

5.7

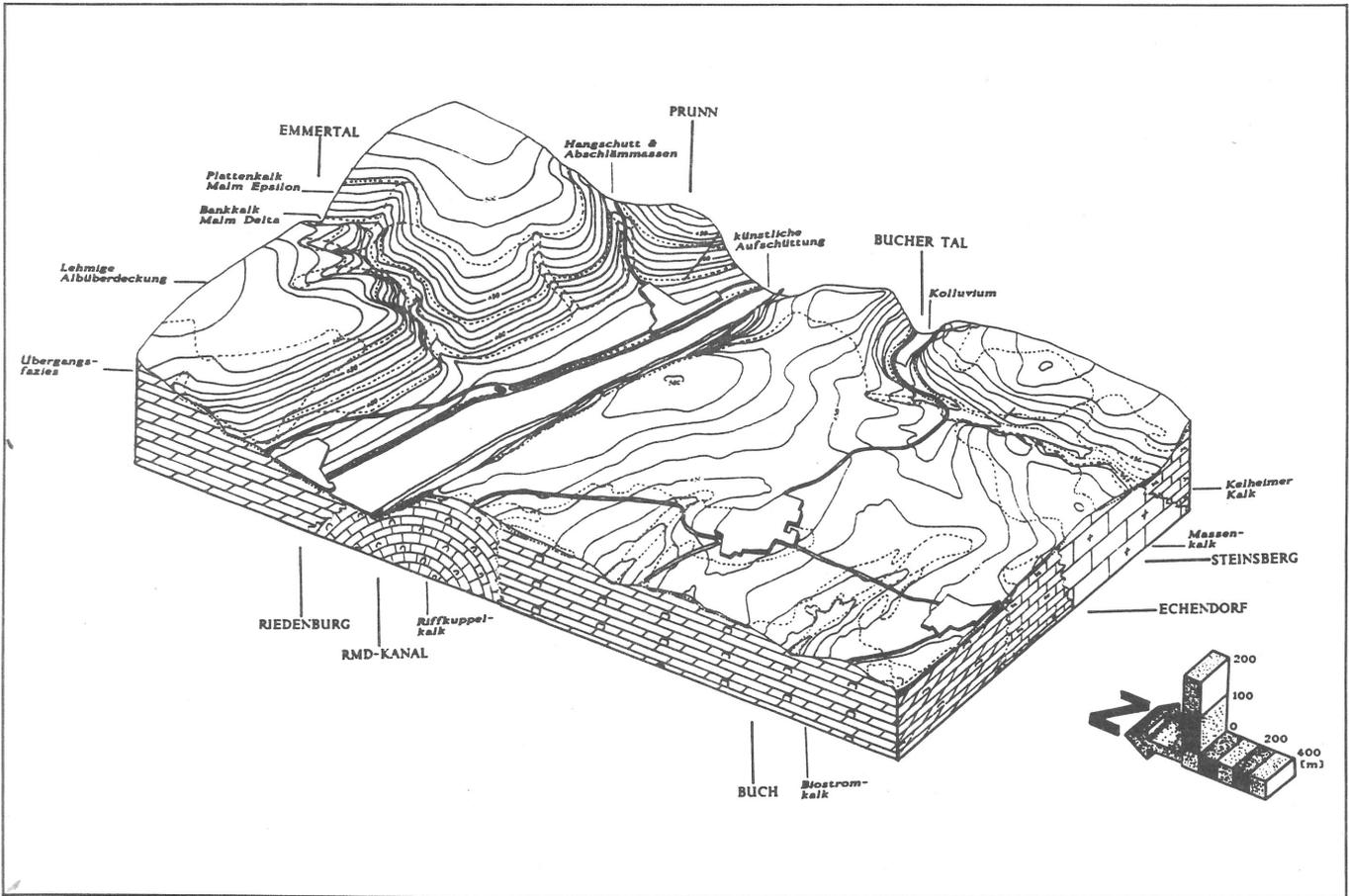
# Geologie des Gebietes zwischen Echendorf – Buch – Prunn (Altmühlalb)

von  
Hans-Joachim Fischer  
Würzburg

**Zusammenfassung:**

Beschrieben werden Stratigraphie und Lagerungsverhältnisse im Gebiet zwischen Echendorf-Buch-Prunn. Es wurden Riff- und Schichtbereiche des unteren Malm Delta bis unteren Malm Zeta auskartiert. Als Lockersedimente finden sich: obermiozäne Lehmige Albüberdeckung und Süßwasserkalke, pleistozäne Flugsande und Lößlehm, sowie holozäne Abschlammungen und Talfüllungen.

Ein Schwerpunkt der Arbeit war die Untersuchung des Sedimentationsraumes der sog. „Prunner Bucht“. Aussagen sind für den Zeitraum Malm Delta bis Malm Epsilon möglich. Demnach bildete diese Abzweigung der Paintener Schüssel einen Totarm, der innerhalb des Kartiergebietes auslief.



Stereogramm

\*Kurzfassung einer am Geologischen Institut der Universität Würzburg unter Betreuung von Prof. Dr. E. Rutte erstellten Diplomarbeit „Geologische Kartierung 1:10 000 der Umgebung von Echendorf-Buch-Prunn unter besonderer Berücksichtigung der Prunner Bucht“

1991

# 1. Einführung

Das Arbeitsgebiet liegt in der w.\* Hälfte des Blattes 7036 Riedenburg und wird vom Tal der Altmühl, bzw. dem RMD-Kanal, von WNW nach ESE zerteilt.

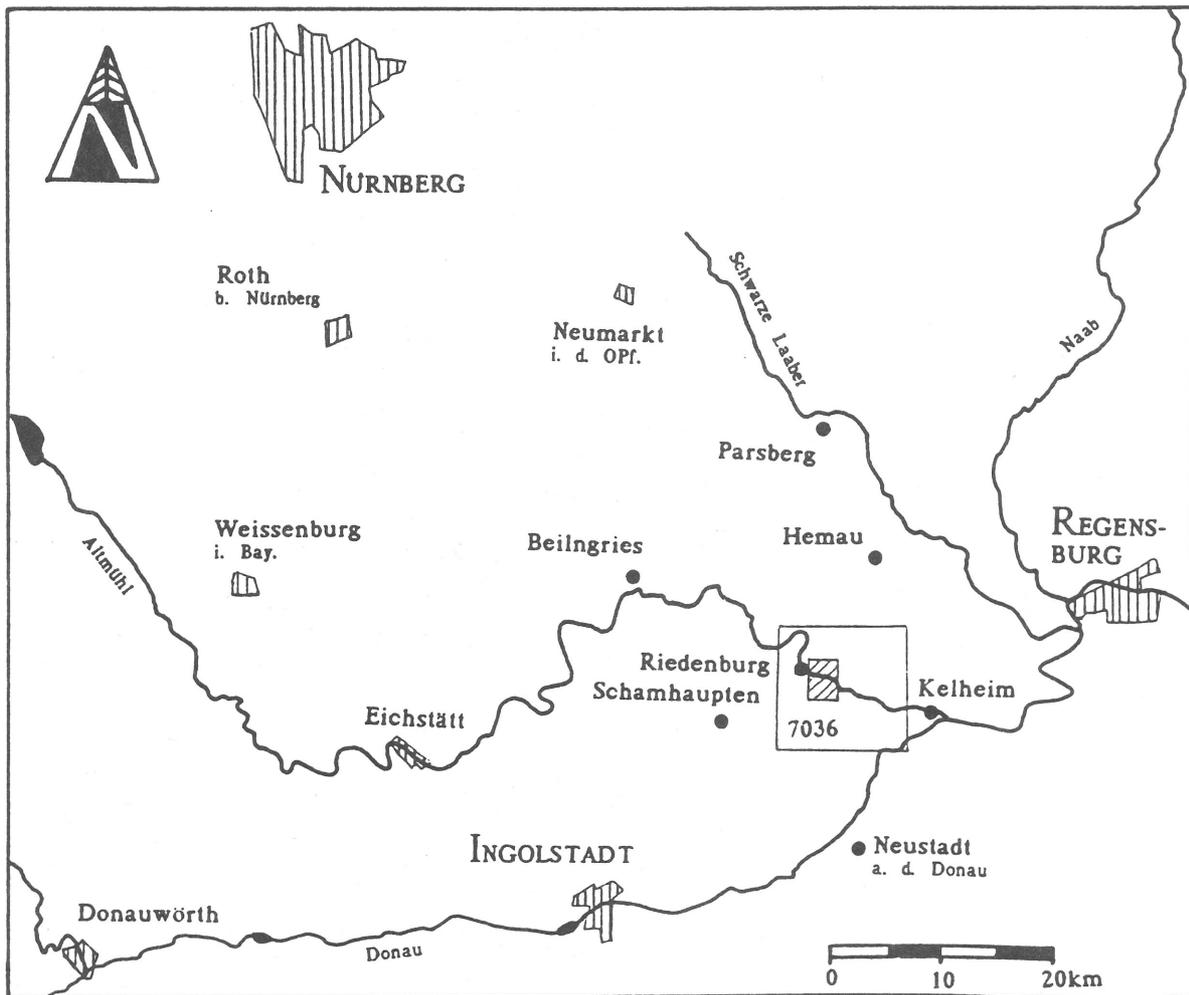


Abb.1: Geographische Lage des bearbeiteten Gebietes

\* N = Norden, S = Süden, W = Westen, E = Osten, - n. = nördlich, s. = südlich, w. = westlich, e. = östlich, ne. = nordöstlich usw.

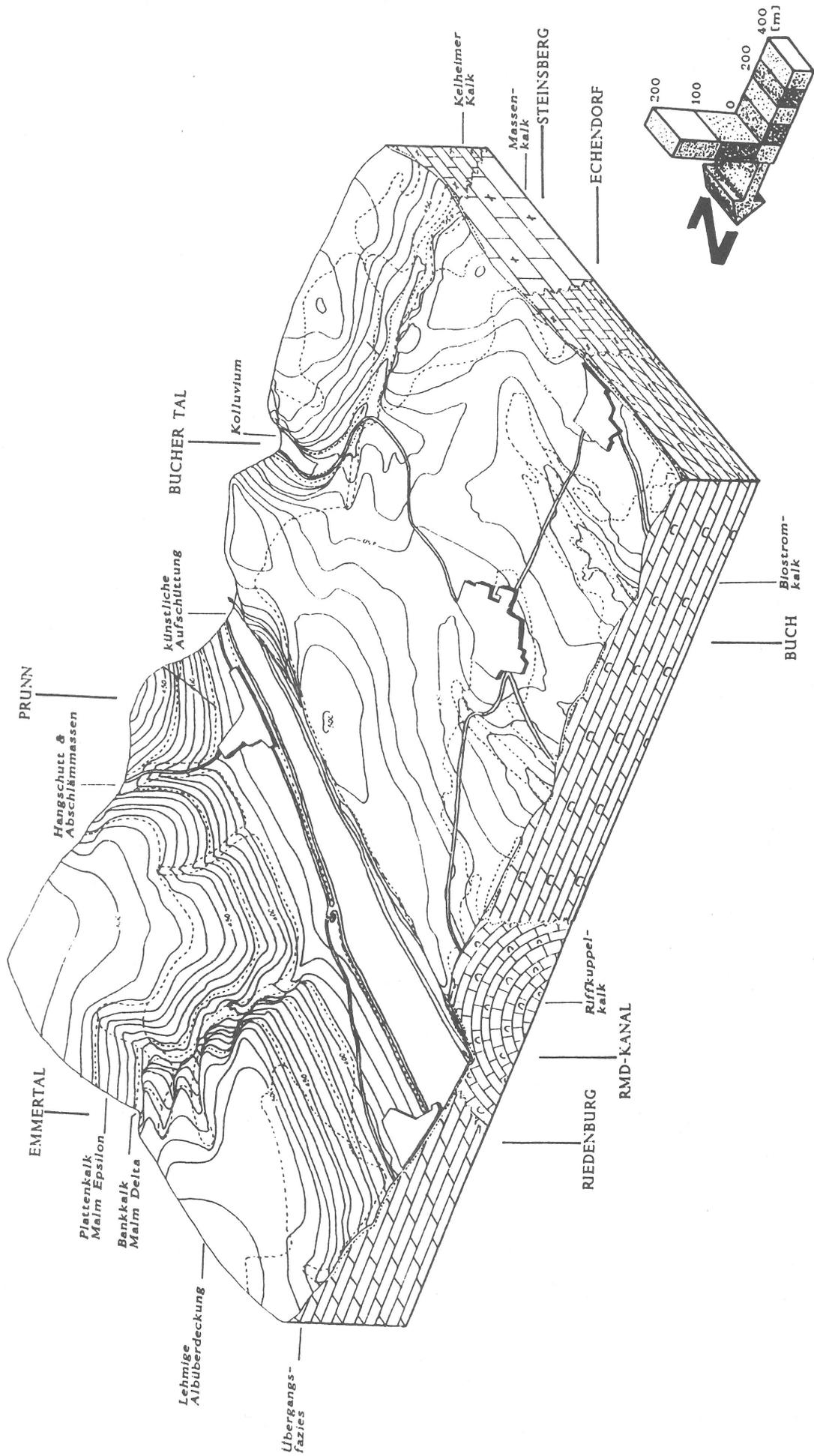


Abb. 2: Stereogramm des Arbeitsgebietes. Die Lithologie ist vereinfacht dargestellt.

Die anstehenden Festgesteine sind dem Oberen Jura (Malm) zuzuordnen (Abb. 2).

In den Malmbereichen kann eine laterale Differenzierung der Faziesräume in Schicht- (die Prunner Bucht), Riff- (die Riedenburger und Prunner Riffzüge) und Riffschutt-Fazies ausgeschieden werden. Prinzipiell kann jede der hier aufgeführten Fazies dolomitisiert sein. Vornehmlich werden jedoch dolomitisierte Gesteine im Riff- und im Riffschuttbereich angetroffen.

Stratigraphische Alterszuweisungen sind nur in der nichtdolomitierten, geschichteten Fazies möglich. Als tiefstes Schichtglied ist der Malm Delta einzustufen, dessen unterste Meter bereits unter dem Talniveau der Altmühl liegen, als höchstes die Bankkalke des Malm Zeta.

Belege kreidezeitlicher Sedimentation treten nur sporadisch auf. In Form von verkieselten Resten sind diese gemeinsam mit Alemoniten in die Lehmige Albüberdeckung eingestreut.

Zeugen des Tertiärs – des Obermiozäns – sind Süßwasserkalke, Alemonite und die Lehmige Albüberdeckung. Auch der Beginn der Flußgeschichte der damaligen Altmühl-Donau liegt im Jungtertiär.

Im Verlauf des Quartärs erlangt die Landschaft ihr heutiges Gesicht. Löß- und Flugsandanwehungen, Terrassenbildungen, Verkarstungserscheinungen, Hangschutt, Kolluvionen und nicht zuletzt das Wirken des Menschen tragen zur Gestaltung des Landschaftsbildes bei.

## 2. Stratigraphie

### Jura: Malm

Die ältesten aufgeschlossenen Gesteine des Arbeitsgebietes sind dem Malm zuzuordnen. Ihre stratigraphische Ausdehnung erstreckt sich vom Malm Delta bis Malm Zeta.

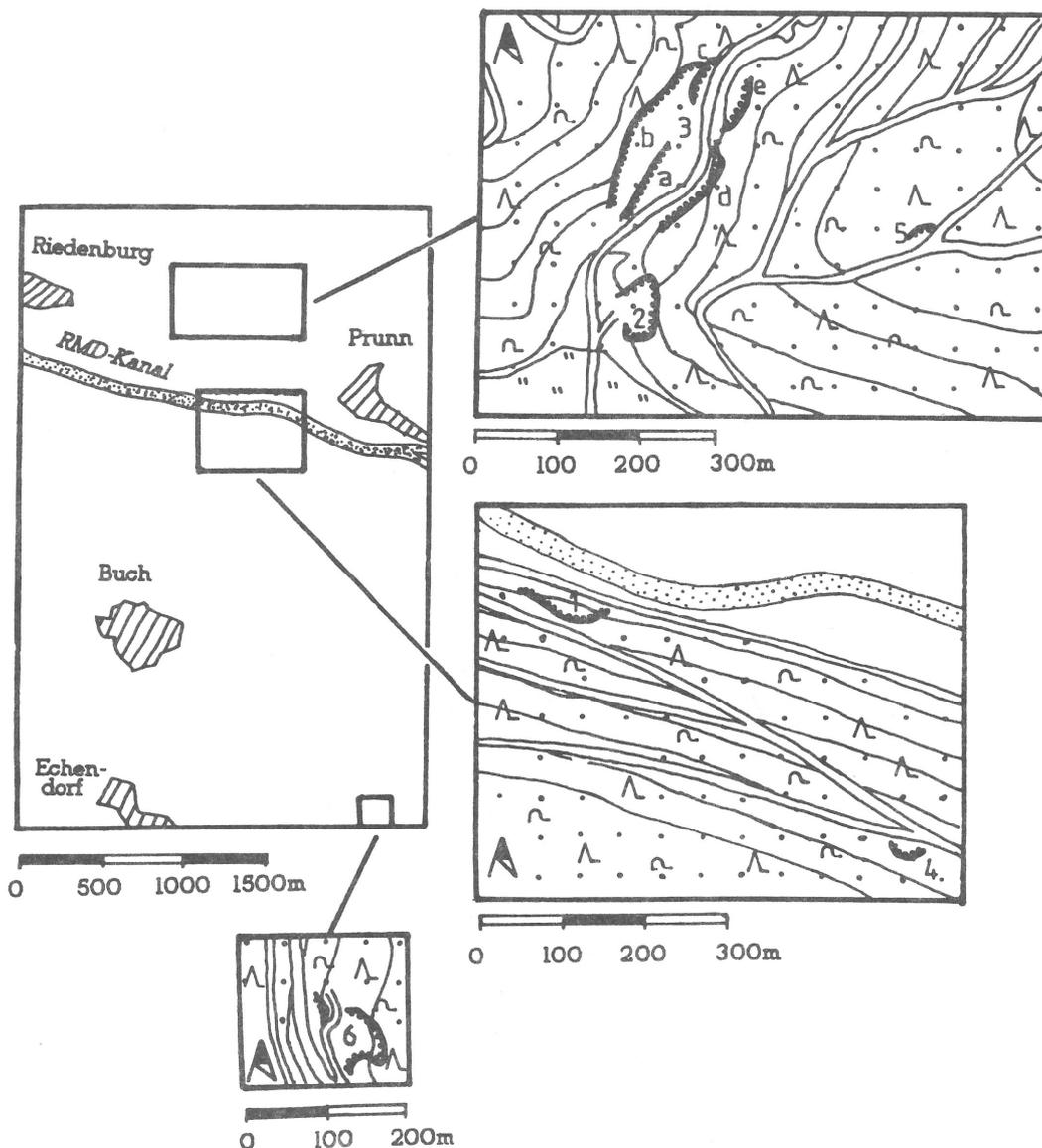


Abb. 3: Überblick über die Aufschlüsse des Arbeitsgebietes in Gesteinen des Jura.

Im Malm bildeten sich Riffe neben geschichteten Ablagerungen. Die Riffbereiche setzen sich aus Bioherm- und Biostrombereichen zusammen. Die biohermalen Bereiche zeigen sowohl Massenkalk, als auch zwiebelschalig aufgebaute Riffkuppeln. Zwischen den Riffzügen gelangten gebankte bzw. geschichtete Sedimente zur Ablagerung. Die großmaßstäbigen Sedimentationsräume werden „Schüsseln“ genannt. Diese stehen gelegentlich durch Kanäle miteinander in Verbindung, in denen gleichfalls geschichtetes Material sedimentiert wurde. Die Verzahnung beider Faziesbereiche kann in Form einer Übergangsfazies überliefert sein. Die Einheiten des Massenkalkes sind stellenweise durch Detritusgürtel, dem Kelheimer Kalk, begrenzt.

## **Riff-Fazies**

Die Riff-Fazies ist im e. und w. Drittel des Arbeitsgebietes anzutreffen. Während im E Massenkalk auftreten, wird die riffale Fazies im W durch Biostromkalk und – wenn auch nur spärlich – durch Riffkuppelkalk aufgebaut.

## **Massenkalk des Malm Delta bis Zeta**

Das Material des Riffzuges im E-Teil des Areal wird gemäß der von APPEL (1985) erweiterten Definition von BAUSCH (1963) als Massenkalk angesprochen. Massenkalk ist demnach nicht nur das weitgehend organisch gewachsene Riff, das aus feinkörnigem Kalk aufgebaut wird, sondern auch Gestein, das von RUTTE (1963) als chemisch-anorganischer Absatzkalk bezeichnet wird.

Als Hauptriffbildner werden Hydrozoen angesehen (BAUSCH 1963). Nach FAY (1976) handelt es sich allerdings bei den als Hydrozoen angesprochenen Organismen zum größten Teil um die Koralle *Microsalena*. Daneben fungierten Algen und Schwämme als Sedimentfänger. Makrofossilien sind selten.

Die steilen weißgrauen Felszinnen des Massenkalkes bei Prunn und w. von Einthal gehören zu den geologischen Besonderheiten des Altmühltales.

Das Erscheinungsbild wird durch plumpe Verwitterungsformen – daher die frühere Bezeichnung „Plumper Felsenkalk“ – und eine löchrig angewitterte Oberfläche bestimmt. Der auffallend weißgraue Farbeindruck wird durch eine Verwitterungsrinde hervorgerufen. Im frischen Anschlag kann man Farbwechsel dieses mikritischen Materials von einem käsigen Weiß über Honiggelb bis zu einem mittleren Braun feststellen. Marmorierungen, besonders von mittelbraunen und grauen Partien, sind häufig anzutreffen. Der Bruch dieses harten und spröden Gesteins ist splittrig. Oft bedingen kleinste Splitter, die auf den Bruchflächen hängen bleiben, ein leichtes Glitzern.

Nur am e. Hang des Bucher Tales treten Crinoidenstielglieder gehäuft auf. Diese Massenkalk-Variante kommt dem „Crinoidenkalk“ von RUTTE (1962: 19; – nicht zu verwechseln mit einer gleichnamigen Variante des Kelheimer Kalkes) nahe. Die Fazies ist typisch für Randbereiche der Riff-Fazies, in Annäherung an die Säume der Schichtfazies.

Chemische Absatzkalke, welche APPEL (1985) in die Massenkalkdefinition integrierte, sind nur im Aufschluß klar als solche anzusprechen. Nur hier ist jene typische Bankung zu beobachten. Handstücke zeigen keine auffälligen Besonderheiten. Dieser Kalksteintypus ist, neben der e. Gebietsgrenze, am Fußweg von Prunn nach Nußhausen zu finden. Die Schichtfugen sind nicht durchgehend verfolgbar. Die Bänke zeigen, mit abnehmender Entfernung zum Riff, die Tendenz einer Aufspaltung in kleinere Bänke, um dann plötzlich und regellos in ungebankte Felspartien überzugehen. So ergeben sich große Schwankungen in den Mächtigkeiten, die z. B. in Nähe der Prunner Felsen von 200 cm bis 5 cm reichen.

## **Biostromkalk des Malm Delta**

Biostromkalk sind im gesamten w. Bereich des Arbeitsgebietes, s. des Altmühltals anzutreffen. In der überwiegenden Mehrzahl der Fälle ist der Biostromkalk dolomitisiert. Der Ausdruck „Biostromkalk“ wird neu eingeführt. Er entspricht dem von STREITZ (1987) gebrauchten Begriff „Tafelbankiger Schwammkalk“.

Biostromkalk finden sich auf den Äckern n. und nw. Buch. Es lassen sich zwei Typen unterscheiden. Ein mikritischer, honigbrauner Kalkstein mit ruppigem Bruch ähnelt dem Massenkalk. Ohne scharfe Grenze geht dieser Typ in einen gelbbraunen Kalkstein über, der sowohl feinkörnig als auch spätig auftreten kann und dann dem von APPEL (1985) als „Zuckerkornkalk“ beschriebenen Kalktypus gleicht. Der Bruch ist ruppig und die Porosität hoch. Auftretende Adern und gelegentlich auftretende Kavernen sind mit grobspätigem, nicht selten glasklarem Kalzit verheilt. Seltener sind Hohlraumfüllungen von gelblich-weißen Dolomitsanden zu beobachten, was auf einen partiell hohen Dolomitgehalt hinweist. Fossilien treten nur sehr sporadisch auf. Zumeist sind es spätige Crinoidenreste.

Nur in den E-W streichenden Trockentälern, die ins Schambachtal führen, findet man dolomitisierte Biostromkalk in Form massiger Blöcke anstehend – auffälligerweise nur am steileren südexponierten Hang. An den weniger steilen, gegenüberliegenden Talflanken sind sie bestenfalls als Lesesteine auszumachen. Eine 2 – 4 m starke Bankung, wie sie w. des Arbeitsgebietes auftritt, war innerhalb desselben nicht festzustellen. Ein heute als Bauschuttplatz genutzter kleiner Ausbiß, 50 m w. der halben Wegstrecke Buch-Echendorf, zeigt den Dolomit in stark verwittertem Zustand.

## **Riffkuppelkalk des Malm Epsilon**

Riffkuppelkalk treten im Arbeitsgebiet immer dolomitisiert auf. Sie liegen nur als Lesesteine an der W-Grenze – nw. Punkt 457,4 – vor. Bis auf eine ockerbraune Färbung gibt es keinen lithologischen Unterschied zu den dolomitisierten Biostromkalken. Eine Trennung beider Einheiten war nur aufgrund eines Vergleichs mit den Befunden von KÖNIG (1989), aus dem w. Nachbargebiet, möglich. Während der Riffkuppelkalk die bekannten Riffkuppeln in und um Riedenburg aufbaut, bildet der Biostromkalk annähernd sölhliche Bänke.

## Schichtfazies

Die aufgeschlossenen Einheiten der Schichtfazies dokumentieren den Zeitraum vom unteren Malm Delta bis zum unteren Malm Zeta.

In den Bereichen zwischen den Riffen kamen schichtige Sedimente zur Ablagerung. Diese Bereiche können unregelmäßige bis annähernd runde Gebilde – „Schüsseln“ – von mehreren Kilometern Durchmesser, aber auch winzig sein. RUTTE (1981a) beschreibt Kleinstschüsseln von nur 1–2 m Durchmesser. In Verbindungsrinnen zwischen den größeren Schüsseln wurde gleichfalls geschichtetes Material sedimentiert. Solche Kanäle haben im Durchschnitt Breiten zwischen einigen Zehnermetern und 1–2 km. Korrelationen der Schichtverbände in verschiedenen Schüsseln sind gelegentlich möglich.

Die Schichtfazies verzahnt sich mit Riff- und mit Übergangsfazies. Ein abrupter Fazieswechsel im Bereich weniger Meter bis Zehnermeter kann die Folge sein.

## Malm Delta

Die ältesten im Arbeitsgebiet anstehenden Schichten gehören zum Malm Delta. Sie sind durch das Altmühltal, das Emmertal und die Prunner Leite umfangreich angeschnitten. Aufgelassene Steinbrüche im Emmertal (Aufschluß 2 und 3 a–e; vgl. Abb. 3) und am Fuße des s. Altmühltalanges – gegenüber dem Aushang des Emmertales (Aufschluß 1; Abb. 3) – gewähren Einblick in die Lagerungsverhältnisse.

Die Bankkalke weisen im Verband stark variierende Bankmächtigkeiten auf. Durch Nebenfugen können Bänke, mit durchschnittlichen Mächtigkeiten zwischen 40 und 100 cm, in viele kleinere Bänkchen aufspalten. Deren Mächtigkeit liegt zwischen 5 und 20 cm. In den obersten Partien des Malm Delta nimmt die durchschnittliche Bankmächtigkeit ab und erreicht höchstens 40 cm. Die Bankflächen sind in der Regel uneben.

Die Kalksteine sind von der Qualität des Treuchtlinger Marmors, unterscheiden sich von diesem aber durch einen weit geringeren Fossilinhalt (MÄUSER 1983).

Der typische im Kartiergebiet auftretende Kalkstein des Malm Delta zeigt hellbeige bis graue Farben. Das feinkörnige Gestein weist einen splittrigen, bisweilen rauen Bruch auf. Onkoide sind z. T. schon mit bloßem Auge zu erkennen. Kieselkonkretionen unterschiedlichster Form und Größe stellen ein weiteres Merkmal dar. Kleinere Hohlräume sind mit glasklarem Kalzit – oft sogar mit deutlich erkennbaren Kristallformen – gefüllt oder drusenartig zugewachsen.

Im Steinbruchkomplex des Emmertales (Aufschluß 2 und 3 a–e) sind diese Bankkalke an bis zu 30 m hohen, senkrechten Wänden aufgeschlossen.

Die unteren Partien des Malm Delta, in denen Fossilien stark zurücktreten oder ganz fehlen, sind gegenüber dem Ausgang des Emmertales am Fuße des s. Altmühltalanges (Aufschluß; vgl. Abb. 3) über 4–6 m aufgeschlossen.

In den Bankkalken treten vollkommen dolomitisierte Partien wahllos und nur kleinräumig auf. Der Übergang zu kalkigen Einheiten vollzieht sich allmählich, so daß exakte Abgrenzungen nicht möglich sind. Dolomitierte Bankkalke des Malm Delta haben eine etwas dunklere Farbtonung, auch beobachtet man einen Rückgang des Fossilinhaltes. Onkoide können nicht mehr beobachtet werden. Die Härte des Gesteins nimmt im Vergleich mit den Bankkalken zu.

Außerordentlich typisch sind die – stets regellos auftretenden – Kieselknollen. Von unterschiedlichster Größe, Form und Färbung kommen sie gleichermaßen in kalkigen wie dolomitierten Bänken des Malm Delta vor. Die Farben reichen im aufgeschlagenen Stück von Weiß über Hellgrau bis Schwarz. Kreidigweiße Rinden – Entkieselungserscheinungen (MÄUSER 1983) – sind häufig. Die knolligen bis wurzelförmigen Konkretionen erreichen Durchmesser zwischen 2 und 20 cm.

In allen Aufschlüssen im Malm Delta können zwar mehr oder weniger Konkretionen führende Bänke unterschieden werden, eine Regel für das Auftreten scheint es indes nicht zu geben.

Fossilien wurden überwiegend in den Abraumhalden des Steinbruchkomplexes im Emmertal geborgen. Als stärkste Fossilgruppe treten Brachiopoden – namentlich Rhynchonellen – auf. Einzelne Individuen sind häufig komplett und sehr gut überliefert. Im einzelnen wurden geborgen:

Brachiopoda: *Rhynchonella astieriana* (d'ORBIGNY)  
*Torquirhynchia speciosa* (MÜNSTER)

Cephalopoda: *Tarameliceras cf. pseudoflexosus* (HÖLDER)  
*Orthosphinctes vandelli* (CHOFFAT)  
*Orthosphinctes cf. roubyanus* (FONTANNES)  
*Haploceras sp.*  
*Aspidoceras acanthicum* (OPPEL)  
*Sutneria sp.*

Muscheln: *Pecten sp.*

Gastropoda: *Bathrotomaria jurensis* (HARTMANN)

Die Einheit des Malm Delta ist sehr monoton (vgl. Abb. 4). Es fehlen die Besonderheiten, die als Erkennungsmerkmal für bestimmte Bänke herangezogen werden könnten.

Die Grenzziehung Malm Delta gegen Epsilon erfolgte anhand von Lesesteinen. Die Gesamtmächtigkeit der Bankkalke des Malm Delta beträgt im Arbeitsgebiet über 65 m. Die Grenze zum Malm Epsilon ist im Bereich 430 m. NN. festzulegen.

## Malm Epsilon

Analog dem Malm Delta ist die Verbreitung der schichtigen Fazies des Malm Epsilon zwischen den Riffkörpern – an den Talhängen der Altmühl, des Emmertales und der Prunner Leite – verfolgbar.

Die Schichtfazies des Malm Epsilon wird in eine liegende Subeumela- und eine hangende Setatus-Zone untergliedert. Die Setatus-Zone unterscheidet sich von der Subeumela-Zone durch ihren auffälligen Gehalt an Verkieselungen. Aufgrund fehlender aussagekräftiger Aufschlüsse und Fossilien im Grenzbereich konnte im Arbeitsgebiet eine Unterscheidung nicht vorgenommen werden.

Die Subeumela-Zone kann nicht anstehend nachgewiesen werden. Lesesteine, die auf eine Bankung von 5–15 cm schließen lassen, zeigen einen rauhen, unebenen Bruch. Die grauen bis graubraunen, feinen bis mittelkörnigen Kalksteine zerfallen annähernd scherbüchsig. Die Bankflächen sind in den untersten Metern der Subeumela-Zone sehr uneben und unregelmäßig gestaltet. Der Übergang in plattiges Material mit deutlichen, zuweilen ebenen Schichtflächen erfolgt allmählich. Kieselkonkretionen wurden ebensowenig gefunden wie Hohlräume oder Fossilien.

Das Einsetzen der Setatus-Zone kann nicht genau festgestellt werden. Aus dem n. Nachbargebiet beschreibt MÄUSER (1983), am Kreuzweg vom Emmertaler Grund nach Hattenhofen, die erste – anstehende – Kieselbank 16 m über Top Delta. Am n. Hang des Altmühltals und an der Prunner Leite sind zwar olivgraue, homogene Kieselplatten oft weit herabgespült, aber nicht mehr zurückverfolgbar.

An beiden Altmühltalhängen existiert je ein Aufschluß, der Gesteine aus dem Bereich der Setatus-Zone zeigt. Der eine Aufschluß liegt am s. Talhang der Altmühl, an der Weggabel unterhalb Punkt 500,3 (Aufschluß 4; vgl. Abb. 3). Der andere Aufschluß (Aufschluß 5; vgl. Abb. 3) – am n. Hang – liegt an der letzten Weggabel vor der Kapelle bei Punkt 475,2.

Der Kalkstein der Setatus-Zone zeigt einen rauhen bis unebenen Bruch. Das mittelkörnige Gestein ist bergfeucht hell-ockerbraun bis grau, nach dem Trocknen gelblich-weiß bis hellgrau. Die Schichtdicken reichen von 1 cm bis 20 cm. Die Schichtflächen sind eben, aber nicht ganz glatt und von vereinzelt Mangandendriten und -punkten gezeichnet. Es fällt eine Feinlamellierung auf, die durch die Wechsellagerung von helleren mit dunkleren, weniger kalkigen Lagen betont wird. Das Gestein läßt sich schwer spalten. Mit dem Hammer sind bestenfalls 1–3 cm dünne Platten zu erhalten, die immer noch pro cm 10–20 Lamellen aufweisen.

Treten die Lamellen zurück, bestimmen dunklere, kräftig-ockerbraune Farben das Bild. Solche unlamellierten mm- bis cm-dicken Bänder wirken homogener als die lamellierten. Beim Zerschlagen fällt ein bituminöser Geruch auf. Im Grenzbereich zum Malm Zeta – gut zu sehen im oberen Randbereich von Aufschluß 4 (vgl. Abb. 3 und 5) – sind schwache Falten anzutreffen, die den „subaquatischen Rutschungen“ MÄUSERS (1984;10) entsprechen.

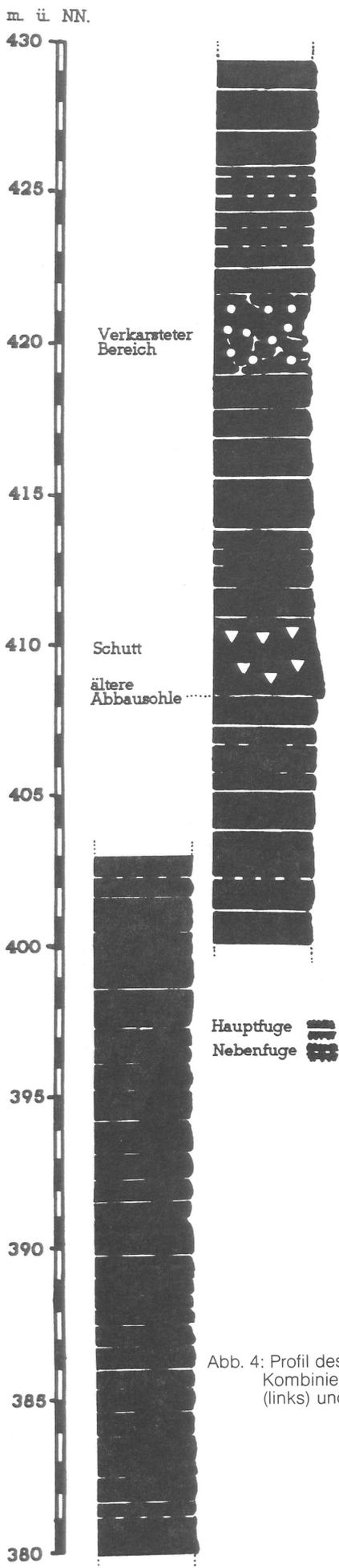


Abb. 4: Profil des Malm Delta. Kombiniert aus Aufschluß 2 (links) und 3 b (rechts).

Homogene, dunkelgraue Kiesellagen sind regellos in diesen Kalkstein eingelagert. Dicke und Häufigkeit nehmen mit zunehmender Höhenlage ab. Angewitterte Handstücke, die verkieselte Schichtglieder aufweisen, zeigen manchmal den Habitus von sogenannten „Sandwich-Platten“ des Malm Zeta.

Treten die Kiesellagen zurück, ist ein vermehrtes Auftreten von Mergelkalklagen zu verzeichnen. In Aufschluß 4 (vgl. Abb. 3) stehen sie, eingeschaltet in kalkige Schichten, an (vgl. Abb. 5).

Der Fossilreichtum kann partiell beträchtlich sein. In Aufschluß 4 (vgl. Abb. 3) wurden geborgen:

Fische: *Leptolepis knorri* (BLAINVILLE) – komplette Skelette und Skelettreste, fleischig erhaltene Teile und zahllose Schuppen.

Krebse: *Aeger sp.*

Cephalopoden: „Tintenfischgladius“ (nicht näher bestimmbar)  
Ammonitenbruchstücke (nicht näher bestimmbar)  
*Belemnitella sp.*

Koprolithen: *Lumbricaria*

Die „fleischige Erhaltung“, die MÄUSER (1984: 9) aus denselben Schichten, den sog. Fischschuppenschichten, erwähnt, sind als Indiz für euxinische Verhältnisse zu werten, wofür auch das Fehlen von Bodenbewohnern spricht. Dies läßt auf nur geringe Strömungen in der Prunner Bucht schließen.

Graubraune bis strahlend weiße Schillgesteine finden sich im 150 m langen Hohlweg, der am NW.-wärtigen Talhang der Prunner Leite die 470er Isohypse schneidet, im Schutt. Die beim Anschlag bituminös riechenden Gesteine enthalten Terebrateln, Rhynchonellen und Reste von Schwammskeletten. Sie erinnern damit an Kelheimer Kalke. Diese Gesteine können auch verkieselt sein.

Die Hangendgrenze des Malm Epsilon liegt zwischen 475–480 m NN, woraus sich eine Mächtigkeit des Malm Epsilon von 45–50 m errechnen läßt.

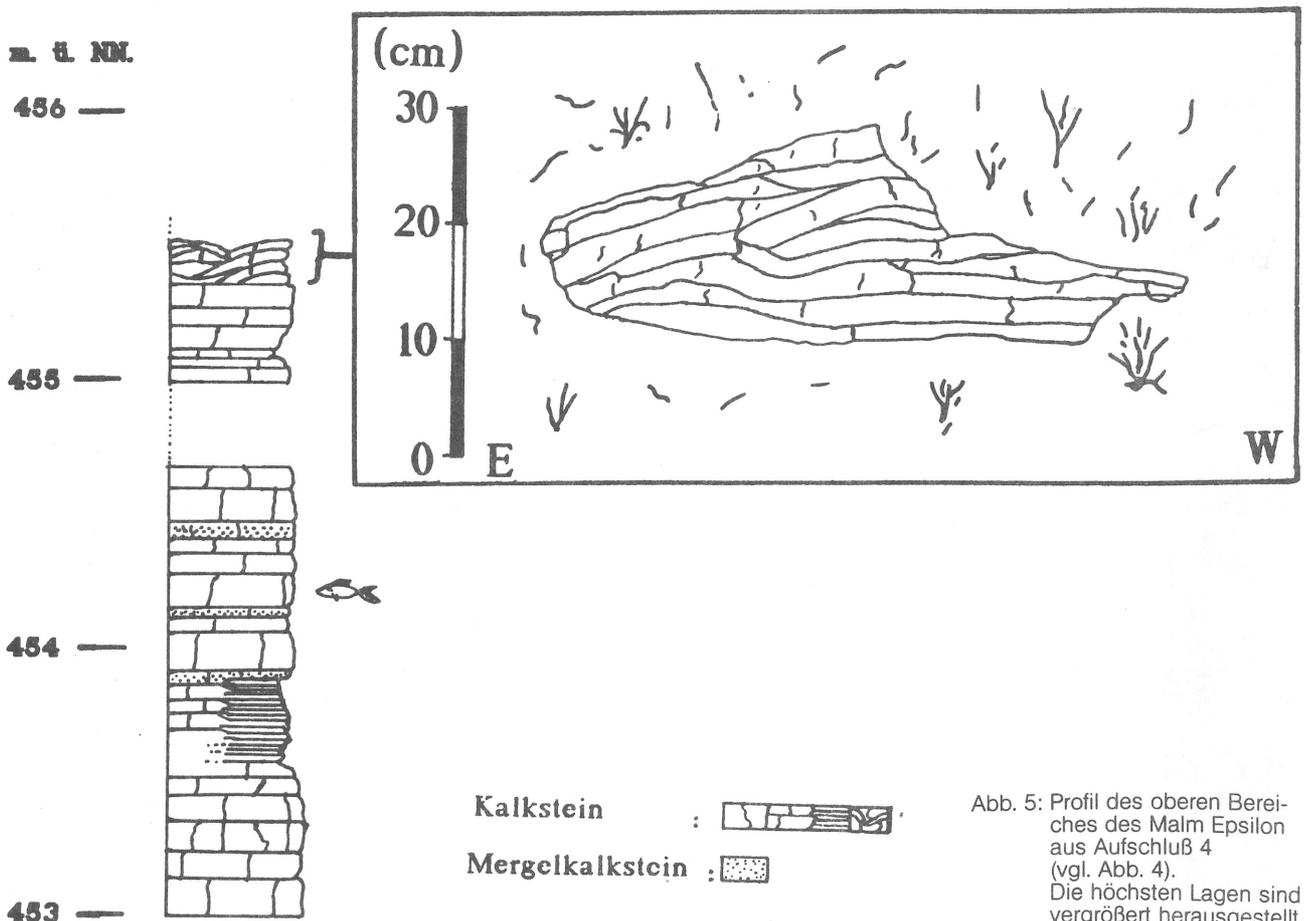


Abb. 5: Profil des oberen Bereiches des Malm Epsilon aus Aufschluß 4 (vgl. Abb. 4). Die höchsten Lagen sind vergrößert herausgestellt.

## Malm Zeta

Der Malm Zeta kommt im Arbeitsgebiet nur am oberen se. Talhang der Altmühl vor. Größere Brocken fallen in einer Hangdelle – 200 m ne. Punkt 500,3 – auf.

Es handelt sich um mikritisch dichte Kalksteine. Der Bruch ist muscheliger bis glatt. Abspritzende Splitter sind außerordentlich scharfkantig. Die Farbe ist einheitlich ockerbraun. Über die Lesesteine lassen sich Bankmächtigkeiten zwischen 3 und 20 cm erkennen. Einige Brocken zeigen an der angewitterten Außenseite eine latente Feinschichtung. Intern sind diese 1–3 mm dünnen Schichten nicht verfolgbar. Fäulen oder gar subaquatische Gleitfaltungen, wie des BRYLLA (1987) aus äquivalenten Gesteinen vom 3,7 km entfernten Mandlberg beschreibt, konnten an den Lesesteinen nicht nachgewiesen werden. Makroskopisch sind keine Fossilien erkennbar.

## Die Prunner Bucht

Deutlich ist entlang der Altmühl, zwischen dem Prunner Riffzug im E und dem Riedenburger Riffzug im W, ein Schichtfaziesbereich erkennbar: Die Morphologie ist weicher als im Riffbereich, die auffälligen Felsbastionen fehlen. BAUSCH (1963: 18) spricht von der „Prunner Bucht“. Es ist bislang nicht zufriedenstellend geklärt, ob es sich tatsächlich um einen Totarm der im N gelegenen Paintener Schüssel, oder um einen Verbindungskanal zur Schamhaupter Schüssel im SW handelt (vgl. MEYER 1977, MEYER & SCHMIDT-KALER 1984).

Der durch die Altmühl geschaffene Anschnitt der Schichtfazies gestattet Aussagen über Änderungen der lateralen Ausdehnung: Im Malm Delta liegt die Breite zwischen 2300 m im N und 1200 m im S. Dagegen liegen die Extremwerte im Malm Epsilon nur noch zwischen 1900 m im N und 700 m im S. Es erfolgte demnach eine Einengung des Ablagerungsraumes sowohl in W-E- als auch in N-S-Richtung.

Nach den geophysikalischen Untersuchungen und dem beobachteten Auftreten von riffalem Material ist mit einem Ausklingen der Prunner Bucht ne. von Echendorf zu rechnen. In der Karte fällt dort ein 400 m breiter „Engpaß“ zwischen dem dolomitisierten Biostromkalk im W und dem Massenkalk des Steinsberges im E auf. Im Einklang mit der dort festgestellten Abnahme der Überdeckung ergibt sich für den Bereich Malm Delta bis Beginn des oberen Malm Epsilon die Existenz eines nach S abgeschlossenen Schichtfaziesbereiches.

## Riffschutt-Fazies

Die Riffschutt-Fazies ist im Arbeitsgebiet in Form von Kelheimer Kalk und als „Übergangsfazies“ ausgebildet.

## Kelheimer Kalk

Dieser von RUTTE (1962) als Detritus-Sediment eingestufte Kalksteintyp begleitet als Schuttsaum die Massenkalksteine. Gelegentlich kann er kleinräumig auch in den Massenkalkkomplex eingeschaltet sein. Trümmer des

Riffkörpers, Reste seiner Bewohner und eingespültes Material bauen den Kelheimer Kalk auf.

Für alle angetroffenen Kelheimer Kalke ist ein oft extrem hoher Fossilinhalt und Massenkalk-Detritus charakteristisch. Hohlräume, meist auf herausgelöste Fossilien zurückzuführen, sind häufig anzutreffen. Ooide sind häufig. Tritt die Fossilführung zurück oder wird sie einseitig, so sind Verwechslungen mit Massenkalk möglich. Die Farben sind unterschiedlich und können von reinweiß über hellbraun bis graubraun reichen. Weiße Farben sind ein Zeichen für Verwitterung. Der Bruch ist rau bis uneben.

Das Alter der Kelheimer Kalke ist im Arbeitsgebiet nicht näher bestimmbar.

Ein aufgelassener Steinbruch in der SE-Ecke des Arbeitsgebietes, 600 m e. Pkt. 480,2 (Lokalität 6; vgl. Abb. 3), zeigt einen grobgebankten, massigen Kalkstein. Die Mächtigkeiten der unregelmäßigen Bänke schwanken im Dezimeterbereich. Das Gestein ist im erdfeuchten wie auch im trockenen Zustand leicht zu zertrümmern. Crinoiden und besonders Korallen sind in diesem Kalk überliefert. Dieser Kalksteintypus ähnelt dem „Crinoidenkalk“ von RUTTE (1962; 31).

Ein weiterer Typus des Kelheimer Kalkes läßt sich 500 m w. von Punkt 480,2 – am SE-Rand des Gebietes – finden. Blöcke bis zu 50 cm Durchmesser findet man am Rand von Feldern, auf Lesesteinhaufen. Bei diesen Lesesteinen treten weiße bis weißgraue, sehr poröse Verwitterungsrinden auf. Ooide sind in den Zwickeln von Riffschuttbestandteilen anzutreffen. An diesen Kontakten, die wie ein Netzwerk des Gestein durchziehen und auch kavernenartig erweitert sein können, ist bisweilen Brauneisen abgelagert. In erdfeuchtem Zustand ist das Gestein sehr weich. Trocken kann es im massiven Block gegen Hammerschläge sehr widerstandsfähig sein. Dieser Typ kommt der Beschreibung des Materials nahe, das von RUTTE (1981 b) als „Breistein“ bezeichnet wird. Die extrem häufigen Fossilien und deren Bruchstücke sind oft freigewittert und weisen auf ihren Oberflächen manchmal fein verteilte Manganpunktschichten auf. Es handelt sich, neben nicht näher unterscheidbarem Schill, um Echinodermen, Brachiopoden (*Terebratula insignis* Schübl., *Rhynchonella astieriana* d'Orb.), Muscheln und Schnecken (*Nerinea* sp.).

## Übergangsfazies

Zur Übergangsfazies werden jene Gesteine gerechnet, die in einem Faziesbereich, der zwischen Riff- und Schicht-Fazies vermittelt, entstanden sind und sich weder der Riff- noch der Schicht-Fazies zuordnen lassen.

Dieses massig wirkende Gestein findet sich nur im NW des Arbeitsgebietes und wird bereits von MÄUSER (1983) und STREITZ (1987) beschrieben. An der n. Talflanke des Altmühltals findet man in den oberen Bereichen grobe, unregelmäßige Dolomitblöcke mit löchriger Oberfläche. Sie reichen bis 300 m an das Emmertal heran. Am Hangfuß – am Parkplatz Liebesleite – treten dagegen regelmäßiger gebankte Ausbisse auf. Nach E verschwindet das Material nach wenigen Zehnermetern.

Das Gestein ist mittelkörnig. Der ruppige Bruch zeigt Farben zwischen blaugrau (in den tiefer liegenden Partien) und ocker (in den höher gelegenen). Die Farbänderung von blaugrau zu ocker ist auf einen zunehmenden Kalkgehalt zurückzuführen (MÄUSER 1983). Die blaugrauen Partien zeigen eine erhöhte Anzahl von Poren und Kavernen, die mit braunen, roten oder auch glasklaren Kalzitkristallrasen ausgekleidet sind. Durch häufige ockerbraune Einschaltungen erscheinen diese Dolomite inhomogener als die rein ockerfarbenen Varianten. Fossilfunde sind selten. Es wurden lediglich Echinodermereste gefunden, die offensichtlich in Partien überliefert wurden, die nicht von der sekundären Dolomitisierung erfaßt wurden. Alle übrigen, von MÄUSER (1983) und STREITZ (1987) für die Schlüssel-Verbindungs-Fazies des „Spekelsberger Kanals“ beschriebenen Charakteristika (z. B. zunehmende Schichtung in Annäherung an die Schichtfazies) konnten nicht registriert werden.

S. des Altmühltals ist es außerordentlich schwierig, die Übergangsfazies zu fassen. Bedingt durch den sekundären Dolomitierungsprozeß, dem auch das angrenzende Riff ausgesetzt war, sowie der von MÄUSER (1963) erwähnte kontinuierliche Übergang zur Schichtfazies, machen eine Abgrenzung schwierig. Entlang des Wanderweges 14 (Lintlhof-Einthal) findet man olivbaune bis hellockerbraune Dolomite. An der Gebietsgrenze im W steht man abrupt vor den imposanten Felsbildungen des dolomitierten Riffkuppelkalkes. Eine Bestätigung für die Anwesenheit der Übergangsfazies liefert der Fund von kieseligen Fossilgesteinen am Rand der Hochfläche (550 m e. des Punktes „Grbh.“).

### **Kieselige Fossilgesteine:**

Im Bereich der Übergangsfazies treten kieselige Fossilgesteine in Form von Lesesteinen auf. Sie finden sich normalerweise nur auf den Hochflächen, wo sie oft erheblich in die Lehmige Albüberdeckung einstreuen. Durch Abrutschen können solche Gesteine auch in tieferen Lagen vorkommen, wie z. B. im Verlaufe des Emmentales.

Während kieselige Fossilgesteine auf der Hochfläche n. des Altmühltals in großer Zahl vertreten sind, treten sie

s. des Altmühltals nur an zwei Stellen auf (am Rand der Hochfläche, 500 m e. der Westgrenze des Gebietes und – ortsfremd im Bereich des Massenkalkes – 400 m n. des Punktes 500,0).

Für sämtliche Fundstücke ist ein hoher Fossilreichtum, hohe Porosität und eine kieselige Matrix charakteristisch.

Die kieselige Matrix ist feinkörnig bis dicht. Wo sie ausreichend vorhanden ist, hat der Bruch einen matten Samtglanz. An Farben treten verschiedene Abstufungen von Grau-, Weiß-, Gelb- und Brauntönen auf.

Der Gehalt an Hohlräumen ist verantwortlich für die unterschiedliche Dichte der Gesteine. Innerhalb ein und desselben Handstückes können kompakte Bereiche in hochporöse, fast bröselige übergehen. Die kompakten Typen sind heller als die poröseren, da letztere für eisen- und manganhaltige Lösungen durchlässiger sind.

Der Fossilinhalt ist groß. Die Erhaltung der Fossilien, die als Steinkern oder als Hohlraum überliefert sind, ist exzellent. Neben den häufigen Muscheln (Spondylopeceten) und Brachiopoden (Terebrateln und Rhynchonellen) wurden vor allem Crinoidenstielglieder sowie Seeigel, deren Interambulakralplatten und Stacheln, geborgen.

Bestimmt wurden:

Brachiopoden: *Trigonella loricata* (SCHLOSSER)  
*Terebratula substriata*  
(SCHLOTHEIM)

Echinodermen: *Disaster granulosus* (GOLDFUSS)  
*Psephochinus sp. Hemicidaris sp.*

Da diese Gesteine nur in und auf Material gefunden wurden, das jünger als der Malm Delta ist, muß ein Alter aus dem Zeitraum Malm Epsilon/Zeta angenommen werden.

## Kreide

Hinweise auf ehemalige kretazische Sedimente konnten im Arbeitsgebiet bislang nicht nachgewiesen werden. Aus den Nachbargebieten (MÄUSER 1983, STREITZ 1987, KÖNIG 1989) werden silifizierter Kreidefossilien und Bruchstücke von Grünsandstein beschrieben, die in die Lehmige Albüberdeckung eingestreut sind.

Schutzfelschichten, wie sie MÄUSER (1983) aus den Karstschloten von Jachenhausen beschreibt, sind im Arbeitsgebiet nicht nachzuweisen. Die rötlichen Verfüllungen von Schloten, wie sie im Emmertal (Aufschluß 3b; vgl. Abb. 3) zu beobachten sind, kommen von Bodenbildungen.

## Tertiär: Obermiozän

### Süßwasserkalke

In der „Umgebung von Riedenburg“ erwähnt RUTTE (1981 a: 171) „mehrere Schneckenkalk-Vorkommen“, die er als Beweise für einen größeren Stillwassersee ansieht. APPEL (1985: 5) beschreibt „lakustrine Karbonate“, an deren Aufbau besonders Algen mitwirkten und die er, nach ANDRES (1951), auf ein flaches, unbewegtes Gewässer zurückführt.

Die Kalksteine – es handelt sich um zwei lithologisch voneinander unterscheidbare Typen – liegen, kleinräumig, am nw. Ortsrand von Echendorf. Sie sind bis 350 m w. der Ortschaft in wechselnder Dichte auf den Äckern anzutreffen. Maximal 100 m nach W und 50 m nach N kann das Material als ortsständig angesehen werden.

Bei Ausschachtungsarbeiten für eine Jauchegrube, an der letzten Scheune ne. des Ortes, kamen lockere, hellbraune bis weißlich-braune, kalkige Lockersedimente ans Tageslicht. Die hell-gelben Verwitterungslehme waren vermengt mit haselnußgroßen, weißlichen, kalkigen Knollen. Es handelt sich um Onkoide, die aus ihrem Verband herausgelöst wurden. Sie, sowie das kompakte Gestein, in Stücken bis zu Faustgröße, treten auf dem Acker n. und w. der Scheune auf. Der Aushub wurde auf die angrenzenden Äcker aufgekippt und im weiteren Umkreis verpflügt.

Die hellen Onkolithe weisen ein Größenspektrum der Onkoide von wenigen mm bis zu Haselnußgröße auf, selten bis zu Walnußgröße. Die Onkoide sind zumeist heller (hellgelb bis weißlich) als die mikritische Matrix und zeigen eine hauchdünne schwarze Kruste. Die Matrix kann auch mittelgraue Töne annehmen.

Die Lesesteine des zweiten Typs zeigen einen verhältnismäßig dichten mikritischen Kalk. Onkoide treten nur noch selten und dann kleindimensioniert auf. Der glatte Bruch hat hell- bis mittelgraue Farben, nicht selten ist darauf ein matter, fast speckiger Glanz zu registrieren.

Schnecken liegen als meist schlecht bestimmbare Steinkerne vor. Zwei Gattungen konnten unterschieden

werden. Nach Auskunft von Dr. Geyer kann es sich um *Bradybaena* sp. und *Euomphalia* sp. handeln. Die Bildungszeit der Süßwasserkalke fällt somit in das Obermiozän. Die Frage, ob die Süßwasserkalke älter oder jünger als die Lehmige Albüberdeckung und die Alemonite sind, ist nicht zu beantworten.

### Die Spuren des Ries-Ereignisses

Die Spuren der Kollision der Erde vor 14,6 Mio. Jahren mit einem Meteoritenschwarm, dem auch der Rieseneisenmeteorit angehörte, sind zwischen Schwaben und der Ukraine noch heute zu erkennen. (RUTTE 1987).

## Alemonite

Alemonite werden von RUTTE (1972: 214) als ein „dem Suevit ähnliches Impact-Gestein“ gedeutet. Es handelt sich um verkieselte Gesteine mit über 98 % SiO<sub>2</sub>-Gehalt (RUTTE 1974). Als Ausgangsgesteine werden auf der Südlichen Frankenalb Kalksteine des Malm, Grünsandsteine der Kreide und tertiäre Süßwasserkalke betrachtet, die in Folge des Riesereignisses chemisch und mechanisch stark verändert wurden (RUTTE 1987).

(s. Tabelle 2; nächste Seite)

Die an die Lehmige Albüberdeckung gebundenen Alemonite zeigen ein großes Spektrum von Größen und Ausbildungen. Die Größen reichen von 2 – 5 cm bis zu 25 cm im Durchmesser. Zumeist handelt es sich um knollige Brocken von unregelmäßigem Äußeren. Daneben können plattige Varianten vorkommen. Fossilien wurden bei keiner Gruppe gefunden.

ROOS (1976) unterschied über 30 verschiedene Ausbildungsformen, die er in 6 Gruppen zusammenfaßte. Für das Arbeitsgebiet meldet er die Varietätengruppen Q<sub>p</sub> – „makroskopisch überwiegend unstrukturiert, homogen, opalartig (Lesesteine oft plattig, bankig, kantig)“ – und Q<sub>u</sub> – „Brekziengrenzen unscharf, z. T. schlierig.“

Vertreter der Gruppe Q<sub>u</sub> konnten nicht bestätigt werden. Dagegen wurden Alemonite gefunden, die den Beschreibungen der Gruppen Q<sub>b</sub> – „brekziös“ – nahe kommen. Zwei Alemonitypen werden der Gruppe Q<sub>m</sub> – „polymikt“ – zugeordnet.

Die unterschiedlich großen Brekzienkomponenten der Gruppe Q<sub>b</sub> sind im Durchmesser meist kleiner als 1 cm. Die knolligen brekziösen und porösen Lesesteine zeigen auffällig oft rötliche Farben neben den häufigeren grauen bis braunen Tönen.

Im Gelände wurden 5 Alemonitypen unterschieden, die zur Gruppe Q<sub>p</sub> gestellt werden können. Da ROOS (1976) diese Gruppe nicht weiter unterteilt, wurden eigene Typenbezeichnungen – Q<sub>p1</sub> bis Q<sub>p5</sub> – eingeführt. Sehr oft sind schaumig-poröse Rindenausbildungen festzustellen, die auf sekundäre Desilifikationsprozesse zurückzuführen sind (ROOS 1976). Tabelle 1 faßt die Eigenschaften dieser Varietäten zusammen.

	Q <sub>P1</sub>	Q <sub>P2</sub>	Q <sub>P3</sub>	Q <sub>P4</sub>	Q <sub>P5</sub> („Baiersdorfer Platten“)
<b>Äußeres</b>	plattig oder klobig; mit schwarzer Rinde; kugelig.	knollig.	völlig unregelmäßig.	klobig, luckig.	plattig; 0,5–5 cm dick
<b>Besondere Verwitterungsformen</b>	keine.	herausskulpturierte, mittelbraune, konzentrische Ringstrukturen	tiefgreifende Desilifizierung	keine.	keine
<b>Rinde</b>	kann fehlen; wenn vorhanden, dann: a) weiß; porös; oder: b) matt-schwarz aus Fe- u. Mn-Oxiden aufgebaut; bis 7 mm dick.	gelb; schaumig-porös; rostbraune Brauneisen-intrudierungen.	gelblich-beige; schaumig-porös; rostbraun und schwarz gefärbte Rindenabschnitte durch Fe- und Mn-führende Lösungen.	fehlt.	fehlt.
<b>Kern</b>	dunkles gelbbraun; in Rindennähe gelb; scharfe Grenze Kern/Rinde	gelbbraun; Ringstrukturen im Kern weiterverfolgbar; keine scharfe Grenze Kern/Rinde.	dunkel- bis hellgrau; keine scharfe Kern/Rinde.	allmählicher Farbwechsel von mittelgrau (innen) nach weiß (außen)	dunkelgrau bis braungrau; Feinschichtung im mm-Maßstab
<b>Bruch</b>	meist rau; seltener glatt.	rau; fühlt sich z. T. sandig an.	muscheliger.	rau.	rau bis muscheliger.
<b>Porosität</b>	gering.	gering; kann in Rindennähe zunehmen.	hoch.	hoch; häufig ovale, bis 5 mm lange Poren.	keine.

Tab. 1: Merkmale neuer Varietäten innerhalb der Varietätengruppe Q<sub>P</sub> (nach ROOS 1976).

	Q <sub>mA</sub>	Q <sub>mB</sub>
<b>Äußeres</b>	unregelmäßig klobig; mit schwarzer Rinde; rundlich bis plattig.	unregelmäßig kantig.
<b>Besondere Verwitterungsformen</b>	keine	keine
<b>Rinde</b>	kann fehlen; wenn vorhanden, dann: a) weiß; porös; bis 2 mm dick oder: b) matt-schwarz; aus Fe- und Mn-Oxiden aufgebaut; maximal 1 mm dick.	fehlt.
<b>Kern</b>	scharfe Grenze Kern/Rinde; Matrix graubraun bis gelbbraun; in Rindennähe gelb.	grau, nach außen hin aufhellend.
<b>Ein-sprenglinge</b>	silikatisch; hellgrau bis weiß; runder oder ovaler Querschnitt; bis 3 mm lang; Konturen verschwimmen mit Matrix; richtungslos verteilt.	silikatisch; dunkelgrau; ovaler Querschnitt; kürzer als 3 mm; Konturen scharf von Matrix abgesetzt; Einregelung erkennbar.
<b>Bruch</b>	rau und uneben.	glatt.
<b>Porosität</b>	gering.	gering; gelegentlich auftretende Kavernen mit Brauneisen ausgekleidet.

Tab. 2: Merkmale neuer Varietäten innerhalb der Varietätengruppe Q<sub>m</sub> (nach ROOS 1976)

## **Lehmige Albüberdeckung**

Der größte Teil der Hochflächen beiderseits der Altmühl wird von der Lehmigen Albüberdeckung eingenommen. Die Lehmige Albüberdeckung ist nach RUTTE (1987) intensiv verwitterter Impaktstaub. Über die niemals fehlenden Alemonite wurde das obermiozäne Alter ermittelt (RUTTE 1974).

Gewöhnlich handelt es sich um schwere, tiefbraune Lehme, in die immer Alemonite eingestreut sind. Häufig weisen staunasse Böden auf die Anwesenheit der Lehmigen Albüberdeckung hin. Im trockenen Zustand verbacken die Bodenschollen und werden hart. Dort, wo die Lehmige Albüberdeckung ohne nennenswerte Beimischung von Löß vorliegt, wird heutzutage vornehmlich Mais angebaut.

Die Lehmige Albüberdeckung bedeckt im Arbeitsgebiet mehr als 50 % der kartierten Fläche. Als weiches Decksediment gleicht sie vormalige Reliefunterschiede aus. Große Mächtigkeitsschwankungen sind die Folge. Über den Gesteinen der Riff- bzw. Riffschuttfazies kann die Lehmige Albüberdeckung ganz fehlen oder sie zeigt Mächtigkeiten bis höchstens 9 m. Über den weichen Schichten der Prunner Bucht werden dagegen Mächtigkeiten bis 25 m erreicht.

Zwischen Baiersdorf und Keilsdorf stellte BINSTAINER (1985) Mächtigkeitswerte von 15–25 m fest. Auch aus den übrigen benachbarten Gebieten werden – in den genannten Faziesbereichen – vergleichbare Werte gemeldet (MÄUSER 1983, BRYLLA 1987, STREITZ 1987, KÖNIG 1989).

## **Pliozän**

### **Flußgeschichte**

Der Beginn der Flußgeschichte der Altmühl donau wird ans Ende des Altpliozäns gelegt (RUTTE 1987). Er steht in engem Zusammenhang mit der Arvernensiszeit. Dieser Begriff bezeichnet einen rund 2 Millionen Jahre währenden Zeitraum, der vom Jungpliozän – über die Zeitgrenze zum Quartär hinweg – bis ins Ältestpleistozän hinein definiert ist (RUTTE 1987).

In diesem Zeitraum fließt die Altmühl donau in einem rund 150 m über dem gegenwärtigen Talniveau liegenden Bett. Der bis 250 m breite Talgrund im Bereich des Arbeitsgebietes läßt grobe Vorstellungen über die ehemalige Breite des Altmühl donau-Tales zu. Die Flußgeschichte im Jungpliozän ist im Arbeitsgebiet nicht dokumentiert. Die Schottervorkommen wurden im Bereich der Prunner Bucht, zusammen mit den unterlagernden, relativ weichen Schichten des Malm, rasch erodiert.

## **Quartär: Pleistozän**

### **Flußgeschichte**

Im Ältestpleistozän schneidet sich die Altmühl donau rund 150 m tief ein. Es entstehen die heutige Form und Tiefe des Tales.

Schotterterrassen, die die verschiedenen Eintiefungsstadien der Altmühl donau dokumentieren und von BINDER (1983) flußabwärts – im Talabschnitt um Altessing – beschrieben werden, fehlen im Arbeitsgebiet.

Die Anlage des Tales läßt sich eindeutig auf tektonische Vorgaben zurückführen. Der vom Kartiergebiet erfaßte Talabschnitt verläuft WNW nach ESE (rund 120°). Diese Richtung wurde auch bei Kluftrichtungen als bestimmend erkannt. Der Querschnitt des Tales ist dagegen vom jeweils durchschnittlichen Gestein bestimmt. Weisen im Massenkalk, an der E-Grenze des Gebietes, beide Talflanken gleiche Neigungswinkel (rund 30°) auf, so ist der Querschnitt im Bereich der Schichten der Prunner Bucht asymmetrisch. Die Hangneigung von rund 20° der n. und 25° der s. Talflanke ist auf ein schwaches Einfallen der Schichten der Prunner Bucht nach S zurückzuführen.

Die mittelpleistozänen Talsohleschotter sind die letzten Zeugnisse der Altmühl donau. Da die Arbeiten zum RMD-Kanal innerhalb der Grenzen des Arbeitsgebietes abgeschlossen sind, bestand keine Möglichkeit, Proben zu entnehmen. Die Bohrunterlagen gestatten keine Aussagen über die Zusammensetzung der Schotter. Untersuchungen von BINDER (1983) und KÖNIG (1989) – während der Kanalbauarbeiten bei Altessing bzw. Riedenburg – zeigen eine Dominanz alpiner gegenüber fränkischen Komponenten. Das Verhältnis liegt bei rund 3 : 1 zugunsten der alpinen Schotterkomponenten. Die Aufschlußbohrungen im Talgrund zeigen zwischen den Extremwerten 354 m NN. und 346 m NN. (Durchschnittswert: 349 m NN) die Obergrenzen von als „Flußschotter“ oder sogar „Donauflußschotter“ bezeichneten Schottervorkommen.

Die Altmühlschotter stellen die jüngsten Schotter des Kartiergebietes dar. Seit Ende des Mittelpleistozäns benutzt die Altmühl das breite Bett der Altmühl donau. Die Zufuhr alpiner Materials brach damit ab. Da die Altmühl sich nicht mehr in den Untergrund einschnitt, sondern akkumulierte, lagern die Altmühlschotter über den Talsohleschottern (TILLMANN 1980, BINDER 1983).

## **Löß und Lößlehm**

Löß ist auf den Hochflächen als mehr oder weniger dünner Schleier allgegenwärtig. Im Kartiergebiet ist der Löß heute weitestgehend entkalkt und liegt als Lößlehm vor. Lößschnecken wurden nicht gefunden.

Lößlehm tritt an e. und se. orientierten flachen Hangpartien von Senken auf. Typisch sind hellbraune bis gelbbraune Farben sowie das Fehlen von Alemoniten und anderen Gesteinskomponenten. Der Lößlehm ist locker und körnig. Er behält diese Eigenschaft auch nach länger anhaltender Feuchtigkeit.

Als Folge der langen landwirtschaftlichen Nutzung der Hochflächen ist Lößlehm oft mit Lehmiger Albüberdeckung vermischt. Eine Unterscheidung ist dann sehr schwer.

Zwei größere Lößlehmvorkommen liegen 150 m se. und 700 m n. Buch, zwei kleinere 400 m sw. und 500 m sse. der Ortschaft.

## Flugsande

Als Ablagerungen jungpleistozäner W-Winde ist auf den gesamten Äckern der flachgeneigten Talbereiche n. des RMD-Kanals ein dünner Sandschleier anzutreffen. Hangaufwärts sind die Sande zum größten Teil mit Hangschutt und Abschlammungen vermischt. Nur zwischen dem Ausgang des Emmertals und Prunn finden sich gelegentlich Sandanhäufungen von mehreren cm Mächtigkeit. Größere Flugsandvorkommen, wie sie BINDER (1983) s. der Altmühl beschreibt, sind nicht vorhanden.

## Karsterscheinungen

Eindrucksvolle Zeugnisse der Verkarstung sind die großen Trockentalsysteme. Weder Emmertal noch Bucher Tal haben einen oberirdischen Wasserabfluß. Nach dem Vergleich von Talverlaufsanalysen, Luftbildauswertung, Klufmessungen und auch nach geophysikalischen Messungen (VLF-Methode) ist ein ausgeprägtes, tiefgreifendes System von erweiterten Klüften im Untergrund für Richtung wie Tiefgang verantwortlich zu machen. Nur episodisch, nach ungewöhnlich langanhaltenden Regenperioden, sind die unterirdischen Abflußwege so überlastet, daß auch oberirdisch die Wassermassen dem Vorfluter (der Altmühl) zugeführt werden. 1986 geschah dies zuletzt am Ausgang des Bucher Tales. Am Ortseingang von Einthal zeugen die neu angelegte Teerdecke und Straßenrandverstärkung von der Gewalt und den Ausmaßen solcher Vorgänge.

Höhlen können im Arbeitsgebiet in verschiedenen Niveaus angetroffen werden. Sie wurden nur in den Bankkalken des Malm Delta und im Massenkalk festgestellt.

An den Hängen des Massenkalks – am s. Altmühltalhang, von einem Fußpfad aus, der ne. hinter der Lohspitze vom Wanderweg 14 a abzweigt, gut zu beobachten – sind 12 kleinere Höhleneingänge zwischen 310 und 320 m NN. (= 60 bis 70 m über dem Talboden) auszumachen. Die Eingänge erreichen höchstens 40–50 cm im Durchmesser.

In Bankkalken des unteren Malm Delta liegen am s. Altmühltalhang, gegenüber dem Ausgang des Emmertales (Aufschluß 1; vgl. Abb. 3), drei kleine Höhleneingänge auf einem Niveau von 370 m NN. (= 20 m über Talboden). Ihr Durchmesser schwankt zwischen 30 und 40 cm. Mehr Höhleneingänge zeigen die höheren Bereiche der Delta-Bankkalken in der hinteren Steinbruchwand im Emmertal (Aufschluß 3 b; vgl. Abb. 3). Um 425 m NN. (= 75 m über Talboden) wurden acht und um 415 m NN. (= 65 m über Talboden) zwei Höhleneingänge registriert. Der südliche der beiden letztgenannten Eingänge markiert den Eingang zu einer Höhle, deren Ausmaße 1987 von seinem Entdecker (Herrn M.-P. Schmalz) mit dem Großen Schulerloch verglichen werden. Der Eingang liegt 10–15 m über der Abbausohle und kann nur durch Abseilen von oben erreicht werden. Die Höhle ist angeblich dreigliedert und erstreckt sich offenbar schräg von der Steinbruchwand weg nach NW. Vermessungsergebnisse liegen zur Zeit nicht vor.

Nach Schätzungen weist die eine der Höhlen eine Längenerstreckung von 40 m, eine Breite von maximal 7–8 m und eine durchschnittliche Höhe von 2,5–3 m auf. Die andere Höhleneinheit wird auf 100 m Länge geschätzt, ihre maximale Breite auf 15 m und ihre mittlere Höhe auf 8 m. Von beiden Höhlen ziehen Spalten nach oben, so daß ihre Höhe größer angenommen werden sollte. Eine dritte Teilhöhle ist lediglich durch einen schmalen Spalt einsehbar. Schätzungen über ihre Ausdehnung liegen nicht vor. Die Begehung wird als gefährlich beschrieben, da durch den Einsatz von Dynamit während des Abbaus von Delta-Kalkstein die Gesteinsverbände und Tropfsteine gelockert wurden. Die Höhle steht heute unter Naturschutz.

Neben Höhlen bietet die hintere Steinbruchwand im Emmertal (Aufschluß 3 b; vgl. Abb. 3) auch Hinweise auf ehemalige Karstwasserstockwerke. Auffällig ist ein (unerreichbarer), bis zu 6 m mächtiger, gelb-roter, außerordentlicher löchriger Horizont im oberen Viertel der Wand (vgl. Abb. 12). Mit 420 m NN. (= 70 m über Talboden) befindet er sich in einem Niveau, in welchem im Massenkalk Höhlen vorgefunden werden. Der Horizont findet bereits bei MÄUSER (1983) Erwähnung. Herabgestürztes Gestein aus diesem Horizont zeigt einen weißen, intensiv ausgelaugten durchlöcherter Kalkstein. Oft sind die Hohlräume mit spätigem oder strahligem, klarem Calcit zugewachsen.

Auch die einzigen Beispiele für Karstschlotten im Kartiergebiet sind im Emmertal zu finden. Am n. oberen Rand der hinteren Steinbruchwand (Aufschluß 3 b; vgl. Abb. 3), in 425 m NN., sind drei Karstschlotten angeschnitten. Ihre Durchmesser liegen zwischen 1 und 1,5 m. Sie sind mit rötlichen und gelblichen Tönen verfüllt und reichen bis zum löchrigen Horizont hinab. Die beiden s. Schlotten stehen miteinander in Verbindung.

Alle Dolinen des Arbeitsgebietes kommen s. der Altmühl vor. Es wurden elf Stück gezählt, von denen neun in Massenkalken anzutreffen sind. Je eine Doline findet sich im Bereich der Biostromkalke und der Übergangsfazies.

Die Bindung an tektonische Ursachen belegt eine Doline im Bereich der Übergangsfazies – am Wanderweg 14, 700 m e. der Straße Buch-Lintlhof (r: 4479075; h: 5423900). Diese Doline setzt sich aus drei Teildolinen zusammen. Diese steigen treppenstufenartig, vom Wanderweg 14 aus, den Hang nach oben. Der Höhenunterschied von einer Stufe, bzw. Teildoline, zur nächsten beträgt 2 m. Die Längsachse durch alle drei Teildolinen läßt auf ein N-S-streichendes Klufsystem schließen.

Die vier größten Dolinen liegen im Bereich der Massenkalken, im Tiefsten des Bucher Tales – e. des Jägerbukels. Sie weisen Durchmesser zwischen 8 und 10 m auf. Ihre Tiefe liegt bei 3–4 m.

Die einzige Doline im Bereich der Biostromkalke, mit einem Durchmesser von 4 m und einer Tiefe von 1,5 m, liegt in der Senke e. der Straße Buch-Echendorf. Ein einsamer Baum zeigt ihre Lage schon von weitem an.

## **Holozän**

### **Quellen**

Innerhalb des Kartiergebietes existieren zwei Quellen, die Prunner und die Riemhofer Quelle. Die Prunner Quelle, hinter der Kirche zu Prunn, ist gefaßt. Die Riemhofer Quelle befindet sich an der E-Grenze des Gebietes (r: 4480450; h: 5423925). Sie liegt nach dem Kanalausbau auf gleichem Niveau wie der RMD Kanal. Beide Quellen werden nicht mehr genutzt.

Die Prunner Quelle fand schon bei den Untersuchungen APELS (1971) Beachtung. Sie wurde im Rahmen der „Kluftquellen aus Massenfazies“ (APEL 1971: 290) erwähnt. Die Quellschüttung wurde mit ca. 350 l/s gemessen (die zweitstärkste Schüttungsrate in APELS Untersuchungsgebiet). Die Quelle spendet Tiefenkarstwasser, was anhand von Tritiummessungen belegt wurde. Im Jahresmittel schwankte die Wassertemperatur im Zeitraum von März 1968 bis Februar 1970 zwischen 9° C und 10° C. Eigene Messungen ergaben im Dezember 1987 9,2° C.

Färbeversuche ergaben, daß das Einzugsgebiet bis nach Hemau (in 15 km Entfernung) reicht. Die Fließgeschwindigkeiten lagen, je nach Tracer, zwischen 118 und 154 m/h. Übereinstimmend mit APEL (1971) wurde die Beobachtung gemacht, daß nach heftigeren Regenfällen sowohl eine starke Trübung wie auch gesteigerte Schüttung registriert werden konnte; sie klingen nach 2–3 Tagen merklich ab. Dies deckt sich mit den Untersuchungen von SEILER et al. (1987). Danach liegt der Anteil des kurzfristigen Grundwassers (= Grundwasser mit nur wenigen Tagen Verweildauer im Karstsystem) bei der Prunner Quelle bis 3 Tage nach Niederschlagsereignissen bei über 75 %

Auf der Hochfläche, s. Buch, findet sich ein natürlicher Wasseraustritt, ein „Wasserloch“, das auf der TK 7036 als „Qu“ bezeichnet wird. Sein Durchmesser beträgt 5 m. Der Wasserspiegel des im Tiefsten einer Senke liegenden Loches ist mit dem Oberflächenwasserspiegel der Hochfläche identisch. Staunasser Boden in der Umgebung zeigt einen nicht viel tiefer liegenden wasserstauenden Horizont an. Als Stauer kommt nur die Lehmmige Albüberdeckung in Frage. Es existiert keine beobachtbarer Zu- oder Ablauf.

### **Hangschutt und Abschlammungen**

Hangschutt ist an allen Abhängen, unabhängig vom Neigungswinkel, anzutreffen. Hangschutt beinhaltet Gesteinskomponenten, die mit abgeschwemmtem Bodenmaterial vermischt sind. Das Größenspektrum reicht von nußgroßen Steinchen bis zu Blöcken von Kubikmetermaßen. Der Hangschutt neigt zur ständigen Bewegung. Gelegentlich zu beobachtender Säbelwuchs an Bäumen beweist dies ebenso wie die Bildung von Schuttfüßen. Einen sehr deutlich ausgeprägten Schuttfuß zeigt das ackerbaulich genutzte Ufer der Altmühl.

Abschlammungen stellen ein abgospültes Gemenge von unterschiedlichen Feinmaterialien dar. Besonders oft treten von der Hochfläche der Altmühlalb abge-

schwemmte Lehmfraktionen auf. Festgesteine von kaum Handstückgröße „schwimmen“ (STREITZ 1987:66) in dieser Masse. Eine Vermischung von Hangschutt mit Abschlammungen ist allerorten offensichtlich.

### **Alluvionen, Kolluvionen, Schuttfächer und Auelehm**

Alluvionen und Auelehm treten nur entlang der Altmühl bzw. dem RMD-Kanal auf. Durch die Kanalbaumaßnahmen sind die Vorkommen zurückgedrängt worden. Der dunkle, schwere Auelehm tritt, mit mehr oder weniger gut gerundeten Jurakalkstücken vermischt, zwischen der neuen Schnellstraße Riedenburg-Prunn und dem Kanal auf. Er kann nur noch in einzelnen Bohrungen des Kanalausbaus angesprochen werden.

Kolluvionen sind auf den Verlauf der Trockentäler beschränkt. Ihr Bild wird von den jeweils zusammengespülten Lockersedimenten bestimmt, kann also je nach Anstehendem variieren. Lößlehm und Lehmmige Albüberdeckung sind dominant. Schmelzwasser und episodische Wasserläufe verfrachten die Kolluvionen bis vor den Ausgang der Trockentäler. Es werden Schuttfächer gebildet.

### **Künstliche Aufschüttungen**

Künstliche Aufschüttungen prägen, entlang dem RMD-Kanal, den gesamten Altmühltalabschnitt des Arbeitsgebietes. Das s. Ufer des Kanals ist bis an den Talhang künstlich umgestaltet worden. Im Bereich der Ortschaften sind künstliche Aufschüttungen im Zuge baulicher Tätigkeiten nicht selten. Als Beispiel sei der Sportplatz von Buch genannt.

Eine ganz besondere Form der künstlichen Aufschüttung bilden Raine. Sie sind z. T. auf der TK 3036 Riedenburg eingezeichnet. Die Raine sind nur auf der Hochfläche um Buch und Echendorf anzutreffen. Sie konzentrieren sich auf die von Erosion bedrohten Anfänge der Trockentäler, die ins Schambachtal führen. Die Raine können sowohl hangparallel, als auch senkrecht zur Tallängsachse verlaufen. Diese alte ackerbauliche Technik verhindert bis heute wirkungsvoll die Abschwemmung der nutzbaren Krume.

### **Das Wirken des Menschen**

#### **Steinwerkzeuge**

Älteste Spuren menschlichen Wirkens kann man auf den Feldern in der ne. Ecke des Arbeitsgebietes finden. Es handelt sich um Bruchstücke oder auch Produktionsabfall von Steinwerkzeugen, die dem jungpleistozänen Neandertaler zuzuschreiben sind (RUTTE 1987). Als Werkstoffe dienten die in der Lehmmigen Albüberdeckung reichlich vorhandenen gelb-braunen Aemonite und grauen Hornsteine, die sogenannten Baiersdorfer Platten (Aemonite des Typs Qp1 und Qp5, vgl. Tab. 1). Als Bezugsquelle des Rohmaterials kommt der 1 km vom Fundort entfernte Hornsteinabbau von Baiersdorf in Frage (BINSTEINER 1987).

## **Grablöcher („Bauerschmelzen“)**

Die für die Waldgebiete im Großraum Kelheim ungewein charakteristischen, im Hinblick auf die Entstehungszeit noch immer ungeklärten rundlichen Grablöcher sind in den Waldgebieten häufig anzutreffen. Ganze Grablochfelder treten an den E-Hängen des Emmertals und im Top des Jägerbuckels auf. Es wurden insgesamt über 40 Grablöcher gezählt. Sie weisen Durchmesser zwischen 1 und 3 m auf. Ihre Tiefe liegt bei 0,5 – 1,5 m. Wälle aus Aushubmaterial, die eine Unterscheidung von Dolinen erleichtern, sind oft in Relikten vorhanden. Es fehlen jegliche Hinweise auf das verhüttete Material. Es dürfte sich um Äquivalente des von APPEL (1985) entdeckten meteoritischen Eisenerzes von Tettenwang handeln. Schlackenreste aus dem Wallmaterial, wie sie MITTELBACH (1987) aus dem Paintener Forst meldet, konnten hier zwar nicht gefunden werden, doch dürfte es sich um die im Kelheim-Paintener Raum außerordentlich zahlreichen Verhüttungsstellen, die „Bauerschmelzen“ handeln.

Schlacken, als Reste der Eisenverarbeitung, kann man dagegen überall auf den Äckern zwischen Buch und Echendorf finden. Es handelt sich um schwarze Schlackenklumpen, die bis 5 cm Durchmesser erreichen.

## **Erzaufbereitung**

Der Talgrund des Emmertales zeigt die Reste eines ehemaligen Kanalsystems, das zum Flotieren von Eisenerz aus den in der Nachbarschaft reichlich vorhandenen – nach APPEL (1985) impaktogenen – Lagerstätten gedient haben mag. Die Kanalreste, die streckenweise von 1 – 1,5 m hohen Wällen begrenzt werden, ziehen n. der Gebietsgrenze weiter. 100 m n. der letzten Steinbruchwand des Emmertales (Aufschluß 3; vgl. Abb. 3) sind in der breiten Talsohle noch die Reste eines kleinen, 40 m langen Wasserspeichers zu finden. Der Boden ist in diesem Talabschnitt absolut eben.

## **Ziegelproduktion**

Wie einschneidend der Mensch in früheren Zeiten die Morphologie prägte, zeigt eine auffällige, nach w. scharfkantige Depression vor dem Waldrand nw. des Jägerbuckels. Auf alten Flurkarten wird dieser Ackerbereich „Ziegelhüttenfeld“ genannt. Nach Auskunft von Dr. Brenner sollen hier nach dem 30jährigen Krieg qualitativ sehr gute Ziegelsteine produziert worden sein. Dies läßt auf ehemals vorhandenen Lößlehm in dieser heutigen Mulde schließen. Heute ist er dort bestenfalls noch in Spuren vorhanden.

## **3. Tektonik**

Das Kartiergebiet liegt im e. Bereich des durch die Bohrung Riedenburg nachgewiesenen Riedenburger Hochs (SCHMIDT-KALER 1968). Ein generelles sanftes Einfallen der Schichtfazies nach S oder SE, wie dies STREITZ (1987) nachgewiesen hat, konnte nicht festge-

stellt werden. Einzig der etwas flacher einfallende n. Talhang der Altmühl deutet ein geringfügig hangorientiertes Einfallen der Schichten an.

Tektonische Spuren im kartierten Gelände sind mit folgenden Merkmalen zu belegen:

- klarer, grobkristalliner Kalzit, der Hinweise auf Klüfte gibt;
- die Morphologie, vor allem der Verlauf der Täler;
- Fotolineationen, die in Form von Grautonunterschieden auf Luft- und Satellitenbildern registriert werden.

## **Atektionische Brüche**

Außer tektonisch induzierten Bruchstörungen wurden auch atektonische Brüche registriert. Die Teilsteinbrüche des Emmertales – besonders der vordere (Aufschluß 2; vgl. Abb. 3) – zeigen Klüfte und Brüche atektonischen Ursprunges, parallel dem Altmühltal. Es handelt sich um gravitatives Nachbrechen. Die Versatzbeträge liegen im Bereich weniger Zentimeter. Als Alter der Bewegungen kommt, da sie von der Anlage der Täler abhängen, nur die Zeit nach dem Ältespleistozän in Betracht.

Setzungsrandbrüche, wie sie TRUSHEIM (1953) für Grenzen zwischen Massenkalk- und Schichtfazies postuliert, konnten am s. Altmühltalhang mittels geophysikalischer Messungen nachgewiesen werden. Sie kommen durch unterschiedliche Setzungsbeiträge von Massenkalk- und Schichtfazies in Folge der diagenetischen Entwässerung zustande.

## **Bruchstörungen**

Obwohl im Arbeitsgebiet recht gute Aufschlußverhältnisse vorliegen, konnten nur wenige Bruchstörungen nachgewiesen werden. Die beobachteten Sprunghöhen in den Steinbruchwänden des Emmertales (Aufschluß 2 und 3 b; vgl. Abb. 3) und am s. Altmühltalhang (Aufschluß 1; vgl. Abb. 3) sind gering. Sie liegen im cm-Bereich. Da die Schichten und Bänke nicht durchgehend verfolgbar sind, sind in der Schicht-Fazies außerhalb von Aufschlüssen solch kleine Versätze kaum aufzufinden. In den Massenkalkarealen sind Bruchstörungen nur morphologisch, als durch die Verwitterung betonte Einkerbungen, identifizierbar. Versatzbeträge sind hier nicht festzustellen. Von einer vergleichbaren tektonischen Situation berichtet auch MÄUSER (1983).

Die Anlage der Trockentäler nw. und sw. Buch parallel zur Altmühl deutet auf einen engen Zusammenhang mit Bruchstrukturen hin. Der einzig größere Versatz kann am s. Talhang – am Wanderweg 14, 1200 m w. der Straße Buch-Lintlhof – registriert werden. Die in Aufschluß 4 (vgl. Abb. 3) gefundenen Fischschuppenschichten liegen auf 450 m NN. müßten jedoch – nach einem Profilvergleich mit MÄUSER (1983) und BINSTEINER (1985) – 10 m – 15 m höher liegen.

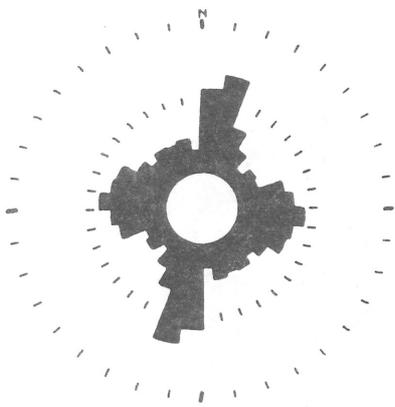
## Klüfte

Die Kluftrichtungen wurden getrennt nach Riff- und Schichtfazies vorgenommen. Innerhalb der Schichtfazies werden Messungen aus dem Malm Delta und Epsilon unterschieden.

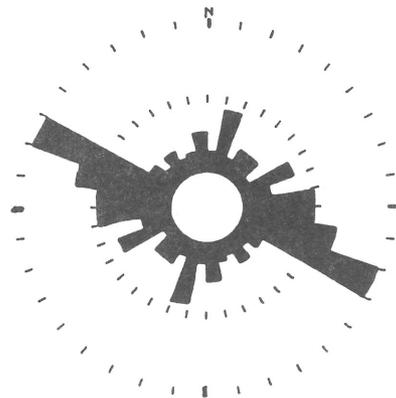
In der Zusammenschau ergeben sich gefächerte Maxima zwischen  $0^\circ - 30^\circ$  und  $90^\circ - 120^\circ$ . Vergrößert handelt es sich um rheinische und hercynische Richtungen.

Untersucht man dagegen die Faziesbereiche gesondert, so zeigen die riffalen Klufthaltungen die größte Dispersion. Die im Vergleich zur Schichtfazies kompakteren und starrereren Massenkalken reagierten spröder auf Zug-Druck-Einwirkungen als die Schichtfaziespakete. Die besonders im Riffbereich zusätzlich betonte Richtung zwischen  $130^\circ - 160^\circ$  findet sich auch in Messungen von APEL (1971) wieder.

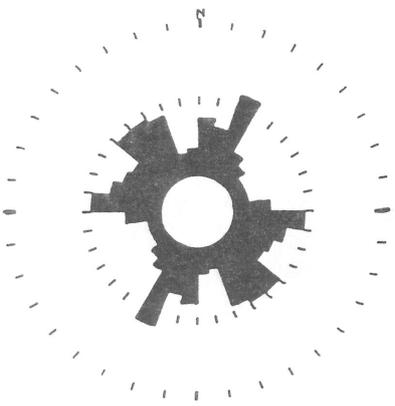
Betrachtet man getrennt die Befunde der Messungen aus Schichten des Malm Delta und des Epsilon, so fällt als ein wesentlicher Unterschied auf, daß die Messungen im Malm Delta eine klare Bevorzugung von NNE-Richtungen zeigen. Breiter gefächert sind die Tendenzen mit einem sekundären Maximum bei der Richtung ESE. Anders verhält es sich bei den Messungen aus dem Malm Epsilon. Das überragende Maximum liegt hier bei E- und ESE-Richtungen. Die NNE-Richtung tritt nur als ein kleines Nebenmaximum in Erscheinung. Das Strebfeld hat sich vom Malm Delta zum Epsilon um rund  $90^\circ$  gedreht. Die breitgefächerten E- bis SE-Tendenzen wären somit als Spuren von Einwirkungen, die lediglich im Malm Epsilon zum Zuge kamen, einzuordnen. Die Anlage des Altmühltals, wie auch der Trockentäler verläuft entlang dieser Richtungen. Das E-W-Streichen der Schichten des Malm (APEL 1971) spiegelt sich ebenso in den Kluftrichtungen wider wie die N-S-Richtung der Saualthalzone (RUTTE 1970).



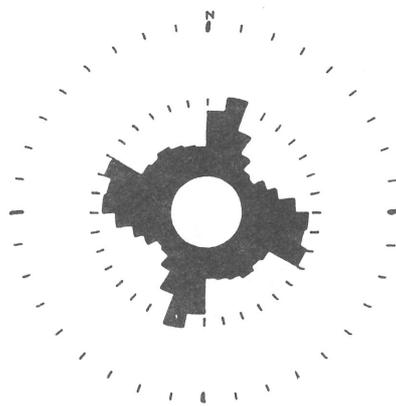
Malm Delta  
Bankkalken  
zusammengefaßt  
1116 Werte



Malm Epsilon  
Plattenkalken  
zusammengefaßt  
387 Werte



Riff-Fazies  
zusammengefaßt  
357 Werte



Gesamtkluftrose  
des Arbeitsgebietes  
1860 Meßwerte

Abb. 6: Zusammenstellung der Werte der Kluftrichtungen. (innerer Kreis = 10 %; äußerer Kreis = 20 %)

## Luftbildauswertung

Da im Gelände über den Verlauf von Störungen kaum Angaben gemacht werden konnten, wurden Luftbilder des Bayerischen Landesvermessungsamtes (Bildflug Nr. 82016, Streifen Nr. 2, Bild Nr. 130-132, Maßstab 1:23.000, Aufnahmetag 16.05.1982, Freigegeben unter Nr. 76) zur Auswertung herangezogen. Die stereoskopische Analyse wurde mittels eines Spiegelstereoskops ausgeführt.

Aufgrund der Gegebenheiten des Arbeitsgebietes wurde nach Photolineation in Form von Grautonunterschieden oder auch linearen Ausrichtungen der Vegetation gefahndet.

Eine von APPEL (1986) durchgeführte Satellitenbildauswertung ergab für das Blatt 7036 Riedenburg vergleichbare Ergebnisse. Von 11 das Arbeitsgebiet durchziehenden oder berührenden Satellitenlinearen konnten 5 tendenziell auch im Luftbild wiedererkannt werden. Diese streichen in rheinischen und herzynischen Richtungen.

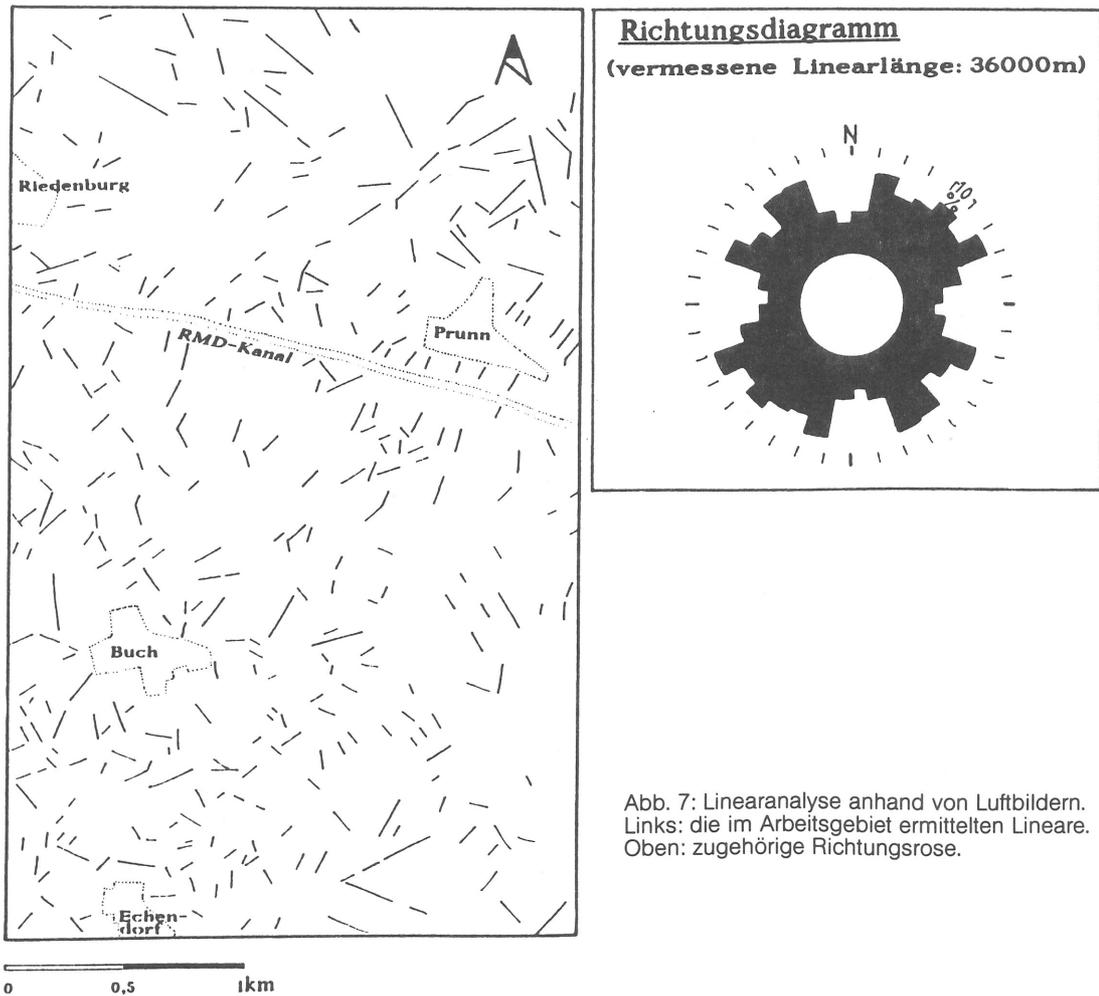


Abb. 7: Linearanalyse anhand von Luftbildern. Links: die im Arbeitsgebiet ermittelten Lineare. Oben: zugehörige Richtungsrose.

## Talverlaufsanalyse

Der Verlauf der Täler ist auf Blatt 7036 Riedenburg in der Regel abhängig von linearer Tektonik. Einzelne Talabschnitte reagieren auf unterschiedliche Hauptkluftrichtungen (MILLINGER 1969 und APEL 1971).

Eine von APEL (1971) im Bereich der Südlichen Frankenalb durchgeführte Analyse berührt auch das Arbeitsgebiet. Werte zwischen  $90^\circ$  und  $150^\circ$  markieren dort die Hauptorientierung. Die Maxima liegen bei  $100^\circ$ ,  $120^\circ$  und  $130^\circ$ .

Die Talstrecke des eigenen Arbeitsgebietes war aufgrund zu geringer Tallänge statistisch nicht aussagekräftig genug. So wurden 160,8 km Talstrecke – überwiegend Trockentäler – auf dem gesamten Kartenblatt 7036 Riedenburg eingemessen. Alle Talabschnitte wurden gleich bewertet, d. h. es wurde nicht zwischen tiefen oder flachen Tälern unterschieden.

Insgesamt ergab sich eine klare Bevorzugung der WNW-ESE-Richtungen ( $80^\circ$  –  $120^\circ$ ). Gemäß diesem Richtungsintervall ist der Teil des Altmühltals ange-

legt, der das Arbeitsgebiet schneidet. Vergleichbare Tendenzen finden sich auch bei der Auswertung der Kluftrichtungen. Allerdings ist hier das bevorzugte Richtungsintervall weiter nach S verdreht. (vgl. Abb. 8). Die Richtungen der Talverläufe sind somit weniger auf Unterschiede in der Lithologie als vielmehr auf tektonische Einflüsse zurückzuführen. Geophysikalische Messungen stützen diesen Befund.

Die N-S-Richtung der nahen Sausthal-Zone (RUTTE 1970), die auch bei den Kluftrichtungen festgestellt wurde, fehlt in der Richtungsrose der Talverläufe (vgl. Abb. 8). Große Talsysteme, z. B. die des Schambach-, Bucher- oder Galgentales, verlaufen zwar auffällig in dieser Richtung, setzen sich jedoch – bei genauer Betrachtung – aus vielen divergierenden Teilabschnitten zusammen. Diese überstreichen ein breites Richtungsintervall, addieren sich aber statistisch nicht zu stärkeren Maxima auf. Die Analysen von APEL (1971) zeigen ebenfalls ein Fehlen N-S-gerichteter Elemente.

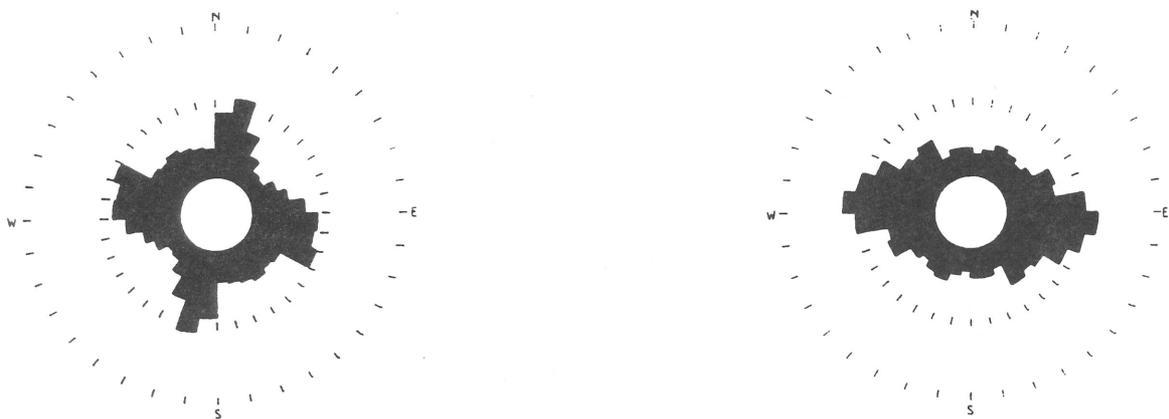


Abb. 8: Vergleich der Richtungsdiagramme aus Kluftrichtungen (links, eingetragene Meßwerte/ 1860) und Talverlaufsmessungen (rechts, eingetragene Talstrecke: 160,7 km). Innerer Kreis = 10 % äußerer Kreis = 20 %

## 4. Hydrogeologische Untersuchungen

Um Informationen über die Auswirkungen jahreszeitlich bedingter Schwankungen der hydrochemischen Zusammensetzung zu erhalten, wurden die Prunner und die Riemhofer Quelle sowie das Wasserloch zwischen Buch und Echendorf – auf der TK 7036 Riedenburg mit „Qu“ gekennzeichnet – beprobt. Die Proben wurden im Oktober und Dezember 1987 sowie im März 1988 genommen. Ein periodisches Wasserloch – 900 m ene. Buch, an der Straße Buch-Einthal (r: 4479900; h: 5422525) – konnte nur einmal 1988 mitbeprobte werden.

Die in den Wasseranalysen gewonnenen Daten sind in Tabelle 4 zusammengestellt.

Die Werte zeigen deutliche Unterschiede zwischen den höher und tiefer gelegenen Entnahmestellen, d. h. zwischen Wasserloch „Qu“ und den beiden Quellen im Tal. Obwohl die beiden tiefer gelegenen Quellen Karstquellen darstellen, erscheint die durchschnittliche Wasserhärte auf der Hochfläche gleichgroß und größer zu sein. Der Anteil an Hydrogenkarbonat verhält sich entsprechend. Die Erhöhung des Kalziumgehaltes ist nur mit einer Koppelung an die Karbonatfracht in Form des CaCO<sub>3</sub> erklärbar. Während bei den Karstwässern eine hohe Lösungsrate für die hohe Karbonatfracht verantwortlich ist, bedürfen die erhöhten Werte im Abflußwasser der Hochfläche noch der Klärung.

Im Falle des Nitratgehaltes wird die Gütelinie von 50 mg/l nur im Falle des periodischen Wasserloches überschritten. Die Nähe des Wasserloches zu den bedüngten Ackerflächen der Hochebenen ist die Erklärung. Da das periodische Wasserloch sofort bei stärkerem Regen mit stark nitrathaltigen Oberflächenwässern der umliegenden Äcker beschickt wird, ist hier der Nitratgehalt am höchsten. Der Nitratgehalt des Wasserloches „Qu“ ist weit niedriger, obwohl dort gleichfalls Oberflächenwässer der Anbauflächen aufgefangen werden. Für die Verringerung des Nitratanteils ist hier die Anwesenheit nitratarmen Grundwassers verantwortlich. Der Grundwasserspiegel ist mit der Oberfläche des im Wasserloch „Qu“ stehenden Wassers identisch. Der herabgesetzte Nitratgehalt ist somit als Verdünnungseffekt zu verstehen. Die Quellen des tiefen Karstes bei und in Prunn weisen wegen der Tieflage und der entsprechenden Filterwirkung geringere Nitratgehalte auf. Sie reagieren verzögert auf die Stoffzufuhr.

Intensiver Algenbewuchs, Schwefelwasserstoffgeruch und starker Schwebstoffgehalt des Wassers lassen im Falle des Wasserloches „Qu“ den Rückschluß auf starke biogene Belastung zu.

Probennahme	Prunner Quelle				Riemhofer Quelle			Wasserloch			„Qu“ p. Wl.
	Apel März 1969	Oktober 1987	Dezember 1987	März 1988	Oktober 1987	Dezember 1987	März 1988	Oktober 1987	Dezember 1987	März 1988	März 1988
pH-Wert	6,95	7,6	7,4	--	7,6	7,4	--	7,0	7,0	--	--
Wassertemp. (C°)	9,3	--	9,2	--	--	9,1	--	--	2,2	--	--
Gesamthärte (C°)	15,8	11,2	14,0	14,0	16,8	16,8	14,0	19,6	20,2	12,3	10,6
Karbonathärte (C°)	13,0	12,9	15,7	11,2	12,6	12,9	10,5	17,4	18,5	8,4	7,0
Hydrogenkarbonat HCO <sub>3</sub> - (mg/l)	--	280,0	342,0	244,0	274,0	281,0	238,0	378,0	403,0	183,0	152,0
Chlorid Cl-	13,0	16,5	20,0	18,0	16,5	17,5	21,0	2,5	34,5	21,0	33,0
Sulfat SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	21,0	6,0	7,0	8,5	6,0	7,0	8,5	7,0	18,0	22,0	22,0
Nitrat NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	12,5	20,0	32,0	20,0	20,0	27,5	21,0	3,0	17,5	25,0	75,0
Kalium K*	--	--	1,3	--	--	1,1	--	--	2,2	--	--
Natrium Na*	--	--	5,6	--	--	4,2	--	--	7,4	--	--
Calcium Ca <sup>2+</sup>	--	72,0	84,0	84,0	76,0	82,0	86,0	136,0	136,0	76,0	86,0
Magnesium Mg <sup>2+</sup>	--	23,0	23,1	4,2	22,0	19,4	4,3	2,4	1,2	3,8	2,8

p. Wl. = Periodisches Wasserloch

Tabelle 3: Zusammenstellung aller Werte, die aus den Wasseranalysen gewonnen wurden. Die Analysewerte von APEL (1971) wurden aus der Beilage seiner Arbeit abgegriffen und mit aufgeführt.

## 5. Geochemische Untersuchungen

Ziel der geochemischen Untersuchungen war, Informationen über das Ablagerungsmilieu im Malm in der Prunner Bucht zu gewinnen.

Die Proben 1 a – c und 2 wurden aus dem Bereich des Malm Delta, 3 a – k und 4 aus dem Malm Epsilon und die Proben 5 und 6 aus dem Malm Zeta geborgen.

Es wurden Informationen über Energieniveau (HCl-unlöslicher Rückstand), Wassertiefe und Entfernung zur Küste (Eisen/Mangan-Verhältnis, Magnesium-Gehalt), Redoxpotential (Eisen-Gehalt) und Salinität (Calcium/Magnesium – und Strontium/Calcium-Verhältnis) gesucht.

### Zusammenfassung der Geochemischen Untersuchungen

Nr.	UR (%)	Ca (%)	Mg (%)	Ca/Mg	CaCO <sub>3</sub> (%)	MgCO <sub>3</sub> (%)	Ges. Karb. (%)	Sr (ppm)	Sr/Ca (ppm%)	Fe (ppm)	Mn (ppm)	Fe/Mn
6	1,4	36,5	0,3	121,7	91,3	0,9	92,2	66	1,8	1930	162	11,9
5	1,2	34,4	0,2	172	85,9	0,5	86,4	46	1,3	1840	84	21,9
4	0,9	37,6	0,5	75,2	93,9	1,7	95,6	58	1,5	2540	94	27,0
3l	2,2	39,2	0,2	196	98,1	0,6	98,7	52	1,3	2120	146	14,5
3k	20,1	23,0	0,2	115	57,4	0,6	58,0	16	0,7	3890	100	38,9
3j	0,9	37,1	0,2	185,5	92,4	0,8	93,2	78	2,1	2060	140	14,7
3i	27,3	18,0	0,1	180	44,9	0,3	42	38	2,1	3080	64	48,1
3h	7,3	32,2	0,2	161	79,9	0,7	80,6	82	2,5	2480	96	25,8
3g	45,8	2,0	*	--	5,0	*	5,0	12	6,0	12590	52	242,1
3f	10,5	30,2	0,2	151	74,9	0,6	75,5	80	2,6	2800	140	20,0
3e	48,6	0,3	*	--	0,8	*	0,8	8	26,7	16990	101	168,2
3d	6,2	33,0	0,2	165	82,4	0,6	83,0	46	1,4	2260	214	10,6
3c	2,6	39,0	0,2	195	97,4	0,7	98,1	64	1,6	2060	240	8,6
3b	1,3	38,1	0,2	190,5	94,9	0,7	95,6	68	1,8	2120	220	9,6
3a	4,0	39,0	0,2	195	97,4	0,7	98,1	60	1,5	1700	110	15,5
2	2,4	37,4	0,2	187	93,4	0,8	94,2	42	1,1	3080	82	37,6
1c	3,7	20,4	13,1	1,6	50,9	45,4	96,3	36	1,7	650	162	3,9
1b	1,9	27,8	6,8	4,1	69,4	23,6	93,0	52	1,9	440	130	3,4
1a	3,9	34,4	0,7	49,1	85,9	2,5	88,4	64	1,9	1960	150	13,1

\* unter der Nachweisgrenze

Tabelle 4: Zusammenfassung aller ermittelten Werte der geochemischen Analysen.

#### HCL-Unlöslicher Rückstand (UR)

Die Bestimmung des UR kann Informationen über das spezielle Energieniveau des Sedimentationsraumes, dessen Küstennähe und möglicher Sedimentationszyklen liefern.

Es zeichnet sich – betrachtet man Tabelle 4 – vom Malm Delta zum Epsilon eine leichte Zunahme des UR ab, was auf einen Anstieg der Detritusanlieferung hindeutet. Sedimentationszyklen konnten nur im oberen Bereich des Malm Epsilon erkannt werden. Mindestens vier Kalk-Mergel-Wechsel (Probe 3 e – l) sind dort im Bereich eines Meters registrierbar. Aus all dem ist eine abnehmende Entfernung zu dem Liefergebiet (also Festland) jener Sedimente im Laufe des Malm Epsilon zu folgern.

#### Calcium und Magnesium

Sowohl über Salinität, wie auch über die Küstennähe des Sedimentationsraumes können der Gehalt und besonders das relative Verhältnis von Calcium und Magnesium Auskunft geben. Ein erniedrigtes Ca/Mg-Verhältnis würde somit, nach FOLK & LAND (1975), auf eine erhöhte Salinität des damaligen Meerwassers hindeuten.

Es ist demnach im Verlaufe des Malm Delta eine Abnahme der Salinität zu verzeichnen, was mit dem Ergebnis der UR-Untersuchungen, d. h. zunehmender Einfluß eines näher liegenden Festlandes, übereinstimmt.

Im Malm Epsilon bis Zeta scheint die Salinität stabil zu bleiben, um dann im Verlaufe des Malm Zeta wieder zuzunehmen.

#### Strontium

Das Verhältnis Sr/Ca kann in Ergänzung des Ca/Mg-Verhältnisses Aussagen bezüglich der Salinität eines Sedimentationsraumes gestatten.

Durch Verwitterungsprozesse und vor allem durch die Umwandlung von Aragonit in Calcit, was zu einer vermehrten Freisetzung von Strontiumionen führt, sind die festgestellten Strontiumwerte nur bedingt zu verwerten. Sie scheinen jedoch den Befund der Calcium/Magnesium-Messungen zu bestätigen.

#### Eisen und Mangan

Da Eisen im marinen Milieu nicht löslich ist, werden Eisenoxide vor allem in relativer Küstennähe ausgefällt und im Sediment angereichert.

Wenn man von den starken Anreicherungen in den Mergellagen absieht, ist vom Malm Delta bis in den Malm Epsilon ein sehr geringer Anstieg des Eisengehaltes registrierbar, der zum Malm Zeta hin wieder fällt.

Die leichten Schwankungen in den Eisengehalten – läßt man die Mergellagen beiseite – zeichnen bis in Malm Epsilon eine Verringerung der Entfernung zur Küste an, die im Malm Zeta wieder leicht zunimmt.

## 6. Geophysikalische Untersuchungen

### Messungen nach der VLF (Very Low Frequency) – Methode

Messungen nach der VLF (Very Low Frequency)-Methode dienen dem Nachweis von Störungen am Rande der Prunner Bucht (Profil 1; Abb. 9) und entlang von Trockentälern (Profil 2; Abb. 9)

Meßprofil 1 zeigte nur Randsetzungsbrüche im Sinne TRUSHEIMS (1953).

Meßprofil 2 belegt eindeutig die Anwesenheit einer Kluft oder Störung im Sohlebereich des vermessenen Trockentales. Die Morphologieeinflüsse sind zwar spürbar, können aber bei einem Höhenunterschied von 7 m vernachlässigt werden. Tatsächlich konnte somit der Beweis erbracht werden, daß die Übereinstimmung der Richtungsrosen von Klufmessungen und Luftbildauswertung mit der Richtungsrose der Trockentäler nicht zufällig ist.

### Geoelektrische Tiefensondierung

Mit der geoelektrischen Tiefensondierung wurde nach den Beziehungen zwischen der Mächtigkeit der Überdeckung und der jeweils unterlagernden Fazies gesucht. Es wurden zwei Profile aus dem (vermuteten) Randbereich der Prunner Bucht gemessen (vgl. Abb. 10). Das erste Profil sollte den Mächtigkeitsanstieg der Überdeckung im Bereich der Schichtfazies belegen. Das zweite, kürzere Profil sollte – darauf aufbauend – Auskunft über die Begrenzung der Bucht geben.

Nach den Meßergebnissen drängt sich die Schlußfolgerung auf, daß es kein Vordringen der Prunner Bucht e. von Echendorf gibt. Erreicht in Profil 1 die Lehmige Albüberdeckung noch 25 m, so sinkt sie auf maximal 9 m in Profil 2 ab. Berücksichtigt man die von Riffmaterial umgrenzte Lage von Profil 2 (vgl. geol. Karte), so ist kaum damit zu rechnen, daß unter der Lehmigen Albüberdeckung dort noch mit Schichtfazies zu rechnen ist. Die einzige Möglichkeit einer Fortsetzung der Prunner Bucht nach S wäre damit theoretisch nur noch zwischen Echendorf und dem ersten Auftreten von riffalen Gesteinen w. der Ortschaft möglich.

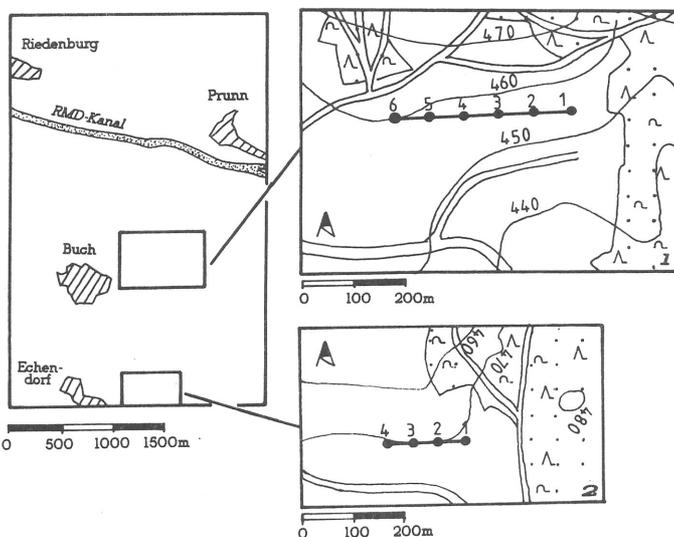


Abb. 9: Lageskizze der VLF-Profile

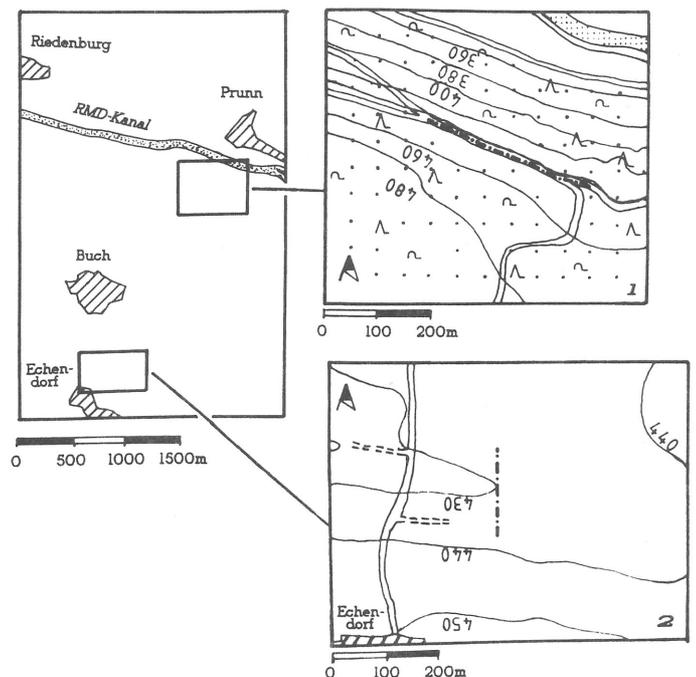


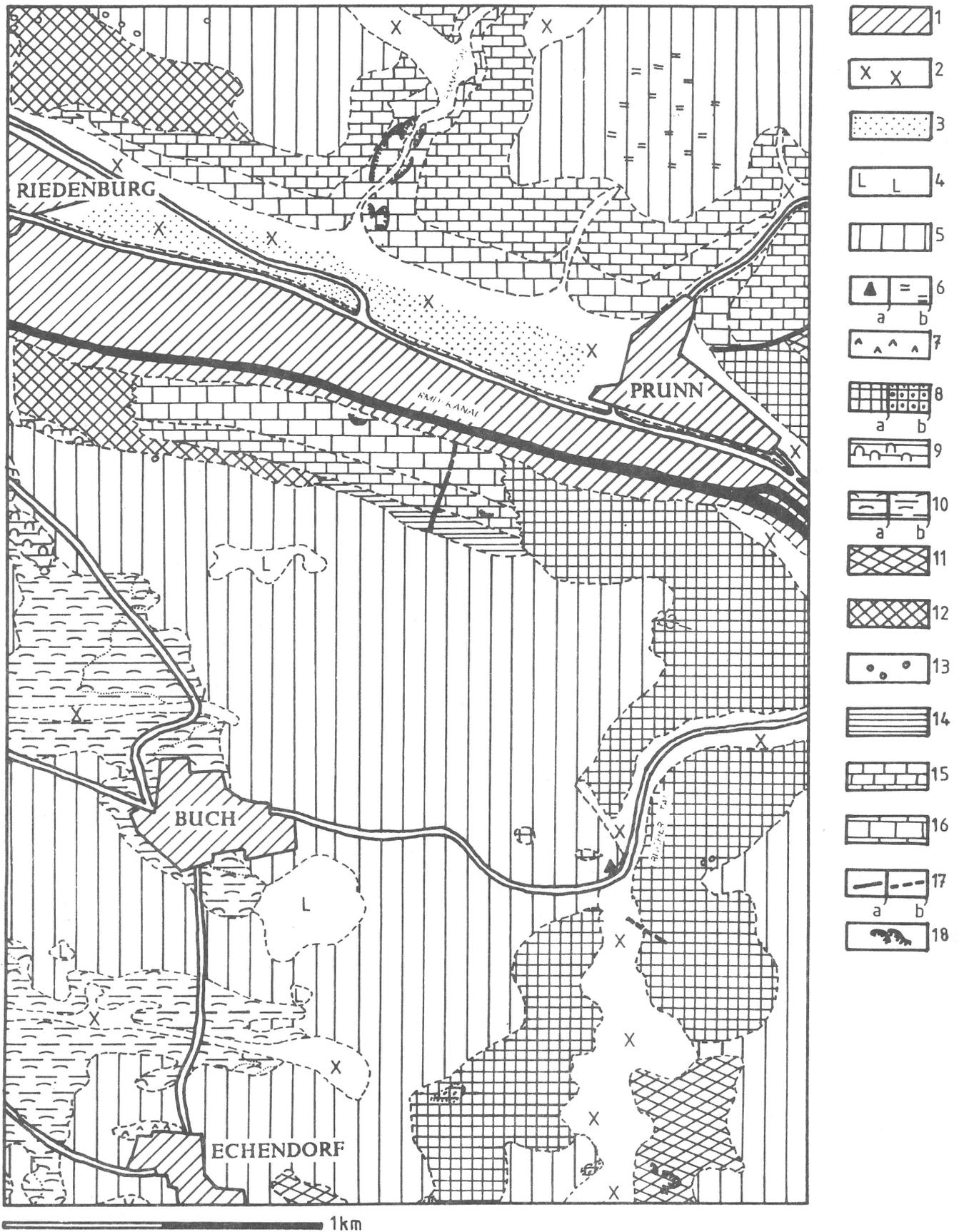
Abb. 10: Lage der Profile der geoelektrischen Tiefensondierung

## 7. Literaturverzeichnis

- ANDRES, G. (1951):  
Die Landschaftsentwicklung der südlichen Frankenalb im Gebiet Hofstetten – Gaimersheim – Wettstetten nördlich von Ingolstadt. – Geol. Bav., 7: 1–57; München.
- APEL, R. (1971):  
Hydrogeologische Untersuchungen im Malmkarst der Südlichen und Mittleren Frankenalb. – Geol. Bav., 53: 194–208; München.
- APPEL, M. (1985):  
Geologie des Gebietes Hexenagger-Tettenwang südlich Riedenburg (Altmühlalb). – Weltenburger Akademie, Gruppe Geschichte; – 14 S.; Kelheim/Weltenburg.
- APPEL, M. (1986):  
Satellitenbild-Linearanalyse auf der östlichen Altmühlalb und ihre Bedeutung für die angewandte Geologie. – Z. dt. geol. Ges., 137: 657–667; Hannover.
- BAUSCH, W.M. (1963):  
Der Obere Malm an der unteren Altmühl – nebst einer Studie über das Riffproblem (incl. Anhang). – Erl. Geol. Abh., 49: 38 S.; Erlangen.
- BINDER, J. (1983):  
Geologische Kartierung des Gebietes zwischen Donau bei Kloster Weltenburg und Altmühl am Großen Schulerloch sowie Geologie des Großen Schulerlochs. – Diplomarbeit, Institut für Geologie der Universität Würzburg. – 134 S.; Würzburg.
- BINDER, J. (1984):  
Geologische Kartierung des Gebietes zwischen Donau bei Kloster Weltenburg und Altmühl am Großen Schulerloch – Weltenburger Akademie, Gruppe Geschichte; Kelheim/Weltenburg
- BINSTEINER, A. (1985):  
Geologische Kartierung 1:10 000 der Umgebung von Schloß Prunn und Baiersdorf, Blatt 7036 Riedenburg. – Diplomarbeit, Institut für Geologie der Universität Würzburg. – 70 S.; Würzburg.
- BINSTEINER, A. (1987):  
Geoelektrische Tiefensondierung in Baiersdorf, Lkr. Kelheim. – in: Feuerstein: Rohstoff der Steinzeit – Bergbau und Bearbeitungstechnik. – Archäologisches Museum der Stadt Kelheim, Museumsheft 3: 25–31; Kelheim.
- BRYLLA, W. (1987):  
Geologische Kartierung des Mandberg-Gebietes zwischen Baiersdorf und Maierhofen. – Diplomarbeit, Institut für Geologie der Universität Würzburg. – 86 S.; Würzburg.
- FAY, M. (1976):  
Riffnahe Resedimente im Raum Kelheim: Lithologie, Genese und stratigraphische Bemerkungen. – N. Jb. Geol. Paläont. Abh., 152: 51–74; Stuttgart.
- FOLK, R. L. & LAND, L.S. (1975):  
Mg/Ca ratio and salinity: two controls over crystallisation of dolomite. Amer. Assoc. Petrol. Geol., Bull., 59: 60–68; Tulsa.
- KÖNIG, R.-W. (1989):  
Geologische Kartierung der Umgebung von Riedenburg und des Schambachtals. – Diplomarbeit, Geologisches Institut der Universität Würzburg; 164 S.; Würzburg.
- MÄUSER, M. (1983):  
Geologische Kartierung des Gebietes von Jachenhausen 1:10 000, Blatt 7036 Riedenburg. – Diplomarbeit, Institut für Geologie der Universität Würzburg. – 90 S.; Würzburg.
- MÄUSER, M. (1984):  
Geologie des Gebietes von Jachenhausen bei Riedenburg (Südliche Frankenalb). – Weltenburger Akademie, Gruppe Geschichte. – 21 S.; Kelheim/Weltenburg.
- MEYER, R. K. F. (1977):  
Stratigraphie und Fazies des Frankendolomits und der Massenkalks, 3. Teil: Südliche Frankenalb. – Erl. geol. Abh., 104: 40 S.; Erlangen.
- MEYER, R. K. F. & SCHMIDT-KALER, H. (1984):  
Erdgeschichte sichtbar gemacht. Ein geologischer Führer durch die Altmühlalb. – 260 S.; München.
- MITTELBACH, G. (1987):  
Geologische Kartierung der Umgebung von Neulohe und Painten. – Diplomarbeit, Institut für Geologie der Universität Würzburg. – 165 S.; Würzburg.
- ROOS, W.F. (1976):  
Kartierung von Alemoniten im Ostteil der Südlichen Frankenalb. – Oberrhein. geol. Abh., 25: 75–95; Karlsruhe.
- RUTTE, E. (1962):  
Erläuterungen zur Geologischen Karte von Bayern 1:25 000, Blatt 7037 Kelheim. – Bayer. Geol. L.-A. – 243 S.; München.
- RUTTE, E. (1970):  
Neue Daten zur Geologie des Bereiches von Kelheim. – Geol. Bl. NO-Bay., 20: 119–139; Erlangen.
- RUTTE, E. (1972):  
Alemonit – der Suevit-äquivalente Impactgesteinstyp der Südlichen Frankenalb. – Die Naturwissenschaften, 59: S. 214; Heidelberg.
- RUTTE, E. (1974):  
Neue Befunde zu Astroblemen und Alemoniten in der Schweifregion des Rieskomplexes. – Oberrhein. geol. Abh., 23: S. 66–105; Karlsruhe.
- RUTTE, E. (1981 a):  
Bayerns Erdgeschichte. – 266 S.; München.
- RUTTE, E. (1981 b):  
Geologie im Landkreis Kelheim. – 48 S.; Kelheim.
- RUTTE, E. (1987):  
Rhein-Main-Donau – wie, wann, warum sie wurden. – 226 S.; Sigmaringen.
- SCHMIDT-KALER, H. (1968):  
Die hohe Lage des Kristallins unter der Südlichen Frankenalb (vorläufiges Ergebnis der Tiefbohrung Riedenburg). – Geol. Bl. NO-Bay., 18: 181; Erlangen.
- SEILER, K.-P., PFAFF, T., BEHRENS, H. (1987):  
Ergebnisse von Karstgrundwasseruntersuchungen im Malm der Südlichen Frankenalb; – in: Z. dt. geol. Ges., 138, 2: S. 377–386; Hannover.
- STREITZ, U. (1987):  
Geologische Kartierung der Umgebung von Riedenburg-Haidhof 1:10 000. – Diplomarbeit, Institut für Geologie der Universität Würzburg. – 134 S.; Würzburg.
- TILLMANN, W. (1980):  
Zur plio-pleistozänen Flußgeschichte von Donau und Main in NO-Bayern. – Jber. Mitt. Oberrh. geol. Ver., 62: 199–205; Stuttgart.
- TRUSHEIM, F. (1953):  
Über die Beziehung zwischen geschichteter und ungeschichteter Fazies im höheren Malm der östlichen Altmühlalb. – Zt. dt. geol. Ges., 105: 246–251; Hannover.
- VILLINGER, E. (1969):  
Karsthydrologische Untersuchungen auf der Reutlinger Alb (Schwäbischer Jura). – Jh. geol. Landesamt Baden-Württemberg, 11: 201–277; Freiburg i. Br.

### Impressum:

Autor: Hans-Joachim Fischer, Würzburg  
 Layout: Multi-Script Georg Mühlbauer, Kleiberstr. 1, 8420 Kelheim  
 Druck: Multi-Script Georg Mühlbauer, Kleiberstr. 1, 8420 Kelheim  
 Bezugsquellen: Weltenburger Akademie, Postfach 12 70, 8423 Abensberg  
 Buchhandel und Archäologisches Museum Kelheim  
 Bestell-Nr.: 5.7  
 Auskunft: Anton Röhrli, Asamstr. 32, 8420 Kelheim/Weltenburg  
 © Verlag der Weltenburger Akademie Aventinum e. V., 1991



Geologische Karte des Gebietes von Echendorf – Buch – Prunn.

1 Holozän: Antropogen überprägt – 2 Holozän: Kolluvium, Hangschutt – 3 Pleistozän: Flugsand – 4 Pleistozän: Lößlehm – 5 Obermiozän: Lehmige Albüberdeckung – 6 Obermiozän: Alemnite. a: kopfgroß, b: Typ Baiers-dorfer Platten – 7 Obermiozän: Süßwasserkalke – 8 Malm Delta bis Zeta: Massenkalk. a: kalkig, b: dolomitisiert 9 Malm Epsilon: Riffkuppelkalk (dolomitisiert) – 10 Malm Delta: Biostromkalk. a: kalkig, b: dolomitisiert – 11 Malm Delta bis Zeta: Kelheimer Kalk – 12 Malm Delta bis Zeta: Übergangsfazies – 13 Malm Epsilon und Zeta: Kieselige Fossilgesteine – 14 Malm Zeta: Bankkalke – 15 Malm Epsilon: Plattenkalke – 16 Malm Delta: Bankkalke – 17 Verwerfungen. a: nachgewiesen, b: vermutet – 18 Größere Aufschlüsse.