

5.8

Weltenburger Akademie	Gruppe Geschichte	S. 1-16	Geologische Karte 11 Abb.	Kelheim/Weltenburger 1992
--------------------------	----------------------	---------	---------------------------------	---------------------------



ZUR GEOLOGIE DER UMGEBUNG VON SCHLOSSPRUNN IM ALTMÜHLTAL

von

Konrad Albert,
Greßhausen

Zusammenfassung:

Oberer Malm (Massen-Fazies, Riffschutt-Fazies und Schicht-Fazies) - Kreide - Tertiär: Aemonite, Lehmige Albüberdeckung, Altmühdonau - Quartär: Karsterscheinungen, Lößlehm, Hangschutt, Altmühdonau, Vor- und Frühgeschichte - Tektonik - Genetisch problematische große Hohlformen - „Felsenmeer Altmühltal“.

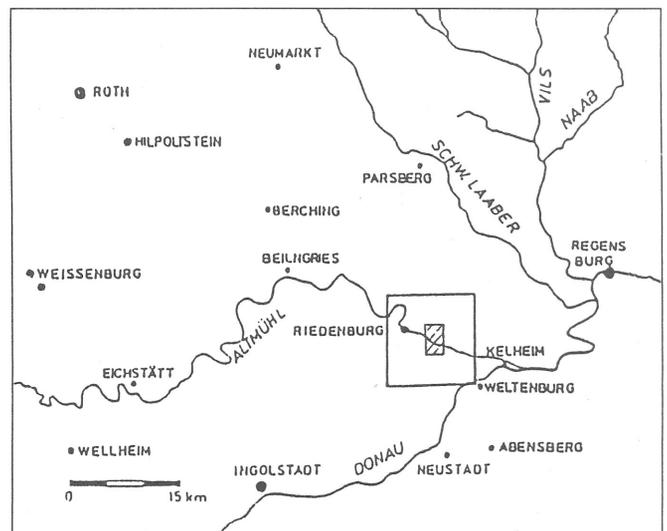


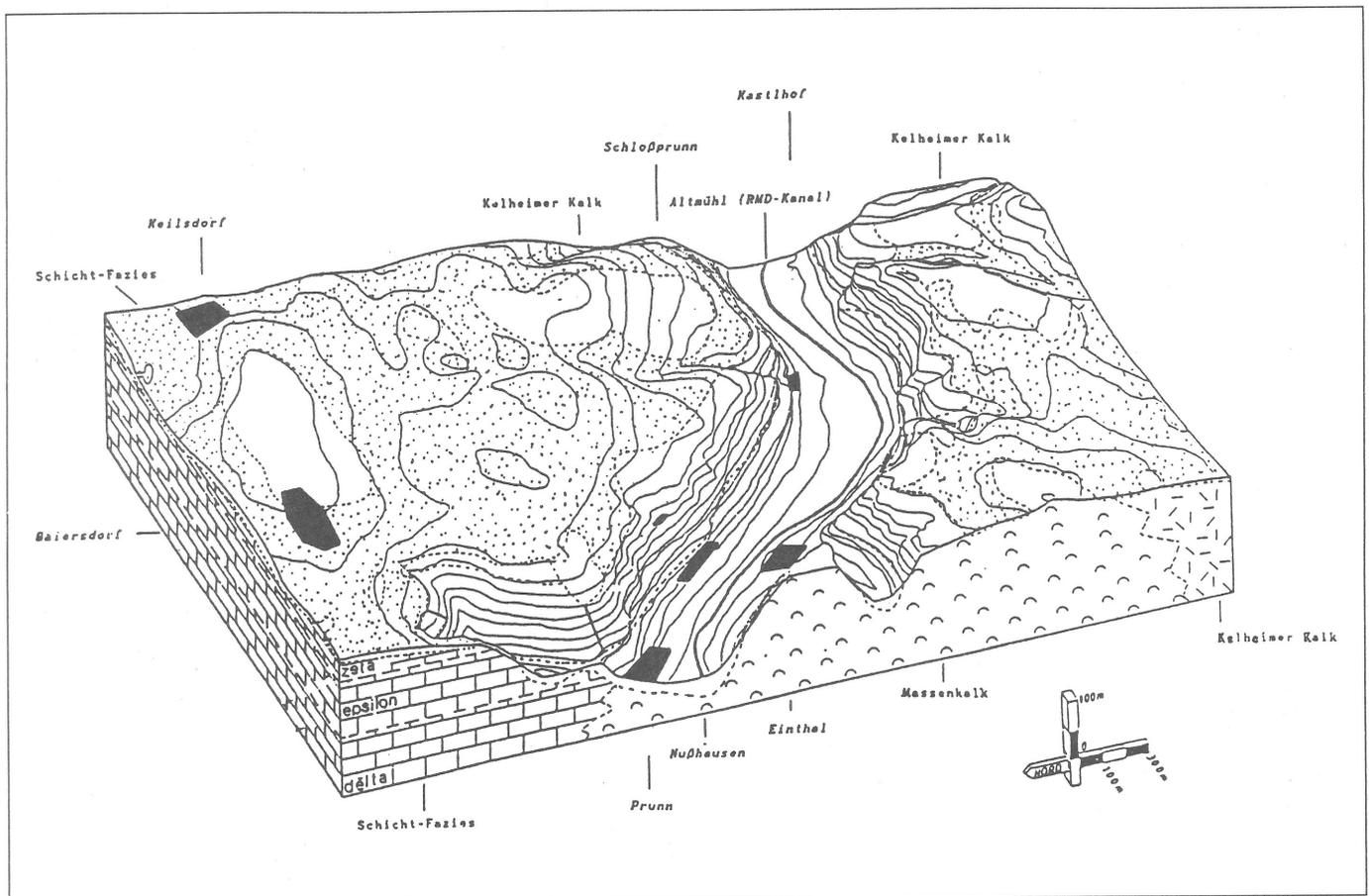
Abb. 1: Schraffiert: Geographische Lage des Arbeitsgebietes. Blatt 7036 Riedenburg umrahmt.

*Kurzfassung einer am Institut für Geologie der Universität Würzburg unter Betreuung von Prof. Dr. Erwin Rutte 1989 erstellten Diplomarbeit. Gedruckt mit dankenswerter Unterstützung des Trägervereins Altmühltal.

Einführung in die Geologie

Die ältesten Gesteine gehören dem Jura an; sie können in Riff-, Riffschutt- und Schicht-Ausbildung vorliegen. Während der Unterkreide unterliegt das zum Festland gewordene Gebiet einer intensiven Verkarstung. In der Oberkreide liegt es im Neuburger Ast des Meeres. Seit dem Beginn des Tertiärs herrschen bis heute ununterbrochen festländische Verhältnisse. Markante Dokumente darin liefern das Riesereignis mit Alemoniten und Lehmi-ger Albüberdeckung sowie die beginnende Flußgeschichte der Altmühl-Donau. Im Quartär ist die weitere Entwicklung der Altmühl-Donau nachvollziehbar. Anwehungen von Löß, Bildung von Kolluvionen, Hangschutt und frühgeschichtliche anthropogene Einflüsse fallen in diesen Zeitraum. Es entstehen ein ausgedehntes Felsenmeer und drei genetisch problematische, einzigartige Hohlformen.

Abb. 2: Stereogramm des Arbeitsgebietes. Blick altmühlabwärts von Prunn Richtung Kastlhof. Gepunktet: Lehmi-ge Albüberdeckung und Lößlehm.



Jura (Oberer Malm)

Die ältesten anstehenden Gesteine werden dem Malm der Stufen Epsilon bis Zeta zugeordnet.

An und neben den steilen Flanken der Riffe, aus denen in der Diagenese die Massenkalken werden, stehen Sedimente aus aufgearbeitetem Riffmaterial und abgestorbenen Riffbildnern und -bewohnern, die Kelheimer Kalke, an. Sie bilden ihrerseits den Übergang zu den schichtigen Ablagerungen in der Paintener Schüssel und der Prunner Bucht. Hier werden feinkörnige Bank- und Plattenkalke unter ruhigen Sedimentationsbedingungen sedimentiert.

Massenkalken

Auffallendstes Element in der Gegend um Schloßprunn ist der Massenkalk. Als Hauptriffbildner gelten Hydrozoen und stromatolithische Algenkrusten. Einzelkorallen, Kiesel- und Kalkschwämme treten zurück. Es gibt Stellen, an denen Querschnitte von Tellerschwämmen sehr schön herausgewittert sind, so am Höhenweg von Prunn nach Schloßprunn, der Pfad am Fuße der Klammfelsen oder hinter dem Wasserbehälter von Schloßprunn. Seltener sind Brachiopoden (*Rhynchonella astieriana*, *Terebratula insignis*), in kleinen Nestern angehäuft, zu finden.

Massenkalk bildet die Steilhänge links und rechts der Altmühl und des Bucher Tals westlich Einthal. Typisch sind die senkrecht aufragenden Felsen, wie der Klammfelsen, oder die Kletterfelsen von Prunn und am Kastlberg. Auch Schloßprunn sitzt auf einem 70 m hohen Massenkalkfelsen. Stellenweise ragen isolierte Felsnadeln, die bis 20 m hoch werden, am Altmühlhang unvermittelt aus dem Wald. Neben dem massig ausgebildeten Riffkalk beobachtet man gelegentlich eine grobe Bankung im Meter-Bereich, vor allem am Fuße der Hänge des Bucher Tals westlich Einthal und am Prunner Berg, etwa 50 m nördlich Prunn.

Die größte aufgeschlossene Mächtigkeit beträgt - an der Einthaler Klamm - 120 m. Die durch die Verwitterung weißlich bis hellgrau gefärbten Kalksteine sind außen meist glatt, enthalten aber oft abgerundete Löcher, die Kindskopfgröße erreichen können. Der Bruch der Massenkalken ist muschelartig und rau, gelegentlich splittig. Die Bruchflächen zeigen kleine Risse, die auf (salzaustausch-

bedingte) Schwunderscheinungen zurückzuführen sind. Eine Besonderheit sind die Lochreihen: Massenhafte Löcher von Pfennig- bis Faustgröße sind in den Felsflanken herausgelöst; ihre Entstehung ist noch nicht geklärt. Eine größere Fläche nehmen sie an der Wand am Hang des Pfaffen-Kopfes ein.

Kelheimer Kalke

Die Kelheimer Kalke sind aus Riffkalkbruchstücken, Fossilien und deren Resten, Ooiden und diversen Umkrustungen aufgebaut. Riffbildende und riffbewohnende Organismen stellen den Hauptanteil und liefern so einen außerordentlichen Fossilreichtum. Dazu gehören Korallen, Hydrozoen, Schwämme, Bryozoen, Echinodermen, Brachiopoden, Muscheln, auch Reste von Fischen und Reptilien. Südlich des Pfaffen-Kopfes werden 60 m Mächtigkeit erreicht. Die Vorkommen von Kelheimer Kalk bieten mehrere lithologische Varianten:

Der „Grobdetrituskalk“ an der Bauernleite und im Galgental besteht aus einem Gemenge von vollständigen Fossilien und deren Bruchstücken mit anorganischen Anteilen, wie Ooiden, ferner abgebrochenen und eingearbeiteten Gesteinstrümmern des Massenkalk-Riffes. Die Farbe des frischen Gesteins variiert zwischen ocker über honiggelb zu weißgrau. Im Süden des Galgentals geht der Grobdetrituskalk in den weichen „Breistein“ über. Das ebenfalls fossilreiche Gestein wirkt bröckelig und ist sehr porös, daher sind Bruchstücke relativ leicht. Nördlich der Altmühl, in der Forstabteilung Taferlbuche, sowie auf dem Pfaffen-Kopf und dem Kastlberg im Süden des Tales, dominiert der „Weiße Splitterkalk“. Diese Variante ist am weitesten verbreitet. Äußerlich ist sie zunächst den Massenkalken ähnlich, doch der immer hohe Fossilinhalt läßt eine relativ gute Ansprache zu. Eine Typlokalität des „Crinoidenkalkes“ findet sich auf der Hochfläche nördlich Prunn. Sie bildet dort den Übergang zur Schicht-Fazies der Prunner Bucht. Die stets bröckeligen, vielfach beinahe mehligten Karbonatgesteine sind im Felsen gut geklüftet und sondern dickbankig ab. Die Außenflächen sind übersät mit umkristallisierten Echinodermen-Resten, meist von Seelilien; man kann sie fast als gesteinsbildend bezeichnen. Am Prunner Berg finden sich, zwischen Bankkalk-Schichten eingelagert, Partien gebankter und immer fossilreicher Kelheimer Kalke. Die Lagenstärken liegen bei 30 - 40 cm.

Verkieselte Fossilgesteine

Eine Sonderstellung nehmen vollständig verkieselte Kelheimer Kalke - in den verschiedenen Varietäten - ein. Karbonat CaCO_3 wird gegen Kieselsäure SiO_2 ausgetauscht. Dabei werden aber alle primären Gefügemerkmale, auch die vorhandenen Fossilien, getreulich festgehalten. Die Verkieselungen kommen nur auf der Hochfläche vor. Es konnten zwei Typen ausgeschieden werden:

Der kompakte Typ ist äußerst hart und dicht, deshalb schlägt der Hammer extrem scharfkantige Bruchstücke. Die Farbe variiert von weißgrau zu rostbraun. Regelhaft

ist die Außenfläche von einer 5 mm dicken grauen Verwitterungsrinde überzogen. Innerlich ist das Gestein durch braune Flecken marmoriert. Öfters beobachtet man gut erhaltene Fossilien. Ausgangsgestein ist der Weiße Spli-terkalk. Typlokalität ist der Kastl-Berg. Hier kann man leicht 150 Blöcke, deren Größe 0,5 Kubikmeter überschreitet, zählen. Etwa 50 Brocken von verkieselten Fos-silgesteinen weist der Pfaffen-Kopf auf. Vorkommen gibt es weiterhin an der Oberkante des Altmühltals und über dem Bucher Tal.

Der zweite Typ ist dagegen porös und leicht, man kann von tuffartigem Habitus sprechen. Das äußerlich schmutzig-graue Gestein zerbricht im Anschlag mehlig-bröckelig. Neben vollständig und gut erhaltenen Fossilien treten massenhaft zerbrochene Reste oder deren Hohlräume auf. Nicht selten sind solche Hohlräume rasenartig mit klaren Quarzkristallen gefüllt. Ausgangsgestein ist ent-weder der Breistein oder der Grobdetrituskalk. Am nörd-lichen und östlichen Hang des Prunner Berges zählt man etwa 100 Blöcke mit einer Kantenlänge größer als 1 m.

Schichtgesteine

Prunner Bucht

Der zweite Typ ist dagegen porös und leicht, man kann von tuffartigem Habitus sprechen. Das äußerlich schmutzig-graue Gestein zerbricht im Anschlag mehlig-bröckelig. Neben vollständig und gut erhaltenen Fossilien treten massenhaft zerbrochene Reste oder deren Hohlräume auf. Nicht selten sind solche Hohlräume rasenartig mit klaren Quarzkristallen gefüllt. Ausgangsgestein ist ent-weder der Breistein oder der Grobdetrituskalk. Am nörd-lichen und östlichen Hang des Prunner Berges zählt man etwa 100 Blöcke mit einer Kantenlänge größer als 1 m.

Bei den Schichtgesteinen in der Prunner Bucht handelt es sich vorwiegend um grob- und feinkörnige Bankkalk und - untergeordnet - um Plattenkalk. Die Gesteine sind nicht sehr kompakt und zerbröckeln sehr leicht beim Versuch, sie zu spalten. Manche der dunkelbraunen bis ockerfar-benen Bankkalk zeigen (nur im angewitterten Zustand) eine Feinschichtung - ohne nach ihr zu spalten. Sie brechen scherbilig und ohne jede Regelmäßigkeit. Die Bänke, deren Stärke zwischen 20 und 50 cm schwankt, wechseln mit schwächeren Platten ab. Das aufge-schlagene Handstück zeigt glatte, zuweilen rauhe Bruch-flächen rehbrauner Farbe, außen von einer helleren Ver-witterungsrinde umgeben. Die Bruchflächen bieten häu-fig Mangan-Dendriten. Öfters beobachtet man glänzend braune Fischschuppen. Zwischen den Kalkstein-Schich-ten verbreiten sich regelhaft Kiesellagen, welche parallel zur Schichtung eingeregelt sind. Im Osten des Prunner Berges sind sie gewöhnlich 0,5 - 2 cm stark und intensiv dunkelbraun gefärbt. In den Braunkalken am Hang des Prunner Berges wurden Fische (*Leptolepis sprattiformis*, *Aspidorhynchus acutirostris* u.a.) aus Lesesteinen gebor-gen. Bemerkenswert ist ein prächtig erhaltener Fund in einem grobspätigen Kalk, weil das Gestein eigentlich keine guten Erhaltungsbedingungen erwarten ließe. Cru-staceen (*Aeger tipularius*, *Eryon arctiformis* u.a. Relikte)

und Ammoniten finden sich nicht selten als Abdrücke.

Die Mächtigkeit für die Malm Zeta-Schichtgesteine in der ist die Außenfläche von einer 5 mm dicken grauen Verwitterungsrinde überzogen. Innerlich ist das Gestein durch braune Flecken marmoriert. Öfters beobachtet man gut erhaltene Fossilien. Ausgangsgestein ist der Weiße Spli-terkalk. Typlokalität ist der Kastl-Berg. Hier kann man leicht 150 Blöcke, deren Größe 0,5 Kubikmeter über-schreitet, zählen. Etwa 50 Brocken von verkieselten Fos-silgesteinen weist der Pfaffen-Kopf auf. Vorkommen gibt es weiterhin an der Oberkante des Altmühltals und über dem Bucher Tal.

Paintener Schüssel

Die Füllung der Paintener Schüssel mit Schichtgesteinen erreicht im Umland von Baiersdorf rund 365 m Mächtig-keit. Es handelt sich um dünnbankige Kalke und Platten des Malm Zeta. Sie kommen auf den Äckern 500 m im Südwesten von Baiersdorf als reinweiße Kalke, die meh-lig bis kreidig abfärben, immer mit punktförmigen Mangan-Dendriten auf den Schichtflächen versehen, zugleich mit kugeligen, aber auch bizarr geformten Kieselkonkretio-nen (Hornsteinknollen) durchsetzt heraus. Die Kiesel-knollen enthalten oft taubeneigroße Hohlräume mit einem Rasen von Quarzkristallen an den Wänden. Auf der Hochfläche zwischen Baiersdorf und Keilsdorf hingegen beobachtet man einen Verband extrem zäher Kiesella-gen. Sie verursachen dort eine kleine Schichtstufe in Ost-West-Richtung aufgrund ihrer Verwitterungsresistenz gegenüber den Kalkverbänden. Eine eigenartige Bildung sind ferner die sogenannten Sandwichplatten: Eine offen-sichtlich sekundär verkieselte innere ehemalige Kalk-steinlage wird von hellem, teilweise stärker verwittertem Kalkstein unter- wie auch überlagert. Die zwischenge-schaltete Kiesellage, die zum Karbonat scharf abge-grenzt ist, ist stets blaugrau oder anthrazitfarben. Sie ragt aufgrund der größeren Resistenz in angewitterten Stük-ken zwischen den Kalklagen hervor.

Diese „Baiersdorfer Platten“ sind nach RUTTE (1972) im Riesereignis durch „Aemonitisierung“ verkieselt worden. Sie spielen als Werkzeug-Rohstoff des Steinzeitmen-schen eine überregional bedeutende Rolle.

Dolomitisierung

Die Dolomitisierung erfaßt - allerorten in der Altmühlalb - unterschiedlich große Bereiche aller auftretenden Malm-Gesteinsarten, ohne jede räumliche Regelmäßigkeit und immer als ausschließlich sekundäres Phänomen. Sie erfolgt frühdiagenetisch, d.h. in der Phase der Verhärtung zum Gestein. Der Kontakt zwischen Dolomit und Kalk kann glatt, verzahnt oder verschwommen sein.

Verwitterter Dolomit ist olivgrau bis gelblichgrün. Regel-mäßig entsteht dabei der Dolomitsand. Am Altmühlhang rund um Pillhausen deutet Trockenrasen mit Silberdistel, Küchenschelle und Wacholder die Verbreitung des Dolo-mits an.

TERTIÄR

An der Prunner Leite sind lokal Schichtgesteine dolomitiert worden. Am Ausgang des Galgentales beobachtet man anstehenden Dolomit in gebankter Absonderung mit Bankstärken im Meter-Bereich. Am Nordhang des Pfaffen-Kopfes ist lagiger Dolomit aufgeschlossen. Zwischen Pillhausen und Felsenhäusl zeigt der Dolomit in wenigen Aufschlüssen ebenfalls eine lagige Absonderung. Am Nordosthang des Pfaffen-Kopfes beobachtet man an dessen Basis, wenige Meter über dem Talboden, einen pilzförmigen dolomitierten Massenkalkfinger von 6 m Höhe (Abb.3). Seine Unterlage ist massiger, harter Dolomit. Die Kontaktfläche, nur 1 qm groß, ist etwas geneigt, aber plan.

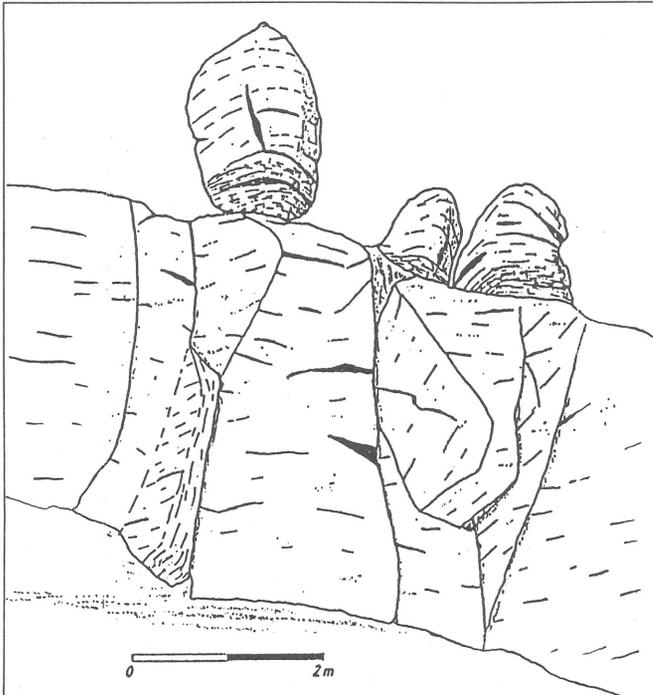


Abb. 3: Pilzförmiger Dolomit-Felsen am Fuße des Pfaffen-Kopfes, 1000 m westlich der neuen Holzbrücke von Essing. Eine Folge der unterschiedlichen Verwitterungsresistenz von Dolomit. Blick vom Weg gegenüber des Felsenhäusl Richtung Südwesten.

Kreide

Im Arbeitsgebiet konnten Kreideablagerungen nur relikthaf, in Form von alemonitiertem Regensburger Grünsandstein, im Umland von Baiersdorf und Keilsdorf nachgewiesen werden. Es sind die letzten Reste von Ablagerungen des Kreidemeeres im sogenannten Neuburger Ast. Die nächsten anstehenden kretazischen Sedimente finden sich auf der Höhe von Ihrlersstein - Befreiungshalle - Weltenburg.

Alemonite und Lehmige Albüberdeckung

Alemonite sind eine dem Suevit des Nördlinger Rieses ähnliche Impaktgesteinsbildung, entstanden zwischen Ries und Bayerischem Wald im Areal der Astrobleme, zeitgleich dem Riesereignis (RUTTE, ab 1971). Sie unterscheiden sich vom Suevit durch die enorme Härte, die riesige Verbreitung, eine etwas geringere Schockbeanspruchung, eintönigere petrographische Ausbildung und totale Verkieselung der zu dieser Zeit - im Obermiozän - in der Frankenalb erdoberflächlich anstehenden Gesteine: Jura-Kalksteine, Kreide-Sandsteine, tertiäre Süßwasserkalke. Typische Kennzeichen sind, neben der totalen Verkieselung - immer 98 % SiO₂ -, unter anderem brekziöses bzw. kryptokristallines Gefüge, säulig-achsige Absonderung und Blasen Hohlräume, entstanden durch Entgasung vor allem bei der Umwandlung von Kalkstein in Kieselsäure.

ROOS (1976) konnte in der Altmühl- und Frankenalb nach makroskopischen Merkmalen 6 Gruppen mit 30 verschiedenen Formen unterscheiden. Mengenmäßig am häufigsten tritt im kartierten Gebiet die Gruppe Qm (polymikt) auf. Die faust- bis kopfgroßen knolligen Kiesel zeigen im Anschlag eine homogen-dichte SiO₂-Grundmasse. Besonders häufig treten sie auf der Feldflur südlich Baiersdorf und um Keilsdorf auf. Stark vertreten ist ferner die Gruppe Qp, der „Typ Baiersdorf“, mit scharfkantig brechenden Kieselplatten. Es handelt sich um an Ort und Stelle verkieselte Zeta-Plattenkalke. Sie finden sich in Massen hauptsächlich auf der Hochfläche zwischen Baiersdorf und Keilsdorf. Eine untergeordnete Rolle spielen im Gelände schließlich die Gruppen Qb (Brekzie-in-Brekzie), sowie Qu (mit unscharfen Brekziengrenzen).

Die Lehmige Albüberdeckung ist als ein im Riesereignis entstandener und nachher intensiv verwitterter Impaktstaub zu verstehen. Sie nimmt etwa 40 % des Kartiergebietes ein und kommt auf den Hochflächen beiderseits der Altmühl als Überdeckungsbildung vor. Dadurch sind die Ablagerungen des Jura und der Kreide großräumig, wenn auch mit stark schwankender Mächtigkeit, überdeckt. Die reliefausgleichende Wirkung charakterisiert die impaktogene „Nivellierungsfläche“.

Es sind zähe, schwere, meist rotbraune Lehme mit einem hohen Tonanteil, insbesondere dem Tonmineral Montmorillonit. Sie sind immer mit Alemoniten aller Kaliber durchsetzt. Nach der Schneeschmelze oder starken Regenfällen bilden sich auf den Äckern gern Stellen mit Staunässe, sie machen die Felder lange Zeit unbegebar. Im trockenen Zustand bildet sie dagegen harte Brocken.

FLUSSGESCHICHTE

Im Pliozän, mit der Entstehung der Urdonau, beginnt die Geschichte des Altmühltals. Auf der Strecke von Donauwörth durch das Wellheimer Trockental nach Dollnstein und von dort - im heutigen Altmühltal - weiter bis Kelheim wird der Strom als Altmühdonau bezeichnet. In die Altmühdonau richten sich alpine Nebenflüsse wie auch die „Fränkische Südostentwässerung“. Im Zuge der Tiefenerosion kam es immer wieder zu Stagnationen - es entstanden Flußterrassen in verschiedener Höhenlage. Sie werden in Bezug zur heutigen Talsohle in Höhenmetern gefaßt und mit traditionellen Namen bezeichnet. In der Talstrecke Prunn-Felsenhäusl ist, wegen der seltenen Kombination von morphologischer Terrassenverebnung mit Schotterakkummulationen, die Dokumentation am besten.

Das Hochflächenschotter-Niveau

Es ist die höchste und älteste, zum ersten Mal in dieser Region nachgewiesene Terrasse. Sie liegt in 500-505 m NN, 150-155 m über der Talsohle, nördlich und oberhalb Pillhausen (Abb.4). Eine jüngere Felsen-Terrasse gibt es 145 m über Talsohle in Form einer nahezu horizontal gekappten Treppenstufe in massigem Kelheimer Kalk. In beiden Niveaus konnten Schotter noch nicht nachgewiesen werden.

Quartär

Ab Ättestpleistozän schneidet sich die Altmühdonau schließlich über 100 m tief in die Malmtafel bis auf ihr heutiges Niveau ein. Die flußgeschichtlichen Dokumente werden umso aussagekräftiger, je jünger sie sind.

Die am reichhaltigsten und besten überlieferten Dokumente der Altmühdonau sind die Hochschotter im 90 - 110 m-Niveau, in 445 - 455 m NN (Abb.4). Sie wurden 300 m nördlich Pillhausen, etwa 10 m mächtig, auf einer Felsterrasse erstmals nachgewiesen. Die Gerölle sind in rotbraune sandige Lehme gebettet. Weitere, allerdings nur relikthaft überlieferte Schottervorkommen aus diesem Niveau konnten mehrfach zu beiden Seiten der Altmühl - selbst an Steilhängen - nachgewiesen werden.

Eine Analyse von 667 Geröllen aus der Lokalität nördlich von Pillhausen ergab folgende Zusammensetzung:

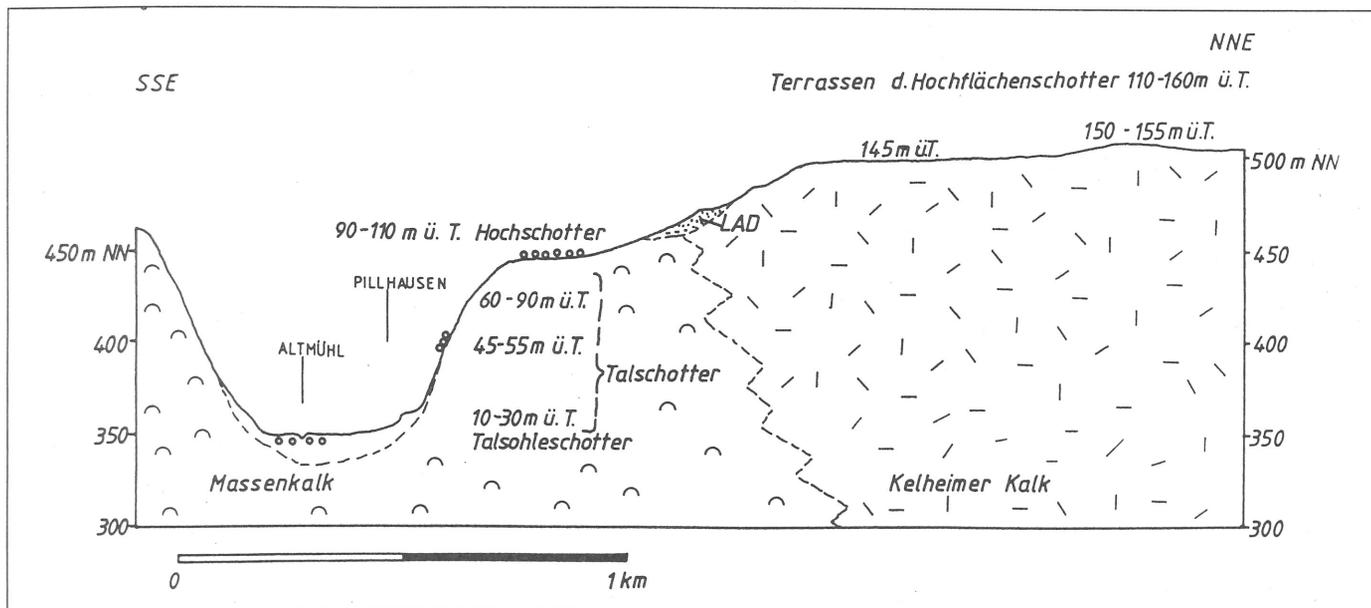


Abb. 4: Profil bei Pillhausen durch das Altmühltal. Eingetragen sind alle Niveaus der Altmühdonau. Schotterrelikte sind mit o gekennzeichnet.

47,4 % Quarze:
 Gangquarze, milchig hellgrau oder rötlich, netzartig zerklüftet, gut gerundet. Alpin.
 o 1,8 - 7 cm.

16,6 % Helle Kieseliefer:
 hellgrau bis braun, gleichmäßig dicht, plattig, Herkunft: Thüringer Wald.
 o 1,5 - 6 cm.

12,4 % Helle Sandsteine:
 gelblich bis ockerbraun gebleicht, fein- bis mittelkörnig, mesozoisch, fränkischer Herkunft.
 o 1,5 - 6 cm.

7,8 % Malmkalke:
 weiß bis hellgrau, überwiegend Massenkalk, Herkunft: Altmühlalb.
 o 2,0 - 11 cm.

6,0 % Alemonite:
 rötlich, seltener ockergelb, Eisenkrusten, klotzig, wenig zugerundet. Herkunft: Altmühlalb.
 o 2,0 - 12 cm.

4,6 % Radiolarite:
 typisch rotbraun, z.T. mit Quarzäderchen durchsetzt, dicht, gerundet, alpin.
 o 1,5 - 3 cm.

3,6 % Rote Sandsteine:
 rot, leicht eingekieselt, feinkörnig, aus der alpinen Flyschzone.
 o 1,5 - 3,5 cm.

1,0 % Lydite:
 dunkelgrau-schwarz, mit Quarzadern durchsetzt, Herkunft: Thüringer Wald.
 o 1,8 - 4 cm.

0,6 % unbestimmbar.

Die längerwährende Stagnation der Altmühlodonau im Hochschotter-Niveau (90 - 110 m über Talsohle) wird durch bauchige Auswaschungen und Hohlkehlen unterschiedlicher Ausmaße in den Massenkalkfelsen der Steilhänge dokumentiert.

Das nächste Niveau - reliktsch zwischen 60 und 90 m über Talsohle anzutreffen - ist am deutlichsten im Stück eines ehemaligen Talbodens, identisch mit dem Scheitel des Pfaffen-Kopf-Felsens, 75 m über Talboden, jedoch ohne Schotter, überliefert.

Eine schärfer ausgeprägte Stillstandsphase ist das 45 - 55 m über Talsohle anzutreffende Schulerloch-Niveau. Der Karstwasserspiegel im Untergrund der weiteren Umgebung stellte sich während dieser offenbar sehr langen Stagnation auf den Vorfluter Altmühlodonau ein, wodurch es zu zahlreichen ausgedehnten Höhlenbildungen und zur Entstehung von Karstwassermarken kam. Im Arbeitsgebiet konnten, zwischen 395 - 405 m NN, 14 Höhlen, mit der Kastlhöhle und der Klammhöhle als größten, erfaßt werden. Karstwassermarken, Hohlkehlen und glatt geschliffene Felswände sind am Nordwesthang des Pfaffen-Kopfes häufig. Schotterrelikte liegen 200 m nordöstlich Pillhausen am Steilhang in einem Hohlweg (Abb. 4); die geringe Menge ließ allerdings keine Vollanalyse zu. Es treten Quarze, faustgroße Malmkalkgerölle, Radiolarite und Lydite auf. Die Schotter schwim-

men in einem roten Lehm. Vereinzelt Quarzgerölle finden sich ferner an der Bauernleite südlich Einthal.

Im Niveau 10 - 30 m über Talsohle ist 100 m östlich Pillhausen die tiefste Altmühlodonauterrasse überliefert, allerdings ohne Schotter.

Zu Beginn der Riß-Eiszeit werden besonders gewaltige (alpine) Schottermassen, die Talsohleschotter, durch das Tal der Altmühlodonau befördert. Am Höhepunkt der Eiszeit erfolgt dann die Verstopfung des Eingangsbereiches. Nun wird - bei Rennertshofen - die Urdonau angezapft, die Wasser richten sich jetzt direkt über Ingolstadt zur Weltenburger Enge. Das breite Tal der Altmühlodonau fällt bis Dollnstein trocken. Ab Dollnstein übernimmt die Altmühl den Talraum.

Die letzten Schotterablagerungen der Altmühl, die Altmühlschotter, lagern über den Talsohleschottern, da die Altmühl in der Würm-Kaltzeit nicht mehr erodierte, sondern akkumulierte. Die jungpleistozäne Fracht sind vor allem scherbige, schlecht gerundete Malmkalkstücke, aber auch Riesenblöcke aus Massenkalk, die von den Hängen ins Flußbett gestürzt waren. Die wenigen Zeugnisse sind im Zuge der RMD-Wasserstraßen-Errichtung überdeckt worden.

Löß und Lößlehm

In der letzten Kaltzeit, dem Würm, wehten vorherrschend Westwinde eine gewaltige Staubfracht über die periglaziale Region. Das Feinmaterial lagerte sich vorwiegend an der Lee-Seite, den nach Osten geneigten Hängen, in Mächtigkeiten von mehreren Metern ab. Die Mengen von Abschlämmmassen in den Senken und Talböden lassen auf eine vormals größere Mächtigkeit der Löß-Ablagerungen schließen.

Der Löß liegt heute in der Regel als umgelagerter, dabei weitgehend entkalkter Lößlehm vor. Die geringe Mächtigkeit - meist unter 1 m - verantwortet örtlich den schleierartigen Überzug auf Lehmgiger Albüberdeckung oder auch Malm-Gesteinen. Lichte Buchenwälder sind typische Lößlehmanzeiger. Auf den Äckern der Baiersdorfer und Keilsdorfer Flur ist er aufgrund von Flurbereinigungsmaßnahmen fleckenhaft und stark vermengt mit der Lehmgigen Albüberdeckung anzutreffen.

Hydrologie

Die Quellen im Gebiet um Prunn gehören dem Tiefen Karst an. Sie entspringen dort, wo die Talsohle die Oberfläche des zusammenhängenden Karstwasserkörpers anschneidet. Die Quelle von Prunn hat eine außerordentlich starke Schüttung: 350 l/s. Die Riemhofer Quelle südlich von Prunn, 20 m von der Altmühl entfernt, schüttet 9,9 l/s.

Einen ehemaligen Quellaustritt beobachtet man 150 m nördlich Pillhausen am Weg zur Taferlbucho in etwa

410 m NN. Dort liegt eine Kalkbrekzie aus Malmkalkbruchstücken, die leicht von sekundär gefälltem Kalzit verbacken ist.

Dolinen

Die verbreitetste Form des Karstes sind die Dolinen (Abb. 5). Sie entstehen durch Auflösung des Kalkgesteins durch aggressives Niederschlagswasser, im engen Zusammenhang mit der Klüftung und der lithologischen Ausbildung der Karbonate und dem Einsturz (Erdfall) unterirdischer Hohlräume. Häufig treten an tektonisch angelegten Strukturen wie auch in den Trockentälern Dolinenreihen, deren Verlauf folgend, auf. Nachfolgende Füllungen mit Schutt, der Lehmgigen Albüberdeckung und des Lößlehms führen zur Bildung der meistens trichterförmigen Löcher. Charakteristisch ist der Säbelwuchs junger Bäume an den steilen Flanken der Dolinen, der auf eine gewisse Aktivität der Dolinen hinweist.

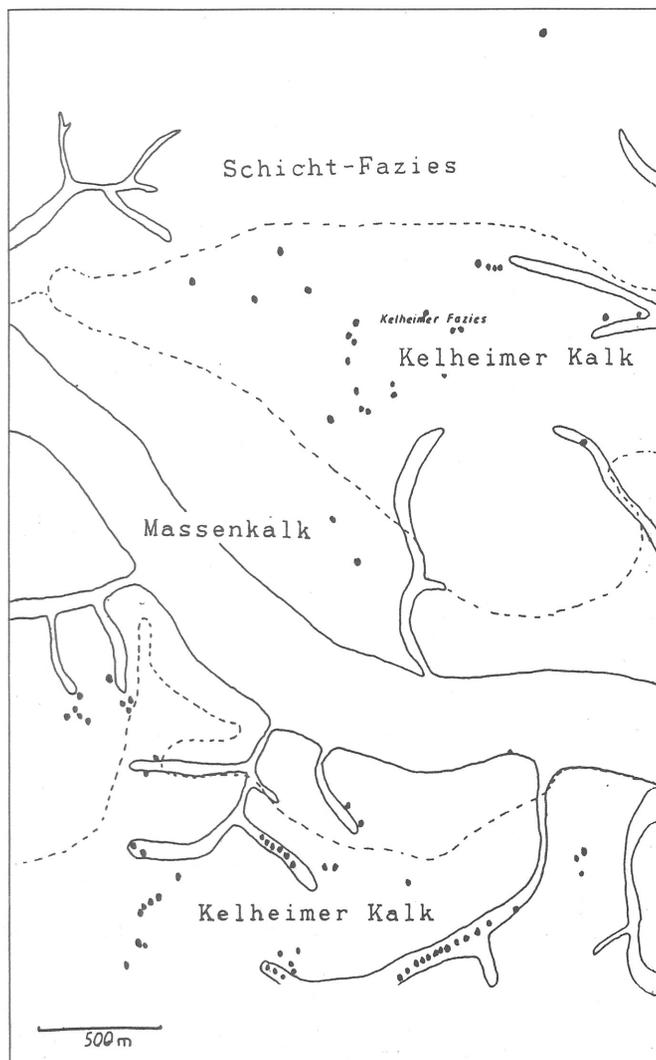


Abb.5: Verbreitung der Dolinen (schwarze Punkte) in Abhängigkeit von der Verbreitung von Kalkgesteinen (gestrichelte Linie) und der Trockentäler.

Höhlen

Am Altmühlhang entstanden im Eintiefungsprozeß der pleistozänen Altmühdonau während der Erosionsstillstände - als sich die unterirdischen Grundwasserzuflüsse (im „Karstwasserspiegel“) auf die Höhe des Vorfluters (Flußwasserspiegel) einstellten - durch Auflösung des Kalkgesteins entlang der Wasserwege Hohlräume. Sie wurden jeweils mit der nächsten Eintiefungsphase trockengelegt. So finden wir heute die Höhlen auf unterschiedlichem Niveau. Im unteren Altmühltal liegen sie in verschiedenen Höhenniveaus. Die größten Systeme beobachten wir im „Schulerloch-Niveau“ 50 m über der Altmühl. Zwischen Prunn und Felsenhäusl liegen die Klammhöhle und die Kastlhänghöhle in diesem Niveau.

In einem Aufschluß am Prunner Berg in 490 m NN ist eine 1 x 0,7 m große Höhlenfüllung vom Talhang vertikal angeschnitten. Die senfgelben und grauen Füllsedimente besitzen einen hohen Tonanteil und sind vermengt mit Kalkbruchstücken. Im oberen Bereich des Anschnitts beobachtet man faustgroße Kalkbrocken, die mit weißem, sekundär gefälltem Kalk umkrustet sind.

Karstwassermarken

Im Gerstackertal am nördlichen Hang des Pfaffen-Kopfes beobachtet man in den Massenkalkwänden im Bereich des Felsenmeeres Hohlkehlen. Sie sind Überbleibsel von der Erosionsleistung eines fossilen Baches aus dem Gerstackertal, der sich auf das Schulerloch-Niveau eingestellt hatte.



Abb.6: In der Bildmitte sind zwei Karstwassermarken zu erkennen, die nachträglich durch eine Kluft getrennt und etwas gegeneinander versetzt wurden.

Eine besondere Form der Karsterscheinungen sind die sogenannten Karstwassermarken (Abb.6). Die schönste Entwicklung beobachtet man am Nordwesthang des Pfaffen-Kopfes in 405 m NN. Es handelt sich um dem einstigen Karstwasserspiegel angepaßte, ursprünglich selbstverständlich horizontale, kerbenartige Lösungseinschnitte im Kalkgestein. Es sind also Höhen- und Wassermarken des über längere Zeit in unterirdischen Hohlräumen stagnierenden Grundwassers. Die Höhenlage der Marken ist abhängig von der Höhe des ehemaligen Vorfluters, in diesem Falle der Altmühl donau im 45- 55 Meterniveau.

Die Karstwassermarken verteilen sich auf 1,8 m in der Höhe. Neue Marken entstanden - jeweils darunter - mit dem „ruckweisen“ Absinken des Wasserspiegels an der neu eingepegelten, tiefer gelegenen Wasseroberfläche. Höhere Stockwerke wurden trockengelegt oder mit eingeschwemmtem Material plombiert. Damit ist die oberste Marke die älteste und die unterste die jüngste.

Hangschutt - Kolluvium - Schuttkegel

An den steilen Talflanken der Altmühl, des Prunner Berges und im Bucher Tal beobachtet man mächtigen Hangschutt. Kennzeichen, zugleich eine Abgrenzung zu den Kolluvionen, ist der hohe Anteil an Festgesteinen. Die Größe der Komponenten reicht von Taubeneigröße bis zu Blöcken im Kubikmeterbereich, die dann Anstehendes vortäuschen können. Am Ausgang des Gerstackertales häufen sich verstürzte Malmkalk-Blöcke regelrecht zu Felsenmeeren. Säbelwuchs an den Bäumen auf Hangschutt deutet auf gegenwärtig ablaufende Bodenbewegungen hin. Bindemittel sind abgespülter Lößlehm, Lehmige Albüberdeckung und Jura-Böden. Häufig werden durch starke Gewittergüsse oder auch Schneeschmelzwasser in neu geschaffenen Erosionsrinnen gewaltige, oft verheerende Hangschuttmassen ins Altmühltal befördert. Besonders gefährdet ist nach wie vor Einthal am Ausgang des Bucher Tals.

Die Kolluvionen verteilen sich füllend über die Sohle der Trockentäler und gelegentlich auch über die flachen Talflanken. Sie werden am mächtigsten im Gerstacker- und Galgental. Sie bestehen aus zusammengeschwemmtem Material von der Hochfläche: Lehmige Albüberdeckung, Lößlehm und Verwitterungsbildungen. Festgesteinskomponenten - Malmschutt und Aemonite - treten zurück, sie schwimmen in den Lockersedimenten.

Bei der Mündung der Seitentäler in das Altmühltal entstehen in Vorschüttung von Hangschutt und Kolluvionen trichterförmig verbreiternde Schuttkegel. Ihre Neigung beträgt 3 - 4° Richtung Altmühl. Die Orte Prunn, Einthal und Pillhausen liegen auf Schuttkegeln.

Lagerungsverhältnisse

Das Gebiet liegt östlich des Riedenburger Hochs und westlich der Sausthal-Zone, der bereits im Kristallin angelegten Nord-Süd-Struktur. Stark beeinflusst werden die

Lagerungsverhältnisse durch das hier beginnende allmähliche Abtauchen der Jura-Gesteinsschichten in Richtung Süden („Malmabtauchzone“).

Gravitationstektonik - die Bildung von Klüften in Auswirkung der Schwerkraft im Bereich von Talhängen - spielt eine augenfällige Rolle. Die Klüfte verlaufen immer parallel zu den Talflanken. Schöne Beispiele bieten die Massenkalkfelsen entlang der Altmühl und deren Seitentäler. Felsen, die entlang der Klüftung vom Anstehenden losgelöst sind, wandern in Richtung Talmitte ab. So finden wir am Fuße der Hänge fast überall oft riesige Felsen auf zweiter Lagerstätte. Örtlich kann es auch durch Gravitationstektonik zur Bildung von Felsenmeeren kommen (Pfaffen-Kopf-Nordwesthang).

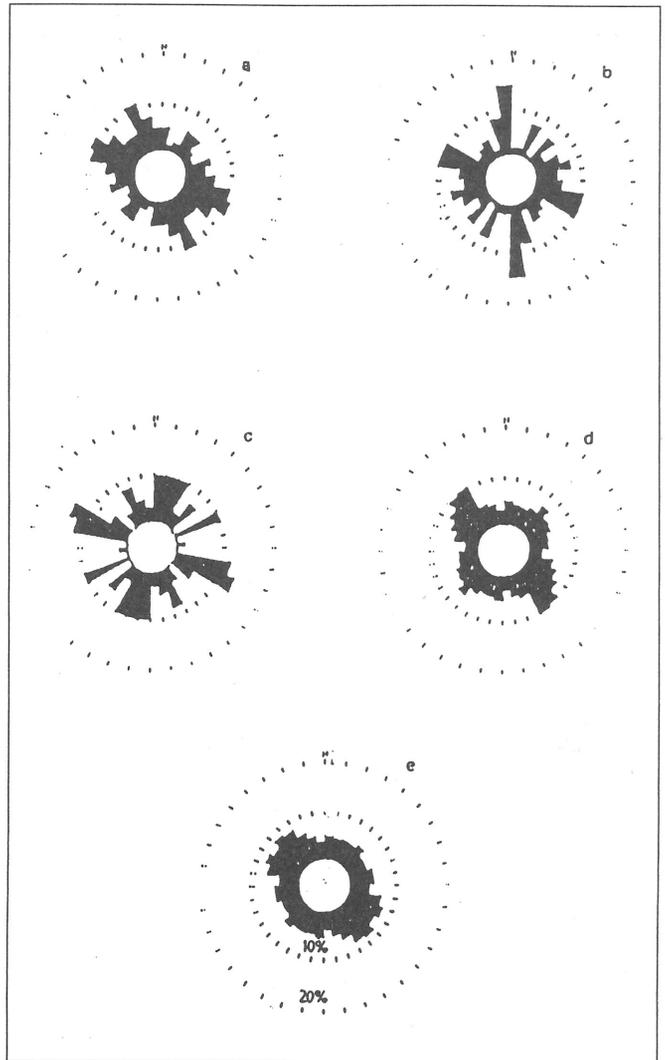


Abb. 7: Klüftrosen. a: Kelheimer Kalk südlich der Altmühl; b: Kelheimer Kalk am Prunner Berg; c: Schicht-Fazies; d: Massenkalk; e: Gesamtklüftrose. Es herrschen die hercynische und die rheinische Richtung vor. Untergeordnet treten N-S und NW-SE-Richtungen auf. Abweichende Richtungsmaxima sind auf kleintektonische Vorgänge und Gravitationstektonik zurückzuführen. Bei den meisten Klüften handelt es sich um Dehnungs- oder T-Klüfte, die durch Zugbeanspruchung infolge großwelliger Verbiegungen oder großräumiger Aufbeulung entstanden sind. Der größte Teil der Klüfte steht senkrecht, andere sind nachträglich gravitativ leicht gekippt. Es wurden 1273 Klüftmessungen in den verschiedenen Faziesbereichen vorgenommen.

Bruchstörungen

Im Gefolge von Dehnungsbeanspruchungen kommt es nicht nur zur Bildung von Klüften, sondern auch von Verwerfungen. Man hat zu unterscheiden zwischen atektonischen Setzungsrandbrüchen an den Schüsselrändern, deren Alter intrajurassisch ist, und echten tektonischen Brüchen, die das Gelände unabhängig von der Fazies queren. Deren Alter ist zum großen Teil als Pliozän definiert worden.

Ein Setzungsrandbruch ist nördlich der Ortschaft Prunn die Begrenzung der Schichtgesteine der Prunner Bucht gegen die Riffgesteine. Der Verlauf ist SW-NE gerichtet.

Am Prunner Berg ist eine Störung in der Schicht-Fazies 200 m nordwestlich vom Punkt 462,9 (s. geologische Karte) lokalisiert worden. Der Verlauf ist 10 - 20° (rheinisch). Hier grenzen Bankkalke der Setatus-Zone des Malm Epsilon an Schiefer des Zeta. Die Sprunghöhe beträgt 20 m.

Eine Störung versetzt im Bereich des Pfaffen-Kopfes Massenkalk-Schollen schätzungsweise mit 6 m Sprunghöhe gegeneinander.

Genetisch problematische Hohlformen

Morphologie

Eine morphologische und geologische Besonderheit sind drei beachtlich große Vertiefungen auf der Hochfläche im Wald südlich Baiersdorf - Keilsdorf im Niveau 500 - 505 m NN (Abb. 8). Sie sind zwischen 200 und 350 m lang und 150 m breit und erreichen an der tiefsten Stelle 10 m. Mit Hilfe der Geoelektrik wurde eine Füllung mit 12 m mächtigen Lockersedimenten festgestellt. Die Löcher sind demnach 22 m tief. Die Füllung besteht aus abgespülter Lehmiger Albüberdeckung, Bodenbildungen und Lößlehm; Juragesteine und Alemonite sind darin selten. In allen Hohlformen befindet sich im Zentrum je eine kleine Doline. Die Hohlformen unterscheiden sich vom umgebenden Waldgelände durch ein eigenes Mikroklima, sie haben üppigere Vegetation und halten die Niederschläge länger. Feuchtstandortanzeiger wie Riedgräser, Seggen, Farne und Moose sind die Regel.

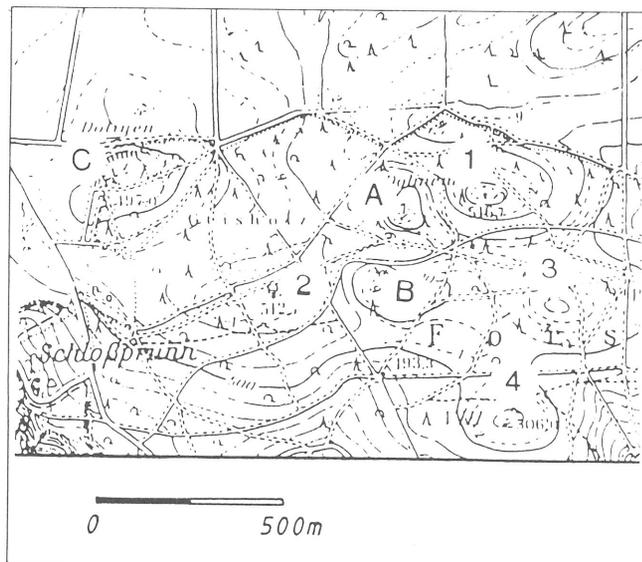


Abb.8: Lage der Hohlformen A, B und C und der in Ost-West-Richtung gestreckten Kuppen 1,2,3 und 4 nordöstlich von Schloßprunn

Die umgebenden vier Kuppen erreichen, von der Basis zur Kuppe gemessen 16 m (Nr. 1), 12 m (Nr. 2), 5 m (Nr. 3) und 6 m (Nr. 4). Bei 1, 2 und 3 besteht der Kern sicher aus Kelheimer Kalk, bei 4 ist er unter geringmächtiger Überdeckung zu vermuten. Alle vier Kuppen sind auffällig in Ost-West-Richtung gestreckt.

Deutungsversuche

1. Nördlich Pillhausen zieht ein enges Tal annähernd in rheinischer Richtung steil zur Hochfläche hoch. In dessen Verlängerung liegen die Hohlformen A und B. Kluftrichtungen im Kelheimer Kalk der Hohlformen ergaben ein rheinisches Maximum und - untergeordnet - eine Ost-West-Richtung. Diese entspricht der Längsachse der Depression B. Dies erlaubt die Vermutung, die Hohlformen A und B liegen auf einer sich kreuzenden tektonischen Schwächezone und seien Großdolinien. Gegen diese Annahme spricht, daß die Hohlform C an keine tektonische Struktur gebunden ist, ferner, daß die Längsachsen sämtlicher Hohlformen eine Hauptkluftrichtung nicht erkennen lassen. Das Luftbild gibt keine Hinweise auf tektonische Beeinflussungen.

2. Die Hohlformen als Großdolinien - entstanden aus Dolinenreihen - zu deuten, fällt schwer, weil Vergleichbares in der weiteren Nachbarschaft bei gleichen gegebenen Bedingungen noch nie beobachtet wurde.

3. Ein Zusammenhang mit dem Übergang der felsigen Kelheimer Kalke in die weicheren Plattenkalke in Nähe der Paintener Schüssel - und eventuell damit verbundenen Setzungsrandbrüche - kann ausgeschlossen werden. Die Entfernung zum Schüsselrand beträgt 150 m. Auch stehen die Hohlformen A und C in ihren Längsachse in spitzem Winkel zum Rand der Paintener Schüssel und nicht parallel dazu.

4. Zusammenhänge mit der Flußgeschichte der Altmühl-donau im Pliozän, etwa in Gestalt starker erosiver Tätigkeit unter Bildung von Wirbeln des gewaltigen Stromes könnten insofern bestehen, als die Hohlformen auf dem Niveau der Hochflächenschotter 150 m über Talsohle = 500 m NN liegen. Dafür spräche auch, daß die vier Kuppen eine Ost-West-Erstreckung aufweisen. Dagegen spricht, daß die Altmühl-donau seinerzeit noch weitschweifig mäandrierend über die Hochfläche floß und somit über keine wirbelnd-starken erosiven Kräfte verfügte. Auch müßte dann Ähnliches irgendwo in der Nähe zumindest in Andeutungen entwickelt sein.

5. Eine Entstehung durch Meteoriteneinschläge im Riesereignis, etwa als Mini-Krater ist auszuschließen, da weder ein Ringwall, noch Impaktgesteine, noch impakt-tektonisch radiär angeordnete Zubrechungen, wie sie in benachbarten Kratern nachgewiesen wurden, vorhanden sind.

6. 600 m südlich der Hohlform C und 1000 m südwestlich A und B liegt Schloß Prunn. Die drei Hohlformen könnten als ehemalige Steinbrüche, die für den Bau der Burg genutzt wurden, gedeutet werden. Dies ist auszuschließen, da die Steinquader der Burg nicht aus Kelheimer Kalk, sondern aus Massenkalk, gewonnen in nächster Umgebung, bestehen.

7. Die Interpretation der vier flachen Kuppen als herauspräparierte Riffkerne in gleichartigem Kelheimer Kalk entbehrt aller geologischen Grundlagen.

Wahrscheinlich sind die drei Hohlformen in einer Kombination von tektonischer Beanspruchung und nachfolgender intensiver Verkarstung entstanden.

FELSENMEER ALT MüHLTAL

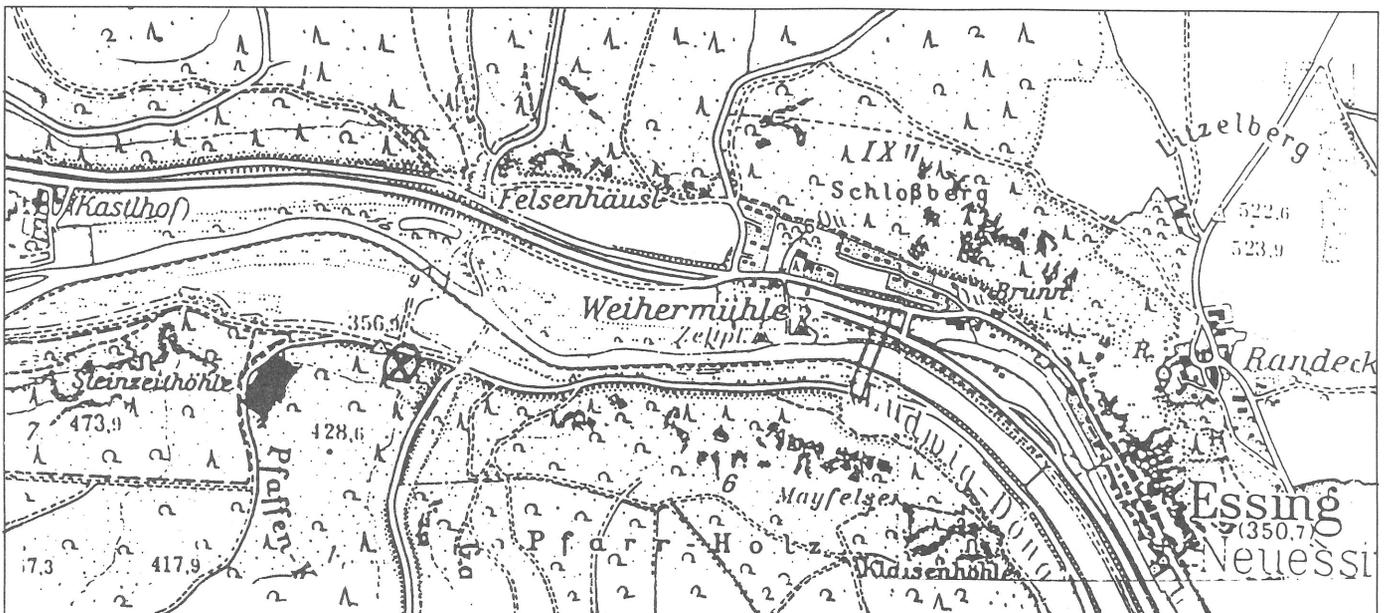


Abb. 9: Lage des Felsenmeeres (schwarz) am Fuß des Pfaffen-Kopfes. Im Osten ist die neue Holzbrücke von Essing zu erkennen. Dolomitfinger mit x markiert.

Ein besonderes Naturschauspiel bietet am Fuße des Pfaffen-Kopfes (Abb.9) ein 100 x 60 m großes Felsenmeer aus Malmkalk-Blöcken. Felsenmeere aus Karbonatgesteinen sind sehr selten. Sie können nur aus unge-schichteten massigen Gesteinsverbänden entstehen, hier aus Massenkalk.

Drei aufeinander senkrecht stehende Kluftsysteme bei einem Kluftabstand zwischen 1 und 15 m sind die Voraus-setzung zur Ablösung der Blöcke vom festen Fels des Pfaffen-Kopfes gewesen. Den ersten Anlaß gab die inten-sive Frostverwitterung in Verbindung mit chemischer Verwitterung sowie der Gravitationstektonik in der letzten Eiszeit. Nach und nach lösten sich von der Felswand zahlreiche der mehrere Tonnen schweren Blöcke und stürzten zu Tal.

Das Alter der Entstehung des Felsenmeeres läßt sich über die Geschichte der pleistozänen Altmühdonau fest-stellen. An einer Massenkalkwand im Bereich des Felsen-meeres lassen sich in 400 - 410 m NN, also 45 - 55 m über der Talsohle (Schulerloch-Niveau) - einer markanten Stagnationsphase der Altmühdonau - Karstwassermar-ken beobachten. Diese entstanden, als sich der Karst-wasserspiegel und damit der Vorfluter in diesem Höhen-niveau befanden. Als geologische Zeit dafür ist der Zeit-raum des Ältestpleistozäns anzunehmen. Bei weiterem Einschneiden der Altmühdonau sank dann der Karstwasserspiegel ab und die Karstwassermar-ken wurden trok-kengelegt. Daraufhin konnten sich die Blöcke lösen und verstürzen. Häufig sind die in der Regel stark bemoosten Felsblöcke aufeinandergestürzt, manche sind in den un-terlagernden Hangschutt eingesunken (Abb. 10). Auf manchen Blöcken wachsen Bäume oder umwachsen diese.

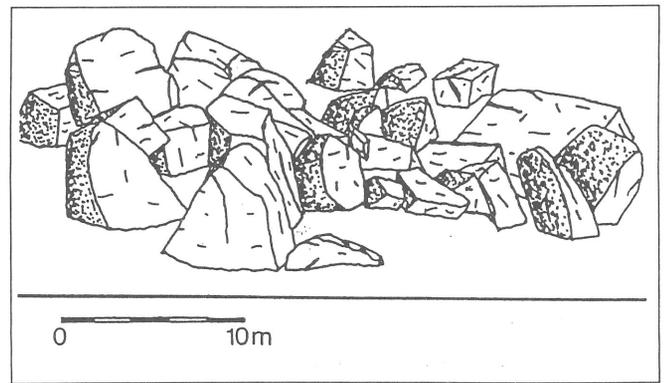


Abb. 10: Ein Teil des Felsenmeeres Altmühltal unter dem Pfaffen-Kopf, von Nordwesten gesehen. Die Kantenlänge der größeren Blöcke liegt hier bei durchschnittlich 4, gelegentlich 6 m.

H. Literaturverzeichnis

- APPEL, M. (1985a):
Geologie des Gebietes Hexenagger-Tettenwang südlich Riedenburg (Altmühlalb).
- Weltenburger Akademie, Gruppe Geschichte, Kelheim/Weltenburg.
- BAUSCH, W.M. (1963):
Der Obere Malm an der unteren Altmühl - nebst einer Studie über das Riffproblem
(incl. Anhang). Erl. geol. Abh., 49, Erlangen.
- BINDER, J. (1983):
Geologische Kartierung des Gebietes zwischen Donau bei Kloster Weltenburg
und Altmühl am Großen Schulerloch. - Weltenburger Akademie, Gruppe
Geschichte, Kelheim/Weltenburg.
- FISCHER, H.J. (1991):
Geologie des Gebietes zwischen Echendorf-Buch-Prunn (Altmühlalb).
- Weltenburger Akademie, Gruppe Geschichte, Kelheim/Weltenburg.
- KÖNIG, R.W. (1989):
Geologische Kartierung 1:10000 von Riedenburg (Südliche Frankenalb) und
Umgebung. - unveröff. Dipl.Arb., 161 S., Würzburg.
- MÄUSER, M. (1984):
Geologie des Gebietes von Jachenhausen bei Riedenburg (Südliche Frankenalb).
- Weltenburger Akademie, Gruppe Geschichte, 21 S., Kelheim/Weltenburg.
- ROOS, W.F. (1976):
Kartierung von Alemoniten im Ostteil der Südlichen Frankenalb. - Oberrhein. geol.
Abh., 25, S. 75-95, Karlsruhe.
- RUTTE, E. (1951b):
Fossile Karstwassermarken in der Badischen Vorbergzone. Ber. Naturforsch.
Ges. Freib./Br., Bd. 41, Heft 2, S. 205-210, Freiburg/Br.
- RUTTE, E. (1963):
Karst- und Überdeckungsbildungen im Gebiet von Kelheim. - Quartär, 14, S. 69-
80, Bonn.
- RUTTE, E. (1970):
Neue Daten zur Geologie des Bereichs von Kelheim. - Geol. Bl. NO-Bayern,
20, S. 119-139, Erlangen.
- RUTTE, E. (1974):
Neue Befunde zu Astroblemen und Alemoniten in der Schweifregion des Riesko-
meten. - Oberrh. geol. Abh. 23, S. 97-126, Karlsruhe.
- RUTTE, E. (1987):
Rhein Main Donau - Wie - wann - warum sie wurden. Eine geologische Geschich-
te. - 154 S., Thorbecke, Sigmaringen.
- RUTTE, E. (1989):
Geologie im Landkreis Kelheim. 2. Aufl. - Landkreisbuch, Kelheim.
- SCHMIDT-KAHLER, H. (1968):
Die hohe Lage des Kristallins unter der Südlichen Frankenalb (vorläufiges
Ergebnis der Tiefbohrung Riedenburg). - Geol. Bl. NO-Bayern, 18, S. 181,
Erlangen.
- TRUSHEIM, F. (1954):
Über die Beziehung zwischen geschichteter und ungeschichteter Fazies im
höheren Malm der östlichen Altmühlalb. - Z. dt. geol. Ges. 105, S. 246-251,
Hannover.



Impressum:

Autor: Konrad Albert Greßhausen
Layout: Edmund Klingshirn, 8420 Kelheim
Druck: Hausdruckerei der Weltenburger Akademie
Bezugsquellen: Verlagsbuchhandlung der Weltenburger Akademie,
Postfach 1270, 8423 Abensberg,
Buchhandel und Archäologisches Museum Kelheim
Bestell-Nr.: 5.8
Auskunft: Anton Röhl, Asamstraße 32, 8420 Kelheim/Weltenburg
© Verlag der Weltenburger Akademie Aventinum e. V., 1991

Geologie der Umgebung von Schloßprunn.

JURA: 1 Massenkalk - 2 Kelheimer Kalk - Schicht-Fazies: 3 Malm Epsilon - 4 Malm Zeta - 5 Verkiesselte Fossilgesteine - 6 Dolomit - TERTIÄR: 7 Lehmige Albüberdeckung - 8 Alemonite, gehäuft - 9 Hochschotter - QUARTÄR: 10 Talschotter - 11 Lößlehm - 12 Hangschutt - 13 Schuttkegel - 14 Talboden - 15 Artefakteschlagplatz - 16 Schlackenreste - 17 Künstliche Gräblöcher - 18 Alemonitdeponie - 19 Störung.

