© Naturforschende Gesellschaft zu Freiburg im Breisgau c/o Institut für Geo- und Umweltnaturwissenschaften; download www.zobodat.at

Ber. Naturf. Ges. Freiburg i. Br.	49	S. 59 – 112	2 Abb.	1 Karte	Freiburg, 1959

Stratigraphie und Tektonik der Vorbergzone am südwestlichen Schwarzwaldrand zwischen Staufen und Badenweiler

von

Hugo Genser, Freiburg i. Br.*

2 Abb., 1 Karte

Inhaltsverzeichnis

Einleitung 60
Sedimentäres Deckgebirge 60
Trias 60
Buntsandstein 60
Muschelkalk 61
Keuper 63
Unterer Keuper 63
Mittlerer Keuper 64
Oberer Keuper 68
Jura 70
Lias 70
Schichtenfolge 71
Stratigraphie 75
Dogger 80
Schichtenfolge 81
Stratigraphie 88
Malm 91
Tertiär 92
Stamp 93
Alttertiäres Küstenkonglomerat 96
Versuch einer Eingliederung des Tertiärs 97
Die Auflagerung des Tertiärs auf dem Mesozoikum und ihre Bedeutung für die Tektonik 99
Tektonik 101
Tektogenese 107
Angeführte Schriften 109

* Derzeitige Anschrift: Dr. HUGO GENSER, Karlsruhe, Kaiserstr. 12, Institut für Geologie der TH.

© Naturforschende Gesellschaft zu Freiburg im Breisgau c/o Institut für Geo- und Umweltnaturwissenschaften; download www.zobodat.at

Einleitung

Der südliche Oberrheintalgraben wird auf seinen beiden Seiten von einer zwischen dem eigentlichen Grabengebiet und den Hochschollen Schwarzwald und Vogesen vermittelnden Vorbergzone begleitet. Der am westlichen Schwarzwaldrand zwischen Staufen und Badenweiler gelegene Vorbergzonenabschnitt, die sogenannte Sulzburger Vorbergzone, war das Ziel vorliegender stratigraphischer und tektonischer Untersuchungen.

Erstmalig brachte F. SANDBERGER 1858 die Gegend südlich von Freiburg bis Schliengen kartenmäßig zur Darstellung, wobei auch dieses Gebiet mit erfaßt wurde. Außer dieser Arbeit liegt über die Sulzburger Vorbergzone nur noch die Kartierung von LENT im Jahre 1892 im Maßstabe 1:50 000 vor. Diese Arbeit stellte die einzige zusammenhängende Aufnahme dieses Gebietes dar. 1928 untersuchte H. KIEFER das Tertiär der Vorbergzone zwischen Freiburg i. Br. und Badenweiler und lieferte für die Sulzburger Vorbergzone mannigfaltige Beobachtungen, die sich besonders durch die zunehmende Verschlechterung der Aufschlüsse dieser Schichtenfolge als wertvoll erweisen. In mehreren veröffentlichten und unveröffentlichten Untersuchungen über die südbadische Vorbergzone befaßte sich E. GUENTHER unter einem großräumigen Blickwinkel mit der Tektonik dieses Abschnittes und nördlich davon liegender Gebiete.

Die Anregung zu dieser Arbeit verdanke ich Herrn Professor Dr. M. PFANNENSTIEL, der den Fortgang mit stetem Interesse verfolgte und auch für die Drucklegung sehr besorgt war. Großen Dank schulde ich Herrn Professor Dr. H. ILLIES, Karlsruhe, der mir jederzeit in allen Fragen mit Rat zur Seite stand. Meine Kartierungstätigkeit förderte er wesentlich durch gemeinsame Geländebegehungen und gab mir bei der Ausarbeitung mannigfache, wertvolle Hinweise und Anregungen. Aus den Erörterungen mit meinen Studienkollegen, den Herren Dipl.-Geol. Dr. M. LUTZ, Dipl.-Geol. D. BERG, Dipl.-Geol. G. GIERMANN und Dipl.-Geol. E. SITTIG, ergaben sich manche nützliche Gedanken.

Sedimentäres Deckgebirge

TRIAS

Buntsandstein

Vom Buntsandstein, der im Kartierungsgebiet als ältestes sedimentäres Schichtglied dem Grundgebirge anlagert, sind nur einzelne Partien des mittleren Buntsandsteins aufgeschlossen.

Als nördlichstes sedimentäres Vorkommen der Sulzburger Vorbergzone steht wenig südlich des St. Gotthardhofes das oberste Niveau des Haupt-

© Naturforschende Gesellschaft zu Freiburg im Breisgau c/o Institut für Geo- und Umweltnaturwissenschaften; download www.zobodat.at

buntsandsteins an (20°, 40—45° W), das sich östlich bis an die Hauptstörung hinzieht.

Eine genaue stratigraphische Einordnung der Schichten ist nur schwer möglich, da der allgemein die Grenze gegen den oberen Buntsandstein bildende Karneolhorizont nicht aufzufinden ist. Man kann aus dem Vergleich mit Profilen der weiteren Umgebung den Schluß ziehen, daß hier die höchsten Partien des sm liegen. Im Profilhöchsten treten dünnbankige, glimmerhaltige Tonsandsteine auf, die schon Brombach (1903, S. 438) veranlaßten, sie mit den von ihm „geröllfreie Werksandsteine" genannten Partien, über denen am Lorettoberg bei Freiburg der Karneolhorizont liegt, zu vergleichen. Unter dem Tonsandstein lagert am St. Gotthardhof der als Hauptkonglomerat (c2) anzusprechende Komplex. Das Hauptkonglomerat unterscheidet sich vom Tonsandstein, der ebenfalls wenn auch kleine Gerölle führt, durch die Vielzahl der Gerölle und deren Größe. Die Gerölle des Hauptkonglomerates, z. T. mit 8—10 cm Länge, die in einer fein- bis mittelkörnigen Grundmasse eingebettet sind, bestehen zum überwiegenden Teil aus Quarz, seltener aus Porphyr und Kieselschiefer. Die auch im eigentlichen Hauptkonglomerat nach ihrer Größe und Zahl stark variierenden Gerölle sind häufig zerquetscht und facettiert. Sowohl durch die Grundmasse als auch durch die einzelnen Gerölle setzen kleine Risse und Sprünge von wenigen Millimetern „Sprunghöhe" hindurch, die mitunter bis auf eine Länge von 20 cm verfolgt werden können. Untergeordnet trifft man in einzelnen Stücken besonders nördlich des alten Steinbruches Gesteinsstücke, bei denen Klufthohlräume mit Schwerspat ausgefüllt sind. Sehr selten treten kleine Nester und Rosetten von Schwerspat auf. Es dürfte sich hierbei um eine, wenn auch vielleicht nicht direkte Fortsetzung eines herzynisch streichenden Erzganges im Amselgrund, so doch sicher um eine genetische Übereinstimmung mit diesem handeln.

Das Vorhandensein des die Grenze vom mittleren zum oberen Buntsandstein darstellenden Karneolhorizonts südlich Grunern beweist eine Notiz von Wilser (1933, S. 7), während die tonigen Schichten des oberen Buntsandsteins nur von Lent zu beobachten waren.

Muschelkalk

Ebenso untergeordnet wie der Buntsandstein tritt in den Sulzburger Vorbergen auch der Muschelkalk auf, der nur im ehemaligen Muschelkalkbruch von Bötzen in seinen oberen Partien gut erschlossen ist.

Mittlerer Muschelkalk, mm.

Die Schichten der mittleren Abteilung des Muschelkalks (Anhydritgruppe) bestehen aus hell- bis ockergelben Dolomiten, die meistens durch Auflösung und Wegführung des ehemals zwischen den jetzigen Zellwänden vorhandenen Gesteinsmaterials zu den löchrigen und zelligen Zellen-

© Naturforschende Gesellschaft zu Freiburg im Breisgau c/o Institut für Geo- und Umweltnaturwissenschaften; download www.zobodat.at

dolomiten umgewandelt sind. In diesen Dolomiten sind teils knauerartig, teils sich zu durchhaltenden Bändern vereinigend, hellgraue bis dunkelgraue Hornsteine eingelagert.

Oberer Muschelkalk, mo.

Von den drei Abteilungen des Hauptmuschelkalkes
mo 3 Trigonodusdolomit,
mo 2 Nodosuskalk,
mo 1 Trochitenkalk
sind nur die beiden untersten anstehend aufzufinden. Die beste Fundstelle ist der schon zuvor erwähnte aufgelassene Bruch bei Bötzen. Im ganzen gesehen besteht der mo aus fossilführenden, zum Teil oolithischen hell- bis blaugrauen Kalken. Trotz der sehr groben Aufnahme von BROMBACH sei hier sein Profil wiedergegeben, da sich die darin genannten gesammelten Fossilien in der Badischen Sammlung des Geologischen Instituts Freiburg i. Br. befinden.

6,00 m hellgraue, dünnbankige bis plattige, unten ruppige Kalke: Nodosuskalk
6,00 m blaugrauer, dünnbankiger Trochitenkalk, die Trochitenlagen spärlich, unten mit undeutlichen kleinen Schalen
6,00 m hellgraue, dickbankige, oolithische Trochitenkalke mit *Myophoria ovata, Astarte triasina, Coenothyris vulgaris*
1,00 m blaugraue, dickbankige Kalke
Liegendes

Der Trochitenkalk enthält auch am westlichen Schwarzwaldrand zwei oolithische Partien (GENSER, 1958, S. 15 Profil), die besonders im Hinblick auf die Untersuchungen von W. PAUL im Gebiet zwischen Neckar und Hochrhein von größerem Interesse sein könnten. PAUL (1956, S. 14/15) weist auch auf ähnliche Verhältnisse im Breisgau hin. Er glaubt, seinen „Liegendoolith", mit dem er die Untergrenze des mo 1 zieht, auch in diesem Niveau im Breisgau anzutreffen. Da im Bötzener Bruch die Grenze zum mittleren Muschelkalk nicht aufgeschlossen ist, kann die Behauptung PAULS an dieser Stelle nicht nachgeprüft werden.

Die nächsthöhere oolithische Fazies im oberen Muschelkalk mo 1 setzt PAUL seinem „Marbacher Oolith" gleich. Die größte Mächtigkeit des Marbacher Ooliths fällt nach ihm mit der varistischen Linie Donaueschingen—Badenweiler zusammen. Nördlich dieser Linie steige seine Untergrenze langsam an. PAUL (S. 14/15) führt aus: „Besonders langsam am Westrand des Schwarzwaldes, wo Marbacher Oolith im Niveau der Flaserkalkregion und unterlagert von dem Mergelhorizont II in durchschnittlich 4 m Mächtigkeit mindestens von Staufen bis Lahr reicht." Eine stratigraphische Einstufung dieser Oolithe im Bötzener Profil kann nicht gegeben werden, da keinerlei Ceratitenfunde eine genaue Einstufung erlauben. Die von PAUL

© Naturforschende Gesellschaft zu Freiburg im Breisgau c/o Institut für Geo- und Umweltnaturwissenschaften; download www.zobodat.at

für den Schwarzwaldwestrand angegebene Mächtigkeit von 4 m für den „Marbacher Oolith" ist jedoch sicher zu hoch gegriffen. Sie beträgt im Gebiet von Staufen keinesfalls mehr als 2,50 m.

Die Grenze des Trochitenkalks gegen den hangenden Nodosuskalk kann wegen Fehlens der namengebenden Ceratiten, wie im Profil von BROMBACH, nur mit dem zeitlich uncharakteristischen Aufhören der Trochitenstielglieder gezogen werden. Diese Grenzziehung ist aber jedenfalls der noch viel problematischeren Grenzziehung von BERG (1958, S. 32) vorzuziehen.

Keuper

Gliederung des Keupers im Raum der Sulzburger Vorberge

k_o	hellgraue Rhättone mit dem Rhätquarzit (2 cm)
k_m	Bunte Grenzmergel Oberer Steinmergel Rote oder obere bunte Mergel des Breisgaus Hauptsteinmergel Dunkle oder untere bunte Mergel des Breisgaus Schilfsandsteinkeuper mit dem Schilfsandstein Mergel des Gipskeupers mit dem Gipslager
k_u	Unterer Keuper oder Lettenkohlenkeuper

Die oberste Stufe der Trias, der Keuper, ist der von dieser Formation am besten aufgeschlossene Gesteinskomplex. Während das Vorkommen des unteren Keupers fraglich bleibt, treten die Schichten des mittleren Keupers im Bereich des bearbeiteten Vorbergzonenstreifens nahezu in seiner gesamten Längserstreckung auf. Das Dach dieser Stufe bilden Ablagerungen, die auf Grund von Vergleichen mit anderen Gebieten dem Rhät zugeschrieben werden können.

Unterer Keuper = Lettenkohlenkeuper, ku.

Anstehenden Lettenkohlenkeuper konnte ich im gesamten Untersuchungsgebiet nicht auffinden. Nach LENT waren beim Umbau der Gips- oder Ölmühle am Sulzbach bei Sulzburg kurzfristig dunkle und graue Dolomite und Mergel in wirrer Lagerung aufgeschlossen. Diese fossilfreien Gesteine ordnete er dem unteren Keuper zu. Das Auftreten petrographisch ähnlich ausgebildeter Schichten des Tertiärs im Sulzbach lassen dieses Vorkommen jedoch problematisch erscheinen.

© Naturforschende Gesellschaft zu Freiburg im Breisgau c/o Institut für Geo- und Umweltnaturwissenschaften; download www.zobodat.at

Mittlerer Keuper, km.

Die Schichtenfolge des mittleren Keupers aus Tonen, Dolomiten und Mergeln mit zwischengelagerten Steinmergeln und Sandsteinen bestehend, erlauben eine durchweg gute Unterteilung und Aufgliederung dieses ziemlich mächtigen Komplexes (siehe Tabelle).

Die bunten Mergel des Gipskeupers mit den Gipspartien

Bei diesen Gesteinen handelt es sich um rote, hell- bis dunkelgraue, grüne und zum Teil hellbraune Tone und gleichfarbige, plattig-würfelig zerspaltende Mergel. In diesem Komplex von Tonen und Mergeln sind auch die früher wirtschaftlich wichtigen Gipseinlagerungen anzutreffen. Gegenwärtig wird im Gebiet zwischen Staufen und Badenweiler der Gips an keiner Stelle mehr abgebaut. LENT konnte um die Jahrhundertwende im Laufener Gebiet noch zwei in Betrieb befindliche Gruben befahren. Da zur Zeit keinerlei Aufschlüsse in diesem Niveau bestehen, seien hier einige seiner wichtigsten Beobachtungen wiedergegeben.

Der eine Stollen, im Streichen des Keupers verlaufend, zeigte auf seinen Querschlägen die bunten Mergel gleichmäßig in NNE-Richtung streichend und mit 60—70° westfallend. Der fleischrote Gips trat sowohl nester- und linsenförmig auf. Der zweite tiefere Stollen, N 50° W streichend, stand mit seinem Mundloch in den Kalksandsteinen des Tertiärs. Östlich der Auflagerung traten blaue Tonmergel, die Steinmergelbänke und der Schilfsandstein auf, daran schloß sich „die Hauptgipsregion in ansehnlicher Mächtigkeit" an, die im Liegenden von gipsfreien, bunten Mergeln unterlagert wird. Zur Zeit sind in dem oben erwähnten Gebiet keinerlei Aufschlüsse mehr vorhanden. An Weganrissen usw. findet man oft die bunten Tone und hin und wieder Stücke von Fasergips, die aber auch von alten Halden stammen können.

Weiter nördlich bei Sulzburg läßt nur noch der Name Gipsmühle auf ähnliche Vorkommen schließen. Im Gebiet zwischen Sulzburg und dem Kastelhof bei Ballrechten kam nach LENT in dem der Hauptverwerfung vorgelagerten Keuperstreifen nochmals Gips vor, wie eine seinerzeit östlich des Kastelberges niedergebrachte Bohrung erwiesen hat.

Zu erwähnen ist, daß die einzige noch Keupergips der Vorbergzone abbauende Grube wenig südlich des Gebietes bei Hausbaden gelegen ist.

Wenn auch sonst die Tone des km 1 wenig Besonderheiten aufweisen, seien doch einige bei zwei Hausausschachtungen östlich des Hohlweges von Staufen nach Bötzen gemachte Beobachtungen erwähnt. Dort standen grüne, gelbe, gelbbraune und rote Tone mit 30° Westfallen an. Umfangreiche Partien dieser gelben und roten Tone sind auf den Schicht- und Kluftflächen

Verfasser	Warnke 1953		Zühlke 1952	Brombach 1903	Schnarrenberger 1915
Bunte Grenzmergel	Steinmergel	Mergel im Hangenden des ob. Steinmergels	Steinmergel	Obere Oberer Steinmergel	Obere
Oberer Steinmergel	Keuper	Oberer Steinmergel			
Rote oder obere bunte Mergel des Breisgaus			mergel	bunte	mit den Steinmergeleinlagerungen
Hauptsteinmergel			Keuper	Hauptsteinmergel	(Hauptsteinmergel = Gansinger Dolomit)
Dunkle oder untere bunte Mergel des Breisgaus			Bunte Keupermergel	Mergel	Mergel
Schilfsandsteinkeuper			Schilfsandstein		

© Naturforschende Gesellschaft zu Freiburg im Breisgau c/o Institut für Geo- und Umweltnaturwissenschaften; download www.zobodat.at

© Naturforschende Gesellschaft zu Freiburg im Breisgau c/o Institut für Geo- und Umweltnaturwissenschaften; download www.zobodat.at

von sich vielmals kreuzenden Kalkspatausfüllungen durchsetzt. Das Gestein erhält bei Wegführung der Tonpartien ein in der Struktur einem Zellendolomit ähnliches Aussehen. An einzelnen Stellen waren in Hohlräumen und Klüften regelrechte Kalkspatdrusen aufzufinden. Dieselben Beobachtungen im km 1 haben auch STELLRECHT (1954, S. 66/67) und ERB (1956, S. 2/3) gemacht. Durch Calciumkarbonatlösungen sind besonders starke Teile der gelben bis hellgrünen Mergel beeinflußt. Diese Ton- und Mergelpartien sind regelrecht von Kalkspat durchtränkt. Die Grundfarbe des hellgelben bis hellgrünen Gesteins bleibt dadurch erhalten, daß die Hauptmenge der Lösung in den vorhandenen Mergel eindrang und diesen verkalkspatete. Auf Hohlräumen, Klüftchen und dergleichen konnten die reinen Lösungen auskristallisieren und im Durchmesser 1—2 cm große weiße kristalline Flecken bilden. Das Gestein besitzt dadurch ein unruhiges, fleckenartiges Aussehen. Man findet auch in diesem „Kalk" hin und wieder kleine, nicht von der Lösung durchtränkte gelbe und hellgrüne Tonfetzen, die das ursprüngliche Material repräsentieren. Die umgewandelten Mergel schwellen bis zu 10 cm mächtigen, knauerartigen Einlagerungen an. Teilweise konnte sogar eine auf erhebliche Erstreckung verfolgbare lagenweise Anordnung beobachtet werden.

Schilfsandsteinkeuper

Das Hangende des Gipskeupers bildet der Schilfsandsteinkeuper im weiteren Sinne. Die Bezeichnung Schilfsandsteinkeuper im Gegensatz zu Schilfsandstein wurde erstmals von WARNKE bei der Bearbeitung des Schönberggebietes vorgeschlagen. Der Begriff Schilfsandsteinkeuper charakterisiert die Verhältnisse dieses Komplexes besser, da diese Partie nicht, wie bisher allgemein angenommen wurde, aus einem mächtigen Sandsteinpaket besteht, sondern aus einer Wechsellagerung von dünnen Sandsteinbänkchen mit verschieden gefärbten Tonen und Mergeln. Im oberen Teil des Schilfsandsteinkeupers tritt dann der eigentliche Schilfsandstein auf, dessen Mächtigkeit zwischen 2 und 5 m schwanken kann. Es handelt sich hierbei um einen feinkörnigen, glimmerreichen, sehr oft dunkelweinrot gefärbten Sandstein. Die dunkelrote Farbe scheint für das frische Gestein charakteristisch zu sein, während hell- bis braungelbe Farbtöne bei verwitterten Stücken auftreten, die unregelmäßig von streifigen, dunkler braunen Partien durchzogen werden. Zuweilen findet man im Sandstein kleine 1—2 cm lange, schmale, meist hellgrüne Tonlinsen und Tonfetzen eingelagert. Die Mächtigkeit des Schilfsandsteinkeupers beträgt im bearbeiteten Gebiet zwischen 7 und 10 m. BROMBACH (1903, S. 476) hat für einen nicht näher bezeichneten Punkt zwischen Staufen und Bötzen die Mächtigkeit zu „ca. 7 m" angegeben. Hierbei dürfte es sich aber wohl nur um das eigentliche Schilfsandsteinpaket gehandelt haben. Sehr gut zeigt die vorher erwähnten Verhältnisse einzelner Sandsteinbänkchen ein Aufschluß im Sulzbach.

© Naturforschende Gesellschaft zu Freiburg im Breisgau c/o Institut für Geo- und Umweltnaturwissenschaften; download www.zobodat.at

Hangendes:
0,25 m schmutzig braungelber, feinkörniger Sandstein, Str. 45—50°
0,20 m hellgrauer Ton mit nur wenigen Zentimeter starken Sandsteinlagen
0,20 m verdeckt
1,60 m Sandstein, wie oben, Str. 50°, Fallen saiger
0,65 m roter Mergel, in dem mehrere Bänder eines hellen, sandigen Mergels eingelagert sind. Im unteren Teil sind durchgehende Sandsteinbänkchen bis 3 cm Stärke eingelagert.
1,80 m verdeckt
0,30 m Sandstein, wie oben
0,60 m roter Mergel mit sehr vielen Sandsteinbröckchen
1,40 m heller, grauer Mergel mit sehr vielen Sandsteinbröckchen

Die dunklen oder unteren Mergel des Breisgaues

Über dem Schilfsandsteinkeuper folgt eine ungefähr 6—8 m mächtige Serie, die ihren Namen durch die vorwiegend grünlichen, dunkelblauen und dunkelgrauen Mergel und Tone erhalten hat. Diesen Tonen sind dolomitische Mergel und Zellendolomite zwischengelagert. Näheres ist dem Profil vom Wurmbach zu entnehmen.

Hauptsteinmergel

Über der vorgenannten Mergelzone erscheint der sog. Hauptsteinmergel, ein in der gesamten badischen Vorbergzone auftretender, gut erkennbarer Horizont. Er ist ein sehr harter, zäher und fester, untergeordnet etwas zellig ausgebildeter, schwach dolomitischer Mergel. Der im verwitterten Zustand hellgelbbraune, in frischem Zustand hellgraue, lagige Mergel, zerspringt beim Anschlagen in quaderförmige, oberflächlich glatte Stücke. Diese würfelige Zerspaltung ist auf sehr zahlreich vorhandene, meistens aufeinander senkrecht stehende Klüfte zurückzuführen, die auch sehr oft Kalkspatfüllungen aufweisen. Die Mächtigkeit des Hauptsteinmergels beträgt mindestens 2 m.

Die roten oder oberen bunten Mergel des Breisgaues

Die über dem Hauptsteinmergel liegende Schichtenfolge von etwa 5—7 m Mächtigkeit besteht hauptsächlich aus bunten, roten, rotvioletten und grauen Tonen und Mergeln. Einzelheiten sind dem Profil über den Aufschluß im Wurmbach zu entnehmen. Brombach gibt für die oberen bunten Mergel im Hohlweg zwischen Bötzen und Staufen eine Mächtigkeit von 4 m an und beobachtete „graue, bröckelige, dolomitische Mergel"

Oberer Steinmergel

Der obere Steinmergel entspricht in seiner petrographischen Ausbildung und seinem Habitus völlig dem Hauptsteinmergel. Steinmann und Graeff beschreiben seine Ausbildung im Vergleich zum Hauptsteinmergel als stärker knollig und geben seine Mächtigkeit für geringer als die des Hauptsteinmergels an. Ich kann jedoch den Anschauungen Lents beipflichten, der für

© Naturforschende Gesellschaft zu Freiburg im Breisgau c/o Institut für Geo- und Umweltnaturwissenschaften; download www.zobodat.at

die Staufener Gegend eine größere Mächtigkeit des oberen Steinmergels annimmt. Im Wurmbach habe ich die Mächtigkeit zu 3 m bestimmt. Auch WARNKE stellte eine zumindest gleiche, wenn nicht sogar größere Mächtigkeit für den oberen Steinmergel fest.

Bunte Grenzmergel

Auch die abschließenden Schichten des mittleren Keupers besitzen die gleiche petrographische Beschaffenheit und Ausbildung wie die roten oder oberen bunten Mergel. Den von WARNKE gebrauchten Ausdruck „Bunte Mergel im Hangenden des oberen Steinmergel" habe ich der Einfachheit halber durch die Bezeichnung „Bunte Grenzmergel" ersetzt.

Bezüglich der unterschiedlichen Bezeichnungen bei den verschiedenen Autoren möge die nachstehende Tabelle etwas Klarheit schaffen.

Rhät Oberer Keuper, ko.

An der Grenze der Trias gegen den Jura bilden die unter der Bezeichnung ko zusammengefaßten Ablagerungen des Rhät einen meist gut erkennbaren Horizont.

Die Basis des Rhäts über den bunten Grenzmergeln bildet ein ungefähr 2 cm dickes Bänkchen eines quarzitischen, hellgrauen Sandsteins. Die durch die Verkieselung zusammengebackenen Quarzkörner verleihen dem Gestein ein glasiges Aussehen. Sie bedingen außerdem die große Widerstandsfähigkeit des Gesteins; jedoch zerspringt der graue Quarzit beim Anschlagen in zahlreiche, meist würfelige Bröckchen. Diese Erscheinung wird durch eine aufeinander senkrecht stehende Klüftung hervorgerufen, die für alle Fundpunkte im Breisgau charakteristisch ist. Die Schichtunterseite des Sandsteinbänkchens erscheint nicht als glatte Fläche, vielmehr treten viele 2—5 cm lange und bis knapp 1 cm breite wulstartige Schnüre und kleine Buckel auf, die aber nicht in einer bestimmten Richtung angeordnet sind. Sie scheinen Ausfüllungen von oberflächlich ehemals vorhanden gewesenen Vertiefungen der darunterlagernden Schichten mit sandigem Material zu sein.

Das Quarzitbänkchen wird in seiner gesamten Mächtigkeit von Mergelbröckchen durchsetzt, die aus den darunterliegenden Partien des mittleren Keupers stammen. Die Größe dieser aufgearbeiteten, meist ockergelben bis hellgrünen kleinen Mergelfetzen schwankt zwischen 2 und 8 mm. Sehr selten findet man wenige Millimeter Durchmesser besitzende Gerölle aus dunklem, sehr hartem, nicht näher bestimmbaren Material.

Auf die, wenn auch nicht völlig ebene, jedoch nur in geringem Maße wellige Unregelmäßigkeiten aufweisende Oberseite des Quarzitbänkchens legt sich eine 2—3 cm starke Lage eines hellbraunen Kalkmergels, der sehr oft durch Kalksinter verbacken ist. Dieser Kalkmergel führt an wenigen Stellen schwach sandige Einlagerungen, deren Korngröße weit unter der des eigentlichen Quarzitbänkchens liegt, um schließlich in einen sandfreien, hell- bis eigelben, schichtigen Mergel von 3—4 cm Mächtigkeit überzugehen.

© Naturforschende Gesellschaft zu Freiburg im Breisgau c/o Institut für Geo- und Umweltnaturwissenschaften; download www.zobodat.at

Über dem Sandsteinbänkchen lagert mit einer erstaunlich gleichbleibenden Mächtigkeit von 2 m der Rhätton. Er galt früher als das Rhät schlechthin. Es handelt sich beim Rhätton um einen in frischem Zustand hellgrauen, fetten und zähen Ton, in dem keinerlei Fossilien zu finden waren. Bei der Verwitterung nimmt der Ton eine sehr bezeichnende gelbliche Farbtönung an; außerdem bröckelt er hierbei leicht in dünne, kantige Stücke. Die dichte Beschaffenheit der Rhättone äußert sich auch darin, daß sie als Wasserstauer auftreten und daß die Tone durch den Wassergehalt eine zähe Plastizität besitzen. Die stratigraphische Stellung der Rhättone ist auch heute noch nicht vollständig gesichert. Berg (1958) glaubt im Schlämmrückstand der Tone 1 mm große Tonkörper als Orbiculoidea-Steinkerne erkannt zu haben, deren Vorkommen nach Will (1953) für rhätisches Alter spricht.

Im Hinblick einerseits auf das Fehlen der Orbiculoidea-Steinkerne und andererseits auf das Auftreten von kleinen Gastropoden-Steinkernen und Echinodermen Koprolithen möchte Berg (S. 50) die obersten 10—20 cm der Tonfolge im Vergleich mit Schichten östlich des Schwarzwaldes dem Lias α 1 zurechnen.

Profil des Keupers im Wurmbach

Hangendes:

1. 1,50 m hellgraue, schmierige, fette Tone (Rhät)
2. 1,00 m verdeckt
3. 1,40 m kleinzelliger, hellgrauer bis hellgelber Mergel
4. 0,55 m violetter, nierig brechender Mergel
5. 0,30 m hellgelber bis hellvioletter, sehr harter Mergel; tritt im Bach als „Härtling" auf
6. 0,90 m bröckelig brechender, violetter Mergel. Darin sind hellgelbe bis hellgraue Partien eingelagert; diese werden manchmal wieder von violetten Schnüren durchzogen
7. 1,30 m gelblichgrauer Mergel mit größeren hellvioletten, unregelmäßig geformten Partien. Nierig traubiger Bruch. Im Anstehenden tritt ein waagrechtes Band auf, das nicht zum Profil gehört, sondern der alten Bachwasserhöhe entspricht
8. 2,00 m reiner, hellgrauer Steinmergel, eckig brechend
9. 1,90 m verdeckt
10. 1,40 m hellgrauer bis gelber Mergel mit violetten, fleckigen Einlagerungen, die beim Anschlagen in einiger Tiefe wieder ihre wohl ursprüngliche graue Farbe annehmen und so auf ihre sekundäre Entstehung hinweisen. Das ganze Paket wird hauptsächlich in der Streichrichtung von dünnen, bis 1/2 cm starken härteren Leistungen durchzogen, die über die Oberfläche hinausragen
11. 0,90 m hellgrauer bis hellgelber Mergel mit schmalen, violetten Leisten
12. 0,50 m rötlicher, grob brechender Mergel. In diesem Mergel sind viele kleine und größere Bröckchen (bis 3 cm ϕ) von hellem Mergel eingeschlossen
13. 1,60 m rötlicher bis hellvioletter Mergel mit vielen unregelmäßig begrenzten, helleren Partien
14. 1,10 m vorwiegend hellgrauer Mergel

© Naturforschende Gesellschaft zu Freiburg im Breisgau c/o Institut für Geo- und Umweltnaturwissenschaften; download www.zobodat.at

15. 0,90 m verdeckt
16. 2,10 m frisch bläulich- bis hellgrauer, dolomitischer, grob zerklüfteter Mergel, der in kleine würfelige Bruchstücke zerfällt
17. 0,40 m verdeckt
18. 0,90 m von der gleichen Beschaffenheit wie die vorgenannten 2,10-m-Mergel
19. 0,10 m hellgrüne Tone
20. 0,70 m hell- bis ockergelbe Zellendolomite
21. 3,20 m hauptsächlich grüne Tone mit einzelnen verrutschten Lagen ockergelber und rotbrauner Tone
22. 0,25 m dunkelgelbe Zellendolomite
23. 2,00 m dunkelrote Tone und Mergel, teils etwas sandig. Beginn des Schilfsandsteinkeuper

Liegendes

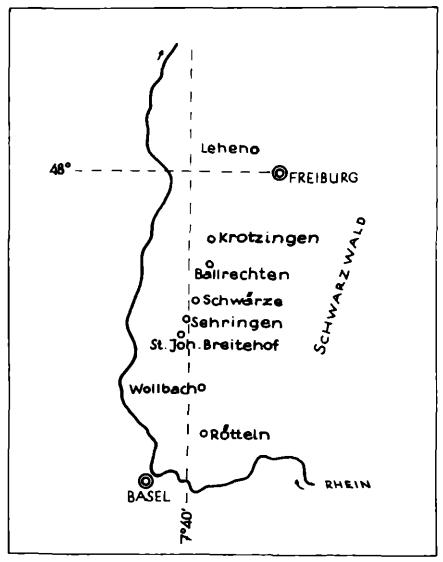
JURA

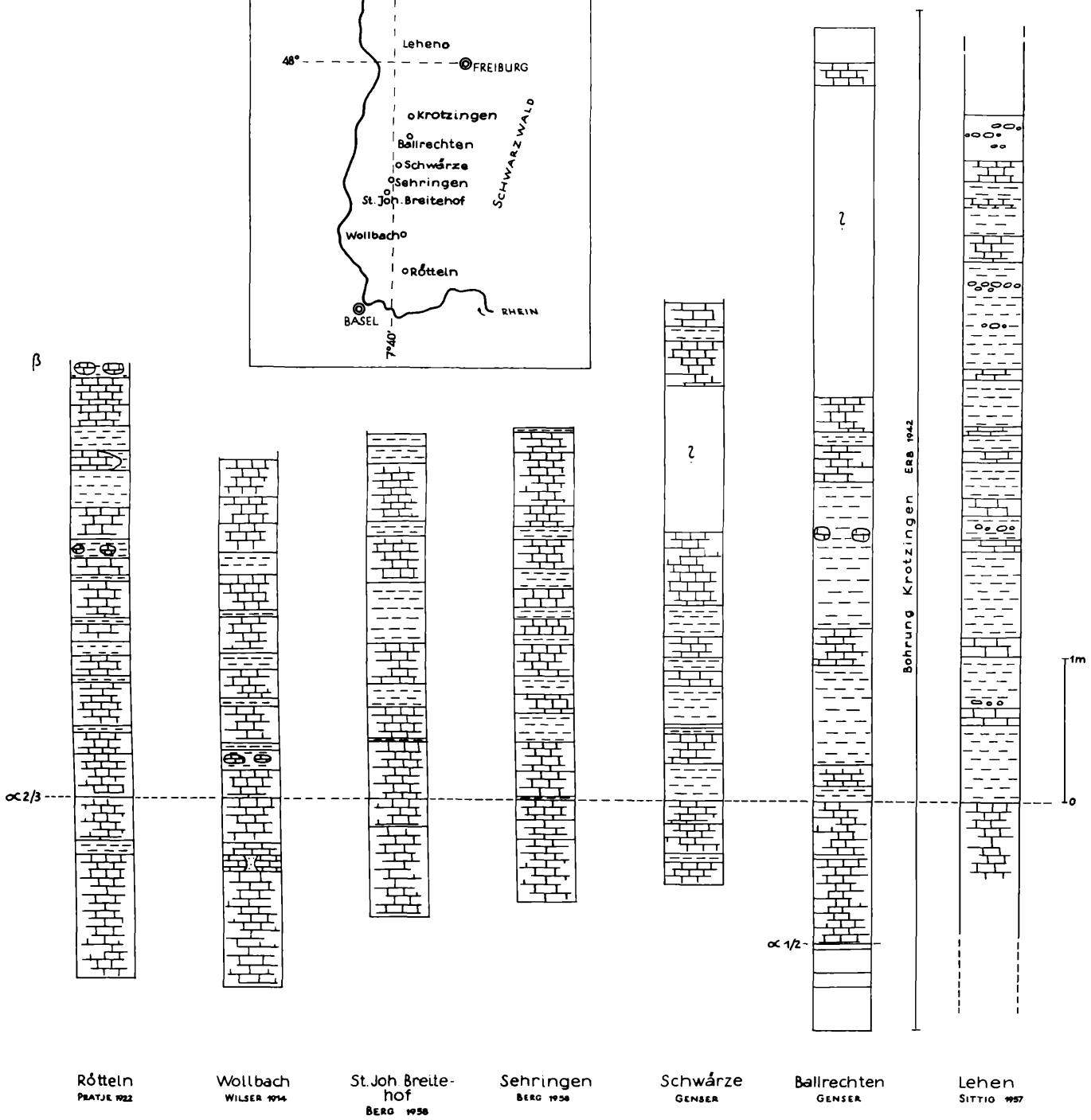
Gliederung des Lias im Kartierungsgebiet

AALENIEN	ζ	*Lytoceras jurense*	hellgraue Tone
TOARCIEN		*Harpoceras*	Bituminöse Schiefer mit Stinkkalkbänken
PLIENSBACHIEN	δ	*Pleuroceras spinatus* *Amaltheus margaritatus*	Mergel und Tone mit Einlagerungen von Kalkknauerbänken
SINEMURIEN	γ	*Deroceras davoei*	Davoeikalk
	β_3	*Ophioceras raricostatoides*	Cymbiumbank *(Gryph. cymb.)* Obliquabank *(Gryph. obli.)*
	β_1	*Asteroceras obtusum*	kurzbrüchige Tone
HETTANGIEN		*Arietites bucklandi*	Tonmergel mit fossilreichen Kalkbänken
		Schlotheimia angulata	Schalentrümmerkalk
	α_1	*Psiloceras johnstoni*	Mergelkalke

© Naturforschende Gesellschaft zu Freiburg im Breisgau c/o Institut für Geo- und Umweltnaturwissenschaften; download www.zobodat.at

Máchtigkeitsschwankungen im Lias α 2/3 der südbadischen Vorbergzone





© Naturforschende Gesellschaft zu Freiburg im Breisgau c/o Institut für Geo- und Umweltnaturwissenschaften; download www.zobodat.at

© Naturforschende Gesellschaft zu Freiburg im Breisgau c/o Institut für Geo- und Umweltnaturwissenschaften; download www.zobodat.at

Schichtenfolge

Psilonotenschichten

Obwohl im Breisgau aus dieser Zone schon seit alter Zeit einige Ammonitenfunde bekannt waren, ist das Vorhandensein dieser Schichtenfolge bis in die neuere Zeit hinein verneint oder als unwahrscheinlich bezeichnet worden. Leonhard (1861, S. 102) erwähnt von Lehen *Ammonites psilonotus* Quenst. *(= Psiloceras planorbis* Quenst.*)* und von Kandern *Ammonites johnstoni* Sow. Steinmann und Graeff (1890, S. 56) führen ohne genauen Fundpunkt *Ammonites psilonotus plicatus* Quenst. an. In Pratjes (1922, S. 344) Fossilliste wird für den Schönberg und den Dinkelberg *Psiloceras johnstoni* Sow. angegeben.

Es ist das Verdienst von Sittig (1957), durch den Fund zweier Exemplare von *Psiloceras johnstoni* Sow. — wenn auch als Lesestücke am Lehener Berg — der Suche nach der Schichtenfolge des Lias α 1 neuen Auftrieb gegeben zu haben. Berg (1958) gelang es dann bei Sitzenkirch aus dem Anstehenden ein gut erhaltenes Exemplar von *Psiloceras naumanni* Neumayr aufzufinden. Neuerdings konnte der Verfasser auch im Wurmbach bei Ballrechten zwei Exemplare von *Psiloceras cf. johnstoni* im Anstehenden auffinden. Das Profil beginnt dort über den Rhättonen mit einem 2 cm starken hellbraunen, schwach sandigen Kalkbänkchen. Durch eine dünne Mergellage getrennt lagert darüber eine rund 15 cm mächtige Kalkbank, aus der auch die Ammoniten stammen. Es handelt sich hierbei um einen ocker- bis rostbraunen, feinkörnigen, schwach kristallinen Kalk mit phosphoritischen Nestern. In dem mit Kalkspatgängen durchzogenen Kalk finden sich relativ häufig Schalenbruchstücke, die bisweilen pyritisiert sind. Nach einer 10 cm starken Zwischenlage von braunem Mergel folgt abermals eine 30 cm starke zähe Kalkbank von gleichem Habitus wie die oben beschriebene, in der ich jedoch keine Ammoniten finden konnte.

Angulatenschichten

Die nach dem leitenden Ammoniten *Schlotheimia angulata* Sow. benannten Schichten treten im allgemeinen als ein einheitlicher, wenn auch deutlich gebankter Kalkkomplex auf. Die blaugrauen bis blauschwarzen, oft pyritführenden, kristallinen Kalksteine zeichnen sich durch einen hohen Gehalt an Schalenbruchstücken aus, die hauptsächlich aus kaum zertrümmerten bis handgroßen Limenschalen, jedoch auch aus fein zerriebenem Schill bestehen.

Die in frischem Zustand sehr harten, blaugrauen, leicht bituminösen Partien, die sehr scharfkantig und splittrig brechen, verwittern an der Oberfläche, besonders in den tieferen Teilen des Komplexes charakteristisch rostbraun bis ockergelb. In den blaugrauen Kalkbänken findet man hin und wieder fleckig angereichert eisenhaltigere Partien. In fast allen Stücken erkennt man, zum Teil sich mehrere Zentimeter erstreckend, hellgelbe bis

© Naturforschende Gesellschaft zu Freiburg im Breisgau c/o Institut für Geo- und Umweltnaturwissenschaften; download www.zobodat.at

weißlichgelbe, mürbe, unregelmäßig begrenzte Knollen, die sog. Phosphoritknollen, in denen schon PRATJE einen wesentlichen Gehalt an P_2O_5 nachweisen konnte.

Eine Zusammenstellung der vorhandenen Profile der Angulatenschichten in der südbadischen Vorbergzone zwischen Lörrach und Freiburg i. Br. zeigt für diesen Schichtkomplex schwache, aber gleichmäßige Mächtigkeitsschwankungen. Von Süden kommend stellt man fest, daß die dort 1,20 bis 1,50 m messenden Angulatenschichten allmählich an Mächtigkeit verlieren, um schließlich an der Schwärze (Gebiet um Badenweiler) mit 0,50—0,60 m ihre geringste Mächtigkeit zu besitzen. Von dort aus schwillt die Mächtigkeit auf kürzere Entfernung (15 km Luftlinie) bis Freiburg wieder auf 1,50 m an.

Das von PRATJE (1924, S. 19) vertretene Auskeilen der Angulatenschichten im Raum Obereggenen—Badenweiler dürfte durch Ammonitenfunde von BERG und dem Verfasser widerlegt sein.

Arietenschichten

Die Arietenschichten bestehen aus einer Wechsellagerung von Kalkbänken mit stark kalkhaltigen Ton- und Mergellagen. Die ebenfalls hell- bis blaugrauen Kalksteine lassen sich aber petrographisch von den Angulatenkalken unterscheiden. Sie sind weniger kristallin als erstere. Außerdem ist eine, wenn auch schwache Beteiligung von Ton an den Kalken zu erkennen, die sich auch in einem etwas stumpferen Aussehen äußert. Die Kalke spalten leichter und zerspringen in glatte, runde, nicht scharfkantig-splitterige Stücke. Die Beteiligung von Muschelschill am Aufbau der Kalke tritt gegenüber den Angulatenkalken merklich zurück, wenngleich, was die Fossilführung betrifft, in einzelnen Kalkbänken ein zum Teil massenhaftes Auftreten von Spiriferinen, Rhynchonellen, Belemniten und besonders von Gryphäen (auch in den Mergellagen) festzustellen ist.

Von Bedeutung ist der schon von PRATJE festgestellte Wechsel in der Ausbildung dieses Schichtpaketes. Einerseits nehmen im Breisgau von Süden nach Norden fortschreitend die Tonlagen zwischen den Kalkbänken an Mächtigkeit zu, andererseits tritt in den Kalken ein ebenfalls nach Norden zunehmender Tongehalt auf. Wenn man auch im Gebiet Staufen—Badenweiler noch von feinkristallinen Kalken sprechen kann, so trifft man nach PRATJE (1922, S. 334) am Schönberg bei Freiburg nur noch Korndurchmesser von 10—15 μ an.

Vergleicht man auf Abb. 1 die Mächtigkeiten der Arietenschichten, so erkennt man ein Gebiet geringster Mächtigkeit im Gebiet von Eggenen bis südlich Badenweiler. Schon auf der kurzen Strecke Sehringen—Schwärze (nördlich Badenweiler) ist eine Mächtigkeitszunahme zu beobachten, die bis Freiburg noch größer wird, um dort (Lehen) gut das Doppelte der an den vorher erwähnten Punkten zu erreichen.

© Naturforschende Gesellschaft zu Freiburg im Breisgau c/o Institut für Geo- und Umweltnaturwissenschaften; download www.zobodat.at

Es läge nun der Gedanke nahe, in der geringen Schichtmächtigkeit Bewegungen längs der heutigen Hauptverwerfung zu vermuten, wie sie ILLIES für den Dogger nachweisen konnte. Die Bohrkampagne der Wintershall A.G. (Vortrag SÖLL, Oberrh. Geol. Verein Rothenfels) hat aber auch weiter westlich im Rheintal (Bohrung Obereggenen-Pfilbenmatt und Feldberg-Pfilb) Mächtigkeiten von nur rund 5 bzw. 6 m für den Komplex der Angulaten und Arietenschichten ergeben, so daß man diese „Zone geringerer Mächtigkeit" mit größerer Wahrscheinlichkeit in einer quer zum heutigen Rheintalgraben verlaufenden Richtung annehmen kann.

Betatone und Betakalke

Im Hangenden der Arietenkalke bildet eine Folge von eintönigen feingeschichteten, dunkelgrauen bis blauschwarzen Tonen einen rund 25 m mächtigen Schichtkomplex. Diese Tone, die in Tagesaufschlüssen in ihrer gesamten Mächtigkeit typisch zentimeterstark aufblättern, brechen auch in kurzen Abständen parallel und senkrecht zu den Schichtflächen. Dadurch treten sie in Aufschlüssen bei ihrem Zerfall als ein charakteristischer, kurzbrüchiger, bröckeliger, geschieferter Ton entgegen. Dünne braune Überzüge von Eisenoxyd und Leisten bzw. dünne Bänkchen von Toneisenstein sind in allen Teilen dieses Schichtpaketes, vorzugsweise aber in den tieferen Partien aufzufinden. Wesentlich seltener findet man plattige Toneisensteinknollen und ganz selten Pyritkonkretionen. Die tonigen Partien erfahren eine scharfe Begrenzung durch eine etwa 20 cm starke, an Schalentrümmern und Fossilien reiche Bank, die sog. Obliquabank. Diese nach ihrer Fossilführung mit zahlreichen Gryphäen „obliqua" benannte Bank ist ein hell- bis dunkelgrauer, schwach sandiger, sich an der Oberfläche rauh und ruppig anfühlender mergeliger Kalk. In dem dunklen Kalk treten nicht selten abgerundete, maximal 3—4 cm Durchmesser aufweisende Stücke eines hellgrauen, dichten, schwach tonigen Kalkes auf. Diese abgerollten Stücke können im Liegenden der Obliquabank im Anstehenden nicht aufgefunden werden. Selten finden sich ebenfalls gerundete Stücke eines sandigen Mergels in dieser Schicht, die sowohl durch diese Stücke als auch durch häufig darin vorkommende Phosphoritknollen ein fleckiges Aussehen erhält.

Über diesen Kalkmergel legt sich ohne trennende Ton- oder Mergelschicht ein rund 40 cm mächtiger Kalk. Es dürfte sich hierbei um die von PRATJE als Cymbiumbank benannte Kalkbank handeln. Diese Kalkbank besteht aus einem fein- bis mittelkristallinen, blaugrauen, sehr harten und zähen Kalkstein. Dieser einheitliche, nicht gebankte Kalk zeigt auf den Bruchflächen Querschnitte von nicht näher bestimmbaren Gryphäen (cymbium?), enthält Schalenschill, läßt aber auch noch gut erhaltene Brachiopoden (Spiriferina) erkennen. Stets sind zahlreiche Phosphoritnester und -knollen vorhanden; außerdem ist das auffallend häufige Auftreten von Pyrit bemerkenswert.

© Naturforschende Gesellschaft zu Freiburg im Breisgau c/o Institut für Geo- und Umweltnaturwissenschaften; download www.zobodat.at

Bezüglich der wechselnden Ausbildung der Betakalke im Breisgau sei auf den stratigraphischen Teil verwiesen.

Davoeikalk

Durch die unvermittelt einsetzende Änderung der petrographischen Beschaffenheit hebt sich von dem vorher beschriebenen Kalkstein der nach *Prodactylioceras davoei* benannte Davoeikalk ab. Dieser Kalk (0,3 m) zeigt über die gesamte Erstreckung seines Auftretens zwischen Freiburg und dem Wehratal eine gleichartige, unverkennbare Ausbildung. Der durch eine dünne Tonzwischenlage in zwei Komplexe getrennte hellgraue Kalk besitzt dichte, nichtkristalline Struktur und ist durch häufig darin auftretende Belemniten gekennzeichnet. Beim Anschlagen zerspringt der stumpfe Kalk in splittrige, scharfkantige Stücke mit glatten Bruchflächen, auf denen dann dunkle Flecken, die sog. Fukoiden erscheinen, die auf eine Anreicherung an P_2O_5 zurückgeführt werden (PRATJE 1922, S. 337). Der Fund eines *Lytoceras cf. fimbriatum* gibt Veranlassung, von den hangenden Belemnitenmergeln die unteren ausgeprägter mergelig entwickelten 10 cm als Fundort des oben genannten Ammoniten dem Davoeikalk zuzuteilen.

Amaltheenschichten

Über den Davoeikalk folgt eine 15 m mächtige Serie, die aus einer Wechsellagerung von tonigen Mergeln mit vielen Kalkknauerbänken besteht. Die Tonmergelzwischenlagen, die in frischem Zustand hellgrau sind, verwittert aber eine braungelbe Farbe annehmen, sind im mittleren Teil des Profils stärker mergelig und undeutlich geschichtet. Die tieferen Lagen, in denen massenhaft Belemniten zu sog. Belemnitenschlachtfeldern angereichert sind, sowie die höheren Partien zeigen keine erkennbare Schichtung und sind rein tonig ausgebildet.

Die in durchgehenden Bänken angereicherten laibartigen Knauer, die in allen Teilen als hellgraue, stumpfe, sehr harte und zähe Kalke mit — wenn auch wenigen — Belemniten auftreten, weisen oft eine Länge von 30 cm und eine Breite bis 20 cm auf. Außer den im stratigraphischen Teil näher diskutierten Ammoniten und den oben schon angeführten Belemniten konnte ich in den Knauerbänken keine weitere Fossilführung mehr beobachten.

Posidonienschiefer

Der Posidonienschiefer, der sich mit scharfer Grenzfläche gegen die liegenden Amaltheenschichten abhebt, beginnt mit einer rund 40 cm starken Lage ausgesprochen dünngeschieferter, dunkelbrauner bis schwarzbrauner Papierschiefer. Über diesen folgt eine der für den Posidonienschiefer so bezeichnenden Stinkkalkbänke in ihrer typischen, nicht zu verkennenden Ausbildungsweise. Diese 15 cm mächtige Stinkkalkbank ist ein dunkelgrauer bis bräunlichgrauer, aus helleren und dunkleren Lagen wechsellagernder feinstgeschich-

© Naturforschende Gesellschaft zu Freiburg im Breisgau c/o Institut für Geo- und Umweltnaturwissenschaften; download www.zobodat.at

teter Kalkstein, der beim Anschlagen deutlich einen bituminösen Geruch abgibt. Der aus feinkörnigem, dichtem Gefüge bestehende, sehr harte Kalkstein bricht scharfkantig mit flachmuscheligem Bruch. Alle Partien der Stinkkalkbänke zeichnen sich durch eine regelmäßige, immer wieder auftretende rhomboedrische Zerklüftung aus, wobei die meisten Klüfte mit Kalkspat ausgefüllt sind. Die Ober- und Unterfläche der Kalkbänke sind selten völlig plan ausgebildet. Vielmehr durchziehen zentimetertiefe Rillen und unregelmäßige Furchen die Ober- und Unterseite der Bank. Der höhere Teil der Posidonienschiefer tritt nicht immer als sog. Papierschiefer auf; es sind aber trotzdem geschieferte, stärker tonige Partien zu finden. In diesen weniger geschieferten, stärker tonigen Teilen treten gegen ihre Umgebung besser verfestigte Partien heraus, die in ihrer Ausbildung eher an Keupermergel erinnern.

In den Schiefern fanden sich an Fossilien sehr häufig Abdrücke nicht näher bestimmbarer *Dactylioceraten* und *Inoceramen; Posidonia bronni* tritt vorzugsweise in den dünngeschieferten Partien auf.

Jurensismergel

Die höchsten Partien des Lias, die Jurensismergel, konnten im Gebiet nicht mit Sicherheit auskartiert werden. Über dem Posidonienschiefer folgen im Wurmbach, lediglich durch ihre Ausbildung abzutrennende, nicht mehr geschieferte, weißlich-hellgraue zähe Tone, die ich ohne einen Fossilbeweis den Jurensismergeln zuteilen möchte. Die Obergrenze gegen den in seinen tieferen Teilen ähnlich aussehenden Opalinuston kann ebenfalls nicht gezogen werden, da die Torulosuszone nicht aufgefunden werden konnte. Infolgedessen fehlt die Möglichkeit, das Vorhandensein bzw. die Mächtigkeit auch nur annähernd anzugeben.

Stratigraphie

Hettangien, Lias α 1 + 2

Obwohl in der Schichtenfolge unterhalb der Angulatenkalke (l α 2) *Psiloceras planorbis* in der den westlichen Schwarzwald begleitenden Vorbergzone bis jetzt nicht aufgefunden werden konnte, ist das Vorhandensein höherer Teile dieser Zone durch Ammonitenfunde bestätigt. Die bis jetzt noch zu vereinzelten Funde von *Psiloceras johnstoni* (Lehen, Pratje und Sittig), (Schönberg, Pratje), (Wurmbach, Verfasser), *Psiloceras naumanni* (Sitzenkirch, Berg) und Funde von *Proarieten* (Bohrungen Wintershall AG., Söll) lassen noch keine genaue Eingliederung zu.

Die Subzone des *Psiloceras planorbis* konnte nach den bisher vorliegenden Untersuchungen auch in weiter entfernten Gebieten (Elsaß, Kraichgau) nicht aufgefunden werden. Jüngst (1938) schied in der Pfalz über der fehlenden Zone des *Psiloceras planorbis* die Zone des *Psiloceras johnstoni* (b), des *Phylophylites hagenowi* (c), der *Saxoceraten* (d) und der *Proarieten*

© Naturforschende Gesellschaft zu Freiburg im Breisgau c/o Institut für Geo- und Umweltnaturwissenschaften; download www.zobodat.at

(e) aus. Ob und welche dieser Zonen bei uns vorhanden sind, kann bis jetzt aus den wenigen Funden nicht gesagt werden. Am sichersten sind noch die Proarieten SÖLLS einzustufen, zumal auch der *Psiloceras naumanni* von Sitzenkirch nach BLIND (siehe BERG, S. 50) in den obersten Psilonotenschichten und den untersten Angulatenschichten vorkommen soll. Nach PRATJE (1922, S. 332) soll auch, im Gegensatz zu anderen Autoren, der *Psiloceras johnstoni* bis in die Angulatenschichten hochsteigen.

Die Zone der *Schlotheimia angulata* SCHLOTH. ist die erste Zone des Jura, die in der südbadischen Vorbergzone bis ins Wehratal in allen Aufschlüssen mit dem Zonenfossil verfolgt werden konnte. Das Ende dieser Zone darf aber nicht mit dem Erlöschen der Schlotheimien im allgemeinen gezogen werden, da nach PRATJE (1922, S. 345) am Lehener Berg, bei Rötteln und am Dinkelberg Schlotheimien bis in die hohen Arietenschichten hinaufreichen. *Schlotheimia angulata* SOW. bleibt für die faziellen Angulatenschichten des Breisgaus leitend. Dieselbe Beobachtung, wenn auch den tieferen Teil der Arietenschichten betreffend, konnte ich bei Aufschlüssen im Gebiet um die Schwärze bei Oberweiler machen.

Sinemurien, Lias α 3 und Lias β

Unteres Sinemurien l α 3

Das Zonenfossil *Arietites bucklandi* SOW., das strenggenommen nur einen kleinen Teil der faziellen Arietenschichten umfaßt, konnte in den mittleren Partien der Arietenschichten entlang der gesamten Vorbergzone häufiger aufgefunden werden. Die Fossillisten, besonders aber diejenigen von PRATJE (1922, S. 344), die sich hauptsächlich auf Funde im Dinkelberg und am Schönberg beziehen, und die neuerlichen Funde von BERG (1958, S. 52) lassen doch noch viele der für den Lias α 3 leitenden Gattungen erkennen.

WALLISER, der den Lias α 3 zwischen Fildern und Klettgau untersuchte, stellte nach den Zonen von SPATH (1942) und DONOVAN (1952) eine Gliederung in sieben Subzonen, d. h. durch Kombination parallel nebeneinanderherlaufender Artenketten, auf.

Ohne daran für den Breisgau weitere Folgerungen zu knüpfen, sei doch erwähnt, daß sechs von den sieben Leitformenkombinationen im Breisgau durch verschiedene Bearbeiter (PRATJE usw.) bekanntgeworden sind. Nur der für die Subzone VII charakteristische *Arietites stellaris* SOW. liegt bisher noch nicht vor.

Oberes Sinemurien, Teile des Lias β

Die Schichtenfolge über den Arietenschichten ist ihrer vereinzelten Ammonitenfunde wegen in der Vorbergzone stratigraphisch nur schwer einstufbar. In dem faziell scharf in den liegenden Tonkomplex und die hangenden Kalkbänke unterteilten oberen Sinemurien liegen aus den eigentlichen Beta-Tonen bisher nur wenige Funde an Ammoniten vor (*Asteroceras obtusum*

© Naturforschende Gesellschaft zu Freiburg im Breisgau c/o Institut für Geo- und Umweltnaturwissenschaften; download www.zobodat.at

Sow. und *Arnioceras cf. geometrikum)*. Die Funde dieser meistens verkiesten Ammoniten aus den 25 m mächtigen Tonen lassen nur eine Einstufung dieses Tonkomplexes in den Unter-Beta zu.

Für den unteren Mittel-Beta, der Zone des *Gagaticeras gagateum* (β 2a), liegen bisher keinerlei Funde vor. Nach Hoffmann (1950, S. 77) und Söll (1956, S. 371) ergaben sich für den gesamten südwestdeutschen Raum keinerlei Anhaltspunkte für das Vorhandensein dieser Zone.

Ein neuerlicher Anhaltspunkt ist erst wieder durch einen *Eparietites impendens* (Young & Bird) im Gebiet von Sitzenkirch (Berg) gegeben, der nach den Untersuchungen Sölls (1956, S. 371) in Württemberg in den unteren Teil der Zone des *Angulaticeras lacunatum* (β 2b 1) gehört. *Oxynoticeras oxynotum* (Quen.) aus der Obliqua-Bank am Schönberg und *Oxynoticeras accipitris* (Schweizer Tafeljura, Buxtorf) sind nach Söll in Württemberg nur in der Oxynotum-Zone (= höchster Mittel-Beta) anzutreffen.

Aus dem unteren Ober-Beta ist vom Lehener Berg (Pratje; Bad. Sammlung Geol. Inst. Freiburg) ein *Echioceras raricostatoides* Vad. mit anhaftendem hellgrauen Mergel bekannt, und der Abschluß des Beta mit der Zone des *Eoderoceras miles* ist durch einen Fund von *Echioceras aureulum* (Simpson) durch Lutz (1958) gegeben.

Diese Ammonitenfunde deuten, wenn auch nicht an einem Profil, auf eine Schichtlücke zwischen den Beta-Tonen und den Beta-Kalken hin. Die Schichtlücke dürfte sowohl auf eine Sedimentationsunterbrechung als auch auf eine Wiederaufarbeitung bereits verfestigten Sediments zurückzuführen sein. Für letzte Möglichkeit sprechen auch die in den meisten Profilen der Vorbergzone anzutreffenden rostbraunen Mergel, die auf eine Oxydation im Zuge einer Emersion zurückzuführen sein können. Auch weisen Aufarbeitungslagen, die durch gerundete, im jetzigen Anstehenden nicht anzutreffende Sedimente, durch Bohrgänge und Löcher von Bohrmuscheln angezeigt werden, auf eine Emersionsfläche hin.

Im einzelnen sei auf die erschöpfende und exakte Darstellung von Lutz (1958, S. 81) verwiesen.

Pliensbachien, Lias β und Lias δ

Unteres Pliensbachien 1 γ

In das Untere Pliensbachien, das dem Lias γ entspricht, sind der petrographisch gut erkennbare Davoeikalk und eine 10—20 cm messende Mergellage über dem Davoeikalk zu stellen. An vielen Fundstellen in Südbaden sind vor allem der für den Kalk namengebende Ammonit *Prodactylioceras davoei* (Sow.), ferner *Aegoceras capricornu* (Schloth.) und *Lytoceras fimbriatum* in vielen Exemplaren aufgefunden worden. Diese Formen lassen aber nur der Nachweis von Ober-Gamma sicher zu, Ammoniten des Unter-Gamma wurden nie gefunden, solche des Mittel-Gamma nur in zwei

© Naturforschende Gesellschaft zu Freiburg im Breisgau c/o Institut für Geo- und Umweltnaturwissenschaften; download www.zobodat.at

Lesestücken, und zwar *Uptonia jamesoni* (SOW.) *und Platypleuroceras brevispina* (SOW.) PRATJE (1922, S. 336, 347).

Die schwer festzulegende Grenze gegen den Lias δ ist durch neuerliche Ammonitenfunde im Wehratal (LUTZ 1958) und bei Hausbaden (BERG 1958) näher eingeschränkt worden. Dort konnte in der über dem Davoeikalk liegenden, an Belemniten unverhältnismäßig reichen Tonmergelschicht ein sprunghafter Wechsel von den Gamma- zu den Delta-Formen beobachtet werden, was auf eine Sedimentationslücke hindeutet. LUTZ führt dafür auch noch die Anschauung FREBOLDS (1927) an, der die Anhäufung, in diesem Fall von Belemniten, genetisch mit den Aufarbeitungsflächen in den Dachbänken von Sedimentationszyklen gleichsetzt, was ebenfalls für eine Lücke der Sedimentation in diesem Niveau sprechen würde.

Oberes Pliensbachien 1 δ

Trotz Aufstellung einer Zonenfolge im südwestdeutschen Lias-Delta durch FRENTZEN (1937, S. 133) konnte diese Abfolge nicht in die südbadische Vorbergzone übertragen werden, da von den *nodifer-, margaritatus-, bechteri-* und *spinatus*-Schichten nur Ammoniten der Margaritatus- und Spinatuszone durch *Amaltheus margaritatus* (MONTFORT) und *Amaltheus (Paltopleuroceras) spinatus* (BRUGIERE) gefunden werden konnten.

Im Wurmbach, dessen Lias-Delta-Mächtigkeit von 15 m im Vergleich zu südlich liegenden Profilen sehr groß ist, konnte in den untersten drei Knauerlagen *Amaltheus margaritatus* (MONTFORT) aufgefunden werden. Darüber liegen 6—8 m durch Tonzwischenlagen getrennte fossilfreie Knauerhorizonte, um dann im höchsten Teil des Lias-Delta von Knauerlagen abgelöst zu werden, die sehr reichlich *Paltopleuroceras spinatus* führen.

Die Mächtigkeitszunahme (Wehratal 2,4 m, Wurmbach 15 m) scheint sowohl die Schichten mit Amaltheus margaritatus als auch die mit *Paltopleuroceras spinatus* gleichmäßig zu erfassen.

Toarcien + Unteres Aalenien, Lias $\varepsilon + \xi$

Der Lias-Delta wird gut erkennbar von bituminösen Schiefern und Stinkkalkbänken überlagert. Die aufzufindenden Ammoniten waren besonders im Wurmbach so schlecht erhalten, daß eine Bestimmung nicht möglich war.

Die Grenze gegen den Lias-Zeta konnte nicht aufgefunden werden, so daß keinerlei Aussagen über die Stratigraphie des Toarcien gemacht werden können.

Profil des Lias α im Wurmbach bei Ballrechten

Hangendes: 25 m graue Beta-Tone

1. 0,25 m Lücke
2. 0,14 m hell- bis dunkelgrauer, schwach kristalliner Kalk
3. 2,10 m Lücke
4. 0,25 m grauer bis blaugrauer Kalkstein

© Naturforschende Gesellschaft zu Freiburg im Breisgau c/o Institut für Geo- und Umweltnaturwissenschaften; download www.zobodat.at

5. 0,10 m ocker- bis dunkelgelber Ton
6. 0,25 m blaugrauer Kalk
7. 1,00 m ocker- bis rostgelber fetter Ton mit einzelnen Knauern
8. 0,25 m Kalk, grau-schwarz, splittrig brechend mit Arieten und Spiriferinen
9. 0,70 m ockergelber, zäher Ton mit viel Gryphäen
10. 0,15 m blaugrauer, spätiger Kalk mit viel Schalentrümmern
11. 0,10 m hell- bis ockergelber Ton
12. 1,00 m blaugrauer, kristalliner Kalk mit *Schlotheimia angulata*
13. 0,30 m zäher, ockerbrauner, schwach sandiger Kalk
14. 0,10 m rostbrauner Mergel
15. 0,15 m ockerbrauner Kalk mit *Psiloceras johnstoni*
16. 0,01 m brauner Mergel
17 0,02 m ockerbraune, feingeschichtete, sandige Kalkbank

Liegendes: hellgraue, bröckelige Tone des Rhäts

Profil des Lias α an der Schwärze bei Oberweiler

Hangendes: Beta-Tone

1. 0,17 m mürber, brauner Kalk, feinkristallin
2. 0,10 m leicht sandiger, ockerbrauner Mergel
3. 0,30 m dunkelblaugrauer Kalkstein, feinkristallin mit rostbraunen Flecken
4. 1,00 m Mergel mit evtl. nicht feststellbaren Kalkbänken
5. 0,20 m blaugrauer, schwach detritogener Kalkstein mit Gryphäen
6. 0,30 m blaugrauer Kalkstein, die basalen 15 cm grob kristallin. Wulstig verwitterte Bankfläche. Gryphäen
7. 0,20 m rostbrauner Mergel
8. 0,14 m blaugrauer, schwach detritogener Kalkstein
9. 0,10 m brauner Mergel
10. 0,10 m blaugrauer, kristalliner Kalkstein mit Muscheltrümmern und viel Gryphäen
11. 0,26 m rostbrauner Mergel
12. 0,07 m blaugrauer Kalkstein, ziemlich frei von Schalentrümmern
13. 0,05 m brauner Mergel
14. 0,20 m gelblichgrauer, kristalliner Kalk mit reichlich Schalenresten. Phosphoritnester. *Schlotheimia sp.*
15. 0,25 m rostbrauner Mergel
16. 0,16 m grauer, grob kristalliner Kalk mit Schalendetritus, braune Äderung, Phosphoritflecken; *Schlotheimia angulata*
17 0,20 m kristalliner, blaugrauer Kalkstein mit wenig Schalenbruchstücken. Vereinzelt rostbraune Äderung, die vorzugsweise an die Fossilreste gebunden ist. Zwei Exemplare von *Schlotheimia angulata*
18. 0,05 m brauner Mergel
19. 0,16 m grob kristalliner, blaugrauer Kalkstein mit größeren Flecken hellbrauner Partien. Im Gestein treten in großer Zahl Schalen von Limen und Phosphoritflecken auf. *Schlotheimia angulata*
20. 0,20 m rostbrauner, verwitterter Mergel bis Mergelkalk
Vielleicht Lias Alpha 1

Liegendes: Rhättone

© Naturforschende Gesellschaft zu Freiburg im Breisgau c/o Institut für Geo- und Umweltnaturwissenschaften; download www.zobodat.at

Dogger

Gliederung des unteren und mittleren Doggers (nach ILLIES)

dg 5	*Garantiana garantiana*	Mumienbank Mäandrinaschicht
	Strenoceras subfurcatum	Hauptrogenstein
	Teloceras multinodum	Mergel. Zwischensch.
dg 4	*Teloceras blagdeni*	Mergel und Mergelkalke
	Stephanoceras humphriesi	Eisenoolith
	Stemmatoceras coronat.	Demissusbank *(Pecten demissus)*
dg 3	*Otoites sauzei*	Rimsinger Tone Mergel Blaukalke
	Sonninia sowerbyi	Mergel und Mergelkalke
	Ludwigia discites	Eisenoolith Wedelsandstein
dg 2	*Ludwigia concava*	Gryphitenlager
	Ludwigia murchisonae	Eisenerzlager
	Ludwigia staufense	Mergelkalke
dg 1	*Lioceras opalinum* *Lioceras torulosum*	Opalinuston

© Naturforschende Gesellschaft zu Freiburg im Breisgau c/o Institut für Geo- und Umweltnaturwissenschaften; download www.zobodat.at

Schichtenfolge

Opalinuston dg 1

Über dem Jurensismergel des Lias folgen die ihrer petrographisch gleichen Ausbildung wegen schwer von den oben genannten Tonen zu trennenden Schichten des Doggers *α*. Im Untersuchungsgebiet beträgt die Mächtigkeit dieses Komplexes 80—90 m. Er läßt sich petrographisch folgendermaßen unterteilen:

a) in Tone eingelagerte fossilreiche Kalkbänke mit u. a. *Lioceras torulosum* (ZIETEN).
b) schieferige Tone mit Konkretionen: *Lioceras opalinum* (REINECKE),
c) Dünnplattige, sandige, schwach glimmerige Kalke,

Das erste Mal wird die nach *Lioceras torulosum* benannte Torulosuszone von LEPSIUS (1875, S. 43) erwähnt, der die Fundstücke von Uffhausen am Schönberg bei Freiburg in der Sammlung des Geol. Instituts zwar noch ohne den leitenden Ammonit im Vergleich zu Schichten im Elsaß untersuchte. Der Zonenammonit scheint dort zusammen mit anderen charakteristischen Fossilien dann aber gefunden worden zu sein (STEINMANN 1891, S. 59), womit das Vorhandensein dieser Zone gesichert erscheint.

Im Kartierungsgebiet fanden sich früher diese Basisschichten des Opalinustons im Gebiet der Schwärze aufgeschlossen. Sie wurden dort erstmals von SANDBERGER (1864) nachgewiesen. In den „steil aufgerichteten" Tonen fanden sich *Posidonomya suessi* OPP., *Ammonites opalinum* REIN. und *Thecocyathus mactra* GOLDF. Sp. ECK (1887, S. 74) fand auf der Schwärze dunkelgraue, blättrige, eisenkiesknollenführende Tone aufgeschlossen, welche eine wenige Zoll mächtige, nach NW einfallende, eisenkiesführende Mergelkalkbank einschlossen. Darin fanden sich nach ECK zahlreiche Exemplare von *Astarte voltzi* HÖN., ferner *Leda claviformis* SOW., *Lucullaea liasina* ROEM., *Dentalium elongatum, Tornatella torulosi* QUENST. Dieser Fundpunkt an der Schwärze ist die erste Beobachtung über die später Torulosuszone benannte Schicht im Opalinuston, die auch STEINMANN hernach (1891, S. 59) dort nochmals beobachten konnte und u. a. nach STEINMANN *Leda claviformis* SOW. und *Astarte voltzi* HÖN. (Bad. Sammlung Geol. Institut Freiburg) lieferte. In der Bad. Sammlung befinden sich von der Schwärze noch einige Belegstücke der Torulosuszone. An der Basis dieser Stücke liegt eine etwa 2 cm starke Lage eines hell- bis blaugrauen, kalkigen Mergels, darüber folgt mit scharfer Trennfläche eine etwa 4 cm mächtige Lage eines blaugrauen Kalkes. Dieser Kalk besteht fast nur aus Schalentrümmern mit wenig kalkigem Bindemittel und zeigt auf seiner Oberseite komplette, wenn auch kleine Arten der obenerwähnten Fossilien.

Ob diese 5 cm starke Bank die gesamte Mächtigkeit der Torulosuszone darstellt, kann nicht gesagt werden, da keinerlei Profil aufgenommen wurde und diese Bank auch nicht erneut aufgefunden werden konnte. Südlich

© Naturforschende Gesellschaft zu Freiburg im Breisgau c/o Institut für Geo- und Umweltnaturwissenschaften; download www.zobodat.at

meines Arbeitsgebietes ist die Torulosuszone nur aus Belegstücken in der Bad. Sammlung von Hausbaden (BERG 1958, S. 65) bekannt.

Mehrere Aufschlüsse lagen aber in den mittleren Tonpartien des Opalinustons, in dem sich auch mehrere Exemplare von *Lioceras opalinum* fanden. In allen diesen Fällen führte der hellgraue bis dunkelblaugraue Ton z. T. lagig angeordnete, abgeplattete, bis 8 cm große Geoden und kleinere Pyritkonkretionen. Oberflächennahe Partien waren schmierig beschaffen und mit helleren Farben anzutreffen, während tiefer liegende Partien gut geschichtet waren, in denen in einzelnen Bänken zu Lumachelle angereichert *Posidonia opalina* in ganzen Exemplaren und Bruchstücken zu finden waren.

Ein Profil aus den höchsten Partien des Opalinustons am NE-Hang des Altenberges sei hier angeführt. Da durch Fossilfunde die Grenze gegen die hangenden Murchisonaeschichten nicht festgelegt werden konnte, sei hier das Profil bis in die Murchisonaeschichten wiedergegeben:

Hangendes

1. 8,00 m rostbraunes, oolithisches Eisenerz
2. 2,50 m hellgelbe, schwach spätige Sandkalkbänke
3. 1,50 m rostbraunes, oolithisches Eisenerz
4. 0,60 m gelber, sandiger, schwach glimmeriger Mergel
5. 0,30 m gräulich ockergelber, unregelmäßig feingeschichteter, blättriger, feinglimmeriger Mergelkalk
6. 0,20 m gelber, sandiger Mergel
7. 0,30 m wie weiter oben bei 5. beschrieben
8. 0,90 m ockergelber, sandiger Mergel
9. 0,20 m mausgrauer, nicht grobkristalliner Kalk, der auf der Oberfläche ockergelb bis rotgelb verwittert
10. 0,70 m gelber, stark sandiger, schichtiger Mergel
11. 0,10 m ockergelber, mürber, leicht zerfallender, stark feinsandiger, schwach kalkiger Mergelkalk

Liegendes: tonige Partien des Opalinustons

Murchisonaeschichten dg 2

Die als dg 2 zusammengefaßten Schichten gliedern sich in die drei Zonen der *Ludwigia staufense, Ludwigia murchisonae* SOW. und *Ludwigia concava* SOW. Die den Schichten namengebende Zone der *Ludwigia murchisonae* im engeren Sinn bleibt nur auf den mittleren Teil der Murchisonaeschicht QUENSTEDTS beschränkt, während die Grenzregion als sog. Concavuszone abgetrennt wird.

Im unteren Teil der Murchisonaeschichten befinden sich mehrere, jeweils 20 cm mächtige, in verwittertem Zustand hellgelbe, spätige Sandkalke, glimmerige Kalksandsteine und feinspätige Kalke in Wechsellagerung mit einem ungefähr 1—1,50 m mächtigen Komplex von roten und braunen Mergel- und Tonpartien, in denen z. T. schon oolithisches Erz zu finden ist. Diese Partie weist eine Mächtigkeit von 4—6 m auf.

© Naturforschende Gesellschaft zu Freiburg im Breisgau c/o Institut für Geo- und Umweltnaturwissenschaften; download www.zobodat.at

In der darüber folgenden, eigentlichen Murchisonaezone, die durch ihre wirtschaftliche Bedeutung als Eisenerzlieferant früher und heute (Kahlenberg) genauere Untersuchungen erfuhr, tritt der überwiegende Anteil der Schichten als rotbrauner, eisenoolithischer Kalk auf, in den schwächer oolithische, spätige Crinoidenkalke und eisenoolithreiche Mergel eingelagert sind. Auch ist ein geringer Feinsandgehalt feststellbar. Sindowski (1936, S. 383) ermittelte in einer Probe vom Fohrenberg 47,25 % Ton, 21,89 % Karbonat, 28,78 % Eisen und 1,08 % Feinsand. Die Mächtigkeit dieses Erzlagers beträgt 6—7 m.

Den Abschluß des dg 2 bildet die Concavuszone mit ihrem typischen Fossilinhalt. Besonders bezeichnend ist das Leitfossil *Ludwigia concava* Sow. sowie *Gryphaea calceola* Quen., nach der wegen ihres beständigen Vorkommens diese Schicht auch als Gryphitenlager benannt wird. Außerdem kommen, wenn auch seltener, noch *Inoceramus polyplocus* Roem. und *Trigonia* vor. Häufiger finden sich *Pecten primulus* und *Avicula elegans*. Die Fossilien dieser Schicht weisen oft einen Bewuchs von Serpeln auf, die auf ein flaches Meer hindeuten.

Die etwa 2 m mächtige Concavuszone besteht in ihrem unteren Teil aus einer wechselnden Folge von rotbraunen, eisenoolithischen und stark spätigen Kalken und eisenoolithischen Mergelkalken, in die mehrmals blau- und dunkelgraue 0,50 m mächtige Tonlagen eingeschaltet sind. Im oberen Teil der Concavuszone treten gelbe, sandige Mergelkalke und gelbbraune Kalke auf, die petrographisch allmählich in den dg 3 überleiten.

Erstaunlich groß sind die Mächtigkeitsverhältnisse der Murchisonaeschichten im Arbeitsgebiet, da im allgemeinen das Erzlager südlich von Freiburg auf der Strecke bis Lörrach nahezu zum Auskeilen kommt. Die Gesamtmächtigkeit der Murchisonaeschichten konnte jetzt einwandfrei am Altenberg gemessen werden und betrug 12—13 m. Das stimmt nahezu genau mit der (Genser 1957, S. 32) am Fohrenberg-Osthang nur durch Schürfe errechneten Mächtigkeit von 12—15 m überein. Die Mächtigkeit ist damit etwas größer als an der Röthe bei Freiburg mit 9—10 m. Südlich Badenweiler fehlen Aufschlüsse bis zum Hörnle, dessen Mächtigkeit und Erzführung wesentlich geringer erscheint.

Sowerbyi-Sauzei-Schichten dg 3

Auf die Murchisonaeschichten folgen die in großen Teilen sehr fossilarmen Sowerbyi-Sauzei-Schichten, deren Zonenammoniten *Sonninia sowerbyi* und *Otoites sauzei* bisher im Breisgau nur je in einem Exemplar vorliegen. Im Hangenden bildet der rotbraune Eisenoolith der Humphriesischichten eine gut erkennbare Grenze.

Die Sowerbyischichten stellen einen sehr einheitlichen Schichtverband gelber bis gelbbrauner, sehr harter und zäher Kalke und Mergelkalke dar, in den hellgelbe, sandige, glimmerhaltige Mergel und hellgraue bis hellgelbe

© Naturforschende Gesellschaft zu Freiburg im Breisgau c/o Institut für Geo- und Umweltnaturwissenschaften; download www.zobodat.at

Tonlagen zwischengeschaltet sind. Die Fossilführung dieser Partien ist arten- und individuenarm. Noch am häufigsten findet man sowohl im Kalk als auch in den Mergeln *Pecten pumilus,* dagegen ist schon *Belemnites ellipticus* selten. Vorzugsweise in sandigen Mergeln und stärker sandigen Kalken tritt *Cancellophycus scoparius* auf, der nach neuen Untersuchungen jetzt zu den Lederkorallen gestellt werden könnte.

Die Mächtigkeit der von mir zu den Sowerbyischichten gestellten Abfolge beträgt ungefähr 10 m. Diese Mächtigkeit stimmt mit der des DEUSSschen Profils (1925, S. 190) vom Galgenberg an der SW-Ecke des Tuniberges überein. Ganz allgemein kann gesagt werden, daß zwischen dem Profil des Tuniberges und meinem Profil am Altenberg eine überraschende Gleichartigkeit besteht. Dies möge an einem aus der Schichtenfolge etwas herausfallenden, blaugrauen, breckziös zerklüfteten, versinterten Kalk nochmals verdeutlicht werden, der in beiden Profilen ungefähr im gleichen Niveau in der gleichen Mächtigkeit von 50 cm aufzufinden ist. Nähere Angaben über Mächtigkeit bzw. Ausbildung können dem Profil entnommen werden.

Die über den Sowerbyischichten folgenden Sauzeischichten behalten anfangs noch den Charakter der liegenden Schichten bei. In den höheren Teilen überwiegen einerseits blaugraue, spätige Kalke, die sog. Blaukalke, mit tonig- bzw. sandig-kalkigen Mergelzwischenlagen, andererseits nimmt die Fossilführung zum Schichthöheren zu. Als besonders charakteristisch erweisen sich einige durch eine herausragende Fossilführung gekennzeichnete Bänke. Es ist dies vor allem die im mittleren Drittel des Schichtpaketes liegende Serpulabank und das sog. Bryozoenlager. Erstere ist ein grünlichgrauer bis hellgrauer Mergelkalk, der hauptsächlich von großen Mengen von *Serpula socialis* und *Serpula gordialis* durchsetzt ist und in dem ich auch Limen *(Lima schimperi)* auffinden konnte. Darüber legt sich als gelbbrauner, mergeliger Kalk ausgebildet das sog. Bryozoenlager, das vorwiegend *Pustolopora quenstedti, Neuropora foliacea,* aber ebenfalls wieder Serpeln und Pecten führt. Zu erwähnen wäre ferner die an der Grenze der Sauzeischichten gegen die Humphriesischichten liegende Demissusbank, die durch das reichliche Auftreten von *Pecten demissus* vorgehoben wird.

Bezüglich der Mächtigkeit und der Ausbildung treten in der Schichtenfolge der Sauzeischichten schon größere Unterschiede auf, die kurz angedeutet sein sollen. Im Vergleich zu dem Standardprofil des Mittleren Doggers am Tuniberg (DEUSS) treten im Kartierungsgebiet in den tieferen Teilen der Sauzeischichten deutlich rotviolette, eisenschüssige, z. T. schon oolithische Tone, Mergel und Kalke auf (siehe Profil Altenberg). Eine Andeutung dieser Beobachtung finden wir auch schon bei DEUSS (1925, S. 213). Er erwähnte das Vorkommen von oolithischen, eisenschüssigen Kalken zwischen den Blaukalken über den sterilen Sandkalken und Sandmergeln in der Sauzeizone des Basler Tafeljura (BUXTORF 1901, S. 27—31) und bringt dies in Zusammenhang mit von ihm schon damals beobachteten größerem Eisen-

© Naturforschende Gesellschaft zu Freiburg im Breisgau c/o Institut für Geo- und Umweltnaturwissenschaften; download www.zobodat.at

reichtum der Sauzeischichten auf Blatt Kandern und an der Schwärze. Diese Beobachtung konnte jetzt auch weiter nördlich am Altenberg bei Grunern durch gute Aufschlußverhältnisse weiter verfolgt und gefestigt werden.

Vorzüglich zu Vergleichszwecken geeignet sind im Breisgau die Serpulabank und das Bryozoenlager, die in allen zur Verfügung stehenden Aufschlüssen erkannt und verglichen werden können und denen man wohl mit gutem Recht einen gewissen Leitwert zubilligen darf.

In den höheren Partien der Sauzeischichten treten im Niveau der Blaukalke im Kartierungsgebiet zwischen Norden und Süden Unterschiede in der Ausbildung heraus. Im Norden am Fohrenberg und am Altenberg sind die typischen Blaukalke nicht wiederzufinden. An ihre Stelle treten feinspätige bis kristalline, gelbe, sehr harte, zähe Kalke in mehreren bis 70 cm starken Lagen auf. Der Einwand, daß die gelbe Farbe die Verwitterungsfarbe sein könnte, ist meines Erachtens durch den tiefen Anschnitt der Schichten beim Wegebau am Altenberg zu entkräftigen. Auch spricht das Fehlen von Blaukalken im Tertiärkonglomerat für eine primär leicht abweichende Ausbildung. Im Schwärzegebiet dagegen sind die Blaukalke in ihrer unverkennbaren Ausbildung wieder anzutreffen. Im Profil, sowohl am Altenberg wie an der Schwärze, nicht aufzufinden waren die an anderen Stellen vorkommenden Rimsinger Tone. Ihr Fehlen auf stratigraphische Gründe zurückzuführen, scheint mir zu gewagt, da ihr Ausfall besonders am tektonisch stark gestörten Altenberg auf Ausquetschungen und dergleichen zurückgeführt werden könnte.

Die Mächtigkeit der Sauzeischichten beträgt am Tuniberg mit den Rimsinger Tonen 15—16 m; am Altenberg mißt diese Folge ohne erkennbaren größeren Ton- oder Mergelkomplex, der den Rimsinger Tonen entsprechen könnte, 11—12 m. Auf Grund welcher Beobachtungen Deuss auf Tafel IV, Seite 208, die Rimsinger Tone an der Schwärze mit 6 m ansetzt, ist aus seinem Text nicht ersichtlich. Für Einzelheiten sei nochmals auf die Profile verwiesen.

Humphriesischichten

Die nach dem Zonenammonit *Stephanoceras humphriesi* Sow. benannten faziellen Humphriesischichten bilden über den Sandkalken und Mergeln der Sauzeischichten einen gut erkennbaren Schichtkomplex. Sie beginnen mit der nach *Pecten demissus* Phill. benannten Demissusbank. Diese besteht aus einem hell- bis ockergelben, grobspätigen, zähen und harten, schillreichen Kalk, der neben Pecten noch reichlich andere Zweischaler führt.

Über der Demissusbank folgt eine Wechsellagerung von knolligen Mergeln, z. T. oolithischen Kalken und eisenoolithführenden Mergeln und Kalken. In diesen sind zumindest im nördlichen Teil des Arbeitsgebietes (Altenberg und Fohrenberg) frisch hellgraue, verwittert gelbliche und schwach-rotviolette Tonpartien eingeschaltet. Im höheren Teil werden die

© Naturforschende Gesellschaft zu Freiburg im Breisgau c/o Institut für Geo- und Umweltnaturwissenschaften; download www.zobodat.at

gelben, im einzelnen bis 30 cm mächtigen, harten Mergelkalkbänke von rotbraunen, zum kleinen Teil eisenoolithischen Mergeln und rotbraunen oolithischen Kalken und Mergelkalken abgelöst. Diese eisenreichen Partien, für die SINDOWSKI (1936, S. 386) vom Fohrenberg eine Probe mit 35,1 % Ton, 43,7 % Karbonat, 19,6 % Eisen und 1,6 % Feinsand angibt, erreichen zumindest im Fohrengebiet die für die Humphriesischichten ansehnliche Mächtigkeit von 2—2,50 m.

Die Mächtigkeit der gesamten Humphriesischichten beträgt im Gebiet um den Fohrenberg 5—6 m. Auch das Profil von DEUSS (1925, S. 196) läßt auf jeden Fall eine Mächtigkeit von über 4,10 m an der Schwärze zu. Das Gebiet der Sulzburger Vorbergzone scheint zur Zeit der Ablagerung der Humphriesischichten ein Gebiet bevorzugter Sedimentation gewesen zu sein. Während im dg 3 zwischen Tuniberg und Fohrenberg kaum Mächtigkeitsunterschiede festzustellen waren, ist zwischen den 5 m im Gebiet um Staufen und den 1,50 m am Tuniberg eine beträchtliche Differenz zu verzeichnen. Südlich Badenweiler nimmt diese Mächtigkeit langsam ab; an der Rüttenen (Blatt Kandern) sind es noch 3,10 m und bei Gennenbach (Blatt Kandern) noch 2,85 m.

Auch die Mächtigkeit des im höheren Teil liegenden eisenoolithischen Erzlagers zeigt dieselben Tendenzen. Am Tuniberg nur 0,40 m mächtig, erreicht es im Fohrenberggebiet 2—2,50 m und ist auch noch an der Rüttenen etwa 2 m mächtig (DEUSS, S. 197), um bei Gennenbach auf rund 1,10 m abzufallen (DEUSS, S. 199). Dieser Eisenoolith verleiht den Feldern und Rebbergen eine so intensive rote Färbung, daß SANDBERGER (1858, S. 9) zu der Ansicht verleitet wurde, der Hauptrogenstein lagere in den Sulzburger Vorbergen direkt dem Murchisonaeerz auf, für das er den dg 4 a wegen seiner Mächtigkeit hielt.

Die Humphriesischichten sind im Vergleich zu den dg-3-Kalken ziemlich fossilreich. Durch DEUSS sind sowohl am Fohrenberg wie an der Schwärze zwei *Stephanoceras humphriesi* bekanntgeworden. Häufig trifft man Muscheln, wie *Pholadomya, Lima proboscidea, Ostrea marshi* und *Pecten (demissus* und *lens),* an, ebenso *Pleurotomaria granulata* und Seeigel. Die vorkommenden Terebrateln sind — wie in der gesamten badischen Vorbergzone — platt gedrückt und zerrissen.

Blagdenischichten dg 4 b

Die durch den Humphriesioolith im Liegenden und durch den rein kalkigen Hauptrogenstein im Hangenden faziell begrenzten Blagdenischichten ermöglichen eine deutliche, schon durch DEUSS und SINDOWSKI erkannte Unterteilung in zwei Ausbildungen. Die tieferen Teile treten uns in Gestalt hell- bis blaugrauer Tone und Mergel und hellgelber, feinsandiger, muskowitreicher Mergelkalke entgegen. In diesen tieferen, z. T. knollig bis knaurig entwickelten Schichten findet sich nicht selten der dem gesamten

© Naturforschende Gesellschaft zu Freiburg im Breisgau c/o Institut für Geo- und Umweltnaturwissenschaften; download www.zobodat.at

Komplex namengebende *Teloceras blagdeni* Sow. Ich konnte sowohl am Altenberg bei einem durch die Rebumlegung neu entstandenen Aufschluß als auch am Fohrenberg mehrere Exemplare von *Teloceras blagdeni* auffinden.

Über diesen tonig-mergeligen Partien folgen Wechsellagen von feinsandigen, hellgrauen Mergeln und Mergelkalkbänken, deren Oolithführung gegen den Hauptrogenstein zu immer mehr zunimmt. In diesem oolithischen Mergel und Mergelkalk kommt der den höheren Teil kennzeichnende *Teloceras coronatum* SCHL. vor, von dem ich am Altenberg auch ein Exemplar finden konnte. DEUSS (1925, S. 165) sammelte in einer damals noch in Betrieb stehenden Mergelgrube am Südende des Altenberges folgende Fauna: *Belemnites württembergicus, Avicula münsteri, Modiola cuneata, Ostrea obscura, Pentacrinus cristagalli* und *Pinna cuneata.*

DEUSS hatte „für die Gegend von Staufen" die Gesamtmächtigkeit der Blagdenischichten mit 4 m angegeben. Nach ihm sind besonders die unteren Blagdenischichten stark reduziert. Durch Aufschlüsse am Altenberg südlich Grunern konnte ich die Mächtigkeit der Blagdenischichten genau messen, die 5,30 m ergab (siehe Profil). Die von ILLIES (1956, S. 8) auf Blatt Kandern festgestellte Mächtigkeitsabnahme der Blagdenischichten gegen die Hauptverwerfung zu ist also auch im Gebiet der Sulzburger Vorbergzone zu beobachten. Am Tuniberg beträgt sie noch 8 m, die Krozinger Bohrung lieferte fragliche 15 m.

Der untere und mittlere Hauptrogenstein

Der Hauptrogenstein, ein sehr einheitlicher, kalkiger Komplex von gelblichweißen Ooiden in einer an Schalentrümmern reichen kalkigen Grundmasse, bildet wegen seiner kompakten Beschaffenheit und damit seiner Beständigkeit gegen die Verwitterung die Oberfläche vieler Vorberge. Wenn auch die oolithhaltigen obersten Blagdenischichten durch ihre Ooidführung einen gewissen Übergang zum Hauptrogenstein feststellen lassen, so erfolgt dennoch mit scharfer Grenze der Einsatz der ersten kompakten Kalkoolithbänke von 1,5 m Mächtigkeit (ILLIES, S. 11). Diese von SINDOWSKI als untere Pentacrinusbank bezeichnete Lage führt reichlich Schalenbruchstücke; sie ist schräg geschichtet. Diese Bank läßt sich deshalb gut von dem darüberliegenden einförmigen Hauptrogenstein abtrennen, weil durch die sog. mergeligen Zwischenschichten (ILLIES, S. 11) eine deutliche Trennlinie erkennbar ist. Von diesen Zwischenschichten, die nach ILLIES aus 5—20 m mächtigen oolithischen Mergeln bestehen, die in Abständen von 5—7 cm den Hauptrogenstein unterbrechen, konnte ich den höchsten Teil gut in einem Steinbruch an der Ostseite des Fohrenberges beobachten. Die Mächtigkeit dieser Zwischenschichten dürfte hier 2—3 m nicht überschreiten. Diese Gesamtmächtigkeit vom Einsatz des Hauptrogensteins bis zum Top der mergeligen Zwischenschichten beträgt 4,50—5,50 m.

© Naturforschende Gesellschaft zu Freiburg im Breisgau c/o Institut für Geo- und Umweltnaturwissenschaften; download www.zobodat.at

Über den mergeligen Zwischenschichten folgt wieder kompakter großooidischer Hauptrogenstein mit vielen Schalenbruchstücken (Terebrateln, Austern) und Pentacrinusstielgliedern (obere Pentacrinusbank von SINDOWSKI 1936, S. 54). An Fossilien bestimmte SINDOWSKI aus den Brüchen auf der Ostseite des Fohrenberges *Pentacrinus nicoleti* DES., Cidarisstacheln, kleine Cerithien und Nerineen.

Auch in dem großen Steinbruch auf der Westseite des Fohrenberges sind die vorgenannten oberen Pentacrinusschichten SINDOWSKIS in einer Mächtigkeit von mindestens 4—5 m zu beobachten. Er nennt außer den vorher erwähnten Formen noch *Cerithium granulato — costatum*, kleine Nerineen als Mumien, kleine *Trigonia costata var. pulla* SOW. und Trochus. Über dieser Lage folgen ungefähr 7 m großooidischer Hauptrogenstein. Dieser Komplex dürfte der Mäandrinaschicht zugerechnet werden. In dieser nach *Cidaris maeandrina* AG. benannten Mäandrinaschicht herrschen deutlich schräg geschichtete Bänke mit mehreren Schillagen vor. Diese bis 20 cm starken Schillagen, die mit den schräg geschichteten oolithischen Bänken wechsellagern, bestehen aus zerriebenem Muschel-, Brachiopoden- und Echinodermenschill. Oft sind die vorherrschenden Austern zu regelrechten Fossilpflastern angereichert. Die Mäandrinaschicht ist am besten bei Verwitterung zu erkennen. Diese mehr mergeligen Bänder treten dann durch ihre braune Farbe deutlicher heraus. Im Gebiet der Sulzburger Vorbergzone endet mit diesen Schichten die Abfolge des Jura. Nur am Binsenberg bei Oberweiler sind noch wenig höhere Doggerschichten anzutreffen.

Zwischen die Mäandrinaschicht und den nächsthöheren gut erkennbaren Horizont, der sog. Mumienbank, schaltet sich nach ILLIES (1956, S. 14) der sog. korallenführende Hauptrogenstein ein. Er ist ein schwach schräg geschichteter, fossilleerer, reiner hellgrauer Oolith.

Sein Ende findet dann der untere und mittlere Hauptrogenstein durch die sog. Mumienbank. Diese Mumien umschließen in ihrem Kern stets ein Fossil oder Schalenbruchstück, meistens eine Nerinea (*Nerinea bruckneri*). Diese oft abgerollten Fossilien werden von konzentrisch ausgeschiedenem Kalkspat umhüllt, so daß bis 2 cm große, längliche Mumien entstanden. Das Bindemittel der Mumien ist im Gebiet des Steinberges ein schwach feinooidischer bis ooidfreier Kalk, aus dem bei Zerfall die einzelnen Mumien gut herauswittern. Die Mächtigkeit in dem einzigen Aufschluß auf der Ostseite des Steinberges überschreitet 1 m nicht.

Hiermit endet die Schichtenfolge des Mesozoikums im Arbeitsgebiet.

Stratigraphie

Über die Stratigraphie des Aaleniens und auch des unteren Bajocien liegen seit den Untersuchungen von DEUSS (1925) keine genaueren zusammenfassenden Beschreibungen vor. Es ist daher nahezu unmöglich, eine strati-

© Naturforschende Gesellschaft zu Freiburg im Breisgau c/o Institut für Geo- und Umweltnaturwissenschaften; download www.zobodat.at

graphische Gliederung dieser Schichten vorzunehmen. Neue, sehr exakte Untersuchungen liegen erst mit dem Einsatz der Blagdenischichten (ILLIES 1956) vor.

Aalenien

Dem mittleren Aalenien gehören vom faziellen Opalinuston nur die basalen Tone mit Kalkknauern und fossilreichen Kalkbänken an. Da bisher nur wenige Funde von Uffhausen, der Schwärze und Blatt Kandern von *Lytoceras torulosum* vorliegen, ist eine genaue Einordnung aber nicht möglich. Die höheren, tonigen Partien des Opalinustons gehören der Zone des *Lyoceras opalinum* an, der jedoch auch schon in der Torulosuszone aufgefunden werden kann. Die Grenze gegen das Lager der nächsthöheren Zone der *Ludwigia staufense* kann nicht angegeben werden, da in den fossilleeren sandigen Mergeln und Sandkalken keinerlei Ammoniten gefunden wurden. *Ludwigia murchisonae* bleibt nach Funden an vielen Stellen im Breisgau auf das eigentliche Erzlager beschränkt, während die obere Grenze des Aaleniens durch das Auftreten von *Ludwigia concava* gegeben wird.

Bajocien

Wegen nahezu völlig fehlender Ammonitenfunde sind im sog. dg 3 keinerlei Grenzziehungen festzulegen. Einige Funde von Soninien *(Soninia sowerbyi* nur an der Röthe bei Freiburg an der Basis) und von *Otoites sauzei* machen die Zugehörigkeit zur Zone der *Soninia sowerbyi* und des *Otoites sauzei* wahrscheinlich. Aus den faziellen eisenoolithischen Humphriesischichten konnte an fest allen Stellen der Vorbergzone *Stephanoceras humphriesi* entnommen werden.

In den darüberliegenden faziellen Blagdenischichten läßt ILLIES (1956, S. 30) seine Telocerasschichten beginnen. *Teloceras blagdeni* SOW. beginnt ungefähr 5 m über dem Humphriesioolith und ist nur auf eine rund 2 m mächtigen Partie beschränkt. Über dem Lager des *Teloceras blagdeni* liegt das Lager des *Teloceras coronatum* SCHL. Er beginnt wenige Dezimeter unter der Faziesgrenze des Hauptrogensteins und geht noch in die Basisbank des Hauptrogensteins hinein. In den darüber folgenden mergeligen Zwischenschichten des Hauptrogensteins fand ILLIES als einzigen Ammonit *Teloceras multinodum* QU. Über den mergeligen Zwischenschichten treten keine Teloceraten mehr auf, somit enden hier nach ILLIES die Telocerasschichten. Auf diesen Funden und dem Fund von *Garantiana densocostata* QU., etwa 7 m über dem Lager von *Teloceras multinodum* beruhend, kommt die Grenze Bajocien-Bathonien über die mergeligen Zwischenschichten zu liegen. Der über den mergeligen Zwischenschichten liegende schräg geschichtete Hauptrogenstein mit der Mäandrinaschicht und der Mumienbank wird in die Strenoceras- und Garantianenschichten eingegliedert und gehört ins Bathonien.

© Naturforschende Gesellschaft zu Freiburg im Breisgau c/o Institut für Geo- und Umweltnaturwissenschaften; download www.zobodat.at

Profil der Sowerbyi-, Sauzeischichten am Altenberg

Hangendes: Humphriesischichten

1. 0,10 m feinspätiger, ockergelber Kalkstein
2. 0,60 m rotvioletter Mergelton
3. 0,45 m hellgelber Sandkalk
4. 1,70 m gelbe, sandige Mergel mit dünnen ockergelben Sandkalkbänken
5. 0,40 m hellgelbe Sandkalke
6. 0,05 m gelber Mergel
7. 0,20 m gelber, feinkristalliner Kalk
8. 0,40 m gelber, sandiger, blättriger Mergel
9. 0,30 m gelber, sandiger Kalk mit *Cancellophycus scoparius*
10. 0,25 m spätiger, gelber Kalk
11. 0,30 m grauer, zum Teil schwach gelber Mergel
13. 0,70 m feinkristalliner, spätiger, gelber Kalk
14. 0,25 m gelber Mergel
15. 0,70 m gelber, harter, spätiger Kalk
16. 0,50 m hellgrauer, sandiger Mergel
17 0,15 m feinspätiger, gelber Kalk mit Muschelschill und Pecten
18. 0,10 m gelber Mergel
19. 0,80 m feinspätiger, gelber, schalentrümmerführender Kalk, zum Teil schwach rötlich; aus vier Bänken bestehend
20. 0,50 m rotvioletter, blättriger, toniger Mergel
21. 0,40 m gelbbrauner, mergeliger Kalk mit viel Bryozoen. Bryozoenlager
22. 0,15 m gelbbrauner, schwach sandiger Mergel
23. 1,10 m hellgraue, schlecht geschichtete Mergel
24. 0,30 m Kalk, an der Basis braungelb, nach oben zu rot bis braunviolett (Farbe des Eisenerzes)
25. 0,30 m sandiger Mergel
26. 0,35 m grünlichgrauer bis grauer Mergelkalk
27. 0,15 m gelbbrauner, dichter spätiger Kalk
28. 0,80 m hellbrauner, sandiger Ton, in dem dünne graue und rostbraune Kalkbänkchen zu finden sind
29. 0,70 m hellgelber bis gelbgrauer Ton
30. 0,60 m gelber bis gelbbrauner, schwach feinsandiger Mergel
31. 0,40 m hellgelber, schwach sandiger Tonmergel
32. 0,15 m hellgrauer, sandiger Mergel
33. 0,60 m graublauer, sehr zäher, kantig splitteriger Kalk, spätig. Der Kalk ist breckziös zerklüftet und z. T. mit Kalksinter überzogen
34. 0,20 m gelber Ton
35. 0,40 m grauer, sandiger Mergel
36. 0,15 m grauer bis gelber, leicht sandiger Kalk
37 0,20 m gelber Ton
38. 0,40 m sehr zäher und harter, gelber bis graugelber Kalk mit Pecten
39. 0,10 m gelber Ton
40. 0,10 m braungelbe, sandige, glimmerführende Mergelkalkbank
41. 0,20 m sandiger, hellgelber, blättriger Mergelkalk
42. 0,30 m grünlichgrauer bis gelber, sandiger Ton bis Mergel

© Naturforschende Gesellschaft zu Freiburg im Breisgau c/o Institut für Geo- und Umweltnaturwissenschaften; download www.zobodat.at

43. 1,50 m gelber, z. T. etwas grauer, sandiger Kalk mit *Cancellophycus scoparius*
44. 0,30 m gelber, leicht sandiger Mergel
45. 0,20 m hellgelber, sandiger, glimmerführender Mergelkalk. Durch Feinschichtung gut aufblätternd
46. 0,30 m hellgelber Ton
47 0,20 m wie 45

Malm

Von den Ablagerungen des Malms waren in der randlichen Vorbergzone keinerlei Relikte mehr aufzufinden. Die Verbreitung des Malms bzw. dessen Fehlen sei hier kurz erläutert, da der Malm südlich des Kartierungsgebietes größere Bedeutung erlangt.

Im Gebiet von Müllheim und Oberweiler ist schon lange das Vorkommen von Oxfordtonen (SANDBERGER, 1858, S. 5) bekannt. Nach Süden fortschreitend sind immer jüngere Schichten des Malms anzutreffen. Das nach Norden gerichtete Übergreifen des Alttertiärs auf immer jüngere Schichten des Malms zeigt eine präeozän nach Süden geneigte Kippung der Schichten des Malms an (KABELAC, 1955). WITTMANN (1955, S. 288) folgert für die einzelnen Terrassen ein unterschiedliches Einfallen, wobei die Rauracientafel steiler als das Oxfordien einfällt. Die Linien der Erosionsgrenzen stimmen mit heutigen tektonischen Linien überein (Bamlacher Graben), so daß wir hier prätertiäre Brüche vor uns haben, die das unterschiedliche Einfallen und die unterschiedliche Erosion bedingen.

Eine größere Verbreitung des Malms auch im Vorland der Sulzburger Vorberge ist durch die Bohrung Breisgau 1, Zienken 1 und Weinstetten 1 erwiesen.

Bei beiden ersteren lagert das Eozän auf Terrain a chailles, bei letzterer auf Renggeri-Ton. Diese besonders flache und sich daher weit nach Norden verschiebende Landterrasse des Terrain a chailles deutet möglicherweise die präeozäne Existenz des Griesheimer Kalibeckens an. Diese Terrasse reicht weit nach Süden hinab, bis sie an der Erosionsgrenze des Korallenkalkes, der von Kandern über Riedlingen—Liel—Schliengen verläuft, ihr Ende findet.

Für die heute auf der Terrasse liegende Rauracienrelikte trifft meist (Röthe bei Müllheim) vulkanische Entstehung zu. Diese Korallenkalkvorkommen, für die KABELAC schon primär eine geringere Mächtigkeit und möglicherweise andere Ausbildung als im Isteiner Gebiet annahm, werden als Ausliegerberge im Vorland der damaligen Landstufe angenommen.

Für eine primär geringere Mächtigkeit und Erosion der nach Süden gekippten Schichten vor dem Eozän spricht auch das Nichtvorhandensein oder äußerst seltene Vorkommen von Malmgeröllen im Küstenkonglomerat.

© Naturforschende Gesellschaft zu Freiburg im Breisgau c/o Institut für Geo- und Umweltnaturwissenschaften; download www.zobodat.at

TERTIÄR

Sämtliche im Kartierungsgebiet auftretenden Ablagerungen des Tertiärs erschweren infolge Fehlens eindeutiger paläontologischer Funde die stratigraphische Eingliederung erheblich. Die Schichten sollen daher in ihrer Ausbildung nach der wahrscheinlichen Altersstellung eine kurze Beschreibung erfahren.

	Grabeninneres Normalprofil	Istein-Müllheim	Sulzburger Vorbergzone
SANNOISIEN	Gips-Anhydrit-Zone Anhydrit-Steinsalz-Zone Obere bituminöse Zone	Gipsmergel Bunte Mergel konglomerat. Schichten	
	Versteinerungsreiche Zone	Streifige Mergel	Versteinerungsreiche Zone: a) Hydrobien-Zone b) Bryozoen-Zone c) Mytilus-Zone
	Untere bituminöse Zone Konglomeratische Zone		Kong-glome-rate
LUDIEN	Rote Leitschicht Dolomitmergelzone	Obere Grüne Mergel Melanienkalke	
		Untere Grüne Mergel	
LEDIEN	Kalkmergelzone		

© Naturforschende Gesellschaft zu Freiburg im Breisgau c/o Institut für Geo- und Umweltnaturwissenschaften; download www.zobodat.at

Stamp

Melettaschichten o2 a

Im Sulzbachbett südlich des Kastelberges entstand durch das Hochwasser am 17. Juli 1956 ein annähernd 1 000 m langer Aufschluß in bisher in der Vorbergzone nahe der Hauptverwerfung zwar bekannten, aber nie gut erschlossenen Tertiärschichten.

Die Schichten dieses Profils, das rund 40 m westlich eines Aufschlusses im mittleren Keuper (Schilfsandstein) beginnt, streichen 60—65° und fallen mit 12—15° nach Westen ein.

Die tiefsten Partien dieser Schichten zeigen eine sehr wechselnde Ausbildung. In feinstgeschichteten (1 mm und darunter) hellgrauen bis graubraunen Tonen und Mergeln liegen dünnmächtige (1/2—2 cm) Feinsandsteinlagen, in denen vereinzelt eckige Mergelbröckchen des liegenden Sediments zu finden sind. Die auffälligste Erscheinung in den sehr gleichmäßigen, höchstens in größeren Abständen (30—40 cm) durch einen Wechsel der Farben gekennzeichneten Tonen und Mergeln sind 1—5 cm starke dunkel- bis blaugraue, breckziöse bis feinkonglomeratische Einlagerungen. Diese Feinkonglomerate treten öfters in Nestern und Linsen auf. Der Großteil der schwer einstufbaren Geröllchen dürfte dem Muschelkalk angehören, den Rest bilden Liaskalke und Kalke des dg 3 und der Murchisonaeschichten, während der Hauptrogenstein nur ganz selten aufgefunden wurde. Die einzelnen Gerölle, die höchstens 8 mm Länge erreichen, zeigen in allen vorkommenden Lagen keinerlei Einregelung. Die Unterseite des Konglomerats liegt selten planparallel, sondern paßt sich ohne erkennbare Schichtung ihrer tonigen Unterlage an. Diese Unterlage ist meistens in leichte Wellen gelegt, fast Rippeln vergleichbar. Auch die Oberseite der Konglomeratlagen, die sich im Profil mehrmals wiederholen, ist nicht eben, sondern von schwachen Wellungen und Furchen durchzogen. Das häufige Wiederkehren der Konglomeratlagen bzw. das Einschieben von Feinsandsteinen dürfte durch Bewegungen bzw. Verschiebungen der Küstenlinie bedingt sein.

In den Tonen oberhalb der Konglomeratlagen liegen in den hellgrauen Tonen an zwei Stellen im Abstand von wenigen Metern 5—10 cm starke, dunkelblaue bis schwarzgraue, stark sapropelitische Tone, in denen eine Anreicherung von Treibholz und Pflanzenresten aufzufinden ist. In den schwarzen Tonen sind noch Stengelreste körperlich erhalten, und auch Früchte kommen gut erhalten vor. Herr Präsident des Geologischen Landesamtes, Prof. Dr. F. Kirchheimer, hat sich freundlicherweise bereit erklärt, eine Untersuchung dieser pflanzlichen Reste zur Bestimmung des Alters der Schichten durchzuführen.

In den Partien über diesen Schichten bleibt die Ausbildung der Tone nahezu gleich. Es lagern sich in die feinstgeschichteten Tone, deren Farbe jetzt etwas bräunlich erscheint, bis 10 cm starke, bankige, stärker verfestigte Steinmergel und Kalkmergel. Eine Änderung tritt erst durch die Einlage-

© Naturforschende Gesellschaft zu Freiburg im Breisgau c/o Institut für Geo- und Umweltnaturwissenschaften; download www.zobodat.at

rung eines knollig-knaurigen, weiß- bis schmutziggrauen Gipses von 8 cm Mächtigkeit ein, der an seiner Oberfläche gegen die hangenden, hellgrauen Tone hin einen etwa 5 mm mächtigen Belag von Fasergips trägt. Die Mächtigkeit der über dem Gipslager folgenden hellgrauen Steinmergel ist nicht konstant, sondern nahm auf 10 m Aufschlußlänge von 16 auf 6 cm ab. Ihre auffallende Struktur regte F. WESTPHAL (1957) zu einer genaueren Untersuchung dieser Bänke an.

Diese Mergel sind in ihrer gesamten Mächtigkeit feingeschichtet, was durch häufig wiederkehrende Lagen von dunkelblaugrauen bis schwarzen Bändern noch verdeutlicht wird. Diese Feinschichten laufen aber nur an der Basis gleichmäßig parallel durch das Gestein. Über dieser Basis (1 cm) sind sie zu einzelnen regelmäßig wiederkehrenden 1—2 cm breiten Beulen aufgewölbt, die das Gestein in seiner gesamten Mächtigkeit durchziehen. Zwischen diesen Aufwölbungen sind die entstandenen länglichen Hohlräume mit Sediment ausgefüllt, das nicht feinschichtig ausgebildet ist. In den Vertiefungen ist das gröbere, oft bis $^1/_2$ cm große Material ohne erkennbare Schichtung eingelagert. Dieses Material besteht zum größten Teil aus Bröckchen und Blättchen von Steinmergel, Pflanzenhäcksel und wenig zu Brauneisen umgewandelten Pyritkörnchen ($^1/_3$ mm ϕ). Diese Vertiefungen treten nicht nur in einer Längsrichtung auf, sondern verbinden die einzelnen Längsrillen durch nicht regelmäßig verlaufende Querrillen. Dadurch erscheinen die Steinmergelaufwölbungen als Inseln, die von gröberem Material umgeben sind. Diese Ausbildung bedingt auch die auffällige Oberfläche dieser Schicht. Dort sind die Verfüllungen dieser Vertiefungen wenige mm tief ausgewaschen, so daß eine unruhige, gekröseartige und wulstige Oberfläche entsteht.

Die Entstehung dieser eigenartigen Gebilde wird bei WESTPHAL (1957, S. 129 ff.) ausführlich diskutiert. Es sei hier nur erwähnt, daß aus dem stratigraphisch tieferen Gipshorizont (rund 2—3 m im Liegenden dieser Steinmergelbänke) auch auf eine Anwesenheit von Gips in diesen Schichten geschlossen werden könnte. Dieser Gips könnte durch Quellung diese Strukturen erzeugt haben. Die Durchschnittsprobe dieses Gesteins wies aber nur einen Gehalt von 4,60 Gew. % $CaSO_4$ 2 H_2O auf (S. 105). Am wahrscheinlichsten ist (WESTPHAL, S. 110), daß nach der feinschichtigen Sedimentation und Trockenlegung sich Schrumpfungsrisse bildeten, welche auch die netzartigen Verzweigungen erklären würden. Die Ausfüllung der Vertiefungen erfolgt bei einer erneuten Überflutung, die das gröbere Material bringt und rasch, daher ungeschichtet, in den Trockenrissen ablagert.

Über dieser Steinmergellage wird die Sedimentation etwas gleichmäßiger. Nach 5—8 m treten aber leicht sandige, bräunliche, etwas gebankte Mergel auf. In diesen Mergelpartien findet man, wenn auch sehr vereinzelt, 1—2 cm große Gerölle, die auch noch in den höheren Partien festzustellen sind.

© Naturforschende Gesellschaft zu Freiburg im Breisgau c/o Institut für Geo- und Umweltnaturwissenschaften; download www.zobodat.at

Im Hangenden tritt wieder ein, wenn auch dünneres Gipslager von gleicher Beschaffenheit wie das oben Erwähnte auf. Auch darüber folgt hier in einigen Metern Abstand mit gleichbleibender Mächtigkeit von 15 cm der oben beschriebene Steinmergel mit ähnlichen Texturen. Diese Steinmergelbank ist aber wesentlich stärker verwittert als die tiefere. Darüber sind kaum noch Aufschlüsse vorhanden. An einer Stelle kommen hellgelbliche, feinstgeschichtete, jetzt aufgeschieferte Tone heraus, die vereinzelt etwas Pflanzenhäcksel führen, womit das Profil endet.

Zur Altersfrage der rund 100—150 m mächtigen Profilserie können keine paläontologisch bewiesenen endgültigen Aussagen gemacht werden. Jedoch spricht aus petrographischen Vergleichen eine gewisse Wahrscheinlichkeit dafür, daß es sich um die Meletta-Schichten (o 2 a) des Unter-Stamp handelt.

Das Erstaunlichste ist die Lagerung dieser Schichtenfolge nur rund 20 bis 30 m westlich der Grenze Keuper-Grundgebirge. Die Auflagerungsfläche dieser Sedimente dürfte, wenn auch nicht direkt aufgeschlossen, der Schichtkomplex des mittleren Keupers wenige Meter oberhalb des Schilfsandsteins sein. Die Nordbegrenzung der Melettaschichten gegen das konglomeratische Sannoisien des Kastelberges bildet die aus dem Sulzbachtal kommende Sulzbachverwerfung. Im Süden dürfte ein Übergang auf die Sandkalke des Laufener Berges wahrscheinlich sein.

In erster Linie zu Vergleichszwecken heranziehbar sind die Vorkommen von Melettaschichten am Grabenrand.

Östlich von Lörrach bei Stetten befand sich früher eine Grube in den Melettaschichten. Wurz (1914, S. 238) beobachtete sapropelitische Tone, grau- bis schieferschwarz, mit bis 5 cm starken, dunkelgrauen Sandsteinbänken. An Fossilien waren hauptsächlich Pflanzenreste zu finden (fingerdickes Holz, Blattstiele, Stengel und Blätter), aber auch Fischschuppen und wenig Foraminiferen.

Weiter nördlich kommen dieselben Schichten bei Röttlerweiler mit einer Mächtigkeit von 155 m zum Vorschein. Eine noch tätige Grube findet sich bei Hammerstein, westlich Egerten (Wittmann, 1952, S. 73), die graublaue, verwittert lichtgraue bis gelbliche, meist feinsandige Tone aufschließt.

Weiter nördlich lieferte die Bohrung Zienken 3 des Kalibergwerkes Buggingen 296 m Melettaschichten, die in ihrer Ausbildung (Führung von Pflanzenhäcksel und Petrographie) den Schichten vom Sulzbach sehr nahe kommen. Abweichend von den anderen Profilen ist nur das Auftreten der beiden dünnen Gipsbänder. Dies wäre aber dadurch zu erklären, daß an der damaligen Küste die gipshaltigen Schichten des mittleren Keupers der Erosion und Verfrachtung ins Meer unterlagen und somit als Gipslieferant in Frage kämen. Das Vorkommen in so grabenfernen Gebieten dürfte kein Gegenargument sein, da im Zuge der nicht tektonisch bedingten thallassostatischen Rupeltransgression mit einem Austreten des Meeres aus dem Muldeninneren und Übergreifen bis an die Hauptverwerfung und sicher dar-

© Naturforschende Gesellschaft zu Freiburg im Breisgau c/o Institut für Geo- und Umweltnaturwissenschaften; download www.zobodat.at

über hinaus gerechnet werden muß. Das Auftreten der sich häufig wiederholenden Feinkonglomeratlagen, Sandsteinbänkchen und der Strukturen mit Trockenrissen spricht nicht für die innere Beckenfazies, sondern für eine öfter unterbrochene, mit dem Becken in Verbindung stehende Randfazies, in der bei zeitweiliger Abschnürung der Gips ausfallen konnte.

Alttertiäres Küstenkonglomerat (Ludien und Sannoisien)

Den Schichten des Mesozoikums lagern an allen Vorbergen Schichtenfolgen des Alttertiärs (oberes Ludien und unteres Sannoisien) auf. In den tieferen Partien handelt es sich ausschließlich um konglomeratische Ablagerungen, deren Gerölle in mergeliger oder kalkiger Grundmasse eingebettet sind. Die Größe dieser Gerölle bewegt sich hauptsächlich im Bereich von 5—20 cm Durchmesser, doch sind Gerölle mit Durchmessern von 20—50 cm durchaus keine Seltenheit. Diese Konglomerate bildeten sich bei der im Eozän erfolgten bruchlosen Einmuldung des späteren Rheintalgrabens, sowohl auf dessen Ost- wie auf der Westseite, worauf auch der Geröllbestand zurückzuführen ist. Die Hauptmasse der Gerölle leitet sich vom Dogger her, wobei der mächtige kalkige, ziemlich widerstandsfähige Hauptrogenstein weit an der Spitze liegt. Untergeordnet treten die Sandkalke der Sowerbyi-Sauzei-Schichten und die Eisenoolithe des Murchisonaelagers und der Humphriesischichten auf. Zahlenmäßig unbedeutend vertreten sind die Kalke des Lias und des Muschelkalks. Die im Konglomerat eingebetteten Sandsteingerölle entstammen teils dem Buntsandstein und teils dem Keuper. Als große Seltenheit treten gelegentlich Stücke von Malmkalken und von Eozänen Süßwasserkalken auf.

Von großer Bedeutung für das Abtragungsniveau zur Alttertiärzeit waren die Funde KIEFERS von wenigen kleinen Geröllen des Grundgebirges am Kastelberg, nördlich Sulzburg. Neuerdings konnte ich am Westhang des Kastelberges in den höheren Partien der Konglomeratlagen zahlreiche Gerölle des östlich der Hauptverwerfung heute noch anstehenden Grundgebirges auffinden. Die zum Teil bis 25 cm Durchmesser erreichenden Gerölle bestehen aus Gneis, Granitporphyr, Porphyr, Glimmerhornfelsen, Tuffen, Kulmkonglomerat und beweisen dadurch, daß sich einige der zur Mulde transportierenden Flüsse schon zur Alttertiärzeit bis in das Grundgebirge des Schwarzwaldes eingeschnitten hatten.

Diese groben Konglomerate wurden nur an den Muldenrändern abgelagert, während muldenwärts die Geröllgröße rasch abnimmt, um schließlich 4—500 m von der heutigen Hauptverwerfung entfernt in reine Sandkalke mit feinkonglomeratischen Lagen überzugehen. Diese etwas randferneren Ablagerungen, zum Teil mit Mergeleinschaltungen (streifige Mergel), treten anstehend nur im Süden des Gebietes am Binsenberg, an der Bergsmatte und im Gebiet des Laufener Berges auf. In den früher in Betrieb befindlichen Kalksandsteinbrüchen fand KIEFER Fossilien, auf Grund derer

© Naturforschende Gesellschaft zu Freiburg im Breisgau c/o Institut für Geo- und Umweltnaturwissenschaften; download www.zobodat.at

eine Einordnung in das Normalprofil des Grabeninneren möglich ist. Die vorkommenden Fossilien seien kurz genannt: Neben unbestimmbaren Pflanzenresten *Mytilus faujasii* Brong., *Cerithium plicatum, Membranipora laxa, Hydrobia inflata* Fauj., *Hydrobia cf. ventrosa* Mont. und *Hydrobia dubuissoni* Saporta. Auf Grund der Fossilführung dieser Schichten im Raum zwischen Laufen und Badenweiler folgerte Kiefer eine Zugehörigkeit zur sogenannten Fossilreichen Zone (Hydrobien-, Mytilus- und Bryozoen-Zone) der Streifigen Mergel des Unteroligozäns.

Für lokale Beschreibungen der Konglomeratabfolgen und der Kalksandsteinschichten sei auf die ausführliche Profilaufnahme von Kiefer (1928) sowie den Verfasser (1958) verwiesen.

Versuch einer Eingliederung des Tertiärs

Der Versuch einer stratigraphischen Gliederung der grabenrandlichen Fazies des älteren Tertiärs bereitet infolge Mangels von Fossilfunden größte Schwierigkeiten. Ein Vergleich mit grabeninneren Sedimenten und faziell andersartigen Ablagerungen der weiter südlich gelegenen tektonisch anders gebauten Vorbergzone (Müllheim—Istein) kann daher nur angedeutet werden.

Als untersten in Frage kommenden Komplex finden wir im Gebiet Istein—Müllheim (Wittmann, 1955) die sog. grünen Mergel, die dem Ledien und Ludien angehören. Diese grünen Mergel werden durch den Melanienkalk, der paläontologisch gut eingestuft ist, in untere und obere grüne Mergel unterteilt. Diese Schichtenfolge kann nun im Kartierungsgebiet und auch weiter nördlich am Schönberg nicht aufgefunden werden. Nördlich von Freiburg tritt der Melanienkalk, der eine randliche Süßwasserfazies darstellt, erst wieder bei Lahr und am Nimberg bei Hugstetten auf. Kiefer glaubte im Küstenkonglomerat in einigen Süßwasserkalkgeröllchen den Melanienkalk wiedergefunden zu haben und möchte mit diesen etwas zweifelhaften Funden die einstige Verbreitung des Melanienkalkes auch in dem Gebiet zwischen Schönberg und Badenweiler beweisen. Das Vorkommen des Melanienkalkes im alttertiären Küstenkonglomerat war einer der Gründe, mit denen Kiefer das Alter dieser Ablagerungen als Nacheozän datieren wollte. Dieser Auffassung steht der Fund von Resten von *Palaeotherium magnum* Cuv. in der Randfazies von Pfaffenweiler am Schönberg gegenüber. Stehlin (1904) hat auf der elsässischen Seite im Melanienkalk ebenfalls *Palaeotherium magnum* Cuv. und andere Säugetierreste gefunden, die eine eindeutige Einstufung ins Ludien erlauben, so daß wir auf Grund der scharfen faunistischen Grenze einen Großteil der Konglomerate dem oberen Eozän (Ludien) zuteilen müssen. Dem Melanienkalk, der nach Wittmann (1955, S. 324) gesetzlos starken Mächtigkeitsschwankungen unterworfen ist, darf man in dem melanienkalkfreien Zwischengebiet keine zu große stratigraphische Bedeutung zumessen, da dessen Fehlen auch als primär an-

© Naturforschende Gesellschaft zu Freiburg im Breisgau c/o Institut für Geo- und Umweltnaturwissenschaften; download www.zobodat.at

genommen werden kann. Durch die stärkere Senkungstendenz des Gebietes der Sulzburger Vorberge und damit weiter östlich verbundenem Übergreifen der grabeninneren Verhältnisse könnte es gar nicht zur Ausbildung einer randlichen Süßwasserfazies gekommen sein.

Den Grünen Mergeln mit dem Melanienkalk bzw. dem Großteil der Konglomerate würde im Grabeninneren die gut erkennbare sog. Kalkmergel- und Dolomitmergel-Zone entsprechen. Diese ist wiederum gleichalt mit den nordbadischen Lymnäenmergeln zu setzen. Es sei hier nur noch erwähnt, daß eine Bohrung der Deutschen Petroleum A. G. östlich der Ortschaft Buggingen, also östlich der inneren Hauptverwerfung, 3—4 km vom heutigen Grabenrand entfernt, die Lymnäenmergel in einer Mächtigkeit von 130 m antraf (STURMFELS, S. 144). Wie WITTMANN (1955, S. 337) feststellen konnte, tritt in der Gesamtmächtigkeit dieser Schichtenfolge eine starke Differenzierung auf. Während die Fazies der „Lymnäenmergel" bei Bellingen 100—120 m beträgt, steigt sie im Griesheimer Becken auf 300 m an, um im Hochgebiet des Isteiner Klotzes auf 20 m zu sinken oder völlig zu fehlen.

Das Sannoisien setzt im Grabeninnern mit den unteren Pechelbronner Schichten ein. An der Basis dieser im Kalischacht Buggingen 200—250 m (STURMFELS) und in der Bohrung Zienken 1E 328 m (MASCHEK) mächtigen Serie liegt die sog. Konglomeratische Zone (Streifige Mergel mit Geröllstreifen) und darüber die sog. untere bituminöse Zone (200 m) mit Steinsalz und Anhydritlagen. Diesen beiden „Zonen" im Verein mit der sog. versteinerungsreichen Zone (= mittlere Pechelbronner Schichten) entsprechen in der Randfazies von Istein bis Müllheim die streifigen Mergel. Eine Trennung der streifigen Mergel war auch an Hand der Bohrungen im Tertiärhügelland nicht möglich, da nicht genügend Fossilfunde vorlagen. In der Sulzburger Vorbergzone ist von den mittleren und unteren Pechelbronner Schichten durch KIEFER nur die versteinerungsreiche Zone (= mittl. Pechelbronner) durch Fossilfunde nachgewiesen. Die nach ihrer Fossilführung in Hydrobien-, Bryozoen- und Mytilus-Zone unterteilte Schichtenfolge baut sich aus sandig-mergeligen und sandig-kalkigen Folgen auf, die nur noch hin und wieder von dünneren Geröllbändern durchzogen werden. Die im Liegenden der Mytilus-Zone auftretenden Sandkalkpartien könnte man eventuell mit der unteren bituminösen Zone vergleichen. Die Ausbildung dieser Schichten ohne wesentliche Geröllagen spricht für eine Verflachung der Küstenlinie.

Einer Einstufung der Konglomeratserien in mittlere und höhere Teile des Sannoisiens widerspricht auch das Vorkommen der Kali- und Steinsalzlager in dann gleich alten Schichten im Grabeninneren. Es dürfte doch sehr unwahrscheinlich sein, daß in grabenwärtigen Teilen das Klima arid genug ist, um Salz und Anhydritlagerstätten entstehen zu lassen, während an den Randgebieten kräftige Flüsse, die wegen der Geröllgröße eine große Transportkraft aufweisen mußten, in die Mulde mündeten. Dies würde eine Ein-

© Naturforschende Gesellschaft zu Freiburg im Breisgau c/o Institut für Geo- und Umweltnaturwissenschaften; download www.zobodat.at

stufung der Konglomerate, wie bereits weiter oben erwähnt, ins Ludien bekräftigen und eine Zugehörigkeit zum Sannoisien mindest als unwahrscheinlich erscheinen lassen.

Irgendwelche Schichten, die den oberen Pechelbronner Schichten (= obere salinare Zone) des Grabens am Rand entsprechen, konnten im Kartierungsgebiet nirgends aufgefunden werden. Einen Hinweis auf einen Schichtausfall gibt auch die obenerwähnte Bohrung östlich Buggingen (Sturmfels, S. 135). Dort fallen der oberste Teil der Pechelbronner Schichten und die Foraminiferenmergel aus.

Erst mit den Melettaschichten (Fischschiefer) taucht wieder ein Horizont auf, der sich sowohl im Graben wie in den Randgebieten findet.

Die Auflagerung des Tertiärs auf dem Mesozoikum und ihre Bedeutung für die Tektonik

Ein für die Tektonik des Gebietes interessanter und gut beobachtbarer Horizont ist die Basis des Tertiärs bzw. die Auflagerungsfläche des Tertiärs auf dem Mesozoikum.

Betrachten wir zunächst die einzelnen Punkte der Auflagerung von Süden nach Norden. Im Gebiet des Binsenberges treffen wir die Auflagerung an allen zugänglichen Punkten immer im gleichen stratigraphischen Niveau, nämlich wenig oberhalb der Mäandrinaschicht bzw. in einem Falle auf der Mumienbank. Am besten ist sie am Nordabhang des Binsenberges, 50 m westlich des Steinbruches, im Hauptrogenstein zu beobachten. Dort liegt das Tertiär ohne tektonischen Kontakt, ohne erkennbare Winkeldiskordanz den Schichten wenig oberhalb der Mäandrinaschicht auf. Überschreitet man das nach Britzingen führende Tal, so gelangt man am Südfuß der Bergsmatte in einen Hauptrogensteinbruch (Str. 30°, F. 55° W), der aber in seinen höchsten Partien nicht mehr bis in die Mäandrinaschicht reicht. 20—25 m über der Basis des Hauptrogensteins liegt auf diesem in etwa 10 cm Mächtigkeit ein rostbrauner Boluston, auf den sich mit einem Fallwinkel von gleichfalls 55° W bei einem Streichen von 50—55° das Tertiär legt. Verfolgt man die Grenze der Auflagerungsfläche weiter, so stellt man am Südosthang der Bergsmatte auf kurze Entfernung ein Übergreifen des Tertiärs auf den dg 3, ja bis zum Opalinuston fest. Am Osthang der Bergsmatte und östlich der Suseck ist die Auflagerung nicht genau festzustellen, da Hangschuttmassen des Tertiärs bis an die Hauptverwerfung heranreichen. Am Osthang des Muggardter Berges legt sich das Tertiär auf Keuper. Auch für den Laufener Berg trifft dies zu, jedoch ist für dieses Gebiet eine Angabe Lents (S. 680) interessant. Er erwähnt dort das Profil eines der Laufener Gipsstollen. Dort lagerten dem Mundloch zunächst Mergel und Kalksandsteine mit 15° W Fallen. Die darunter liegenden konglomeratischen Schichten dagegen fallen schon mit 40° W ein. Damit ist das Ende des Tertiärs erreicht, dessen Grenze

© Naturforschende Gesellschaft zu Freiburg im Breisgau c/o Institut für Geo- und Umweltnaturwissenschaften; download www.zobodat.at

gegen den Keuper nicht direkt aufgeschlossen war. Nach kurzer Verbauung jedoch kamen die Schichten des Keupers mit gleichen Fallwerten wie im Konglomerat zum Vorschein, so daß wir auch hier keine erkennbare Winkeldiskordanz vorfinden.

Der Keuper bleibt bis zum nördlichen Teil des Kastelberges die Unterlage des Tertiärs. Im Gebiet östlich des Kastelhofes treffen wir jetzt das Gegenstück zu den Verhältnissen am Südosthang der Bergsmatte an. Allmählich legt sich das Tertiär auf immer jüngere Schichten als den Keuper, nämlich Lias und am Gengbühl auf unteren Dogger. Auf der Fohrenberg-Südostseite ist die Auflagerung des Tertiärs etwa 15 m über der Basis des Hauptrogensteins gut zu sehen, und am Westhang des Fohrenberges liegt die Auflagerungsfläche wieder wie am Binsenberg im Niveau der Mäandrinaschicht.

Neben der wechselnden Unterlage der Auflagerungsfläche fällt auch noch der nur schmale Ausstrich von konglomeratischem Tertiär im Gebiet von Muggardt bis Laufen ins Auge. Beide Erscheinungen sind für die Entwicklung der Tektonik in diesem Gebiet der Vorbergzone von entscheidender Bedeutung. Vor dem durch Säugetierfunde (TOBIEN 1943/49) belegten Meereseinbruch im Ludien, also auch vor Ablagerung der Konglomerate, haben sich im Gebiet der heutigen Hauptverwerfung bzw. des Grabens beachtliche tektonische Bewegungen ereignet. Senkungstendenzen machten sich im Graben bemerkbar, deren Richtungen aber nicht nur rheinisch, sondern wie im grabenwärtigen Vorland des Kartierungsgebietes herzynisch verliefen. Im Bereich der heutigen Hauptverwerfung entstand eine flexurartige Verbiegung, die längs der heutigen Hauptverwerfung verschieden stark ausgebildet war. Im Gebiet von Fohrenberg und Kastelberg im Norden und von der Bergsmatte und dem Binsenberg im Süden war die Flexur steiler als im dazwischen liegenden Gebiet von Laufen. Dies hatte zur Folge, daß die Abrasion des transgredierenden Meeres im gleichen Niveau verschieden alte Schichten anschnitt. Im nördlichen Gebiet, wo die Flexur am steilsten ausgebildet war, kappte die Abrasionsfläche Hauptrogenstein, unteren Dogger und Lias bis zum Keuper, so daß das Konglomerat heute mit kaum meßbarer Winkeldiskordanz diesen Schichten auflagert. Spiegelbildlich ist die Situation im Süden an der Bergsmatte, wo die Abrasion an einer nicht ganz so starken Flexur nur den Opalinuston erreichte.

Da der Schichtausfall an der Auflagerungsfläche in der Längsrichtung des Rheintals erheblichen Schwankungen unterworfen ist, haben wir es im Gebiet der Sulzburger Vorberge mit einer Erosionsdiskordanz zu tun. Die an der jeweiligen Küstenlinie sich bildenden Konglomerate setzen sich einerseits aus von der Brandung zerstörten mesozoischen Gesteinen der unmittelbaren Kliffzone und andererseits aus fluviatil antransportierten Geröllen der Sedimentbedeckung des rückwärtigen Schwarzwaldes zusammen. In den Gebieten, in denen Keuper die Unterlage der Konglomerate bildete, ist

© Naturforschende Gesellschaft zu Freiburg im Breisgau c/o Institut für Geo- und Umweltnaturwissenschaften; download www.zobodat.at

letzteres nur geringmächtig (10—20 m im Gegensatz zu 150—200 m in den anderen Gebieten), da die küstenbildenden Mergel des Keupers für eine Konglomeratbildung ungeeignet waren, das Konglomerat also nur aus von Flüssen herbeigebrachten Geröllen des Hinterlandes bestehen kann. Die Flußerosion in den stärker gehobenen Teilen des Schwarzwaldrandes war dagegen so kräftig, daß sich die Flüsse schon im Unteroligozän bis auf die Basis der mesozoischen Sedimente, bestehend aus Gneis, Porphyr und paläozoischen Schichten, eingeschnitten hatten und diese in ziemlich großen Geröllen im Küstenbereich (Kastelberg) abgelagert wurden. Betrachten wir das Gebiet im Rahmen der alttertiären Rheintalmulde, so stellen wir fest, daß das im Rheintal liegende herzynisch streichende Griesheimer—Bugginger Kalibecken im Gebiet der flachen Laufener Flexur streichend ausläuft. Interessant ist, daß heute die Schwarzwaldberge östlich Laufen gegenüber ihrer nördlichen und südlichen Umgebung niedriger sind und somit das herzynische Flachgebiet posthum widerspiegeln. Im Zuge der thalassostatischen Rupeltransgression scheint zur Zeit des Absatzes der Melettaschichten eine gleichmäßige Meeresbedeckung sowohl des Grabeninneren wie der Grabenrandzone geherrscht zu haben.

Die heutige steile Lage der Schollen und das Abreißen der Flexur zur Hauptverwerfung geht auf die erste Grabenbildung an der Oligozän-Miozän-Wende zurück.

Tektonik

Neben der stratigraphischen Untersuchung der Vorbergzonenschichten ruft die Betrachtung der Lagerungsverhältnisse und der Tektonik besonderes Interesse hervor.

Als auffälligste tektonische Linie fällt natürlich die östliche Hauptverwerfung des Rheintalgrabens ins Auge. Während im weiter südlich gelegenen Gebiet (südlich Badenweiler bis Kandern) die Grenze Sediment-Grundgebirge in Nord-Süd-Richtung verläuft, biegt die Hauptverwerfung am Südende der Sulzburger Vorbergzone in die rheinische Richtung um. Nach ihrem rheinisch streichenden Einsatz nördlich der Klemmbachstörung verläuft die Hauptverwerfung, einige Male durch herzynische Störungen leicht versetzt, unter Beibehaltung ihrer Richtung bis zum Sulzbachtal bei Sulzburg. Nach Durchquerung dieses auf einer alten Störung angelegten Tales läuft sie in rheinischer Richtung weiter, um an einer Querstörung ihr vorläufiges Ende zu finden. Nördlich davon ist die Grenze Sediment-Grundgebirge durch eine schwach gekippte Auflagerungsfläche von mittlerem Buntsandstein auf Gneis zu erkennen. Nach der Unterbrechung der Vorbergzone durch die 2 km breite Schotterebene des Untermünstertales ist bei Staufen wieder ein erneuter Einsatz zu beobachten, bis sich die Hauptverwerfung nördlich des St. Gotthardhofes verliert. Die Sedimente der Trias, des Juras und des Tertiärs fallen westlich der Hauptverwerfung mit

© Naturforschende Gesellschaft zu Freiburg im Breisgau c/o Institut für Geo- und Umweltnaturwissenschaften; download www.zobodat.at

starker Neigung nach Westen zu ein. Das Einfallen der Schichten längs der Hauptstörung nimmt in großen Teilen des Gebietes stark zu, um an verschiedenen Punkten, besonders im Raum der ehemaligen Einmuldung, in eine Saigerstellung überzugehen. Verständlicherweise sind die Schichten direkt an der heutigen Hauptverwerfung am stärksten geschleppt, um weiter grabenwärts allmählich wieder in eine flachere Lagerung überzugehen. Auf Grund der Steilheit der Lagerung deutet sich die Sulzburger Vorbergzone nur als sehr schmale, die Hauptverwerfung begleitende Vorbergzone an. Im Gegensatz zum nördlicher gelegenen Schönberggebiet bei Freiburg i. Br. und den südlicher gelegenen Kanderner Vorbergen, welche beide deutlich als Vorbergstaffeln dem Grundgebirge vorlagern, haben wir es im Sulzburger Gebiet mit dem am Grabenrand herausgehobenen Niveau der eozänen flexurartigen Abbiegungszone zu tun. Die dadurch erklärliche starke Beanspruchung der Sedimente ließ sich an vielen Stellen gut beobachten. Es läßt sich hierbei auch eine gewisse Abhängigkeit der Tektonik vom Material erkennen. In den tonig-mergeligen und gipshaltigen Sedimenten des Keupers und des Lias lassen sich stärkere Bewegungen erkennen als in den massigen Gesteinen des Doggers, speziell des Hauptrogensteins. Das Bild dieser Lagerungseinheiten sei kurz an Hand der Profile (siehe Karte) erläutert.

Im Norden liegen westlich der Hauptverwerfung nur ganz schmale Schollen, zum Beispiel von Muschelkalk und Buntsandstein. Weiter südlich im Gebiet des Staufener Schloßberges haben wir es mit einer durchgehenden Schichtenfolge vom Keuper bis in den Hauptrogenstein mit dem auflagernden Tertiärkonglomerat zu tun, welche ein gleichmäßiges Fallen nach Westen zeigt. Aus diesem ruhigen Bau fällt nur eine zwischen Hauptverwerfung und Keuper gelegene Scholle von mittlerem Muschelkalk aus dem Rahmen. Hierbei dürfte es sich um eine Aufpressung des mittleren Muschelkalks zwischen den gipshaltigen, gut gleitenden Schichten des Keupers und der Hauptverwerfung handeln.

Weitaus kompliziertere Verhältnisse treffen wir südlich des Untermünstertales im Gebiet des Altenberges und des Neuenberges an. Eine Hauptverwerfung ist dort an der Grenze Sediment-Grundgebirge nicht zu erkennen, vielmehr lagert der mit 30° W einfallende Buntsandstein dem ebenfalls gekippten Grundgebirge auf. Auch hier erfolgt kein lückenloser Übergang der mesozoischen Schichten, sondern es ist ähnlich wie am Staufener Schloßberg eine Scholle von mittlerem Muschelkalk aufgepreßt, diesmal zwischen Keupertonen und den Röttonen. Die Schichten des weiter westwärts folgenden Keupers und des Lias stehen, grabenartig versenkt, saiger, im unteren Dogger (dg 1 + 2), dagegen ist wieder westwärtiges Einfallen zu beobachten, das sich immer mehr versteilt, im höheren Dogger 3 zur Saigerstellung führt, um schließlich im dg 4 und dg 5 in starkes (25°) Ostfallen überzugehen. Wir haben es hier mit einer partiellen Ablösung durch ebenfalls rheinisch gerichtete Parallelsprünge zu tun, die zu einer

© Naturforschende Gesellschaft zu Freiburg im Breisgau c/o Institut für Geo- und Umweltnaturwissenschaften; download www.zobodat.at

Fächerstellung der Schichten geführt haben. Die Bedeutung dieser Störung geht auch noch daraus hervor, daß sie sich weiter südlich im Fohrenberg auch im Hauptrogenstein bemerkbar macht. Dort beginnt die Schichtenfolge mit steil lagerndem Keuper und Lias, fällt im unteren Dogger nach Westen, wird im Hauptrogenstein allmählich steiler, um auf dem Gipfelplateau ebenfalls im Hauptrogenstein saiger zu stehen, und geht weiter westwärts wieder in steiles Westfallen über.

Im Wurmbach findet sich die interessanteste tektonische Erscheinung im Posidonienschiefer des Lias. Die Keuperschichten und der Lias bis zum Lias δ stehen saiger, der Posidonienschiefer kippt allmählich nach Osten ein und erreicht infolge Einsackens oder Aufpressung ebenfalls von Posidonienschiefer an einer ostfallenden Störung eine verdoppelte Mächtigkeit von rund 25—30 m. Während hier die Tektonik zu einer Schichtverdoppelung führt, kommt am Gengbühl in der ebenfalls saiger stehenden Keuperabfolge das gesamte Schichtpaket zwischen dem Schilfsandsteinkeuper und den Rhättonen zum Ausfall, um dann in normaler Abfolge bis zum dg 4 wieder sehr steil nach Westen einzufallen.

Von hier an südlich folgt ein ruhigerer Bau, da nur noch steil stehende Partien des Keupers an die Hauptverwerfung grenzen, denen direkt die Schichten des Alttertiärs auflagern.

Erst an der Bergsmatte treten wieder zusammenhängende Abfolgen auf. Westlich der als Quarzriff ausgebildeten Hauptverwerfung liegt der Dogger vom Opalinuston bis zum Hauptrogenstein, auf den sich konkordant das Küstenkonglomerat legt, dessen Lagerung zum Grabeninnern allmählich immer flacher wird. Am Binsenberg legt sich auf den Schilfsandstein als tiefstes, unter Ausfall des restlichen Keupers wieder der Rhätton, auf den mit gleichmäßigem Westfallen der gesamte Lias und der Dogger bis zum Hauptrogenstein bzw. der Mumienbank folgt.

Die stärkste Beanspruchung hat der südlichste Teil des Gebietes wenig nördlich der Klemmbachstörung bei Oberweiler erfahren. Westlich der Hauptverwerfung liegt als kleine Scholle ein Rest von nicht verkieseltem oberem Muschelkalk (Trochitenkalk), dann folgen nur sehr geringmächtige Ausschnitte des mittleren Keupers, um sofort von den Rhättonen, dem Lias und dem Dogger bis zur Mumienbank überlagert zu werden. In diesem Raum kommt es durch intensive Zerstückelung zur Aufteilung in kaum mehr erfaßbare Kleinschollen, die, wie z. B. eine kleine Hauptrogensteinscholle, infolge einer 130° streichenden Blattverschiebung mit 80° nach Osten einfällt.

Neben den bereits erwähnten, hauptsächlich in Streichrichtung auftretenden, der Hauptverwerfung parallel laufenden Störungen, haben diese herzynischen Störungen wesentlichen Anteil am tektonischen Bau dieses Vorbergzonenabschnittes.

© Naturforschende Gesellschaft zu Freiburg im Breisgau c/o Institut für Geo- und Umweltnaturwissenschaften; download www.zobodat.at

Es handelt sich bei diesen Verwerfungen um altangelegte, heute noch im Grundgebirge verfolgbare Störungen, die im Zuge der Rheintaltektonik posthum belebt wurden. Diese herzynischen Störungen, deren Alter infolge des Versetzens der alttertiären Küstenkonglomerate als nacholigozän angenommen werden muß, treten vor allem in den höher gelegenen Rändern im Süden und Norden des Gebietes auf.

Die Scharung der Störungen im Süden gehen hauptsächlich auf die bedeutenden Störungen der Badenweiler-Schönauer Grabenzone (Klemmbachstörung) zurück. Allein auf dem Binsenberg versetzen mehrere dieser Störungen das Küstenkonglomerat bzw. dessen Auflagerungsfläche beträchtlich gegeneinander. Auch das Tal zwischen dem Binsenberg und der Bergsmatte hat sich auf einer solchen Störung von rund 50 m Sprunghöhe eingeschnitten. Nördlich der Bergsmatte besitzen diese Verwerfungen nur geringe Bedeutung, um sich im altangelegten Tal des Sulzbaches auch durch das Auftreten der Melettaschichten zu verdeutlichen. Weiter nördlich kreuzen die Störungen des Untermünstertales die Vorbergzone und lassen ihre Auswirkungen durch einen Schwarm herzynischer Störungen erkennen.

Unter Berücksichtigung dieser tektonischen Erscheinungen und der Schichtabfolgen kommt man zu einer gut erkennbaren Quergliederung der Sulzburger Vorbergzone in einzelne Schollenheiten.

a) Im Süden im Gebiet des Binsenberges und der Bergsmatte tritt westlich der Hauptverwerfung eine teils komplette, teils lückenhafte Schichtabfolge vom Muschelkalk bis zum mittleren Dogger (Hauptrogenstein) auf. Die Tektonik ist durch die rheinische Richtung bestimmt, zu der sich als Querelement eine Anhäufung herzynischer Störungen gesellt.

b) In dem nördlich daran anschließenden Gebiet, bis zum Kastelberg bei Sulzburg hinziehend, lagert westlich der Hauptverwerfung nur der mittlere Keuper, auf den sofort das Alttertiär folgt. Das Gebiet zeichnet sich durch relativ ruhige Lagerung aus.

c) Im nördlichen Abschnitt des Gebietes (Gengbühl, Fohrenberg und Staufener Schloßberg) finden wir wieder sämtliche Schichten vom Buntsandstein bis zum Hauptrogenstein, mit der Auflagerung des Tertiärs. Hier ist eine intensive Vergitterung der rheinischen Richtung mit der herzynischen zu beobachten. Durch rheinische Störungen kommt es in den verschiedenen Schollen zu variierenden Schichtausfällen.

Im Folgenden soll versucht werden, die Tektonik dieser drei vorher genannten Schollenheiten am Grabenrand mit der Tektonik des grabeninneren Gebietes zu vergleichen.

Die das Gebiet im Süden begrenzende Klemmbachstörung läßt sich zwanglos zur Nordbegrenzung des grabeninneren Horstes von Zienken verlängern.

© Naturforschende Gesellschaft zu Freiburg im Breisgau c/o Institut für Geo- und Umweltnaturwissenschaften; download www.zobodat.at

Wittmann (1955) bezeichnet die nördlich dieser Störung liegende, von der äußeren bis zur inneren Hauptverwerfung reichende Scholle als Bugginger Graben und vergleicht ihn in seiner Bedeutung mit dem Bamlacher Graben im Süden. Betrachtet man sich nach Wittmann die Verhältnisse westlich der inneren Hauptverwerfung, so trifft man in der Verlängerung in das sog. Griesheimer Kalibecken, das er, obwohl es beträchtlich weiter nördlich liegt, als Fortsetzung des Bugginger Grabens auffaßt. Der Ausdruck Wittmanns „Bugginger Graben" könnte falsche Vorstellungen erwecken. Die Kartierung in den Vorbergen konnte keinerlei Hinweise dafür bringen, daß das Gebiet Binsenberg—Bergsmatte einen Grabenbruch darstellt. Vielmehr ergab sich aus der Lagerung des Tertiärs (siehe Auflagerungsfläche), daß wir es in diesem Raum mit einem höher liegenden Gebiet als weiter nördlich zu tun haben. Es ist daher meines Erachtens notwendig, den Ausdruck Graben fallen zu lassen, zumal auch Wittmann im Vorland eine nördliche Grabenrandverwerfung nie fassen konnte.

Die Klemmbachstörung bzw. die den Horst von Zienken begrenzenden Verwerfungen versenken natürlich im Vergleich zu den südlichen Steinacker- und Luginsland-Schollen, die noch eine Platte aus Melanienkalk tragen, das nördliche Gebiet, aber diese Tieflage betrifft nicht nur den „Bugginger Graben", sondern den gesamten Abschnitt der Vorbergzone.

Im Gebiet westlich wie östlich der inneren Hauptverwerfung haben wir es mit dem relativ höher gelegenen südlichen Muldenrand des Griesheimer Kalibeckens zu tun.

Parallel zur Klemmbachverwerfung verlaufen sowohl in den Vorbergen (Kartierung) als auch in dem grabenwärtigen Vorland herzynisch streichende Staffelbrüche, welche auch in herzynischer Richtung einen tektonischen Abfall zur Mulde bedingen.

Beim nördlich anschließenden Griesheimer Kalibecken handelt es sich um eine vielleicht schon voreozän angelegte Einmuldung, die in den Vorbergen ihre, wenn auch schwächere, Fortsetzung findet. Diese mit ihrer herzynisch streichenden Achse westwärts abtauchenden Mulde, in der die Malmobergrenze unter 2 000 m absinkt, nimmt das mächtige Steinsalz- und Kalilager von Buggingen auf.

Den Übergang zwischen der Grabenrandzone und dem eigentlichen Griesheimer Kalibecken vermittelt die sog. Bugginger Teilscholle, die durch Staffelbrüche zur bedeutenden Tieflage des Kalibeckens überleitet.

Die Einsenkung wird weiter im Innern der Rheintalmulde im Kreuzungsbereich rheinischer und herzynischer Senkungselemente stärker gewesen sein als gegen den heutigen Grabenrand, was sich aus der stärkeren Einmuldung im Griesheimer Becken schließen läßt. Die Einmuldung ist in der Bugginger Teilscholle nur noch schwach angedeutet. In der Vorbergzone kann sie allein aus der wechselnden Unterlage des Tertiärs abgelesen werden. Dieser Abschnitt der Vorbergzone von Muggardt bis Sulzburg zeigt

© Naturforschende Gesellschaft zu Freiburg im Breisgau c/o Institut für Geo- und Umweltnaturwissenschaften; download www.zobodat.at

keine tektonischen Besonderheiten und stellt eine ruhig gelagerte Scholle dar. Ähnliche ruhige Lagerungsverhältnisse herrschen nach STURMFELS auch in dem Westflügel dieser Scholle, in welcher der Bugginger Kalibergbau umgeht (WITTMANNs Zienken-Bugginger Teilscholle). Der Nordrand dieser Scholle jedoch ist im Gebiet Laufen—Sulzburg deutlich nach NNE gekippt. Diese Lagerung erklärt überhaupt das Auftreten der Melettaschichten so nahe an der Hauptverwerfung. Nach einer freundlichen mündlichen Mitteilung von Prof. Dr. ILLIES zeigte sich eine entsprechende NNE-Kippung weiter westwärts in der grabenwärtigen Scholle. Diese Einkippung war jüngst im Kalilager unmittelbar westlich Heitersheim zu beobachten.

Als stärkeres Querelement tritt erst wieder die bei Sulzburg aus dem Sulzbachtal kommende, sicher paläozoisch angelegte Sulzbachstörung in die Vorberge ein. Sie versetzt die im Sulzbach anstehenden Melettaschichten gegen das konglomeratische Tertiär des Kastelberges. Diese Verwerfung bedingt auch das lokale schwache Umbiegen der Tertiärschichten, die hier im Gegensatz zu dem nördlich und südlich gelegenen Tertiär (55°) 65—70° streichen.

Im Grabeninneren endet das Griesheimer Kalibecken nordwärts an der sog. Struktur von Weinstetten (MASCHEK 1954). Diese vielleicht diapirartige Hochstruktur, die westlich der inneren Hauptverwerfung bis zum Rhein herzynisch verläuft, ist durch Keilgräben zerstückelt. Die anzutreffende Steilstellung der Schichten könne nach MASCHEK sowohl vor der Keilgrabenbildung als auch in deren Gefolge als Schleppung entstanden sein. Während WITTMANN (1955, S. 353) die Struktur als eine salinar mitgeprägte Antiklinale auffaßt, lehnt MASCHEK einen diapiren Salzauftrieb ab. Die domartige Aufwölbung geht nach MASCHEK aus einer prätertiären Schwelle hervor, da hier das Eozän bereits über unteres Oxfordien transgrediert.

Die nordwärtige Wiederaufrichtung der Schichten im Graben, die durch die Struktur von Weinstetten verdeutlicht wird, führt — in herzynischer Richtung in die Vorbergzone projiziert — zum Nordteil des Kastelberges. Gerade dort endet der durch die Auflagerung des Tertiärs auf Keuper gekennzeichnete mittlere Abschnitt der Sulzburger Vorbergzone.

Der nördlich sich anschließende, tektonisch hoch interessante Abschnitt ist durch das Vorhandensein bzw. Wiederauftauchen der mesozoischen Schichten charakterisiert.

Dieser Abschnitt, der im Norden durch das Ende des Mesozoikums am St. Gotthardhof begrenzt ist, zeigt neben herzynischer Schollenzerstückelung vor allem eine Beanspruchung in rheinischer Richtung.

Dieser durch eine Vergitterung rheinischer und herzynischer Störungen charakterisierte Vorbergzonenabschnitt überträgt sich analog mit abweichender Ausbildung in sein westlich gelegenes Vorland und unterscheidet sich auch dort erheblich gegen die beiden südlich gelegenen Abschnitte. Die westlich der Vorberge evtl. an einer Störung versenkten Sedimente des Meso-

© Naturforschende Gesellschaft zu Freiburg im Breisgau c/o Institut für Geo- und Umweltnaturwissenschaften; download www.zobodat.at

zoikums tauchen nach einer Entfernung von 6—8 km (senkrecht zum Streichen) im Bienger, Schlatter und Krozinger Berg wieder aus den Schottern des Rheintales auf. Die dort anstehenden Schichten des Doggers (Hauptrogenstein) zeigen jetzt aber ein schwaches Ostfallen, zu dem noch gering versetzende antithetische Störungen hinzukommen. Daß die Schichten des Mesozoikums, wie man ja aus dem Wiederauftauchen annehmen muß, zwischen den beiden „Vorbergen" muldenartig eingesenkt sind, geht aus der Bohrung von Krozingen (Erb 1942) hervor, die unter 70 m Schotter den Hauptrogenstein antraf.

Westlich des Bienger und Schlatter Berges liegt der Hauptrogenstein tief versenkt, so daß wir hier die innere Hauptverwerfung vor uns haben. Wir treffen hier ein analoges Bild an, wie es wenig südlich von Freiburg zwischen dem Schönberg und dem Tuniberg auftritt. Auch dort entstand, wie im Gebiet Staufen—Krozingen, durch die rotierenden Bewegungen der Randscholle eine jungsaxonische muldenartige Einsenkung (Illies, S. 45, Abb. 11), die in sich durch rheinische Störungen wieder zerstückelt ist.

Zusammenfassend kann gesagt werden, daß der Bau der Sulzburger Vorbergzone ähnlich wie die grabeninneren Schollen durch Kreuzungspunkte von rheinisch gerichteten (sowohl synthetischen als auch antithetischen) Störungen mit solchen herzynischer Richtung bestimmt wird.

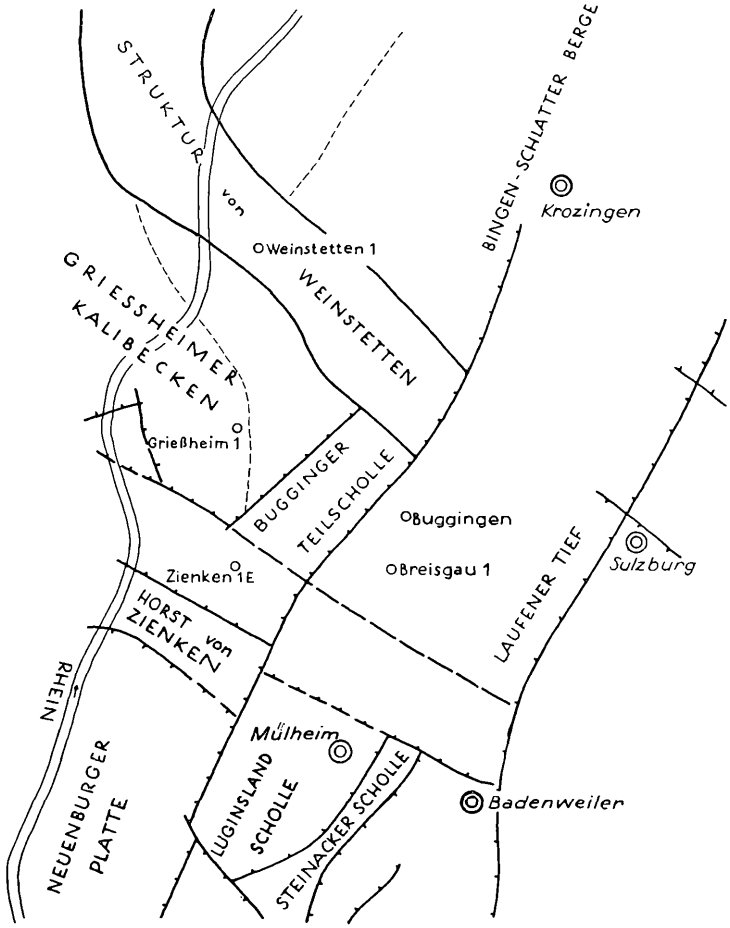
Tektogenese

Abschließend sei nur kurz die aus den Sedimenten ablesbare paläogeographische Entwicklung des Rheintalgrabens in der näheren Umgebung des Kartierungsgebietes angedeutet.

Zur Zeitwende des Rhät/Lias herrschte in der gesamten südbadischen Vorbergzone gleichmäßige Sedimentation. Im unteren Lias dagegen zeichnen sich durch Mächtigkeitsunterschiede (Söll, Berg, Verf.) schwache Bewegungen an wahrscheinlich herzynisch gerichteten Schwellen ab. Diese Mächtigkeitsunterschiede sind auch noch im mittleren Lias feststellbar (Lutz 1958). Im Dogger ist nach Erb (1941, S. 56) am heutigen Grabenrand mit einer Schwellenregion zu rechnen, da die eisenoolithische Fazies der Murchisonaeschichten und der Humphriesischichten an den westlichen Schwarzwaldrand gebunden ist.

In den Blagdenischichten konnte Illies (1956, S. 42) Mächtigkeitsunterschiede sowohl an rheinisch wie an herzynisch gerichteten Bewegungszonen feststellen. Dies trifft mit der Schwelle von Auggen auch noch für den unteren und mittleren Hauptrogenstein zu. Zur Zeit des oberen Hauptrogensteins ereigneten sich stärkere Bewegungen längs der heutigen Hauptverwerfung (Vesulische Phase Illies), um von gleichmäßiger Sedimentation im Ferrugineusoolith abgelöst zu werden.

© Naturforschende Gesellschaft zu Freiburg im Breisgau c/o Institut für Geo- und Umweltnaturwissenschaften; download www.zobodat.at



Tektonische Übersichtskarte des östlichen Rheintalgrabenrandes zwischen Mülheim und Krozingen.

z.T. nach MASCHEK 1954 und WITTMANN 1955

0 1 2 3 4 5
km

© Naturforschende Gesellschaft zu Freiburg im Breisgau c/o Institut für Geo- und Umweltnaturwissenschaften; download www.zobodat.at

Im unteren Malm machte sich die oben erwähnte Schwelle von Auggen nochmals bemerkbar, da die Korallenkalke des Oxfordien an ihrem Südrand nur in reiner Riffazies entwickelt sind. Stärkere Bewegungen des Rheintals haben sich jedoch sicher erst im Alttertiär ereignet.

Im Vorland des Kartierungsgebietes sind voreozän oder vortertiär herzynisch gerichtete Hoch- und Tiefgebiete zu unterscheiden, die einerseits zum Abtrag jüngerer Schichten, wie des Malms, führten (Bohrung Weinstetten 1 Maschek) und andererseits in den Senkungsgebieten zu größeren Sedimentmächtigkeiten führten. Auch am gegenüber liegenden Grabenrand wies Schirardin (1953) auf präeozäne Bewegungen hin, die zur Bildung der Synklinale von Ensisheim führten.

Im Eozän (Vorludien) kommt es am Muldenrand zur Ausbildung verschieden stark ausgeprägter Flexuren. Durch die Erosion auf den emporgewölbten Rändern und durch die Küstenabrasion kommt es im Ludien und unteren Sannoisien an den Randzonen zur Ausbildung der Küstenkonglomerate. Die getrennte Entwicklung im Muldeninneren und am Muldenrand scheint mit der Rupeltransgression zur Zeit der Melettaschichten unterbrochen zu werden.

An der Oligozän-Miozän-Wende kommt es zum Abreißen der Flexur und zur Steilstellung der Randschollen.

Pliozän-pleistozäne Bewegungen konnten im Kartierungsgebiet nirgends einwandfrei festgestellt werden.

Angeführte Schriften

Berg, D.: Stratigraphie und Lagerungsverhältnisse der Sedimentschollen am südwestlichen Schwarzwaldrand zwischen Haus Baden (bei Badenweiler) und Kandern. — Diplomarbeit Geol. Inst. Freiburg i. Br. 112 S., 9 Abb., 1 Karte, Freiburg i. Br. 1958 (maschinenschr.).

Brombach, F.: Beiträge zur Kenntnis der Trias am südwestlichen Schwarzwaldrand. — Mitt. bad. geol. L. A., **4**, S. 429—484, Heidelberg 1903.

Deuss, F.: Der untere und mittlere Dogger am westlichen Schwarzwaldrand. — Ber. Naturf. Ges. Freiburg i. Br., **25**, S. 149—234, 4 Abb., Freiburg i. Br. 1925.

Eck, H.: Beobachtungen in der Gegend von Badenweiler. — N. Jb. Min. etc. 1887, II, S. 72—75, Stuttgart 1887

Erb, L.: Zur Stratigraphie des mittleren und jüngeren Diluviums in Südwestdeutschland und dem schweizerischen Grenzgebiet. — Mitt. bad. geol. L. A., **11**, H. 6, S. 187—220, 1 Abb., Freiburg i. Br. 1936.

— Die eisenoolithischen Horizonte (ohne das Kellaway) im Jura des Oberrheintalgrabens und der angrenzenden Gebiete. — Ber. Reichsst. f. Bodenforschg., Jg. 1941, S. 49—61, Wien 1941.

— Über eigenartige Thermalwasserverluste in einem Tiefbohrloch von Bad Krozingen (Baden). — Ber. Reichsamt f. Bodenforschg., Jg. 1942, S. 200—205, 1 Abb., Wien 1942.

— Wichtige geologische Aufschlüsse in Badenweiler. — Mitt. Bad. Landesver. Naturkunde und Naturschutz, N. F. **6**, H. 4, S. 225—227, Freiburg i. Br. 1956.

© Naturforschende Gesellschaft zu Freiburg im Breisgau c/o Institut für Geo- und Umweltnaturwissenschaften; download www.zobodat.at

FRANK, M.: Beiträge zur Stratigraphie und Paläogeographie des Lias in Süddeutschland. — Mitt. geol. Abt. Württ. statist. L. A., **13**, 242 S., Stuttgart 1930.

FRENTZEN, K.: Ontogenie, Phylogenie und Systematik der Amaltheen des Lias delta Südwestdeutschlands. — Abh. Heidelberger Akad. Wiss., math.-naturwiss. Kl., **23**, 136 S., 43 Abb., 1 Tab., 6 Taf., Heidelberg 1937.

FROMHERZ, C.: Die Juraformation des Breisgaues. — 51 S., Carlsruhe (Groos) 1837

GENSER, H.: Stratigraphie und Lagerungsverhältnisse des nördlichen Teils der Sulzburger Vorbergzone (vom St.Gotthardhof bis Sulzburg), Blatt Staufen 8112, 1:10 000 NW und SW. — Diplomarbeit Geol. Inst. Freiburg i. Br., 67 S., 1 Abb., 1 Taf., 1 Karte, Freiburg i. Br. 1957 (maschinenschr.).

GENSER, H., und SITTIG, E.: Neue geologische Untersuchungen am Gaisbühl (Schönberg) bei Freiburg i. Br. — Ber. Naturf. Ges. Freiburg i. Br., **48**, H. 1, S. 139—145, 2 Abb., Freiburg i. Br. 1958.

GENSER, H.: Geologie der Vorbergzone am südwestlichen Schwarzwaldrand zwischen Staufen und Badenweiler. — Diss. (naturwiss.), 119 S., 3 Taf., 1 Karte, Freiburg i. Br. 1958.

GÖPPERT, O.: Voroligozäne Störungen am Schönberg bei Freiburg i. Br. — Cbl. Mineral. etc., Bd. B., N. 8, S. 321—325, Stuttgart 1934.

GUENTHER, E.: Die Lias-Doggergrenze an der Röthe nördlich von Freiburg i. Br. — Jber. Mitt. Oberrhein. geol. Ver., N. F. **24**, S. 91—99, Stuttgart 1935.

— Zur postmesozoischen Tektonik der Vorbergzone des Breisgaues. — Mitt.-Bl. Bad. geol. L. A., **1947**, S. 34—35, Freiburg i. Br. 1948.

— Tektonik und Morphologie des Rheintalabbruches südlich von Freiburg i. Br. — Mitt. Bad. geol. L. A., **1949**, S. 66—68, Freiburg i. Br. 1950.

— Eine Schichtlagerungskarte des südwestlichen Schwarzwaldrandes. — Geol. Jb., **68**, S. 457—470, Hannover 1953.

— Tertiäre Tektonik im südwestlichen Schwarzwald zwischen Staufen und Badenweiler. — Cbl. Mineral. etc., **7**, S. 286—295, Stuttgart 1937.

— Der geologische Bau der Vorbergzone im Breisgau zwischen Staufen und dem Schönberg. — Ber. Naturf. Ges. Freiburg i. Br., **36**, S. 59—81, Freiburg i. Br. 1938.

HENGLEIN, M.: Erz- und Minerallagerstätten des Schwarzwaldes. — 196 S., Stuttgart (Schweizerbart) 1924.

HOENES, D.: Gesteine und Erzlagerstätten im Schwarzwälder Grundgebirge zwischen Schauinsland, Untermünstertal und nördlich des Belchen (Schwarzwald). — N. Jb. Min. Beil.-Bd. 72 A, S. 265—346, Stuttgart 1937

ILLIES, H.: Der mittlere Dogger im badischen Oberrheingebiet. — Ber. Naturf. Ges. Freiburg i. Br., **46**, S. 5—52, Freiburg i. Br. 1956.

KABELAC, FR.: Beiträge zur Kenntnis und Entstehung des unteren Weißjuras am Ostrand des südlichen Oberrheingrabens. — Ber. Naturf. Ges. Freiburg i. Br., **45**, S. 5—57, Freiburg i. Br. 1955.

KATHOL, P.: Das Kulmkonglomerat von Badenweiler-Neuenweg im südwestlichen Schwarzwald. — N. Jb. Min. etc., Bd. **79**, Abt. A, S. 407—470, Stuttgart 1948.

KIEFER, H.: Das Tertiär der Breisgauer Vorberge zwischen Freiburg und Badenweiler. — Ber. Naturf. Ges. Freiburg i. Br., **28**, S. 239—336, Freiburg i. Br. 1928.

— Zur Tektonik und Morphologie des Rheintalrandes zwischen der Freiburger Bucht und Müllheim. — Bad. geol. Abh., Jg. VII, H. 1/2, S. 65—91, Karlsruhe 1935.

© Naturforschende Gesellschaft zu Freiburg im Breisgau c/o Institut für Geo- und Umweltnaturwissenschaften; download www.zobodat.at

LENT, C.: Der westliche Schwarzwaldrand zwischen Staufen und Badenweiler. — Mitt. Bad. geol. L. A., **2**, S. 647—732, Heidelberg 1893.

LEUTWEIN, F.: Die Gesteine des Gebietes zwischen dem Untermünstertal und dem Culmstreifen von Badenweiler im südlichen Schwarzwald. — N. Jb. Beil.-Bd. 72 A, S. 232—264, Stuttgart 1937.

LUTZ, M.: Stratigraphische und tektonische Untersuchungen am südwestlichen Schwarzwaldrand. — Diss. (naturwiss.), 114 S., 3 Taf., Freiburg i. Br. 1958.

MASCHEK, W.: Les sondages de recherche de pétrole dans la région de Müllheim—Buggingen: Zienken 1 E et Weinstetten 1. — Bull. Assoc, franç. Techn. du Pétrole, 107, Montpellier 1954.

MERIAN, P.: Beiträge zur Geognosie. — Bd. 2 (Geognostische Übersicht des südlichen Schwarzwaldes), 270 S., Basel (Schweighauser) 1831.

METZ, R., RICHTER, M., und SCHÜRENBERG, H.: Die Blei-Zink-Erzgänge des Schwarzwaldes. — Geol. Jb., Beih. **29**, 277 S., Hannover 1957

PAUL, W.: Zur Stratigraphie und Fazies des Oberen Muschelkalks zwischen Neckar und Hochrhein. — Schr. Landkreis Donaueschingen, **8**, S. 9—20, 1 Abb., Donaueschingen 1956.

PFANNENSTIEL, M.: Das südliche Rheintal an der Zeitwende von Rhät und Lias. — Geol. Rdsch., **23**, S. 39—56, Stuttgart 1932.

PRATJE, O.: Lias und Rhät im Breisgau. — Mitt. Bad. geol. L. A., **9**, H. 1, S. 275—352, Heidelberg 1922.

— Der Fossilinhalt der Rhät- und Liasreste am westlichen Schwarzwaldrande (Lias und Rhät, II. Teil). — Geol. Archiv, **1**, H. 4/5, S. 196—258, 2 Abb., Königsberg 1923.

— Die Juratransgression im Bereich von Schwarzwald und Vogesen. — 57 S., 8 Karten, Frankfurt a. M. (Willy Ehrig) 1924.

RUTTE, E.: Über Jungtertiär und Altdiluvium im südlichen Oberrheingebiet. — Ber. Naturf. Ges. Freiburg i. Br., **40**, S. 23—122, 3 Abb., 1 Karte, Freiburg i. Br. 1950.

— Der fossile Karst der südbadischen Vorbergzone. — Jber. Mitt. oberrhein. geol. Ver., N. F. **23**, S. 1—43, Stuttgart 1951.

SANDBERGER, F.: Geologische Beschreibung der Umgebung von Badenweiler. — Beitr. Statistik. Verw. Baden, H. 7, 20 S., Carlsruhe 1858.

SCHNARRENBERGER, K.: Erläuterungen zu Blatt Kandern (N. 139) der geologischen Spezialkarte. — 131 S., Heidelberg (Winter) 1915.

— Sattel- und Muldenbau im Oberrheintalgraben. — Geol. Rdsch., **17a**, S. 610—630, Berlin 1926.

SINDOWSKI, H.: Der Hauptrogenstein im Breisgau. — Ber. Naturf. Ges. Freiburg i. Br., **35**, S. 2—102, Freiburg i. Br. 1936.

— Sediment und Fauna im Dogger des Breisgaues. — Z. D. G. G., **88**, S. 380—398, Berlin 1936.

SITTIG, E.: Geologie des Lehener Berges bei Freiburg i. Br. Kartierung 1 5 000. — Diplomarbeit Geol. Inst. Freiburg i. Br., 55 S., Freiburg i. Br. 1957.

SÖLL, H.: Stratigraphie und Ammonitenfauna des mittleren und oberen Lias β (Lotharingien) in Mittel-Württemberg. — Geol. Jb., **72**, S. 367—434, 49 Abb., 2 Tab., 4 Taf., Hannover 1956.

— Lias im südlichen Oberbaden (Vortragstitel Oberrhein. Geol. Ver. Rothenfels).

STEINMANN, G., und GRAEFF, F.: Geologischer Führer der Umgebung von Freiburg. — 141 S., Freiburg i. Br. (Mohr) 1890.

© Naturforschende Gesellschaft zu Freiburg im Breisgau c/o Institut für Geo- und Umweltnaturwissenschaften; download www.zobodat.at

STEINMANN, G.: Über die Gliederung des Pleistozäns im badischen Oberlande. — Mitt. Großh. Bad. Geol. L. A., **2**, S. 743—791, Heidelberg 1893.

STEINMANN, G., und GRAEFF, F.: Geologische Spezialkarte des Großherzogtums Baden. Blatt Hartheim/Ehrenstetten (Nr. 115/16) mit Erläuterungen. — Heidelberg 1897.

STELLRECHT, R.: Beiträge zur Geologie zwischen Kandern und Schlächtenhaus. — Diplomarbeit Geol. Inst. Freiburg i. Br., 128 S., Freiburg i. Br. 1954 (maschschr.).

STURMFELS, E.: Das Kalisalzlager von Buggingen. — Neues Jb. Mineral., **78**, A, S. 131—216, Stuttgart 1943.

WALLISER, O. H.: Chronologie des Lias alpha 3 zwischen Fildern und Klettgau (Arietenschichten Südwestdeutschlands). — N. Jb. Geol. Paläontol., Abh., **103**, S. 181—222, 5. Abh., Taf. 10—11, Stuttgart 1956.

WARNKE, D.: Geologische Kartierung und Beschreibung der Blätter Leutersberg (Ebringen N) und Ebringen S. 1 : 5 000. — Diplomarbeit Geol. Inst. Freiburg i. Br., 66 S., Freiburg i. Br. (maschinenschr.).

WESTPHAL, F.: Synsedimentär gequollene Gesteine in alttertiären Sedimenten des Oberrheintalgrabens. — Ber. Naturf. Ges. Freiburg i. Br., **47**, H. 1, S. 103—114, 1 Taf., 3 Abb., Freiburg i. Br. 1957.

WILSER, J.: Die Perm-Trias-Grenze im südwestlichen Baden. — Ber. Naturf. Ges. Freiburg i. Br., **20**, S. 59—80, Freiburg i. Br. 1913.

— Paläogeographie der Perm-Trias-Profile am südöstlichen Rand des Rheintalgrabens. — N. Jb. Mineral etc., Beil.-Bd. **71**, Abt. B, S. 1—17, Stuttgart 1934.

WITTMANN, O.: Erläuterungen zu Blatt Lörrach und Blatt Weil der geologischen Spezialkarte. — 163 S., Freiburg i. Br. (Herder) 1952.

— Bohnerz und präeozäne Landoberfläche im Markgräflerland. — Jh. geol. L. A. Baden-Württemberg, **1**, S. 267—299, 1955.

WITTMANN, O., SCHAD, A., und SÖLL, H.: Ergebnisse von Bohrungen im Tertiärhügelland zwischen Müllheim und Istein im badischen Oberland. — Jh. geol. L. A. Baden-Württemberg, **1**, S. 300—360, Freiburg i. Br. 1955.

— Geologie der Lörracher Flexurschollen. — Jh. geol. L. A. Baden-Württemberg, **2**, S. 219—298, Freiburg i. Br. 1957

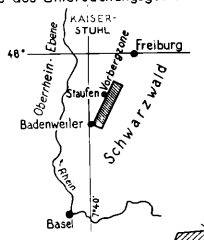
WOLLEMANN, A.: Zur Kenntnis der Erzlagerstätte von Hausbaden und ihrer Nebengesteine. — Diss. (phil.), 42 S., Würzburg 1887

© Naturforschende Gesellschaft zu Freiburg im Breisgau c/o Institut für Geo- und Umweltnaturwissenschaften; download www.zobodat.at

Quartäre Schotter
Lößüberdeckung in der Vorbergzone
Tertiärkonglomerat (Ludien, Sannois)
o1m Kalksandstein und Mergel
o2a Melettaschichten
dg5 Hauptrogenstein
dg4 Humphriesi- und Blagdenischichten
dg3 Sowerbyi- und Sauzeischichten
dg2 Murchisonaeschichten
dg1 Opalinuston
lo Oberer Lias
lm Mittlerer Lias
lu Unterer Lias
km Bunte Mergel
km Schilfsandstein
km Gipskeuper
mo Oberer Muschelkalk
mm Mittlerer Muschelkalk
sm Buntsandstein
r Oberrotliegendes bei Muggard
kc Unterkarbonkonglomerat
Grundgebirge, ungegliedert
Lage der Profile 1 bis 12

0 1 km

Lage des Untersuchungsgebietes



Krebsbächle
Rothof
St. Gotthardhof
Schloßberg
Bötzen
STAUFEN
Roter Berg
Grunern
Schießstand
Altenberg
Neuenberg
Scheibenhof
Schöneck
Fohrenberg
Ziegelhof
Wurmbach
Hücklerbach
Ballrechten
Gengbühl
Kastelhof
Kastelberg
Dottingen
Sulzbach
Ölmühle
SULZBURG
Freusig
Laufener
Vogelgesang
Berg
Laufen
Homberg
Muggardter Berg
Muggardt
Suseck
Britzingen
Bergsmatte
Neuenfels
Lohn
Binsen
Eichwald
Berg
Schwärze
Steinberg
Schweighof
Klemmbach
Oberweiler
Badenweiler

St. Gotthardhof 1
Bötzen 2
Staufen 3
Altenberg-Neuenberg 4
Fohrenberg 5
Wurmbach 6
Gengbühl 7
Kastelberg 8
Muggardter Berg 9
Bergsmatte Südseite 10
Eichwald 11
Eichwald Süd 12

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Berichte der naturforschenden Gesellschaft zu Freiburg im Breisgau

Jahr/Year: 1959

Band/Volume: 49

Autor(en)/Author(s): Genser Hugo

Artikel/Article: Stratigraphie und Tektonik der Vorbergzone am südwestlichen Schwarzwaldrand zwischen Staufen und Badenweiler 59-112