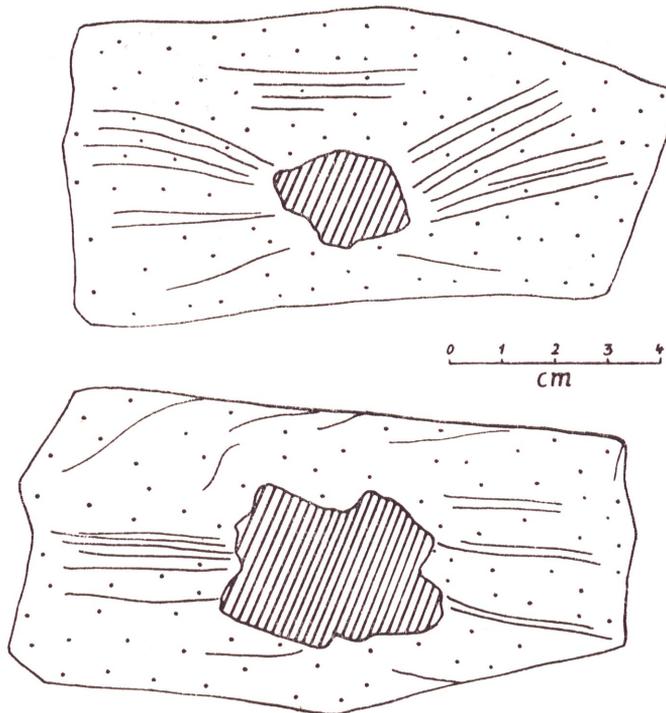


Abb. 4. Angewitterte Reinhausener Kalke vom Hohlweg no. Bergmatting. Die Bruchflächen der Handstücke zeigen einen frischen, dichten, kristallinen Kieselkalk von bräunlicher Farbe, umgeben von stark entkalkten, porösen Partien hellgelblicherer Farbe, in denen rostrote Bänder rhythmisch abgesetzter Eisenlösungen verlaufen.

Aufschlüsse im Oberen Grünsandstein sind im Untersuchungsgebiet selten, sie beschränken sich auf die Umgebung von Kapfelberg, Alling—Viehhausen und Saxberg. Im Steinbruch s. Niederviehhausen beträgt die Mächtigkeit rund 5 m, bei Saxberg rund 6 m, im Steinbruch sw. Kapfelberg 6,50 m, in den Brüchen o. Kapfelberg (Abb. 3) 7,50 m. Zufällige Aufschlüsse boten sich bei Hausneubauten in Schneckenbach und Weganlagen o. Bergmatting.

Der Obere Grünsandstein ist recht fossilreich. Man sammelt ähnliche Formen wie im Unteren Grünsandstein. Im Gegensatz zu diesem sind lagenweise Anreicherungen oder Schill-Lagen nur sehr spärlich anzutreffen, dafür finden sich die Fossilien in einem günstigeren Erhaltungszustand. Besonders reichhaltig, auch an Mikrofauna, können die Mergelschiefer sein.

Profile im Oberen Grünsandstein:

A. Wegebau no. Saxberg, im Kirchenholz

Mächtigkeit rund 6 m

- oben: 1. Grell gelbbrauner, sandiger Lehm mit grünem Stich, ungeschichtet, klebrockig absondernd (verwitterte Mergelschiefer).
 2. Einlagerungen von harten, sandreichen, manchmal plattig absondernden, fossilfreien Kalken (verwitterte Sandkalk).
 3. Grell gelbbraune, manchmal grünliche, fette Lehme, stellenweise undeutlich geschichtet (verwitterte Mergelschiefer).
 4. Knollenführende Kalkplatten (Knollen = Tripel).
 5. Horizontal lagernde, knollenführende Kalkbänke, durchgängig, durch Glaukonit leicht grünlich gefärbt.
 6. Grünliche Sandmergelschiefer.
 7. Tripel-Knollen in rotbraunem Lehm. 60 cm. (Verwittert).
 8. Grünliche bis rotbraune Lehme mit spärlichen Tripel-Knollen.
 9. Grünliche, sandführende Tonmergel.
 10. Mächtige Kalkplatten, teilweise mit wulstiger Oberfläche. Reich an Fossilien.
 11. Glaukonitischer, harter Kalk, in Bänken absondernd. Fossilreich.
 unten: 12. Mergelschiefer. Darunter oberster Unterer Grünsandstein.

B. Steinbruch am Bichel, östlich Kapfelberg

Abb. 3, linkes Profil

1. Hangendes. Nicht einzusehen. Vermutlich Eybrunner Mergel-Basis.
2. 25 cm Harte, vorragende Kalkbank. Unten feingeschichtet.
3. 7 „ Sandschiefer.
4. 25 „ Harte, vorragende Kalkbank.
5. 55 „ Hohlkehlenbildende Schicht aus sandig verwitternden, knollig absondernden, kieseligen Kalken. In der Mitte härter, oben und unten schiefriger.
6. 20 „ Auffällig brauner, hohlkehlenbildender Sandschiefer. *Exogyra*.
7. 25 „ Bank aus schiefrig bis knollig bis dünnplattig-unregelmäßig absondernden kieseligen Kalken.
8. 25 „ Bräunlicher, weicher Sandschiefer. *Exogyra*.
9. 53 „ wie 7.
10. 10 „ Bräunlicher, weicher Sandschiefer, bildet auffallende Hohlkehle.
11. 70 „ wie 7 und 9.
12. 10 „ Schiefbrig bis dünnplattig absondernder, verwittert schwach rostrot gefärbter Kalk.
13. 42 „ Bank aus hartem, splittrig brechendem, weißlich anwitterndem sandführendem Kalk.
14. 25 „ Kalksandstein.
15. 18 „ Sehr weicher, wasserstauer Sandschiefer.

16. 13 cm Kalksandsteinbank. An Basis stärkerer Wasseraustritt.
17. 90 „ Sandschiefer, grüngrau bis oliv, wechsellagernd hart und weich.
18. 12 „ Kalkbank.
19. 23 „ Sandschiefriger Ton, grüngrau bis oliv.
20. 12 „ Kalkbank, sandführend.
21. 60 „ Oben 40 cm fester, glaukonitreicher Sandschiefer; darunter 20 cm weicherer, grünlichgrauer Sandschiefer.
22. 30 „ Harte Bank eines grünlichgrauen, tonigen, knollenführenden Kalkes.
23. 70 „ Wechsellagernd: flaserig-knollig absondernde, grünlichgraue Sande und gleichfarbene Schiefertone.
24. 4 „ Grünlich-brauner Ton.
25. 8 „ Knollig absondernder, grüngrauer, toniger Sand.
26. 12 „ Sandreicher, bräunlicher Letten.
27. 50 „ Harte Dachbank eines sandigen Kalkes, sondert ziemlich regelmäßig in Platten von etwa 3 cm Stärke ab.
28. Massiger, ziemlich fester Unterer Grünsandstein.

Die Grenze zwischen Unterem und Oberem Grünsandstein dürfte zwischen 26—27 zu ziehen sein.

C. Steinbruch über der Donau östlich des Bichel

Abb. 3, rechtes Profil

500 m vom Profil B entfernt lassen sich bereits einige Unterschiede in der Ausbildung erkennen. Immerhin gelingt die Parallelisierung an Hand einiger Bezugshorizonte. Es ist zu bemerken, daß die Profile an stark angewitterten Wänden aufgenommen wurden. Man vergl. die Profile in der Abb. 3.

D. Steinbruch 500 m s. Niederviehhausen

Über dem massigen Unterem Grünsandstein folgt eine 10 cm starke Sandlage, die nach oben von rund 1 m gebanktem und teilweise gut geschichtetem, fossilreichem Kalksandstein mit örtlich welligen Schichtflächen abgelöst wird. Darüber lagern rund 4 m ungleichmäßig gebankte, harte, grellweiß anwitternde Kalksteine im Wechsel mit glaukonitischen Mergelschiefern. Die Obergrenze ist nicht einzusehen. Geschätzte Gesamtmächtigkeit des Oberen Grünsandsteins: 5 m.

Das Einfallen dieser Schichtfolge mit 10° nach Osten ist tektonisch bedingt.

Mit dem oberenomanen Oberen Grünsandstein schließt im Untersuchungsgebiet im allgemeinen die Kreide ab. Lockere Residuen höherer Horizonte sind dagegen allerorten nachzuweisen. Nur in einigen tektonisch abgesenkten Schollen findet sich anstehend höhere Kreide.

Turon

Eybrunner Mergel (Unterstes Turon)

Fossilreiche, graubraune bis gelbgraue Tone und Mergel in einer durchschnittlichen Mächtigkeit von rund 5 m bilden — zwischen harten Kalken gelagert — einen besonders morphologisch auffälligen Horizont. Im Untersuchungsgebiet liegen vollständige Aufschlüsse nicht vor. Der stets vorhandene flache Anstieg oder weite, oft nasse Verbnungen über der steileren Stufe des Oberen Grünsandsteins lassen den Nachweis leicht erbringen.

Die Eybrunner Mergel sind anstehend nachgewiesen am Sporn von Kapfelberg, im Hohlweg östlich—unterhalb des Langberges bei Kapfelberg, am Bichel und dessen östlichen Nachbarberg. An der von Kapfelberg in nördlicher Richtung ins Tal hinabführenden Straße finden sich an der Böschung verwitterte, gelbgrüne, gelbe bis bräun-

liche, stellenweise sandige Tone. Ein Hausneubau unterhalb des Feldweges an der Westseite des Bichel erschloß im selben Niveau grügelbe, sandige Mergel, die sich reich an Mikrofossilien erwiesen. Über den Steinbrüchen des Bichel läßt der fette Boden die Eybrunner Mergel vermuten. Sonst lassen sie sich nur an Wasseraustritten (w. Lindach, oberhalb Fuchsgrund, so. Bergmatting) in Verbindung mit der stratigraphischen Situation als solche nachweisen. Vermutlich sind die Quellaustritte inmitten von Bergmatting auf Stauung über den nicht erschlossenen Eybrunner Mergeln zurückzuführen. In allen übrigen Fällen deutet die plötzlich einsetzende Verebnung über dem Grünsandstein das ehemalige Vorhandensein an, so oberhalb der Steinbrüche sw. Kapfelberg, bei Viehhausen u. a. a. O., wie überhaupt die Höhenlage der Landoberfläche meistens mit dem Horizont der Eybrunner Mergel übereinzustimmen pfllegt.

Reinhausener Schichten („Untere Kalke“ von Regensburg)

Die Reinhausener Schichten werden in der Umgebung von Regensburg, aber auch im Untersuchungsgebiet in verschiedener Fazies angetroffen. Es ist ein wesentlicher Befund, daß in mitten der üblichen kieseligen, plattig absondernden Kalke typischer Knollensandstein angetroffen werden kann. Das bisher in der danubischen Kreide angewandte stratigraphische System unterschied zwischen den „Reinhausener Schichten“ und dem darüber lagernden „Knollensandstein“. Von zwei petrographisch deutlich unterschiedenen Einheiten kann aber nicht die Rede sein; die gelegentlichen Verwechslungen führen zu folgenschweren Irrtümern, insbesondere in tektonischen Fragen.

Es wird sich nicht vermeiden lassen, die beiden Horizonte Reinhausener Schichten und Knollensandstein zu einem einzigen, entsprechend mächtigeren Komplex unter neuem Namen zusammenzufassen. Begehungen der Kreide in Nähe von Regensburg deuten an, daß sich dort die stratigraphische Revision der Abfolge zwischen Eybrunner Mergeln und Hornsandstein im angedeuteten Sinne am besten vornehmen ließe.

*

Im Rahmen dieser Untersuchungen wird für die Folge über dem Eybrunner Mergel die Bezeichnung Reinhausener Schichten¹⁾ angewandt. Es werden darunter Gesteine verschiedener Fazies, unter ihnen auch Knollensandstein, vereinigt. Die Reinhausener Schichten in Ausbildung wie bei Reinhausen — die Masse der Gesteine dieses stratigraphischen Niveaus im Untersuchungsgebiet — werden als **R e i n h a u s e n e r K a l k e** bezeichnet.

Die geringmächtigen, weichen, morphologisch aber aussagekräftigen Eybrunner Mergel werden also von einem im Untersuchungsgebiet mindestens 20 m mächtigen Komplex harter kieseliger Kalke und Knollensandsteine überlagert. Das Fehlen vollständiger Aufschlüsse gestattet keine nähere Beurteilung dieser in mancher Hinsicht merkwürdigen Abteilung. Es standen, abgesehen von den in weiten Flächen und massenhaft vorkommenden Verwitterungsprodukten (Tripel) und Lesesteinen an den Bichel-Flanken, Spornfläche oberhalb Kapfelberg, Umgebung von Bergmatting, nur 3 Einblicksmöglichkeiten zur Verfügung: 1. ein mittlerweile wieder geschlossenes Hausfundament in Kapfelberg, 2. der Hohlweg von Bergmatting, 3. der Steinbruch am Langberg bei Kapfelberg.

1. Der Aufschluß in Kapfelberg erschloß bei den letzten und höchsten Häusern an der Straße nach Schultersdorf in 405 m obere Bereiche der Reinhausener Schichten in der Fazies **R e i n h a u s e n e r K a l k e**.

Der Kalk ist undeutlich gebankt, die Absonderung ergibt unregelmäßige Platten von 5 — 15 cm Dicke. Petrographisch handelt es sich um glaukonitische Kalksandsteine.

¹⁾ In der Legende der Karte als „Reinhauser Schichten“ bezeichnet.

Abgesehen vom etwas reichlicheren Quarzsandgehalt besteht, vor allem in den Korngrößen und der Art der Verteilung des Glaukonits, eine Ähnlichkeit mit dem Oberen Grünsandstein. Schwache Schichtung ist in jedem Handstück nachzuweisen. Das frisch grünlichgraue Gestein verwittert unter oft beachtlicher Gewichtseinbuße zu hellgrauen bis rötlichgelb oder grünlichgelbgrau gefärbten Gesteinen, die dann in der Schichtung undeutlich durch rostfarbene Eiseninfiltrate gebändert zu sein pflegen.

Merkwürdigerweise war das Gestein stellenweise außerordentlich stark zersetzt. Neben frischen, dann sehr harten Kalken kamen leichte, tripelige Abwandlungen vor, daneben hauptsächlich weiche und mürbe, schneidbare Partien, die stark an Eybrunner Mergel erinnerten. Da die Schichtung sich gleichmäßig durch alle Varianten hindurch verfolgen ließ, konnte die Stellung des mürben Materials sicher als Zersatz definiert werden. Zersatz und ursprüngliches, festes Gestein stoßen an mehr oder weniger senkrechten Flächen aneinander ab. In der Grenzregion mürber Partien fanden sich zahlreiche von Eisen und Mangan eingefärbte Geoden.

2. Der Hohlweg von Bergmatting erschließt in rund 20 m Mächtigkeit Reinhausener Schichten von der Ausbildung wie in Kapfelberg. Liegende und hangende Bereiche sind nicht erschlossen.

Die Folge ist größtenteils stark verwittert. Nur im Innern größerer Brocken lassen sich manchmal Kerne noch frischen Gesteins feststellen (Abb. 4). Es sind dann dichte, zähe, bräunliche bis blaugraue, feinkristallinische Kalke mit einem geringen kieseligen sowie sandig-glaukonitischen Anteil. Die Verwitterung entführt den Kalk und es bleiben leichte und mürbe, manchmal lockere Residuen zurück, die nur noch aus Sand, verkittet vom kieseligen Bindemittel, bestehen. Zwischen dem festen, kalkigen Ausgangsmaterial und dem lockeren, porösen, ± kalkfreien Endprodukt der Verwitterung kommen nun alle Übergänge vor. Nicht selten entstehen dabei mehlig wirkende Tripel-

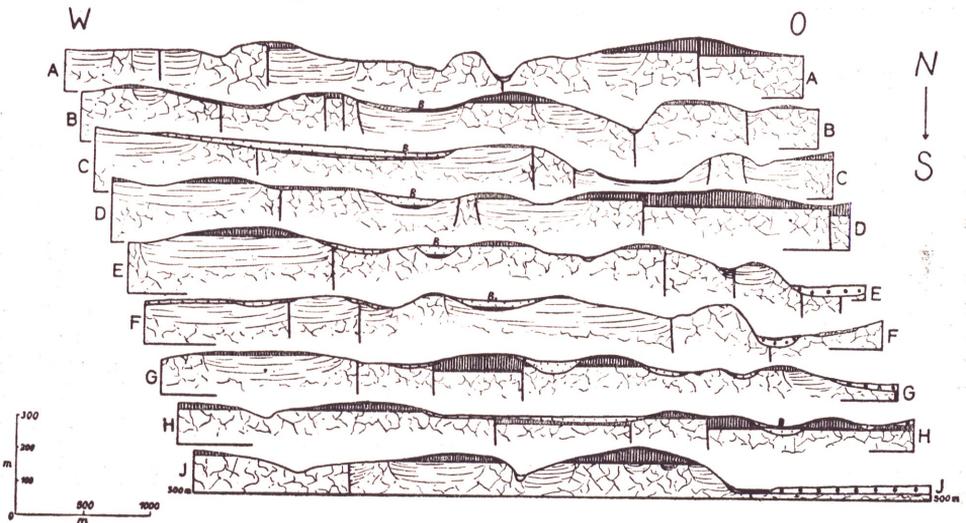


Abb. 5. Profilserie durch die geologische Karte von Viehhausen—Kapfelberg (sw. Regensburg).

Abstand der Profile A—J (von Norden nach Süden) 1 km. Basis der Profile in 300 m. Genaue Lage siehe Karte.

Signaturen: Riff- und Plattenkalke im Malm; Kreide = senkrecht schraffiert; Tertiär = gepunktet; B = nachgewiesenes Braunkohlenflöz; Quartär = Ringe bzw. ohne besondere Signatur.

Gesteine, die sich von denen der Knollensandstein-Fazies kaum unterscheiden lassen. Immer sind die verwitterten Gesteine — abgesehen vom auffallend geringen Gewicht — weißlich, gelblich, rötlichgelb oder rostig gefärbt und dabei, als das auffälligste Merkmal, gebändert. Das Eisen schied sich rhythmisch, ohne etwa eine Abhängigkeit von der Schichtung oder Form des Gesteins erkennen zu lassen, in Fahnen und Bändern aus.

In der gesamten Strecke des Hohlweges ändert sich der Habitus kaum. In groben, unregelmäßig-flachen, manchmal flaserigen Brocken sondert das Gestein ab. Schichtung ist nur gelegentlich deutlich zu erkennen, doch läßt sich die horizontale Lagerung des Verbandes überall leicht ausmachen. Stellenweise entstehen flache Gesteinsscherben, die als Lesesteine auch in der weiteren Umgebung des Hohlweges im Felde wegen ihrer Leichtigkeit und Bänderung unschwer als Abkömmlinge Reinhausener Kalke zu erkennen sind.

Fossilien kommen spärlich, aber überall vor. Zwischenlagen von Mergeln oder Mergelschiefern fehlen. Damit lassen sich die Reinhausener Schichten leicht vom Oberen Grün-sandstein unterscheiden. Die basalen Bereiche des Aufschlusses sondern dünnplattiger als die oberen ab.

Stücke verwitterter Reinhausener Kalke können verwittertem Oberen Grün-sandstein zum Verwechseln ähnlich sein. Größere Vorkommen lassen jedoch eine Unterscheidung treffen:

Oberer Grün-sandstein	Reinhausener Kalke
verwittert kleinstückig Farbe oft mit grünem Stich relativ fossilreich ziemlich fest mergelige Zwischenlagen rund 6 m mächtig	verwittert grobstückig gelblich, rötlich, nie grün relativ fossilarm meist weich und mürbe keine Mergelinschaltungen rund 20 m mächtig

3. Reinhausener Schichten in Knollensandstein-Fazies.

Anstehende Knollensandsteinfazies kommt im Untersuchungsgebiet nur am Langberg n.w. Kapfelberg vor. Sie ist dort in einem verfallenden Steinbruch verhältnismäßig gut erschlossen. Dagegen sind verwitterte Knollensande in Gestalt des Tripel ein im ganzen Gebiet außerordentlich weitverbreitetes Phänomen.

Daß die Knollensandstein-Fazies noch zu den Reinhausener Schichten (S. 53) gehören muß, geht daraus hervor, daß die direkte Unterlagerung durch die Eybrunner Mergel nachgewiesen ist.

Der Knollensandstein bildet über der weiten Verebnung der Schulter von Kapfelberg (Dach der Reinhausener Schichten) ab 410 m einen tektonisch veranlaßten plötzlichen Anstieg. Der Höhenlinie 410 m folgend läßt sich rund um den Langberg der durchgängige, wasserstauende Eybrunner Mergel durch Nassen im Ackerland verfolgen. Im Westen geht er in das ebenfalls stauende Tertiär hinein, woraus sich die Eigenständigkeit noch nicht sicher erweisen ließe. Jedoch zieht das nasse Mergelband, besonders gut im Frühjahr zu beobachten, um die Südseite nach der Ostflanke hinüber, in einen Bereich, wo nur Kreide vertreten ist. Aufschlüsse im Eybrunner Mergel sind im Hohlweg östlich-unterhalb der Langberg-Kuppe 430,9 vorhanden. Dort kommen grünlich-braune, fette Tone zu Tage. Die Ähnlichkeit mit den Eybrunner Mergeln an der Straße in Kapfelberg (S. 52) ist sehr groß. Beim Schlämmen der leider stark verwitterten Tone ergaben sich nur Andeutungen von Kreideforaminiferen. Daß es sich um Eybrunner Mergel handeln muß, geht aus der bandförmigen Verbreitung und der tektonischen Situation hervor.

Beim Kartieren bestand zunächst die Meinung, der Langberg bestände aus 20 m mächtigem Knollensandstein (im bisherigen stratigraphischen Sinne), der 20 m mächtigen Reinhausener Schichten auflagere und die Wasseraustritte zwischen den Schichtgliedern seien Folgen eines regionalen tonigen Zersatzes des Daches der Reinhausener Schichten unter den wasserdurchlässigeren Knollensandsteinen. Damit hätten im Langberg die höchsten Kreidesedimente des Untersuchungsgebietes vorgelegen, die zudem gut in das bisherige stratigraphische System gepaßt hätten. Die Auswertung der tektonischen Daten ergab dann einerseits die Unmöglichkeit solch hoher Kreidehorizonte (das Braunkohlentertiär müßte dann in einem tiefen, quer zum Tertiärtrog laufenden Grabenbruch abgelagert sein, was keineswegs der Fall ist), andererseits wurde der Leithorizont der Eybrunner Mergel mit hinreichender Exaktheit nachgewiesen. Auch ist im Verbreitungsgebiet der danubischen Kreide keine Gegend bekannt, in der ein so auffälliger wasserstauer Horizont zwischen Reinhausener Schichten und Knollensandstein (im bisherigen stratigraphischen Sinne) vorkommt.

7 m über dem Eybrunner Mergel folgt der Steinbruch im Knollensandstein auf der Südseite des Langberges, direkt am Wege Kapfelberg — Reichenstetten.

In rund 5 m Mächtigkeit sind hier in grobgebankten Partien absondernde kieselige Kalke von einem außerordentlich vielseitigen Habitus erschlossen. Alle die zahlreichen Varietäten, die das Charakteristikum des Knollensandsteins ausmachen, sind hier auf verhältnismäßig engem Raum vertreten.

Beim frischen Gestein handelt es sich um eine dichte, sehr zähe, splittrig brechende Masse, die in Abständen von 20—50 cm undeutlich Schichtfugen erkennen läßt und klotzig-bankig absondert. Es ist ein sandreicher, glaukonitischer, kristallinischer kieseliger Kalk. Im Vergleich mit den Reinhausener Kalken ist er wesentlich quarzsandhaltiger, dagegen kommt der Glaukonit in derselben Menge, Verteilung und Korngröße wie dort vor. Ganz frische Stücke ergeben eine splittrig-muschlige Bruchfläche im manchmal zuckerkörnig wirkenden Gestein. Die kieselreicheren Partien sind sehr hart und zäh, außerdem werden sie feinstkörnig. Für den Kieselgehalt bezeichnend sind die in jeder Schlagfigur nachweisbaren durchscheinenden Säume. Die Kieselsäure, die hier wie auch in anderen Kreidehorizonten eine so wichtige Rolle spielt, geht auf aufgelöste Kieselschwämme zurück.

Groß ist der Unterschied frischer Gesteine zu verwitterten. Zunächst ist es das auffällig geringe Gewicht, zurückzuführen auf den Entzug der primär in allen Varianten vorhandenen Kalkanteile. Stark verwitterte Gesteine sind kalkfrei. Durch die Entführung des Kalkes entstehen Poren und feine Löcher, der Sandanteil wird augenfälliger, gleichzeitig wird das Gestein zerreiblich, zumindest mehlig abfärbend. Wandernde Eisenlösungen verursachen in rhythmischer Ausscheidung rotgelbe Bänder im gelben Gestein.

Das frische Gestein klingt beim Schlage auffallend hell. Dem Gesteinsverband typisch sind unregelmäßig verteilte, aber nie fehlende ei- bis faustgroße, vielgestaltige Knollen: Anreicherungen von Kieselsäure inmitten der Kieselkalke. Der Verwitterung unterworfen isolieren sich die Knollen und das Zwischenmittel wird zu einem lockeren Feinsand, der, zunächst noch standfest, den ehemaligen Verband ablesen läßt, schließlich aber zerfällt und lose Knollen in einem locker-sandigen Bindemittel übrigläßt. Die Knollenbildung geht also auf zwei Wegen vor sich: zunächst wandert Kieselsäure und reichert sich lokal, in Abhängigkeit von der Zirkulationsmöglichkeit, porenfüllend an. Dabei ist die Verteilung so weitmaschig, daß keine Hornsteine entstehen. Dann wird der im ganzen Gestein regelmäßig verteilte Kalk, in der nächsten Phase, abgeführt. Die mit Kieselsäure getränkten Partien erweisen sich nun als wesentlich härter als die Umgebung und bilden endlich die Knollen. Die Knollen sind ein durch Kieselsäure mehr oder minder fest verbundenes Sandgerüst. Auch während intensiver Verwitterungsbeeinflussung erweisen sie sich als sehr beständig. Indem sich, in einem weiteren Prozeß, an der Außenwandung Eisenanreicherungen einzustellen pflegen, entstehen rot-

braun, braun oder schwarz gefleckte Knollen mit einem gelblichen oder rötlichen, porösen, meist kalkfreien, feinsandigen Kern.

Diese Knollen, die als Überreste des Knollensandsteins (aber auch anderer Kreidehorizonte) im Untersuchungsgebiet in riesigen Mengen vorkommen, führen den Namen **Tripel**. Die landläufige Bezeichnung dafür ist „Kiefer“.

Im Knollensandstein-Steinbruch am Langberg sind nun alle Übergänge vom festen Kieselkalk, in dem man kaum die ersten Anzeichen der Knollenbildung entdeckt, über halb knollige, halb kieselkalkige Varietäten, bis zur Knollen-Anreicherung im lose-sandigen Mittel sehr schön zu studieren. Der für verwitterte Steine sehr bezeichnende Name ist am frischen Fels nicht gerade am Platze; nicht zuletzt erklären sich daraus manche Unstimmigkeiten in der Bezeichnung turoner Serien der danubischen Kreide. Denn ein ganz frischer Knollensandstein ist von einem ebenso frischen kieseligen Kalk der Reinhausener Kalke — besonders in Bohrkernen — ohne Kenntnis der stratigraphischen Zusammenhänge kaum zu unterscheiden. Da auch die Reinhausener Kalke, selbst Partien des Oberen Grünsandsteins, tripelig verwittern können, fällt auch im Gelände die präzise Unterscheidung manchmal schwer.

Tripel

Dieses bezeichnende, hauptsächlich aus dem Knollensandstein, aber auch aus Reinhausener Kalken und Oberem Grünsandstein hervorgehende Verwitterungsprodukt spielt eine geologisch große Rolle. Die außen bräunlichen, innen licht-gelblich-rötlichen, meist bizarr geformten, porös-leichten Knollen sind weder im Walde, geschweige auf den Feldern zu übersehen. Sie sind in einem bald sandigen, bald fetten Lehm eingebettet, der selbst aus Verwitterungsresiduen der Kreide hervorgegangen ist und fast immer tertiäre und quartäre Beimengungen erkennen läßt. Der Tripel ist ein Sammelprodukt aller im Untersuchungsgebiet verbreiteten Schichtglieder, wobei nur die Knollen sicher Kreide sind.

In den Knollen finden sich oft Negative von Schwammnadeln, manchmal entstehen durch Herauspräparierung der Spongien-Elemente stark poröse Schwammnadelgesteine. Foraminiferen und Bryozoen sind häufig nachzuweisen. Das reichliche Eisenpigment geht zu einem großen Teil auf gelösten Glaukonit zurück. Manchmal sind die Knollen so eisenschüssig, daß sie als feiner Eisensandstein wirken.

Da der Tripel primär in erster Linie die höchsten Erhebungen überkleidete, sind sekundär erfolgte umfangreiche Umlagerungen ein allorten zu konstatierendes Phänomen. Die Mächtigkeit kann über 5 m betragen; in diesen Fällen war ein Auskartieren einzelner Kreidehorizonte nicht mit Sicherheit möglich („Kreide ungegliedert“ in der Karte). Wo Tripel auf tieferliegendes Tertiär rutschen konnte, war die Grenzziehung zwischen Tertiär und Kreide vielfach erschwert, wenn nicht fraglich. So kann die Verbreitung des Tertiärs no. Kapfelberg gegen Höhe 419,7 nur ungefähr angegeben werden, weil sich hier tertiäre Lehme und Tripel innig verzahnen. Die leichten Tripel-Knollen können leicht umgelagert werden; während eines einzigen Gewittergusses wurden Verlagerungen bis zu 1 m beobachtet. So erklärt sich, daß von den Kreide-Erhebungen Tripel-Schleppen weit den Hang hinunterreichen und in Vertiefungen mit anstehendem Tertiär Anreicherungen großen Ausmaßes stattfinden können.

Da die Masse des Tripel aus dem Knollensandstein hervorgegangen sein dürfte, läßt sich die Folgerung ziehen, daß seine Verbreitung ehemals anstehende Reinhausener Schichten anzeigt. Die einzelnen Knollen sind sehr widerstandsfähig und werden von der Verwitterung kaum beeinflusst, sie sind zum größten Teil bereits während des Alttertiärs entstanden. Schon zwischen obermiozänen Schottern des Untersuchungsgebietes finden sich Tripel-Gerölle. Die heutige Tripel-Verbreitung stellt nach unten projizierte höhere Kreidehorizonte dar.

*

Die Aufschlüsse im Turon des Untersuchungsgebietes können nicht zu einer vollständigen Beschreibung der Gesteinsfolge, deren wesentlicher Besonderheiten und zu einer restlosen Abklärung der stratigraphischen Stellung ausreichen. Eine markante Grenze ist lediglich durch die Eybrunner Mergel gegeben. Erst weitgespannte Untersuchungen der Reinhausener Schichten lassen eine Deutung der hier angeschnittenen stratigraphischen und faziellen Probleme erwarten.

Höhere Kreidehorizonte, etwa der typische Hornsandstein der Umgebung von Regensburg, wurden im Untersuchungsgebiet nicht beobachtet. Auch die Kallmünzer (s. u.) ergeben keine sicheren Hinweise auf eine ehemalige Verbreitung jüngster Kreide. Dennoch ist es wahrscheinlich, daß einmal mehr Sedimente vorlagen, später aber entfernt wurden.

TERTIÄR

Nach Ablagerung der jüngsten Kreidesedimente wurde die südliche Frankenalb von einer weitspannigen Hebung erfaßt. Das Meer zog sich zurück, die Landschaft wurde terrestrischen Gegebenheiten unterworfen. Datierbare Relikte des älteren und mittleren Tertiärs sind, mit Ausnahme einiger fossilführender Spaltenfüllungen in der westlichen Nachbarschaft, nicht bekanntgeworden. Erst das Jungtertiär liefert die nächsten genauen Daten.

Zunächst sei auf zwei in ihrer näheren zeitlichen Stellung noch nicht geklärte Erscheinungen hingewiesen: die Kallmünzer und die prä-obermiozäne Verkarstung.

Die Kallmünzer

An zahlreichen Stellen des Untersuchungsgebietes trifft man auf merkwürdige Kieselblöcke, die, lokal angereichert, meist auf Kreide, aber auch auf Jura und Tertiär lagern. Stets liegen sie der Landoberfläche auf, nie wurden sie zwischen stratigraphisch einzuordnenden Bildungen angetroffen. Die ungewöhnliche Härte macht sie der Verwitterung gegenüber unempfindlich. Ohne Zweifel liegt kein Block mehr auf primärer Lagerstätte, weitere Wanderungen, dem Gefälle folgend, sind zu konstatieren. Es sind nach unten verlagerte Restblöcke heute nicht mehr anstehender, ehemals hochgelegener, sekundär eingekieselter Horizonte.

Die höchstgelegenen Kallmünzer wurden in 490 m beobachtet. Die größte Verbreitung besitzen sie sw. Mahdholz, am Kocherholz, am namenlosen Berg s. Reichenstetten, am Dachsberg und am Heindlberg. Manchmal verursachen sie kleine Blockmeere. In vereinzelt Exemplaren sind sie überall nachzuweisen. Im Westen des Untersuchungsgebietes scheinen sie dabei etwas häufiger vorzukommen.

Petrographisch handelt es sich um quarzitisches gebundene Sandsteine oder um homogen wirkende, hornsteinartige Kieselmassen. Auch poröse, weiße, leichte, tripelartige Varietäten mit einem gewissen Tongehalt wurden beobachtet. Grobmaterial oder größere Einschlüsse in den Kallmünzern wurden im Untersuchungsgebiet nicht festgestellt, ebensowenig wurden Fossilien gefunden. Dünnschliffe zeigen meist Quarzkörner, die von Kieselsäure miteinander verkittet sind, wobei die Strukturen der sekundären Kieselsäure sehr verschieden sein können. Auch Schliffbilder, wie sie in Hornsteinen üblich sind, wurden angetroffen. Die Dünnschliffuntersuchung ergab keinerlei Beziehungen zu irgendwelchen bekannten stratigraphischen Horizonten.

In der Regel sind die Kallmünzer außen von einer dichten, grauen bis graublauen oder schwarzbraunroten, hornsteinartig-festen, manchmal 10 cm starken Kieselrinde umgeben. Die Oberfläche ist gewöhnlich glattpoliert, die Kanten sind abgerundet, scharfe Ecken kommen, abgesehen von jüngsten Bruchflächen, nicht vor. Von faustgroßen Brocken bis zu m³-großen Blöcken wurden im Untersuchungsgebiet alle Größen beobachtet.

Die Aufschlüsse im Turon des Untersuchungsgebietes können nicht zu einer vollständigen Beschreibung der Gesteinsfolge, deren wesentlicher Besonderheiten und zu einer restlosen Abklärung der stratigraphischen Stellung ausreichen. Eine markante Grenze ist lediglich durch die Eybrunner Mergel gegeben. Erst weitgespannte Untersuchungen der Reinhausener Schichten lassen eine Deutung der hier angeschnittenen stratigraphischen und faziellen Probleme erwarten.

Höhere Kreidehorizonte, etwa der typische Hornsandstein der Umgebung von Regensburg, wurden im Untersuchungsgebiet nicht beobachtet. Auch die Kallmünzer (s. u.) ergeben keine sicheren Hinweise auf eine ehemalige Verbreitung jüngster Kreide. Dennoch ist es wahrscheinlich, daß einmal mehr Sedimente vorlagen, später aber entfernt wurden.

TERTIÄR

Nach Ablagerung der jüngsten Kreidesedimente wurde die südliche Frankenalb von einer weitspannigen Hebung erfaßt. Das Meer zog sich zurück, die Landschaft wurde terrestrischen Gegebenheiten unterworfen. Datierbare Relikte des älteren und mittleren Tertiärs sind, mit Ausnahme einiger fossilführender Spaltenfüllungen in der westlichen Nachbarschaft, nicht bekanntgeworden. Erst das Jungtertiär liefert die nächsten genauen Daten.

Zunächst sei auf zwei in ihrer näheren zeitlichen Stellung noch nicht geklärte Erscheinungen hingewiesen: die Kallmünzer und die prä-obermiozäne Verkarstung.

Die Kallmünzer

An zahlreichen Stellen des Untersuchungsgebietes trifft man auf merkwürdige Kieselblöcke, die, lokal angereichert, meist auf Kreide, aber auch auf Jura und Tertiär lagern. Stets liegen sie der Landoberfläche auf, nie wurden sie zwischen stratigraphisch einzuordnenden Bildungen angetroffen. Die ungewöhnliche Härte macht sie der Verwitterung gegenüber unempfindlich. Ohne Zweifel liegt kein Block mehr auf primärer Lagerstätte, weitere Wanderungen, dem Gefälle folgend, sind zu konstatieren. Es sind nach unten verlagerte Restblöcke heute nicht mehr anstehender, ehemals hochgelegener, sekundär eingekieselter Horizonte.

Die höchstgelegenen Kallmünzer wurden in 490 m beobachtet. Die größte Verbreitung besitzen sie sw. Mahdholz, am Kocherholz, am namenlosen Berg s. Reichenstetten, am Dachsberg und am Heindlberg. Manchmal verursachen sie kleine Blockmeere. In vereinzelten Exemplaren sind sie überall nachzuweisen. Im Westen des Untersuchungsgebietes scheinen sie dabei etwas häufiger vorzukommen.

Petrographisch handelt es sich um quarzitisches gebundene Sandsteine oder um homogen wirkende, hornsteinartige Kieselmassen. Auch poröse, weiße, leichte, tripelartige Varietäten mit einem gewissen Tongehalt wurden beobachtet. Grobmaterial oder größere Einschlüsse in den Kallmünzern wurden im Untersuchungsgebiet nicht festgestellt, ebensowenig wurden Fossilien gefunden. Dünnschliffe zeigen meist Quarzkörner, die von Kieselsäure miteinander verkittet sind, wobei die Strukturen der sekundären Kieselsäure sehr verschieden sein können. Auch Schliffbilder, wie sie in Hornsteinen üblich sind, wurden angetroffen. Die Dünnschliffuntersuchung ergab keinerlei Beziehungen zu irgendwelchen bekannten stratigraphischen Horizonten.

In der Regel sind die Kallmünzer außen von einer dichten, grauen bis graublauen oder schwarzbraunroten, hornsteinartig-festen, manchmal 10 cm starken Kieselrinde umgeben. Die Oberfläche ist gewöhnlich glattpoliert, die Kanten sind abgerundet, scharfe Ecken kommen, abgesehen von jüngsten Bruchflächen, nicht vor. Von faustgroßen Brocken bis zu m³-großen Blöcken wurden im Untersuchungsgebiet alle Größen beobachtet.

Diese Kallmünzer sind in der südlichen Frankenalb weitverbreitete Erscheinungen. Ihre Zuordnung zu einem bestimmten stratigraphischen Komplex ist im Untersuchungsgebiet noch nicht vorzunehmen. Weder zu kreidezeitlichen, noch alttertiären, noch jungtertiären Bildungen bestehen direkte Beziehungen.

Wahrscheinlich sind die Kallmünzer während der langen terrestrischen Epoche zwischen Kreide und Jungtertiär durch Einkieselung von höheren Kreideschichten mehrerer stratigraphischer Niveaus unter geeignetem Klima entstanden, und von ihrer relativ hohen ehemaligen Lage im Zuge der Abtragung und Erniedrigung der Landschaft allmählich nach unten in die heutige Stellung projiziert worden (vergl. v. FREYBERG 1953, S. 277).

Kieselsubstanz stand, wie die Tripel-Bildung aufzeigt, in den Zeiträumen nach Ablagerung der Kreide in jeder Menge zur Verfügung. Es ist weniger problematisch, die Genese zu deuten, als den Gesteinsverband oder die Gesteine anzugeben, in denen sich die Einkieselung auswirken konnte.

Tertiäre Verkarstung

Neben den unterkreidezeitlichen Karsterscheinungen der Schutzfelsschichten (S. 42) ist im Untersuchungsgebiet ein jüngerer, tertiärer Karst verarbeitet. Altersmäßig ist dieses Phänomen nur ungefähr einzustufen: die ältesten Verkarstungen sind sicher alttertiär, die Hauptbildungszeit fällt in die Epoche vor Ablagerung der obermiozänen Süßwasserbildungen, ein geringerer Teil ist danach entstanden. Auch heute schreitet die Verkarstung, wenn auch nicht mehr im Umfang der tertiären, fort.

Über das Mindestalter des größten Teiles der Verkarstung besitzt man insofern nähere Hinweise, als es Stellen gibt, wo die Kappung und Plombierung der Hohlräume durch obermiozäne, limnisch-fluviatile Sedimente nachgewiesen werden kann (Schachtanlage KARL-THEODOR).

Mit der Hebung der Landschaft im Anschluß an die Ablagerung der letzten Kreidesedimente setzte im verkarstungsfähigen Gestein, insbesondere im Jura, sehr bald die Bildung der üblichen Hohlformen ein. Zunächst dürfte es zu relativ flachen Vertiefungen gekommen sein, den Lagerstätten der im Jura-Areal häufigen Bohnerze und Eisenschwarten. Diese scheinen, wie zahlreiche Pinggen besonders im westlichen Untersuchungsgebiet belegen, ehemals eine größere wirtschaftliche Rolle gespielt zu haben.

Danach vertiefte sich der Karst erheblich, in Abhängigkeit von der Tiefenlage eines nicht näher bekannten Vorfluters. Die tertiären Hohlformen stehen in den Dimensionen denen der Schutzfelsschichten nicht nach, in der Schachtanlage KARL-THEODOR sind tertiäre Spalten 50 m unter der heutigen Oberfläche anzutreffen. Sicher reichen sie noch weiter in die Tiefe.

Dabei wurden nachgewiesenermaßen neben den neu entstandenen Hohlräumen auch die älteren, mit Schutzfelsschichten gefüllten, aufgewältigt und dem gerade regierenden Karst angegliedert.

Die Füllung der tertiären Hohlformen und die Aufarbeitung der kreidezeitlichen erfolgte zum Teil gleichzeitig mit der Aushöhlung, zum Teil eine Phase später — genaue Altersangaben sind hierfür naturgemäß nicht möglich.

Alle tertiären Füllungen lassen sich leicht erkennen (und damit von den Schutzfelsschichten unterscheiden): sie führen Glaukonit. Dieses bezeichnende Mineral entstammt aufgearbeiteten, in das Füllmaterial einbezogenen Kreidehorizonten. Die Schutzfelsschichten sind glaukonitfrei, weil zur Bildungszeit kein glaukonitführendes Gestein oberflächlich anstand.

Das Material der tertiären Karstfüllungen ist bunt. In der Hauptsache sind es tonige Sande. Neben reinen Tönen wurden Mergel, mergelige Sande und Sandkalksteine festgestellt. Manche Füllungen sind kalkreich, andere völlig kalkfrei. Der Glaukonit kann

sich stellenweise so anreichern, daß die Füllung eine grüne Farbe erhält. Gröberes Material tritt nicht auf. Einzelne Gesteinsgraupen sind aus aufgearbeiteten Schutzfelschichten abzuleiten. Das Material setzt sich größtenteils aus Kreide zusammen.

Ein Teil des Bindemittel-Kalkes erklärt sich aus sekundärer Einkalkung durch abgestiegene Lösungen, ein anderer ist primär und repräsentiert gelöste Jura- und Kreidekalke. Mehr auf oberflächennahe Bereiche beschränkt sind die mit echtem, rotbraunem Bolus gefüllten Spalten, Repräsentanten der ältesten Verkarstungsphase.

Sämtliche tertiären Spaltenfüllungen liegen innerhalb der Jura-Kalke, in der Kreide wurden — schon wegen der geringen Mächtigkeit der im Untersuchungsgebiet zur Verfügung stehenden Partien — keine Karsterscheinungen festgestellt. Daß aber die oberen Anfänge der Hohlräume ehemals innerhalb der Kreide gelegen haben müssen, geht nicht nur aus der Beteiligung von Kreidematerial (Glaukonit), sondern auch aus dem Nachweis von verkarsteten Kreideschichten, wenn auch außerhalb des Untersuchungsgebietes gelegen, eindeutig hervor.

Über die petrographische Variabilität der tertiären Spaltenfüllungen geben die folgenden Proben Auskunft:

1. Spaltenfüllung im Riffkalk beim Thalhof.
Pulverig-mehliger bis körniger, dann sandig wirkender Kalk. Kleinste Kalkpartikelchen setzen, abgesehen von einigen Erzflittern, die gesamte Füllung zusammen. Die sekundär erfolgte Einkalkung verkittet nur lose, gelegentlich bilden sich kleinste, radialstrahlige Kalzit-Aggregate. Farbe: weiß, mit gelblichem Stich. Im Lösungsrückstand sehr spärlich Glaukonit.
2. Lokalität wie 1.
Grobe Quarzsande, mit massenhaft Glaukonit, durch Kalk geringfügig verkittet. Seeigelstachel.
3. Lokalität wie 1 und 2.
Rundliche, feinstkörnige Kalkpartikelchen, pulverig-mehlig. Weiß, mit gelblichem Stich. Stark porös, leicht. In verdünnter HCl gelöst, verbleibt ein geringfügiger Rest von größeren Glaukonitkörnern, Erzflittern und Quarzkörnern.
4. Lokalität wie 1, 2, 3.
Rotbrauner, steriler, fetter Ton (Bolus) mit vereinzelt Sandlinsen. Durch Sackungen der Füllung Setzungserscheinungen und Harnische.
5. Spaltenfüllung im Hauptstollen der Schachtanlage KARL-THEODOR, etwa 70 m vom Schacht entfernt. In Riffkalke.
Mittelkörnige Quarzsande, mit massenhaft Glaukonit, kalkfrei. Häufig Erzkörnchen, vereinzelt Glimmer. Kaum verkittet. Örtlich horizontale Schichtung.
6. Lokalität wie 5.
Kalkfreier, reiner Ton von graublauer bis gelbbrauner Farbe, ungeschichtet. Spärlich Quarzsande, häufiger Glaukonit. Gelegentlich Jura-Hornsteinsplitter.

Junge Verkarstung

Neben tertiär angelegten, wieder aufgedeckten Karsterscheinungen finden sich, im Pliozän einsetzend und bis heute in Bildung begriffen, jugendliche Verkarstungshohlformen in Jura- und Kreidekalke. In erster Linie handelt es sich um Erdfälle. Zu Hunderten beobachtet man sie im Gewann „Tiefe Grube“ sw. Kohlstadt, im Haselgrund und Sparberek, bei Dürnstetten und sw. Lindach. Merkwürdigerweise finden sie sich fast nur im Verbreitungsgebiet der Jura-Plattenkalke; im Vorkommen dieser Erdfälle läßt sich die Fazies immer nachweisen. Stellenweise sind die (oft 10 m tiefen) Löcher so eng gesät, daß sie der Beforstung ein großes Hindernis bieten. Manche Gebiete sind geradezu ungangbar.

Da sich heute noch Erdfälle bilden, darf man auf ein allgemein junges Alter dieser Bildungen folgern. Andererseits deutet der Bohnerzgehalt in manchen Karsttaschen ein

alttertiäres Alter an. Es scheint sich demnach teilweise um einen wiederaufgelebten Karst zu handeln.

Ein erheblicher Teil der Erdfälle ist vom Menschen auf der Suche nach den Eisenerzen ausgegraben worden. Es sind *Pingen*. Bezeichnend ist, daß die künstlich überarbeiteten Löcher fast nur in den großen Waldgebieten verbreitet sind — dort, wo genügend Holz zum Verschmelzen des Erzes zur Verfügung stand. Pingen lassen sich von den echten, natürlichen Erdfällen leicht dadurch unterscheiden, daß der Aushub randlich aufgeschüttet ist und einen erhöhten Wall bildet.

Obermiozän

Während der terrestrischen Epoche zwischen Ende Kreide und Obermiozän wird die zunächst ebene Landoberfläche reliefiert. Daß eingetiefte Gewässer vorhanden waren, geht aus dem Nachweis der *prae-obermiozänen* Verkarstung hervor, die einen tiefer gelegenen Vorfluter zur Voraussetzung hat. Auch im Untersuchungsgebiet kam es zur Gestaltung einiger Talzüge, schmalen Wannen in Nord—Süd-Erstreckung, mit einem dem allgemeinen Schichtfallen entsprechenden geringen Gefälle nach Süden, denen mehrere subsequente Nebentäler beigeordnet waren. Ablagerungen aus dieser sicher langen Zeit der Reliefgestaltung sind nicht überliefert, abgesehen natürlich von den Karstfüllungen, die aber nicht viel aussagen können.

Indessen wird im Süden der Frankenalb der Molassetrog aufgefüllt. Die Klifflinie des mittelmiozänen Meeres liegt noch rund 40 km südlich des Untersuchungsgebietes. Im Obermiozän wird von der trogwärtigen Absenkung auch die südliche Frankenalb erfaßt, entsprechend erweitert sich der Molassetrog gegen Norden und die limnisch-fluviatile Sedimentation ergreift diesen Bereich. Sedimentpetrographische Untersuchungen (SCHNITZER 1953, S. 129) im Obermiozän der südlichen Frankenalb zeigen, daß die Schüttung von Süden her erfolgte. Nördliche oder nordöstliche Einflüsse treten zurück bzw. sind nicht erkennbar. Dies gilt, wie die nachfolgenden Befunde ergeben, auch für das Untersuchungsgebiet.

In diesem Abschnitt stetiger Absenkung und gleichzeitiger Anlieferung von Material kommt es zur Ablagerung von Tonen, Mergeln, Braunkohlen, Kalken, Sanden und Schottern. Schließlich — wahrscheinlich noch vor dem Unterpliozän — ist das gesamte Relief vollständig von den randlichen Bildungen der hauptsächlich obermiozänen Oberen Süßwassermolasse eingedeckt.

Die im Mittelpliozän einsetzende Hebung beendet die weitere Sedimentation, erneut setzt Abtragung ein. Die höheren Erhebungen des mesozoischen Untergrundes werden im Untersuchungsgebiet vom Tertiär befreit, in den Senken bleibt es erhalten. Tektonische Beeinflussungen erleichtern oder erschweren die Abtragung.

Das *prae-obermiozäne* Relief

Querprofile durch die Schichtfolge des Untersuchungsgebietes (Abb. 5) belehren, daß die tiefsten obermiozänen Sedimente in teils engen, teils breitsohligen, hauptsächlich Nord—Süd-gerichteten Talungen und Senken zur Ablagerung kamen (Abb. 6). Basal finden sich nur *Tone*, weder Sande noch Schotter, so daß der Schluß naheliegt, die Eintiefungen seien bereits vorhanden gewesen, Zeugen eines *prae-obermiozänen*, in langen alt- und mitteltertiären Zeiträumen herausgebildeten Reliefs. Es liegt kein Grund zu der Annahme vor, die Talungen seien erst im Obermiozän, im Augenblick der Schüttung der Oberen Süßwassermolasse, erodiert worden. Die nach Norden ausgreifende Schüttung hat ein fertig ausgebildetes, in älteren Zeiträumen entstandenes Relief angetroffen. Es konnte so zur Entstehung von langen, fjordartigen Seen und Teichen kommen. Die Form des Untergrundes bedingt weiterhin lokale Besonderheiten in der Sedimentation der Molasse, als augenfälligstes Merkmal liegen Braunkohlenflöze vor.

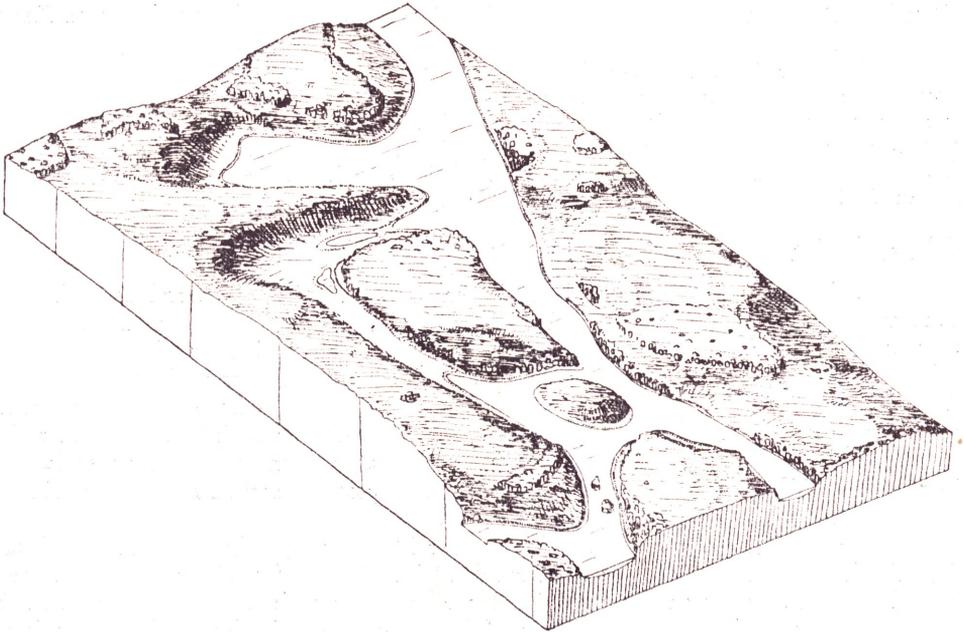


Abb. 6. Rekonstruktion der Landschaft zur Zeit der Ablagerungen des obermiozänen Braunkohlen-Moores. Bereich zwischen Viehhausen und südlich Reichenstetten (vgl. mit Abb. 8). Blick von SSW.

Das prae-obermiozän angelegte Relief ist unter den Grundwasserspiegel abgesenkt. Das Moor füllt mit einheitlicher Oberfläche die Hohlformen aus. Links oben das Nebental von Kohlstadt. An dessen Einmündung in den Haupttrogt Landwirbeltier-Fundstätte und gleichzeitig (später entstanden) Bereich der Faltungen im Tertiär. Plattenkalk-Insel bei Reichenstetten. Wechselnde Böschung der Ufer in Abhängigkeit von der Jura-Fazies (Riffe oder Plattenkalke). Gefälle schwach nach Süden (rechts unten) gerichtet. In den Nebentälern (Mitte links) Entstehung kleinerer Moore, die späteren Braunkohlen-Nester und -Linsen.

Morphologie der Hohlformen

Schaltet man die Auswirkungen post-obermiozäner Tektonik aus, lassen sich die Gegebenheiten zur Bildungszeit der obermiozänen Serien gut rekonstruieren. Die langgestreckten Senken mit ihrem generellen Südgefälle sind als alte Flußtäler zu verstehen. Im Untersuchungsgebiet verläuft eine Nord—Süd-gerichtete Sammelrinne, der Haupttrogt, der später zur Lagerstätte der wichtigsten Braunkohlenflöze wird. Nebentäler zum Haupttrogt sind sicher nachgewiesen, sie kamen ausschließlich von Westen (Abb. 6). Gabelungen und Abzweigungen der Täler sind ebenso bekannt. Jura-Riffe gestalteten auch das prae-obermiozäne Relief unruhig: Einengungen der Talungen liegen stets in der Nachbarschaft von harten, erosionswiderständigen Massenkalken. Die Böschung der Talflanken ist über Riffen steil, über Plattenkalken flach. Das Relief ist also ziemlich unruhig und abwechslungsreich, neben breiteren Becken lagen schmale Durchbrüche, neben steilgeböschten Abschnitten sanftgeneigte Uferstreifen.

Die Rekonstruktion läßt sich leicht vornehmen, indem die Abtragung in weiten Bereichen das alte Relief wieder freigelegt hat und außerdem einige Bohrungen vorliegen, die das Liegende des Tertiärs angetroffen haben.

Dieselben Bohrungen gestatten, das Relief des Haupttroges zwischen Viehhausen und Langberg in Isolinien darzustellen (Abb. 7). Zwar müssen hierbei einige Fragen offenbleiben, immerhin ist es wahrscheinlich, daß im Trogtiefsten keine größeren Unregelmäßigkeiten vorliegen.

Das Liegende Tertiär

Unter diesem Begriff wird die obermiozäne Folge unter dem Braunkohlenflöz zusammengefaßt (WAPPENSCHMIDT 1936, S. 18).

Die ältesten obermiozänen Sedimente im Untersuchungsgebiet sind fette, oft dunkle Tone und Mergel. Sie führen zu einer Abdichtung des löchrigen, verkarsteten Jurauntergrundes. Es sind Ablagerungen stehender Gewässer und träger Flüsse in einem zeitweise unter den Grundwasserspiegel abgesenkten Relief.

Eine Bohrung in der Mitte des tertiärgefüllten Troges Viehhausen — Reichenstetten so. Schneckenbach ergab eine Mächtigkeit von 18 m des Liegenden Tertiärs. Dieser Betrag dürfte für die Nordhälfte des Untersuchungsgebietes allgemein zutreffen. Gegen die Ränder verringern sich die Mächtigkeiten, ganz in Abhängigkeit von der Gestaltung des Untergrundes (Abb. 7). Gegen Süden nimmt die Mächtigkeit generell zu.

Bei Kapfelberg ist das Liegende Tertiär mindestens 30 m mächtig. Aus der Mächtigkeitszunahme gegen Süden folgert sich das Südgefälle der alten Talungen. Bei der wahrscheinlichen Annahme, das Braunkohlenmoor sei auf einer mehr oder weniger horizontalen, einheitlichen Fläche in mehreren der alten Täler gleichzeitig abgelagert worden, ergibt sich ein Gefälle von mindestens 10 m auf 2 km (Abb. 10). Bei diesen Werten kann es sich naturgemäß nur um rohe Annäherungen handeln. — In weiterer Konsequenz läßt sich auf eine Mächtigkeitsminderung des Liegenden Tertiärs weiter im Norden, nördlich Viehhausen, schließen.

Aufschlüsse in den Tonen und Mergeln des Liegenden Tertiärs liegen in der näheren Umgebung von Kapfelberg gelegentlich vor. Im allgemeinen deutet das wellige Rutschgelände (z. B. unterhalb Schultersdorf) auf das Vorhandensein von Tonen hin. Als das Zementwerk beim Bahnhof Bad Abbach noch bestand, wurden Tone der Talfüllung nno. Kapfelberg (direkt oberhalb der Abzweigung der Kapfelberger Straße nach Gundelshausen, in 368 m) gegraben und als Zusatz bei der Zementherstellung (Kalke aus dem Kapfelberger Bruch) verwendet.

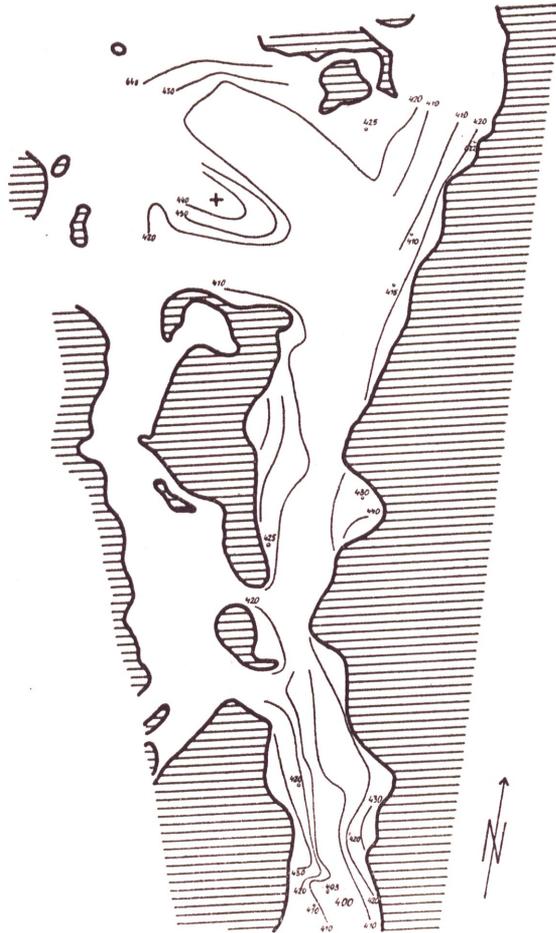
Die Tone sind dunkel oder braungelb. Die vom Zementwerk 1921 durchgeführte Analyse eines braunen Tones ergab: Glühverlust 13,05%, SiO_2 65,68%, Al_2O_3 13,44%, Fe_2O_3 4,60%, CaO 2,24%, MgO 0,35%, SO_3 0,41%.

Schon während Ablagerung des Liegenden Tertiärs kam es zur Bildung kleiner, unbedeutender Braunkohlennester.

Die Braunkohle

Die in das Mesozoikum eingetieften Talungen und Senken waren erst zu geringen Teilen mit den Tonen und Mergeln des Liegenden Tertiärs gefüllt (Abb. 5), als es in den Niederungen, im Niveau des Grundwassers, unter feucht-warmem Klima zur Ausbildung von größeren Mooren kam. Die heutige Verbreitung der Braunkohlenflöze lehrt, daß der Untergrund ebenflächig war und daß nahezu alle der zahlreichen Vertiefungen von der Moorbildung gleichzeitig erfaßt werden konnten (Abb. 6). In den tektonischen Schollen liegt das Flöz praktisch horizontal, im Haupttrog Viehhausen — Reichenstetten auf lange Erstreckung in 416 m. Das Moor füllte die Talungen bis zu den seitlichen Flanken vollständig aus; das Flöz stößt an Jura oder Kreide (Abb. 9).

Im Moor angereicherte Relikte einer reichen Flora des Wassers und des benachbarten Landes führten zu Ansammlungen, die uns heute als ein 1 — 2 m mächtiges Braunkohlenflöz vorliegen. Hinweise auf das Bildungsmilieu liefern, neben den bezeichnenden Lagerungsverhältnissen des Flözes, die teilweise hervorragend erhaltenen Pflanzen



Die Basis des Braunkohlentertiärs

Abb. 7. Rekonstruiert nach den Bohrungen, die im Bereich des Braunkohle-Abbaues die Tertiärbasis (Jurakalke) erreichten. Gibt die tatsächliche Formung nur angenähert wieder. Das Nebental von Kohlstadt kommt deutlich zum Ausdruck, ebenso der südlich davon vorragende Sporn, der heute völlig vom Tertiär eingedeckt ist.

und ganz besonders die durch glückliche Umstände überlieferten Wirbeltierreste. Schnecken und andere Wirbellose in oder zwischen der Kohle verschärfen die Aussage.

Alle Indikatoren sprechen für eine weitgehend autochthone Entstehung der Braunkohle des Untersuchungsgebietes.

Material und Lagerung der Braunkohle

Die Braunkohle des Hauptflözes ist ziemlich fest, plattig-stückig anfallend, von graubrauner bis braunschwarzer Farbe, mit einem Wassergehalt von 50%, Aschengehalt von 18–20%, Bitumengehalt von 4%. Der Heizwert beträgt 2000 Cal. Kohle aus

dem Gebiet sw. Viehhausen zeigte die folgende Zusammensetzung: Kohlenstoff 33⁰%, Schwefel 2,49⁰%, Wasserverlust bei 120⁰ 34,66⁰%, Asche 13,18⁰%. Heizwert 2874 WE (bei 34⁰% Wassergehalt); (BO-GL 1938, S. 404).

Reichlich sind Xylite vertreten. Blattkohle, die manchmal nur aus Blättern (z. B. *Acer trilobatum*, ZEIDLER 1938, S. 208) bestehen kann, kommt neben einer Kohle vor, die aus Zweigresten von *Glyptostrobus* sich zusammensetzt. Neben Dysodil können erdige und mulmige Varietäten vorkommen. Vereinzelt finden sich Stückchen fossiler Holzkohle. Örtlich wurde Resinit nachgewiesen. Häufig sind Gipsabscheidungen, die im Zusammenhang mit der Zersetzung von Schwefelkies stehen.

Die innerhalb der Schachanlage KARL-THEODOR abgebaute Braunkohle wird im Papierwerk Alling zur Kesselfeuerung benutzt.

Zwischenlagen oft dunkler, vom wechselnden Anteil pflanzlicher Substanz gefärbter T o n e können sich inmitten der Kohle finden. Eine rund 30 cm starke, hellgraue oder dunkle, manchmal ungemein schneckenreiche Tonmergellage, das B e r g e m i t t e l — etwa im unteren Drittel des Flözes gelegen — fehlt fast niemals.

Das Bergemittel ist wegen der vielen pflanzlichen und tierischen (Schnecken) Relikte von auffällig niedrigem Gewicht. Abgesehen von den Fossilresten und einigen Kalkgeröllchen ist der Tonmergel kalkarm bis kalkfrei. Neben den Schnecken sind Ostracoden die verbreitetsten organischen Zeugen. Auf Schichtflächen fallen oft zahllose, blendend weiße Pünktchen auf: die Reste der Schalen. Auf einem cm² wurden 70 Ostracoden gezählt, die alle deutlich eingeregelt waren. In der Regel sind die Schalen angelöst, vollständig erhaltene Exemplare sind nicht allzu häufig. Gleichzeitig fanden sich die üblichen Fischreste, Pflanzenrelikte und auch Pyritknöllchen.

Im oberen Drittel des Flözes sind schmalere Tonmergelschichten häufig anzutreffen.

In allen Niveaus der Kohle können, lagen- und nesterweise angereichert, auffällig weiße, zerdrückte Schnecken- und Schalen vorkommen. Die Hauptfundstelle der Viehhausener Wirbeltiere lag im Hangenden des Flözes, teilweise waren die Knochen noch von der obersten Kohle umgeben.

Die M ä c h t i g k e i t des Flözes ist in der Mitte des Troges am stärksten, hier werden maximal 2 m, durchschnittlich 1,80 m erreicht. Gegen die Ränder dünnt das Flöz allmählich aus. Die im Bereich Viehhausen — Reichenstetten dem Malm aufliegenden Säume zeigen schön das Ausspitzen (Abb. 9).

Die L a g e r u n g des Flözes ist durch den Abbau und zahlreiche Bohrungen verhältnismäßig gut bekannt. Primär handelte es sich um eine langgestreckte, der vorgeschriebenen Talform angepaßte, mehrere Meter mächtige torfige Ablagerung mit horizontaler Dachfläche. Auf 5 km Länge kann eine ununterbrochene Verbreitung des Flözes als sicher angenommen werden. Die Breite schwankt zwischen 100 und 500 m (Abb. 8). Die heutige ganz flache Mulde (im Querschnitt) ist im Gefolge geringfügiger Setzungen entstanden. An den seitlichen Rändern des Flözes werden hie und da 1 — 2 m hohe trog- randparallele A b s c h i e b u n g e n mit zur Trogmitte hin absenkender Tendenz festgestellt. Streichkurven der Braunkohle (Abb. 8) erweisen das relativ geringe Ausmaß der Setzung. In der Mitte des Troges sind Störungen nicht beobachtet.

Nur im Bereich westlich Viehhausen wurden stärker gestörte Lagerungsverhältnisse festgestellt. Hier war das Flöz (im aufgelassenen Abbau der Ludwigszeche) stellenweise gefaltet und in liegenden Falten überschoben. Die Mächtigkeit konnte hierbei bis zu 4 m anschwellen. Es sind dies Auswirkungen des durch die mobile Tertiärfüllung des Nebentales von Kohlstadt bedingten Druckes auf die Füllung des Haupttroges (Abb. 6 u. 8).

Wo die postobermiozäne Tektonik das Tertiär erfaßte, wird auch das Flöz aus seiner primären Lage gebracht. Ein 10 m-Sprung senkt es nördlich Viehhausen ab. Zwischen Reichenstetten und Kapfelberg erfolgen umfangreichere Verstellungen (S. 79, Abb. 8). Bei Kapfelberg liegt das Flöz 40 m tiefer als in der Umgebung von Viehhausen — Reichenstetten (Abb. 10).

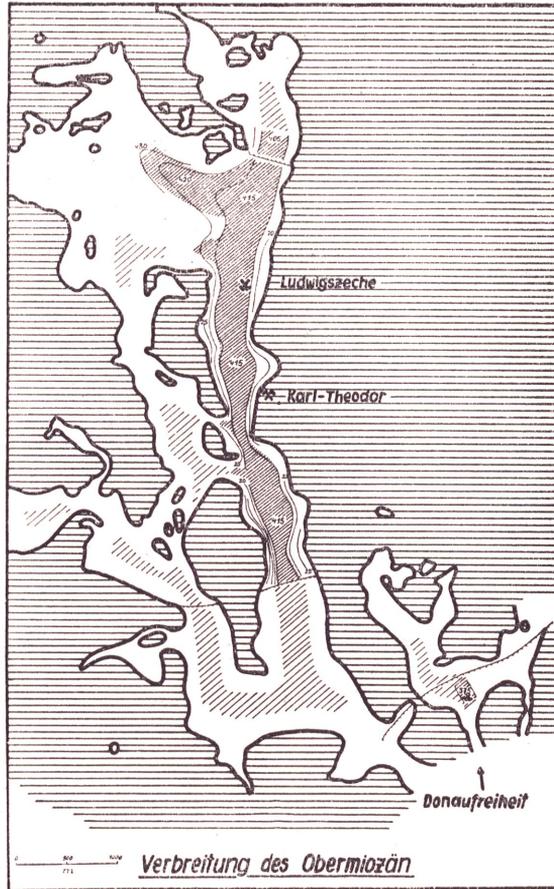


Abb. 8. Die Streichkurven beziehen sich auf das Dach des Braunkohlenflözes bzw. die Basis des Hangenden Tertiärs. Eng schräg schraffiert = Verbreitung des Flözes; weit schräg schraffiert = vermutete Verbreitung des Flözes. Die eingetragenen Störungslinien sind solche, die das Flöz sicher bewegt haben.

Zahlreiche Pingen in der Umgebung von Kohlstadt deuten auf alten Abbau der dort knapp unter der Oberfläche anstehenden Kohle hin. Ähnliche Schürfe findet man — außerhalb des heute in Abbau befindlichen Bereiches — in der Umgebung von Dürnstetten, Lindach, Schultersdorf und Kapfelberg — Hinweise auf die weite Verbreitung des Flözes und auf die Reserven. Die wassergefüllten Gruben zwischen Viehhausen und Kohlstadt sind Nachbrüche über alten Stollen der Ludwigszeche.

Die seit 1954 auflässige Grube „Ludwigszeche“ erschloß mittels Schrägschacht das Flöz zwischen Viehhausen und Schneckenbach. Seit 1954 wird das Areal zwischen Schneckenbach und Reichenstetten im Tiefbau durch die Schachanlage KARL-THEODOR abgebaut (30 — 40 m Überdeckung). Zukünftig abzubauen Reserven sind so. Reichenstetten durch Bohrungen nachgewiesen. Auch die Talungen im Westen des Haupttroges dürften als höffig anzusprechen sein.

Anfang der zwanziger Jahre wurde nno. Kapfelberg, in unmittelbarer Nähe zur Tongrube (S. 63), ein in rund 375 m gelegenes Flöz durch die Schachanlage „Donau-

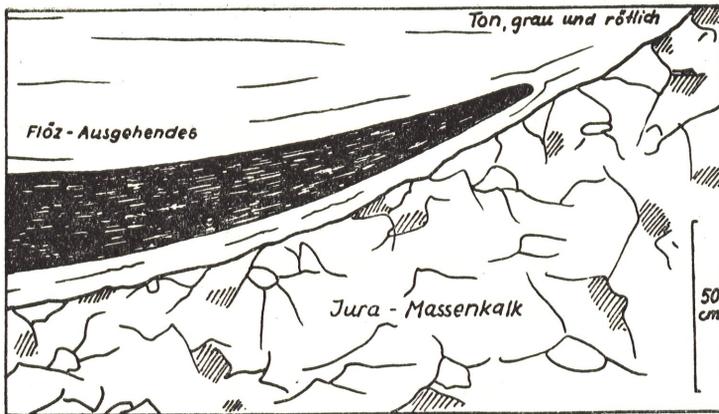


Abb. 9. Das Ausgehende des Braunkohlenflözes, beobachtet und eingemessen im westlichen Flügel in Höhe der Zeche Karl-Theodor.

freiheit“ abgebaut. Nähere Daten über das Vorkommen konnte der ehemalige Betriebsleiter Herr K. LAUX, Heidenheim-Mergelstetten, in dankenswerter Weise geben. Im Jahre 1925 wurde der Betrieb stillgelegt.

Das Flöz hat eine durchschnittliche Mächtigkeit von 1,30 m. Es lagert söhlig. In der Mitte schaltet sich ein 15—20 cm starkes, schwarz-toniges Zwischenmittel ein. Liegendes und Hangendes sind dunkle Tone. Die Kohle enthielt 44% Wasser und 24% Asche, der Heizwert wird mit 1775 Cal angegeben.

Es steht außer Zweifel, daß das Kapfelberger Flöz im Zusammenhange mit dem von Viehhausen — Reichenstetten steht, allerdings tektonisch in eine tiefere Lage gebracht worden ist.

*

Die paläogeographische Situation ermöglichte im Bereich westlich und südwestlich Viehhausen eine lokale Anreicherung von Wirbeltierleichen. Die dort gemachten Funde haben die Braunkohle von Viehhausen bekannt gemacht. Im gegenwärtig in Abbau befindlichen Bereich liegen solche günstige Umstände nicht vor, wenngleich Fossilien geborgen werden können, die allerdings veränderte Gegebenheiten verraten.

Paläontologie

Diese Funde verdanken außergewöhnlich günstigen Bedingungen ihre Erhaltung. Gewöhnlich werden tierische Reste innerhalb Moorbildungen durch die Humussäuren sehr rasch restlos zerstört. Nur da, wo reichlich Kalklösungen zugeführt werden können, kann es zu einer Neutralisierung der Humussäuren und damit zu einer Erhaltung der tierischen Relikte kommen. Derartige Fälle sind sehr selten; das nächstgelegene Vorkommen solcher Verhältnisse dokumentieren die Wirbeltierfunde in der eoziänen Braunkohle des Geiseltales bei Halle.

In der Viehhausener Braunkohle lieferte das die Kohle umgebende Jura-Areal den nötigen Kalk. Auf diese Weise kommen überall, im gesamten Verbreitungsgebiet der Kohle wie in allen Bereichen des Flözes, die teilweise hervorragend erhaltenen tierischen Reste, wenn auch in unterschiedlicher Menge, vor — weil Jurakalke das Flöz allseits umfassen. Ziemlich gleichmäßig verteilt finden sich Wasserbewohner, wie Fische, Krokodile, Schildkröten, während die Landtiere, wie Huf- und Rüsseltiere, nur lokal, und hier nur im Obersten der Kohle, vorzukommen pflegen. Wirbellose, in erster Linie

die Schnecken, sind teils abgesunkene limnische Vertreter, teils vom Land eingeschwemmt. Sie kommen überall reichlich vor. Bei alien Land-Faunenresten ist eine schubweise erfolgte Anlieferung und damit eine Anreicherung in ganz bestimmten Lagen zu erkennen.

Daß die Landwirbeltiere nur in einem relativ eng begrenzten Bereich des Flözes, im SW von Viehhausen, in großer Zahl angetroffen wurden, muß seinen Grund in besonderen Gegebenheiten haben:

In Gegend der Fundstätte zweigt vom Tertiär des Nord—Süd-gerichteten Haupttroges ein kohleführender Ast etwa im rechten Winkel gegen Westen ab (Abb. 6 und 8). Es darf gefolgert werden, daß hier ein größeres Nebental einmündete. Von episodisch aus dem Nebental ins Haupttal einströmenden Gewässern wurden Kadaver von Landwirbeltieren im Mündungsbereich abgeladen und teils vom Moor, teils vom mitgeführten Schlamm in einer Grabgemeinschaft umschlossen.

Daß kräftig strömende Wassermengen hie und da die Moorbildung durch Zufuhr toniger Trübe unterbrechen konnten, läßt sich an den tonig-mergeligen Zwischenmitteln ablesen. Auf die Schnelligkeit der Aufschüttung scheint hinzudeuten, daß sie, mit Ausnahme des Bergemittels (S. 65), ausgesprochen ostracodenarm sind. Während man in unter ruhigen Verhältnissen abgelagerten Tonen des Liegenden Tertiärs immer ziemlich reichlich Ostracoden finden kann, fehlen sie in den Einschwemmungen zwischen der Kohle meistens. Zugleich kommen massenhaft eingeschwemmte Landschnecken vor. Gewöhnlich sind schneckenreiche Lagen ostracodenarm. Bekanntlich meiden Ostracoden schnell strömende Gewässer.

Dieselben Zuflüsse führten auch die Wirbeltierleichen auf das Moor. So erklärt sich, daß — wie es bei größeren Skelettresten zu beobachten war — ein Teil in der Braunkohle steckt, die obere Partie aber vom hangenden Ton oder einem tonigen Zwischenmittel umgeben ist. Die Wirbeltierreste sind allochthon. Hinweise auf im Moor versunkene Tiere gibt es nicht. Auch liegt die Hauptfundstelle nicht am Rande der moorigen Senke, sondern in der Mitte.

Im jetzigen Abbaugbiet der Schachanlage KARL-THEODOR, zwischen Schneckenbach und Reichenstetten, werden Formen wie bei Viehhausen, also Landbewohner, eigentlich nicht gefunden. Nur hie und da fanden sich kleinste Relikte, die offenbar einen weiteren Transport erfahren haben. Umso zahlreicher kommen Reste von Wasserbewohnern vor, in erster Linie Fische, dann aber auch Krokodil und Schildkröte. Man fand ferner Insekten und die Reste von Fledermäusen. Koproolithen von Fischen und Krokodilen sind die häufigsten Fossilien. Eine Anlieferung von Landbewohner-Leichen war offenbar nicht möglich; es fehlt das Zubringer-Nebental. Vielleicht wird beim zukünftigen Abbau der Kohle in Höhe von Reichenstetten die Aussicht auf umfangreichere Funde größer, da sich dort ähnliche paläogeographische Verhältnisse wie bei Viehhausen abzeichnen.

Ein Rekonstruktionsversuch der Morphologie zur Zeit des obermiozänen Moores deutet daneben an, daß der Haupttrog im gegenwärtigen Abbaugbiet wesentlich steilere, durch Jura-Riffe vorgezeichnete Flanken verzeichnete als das Nebental von Kohlstadt. Die Folgerung liegt nahe: die Landwirbeltiere haben die gefährliche Böschung gemieden und das wesentlich flachere Ufer des Nebentals bevorzugt. Hier kamen sie während der Tränke ums Leben; sicher wurde ein großer Teil von den offenbar sehr häufigen Krokodilen gerissen. Die relativ starke Anreicherung der Leichen auf verhältnismäßig kleinem Raum läßt auf einen eng lokalisierten, aber immer wieder aufgesuchten Gefahrenherd schließen.

Aus der Wirbeltierfauna lassen sich leicht die landschaftlichen Verhältnisse in der weiteren Umgebung des Moores rekonstruieren. Neben Sumpfniederungen müssen Auewälder, lichte Haine und Steppe vorhanden gewesen sein. Die Massen der zusammengeschwemmten Landschnecken deuten auf Stellen mit spärlicherer Vegetation hin; von hier spülten Regengüsse die leeren Gehäuse in die Senken. Wahrscheinlich kommt hier-

für das Areal der Jura-Kalke in Frage. Das Klima war wärmer als heute und dabei feuchter.

Fauna und Flora der Braunkohle von Viehhausen sind in mehreren Monographien des Würzburger Geologisch-Paläontologischen Institutes bearbeitet worden. Die im folgenden gegebene Zusammenstellung der hierbei nachgewiesenen Gattungen und Arten ist durch die Angabe einiger neuer, in den letzten Jahren gemachter Funde ergänzt worden (NF = Neuer Fund). Die bestimmten Pflanzen werden ebenfalls zusammengestellt, wobei betont sei, daß nur ein Teil untersucht worden ist. Die Erfassung der restlichen Pflanzenreste wie eine erneute Untersuchung der Pollen stehen noch aus; entsprechende Untersuchungen haben aber begonnen.

Zusammenstellung der bisher bekannt gewordenen Floren- und Faunenreste aus der obermiozänen Braunkohle von Viehhausen

Fauna und Flora weisen eindeutig das obermiozäne Alter der Braunkohle aus.

Pflanzen

Makroflora (nach KIRCHHEIMER 1935, 1936, 1937 — E. HOFMANN in WAPPENSCHMIDT 1936 — ZEIDLER 1938)

Sphaerites areolatus

Pinus sp.

Glyptostrobus europaeus

Taxodioxylon sequoianum

Salix sp.

Laurus sp.

Sapindus sp.

Magnolia sp.

Castanea sp.

Quercus sp.

Acer sp.

Stratiotes kaltennordheimensis

Nelumbium sp.

Phragmites sp.

Carya sp.

Trapa sp.

Gardenia sp.

Spirematospermum wetzleri

Carpolithus turbinatus

Palme ?

Mikroflora (nach ZEIDLER 1938)

Sporen: *Polypodium*-Typ — *Athyrium*-Typ — *Lycopodium*-Typ

Pollen:

Pinus

Abies

Cupressineen-Taxodineen

Corylus

Myrica

Betula

Alnus

Fagus

Carya

Pterocarya

Tilia

Ericales

Wirbellose

Schnecken (z. T. Bestimmungen durch WENZ in WAPPENSCHMIDT 1936, S. 48 = W. — z. T. Neufunde = NF)

Limnisch:

Planorbis cornu mantelli (DUNKER) — W.

Planorbis (Gyraulos) trochiformis kleini (GOTTSCH. & WENZ) — W.

Radix (Radix) socialis dilatata (NOULET) — NF

Limnaca sp. — W.

Terrestrisch:

Abida antiqua antiqua (ZIETEN) — NF

Tropidomphalus (Pseudochloritis) zelli (KURR.) — NF

Cepaea silvana silvana (KLEIN) — NF

Goniodiscus sp. — NF

gefunden zum Teil inmitten der Braunkohle, hauptsächlich in den tonigen Zwischenmitteln und in den hangenden Tonen

Muscheln

keine

Ostracoden

NF — Mehrere glattschalige *Candona*-Arten. Häufig bis spärlich bis fehlend

Insekten

mehrere Käferflügel (ZEIDLER 1938, S. 208; NF)

Wirbeltiere

Fische

Schlundzähnen, Otolithen, Schuppen, Knochenreste von Cypriniden (vorwiegend in Koprolithen)

durch Schuppen nachgewiesen: *Esox* sp. und *Perca* sp. (NF)

Amphibien

Riesenfrosch (WAPPENSCHMIDT 1936)

Reptilien

Schlangen: Wirbel, Schädelknochen, Zähnen, ganze Skelette (WAPPENSCHMIDT 1936; NF)

Schildkröten: (E. FUCHS 1938)

Trionyx bohemicus LIEBUS

Trionyx bohemicus var. *jaegeri*

Trionyx sp.

Clemmys sophiae v. AMMON

Clemmys turnauensis (H. v. MEYER)

Nicoria sp. ?

Chelidra allingensis FUCHS

Macrolemmys sp.

Mehrere neue Funde entsprechen obigen Formen. —

„Sämtliche Schildkrötenarten von Viehhausen gehören Formen an, deren Verwandte heute in Flüssen leben“ (FUCHS 1938, S. 101).

Krokodile:

Zähne, Panzerplatten, Magensteine, Wirbel, Extremitätenknochen, Unterkieferreste, Schädelreste, Koprolithen.

Krokodilreste stellen die relativ häufigsten Wirbeltierfunde. Sie sind auch im Abbaubereich der neuen Schachtanlage KARL-THEODOR nicht selten.

Säugetiere

Insektenfresser: (I. SEEMANN 1938)

Lanthanotherium sansaniense FILHOL

Galerix exilis BLAINVILLE

Plesiodimylus chantrei GAILLARD
Proscapanus sansaniensis LARTET
Scaptonyx jaegeri SEEMANN
Talpa sp.
Myogale germanica SEEMANN
Trimylus schlosseri ROGER

Maulwürfe z. T. an Ufern, z. T. auf trockenen Steppenböden. Das gleiche gilt für die Spitzmäuse. Igel im trockenen Bereich. *Myogale* typisch für Sumpf- und Altwasser.

Fledermäuse: (I. SEEMANN 1938; NF)

Unterkieferbruchstücke, Wirbelkörper und Rippen. Ein vollständiges Skelett während der Bergung verloren gegangen.

Nagetiere: (I. SEEMANN 1938)

Steneofiber jaegeri KAUP
Anchitheriomys wiedemanni ROGER
 cf. *Cricetodon breve* SCHAUB
 cf. *Sciurus goeriachensis* HOFMANN

Biber in Sumpf- und Altwässern, Eichhörnchen in trockenen Wäldern, Hamster auf trockener Steppe.

Huftiere: (P. RINNERT 1955; NF)

Schweine: *Hyotherium soemmeringi* v. MEYER

Zwerghirsche: *Dorcatherium crassum* (LARTET)

Hirsche: *Procervulus dichotomus* (GERVAIS) = *Heteroprox*
Lagomeryx parvulus (ROGER)
Lagomeryx pumilio (ROGER)
 cf. *Amphimoschus arteniensis* MAYET

Pferde: *Anchitherium aurelianense* (CUVIER)

Nashörner: *Aceratherium tetradactylum* (LARTET)
Brachypotherium cf. *brachypus* (LARTET)
 Zahnbruchstücke (NF)

Scharrtiere: *Metaschizotherium fraasi* v. KOENIGSWALD

Rüsseltiere: *Serridentinus subtapiroideus* (SCHLESINGER)
Trilophodon ratisbonensis RINNERT

NF: in der mittlerweile auflässigen Ludwigszeche wurden 1952 zwei vollständige Skelette von Mastodonten angetroffen; eine Bergung war nicht möglich. Weiters wurden geborgen: Extremitätenknochen, Schulterblatt, Rippen, Wirbel u. a.; die Funde sind in Würzburg aufbewahrt.

Nahezu sämtliche Huftiere weisen auf großflächige, trockene, steppenartige Lebensräume hin.

Raubtiere: Unterkiefer- und Schädelreste, mehrere Zähne eines fuchsgroßen Tieres. Noch nicht bearbeitet.

Die Belegstücke zu allen oben angeführten Wirbeltier-Bestimmungen sind im Geologisch-Paläontologischen Institut der Universität Würzburg aufbewahrt.

Beziehungen zu anderen Braunkohlenvorkommen

Die Braunkohle in den Senken zwischen Viehhausen und Kapfelberg nimmt im Rahmen der Oberpfälzer Braunkohlenvorkommen eine eigene Stellung ein. Die Mächtigkeit des Flözes ist vergleichsweise gering, es werden die anderenorts auffälligen

Rutschungen und Stauchungen (TILLMANN & KIRSCHHOCK 1954) weitgehend vermißt. Obwohl tektonische Bewegungen post-obermiozänen Alters sicher nachgewiesen sind (S. 77), erfolgten in diesem Zusammenhang keine größeren Bewegungen im immerhin mobilen Tertiär. Die im Untersuchungsgebiet nachgewiesenen kleinen Sprünge an den Flözsäumen sind durch Setzung verursacht, die Stauchungen des Flözes bei Viehhausen durch den Druck einer Nebentalfüllung auf den Haupttrog. Vielleicht darf man aus diesen Befunden folgern, daß auch in den Oberpfälzer Braunkohlenvorkommen nicht unbedingt regionale Tektonik Ursache der Stauchungen sein muß.

Im Norden und Süden des Untersuchungsgebietes sind weitere Braunkohlenvorkommen bekannt (Undorf und Abbach). Sie scheinen sowohl in genetischer und lagerungsmäßiger Hinsicht als auch in der späteren tektonischen Beanspruchung in sehr engen Beziehungen zur Viehhausener Braunkohle zu stehen. Es ist nicht ausgeschlossen, daß alle Braunkohlen im Bereich zwischen Regensburg und Kelheim im gleichen Niveau entstanden sind und das Hauptflöz damit als Bezugshorizont für jüngere Bewegungen herangezogen werden kann.

Das Hangende Tertiär

Die Bezeichnung „Hangendes Tertiär“ wurde von WAPPENSCHMIDT (1936, S. 28) eingeführt.

Die über dem Braunkohlen-Hauptflöz lagernden, wahrscheinlich in Gänze noch obermiozänen Serien bieten eine vielgestaltige Folge von Sanden, Tonen, Mergeln und Schottern. Generell läßt sich die Beobachtung machen, daß gegen oben das fluviatile Element überhand nimmt. Im Bereich über der Kohle herrschen, wie Beobachtungen im Abbau und die zahlreichen Bohrungen lehren, Sedimentationsverhältnisse ähnlich dem Stillwasserabsatz des Liegenden Tertiärs. Allerdings konnte WAPPENSCHMIDT (1936, S. 24) knapp über dem Flöz lokal in einem hell- bis dunkelbraunen Lehm wenige Gerölle (weiße Quarze, Jura-Hornstein, Malmkalke) beobachten.

Gegen oben schalten sich immer mehr Sande ein, und die jüngsten tertiären Sedimente repräsentieren graupenreiche Sande und schließlich Kiese.

Material und Lagerung bekunden die Abkunft vom im Süden gelegenen Liefergebiet. Offensichtliche Beziehungen zu der Lage und Form der alten Talanlagen bestehen im Hangenden Tertiär nicht mehr. Die Tatsache, daß die höchsten Erhebungen des Untersuchungsgebietes, so w. Kohlstadt in 500 m, von fluviatilem Tertiär bedeckt werden, erlaubt den Schluß, daß schließlich die gesamte Oberfläche des Mesozoikum (mit dem durchaus beachtlichen Relief) vom Tertiär eingehüllt war. Über die Gesamtmächtigkeit des Tertiärs gibt es keine genauen Anhaltspunkte, zumindest waren es, vom Trogtiefsten bis zu den höchsten Erhebungen des prae-obermiozänen Reliefs gemessen, 100 m.

Die tieferen Teile des Hangenden Tertiärs lagern dem Jura auf oder an; höhere finden sich auf oder an Kreide. In der Phase kräftigerer Zufuhr, zur Zeit der obersten Sande und Kiese, wird die Kreide stellenweise erodiert; dort lagert das Tertiär — im Niveau der Kreide gelegen — auf Jura.

Der Zeitraum, in dem die Materialzufuhr ein Ende findet, kann nicht näher präzisiert werden. Er liegt wahrscheinlich noch im Obermiozän. Denn für das Unterpliozän muß die Existenz der Urdonau (RUTTE 1950) angenommen werden, deren Lauf in Nähe des Untersuchungsgebietes zwar nicht bekannt ist, aber kaum nördlich davon gelegen haben dürfte — es müßten sich sonst in der südlichen Frankenalb oder bei Regensburg irgendwelche Spuren nachweisen lassen. Die Vermutung liegt nahe, die Urdonau sei weiter im Süden, etwa über dem heutigen Strom geflossen und habe das von den Alpen kommende Material abgefangen und in östliche Richtung entführt.

Eine Detail-Gliederung nach dem Material läßt sich nicht durchführen. Alle Fazies wechseln in der Horizontalen und Vertikalen ständig. Die Bohrprofile lassen

sich auch auf engem Gebiet nicht eindeutig parallelisieren. Nur ein Kieshorizont s. Viehausen scheint auf größere Erstreckung durchzuhalten. Selbst die Kiese im Hangenden bilden keinen einheitlichen Horizont; immer wieder erweist sich die linsenförmige Einlagerung zwischen Sanden und Tonen. Ebenso wenig halten gelegentliche Braunkohlenflözchen aus.

Einblicke in das Hangende Tertiär sind nur sehr spärlich zu gewinnen. Tiefe Bereiche erschließt die Schachanlage KARL-THEODOR. Im östlichen Feld stoßen Tone und Mergel an die mit 18—20° zur Trogmitte hin einfallende alte Jurakalk-Talböschung. An der Oberfläche sind nur wenige Lehm- und Sandgruben vorhanden.

Umso leichter gelingt der morphologische Nachweis. Immer bildet das Tertiär ein welliges, rutschungsfreundliches, feuchtes, in der Regel wiesenbestandenes Gelände, das mit teils schroffen, teils fließenden Grenzen dem mesozoischen Gebirge aufgelagert ist. Wo die Kiese vorherrschen, also in den obersten Bereichen, fußt trockener Wald. Hier pflegen in großen Kiesgruben bessere Aufschlüsse vorzuliegen.

Tone

Tone bilden im Verein mit Mergeln das unmittelbare Hangende des Braunkohlenflözes. Gewöhnlich setzt das Hangende Tertiär mit einigen Metern ziemlich reiner, homogener Tone ein. Sie sind von blaugrauer bis lichtgrauer bis weißlicher Farbe, die in Nähe sandiger Schmitzen braun werden kann. Die Tone sind meist kalkfrei. Oft sind sie feingeschichtet. Im Schlämmrückstand wurden Quarzsande, Glaukonit, Braunkohlenflitter und sehr selten Ostracoden beobachtet. Nester von Pyrit sind häufig.

Mergel

Sie stellen die Hauptmenge des Hangenden Tertiärs. In den Bohrmeister-Profilen sind sie gewöhnlich als „Letten“ oder „Tegel“ ausgeschieden. Die Farbe wechselt stark, neben dunklen, pflanzenhäckselführenden oder bitumenreichen kommen weit häufiger lichte Varietäten vor. Die meisten Mergel sind ausgesprochen tonreich und sandarm (abgesehen von schmalen Sandeinschaltungen) und dabei stark kalkhaltig. Der Kalkgehalt erreicht manchmal 70% (ZEIDLER 1938, S. 208).

Der Verwitterung ausgesetzt, bilden die Mergel tiefgründige, rotbraune Lehme, die früher (nw. Schneckenbach, so. Dürnstetten, bei Kapfelberg u. a.) in großen Gruben abgebaut wurden.

Schichtung ist nicht immer vorhanden. In spärlicher Menge eingesprengt finden sich regelmäßig: Quarzsand, Glaukonit, Braunkohle, Kalkpartikelchen; Glimmer ist örtlich reich vertreten. Fast nie fehlen Fossilreste: in erster Linie sind es weiße oder rosafarbene, gelegentlich noch mit Farbstreifen versehene Land- und Wasserschnecken-Schalen, die aber immer zerdrückt sind. Vereinzelt wurden Kalkkörnchen, die winzigen Hartgebilde von Regenwürmern, nachgewiesen. Manchmal reichlich, oft spärlich finden sich Ostracoden. Fischreste fehlen niemals; in allen Mergel-Schlämmrückständen kommen Schlundzähnen, Otolithen, Knochenreste und Schuppen vor. Meistens handelt es sich um Cypriniden, aber auch Hecht und Barsch wurden, wie schon in der Braunkohle, an den bezeichnenden Schuppen erkannt. Die Fossilreste sind gewöhnlich eingeregelt, Schnecken-Schalen-Splitt deutet oft die sonst nicht bemerkbare Schichtung an. Von pflanzlichen Mikrofossilien wurden, neben Samen, häufig Characeen-Oogonien festgestellt.

Mergel und Tone sind als limnische Sedimente aufzufassen, denen gelegentlich fluviale Einflüsse aufgeprägt sind.

Kieselgur

20 cm über dem Flöz, Tonen zwischengeschaltet, wurde in Form einer kleinen Linse die tuffig-poröse Anhäufung von Kiesel-Körperchen angetroffen. Es handelt sich um

umgewandelte Diatomeen-Relikte. Die Ablagerung ist kalkfrei. An Fremdmaterial fanden sich in ganz vereinzelt Exemplaren: Quarz, Glaukonit, Erzflitter, etwas häufiger Schlundzähnen von Fischen.

Sande

Teilweise bilden die Sande größere geröllfreie Linsen zwischen Mergeln und Tonen, teilweise ziemlich mächtige Horizonte. Den Kiesen im Hangenden sind Sandeinschaltungen immer eigentümlich.

Das Korn wechselt in der Größe, allgemein werden oben größere Durchmesser gemessen. Die Sande setzen sich in der Hauptsache aus Quarzen und Feldspäten zusammen. Die Zurundung ist oft unvollkommen. Schwermineralien, mit denen sich die alpine Abkunft nachweisen ließ, fehlen niemals.

Die Sande sind immer kreuz- und schrägschichtet. Sie sind von strömenden Gewässern, Bächen und kleinen, pendelnden Flüssen, ausgebreitet worden.

Schotter

Die Kiesgruben im Waldgebiet westlich Adlstein und Kohlstadt gestatten einen guten Einblick in die tertiären, vorwiegend im obersten Bereich verbreiteten Schotter. Auch die Schotter bilden mehr oder minder umfangreiche Linsen zwischen Sanden und Mergeln. Kreuzschichtung ist häufig zu konstatieren, Messungen deuten die Herkunft von Süden an. Junge Umlagerungen, dem Gefälle folgend, sind leicht an der sekundären, hangparallelen Schichtung zu erkennen.

Das Material ist über alle Aufschlüsse hinweg einheitlich und dabei von eintöniger Zusammensetzung. Wichtig sind Komponenten aus der danubischen Kreide, sie erweisen (entgegen früheren Ansichten) das tertiäre Alter. Die Dimensionen schwanken von haselnuß- bis faustgroß, mit einem Maximum bei Taubeneigröße.

1. Eine Auszählung von Komponenten der Kiesgrube w. Adlstein ergab folgende Werte:

- 404 Quarze. Hell bis weißlichgrau, gelegentlich gelblich. Gut kantengerundet. Ideal zugrundete Gerölle nur bei Haselnußgröße.
- 16 Graublau Quarze. Deutlich dunkler als obige. Rundungs-Verhältnisse entsprechend. Maximal hühnereigröß.
- 18 Tripel-Knollen. Gelbgrau, porös, sehr reich an Mikrofossilien. Nur kantengerundet (kein weiter Transportweg).
- 8 Quarzitisches Sandsteine. Mit häufigen Kreide-Mikrofossilien. Von blaugrauer Farbe. ? Hornsandstein der danubischen Kreide.
- 8 Sandsteine. Zahlreiche Poren deuten Herauslösung von Kalk an. Vermutlich aus der höheren danubischen Kreide.
- 2 Lydite.
- 2 Radiolarite. Aus dem alpinen Jura.

458 Gerölle

2. Material aus der Kiesgrube w. Raigerholz

- 207 Quarze. Fast ausnahmslos weißlich, nur seltenst graublau Farbe. Auffallend gut gerundet.
- 12 Jura-Hornsteine
- 9 Tripel-Knollen
- 9 Sandsteine der höheren danubischen Kreide
- 1 *Siphonia* sp. aus der danubischen Kreide

238 Gerölle

Die Komponenten überschreiten Taubeneigröße fast nie. — In dieser Kiesgrube reichlich lehmiges Bindemittel, ferner Mergelgerölle, bis kopfgroß. Kreuzschichtung. Keine kalkigen Komponenten.

Im Hangenden Tertiär wurden aussagekräftige Fossilfunde, abgesehen von den Ostracoden, Fisch- und Pflanzenresten, noch nicht gemacht.

*

Zusammenfassend ergeben sich die folgenden Befunde: das Tertiär weist von unten nach oben einen generellen Wechsel des Bildungsmilieus aus. Die tieferen Partien (Tone, Mergel, Braunkohlen) sind limnisch, es schalten sich allmählich fluviatile Einflüsse ein (Sandlinsen) und in den oberen Bereichen überwiegt die Flußaufschüttung mit Kiesen und Sanden. Es läßt sich folgern, daß die limnische Sedimentation überwog, als es galt, das prae-obermiozäne Relief aufzufüllen. Im Augenblick, wo die größeren Reliefunterschiede ausgeglichen waren und eine weitere Fläche zur Verfügung stand, setzte sich das fluviatile Element durch. Schließlich ist die Landschaft total vom Tertiär eingedeckt. Darnach setzt die bis heute ungestört andauernde Abtragung ein, die dort einen auffälligen Halt macht, wo die widerständigeren Tone und Mergel beginnen, also etwa an der Oberkante der alten Talungen. Die Abtragung wird erleichtert, indem bald nach Aufschüttung der letzten obermiozänen Sedimente — seit Unterpliozän, bis heute — ein großer Strom, die Urdonau bzw. Donau, in nächster Nähe vorbeifließt und das anfallende Material abführen kann.

Die Ausdeutung der Kreuz- und Schrägschichtung und der Materialbestand (Radiolarite der Alpen) bekunden, neben schwermineralanalytischen Befunden, die südliche Herkunft des Materials. Die Tertiärsedimente des Untersuchungsgebietes sind Glieder der obermiozänen Oberen Süßwassermolasse.

QUARTÄR

Pleistozänen Alters sind hochgelegene Donauschotter bei Kapfelberg, der Löß und Lößlehm sowie tiefer gelegene Donauaufschüttungen in der Donauniederung. Die Entfernung weiter Bereiche des Tertiärs fällt in diesen Zeitabschnitt. Morphologisch entwickelte sich der heutige Formenschatz.

Zu den jüngsten Bildungen gehören oberflächliche Umlagerungen im Verbreitungsgebiet des Tertiärs, ein Teil der Schuttkegel und die Alluvionen in einigen Tälern.

Quartäre Bildungen nehmen im Untersuchungsgebiet einen verhältnismäßig geringen Raum ein.

Hochgelegene Donauschotter

Im SW von Gundelshausen, o. Kapfelberg wird, im O des Bichel, die Hochfläche der Donauschlinge Poikam—Bad Abbach von Ablagerungen der Donau eingenommen. Zwischen 375 m und 393 m (rund 50 m über der heutigen Donau) finden sich hier — in Form einer zum Teil in jüngster Zeit umgelagerten Decke — über goldbraunen Sanden wohlgerundete Donauschotter. In erster Linie sind es Quarze und Quarzite von meist heller Farbe, Gesteine aus dem Flysch, dann violettrote quarzitisches Sandsteine, graue, oft gequälte alpine Kalke, Radiolarite und schließlich Hornsteinsplitter aus dem Jura. Damit unterscheidet sich das Material stark von dem der tertiären Kiese.

Offenbar war in einem wegen des Fehlens von weiteren Bezugspunkten noch nicht näher bekannten Abschnitt des Pleistozäns die heutige Abbacher Donauschlinge noch nicht vorhanden, die Donau hielt den kürzeren, direkten Weg Kapfelberg—Gundelshausen ein.

Löß und Lößlehm

Nur in spärlichen Relikten konnten Löß und Lößlehm im umgelagerten Zustand in Talfüllungen (Kunzwiestal s. Saxberg) vermutet werden. Wahrscheinlich geht auch ein Teil der Lehme auf den Kreidehochflächen auf Löß zurück.

Im Hangenden Tertiär wurden aussagekräftige Fossilfunde, abgesehen von den Ostracoden, Fisch- und Pflanzenresten, noch nicht gemacht.

*

Zusammenfassend ergeben sich die folgenden Befunde: das Tertiär weist von unten nach oben einen generellen Wechsel des Bildungsmilieus aus. Die tieferen Partien (Tone, Mergel, Braunkohlen) sind limnisch, es schalten sich allmählich fluviatile Einflüsse ein (Sandlinsen) und in den oberen Bereichen überwiegt die Flußaufschüttung mit Kiesen und Sanden. Es läßt sich folgern, daß die limnische Sedimentation überwog, als es galt, das prae-obermiozäne Relief aufzufüllen. Im Augenblick, wo die größeren Reliefunterschiede ausgeglichen waren und eine weitere Fläche zur Verfügung stand, setzte sich das fluviatile Element durch. Schließlich ist die Landschaft total vom Tertiär eingedeckt. Darnach setzt die bis heute ungestört andauernde Abtragung ein, die dort einen auffälligen Halt macht, wo die widerständigeren Tone und Mergel beginnen, also etwa an der Oberkante der alten Talungen. Die Abtragung wird erleichtert, indem bald nach Aufschüttung der letzten obermiozänen Sedimente — seit Unterpliozän, bis heute — ein großer Strom, die Urdonau bzw. Donau, in nächster Nähe vorbeifließt und das anfallende Material abführen kann.

Die Ausdeutung der Kreuz- und Schrägschichtung und der Materialbestand (Radiolarite der Alpen) bekunden, neben schwermineralanalytischen Befunden, die südliche Herkunft des Materials. Die Tertiärsedimente des Untersuchungsgebietes sind Glieder der obermiozänen Oberen Süßwassermolasse.

QUARTÄR

Pleistozänen Alters sind hochgelegene Donauschotter bei Kapfelberg, der Löß und Lößlehm sowie tiefer gelegene Donauaufschüttungen in der Donauniederung. Die Entfernung weiter Bereiche des Tertiärs fällt in diesen Zeitabschnitt. Morphologisch entwickelte sich der heutige Formenschatz.

Zu den jüngsten Bildungen gehören oberflächliche Umlagerungen im Verbreitungsgebiet des Tertiärs, ein Teil der Schuttkegel und die Alluvionen in einigen Tälern.

Quartäre Bildungen nehmen im Untersuchungsgebiet einen verhältnismäßig geringen Raum ein.

Hochgelegene Donauschotter

Im SW von Gundelshausen, o. Kapfelberg wird, im O des Bichel, die Hochfläche der Donauschlinge Poikam—Bad Abbach von Ablagerungen der Donau eingenommen. Zwischen 375 m und 393 m (rund 50 m über der heutigen Donau) finden sich hier — in Form einer zum Teil in jüngster Zeit umgelagerten Decke — über goldbraunen Sanden wohlgerundete Donauschotter. In erster Linie sind es Quarze und Quarzite von meist heller Farbe, Gesteine aus dem Flysch, dann violettrote quarzitisches Sandsteine, graue, oft gequälte alpine Kalke, Radiolarite und schließlich Hornsteinsplitter aus dem Jura. Damit unterscheidet sich das Material stark von dem der tertiären Kiese.

Offenbar war in einem wegen des Fehlens von weiteren Bezugspunkten noch nicht näher bekannten Abschnitt des Pleistozäns die heutige Abbacher Donauschlinge noch nicht vorhanden, die Donau hielt den kürzeren, direkten Weg Kapfelberg—Gundelshausen ein.

Löß und Lößlehm

Nur in spärlichen Relikten konnten Löß und Lößlehm im umgelagerten Zustand in Talfüllungen (Kunzweistal s. Saxberg) vermutet werden. Wahrscheinlich geht auch ein Teil der Lehme auf den Kreidehochflächen auf Löß zurück.

Im Quartär haben sich allerorten Relikte des Tertiärs und der Kreide mit dem Löß vermischt und sind zu den heterogenen Lehmen der Hochfläche geworden, oder sie sind in Vertiefungen gewandert und haben sich dort angereichert. Die asymmetrische Form fast aller Nord-Süd-Talungen, bedingt durch die Ansammlung von Lehmen und Sanden in der westlichen Hälfte, läßt Vergleiche mit ähnlichen Erscheinungen im Regensburger Gebiet zu, wo die Bedeutung des Lösses eine ungleich größere ist.

An den Ausgängen der Täler so. und sw. Lindach geht oberflächlich verlagertes Tertiär allmählich in quartäre Ablagerungen über. Offenbar fanden hier starke Vermischungen von dem Augenblick an statt, als die Eintiefung der Donau und ihrer Nebentälchen die tertiäre Relieffüllung anzapfte.

Junge Donauschotter

In Nachbarschaft der Donau, besonders an den Gleithängen, sind junge und jüngste Aufschüttungen weit verbreitet. Zwischen 340—360 m liegt das Hauptfeld der Schotter und Sande (Hang n. Gundelshausen, Gebiet um den Bahnhof Abbach, Gebiet n. Herrnsaal). In rund 365 m ist nw. Herrnsaal, an der Straße nach Kapfelberg, über Jura eine Nagelfluh aufgeschlossen, die zur Niederterrasse gehören dürfte. Donaublagerungen unbestimmten Alters finden sich über diesem Niveau zwischen der Nagelfluh und dem Juraanstieg. Schließlich gehen die eindeutig fluviatilen Aufschüttungen in Lehme und Sandlehme über, die wohl mit dem Löß und Flugsandfeldern in Beziehung gebracht werden müssen. Das Fehlen von Aufschlüssen gestattet keinen näheren Befund (Gebiet der Winterleite, Abschlämmassen oberhalb Saaler Tal).

An den Prallhängen erreicht die Donau den Jura, hier sind, abgesehen von kleinen Aufschüttungen, z. B. unterhalb Kapfelberg, bedeutende Schotter und Sande nicht vorhanden. Die Flußerosion bedingt die steilen Felswände und hält sie von Absturzmassen frei. Bei Kapfelberg reichen, tektonisch abgesenkt, tertiäre Talfüllungen unter das Niveau der heutigen Donau; auch hier sind Schwemmkegel nicht ausgebildet.

Eine Bohrung am linken Laaberufer bei Oberalling stieß unter 5,15 m Alluvionen auf Malmkalk.

LAGERUNGSVERHÄLTNISSE

Die Lage des Untersuchungsgebietes im Bereich der auffälligen Umbiegung der Malmtafel aus der West—Ost- in die Süd—Nord-Richtung in der südostwärtigen Verlängerung des Ansbacher Scheitels und gleichzeitig dort, wo das stärkere Abtauchen des Mesozoikum unter die Molasse einsetzt, ist Ursache für eine intensive tektonische Beanspruchung; von einem Ausmaß, wie es wegen des bisherigen Mangels an Spezialkartierungen in dieser Region nicht erwartet werden konnte.

Bei durchaus söhligter Lagerung aller Schichtglieder wird durch zahlreiche Bruchstörungen ein Schollenmosaik gebildet. Verbiegungen irgendwelcher Art wurden, mit Ausnahme von Faltungen im mobilen Tertiär (S. 73), überhaupt nicht beobachtet. Zu echten tektonischen Störungen gesellen sich paratektonische und atektonische. Die Erfassung der Lagerungsverhältnisse ist mit Hilfe der markanten, für diese Zwecke hervorragend geeigneten Grenze Jura-Kreide (oberster Malm/Basis Grünsandstein) relativ gut und sicher vorzunehmen.

Jene in der südlichen Frankenalb nachgewiesenen ältesten Bewegungen vor Ablagerung der Rennertshofener Schichten können wegen des Fehlens der entscheidenden Gesteinspakete im Untersuchungsgebiet nicht konstatiert werden. Dagegen kommen (TRUSHEIM 1935, S. 21) im Steinbruch Kapfelberg kalzitgefüllte Klüfte vor, die den Malm durchsetzen, aber an der Grünsandstein-Basis scharf absetzen und somit prae-cenomane Bewegungen nicht näher faßbaren Alters wahrscheinlich machen.

Im Quartär haben sich allerorten Relikte des Tertiärs und der Kreide mit dem Löß vermischt und sind zu den heterogenen Lehmen der Hochfläche geworden, oder sie sind in Vertiefungen gewandert und haben sich dort angereichert. Die asymmetrische Form fast aller Nord-Süd-Talungen, bedingt durch die Ansammlung von Lehmen und Sanden in der westlichen Hälfte, läßt Vergleiche mit ähnlichen Erscheinungen im Regensburger Gebiet zu, wo die Bedeutung des Lösses eine ungleich größere ist.

An den Ausgängen der Täler so. und sw. Lindach geht oberflächlich verlagertes Tertiär allmählich in quartäre Ablagerungen über. Offenbar fanden hier starke Vermischungen von dem Augenblick an statt, als die Eintiefung der Donau und ihrer Nebentälchen die tertiäre Relieffüllung anzapfte.

Junge Donauschotter

In Nachbarschaft der Donau, besonders an den Gleithängen, sind junge und jüngste Aufschüttungen weit verbreitet. Zwischen 340—360 m liegt das Hauptfeld der Schotter und Sande (Hang n. Gundelshausen, Gebiet um den Bahnhof Abbach, Gebiet n. Herrnsaal). In rund 365 m ist nw. Herrnsaal, an der Straße nach Kapfelberg, über Jura eine Nagelfluh aufgeschlossen, die zur Niederterrasse gehören dürfte. Donaublagerungen unbestimmten Alters finden sich über diesem Niveau zwischen der Nagelfluh und dem Juraanstieg. Schließlich gehen die eindeutig fluviatilen Aufschüttungen in Lehme und Sandlehme über, die wohl mit dem Löß und Flugsandfeldern in Beziehung gebracht werden müssen. Das Fehlen von Aufschlüssen gestattet keinen näheren Befund (Gebiet der Winterleite, Abschlämmassen oberhalb Saaler Tal).

An den Prallhängen erreicht die Donau den Jura, hier sind, abgesehen von kleinen Aufschüttungen, z. B. unterhalb Kapfelberg, bedeutende Schotter und Sande nicht vorhanden. Die Flußerosion bedingt die steilen Felswände und hält sie von Absturzmassen frei. Bei Kapfelberg reichen, tektonisch abgesenkt, tertiäre Talfüllungen unter das Niveau der heutigen Donau; auch hier sind Schwemmkegel nicht ausgebildet.

Eine Bohrung am linken Laaberufer bei Oberalling stieß unter 5,15 m Alluvionen auf Malmkalk.

LAGERUNGSVERHÄLTNISSE

Die Lage des Untersuchungsgebietes im Bereich der auffälligen Umbiegung der Malmtafel aus der West—Ost- in die Süd—Nord-Richtung in der südostwärtigen Verlängerung des Ansbacher Scheitels und gleichzeitig dort, wo das stärkere Abtauchen des Mesozoikum unter die Molasse einsetzt, ist Ursache für eine intensive tektonische Beanspruchung; von einem Ausmaß, wie es wegen des bisherigen Mangels an Spezialkartierungen in dieser Region nicht erwartet werden konnte.

Bei durchaus söhligter Lagerung aller Schichtglieder wird durch zahlreiche Bruchstörungen ein Schollenmosaik gebildet. Verbiegungen irgendwelcher Art wurden, mit Ausnahme von Faltungen im mobilen Tertiär (S. 73), überhaupt nicht beobachtet. Zu echten tektonischen Störungen gesellen sich paratektonische und atektonische. Die Erfassung der Lagerungsverhältnisse ist mit Hilfe der markanten, für diese Zwecke hervorragend geeigneten Grenze Jura-Kreide (oberster Malm/Basis Grünsandstein) relativ gut und sicher vorzunehmen.

Jene in der südlichen Frankenalb nachgewiesenen ältesten Bewegungen vor Ablagerung der Rennertshofener Schichten können wegen des Fehlens der entscheidenden Gesteinspakete im Untersuchungsgebiet nicht konstatiert werden. Dagegen kommen (TRUSHEIM 1935, S. 21) im Steinbruch Kapfelberg kalzitgefüllte Klüfte vor, die den Malm durchsetzen, aber an der Grünsandstein-Basis scharf absetzen und somit prae-cenomane Bewegungen nicht näher faßbaren Alters wahrscheinlich machen.

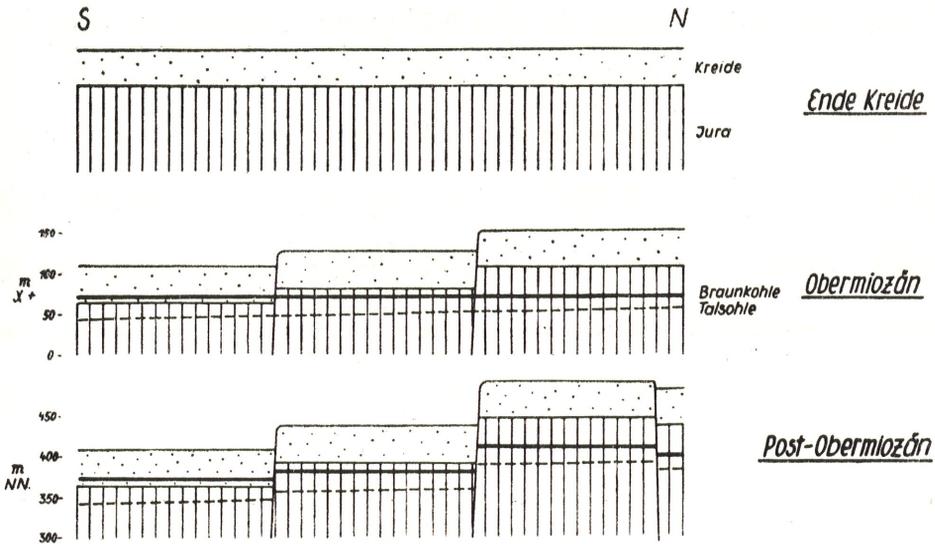


Abb. 10. Die tektonischen Verstellungen des obermiozänen Braunkohlenflözes zwischen Viehhausen und Kapfelberg. Schematisch.

1. **Ende Kreide.** Ungestörte Lagerung der Kreide auf Jura über der völlig ebenen cenomanen Abrasionsfläche. Im Alt- oder Mitteltertiär erfolgen tektonische Verstellungen.
2. **Obermiozän.** Das Mesozoikum ist verstellt. Es bilden sich Talungen, die vom Liegenden Tertiär und anschließend von einem Moor eingenommen werden. Die Talsohle weist ein schwaches Gefälle nach Süden auf, die Mächtigkeit des Liegenden Tertiärs ist im Süden größer. Das horizontale Flöz liegt in verschiedenen Niveaus: im Norden 35 m unter Basis Kreide, im Süden 10 m über Basis Kreide.
3. **Post-Obermiozän.** Die prae-obermiozänen Störungen werden aktiviert. Der Kontakt Jura-Kreide sinkt treppenförmig gegen Süden ab: 450, 395, 365 m. Das ehemals in einer Höhe lagernde Flöz wird verstellt: es liegt im Süden 40 m tiefer. Im Norden paratektonische Bewegungen (nw. Viehhausen). Nähere Erläuterungen im Text S. 80.

In prae-cenomane Zeitabschnitte fallen wohl auch die ersten atektonischen Bewegungen innerhalb des Jura. Wie TRUSHEIM (1953, S. 250) im westlich benachbarten Jura-Areal herausstellen konnte, pflegt die Faziesgrenze Riffkalke gegen Plattenkalke in der Regel durch einen intrajurassischen Setzungsrandbruch gekennzeichnet zu sein. Beim Mangel geeigneter Aufschlüsse sind im Untersuchungsgebiet derartige atektonische Verstellungen nicht zu belegen, aber sicher vorhanden. Da im Gebiet zwischen Kelheim und Regensburg eine intensivere Verteilung zwischen Riff- und Plattenfazies bei durchweg kleineren Dimensionen der Bildungen vorliegt, dürften hier Setzungsrandbrüche ebenfalls nur kleineren Ausmaßes sein. Selbst kleinste Plattenkalknester in Massengesteinen (Abb. 1) zeigen an den Rändern Bewegungen an.

Weit umfangreicher spiegeln sich Störungen, die TRUSHEIM (1953, S. 250) als paratektonische bezeichnet hat. Die tektonische Beanspruchung hält sich in Teilen an die Faziesgrenzen, die schon für die atektonischen Bewegungen prädestiniert waren. Paratektonische Bewegungen sind im Untersuchungsgebiet häufig. Einerseits sind sie jünger als Kreide, aber älter als obermiozän, andererseits jünger als obermiozän.

Es scheint eine Regel zu sein, daß echte Brüche von relativ langer Erstreckung bei geradlinigem Verlauf sind, paratektonische dagegen kurz und von gekrümmter, gelegentlich bizarrer Richtung. Außerdem scheinen die echten Brüche die hercynische, weniger die erzgebirgische Richtung zu bevorzugen.

Die Frage, ob die Verbreitung des Tertiärs Abhängigkeiten von der Tektonik zeigt, kann nicht ganz eindeutig beantwortet werden. Streckenweise folgen die größeren alten Talungen den Bruchlinien, anderwärts können keine Zusammenhänge aufgedeckt werden. Die prae-obermiozän erfolgte Reliefgestaltung scheint also nur in Teilen tektonisch vorgezeichnet zu sein, zum größeren Teil jedoch von den allgemeinen, regional vorgeschriebenen Gefällsverhältnissen der seinerzeitigen Landoberfläche abhängig zu sein. Es gibt mehrere Störungen, die die tertiärgefüllten Talungen schneiden, ohne daß irgendwelche Zusammenhänge ausgemacht werden können. Allgemein scheint bei der morphologischen Ausgestaltung, prae- wie post-obermiozän, die Tektonik keinen entscheidenden Einfluß besessen zu haben; ein Befund, der Unterschiede zu benachbarten Gebieten aufzeigt.

Beschreibung

Alle Bewegungen im Untersuchungsgebiet versetzen in Beträgen, die zwischen 5 und 80 m liegen. Dabei spielt die Richtung der Störungen keine erkennbare Rolle. Rückschlüsse auf den Beanspruchungsplan sind infolge des geringen zur Beobachtung gelangten Raumes nicht möglich. Hinsichtlich des mechanischen Charakters lassen sich zum Teil paratektonische, zum Teil echte Bruchstörungen sicher erkennen, ein weiterer Teil ist wegen mangelnder Einblicke nicht eindeutig anzusprechen.

*

Das Gebiet n. Viehhausen ist von mehreren Sprüngen zerhackt. Im Laabertal liegt eine hercynisch gerichtete Störung, die einige kleinere, senkrecht darauf stehende abfängt und sich somit als Hauptsprung dokumentiert.

Im Tertiärtrog zieht vom Nordrand des Untersuchungsgebietes bei Brand bis in die Höhe von Dürnstetten ein Nord—Süd-gerichteter 15—20 m-Sprung nicht näher faßbaren Verlaufes.

In Viehhausen und auf der Höhe direkt östlich des Ortes liegen mehrere Störungen, die sich dank guter Aufschlußverhältnisse gut belegen lassen. Die hercynische Richtung herrscht vor. Ein längerer Sprung kann, bei Viehhausen beginnend, über Bergmatting nach SO bis über die Donau verfolgt werden. Ein anderer derselben Richtung richtet sich weiter gegen NW und versetzt im Tertiärtrog unmittelbar n. Viehhausen das Braunkohlenflöz um rund 10 m — ein Verwurf, der auch beiderseits des Tertiärs am Jura-Kreide-Kontakt festgehalten werden kann. Es ist dies eine der Störungen, mit denen sich das post-obermiozäne Alter eines Teils der Bewegungen sicher beweisen läßt. Die Jura-faziellen Gegebenheiten zeigen, daß es sich um eine paratektonische Bruchstörung handelt.

Besonders intensiv ist das Gebiet zwischen Gundelshausen — Dachsberg — Bergmatting, im Osten des Untersuchungsgebietes, zerstückelt. Die Talungen, am auffälligsten das Donautal, folgen streckenweise streng den Bruchlinien. Auf den Höhen der Schollen liegen überall Grünsandstein-Decken. Damit lassen sich Sprunghöhen von 10 bis 14 m ermitteln. Ein System liegt in diesem Mosaik nicht vor, es sei denn, daß die hercynische Richtung wiederum zu dominieren scheint und die andersgerichteten Störungen abschneidet.

Ein tektonischer Knotenpunkt liegt 800 m n. Lindach, am Ausgang des von Dürnstetten herabziehenden tertiärgefüllten Tales. Hier kreuzen sich mehrere Störungen der verschiedensten Richtungen, wobei schmale, teilweise sichelförmige Schollenstreifen ent-

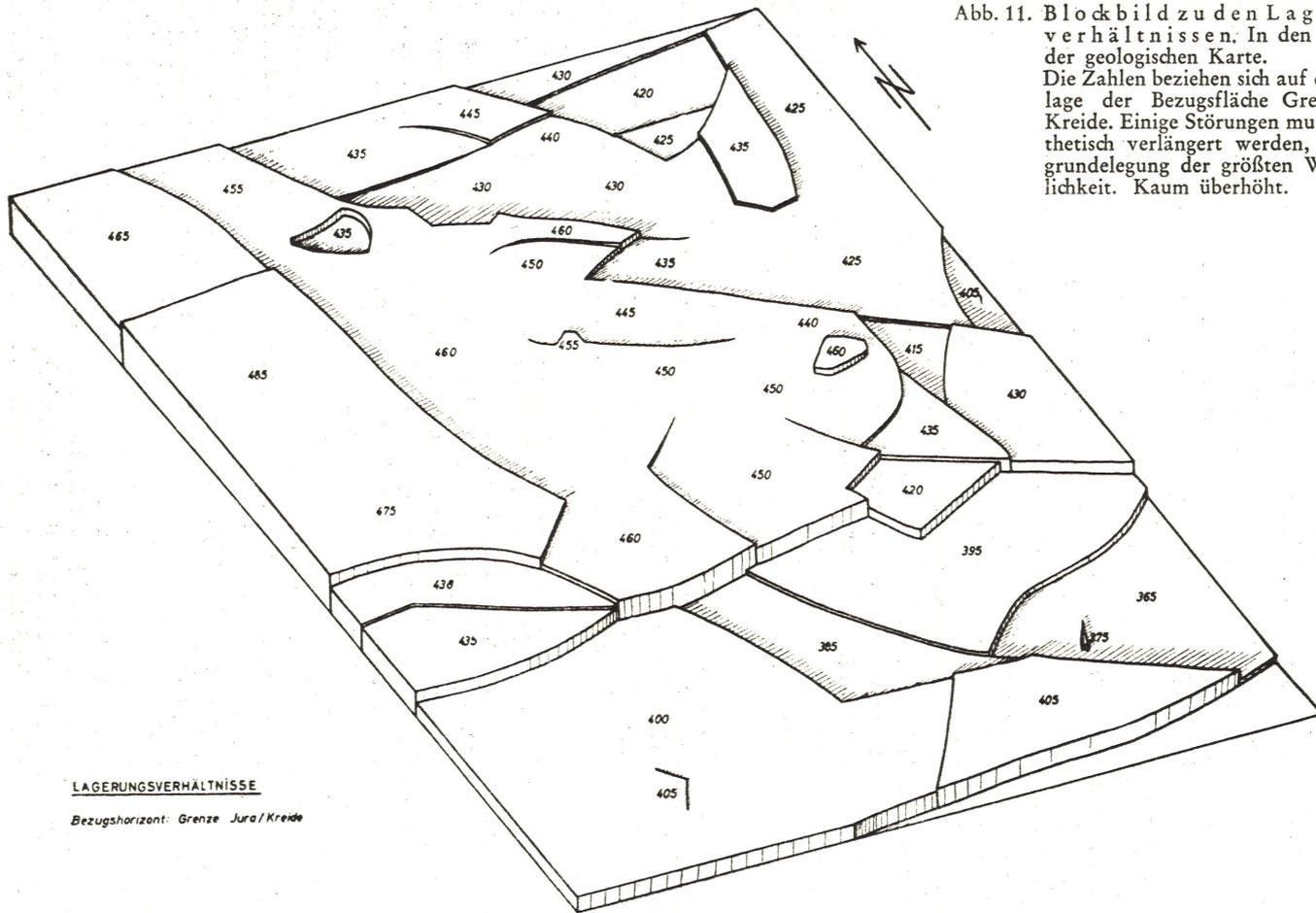


Abb. 11. Blockbild zu den Lagerungsverhältnissen. In den Ausmaßen der geologischen Karte. Die Zahlen beziehen sich auf die Höhenlage der Bezugsfläche Grenze Jura-Kreide. Einige Störungen mußten hypothetisch verlängert werden, unter Zugrundelegung der größten Wahrscheinlichkeit. Kaum überhöht.

stehen. Die Verhältnisse an den Berührungspunkten sind wegen mächtiger Überdeckung nicht ganz genau auszukartieren. Die auffällige, quadratische Malm-Ruine n. Lindach mit horizontaler Oberfläche in 400 m stellt ein Stück der abgedeckten cenomanen Ab-rasionsfläche dar. Die Scholle westlich davon weist dieselbe Fläche, diesmal durch Grün-sandstein bedeckt, in 435 m aus. Nördlich schließt sich ein schmaler Zwickel, nur um 3 — 5 m gehoben, an. Die trennende Störung ist jünger als Obermiozän, da entlang der Verwerfung das Tertiär auffallend gegen W ausgreift; außerdem prägt sich der sicher paratektonische Sprung morphologisch stark aus, insbesondere in nächster Nähe der Malm-Ruine. Im W des nach Dürnstetten führenden Tales, parallel dem gekrümm-ten Talverlauf, liegt ein bei Dürnstetten 45 — 50 m hoher Sprung; weiter im Süden wird nur noch um 22 m versetzt.

Vom Knotenpunkt zieht mit etwa 70°-Streichen eine der bedeutendsten Störungen nach O in Richtung auf das Schollenmosaik bei Lohstadt. Wegen starker Überdeckung mit Kreiderelikten ist der genaue Verlauf nur angenähert festzulegen; es verwundert, daß die so wirkungsvollen Bewegungen sich nicht in der Morphologie widerspiegeln, zumal das Alter sicher post-obermiozän ist. Denn das Braunkohlenflöz ist abgeschnitten und südlich der Störung versenkt. Die Sprunghöhe ist beim Vorliegen des Bezugshoriz-ontes Jura - Kreide im Verhältnis der Schollen zueinander genau anzugeben: im W sind es 75 m, im O 55 m. Eine die Störung im O abfangende Scholle liegt gegenüber dem Nordflügel 30 m tiefer, gegenüber dem Südflügel 25 m höher (Abb. 11).

Das Braunkohlenflöz ist durch Bohrungen (in der schmalen Lichtung sw. Dachsberg) im Nordflügel in rund 416 m nachgewiesen. Südlich des Sprunges liegen Aufschlüsse in Braunkohle erst wieder in den alten Abbauen von Kapfelberg (S. 66) vor, hier in rund 375 m.

Obleich die Braunkohlenflöze nicht in derselben Talung liegen, dürfen sie für tektonische Erörterungen als ein zusammengehöriger Horizont betrachtet werden, denn sie bildeten sich wahrscheinlich in ein und demselben Niveau.

Zwischen den beiden in Beziehung gebrachten Flöz-Nachweisen verläuft eine weitere, varistisch streichende Störung mit einem südlich senkenden 30 m-Effekt — dieselbe Stö-rung, die, durch die Wegekreuzung P. 415,9 verlaufend, südlich des Langberg den Sporn von Kapfelberg absondert. Betrachtet man die Lagerung der Bezugsfläche Jura - Kreide in den drei flöztragenden Schollen, so ergeben sich, von Norden gegen Süden, Sprung-höhen von 55 m und 30 m, insgesamt also 85 m.

Das Braunkohlenflöz ist dagegen nur um rund 40 m verworfen. Es liegt der Schluß nahe, die beiden dazwischen liegenden Störungen seien mehrphasig aktiviert worden: (Abb. 10). — Zunächst wurde, vor Ablagerung des Obermiozäns, das Mesozoikum um 45 m verstellt. Dann bildete sich mit schwach gegen S fallender Sohle das Tertiärtal und in diesem, später, und mit horizontaler Fläche, die Braunkohle.

Im Norden lag das Flöz im Niveau des Jura (35 m unter der Grenze Jura - Kreide), im Süden im Niveau der Kreide (10 m über Grenze Jura - Kreide). Schließlich belebten sich die Störungen erneut und senkten in zwei Treppen das Flöz gegen S um 40 m ab.

Im SW von Schultersdorf ist die tektonische Begrenzung einer 385 m-Scholle gegen eine 20 m höher gelegene (Abb. 11) an der Waldspitze no. Fuchsgrund gut auszukar-tieren. Der winkelige Verlauf der Störungen kann hier deutlich festgestellt werden. Ein Ast richtet sich, vom tektonischen Knoten n. Lindach kommend, gegen SO und biegt plötzlich, mit einem Winkel von 120°, in die Ostrichtung um. Etwa parallel der SO-Störung verläuft 900 m weiter östlich eine weitere, tertiärbedeckte Störung, die in das Tal so. Kapfelberg einläuft und bis an die Donau zu verfolgen ist.

Ostwärts davon liegen zwei Schollen in verschiedenem Niveau, im N die des Lang-berges um 10 m höher, im S die von Kapfelberg 20 m höher bzw. 40 m tiefer gegenüber der Scholle von Schultersdorf bzw. der des Kirchenholzes gelegen.

Kleinere, zwickelartige, vermutlich atektonische Störungen heben östlich-unterhalb Kapfelberg Malmriffe um wenige Meter heraus. Störungen ähnlicher Wirkungen liegen im Gebiet zwischen Zeche KARL-THEODOR und dem Hellerberg. Eine Anzahl kleiner, meist um 10 m-Beträge verwerfender paratektonischer Brüche ist an mehreren Stellen nachgewiesen und in der Karte dargestellt.

Ein gutes Beispiel für paratektonische Bewegungen liefert die Umgebung des Weges vom Plattenkalksteinbruch bei der Ludwigszeche nach Saxberg (Abb. 12). In 450 m zeigt die Wegeböschung mit rund 15° nach N einfallende fossilreiche Grünsande des Unteren Grünsandsteins. Zunächst macht das Gestein, nicht zuletzt wegen des lockeren Verbandes, den Eindruck von Böschungsschüttung am Fuße des in unmittelbarer Nähe anstehenden, höher aufragenden Malmkalk-Riffes, so, als hätte zur Zeit der Sedimentation des Grünsandes das Riff als eine kleine Klippe über den Meeresspiegel geragt. Die Spezialuntersuchung dieser Region — mit Hilfe zahlreicher 2 m-Bohrungen — hat aber ergeben, daß das Einfallen des Grünsandes auf eine tektonische Schleppung im Gefolge eines paratektonischen Sprunges zurückgeht. Tatsächlich steht unter dem Grünsand Plattenkalk-Fazies an. Die Sprunghöhe beträgt 10 m, bezogen auf die Oberfläche der Riffkalke und den Jura - Kreide-Kontakt.

Dieser Aufschluß zeigt im Untersuchungsgebiet am schönsten die Abhängigkeit der tektonischen Beanspruchung von den Faziesverhältnissen im Malm. Weitere günstige Einblickmöglichkeiten in Paratektonik bietet das Gebiet w. Thalhöfe, nw. Viehhausen.

Die gestörten Lagerungsverhältnisse im Braunkohlentertiär sw. Viehhausen sind örtlich bis zu Überschiebungen getriebene Falten, ausgelöst durch den Druck der Füllung des Nebentales von Kohlstadt auf das Tertiär des Haupttroges. Bezeichnenderweise deckt sich der Bereich der Faltung mit dem der Landwirbeltierfunde (S. 65). Außerhalb dieser Stelle wurden im Tertiär keine nennenswerten Faltungen festgestellt.

Von geringfügigen Setzungen kündigen die maximal 2 m hohen Abschiebungen des Flözes in Richtung auf die Trogmitte an den Flanken des Tertiärtroges Viehhausen — Reichenstetten.

Es wurde versucht, mittels Klüftmessungen eine Präzisierung der wegen Bedeckung mit Tertiär schwer in ihrem genauen Verlauf zu erfassenden Bruchstörungen zu erreichen. Nur in einigen Fällen ließen sich Zusammenhänge zwischen Klüftung und Richtung der Sprünge herausstellen.

So verläuft die Klüftung in den Malmfelsen am Schwarzenfels ob der Donau überwiegend in 145° und zeugt so von Beziehungen zum hercynisch gerichteten Sprung Schwarzenfels — Bergmatting — Viehhausen. Der glatte, lange Abschluß des Schwarzenfels gegen SW ist eine Folge der Klüftung.

Allgemein bevorzugen die Klüfte in den Malmfelsen des Donautales 30° oder 60° . Die 30° -Richtung deutet Zusammenhänge mit den in der näheren Umgebung verbreiteten gleichgerichteten Bruchstörungen an, die zweite hat im Untersuchungsgebiet keine Äquivalente.

Klüfte im dickbankigen Jura w. Gundelshausen laufen 20° und 120° , in beiden Fällen liegen gleichgerichtete Bruchstörungen in nächster Nähe.

Die auffallenden Klüftflächen im Grünsandstein des Bichel o. Kapfelberg richten sich in 90° — 95° bzw. in 125° . Für die O—W-Richtung können in der Nähe keine entsprechenden Störungen wahrscheinlich gemacht werden; in 125° verläuft etwa die immerhin schon ziemlich weit entfernte Störung im Tal w. Kapfelberg.

Besonderes Interesse wurde der Klüftung in der Malm-Ruine n. Lindach entgegengebracht, ließ sich doch damit eine Klärung der problematischen tektonischen Situation im Knotenpunkt erwarten. Gut ausgeprägte Klüftsysteme liegen in 35° , 100° und 110° bis 120° . Die Störungen in Nähe der Malm-Ruine halten sich nur auf relativ kurze Erstreckung an diese drei Richtungen und biegen bald in anderen Verlauf um.

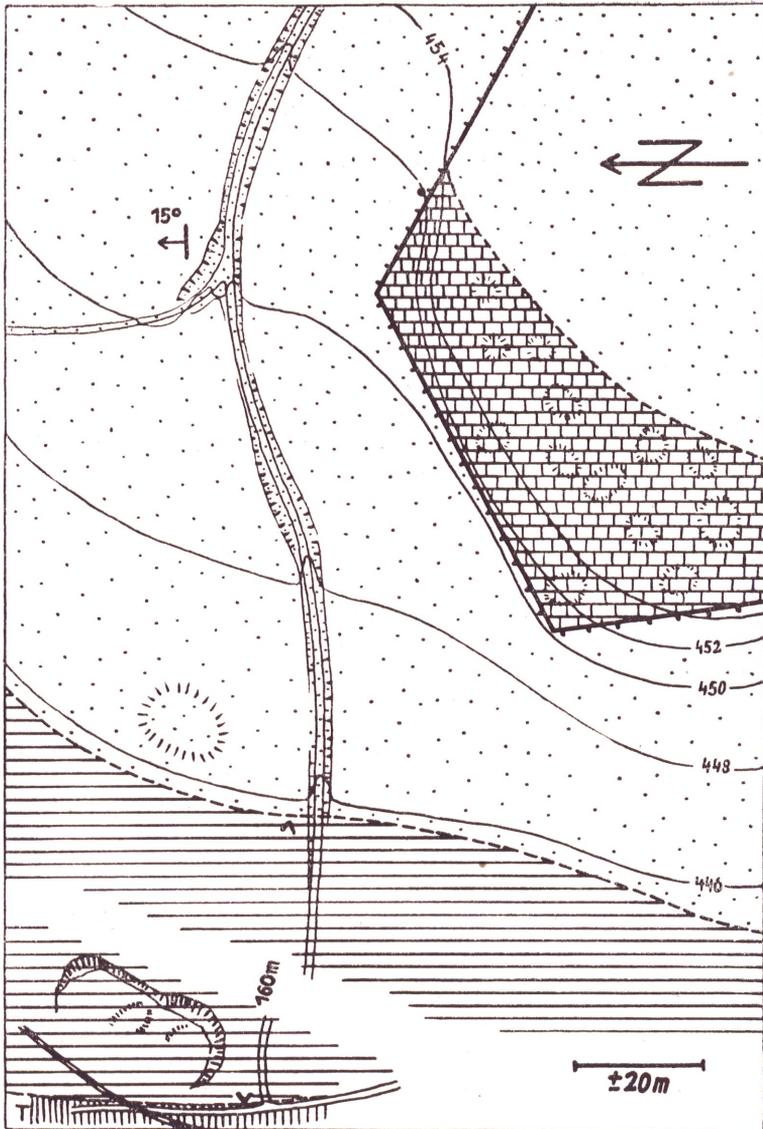


Abb. 12. Geologische Situationsskizze in der Umgebung des Weges vom Plattenkalksteinbruch östlich Ludwigszede nach Saxberg.

Unten links: Steinbruch im Plattenkalk; am Weg die Grenze Jura-Tertiär. Nach rund 160 m folgt am Weg der horizontale Kontakt Juraplattenkalke gegen Kreide. Gute Aufschlußverhältnisse z. T. im Weganschnitt, auf dem Hügel in 447 m und an der Wegegabel in stellenweise fossilreichem Unteren Grünsandstein. Die Sande fallen an der Wegegabel mit 15° N ein.

Durch paratektonische Bewegungen wird südlich des Weges eine Jura-Massenkalk-Klippe herausgehoben, die wiederum horizontale Grenze Jura-Kreide liegt 10 m höher als am Weg. Im Felde anstehender Massenkalk. — Nähere Erläuterung im Text S. 81.

Zahlreiche Klüfte zerstückeln die Plattenkalke im Steinbruch sw. Dürnstetten, die Haupttrichtungen sind 115° , 45° , 70° ; vorwiegend mit steilem Nordfallen. Nur die 115° -Richtung läßt sich mit dem kleinen Sprung, der vom Steinbruch zur Malm-Ruine zieht, einigermaßen in Beziehung bringen.

Die Aufschlüsse im Norden des Untersuchungsgebietes zeigen im Verhältnis weniger Klüftung als das südliche Gebiet.

Altersdiskussion

Das relativ kleine zur Untersuchung gelangte Gebiet bei nicht besonders günstigen Aufschlußverhältnissen läßt nur unzulängliche Deutungen der tektonischen Erscheinungen zu. Beim Mangel von Spezialkartierungen in der Nachbarschaft lassen sich die größeren Zusammenhänge und der Beanspruchungsplan noch nicht erkennen; dasselbe gilt für die Frage nach dem Alter der Bewegungen.

Die ältesten Bewegungen sind sicher prae-cenoman, sie äußern sich in einigen Klüften, die nur im Jura verbreitet sind.

Die nächsten Bewegungen müssen vor Ablagerung des Obermiozäns abgelaufen sein, da das söhlig sedimentierte Tertiär im Niveau verschiedener Horizonte des Mesozoikum liegt (nicht nur im Untersuchungsgebiet; im Tale von Dechbetten liegt das Tertiär im Niveau der Knollensandsteine). Postkretazisch / prae-obermiozäne Verstellungen von 45 m können exakt nachgewiesen werden. In welchen Zeitraum diese Störungen zu stellen sind, kann wegen des Fehlens weiterer Daten aus dem Material des Untersuchungsgebietes heraus noch nicht beantwortet werden. Erst wenn Beobachtungen über größeren Raum hinweg vorliegen, dürfte eine nähere Aussage möglich sein. Die prae-obermiozänen Störungen sind teils paratektonisch, teils echte Brüche.

Nach Ablagerung des Obermiozäns fanden erneute Bewegungen statt. Das Flöz ist hierbei verstellt worden, im Untersuchungsgebiet um 40 m. Ob diese Verstellungen in die bewegungsfreundliche Zeit des Mittelpliozäns oder schon ins Quartär fallen, kann ebensowenig angegeben werden.

Die Rutschungen innerhalb der obermiozänen Serien dürften bald nach der Sedimentation erfolgt sein.

Morphologie

Die morphologischen Äußerungen im Gefolge der Bruchtektonik sind unterschiedlich. Einerseits konnten durch Absenkung Partien des Tertiärs, tektonisch begrenzt, erhalten werden, andererseits äußern sich die Bewegungen, besonders wenn sie quer zum Tertiärtrog streichen, nicht sehr auffällig. Im Jura liegen die Talungen oft auf Störungslinien. Wo die Täler mit Tertiär gefüllt sind — auf prae-obermiozänen Störungen — kann deren Verlauf in der Regel nur angenähert angegeben werden, es ist aber auch hierbei nachzuweisen, daß die Täler gern den Brüchen zu folgen pflegen.

Die Flüsse — in Teilabschnitten die Laaber, wie auch die Donau — richten sich eindeutig nach den Störungen. Es scheint, als habe die Bruchtektonik den Durchbruch der Donau durch die Jura-Barre zwischen Kelheim und Regensburg ganz wesentlich erleichtert.

Im stratigraphischen Rahmen wurden die morphologischen, gesteinsbedingten Effekte gebührend herausgestellt, so z. B. u. a., daß innerhalb des Jura

1. die ehemaligen Riffe auch heute als Klippen inmitten der weicheren Umgebung herauszuragen pflegen,
2. daß die Plattenkalke weiche, abtragungsfreundliche Areale bilden,
3. daß der Jura zu verschiedenen Malen auf verschiedene Weise verkarstete.

Innerhalb der Kreide:

1. Mit dem Einsetzen des Unteren Grünsandsteins ist, selbst über weichen Plattenkalken, ein auffälliger Gehängeknick (Jura = steil, Kreide = flach) die Regel.
2. Die Eybrunner Mergel bilden nasse Verebnungen und die heutige Landoberfläche liegt gern im Niveau (mittlerweile manchmal restlos abgetragener) Eybrunner Mergel.

Im Tertiär lassen die weichen Gesteinsfolgen weiche Geländeformen resultieren. Die leicht mobilisierbaren Sedimente bedingen zahlreiche Rutschungen.

In den Tälern der Laaber und der Donau werden Flußterrassen nicht beobachtet, wie im Untersuchungsgebiet überhaupt fast alle morphologischen Eigenheiten als gesteinsbedingt zu erklären sind.

Die asymmetrischen Täler (S. 76) sind durch einseitig erfolgte Anwehung von Löss hervorgerufen.

Schuttkegel spielen beim Mangel kräftigerer Oberflächenwässer keine große Rolle. Wo solche vorhanden sein könnten, etwa im Donautal, hat sie die andrängende Seitenerosion mehr oder weniger restlos entfernt.

Literatur

- (*BO - GL*) Bayerisches Oberbergamt, Geologische Landesuntersuchung: Die nutzbaren Mineralien, Gesteine und Erden Bayerns. II. — 512 S., München 1936.
- Brunhuber, A.*: Die geologischen Verhältnisse von Regensburg und Umgebung. — Naturwiss. Ver. Regensburg, 107 S., Regensburg 1917.
- Carlé, W.*: Bau und Entwicklung der Südwestdeutschen Großscholle. — Beih. Geol. Jb. 16, 272 S., Hannover 1955.
- Freyberg, B. v.*: Zur Stratigraphie von Jura und Kreide bei Vilseck-Freihung (Opf.). — Neues Jb. Geol. Paläontol., Abh. 97, 271—282, Stuttgart 1953.
- Fuchs, E.*: Die Schildkrötenreste aus dem Oberpfälzer Braunkohlentertiär. — Paläontographica 89, A, 57—104, Stuttgart 1938.
- Goetze, F.*: Geologie des Gebietes von Eschenfelden-Königstein (Opf.). Nebst Untersuchungen über das Riff-Problem. — Erlanger Geol. Abh. 4, 22 S., Erlangen 1952.
- Kirchheimer, F.*: Weitere Mitteilungen über die Früchte und Samen aus deutschen Braunkohlen. — „Braunkohle“, Halle 1935.
- „ Paläobotanische Mitteilungen III u. IV. — Zbl. Min. Geol. Paläontol. B, 337—348, Stuttgart 1936.
- „ Grundzüge einer Pflanzenkunde der deutschen Braunkohlen. — Halle 1937.
- Klüpfel, W.*: Zur geologischen und paläogeographischen Geschichte von Oberpfalz und Regensburg. — Abh. Gießener Hochschulges. III, 90 S., Gießen 1923.
- Kram, R.*: Die nachjurassische Entwicklung der südlichen Frankenalb im Gebiet von Kelheim-Steinsdorf. — Maschinenschriftl. Diss., 81 S., Erlangen 1952.
- Meckenstock, W.*: Morphologische Studien im Gebiet des Donaudurchbruches von Neustadt bis Regensburg. — Diss., 104 S., Berlin 1915.
- Rinnert, P.*: Die Huftiere aus dem Braunkohlenmiozän der Oberpfalz. — Paläontographica 107, A, 1—65, Stuttgart 1956.
- Roll, A.*: Geologie der Albhochfläche. — Jber. Mitt. Oberrhein. Geol. Ver. 23, 145—162, Stuttgart 1934.
- „ Tektonische Bemerkungen zu einer geologischen Karte der südlichen Frankenalb. — Z. deutsch. geol. Ges. 92, 205—252, Berlin 1940.
- Rutte, E.*: Über Jungtertiär und Altdiluvium im südlichen Oberrheingebiet. — Ber. Naturf. Ges. Freiburg i. Br. 40, 23—122, Freiburg i. Br. 1950.
- Schneider, O.*: Das Senkungsfeld von Laub, ein Beitrag zur Geologie der Gegend um Regensburg. — Acta Albert. Ratisb. 21, 5—26, Regensburg 1955.

Innerhalb der Kreide:

1. Mit dem Einsetzen des Unteren Grünsandsteins ist, selbst über weichen Plattenkalken, ein auffälliger Gehängeknick (Jura = steil, Kreide = flach) die Regel.
2. Die Eybrunner Mergel bilden nasse Verebnungen und die heutige Landoberfläche liegt gern im Niveau (mittlerweile manchmal restlos abgetragener) Eybrunner Mergel.

Im Tertiär lassen die weichen Gesteinsfolgen weiche Geländeformen resultieren. Die leicht mobilisierbaren Sedimente bedingen zahlreiche Rutschungen.

In den Tälern der Laaber und der Donau werden Flußterrassen nicht beobachtet, wie im Untersuchungsgebiet überhaupt fast alle morphologischen Eigenheiten als gesteinsbedingt zu erklären sind.

Die asymmetrischen Täler (S. 76) sind durch einseitig erfolgte Anwehung von Löss hervorgerufen.

Schuttkegel spielen beim Mangel kräftigerer Oberflächenwässer keine große Rolle. Wo solche vorhanden sein könnten, etwa im Donautal, hat sie die andrängende Seitenerosion mehr oder weniger restlos entfernt.

Literatur

- (*BO - GL*) Bayerisches Oberbergamt, Geologische Landesuntersuchung: Die nutzbaren Mineralien, Gesteine und Erden Bayerns. II. — 512 S., München 1936.
- Brunhuber, A.*: Die geologischen Verhältnisse von Regensburg und Umgebung. — Naturwiss. Ver. Regensburg, 107 S., Regensburg 1917.
- Carlé, W.*: Bau und Entwicklung der Südwestdeutschen Großscholle. — Beih. Geol. Jb. 16, 272 S., Hannover 1955.
- Freyberg, B. v.*: Zur Stratigraphie von Jura und Kreide bei Vilseck-Freihung (Opf.). — Neues Jb. Geol. Paläontol., Abh. 97, 271—282, Stuttgart 1953.
- Fuchs, E.*: Die Schildkrötenreste aus dem Oberpfälzer Braunkohlentertiär. — Paläontographica 89, A, 57—104, Stuttgart 1938.
- Goetze, F.*: Geologie des Gebietes von Eschenfelden-Königstein (Opf.). Nebst Untersuchungen über das Riff-Problem. — Erlanger Geol. Abh. 4, 22 S., Erlangen 1952.
- Kirchheimer, F.*: Weitere Mitteilungen über die Früchte und Samen aus deutschen Braunkohlen. — „Braunkohle“, Halle 1935.
- „ Paläobotanische Mitteilungen III u. IV. — Zbl. Min. Geol. Paläontol. B, 337—348, Stuttgart 1936.
- „ Grundzüge einer Pflanzenkunde der deutschen Braunkohlen. — Halle 1937.
- Klüpfel, W.*: Zur geologischen und paläogeographischen Geschichte von Oberpfalz und Regensburg. — Abh. Gießener Hochschulges. III, 90 S., Gießen 1923.
- Kram, R.*: Die nachjurassische Entwicklung der südlichen Frankenalb im Gebiet von Kelheim-Steinsdorf. — Maschinenschriftl. Diss., 81 S., Erlangen 1952.
- Meckenstock, W.*: Morphologische Studien im Gebiet des Donaudurchbruches von Neustadt bis Regensburg. — Diss., 104 S., Berlin 1915.
- Rinnert, P.*: Die Huftiere aus dem Braunkohlenmiozän der Oberpfalz. — Paläontographica 107, A, 1—65, Stuttgart 1956.
- Roll, A.*: Geologie der Albhochfläche. — Jber. Mitt. Oberrhein. Geol. Ver. 23, 145—162, Stuttgart 1934.
- „ Tektonische Bemerkungen zu einer geologischen Karte der südlichen Frankenalb. — Z. deutsch. geol. Ges. 92, 205—252, Berlin 1940.
- Rutte, E.*: Über Jungtertiär und Altdiluvium im südlichen Oberrheingebiet. — Ber. Naturf. Ges. Freiburg i. Br. 40, 23—122, Freiburg i. Br. 1950.
- Schneider, O.*: Das Senkungsfeld von Laub, ein Beitrag zur Geologie der Gegend um Regensburg. — Acta Albert. Ratisb. 21, 5—26, Regensburg 1955.

Geologische Karte der Umgebung von Viehhausen - Kapfelberg (sw. Regensburg)

aufgenommen 1953-55 von Erwin RUTTE, Würzburg

Profile

- a Alluvium
- Λ Schutt
- q Quartär
- t Tripel (Streu)
- + Kallmünzer
- s Schutzfelschichten (Unterkreide)

- Altpleistozäne } Donauschotter
- Junge

- Obere Süßwassermolasse (ungegliedert)
- Kiese

- Kreide ungegliedert (meist Tripel)

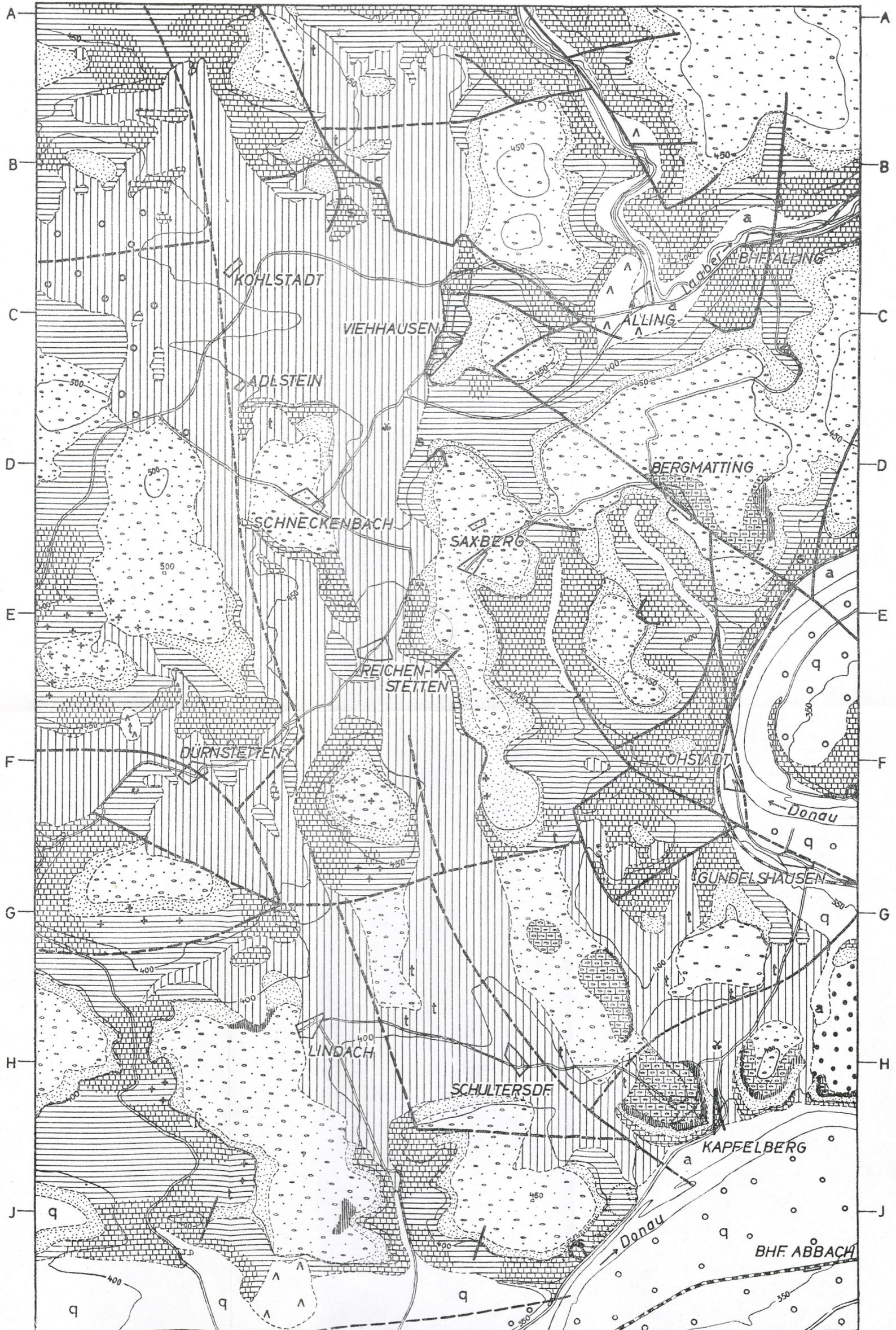
- Reinhauser Schichten } Turon

- Eybrunner Mergel

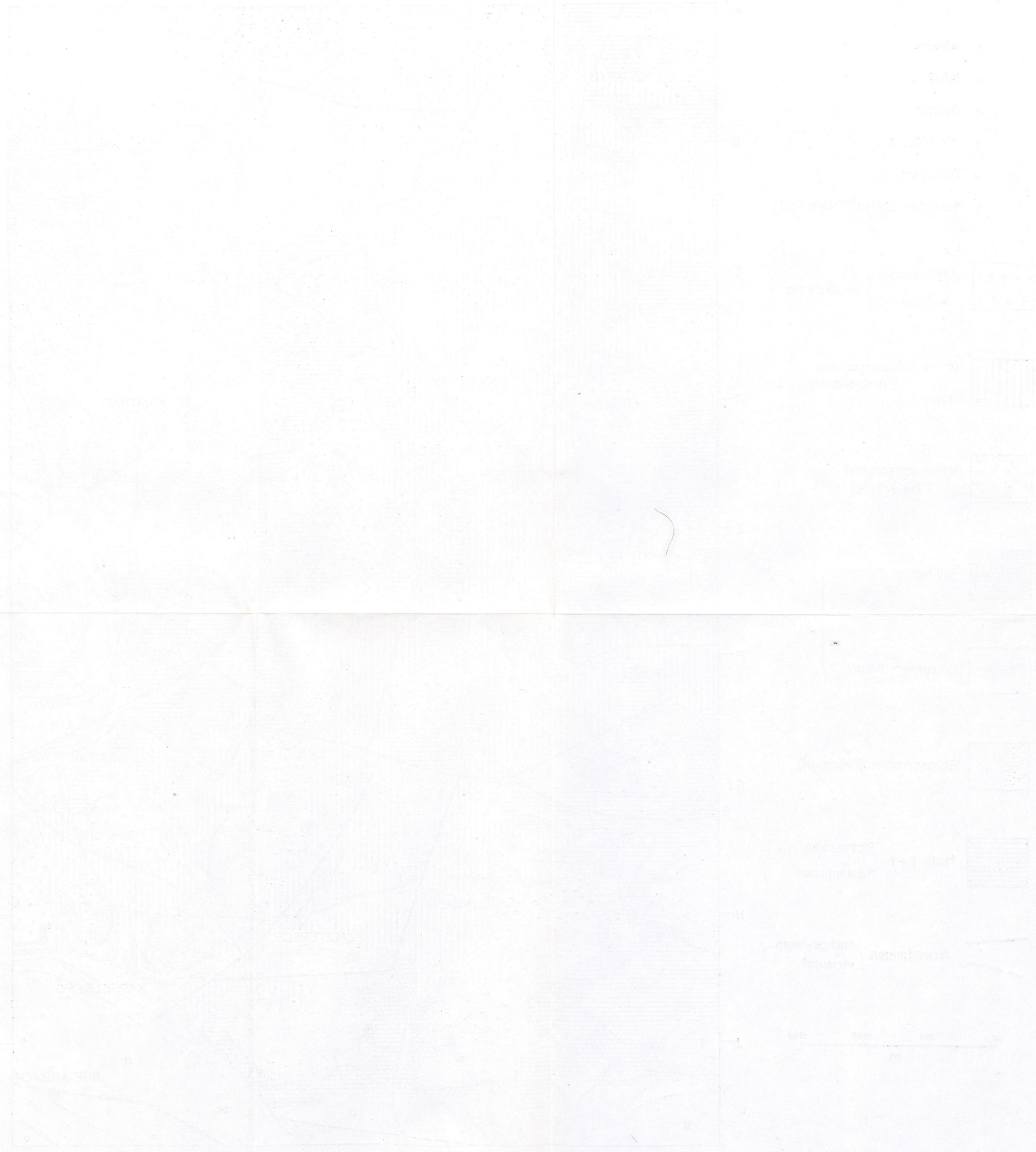
- Grünsandstein (Cenoman)

- Malm ε + γ Plattenkalke Massenfazies

- Verwerfungen nachgewiesen vermutet



Geologische Karte der Umgebung von Regensburg (1:50,000)



- Schnittmann, F. X.*: Beiträge zur Kenntnis des Frankenjura. Die Kreideablagerungen und die Verkieselungserscheinungen im Frankenjura südlich der unteren Altmühl. — Z. deutsch. geol. Ges. 77, 206—238, Berlin 1926.
- Schnitzer, W. A.*: Sedimentpetrographische Untersuchungen an den postjurassischen Überdeckungsbildungen der mittleren, südlichen Frankenalb. — Geol. Bl. NO-Bayern 3, 121—134, Erlangen 1953.
- Seemann, I.*: Die Insektenfresser, Fledermäuse und Nager aus der obermiozänen Braunkohle von Viehhausen bei Regensburg. — Paläontographica 89, 55 S., Stuttgart 1938.
- Strunz, H.*: Mineralien und Lagerstätten in Ostbayern. — 128 S., Regensburg 1953.
- Tillmann, H. & Kirschhock, E.*: Neuere Untersuchungen im Braunkohlentertiär der Oberpfalz. — Geol. Bav. 21, 52 S., München 1954.
- Trusheim, F.*: Die geologische Geschichte Südostdeutschlands während der Unterkreide und des Cenomans. — Neues Jb. Min. Geol. Paläontol. B.-B. 75 B, 1—109, Stuttgart 1935.
- „ Über die Beziehungen zwischen geschichteter und ungeschichteter Fazies im höheren Malm der östlichen Altmühl-Alb. — Z. deutsch. geol. Ges. 105, 246—251, Hannover 1953.
- Wappenschmidt, I.*: Zur Geologie der Oberpfälzer Braunkohle. — Abh. Geol. Ldunters. Bayer. Oberbergamt 25, 68 S., München 1936.
- Wurm, A.*: Die Wirbeltierfundstelle von Viehhausen bei Regensburg. — Aus der Heimat 48, 321—327, Öhringen 1935.
- Zeidler, H.*: Pflanzenreste aus der obermiozänen Braunkohle von Viehhausen bei Regensburg. — Paläontographica 83, B, 196—211, Stuttgart 1938.