

Sitzungsberichte

der

mathematisch-physikalischen Klasse

der

K. B. Akademie der Wissenschaften

zu München

1911. Heft I

Januar- bis Märzszitzung

München 1911

Verlag der Königlich Bayerischen Akademie der Wissenschaften
in Kommission des G. Franz'schen Verlags (J. Roth)



Die ostbayerische Überschiebung und die Tiefbohrungen bei Straubing.

Von **A. Rothpletz.**

Mit 2 Tafeln.

Vorgetragen in der Sitzung vom 4. März 1911.

Einleitung.

Die Höhenzüge des granitischen bayerischen Waldgebirges enden zwischen Regensburg und Deggendorf so unvermittelt an der weiten Donauniederung, daß sich dem Beschauer fast unwillkürlich der Gedanke an einen tektonischen Abbruch aufdrängt, durch den das Granitgebirge im Süden in die Tiefe versenkt wurde. Die Donau hat sich in großen Windungen ihren Weg längs diesem Abbruchrande gebahnt bis zur Einmündung der Isar. Von da ab stellen sich jedoch einige kleine granitische Hügel auch auf der südlichen Stromseite ein und bei Pleinting fließt die Donau geradezu in das Granitgebirge hinein, das sie erst bei Linz in Oberösterreich wieder verläßt. Auf dieser langen Strecke folgt sie keiner Abbruchlinie mehr und ihr Lauf trägt die Spuren starker Erosionstätigkeit deutlich zur Schau. Den Südrand des über die Donau herübergreifenden Granitgebirges kann man hier orographisch nicht mehr erkennen und auch der Geologe ist in Verlegenheit ihn anzugeben, weil mächtige diluviale und jungtertiäre Ablagerungen das Grundgebirge überlagern und es um so mehr verhüllen, je weiter man sich südwärts von der Donau entfernt. In dieser Richtung stellen sich aber unter dem Tertiär auch vereinzelt Partien von Jura- und Kreidegesteinen ein, teils in mitten des Granites teils an dessen Südrande. Gümbel hat

angenommen, daß sie die der Erosion entgangenen Überreste einer Sedimentdecke sind, welche sich ehemals auf dem Granitgebirge weithin ausgedehnt habe. Es ist jedoch sehr auffallend, daß, wie von Ammon schon vor 36 Jahren nachgewiesen hat, im Jura keine älteren Horizonte als die des oberen und mittleren Doggers palaeontologisch nachweisbar sind und daß an keiner einzigen Stelle eine Auflagerung dieses Juras oder der Kreide auf dem Granit zu sehen ist.

Das erweckte in mir den Verdacht, daß die Verbandverhältnisse zwischen Jura und Granit andere sein könnten als bisher allgemein angenommen worden ist, und ihre eigentümlichen Verbreitungsverhältnisse schienen mir durch eine Überschiebung besser erklärt werden zu können. Der Versuch, den ich deshalb vor zwei Jahren gemacht habe, einem jungen Geologen die Aufnahme dieses Gebietes als Doktorarbeit zu geben, hatte leider keinen Erfolg gegenüber dem Anreiz, den alpine Geologie auf das Herz eines Bergsteigers ausübt. So blieb denn dieses interessante Problem liegen und ich dachte nicht mehr daran, als mir zu Ende des Septembers im vorigen Jahre Herr Bergrat Dr. Weithofer, Generaldirektor der oberbayerischen Aktiengesellschaft für Kohlenbergbau, einige Bohrkerne zeigte, die von Tiefbohrungen stammten, welche jene Gesellschaft in Verbindung mit der Maxhütte im August 1909 in der Nähe von Straubing, also in der eben erwähnten Donauniederung am Südrande des bayerischen Waldgebirges, begonnen hatten in der Hoffnung Steinkohlenflötze zu finden. Da man mit dem ersten über 800 m tiefen Bohrloch bei Straubing nicht fündig geworden war, hatte man ein zweites ebenso tiefes um $4\frac{1}{2}$ km näher am Gebirgsrande niedergebracht und mit diesem erreichte man wirklich das Rotliegende, aber darunter nicht die erwartete kohlenführende Steinkohlenformation, sondern marine Schichten.

Damit war die Hoffnung auf einen praktischen Erfolg zwar zerstört worden, aber Herr Dr. Weithofer war sich des wissenschaftlichen Wertes dieser Bohrungen wohl bewußt und so stellte er der geologischen Staatssammlung alle Bohrproben

zur Verfügung. Damit hat er der Wissenschaft einen sehr großen Dienst erwiesen und ich kann ihm dafür nicht genug danken. Wünschen möchte ich, daß sein Vorgehen auch für andere vorbildlich werde, denn jede Tiefbohrung, auch wenn sie den erwarteten Gewinn nicht bringt, ist für die geologische Forschung von großer Bedeutung und indirekt auch von praktischem Nutzen für die Zukunft.

Schon der erste Bohrkern, den mir Dr. Weithofer aus dem Liegenden des Rotliegenden brachte, erfüllte mich mit Freude, denn der Anblick desselben genügte mir, sein mesozoisches Alter zu erkennen und damit die Überschiebung und die Beziehung derselben, zu der von mir vermuteten Überschiebung zwischen Pleinting und Passau. So trat das ein Jahr vorher auf unbestimmte Zeit vertagte Problem plötzlich und unvermutet wieder in den Vordergrund. Noch ehe der Winterschnee es unmöglich machte, stattete ich der Ortenburger Gegend und dem Keilberg einen Besuch ab und so kann ich nun einen vorläufigen Bericht über das Ergebnis erstatten. Die Versteinerungen, soweit sie der Präparator Reitter aus den Bohrkernen lösen konnte, hat Herr Dr. Dacqué bestimmt und darüber den im zweiten Kapitel abgedruckten Bericht verfaßt. Die zahlreichen Foraminiferen werden von Dr. Karl Beutler bearbeitet werden.

I. Die Bohrungen bei Straubing.

Das erste Bohrloch wurde im August 1909 bei der Wundermühle unweit Straubing an der Donau begonnen. Dr. Weithofer hat das Bohrmehl untersucht, petrographisch und, soweit es möglich war, auch stratigraphisch bestimmt. Proben davon wurden in Gläsern und Papiertüten aufbewahrt. Wo es wünschenswert erschien, wurden auch Bohrkernne ausgehoben. Soweit sie Versteinerungen enthielten, wurden diese von Dr. Dacqué nachträglich bestimmt. Daraus und aus dem Bohrregister läßt sich für die durchsunkenen Schichten folgende Reihe von oben nach unten angeben:

34,0	Donau-Alluvionen: Ton, Sand und Kies,
391,0	Tertiär: Sand, Ton, kohlenhaltiger Ton, Lignitlager und Quarzsandstein,
313,25	obere Kreide: grauer Mergel, Kalkstein und grauer bis weißer Sandstein,
65,0	weißer Jura: gelblich-weißer Kalkstein.
803,25	

Die tertiären Sande werden erst von der Tiefe von 146 m an zu festem Sandstein, aber die auch ihnen eingelagerten Lignite machen es ziemlich sicher, daß sie alle noch zur miocänen Süßwasserablagerung gehören.

Die Ergebnisse dieses Bohrloches stehen in Einklang mit dem, was man bisher von der Geologie dieser Gegend wußte. Das flache Hügelland im Süden der Donau zwischen Regensburg und Plattling besteht allerorten aus jungtertiären Süßwasserablagerungen, die entweder von diluvialem Lehm oder von alluvialen Sanden bedeckt sind. Und wenn auch in den Donau-niederungen selbst diese jüngere Decke das Tertiär ganz verhüllt, so war doch nicht zweifelhaft, daß es darunter liege.

Bei Regensburg bildet die jüngere Kreide, Cenoman bis Senon, die Unterlage des Tertiärs und Hofrat Dr. Brunhuber¹⁾ hat schon 1894 auf Grund vorhandener Bohrungen nachgewiesen, daß sich dort die Kreideschichten ganz schwach gegen Osten senken im Verhältnis von etwa 1 : 80. Wenn man die Oberfläche der Kreide (+ 380 m) bei Regensburg mit dieser Neigung bis Straubing sich fortsetzend annimmt, dann liegt sie hier ziemlich genau in der Höhe, in welcher sie tatsächlich erbohrt wurde (— 76 m). Auch darauf hat Brunhuber schon hingewiesen, daß die Mächtigkeit der Kreideablagerungen nach Osten zunimmt, und so war es nicht überraschend, daß sie bei Straubing über 300 m mißt, während sie bei Regensburg durchschnittlich nur 70 m stark ist. Für die Oberfläche der Jura-

¹⁾ Über die geotektonischen Verhältnisse der Umgebung von Regensburg. Berichte des naturw. Vereines zu Regensburg 1894/5 Heft 5.

formation ergibt sich daraus eine Neigung von Regensburg bis Straubing von rund 1 : 50 oder etwas über 1°.

Für die Unternehmer war dieses Ergebnis nicht günstig, denn sie hätten noch die ganze Jura- und Triasformation zu durchbohren gehabt, um feststellen zu können, ob dieselben auf Rotliegendem, der Kohlenformation oder Granit liegen. Man gab deshalb dieses Bohrloch auf und versuchte es mit einem anderen, das um 4½ km weiter in NNO und ziemlich nahe am Gebirgsrande bei Unterharthof niedergebracht wurde.

Welche Voraussage hätte sich für diese neue Bohrung nach den Ergebnissen des Straubinger Bohrloches und auf Grund der hauptsächlich auf den Schultern Gumbels ruhenden tektonischen Auffassung dieser Gegend wohl geben lassen?

Zieht man eine Linie von Bogen bis Münster, so gibt sie die Südgrenze des Granitgebirges an. Unterharthof liegt im Süden dieser Linie also noch in dem Gebiet des Donauabbruches. Der Granit mit samt seiner Decke von Rotliegendem, Keuper, Lias, Dogger, Jura und Kreide ist hier in die Tiefe abgesunken und nur am Abbruchrande selbst ragt noch etwas von der Kreide, dem Jura, Dogger und Keuper in stark verstürzter Lagerung, südlich von Münster kleine Hügel bildend, „dem Urgebirge angeklebt“ (Gümbel, Geologie Bayerns II S. 466) aus der Niederung auf. Da Unterharthof im Süden dieser geschleppten Schichten aber ganz in ihrer Nähe liegt, so war demnach anzunehmen, daß man zunächst mit dem Bohrloche das Diluvium und Tertiär durchsinken, dann aber in die sich schon etwas flacher legenden Kreideschichten und darunter in den Jura kommen, also eine ähnliche Schichtenreihe wie mit dem Straubinger Bohrloch durchstossen würde. Ein Unterschied hätte nur insofern prophezeit werden können, als für das Tertiär eine geringere Mächtigkeit und für die mesozoischen Schichten eine weniger regelmäßige Lagerung infolge der Schleppung wahrscheinlich war. Für das baldige Auffinden der palaeozoischen Unterlage wären aber die Aussichten dadurch nicht günstiger geworden wegen der steileren Stellung der hangenden Schichten.

Eine solche Prognose, wenn sie überhaupt gestellt worden wäre, hätte durch das Unterharthofener Bohrloch insofern Bestätigung gefunden, als das Tertiär wirklich nur etwa 100 m Mächtigkeit aufwies und die Kreide mit ziemlich steiler Schichtenstellung angetroffen wurde, ohne daß man bei gleicher Tiefe wie im Straubinger Bohrloch den darunter liegenden Jura erreichte. Aber dennoch wäre die Voraussage irrig gewesen. Denn unter dem Tertiär und ehe es die Kreide erreichte, durchsank das Bohrloch das Rotliegende in einer Mächtigkeit von beinahe 600 m. Dies war das ganz unerwartete und in tektonischer Beziehung bedeutungsvollste Ergebnis dieser zweiten Bohrung. Die durchbohrte Schichtenfolge ergab von oben nach unten folgende Mächtigkeiten:

Bohrloch bei Unterharthof.

10,5 m	diluvialer Lehm und alte Donaualluvionen,
96,8	Tertiäre Tone, Sandsteine und Lignitlager,
589,6	Rotliegendes: Konglomerat, Schieferletten und Sandstein,
106,6	obere Kreide (Senon, Turon und Cenoman).
803,5	

Die Unterfläche des Tertiärs liegt hier also um rund 320 m höher als bei Straubing, sie steigt von dort gegen Unterharthof mit einer Neigung von 1:14 oder ungefähr 4° an. Die Oberfläche der Kreide hingegen liegt um 270 m tiefer, senkt sich also um 1:16.6 oder etwa $3\frac{1}{2}^{\circ}$ nach Norden. Das dazwischen liegende Rotliegende wurde bei Straubing nicht gefunden, es hat sich offenbar innerhalb der $4\frac{1}{2}$ km langen Strecke, die zwischen beiden Bohrlöchern liegt, ausgekeilt.

Wie kann man sich diese abnormale Lagerung des Rotliegenden erklären?

Man könnte zweierlei Annahmen machen. Entweder ist das Rotliegende mitsamt der Kreide überfaltet, oder es ist von Norden her über die Kreide geschoben worden. Die Überfaltung wird jedoch dadurch widerlegt, daß unter dem Rotliegenden zunächst die senone Kreide kam, dann erst die turone

und cenomane, so daß bei weiterem Bohren die Juraformation zu erwarten gewesen wäre. Bei einer Überfaltung hätte zu oberst die cenomane und darunter die turone und senone Kreide liegen müssen. Mithin bleibt nur die einfache Überschiebung zur Erklärung übrig.

Es fällt auf, daß die Kreide-Bohrkerne eine Neigung der Schichten von $20-35^{\circ}$ zeigen. Leider wurde es versäumt, von diesen Kernen einige orientiert zu Tage zu fördern, und so sind wir nicht mehr im Stande festzustellen, nach welcher Himmelsrichtung die Schichten einfallen. Ich nehme jedoch eine Neigung nach Süden an und habe dafür zwei Gründe. Erstens haben die in der Nähe bei Münster zu Tage gehenden Jura- und Kreide-Schichten ebenfalls eine solche Neigung und zweitens sind wir hier ganz nahe bei der Donauabbruchspalte, auf der die absinkenden Schichten naturgemäß eine Schleppung erfahren und damit eine Neigung nach Süden erhalten mußten. Es kann aber kaum einem Zweifel unterliegen, daß die in den zwei Bohrlöchern erreichte Kreide ein und derselben am Granit des bayerischen Waldgebirges abgesunkenen Gebirgsscholle angehören. Ob dieselbe so einfach gestaltet ist, wie ich sie im Profil gezeichnet habe, mag dahingestellt bleiben. Nicht unwahrscheinlich ist es, daß der Abbruch nicht nur auf einer, sondern auf mehreren Spalten staffelförmig erfolgte. Da aber keine bestimmten Anhaltspunkte zu gewinnen waren, wo diese Brüche liegen und welche Sprunghöhe sie haben, zog ich es vor, sie in der Zeichnung nicht anzudeuten, und ich gab deshalb auch der Schubmasse von Rotliegendem eine möglichst einfache Form, wenn schon ich die Überzeugung habe, daß eine solche Regelmäßigkeit nicht besteht. (Siehe Fig. 1 auf S. 159.)

Für die Unternehmer war auch dieses zweite Bohrloch eine Enttäuschung, denn obschon man das Rotliegende in großer Mächtigkeit angetroffen hatte, so fand man darin doch nicht die geringsten Spuren von Kohlenlagern und die Gesteine wiesen darauf hin, daß sie aus dem Detritus des älteren Granitgebirges durch Zusammenschwemmung entstanden sind, offenbar unter Umständen, die der Ablagerung größerer Pflanzenmassen nicht günstig waren.

II. Paläontologische Untersuchung der Bohrproben.

Bericht des Herrn Dr. E. Dacqué.

Die von mir untersuchten Bohrproben sind bezeichnet mit: I. Unterharthof; II. Straubing.

Ad. I. Bohrprobenlänge und Gesteinscharakter von I.

Meine Gesteins- und Fossilbestimmungen beginnen bei 711,40 m und endigen bei 803 m.

Das Gestein ist von 711,40 m bis 782 m ein schwarzer bis grauschwarzer Kalkmergel, offenbar mit wechselndem Ton- und Kalkgehalt. Es erinnert stark an den Marterberg-Pläner bei Ortenburg und an die dunkeln Mergel der Priesener Schichten in Böhmen. Das Gestein reichert sich bei 782,5 m mit Glaukonit an und geht von 784 m ab in einen typischen, nach unten immer heller werdenden groben brüchigen Grünsandstein über (bis 786 m).

Stichproben auf Fossilien wurden vorgenommen bei einer Tiefe von:

711,40 m	736 m	761 m
713/714 m	739 m	781 m
721/722 m	740,5 m	782 m
726 m	746/747 m	785 m
729 m	751/752 m	786 m
734 m	756,50 m	800 m

Die Fossilien sind ihres Kalkgehaltes größtenteils verlustig gegangen und daher ungemein brüchig und schwer zu isolieren bzw. sind Schlösser von Muscheln niemals freizulegen. Die Fossilien repräsentieren fast ausnahmslos eine Mikrofauna.

Es konnten folgende Arten bestimmt werden:

Verzeichnis der aus I bestimmten Fossilien.

711,40 m	Cardium Ottoi Gumb.
Vola quinquecostata Sow.	Venus laminosa Rss.
Nucula (?) sp.	Tellina concentrica Rss.
Leda semilunaris v. Buch.	Trochus amatus d'Orb.

713/714 m

Foraminiferen
 Pecten Nilssoni Gein.
 Vola quadricostata Sow.
 Mytilus cfr. anthracophilus Zitt.
 Arca pygmaea (?) Rss.
 Nucula concentrica (?) Gein.
 „ producta Nilss.
 „ ovata Mant.
 „ subaequalis Rss.
 Leda semilunaris v. Buch
 Cardium Eggeri Gumb.
 „ Ottoi Gumb.
 Cardita tenuicosta Sow.
 Lucina lenticularis Goldf.
 Venus laminosa Rss.
 Tellina concentrica Rss.
 Siliqua truncatula Rss.
 Dentalium polygonum Rss.
 Trochus Geinitzi Rss.
 Turritella cfr. acicularis Rss.
 Aporrhais Reussi (?) Gein.
 „ stenoptera (?) Goldf.
 Krebsrest (?)

721/722 m

Pecten Nilssoni Goldf.
 Arca Geinitzi Rss.
 Nucula producta Nilss.
 „ cfr. pectinata Sow.
 Cardium Eggeri Gumb.
 Astarte acuta Rss.
 Venus faba Sow.
 Cypricardia testacea Zitt.
 Capulus sp.
 Dentalium glabrum Gein.
 Helicoceras (?) sp.

726 m

Inoceramus Cuvieri (?) Sow.
 Spondylus (?) sp.
 Mytilus cfr. anthracophilus Zitt.
 Nucula producta Nilss.
 „ subaequalis (?) Rss.
 Cardita tenuicosta d'Orb.
 Cardium Eggeri Gumb.
 Venus faba Sow.
 Siliqua truncatula Rss.
 Turbo aff. Naumanni Gein.

729 m

Spondylus (?) sp.
 Arca Geinitzi Rss.
 Cardium Ottoi Gumb.
 Venus faba Sow.
 Siliqua truncatula Rss.
 Volutoderma fenestrata Röm.
 Aporrhais megaloptera (?) Rss.

734 m

Pecten Nilssoni Goldf.
 Inoceramus Cuvieri Sow.
 Spondylus sp. ind.
 Arca Geinitzi Rss.
 Nucula ovata Mant.
 Cardium Eggeri Gumb.
 Cardita tenuicosta Sow.
 Tellina concentrica Rss.
 Voluthilites Römeri Gein.
 Turbo punctatus Zek.

736 m

Pecten Nilssoni Goldf.
 Lima cfr. dichotoma Rss.
 Cardium Eggeri Gumb.
 Corbula caudata Rss.

Psammobia semicostata Röm.

Trochus Engelhardti Gein.

Turbo sp. ind.

Capulus aff. *verus* J. Böhm.

739 m

Arca Geinitzi Rss.

Nucula subaequalis (?) Rss.

„ *ovata* Mant.

Cardium lineolatum (?) Rss.

„ *Otto* Gein.

„ *Eggeri* Gumb.

Venus faba Sow.

Cerithium subfasciatum d'Orb.

„*Trochus*“ *concinus* Röm.

Krebsrest (?)

740,5 m

Cucullaea cfr. *subglabra* oder

Matheroniana d'Orb.

Circe dubiosa Zitt.

Venus parva (?) Sow.

746/747 m

Nucula producta Nilss.

Leda semilunaris v. Buch.

Cardium Otto Gein.

Astarte acuta Rss.

Venus faba Sow.

Solen aequalis (?) d'Orb.

Teredo ornatissima Frič.

Lyonsia carinifera d'Orb.

Neaera caudata Nilss.

Capulus aff. *verus* J. Böhm.

Turritella multistriata Rss.

751/752 m

Lima Mantelli Goldf.

Nucula subaequalis Rss.

Arca Geinitzi Rss.

Pectunculus cfr. *inseulptus* Rss.

Cardium alutaceum Goldf.

Tellina concentrica Rss.

Teredo ornatissima Frič.

Siliqua truncatula Rss.

Aporrhais stenoptera Goldf.

Cosmoceras Schloenbachi (?) Frič.

Lamnidenzahn (= *Spinax marginatus* Rss.)

756,50 m

Dubiosa.

761 m

Anomia sp. ind.

Arca Geinitzi Rss.

Pectunculus cfr. *inseulptus* Rss.

Cardium alutaceum Goldf.

„ *Eggeri* Gumb.

Venus parva Sow.

Dentalium polygonum Rss.

Voluta elongata Sow.

Aporrhais Buchi Münst.

Krebsrest.

Epiaster (?) sp.

773 m

Arca subglabra (?) d'Orb.

Astarte acuta Rss.

cfr. *Pholadomya aequivalis* d'Orb.

Einzelkoralle ??

778 m

Dubiöse Konkretionen.

Exogyra sp. ind.

Spondylus sp. ind.

780 m	Pholadomya aequivalvis (?)
Inoceramus labiatus Gein.	d'Orb.
Venus laminosa Sow.	Corbula bifrons Rss.
Tellina concentrica Rss.	Cerithium subfasciatum d'Orb.
Corbula bifrons Rss.	Fusus Requierianus (?) d'Orb.
781 m	785 m
Dubiöse Konkretionen.	Callianassa sp.
782 m	786 m
Anomia sp. ind.	Callianassa sp., Konkretionen.
Cyprina sp. (?)	
Venus fabacea Röm.	800 m
Tellina concentrica Gein.	Pflanzenstengel.

Altersbestimmung der durch die vorhergehenden Fossilien charakterisierten Stufen.

Die vorstehend aufgezählte Fauna vereinigt in sich Arten, welche außerhalb unserer Fundstelle besonders in den Marterberger, den Priesener, den Weißenberger und den Malnitzer Schichten in gleichartiger Vergesellschaftung vorkommen.

Es läßt sich nicht genau angeben, welche Metertiefe im einzelnen der einen oder anderen jener Schichten genauer entspricht; dazu sind die Formen nicht charakteristisch genug. Die allermeisten gehen durch Turon und Senon, mehrere auch durch das Cenoman noch hindurch.

Eine zur genauen übersichtlichen Feststellung des Alters der einzelnen Schichten angefertigte Tabelle hat indessen doch das eine Resultat ergeben, daß bis zu einer Tiefe von 734 m inkl. ganz entschieden Formen vorwiegen, welche in den Priesener Schichten, also dem allerobersten Turon, vor allem heimisch sind, während von 736 m ab nach abwärts ausschließlich Formen vertreten sind wie *Corbula caudata* Rss., *Psammobia semicostata* Röm., *Cardium alutaceum* Gdf., *Lima Mantelli* Goldf. und vielleicht auch *Cerithium subfasciatum* d'Orb., welche in der böhmischen Kreide durchaus tiefere Niveaus einnehmen und zwar Teplitzer-, Malnitzer- und Weißenberger Schichten.

Dazu kommt noch in einer Tiefe von 780 m der *Inoceramus labiatus* Gein., welcher auf Weißenberger Schichten, also unteres Turon deutet. Bei 785 m haben wir zweifelloses Cenoman, erwiesen durch die Identität unserer spezifisch nicht bestimmbar Callianassa mit einem ebensolchen Stück aus dem Regensburger Cenoman, das in der bayerischen Staatssammlung liegt.

Wenn wir daher das böhmische und zum Vergleich auch das sächsische Einteilungsschema der oberen Kreide zu Grunde legen, erhalten wir etwa folgende Alterseinteilung unserer Bohrkern:

Übersichts-Tabelle zur Altersbestimmung der Bohrproben.

	Böhmen	Sachsen	Bohrproben
Senon	Chlomeker	Baculitensch.	711,40—734 m
	Priesener		
Turon	Teplitzer	Oberer Pläner von Strehlen	735 m 736 m
	Malnitzer		
	Weißenberger (labiatus)	Mittlerer Pläner	780 m
Cenoman	Korytzaner	Unterer Pläner	785 m

Ich glaube nicht, daß höhere Schichten als solche des Priesener Niveaus vorhanden sind, die ich in das oberste Turon, nicht in das Senon selbst stellen möchte. Zwar haben wir eine große Anzahl Arten, die auch in die Chlomeker Schichten gehen, ja *Cardium Ottonis* soll sogar für diese in Böhmen charakteristisch sein, aber anderwärts geht letztere Art auch in reichlich tiefere Niveaus herein (Gosau), sodaß wir ein Vertretensein

des Chlomeker Horizontes nicht unbedingt zu folgern brauchen. Es kommt hinzu, daß unsere schwarzgrauen Mergel sowohl petrographisch, wie auch faunistisch in ihren oberen Lagen so stark an die Marterberger Schichten bei Ortenburg — also ein Vorkommen in nächster Nähe — erinnern, daß wir auch aus diesem Grunde keinen höheren Horizont als oberstes Turon bei unseren Bohrproben anzunehmen brauchen.

Ad II. Bohrprobenlänge und Gesteinscharakter von II.

Die mir mit der Bezeichnung „Straubing“ vorliegenden Bohrkern erstrecken sich von 550 m bis inkl. 806 m.

Das Gestein besteht von 550 bis 575 m aus denselben schwärzlichen tonigen Mergeln, wie die oberen Lagen aus Bohrloch „Unterharthof“ (I). Dann ist eine Lücke vorhanden bis 619 m. Von 619,55—620,05 m liegt ein Stück glaukonitischen Gesteins vor. Dann wieder eine Lücke, dann von 645,80 bis 646,45 m ein grauer homogener Kalk.

Aus solchem Kalk bestehen auch die weiteren, von 653 m bis 661 m Tiefe untersuchten Bohrproben. Von 670 m bis 738 m wieder eine Lücke, und von 738 m bis 806 m weißer Jura.

Stichproben auf Fossilien wurden vorgenommen bei Tiefen von:

550—575 m	658/659 m
653 m	660 m
653,50 m	661,60 m

und zwischen 738 m und 806 m aus Bohrproben mit nicht näher bezeichneter Tiefe.

Für die Fossilien von 550 m bis 575 m gibt dasselbe wie für jene aus Bohrloch I „Unterharthof“: sie sind ungemein brüchig und repräsentieren dieselbe Mikrofauna.

Es konnten folgende Arten bestimmt werden:

550/575 m	Dentalium polygonum Rss.
Avicula Geinitzi Rss.	Scaphites cfr. Geinitzi d'Orb.
Cardium cfr. lineolatum Rss.	Hamites bohemicus (??) Frič.
„ (??) sp. ind.	Baculites Faujassi (??) Frič. u.
Neaera caudata Nilss.	Schlot.

Micrabacia coronula Goldf.

660 m

653/653,50 m

Anomia sp. ind.

Exogyra sp. ind.

Rhynchonella plicatilis Sow.

Magas Geinitzi Schlönb.

Vola cfr. *quadricostata* Sow.

Pecten acuminatus Gein.

Dentalium medium Sow.

Rhynchonella octoplicata Sow.

Magas transversa Frič.

661,50 m

658 m

Vola cfr. *quadricostata* Sow.

Rhynchonella plicatilis Sow.

Magas cfr. *transversa* Frič.

„ *Geinitzi* Schlönb.

Die Alterbestimmung ist hier ziemlich einfach: Die obersten Schichten bei 550—575 m sind Äquivalente der Priesener Schichten und nehmen vielleicht ein etwas höheres Niveau ein als die obersten aus dem Bohrloch I von Unterharthof; ich schließe das aus dem Vorkommen des vermutlichen *Baculites*.

Die grauen homogenen Kalke von 653 m ab bis hinunter zu 661,60 m gehören nach ihrem Fossilinhalt in das Niveau der Weißenberger Schichten Böhmens, also in das untere Turon. Cenoman wurde nicht beobachtet, dagegen sind die Bohrproben aus der Tiefe 738 m bis 806 m weißes Juragestein, in dem sich nur zweifelhafte *Terebratuliden*reste fanden, dessen genaueres Alter also nicht festgelegt werden konnte.

III. Die Beziehungen des Juras von Münster zu dem des Donaueinbruches.

In Fig. 1 habe ich den Versuch gemacht, den bei Straubing in 738 m Tiefe erbohrten Jura mit demjenigen in eine tektonische Verbindung zu bringen, der bei Münster am Helmberg und Buchberg zutage ansteht. Ich war dabei gezwungen, zwei Verwerfungen anzunehmen, von denen die eine die Donauabbruchspalte, die andere eine ältere Abbruchspalte am granitischen Waldgebirge darstellt. Die Strecke Straubing-Unterharthof fällt freilich mit der von Helmberg-Münster nicht in eine Vertikal-Ebene. Letztere liegt 2 km weiter nach NW. Würde ich das Profil ohne Richtungsänderung von Straubing über Unterhart-

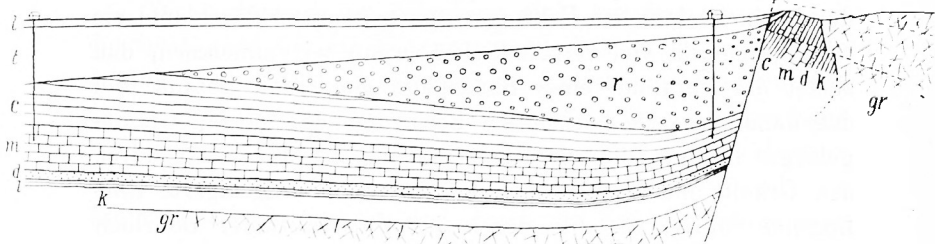
Wundermühle
StraubingUnterharthof Münster
Helmberg

Fig. 1. l Alluvium und Diluvium, t Miocän, c obere Kreide, m oberer Jura, d Dogger, l Lias, k obere Trias, r Rotliegendes, gr Granit. Maasstab 1:50 000.

hof verlängert haben, so wäre ich damit in ein sanft ansteigendes Gelände gekommen, dessen von Diluvium ganz verhüllter Untergrund unbekannt ist, und ich hätte erst bei Kapfelberg, in einer Entfernung von $3\frac{1}{2}$ km von Unterharthof, den Granit des Waldgebirges erreicht. Ich habe es deswegen vorgezogen, die Schichten des Helmberges in das Profil Straubing-Unterharthof zu projizieren, weil es doch recht wahrscheinlich ist, daß im Süden des Helmberges unter der Donauebene dasselbe Rotliegende in der Tiefe liegt, das bei Unterharthof erbohrt worden ist. Das Profil ist somit genau von S nach N gerichtet.

Da mir die Winterzeit einen Besuch von Münster nicht mehr gestattete, so muß ich mich im nachfolgenden ausschließlich auf die Angaben verlassen, die von Ammon 1875 veröffentlicht hat. Danach fallen die Schichten des weißen Jura und Doggers am Westende des Buchberges mit 20° nach Süd ein, stellen sich aber am Ostende erheblich steiler. Unter dem Eisensandstein des Doggers liegen Kaolinsandstein und rote Letten der oberen Trias, während der Lias fehlt. Am Helmberg sind die Schichten nicht so regelmäßig gelagert, teils gefaltet teils senkrecht aufgerichtet. Dogger und weißer Jura sind zerrissen und die aufgelagerte Kreide ist in eine muldenförmige Vertiefung hineingeschoben worden.

Diese starken Pressungen verweisen auf einen Horizontal-schub, der von dem Granit ausging. Ob das Fehlen des Lias ursprünglich, oder erst durch die tektonischen Bewegungen

verursacht worden ist, bleibt ungewiß. Die eigenartige Aufstülpung der vorher horizontal gelagerten Schichten läßt sich durch einen einfachen Faltungsvorgang kaum erklären und sie wird jedenfalls viel verständlicher, wenn wir annehmen, daß zuerst der Jura auf einer Randspalte am Granit absank und daß dann erst jene horizontale Bewegung des ganzen Granitgebirges begann; die zur Überschiebung der Juraplatte durch den Granit und das dem Granit auf- und eingelagerte Rotliegende führte, wie dies durch das Unterharthofer Bohrloch bewiesen worden ist. Zunächst wurde dabei der Jura samt seinen liegenden und hangenden Schichten zusammengepreßt und aufgestülpt, dann aber werden sich wahrscheinlich in dem ganzen vorwärts geschobenen Gebirge einzelne flach liegende Zerreißungsflächen herausgebildet haben, auf denen die hangenden Massen sich etwas schneller als die liegenden bewegten, wie das in Fig. 1 angedeutet ist. Granit und Rotliegendes schoben sich so über die aufgestülpten Schichtenköpfe des Helmberges hinüber und wenn heute von dieser Decke nichts mehr zu sehen ist, so mag dies seinen Grund darin haben, daß die Erosion sich von dem Momente an gerade hier besonders fühlbar machte, als im Süden der Donauabbruch die Schubdecke und das basale Kreide- und Juragebirge um ungefähr 800 m in die Tiefe versenkte und dem von Norden in das Senkungsfeld herabfließenden Wasser ein stärkeres Gefälle gab.

Für diese tektonische Auffassung kann ich natürlich zunächst nur Wahrscheinlichkeitsbeweise erbringen, aber ich werde ähnliche Erscheinungen am Rande des bayerischen Waldgebirges weiter im Osten und Westen in den nachfolgenden Kapiteln zu beschreiben haben, die dieser Hypothese zur Stütze gereichen.

IV. Die Donauabbruchspalte.

Wenn sie auch bei Straubing nicht sichtbar ist, so kann die Spalte, auf der der Untergrund des Donautales in die Tiefe gesunken ist, doch nur in geringer Entfernung nördlich von dem Unterharthofer Bohrloch liegen (siehe Taf. I). Ihre Lage wird aus der Orographie leicht erkannt, denn der geschlossene Randabsturz des Waldgebirges ist unzweifelhaft erst durch den Einbruch erzeugt worden und durch die Erosion seither zwar mannigfach verändert, aber nicht wesentlich örtlich verschoben worden. Gegen Westen folgt diese Spalte somit dem Donaulauf bis Regensburg, wo Brunhuber (l. c., S. 15) sie am nördlichen Ufer der Donau beobachtet hat. Aber die Sprunghöhe der Verwerfung beträgt hier nicht mehr 800 m wie bei Straubing, sondern nur noch 50 m. Weiter nach Westen liegen Beobachtungen nicht vor, und man kann entweder annehmen, daß die Sprunghöhe allmählich bis zum Verschwinden abnimmt, oder daß die Spalte in der Richtung gegen Abbach nach Süden abschwengt.

Von Straubing donauabwärts ist die Kreide im Senkungsfeld nirgends mehr sichtbar und es sind mir auch keine Bohrungen oder Schächte bekannt, die sie in der Tiefe erreicht haben. Dafür hat man hier aber andere Merkmale, die dennoch den Verlauf der Spalte anzudeuten scheinen. Der südliche Steilrand des Waldgebirges hält an bis Pleinting und bei Flintsbach ist demselben noch eine Partie von Jura und Kreide in gleicher Weise wie bei Münster vorgelagert. Um so verwunderlicher erscheint es, daß im Süden davon ganz in den Niederungen der Donauebene und zum Teil an den Ufern des Stromes selbst kleine Partien von Granit und Gneis zutage gehen, so zwischen Pleinting und Künzing, am Natternberg gegenüber Deggendorf, bei Klein-Schwarzbach, Lenzing und Allkofen an der Donau. Alle diese Vorkommnisse liegen orographisch tief gegenüber dem Granit des Gebirgsrandes und stehen in keinem sichtbaren Zusammenhang mit demselben, sind bei Flintsbach sogar durch das Dazwischentreten der Jura-

scholle tatsächlich von ihm getrennt. Sie erscheinen an der Oberfläche wie die Spitzen ertrunkener Hügel, die gerade noch aus dem Donauschwemmland hervorschauen. Es liegt nahe, sie als tektonische Äquivalente des bei Straubing erbohrten Rotliegenden anzusehen, die jedoch nicht wie dieses ganz von Tertiär und Diluvium verhüllt worden sind. Danach würde eine Tiefbohrung bei Natternberg oder bei den jodhaltigen Salzquellen von Künzing unter dem Granit und dem diesen umhüllenden Tertiär die Kreide- und Juraschichten in derselben Weise antreffen wie bei Straubing. Damit wäre auch eine befriedigende Erklärung für den Jod- und Kochsalzgehalt der warmen Römerquelle bei Künzing gefunden, die in einer ganz flachen Bodensenke der Donauebene aufsteigt.

Wie schon eingangs erwähnt, senken sich die Kreideschichten im Einbruchgebiet bei Regensburg im Verhältnis von 1:80 gegen Osten. Deshalb liegen sie bei Unterharthof so tief unter der Erdoberfläche und tragen noch eine fast 600 m mächtige Überschiebungsdecke von Rotliegendem. Wie dick die Tertiärdecke bei Natternberg und Künzing ist, wissen wir nicht. Sie kann ebensogut nur 30 m wie bei Alteglofsheim und Hellkofen¹⁾ als über 70 m, wie bei der Zuckerfabrik von Regensburg, oder ungefähr 400 m wie bei Straubing mächtig sein.

Die Tiefenlage der Kreideoberfläche unter Künzing hängt hauptsächlich davon ab, ob der Donaueinbruch an Sprunghöhe von Straubing gegen SO noch zu- oder abnimmt.

Bei Pleinting liegt wahrscheinlich die Ostgrenze des Einbruchgebietes und es dreht sich dort die Abbruchspalte aus ihrer südöstlichen in eine südliche Richtung um. Die Granit-
hügel im Osten von Pleinting, die sich südwärts bis ins Vilstal erstrecken, hängen ohne Unterbrechung nordwärts mit den Granitmassen des Waldgebirges zusammen und die Donau hat sich ihr Bett in dieselben eingeschnitten.

Die Zeit, zu der der Donaueinbruch erfolgt ist, läßt sich nicht mit Sicherheit feststellen, weil wir nicht wissen, ob die

1) Dr. Brunhuber, Ber. nat. Ver. Regensburg 1898/99, Heft 7.

jungmiocänen terrestren und lacustren Tertiärschichten dieses Gebietes mit eingesunken sind, oder sich erst nachher in der Senke abgesetzt haben. Die mittelmiocänen marinen Ablagerungen, die im Osten des Einbruchfeldes eine große Verbreitung haben, fehlen in diesem selbst gänzlich. Man wird annehmen müssen, daß der Boden während der mittelmiocänen Periode im Westen höher lag als im Osten und daß er dadurch dem im Osten weithin sich ausdehnenden Meere hier seine westliche Grenze setzte. Heute aber ist das Verhältnis ein umgekehrtes, und die miocänen marinen Schichten der Ortenburger Gegend liegen orographisch höher als die Süßwasserablagerungen im Westen. Es erscheint deshalb wahrscheinlich, daß der Donau-einbruch zwischen Pleinting und Regensburg jünger als die obermiocänen Schichten ist.

V. Die Ortenburger Überschiebung.

Um die geologische Erforschung dieses Gebietes haben sich hauptsächlich von Ammon¹⁾, J. G. Egger²⁾ und Gümbel bemüht.

Von Pleinting an gegen Osten greift der Granit des nördlichen Waldgebirges durchweg über die Donau herüber und die Südgrenze seiner oberflächlich sichtbaren Verbreitung innerhalb Bayerns reicht bis Söldenau bei Ortenburg, Fürstenzell und Schärding am Inn. Orographisch tritt jedoch diese Südgrenze ganz und gar nicht hervor. Langsam verschwindet der Granit unter einer alle Höhen bedeckenden mächtigen diluvialen und jungtertiären Decke, er ist meist nur in den Tälern noch sichtbar und verliert sich auch da, je weiter man die wenig tief eingeschnittenen Täler südwärts heraufgeht. Aber ab und zu findet man statt des Granites oder Gneises an den Talgehängen auch etwas Jura und Kreide anstehen; man würde sie meist gar nicht erkennen können, wenn sie nicht durch Steinbrüche aufgeschlossen wären hauptsächlich zur Gewinnung des Kalk-

¹⁾ Die Juraablagerungen zwischen Regensburg und Passau. München 1875.

²⁾ Der Jurakalk von Ortenburg. I. Jahresber. d. naturhist. Ver. zu Passau 1857.

steines, der in jener Gegend so selten ist, daß man früher, als es noch keine Eisenbahn gab, ihn selbst an Orten abbaute, wo sich heute der Betrieb nicht mehr rentieren kann und die Brüche infolge davon schon längst wieder eingegangen und von Wald überwachsen sind (siehe Taf. II).

Paläontologisch nachgewiesen ist die obere Kreide, der weiße Jura und Dogger. Lias und Trias sind hier unbekannt. Die obere Kreide liegt, wo immer ihre Unterlage aufgeschlossen ist, auf dem weißen Jura aber diskordant, denn von den obersten Horizonten des Jura fehlen stets einige und die untere Kreide ganz. Vom Dogger, der unter dem weißen Jura liegt, kennt man nur die oberen Horizonte, denn vom Eisensandstein sind nur an einer Stelle kümmerliche Reste gefunden worden.

Gümbel hat angenommen, daß diese kleinen isolierten Sedimentinseln die von der Erosion verschont gebliebenen Überreste einer weiten Decke seien, die sich einstmals über das ganze granitische Grundgebirge ausgedehnt habe. Von Nordwesten her habe das Jurameer bis hierher infolge einer Transgression, die aber erst in der Doggerperiode einsetzte, gereicht, so daß triasische und liasische Sedimente hier nicht abgesetzt worden seien. Jetzt liegen nach ihm die jurassischen und kretazischen Schichten hier „vielfach in verstürzten Lagen gleichsam zwischen dem alten kristallinen Untergrundgestein eingeklemmt“.

Merkwürdigerweise jedoch ist in dem ganzen Gebiete keine einzige Stelle bekannt, wo der Jura auf dem Granit liegt, und selbst da, wo beide Gesteinsarten ganz dicht aneinander herantreten, ist von einer Überlagerung nichts zu sehen. Das ist aber um so befremdender, als es zahllose Stellen gibt, die die Überlagerung des Granites durch Tertiär, oder des Juras durch die Kreide oder das Tertiär in unzweideutigster Weise zeigen. Dazu kommt noch, daß der Jura oder die Kreide häufig orographisch im gleichen oder sogar einem tieferen Niveau wie der Granit liegen, ohne daß eine muldenförmige Einbiegung nachweisbar ist. Ich will versuchen für die Orte, welche ich in zweitägiger Exkursion in diesem Winter noch besuchen konnte, eine kurze Beschreibung und tektonische Deutung zu geben.

1. Der Jura bei Zeitlarn.

Von den drei Aufschlüssen, die von hier beschrieben worden sind, ist nur einer — der sog. Meßmerbruch, oberhalb der Blümelmühle — noch gut. Er liegt neben der Fahrstraße Vils-hofen-Zeitlarn. Der dickbankige Kalk gehört dem unteren weißen Jura an bis herauf zum Kieselnierenkalk. Die Bänke gehen bis zur Talsohle herab, sind in einer Mächtigkeit von nur einigen Metern aufgeschlossen und neigen sich ganz schwach nach West. Darüber liegt mächtiger diluvialer Lehm, der für die Ziegelei Gallinger gewonnen wird.

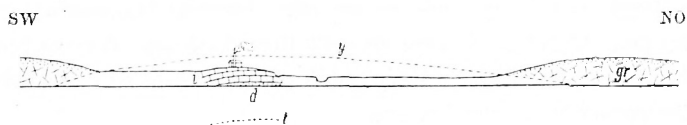


Fig. 2. 1:10 000.

Unter der Zeitlarnner Brücke sah man früher besser als heute am Ufergehänge der Wolfach den Dogger anstehen. Seine Schichten fallen mit 20° nach Osten.

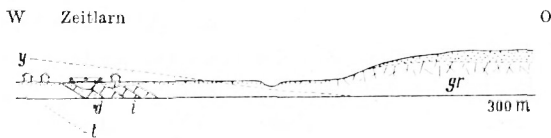


Fig. 3. 1:10 000.

Zwischen da und dem Meßmer Bruch, aber näher bei der Brücke, liegt der Föckerer Bruch, jetzt ganz verschüttet, mit oberem Dogger und unterem Malm. Die Bänke sind mit 15° nach Osten geneigt.

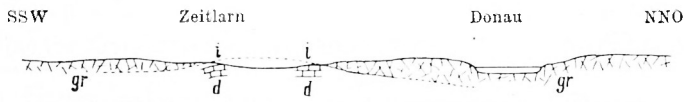


Fig. 4. 1:50 000.

Zeichenerklärung für Fig. 2—4. gr Granit, t mutmaßliche obere Grenze der Trias, d Dogger, m Malm, y Überschiebungsfäche.

Die drei Aufschlüsse zusammen geben das Bild eines NS streichenden flachen Gewölbes, dessen Achse mit dem Tal der Wolfach gleichgerichtet ist, während der Ostflügel nach Osten

und der Westflügel nach Westen geneigt ist. An den höher gelegenen beiderseitigen Talgehängen sollte man mithin die im Tal fehlenden oberen Malm- und Kreideschichten dieses Gewölbes erwarten. Statt dessen trifft man dort den Granit und dieser kommt rings um den Zeitlarner Jura herum zum Vorschein, so daß er ihn förmlich umschließt und der Jura auf der Talsohle wie durch ein Granitfenster hervorschaut. Wäre man nicht von dem Gedanken an das höhere Alter des Granites beherrscht gewesen, so hätte man höchst wahrscheinlich schon längst daraus den Schluß gezogen, daß der Granit auf dem Jura liegt und jünger als dieser sei. Für die Annahme eines so jungen Alters fehlt freilich jede Berechtigung, aber es bleibt noch die Möglichkeit übrig, daß der Granit auf den Jura hinübergeschoben worden sei.

Im Meßmerbruch habe ich eine Beobachtung gemacht, die sehr zu Gunsten einer solchen Auffassung spricht. Es war zur Zeit meines Besuches eine fast horizontal liegende Kalkbank der Transversariuszone in Abbau genommen, die von einer N 30 W streichenden und mit 15° nach NO geneigten Rutschfläche (a) durchsetzt war. Sie war sehr gut zu beobachten, weil man den hangenden Teil der Bank auf einer etwa 2 qm großen Fläche entfernt hatte. Die Rutschstreifen hatten die Richtung N 60° O, bedeckten aber die sonst etwas rauhe Ablösungsfläche nur streckenweise. Es war also keine vollständige Glättung eingetreten, was damit in Übereinstimmung steht, daß die gleitende Bewegung ein Ausmaß von nur wenigen Dezimetern gehabt haben kann. Eine zweite ähnliche Ablösungsfläche (b) sieht man auf Fig. 3 unterhalb jener den Kalkstein durchschneiden. Ob auch auf ihr Rutschstreifen vorkommen, ließ sich nicht erkennen.

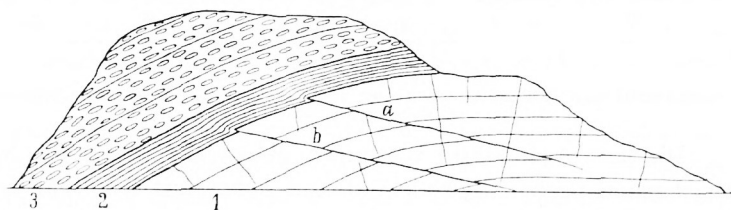


Fig. 5. 1 Spongienkalk, 2 gelblicher Mergel, 3 Kieselknollenkalk.

Der Granit, der rings um den Kalk liegt, ist ebenfalls von zahllosen Klüften durchsetzt, von denen viele oft annähernd parallele Anordnung haben und von ferne dem Gestein den Anschein eines regelmäßig gebankten Sedimentes geben. In der Nähe erkennt man dann freilich immer, daß sie sich in Wirklichkeit doch wenn auch unter spitzen Winkeln schneiden. Erstaunlich bleibt immerhin ihre für die technische Verwertung des Gesteines meist verhängnisvolle Häufigkeit, und sie zwingt uns über ihre Entstehung nachzudenken. In der Regel sind diese Kluftflächen ganz glatt, manchmal zeigen sie auch eine feine Streifung. An der Straße bei Knadlarn sah ich in einem kleinen Steinbruch eine solche Kluft in einer Ausdehnung von 5 qm freigelegt. Sie strich N 15 W und war 43° nach ONO geneigt. Die Streifen fielen nicht mit der Fallrichtung zusammen, sondern liefen in Richtung N 50° O, also ziemlich gleich wie die im Meßmerbruch.

Aus alle dem kann man wohl nicht anders als den Schluß ziehen, daß hier eine Überschiebung des Juras durch den Granit recht wahrscheinlich ist und daß, wenn dem so ist, die Bewegung in nordost-südwestlicher Richtung erfolgt sein muß. Denn wenn auch die Schubfläche selbst nicht zu sehen ist, so erlauben doch die gleichsinnig gerichteten Rutschstreifen in den hangenden und liegenden Teilen diese Folgerung.

2. Der Jura bei Söldenau.

Wenn man den Zeitlarner Jura auf der Wanderung von Vilshofen nach Ortenburg hinter sich zurückgelassen hat, gelangt man wieder in den Granit, den man auf eine Erstreckung von etwa 3,5 km nicht mehr verläßt bis kurz vor dem Gute Dötter. Dahört er auf der rechten Talseite auf und setzt nur auf der linken noch eine kleine Strecke weiter nach Süden fort. Das ist der südlichste Punkt, bis zu dem der Granit über Tag im Tal der Wolfach reicht.

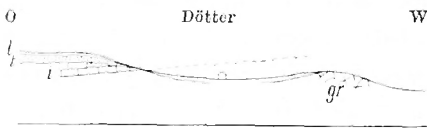


Fig. 6. gr Granit, i Kieselknollenkalk des Malm, t marines Miocän, l diluvialer Lehm.

Gleich hinter dem Gute Dötter liegt ein großer Kalkbruch in dem sanft ansteigenden Talgehänge eingesenkt. Unter dem Lehm Boden und einer mehrere Meter mächtigen mittelmiocänen marinen Sandablagerung wird Weiß-Jurakalk abgebaut, der undeutlich gebankt und stark zerklüftet ist. Er fällt schwach gegen Osten ein. Wenn man die Schichtflächen des Jura gegen Westen in der Luft verlängert, dann ergibt sich die Möglichkeit, daß der Jura normal auf dem an der Straße anstehenden Granit gelegen habe. Aber für die im Liegenden des Kieselkalkes zu erwartenden Schichten des untersten weißen Jura, des Doggers, des Lias und der oberen Trias bleibt nicht Raum genug. Man könnte sich zwar mit der Annahme helfen, daß Lias und Trias hier nicht mehr zum Absatz gelangt waren, aber auch dann bliebe die Tatsache bestehen, daß die wirkliche Ablagerung des Jura auf dem Granit durch keine einzige Beobachtung gestützt werden kann.

Die Kieselkalke des weißen Jura (Bimammatuszone) sind vom Dötter bis Söldenau auf eine Erstreckung von ungefähr 2 km durch eine Reihe von Brüchen erschlossen und in einem der Brüche wurde das Einfallen der Bänke mit 15° nach OSO gemessen. Neben dem Kieselkalk stellen sich gegen Süden noch die Tenuilobatuskalke, an einer Stelle auch etwas Dolomit ein und am Schafbach oberhalb der Rohrner Mühle steht darüber die Kreide an. Marine miocäne Sande bedecken diskordant die ganze Schichtserie.

Die tektonischen Beziehungen des Jura zum Granit bleiben somit zwar bei Söldenau unaufgeklärt, aber wenn man seinen Beziehungen zum Zeitlarner Jurasattel nachforscht, dann erscheint es sehr wohl möglich, daß er dessen südliche Fortsetzung darstellt, die, nachdem sie zwischen Zeitlarn und dem Dötter unter dem Granit verschwunden ist, bei Söldenau wieder zum Vorschein kommt.

3. Der Jura im Hausbachtälchen.

In der Nähe der Lipperthöfe liegen auf der Sohle des Wiesentälchens zwei kleine Kalkbrüche, die schon vor mehr als 60 Jahren aufgelassen wurden und jetzt so verwachsen sind, daß ich Mühe hatte, sie wieder aufzufinden. Man hat den Kiesel-nierenkalk abgebaut, der von Kreide überlagert war. Etwas unterhalb steht am rechten Talgehänge Granit an, der sich bis Hausbach an der Donau hinzieht und halbwegs ein Marmor-lager einschließt. Wahrscheinlich lagen die Juraschichten nicht horizontal, sondern waren steil aufgerichtet, weil es sonst unerklärlich wäre, daß wenige Schritte oberhalb (s. Egger, l. c., S. 11) schon Kreide angetroffen wurde und die tertiären versteinungsreichen Sande diskordant sowohl auf Kreide als auf Jura lagen.

Die tektonischen Beziehungen des Jura zum Granit haben große Ähnlichkeit mit denen bei Münster und Flintsbach. Jura und Kreide sind dem Granit vorgelagert und fallen von ihm ab.

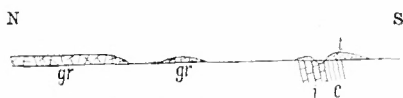


Fig. 7. Hausbachtälchen.

4. Der Jura am Kalchberg bei Unter-Voglarn.

Hier befindet sich in einem großen, noch in Betrieb stehendem Bruche der beste Aufschluß der ganzen Gegend für den Jura und seinen Kontakt mit dem Granit. Der Kontakt ist zwar gegenwärtig nicht mehr aufgeschlossen, aber er war es vor etwa 50 Jahren und wurde von Egger sehr genau beschrieben. Der Bruch ist seit dieser Zeit sehr vergrößert worden, aber man baut den Kalkstein nicht mehr, wie es früher geschah, bis zur Kontaktfläche ab, wohl weil der mürbe Granit in hohen Wänden nicht feststeht und den Bruch durch Abrutschung bedrohen würde.

Die stratigraphischen Verhältnisse sind durch Egger und von Ammon klargelegt worden. Die Kreide liegt im Süden des Bruches an der Talsohle horizontal. Am Südhang des Kalchberges sind die Mergelplatten steil aufgerichtet. Ob diese Aufbiegung eine kontinuierliche ist und wie die Kreide mit dem

Jura in Verbindung tritt, weiß ich nicht. Diese beiden Stellen habe ich deshalb auf der beistehenden Figur weiß gelassen. Die Folge der Juraschichten ist diese:

über 6 m Kieselnierenkalk der Bimammatusstufe,
 etwa 3 „ kieselreicher Transversariuskalk,
 „ 0,3 „ glaukonitischer Biarmatuskalk,
 „ 2,2 „ oolithischer Crinoideenkalk des Kelloway,
 „ 0,3 „ rötlicher Quarzsandstein, wahrscheinlich Eisensandstein des unteren Doggers.

Diese Schichten stehen im Bruch teils saiger teils sind sie überkippt und fallen mit 80° nach NO ein. Auf ihren Schichtköpfen liegt diskordant und horizontal ein mächtiges Lager von tertiärem Quarzsand.

Der Granit, von Egger und Gümbel als Gneis bezeichnet, ist heute nicht mehr unmittelbar hinter dem Dogger, sondern erst in einer Entfernung von mehreren Metern am Talgehänge anstehend zu sehen. Egger hat 1856 beobachtet, daß, als man die hinterste Bank des überkippten Juras durchschlug, dahinter ein fein zerriebener mulmiger dunkelbrauner Sand lag, der Butzen und Schnüren von weißem Kalkmulm und Kalkbrocken einschloß und polierte Rutschflächen zeigte. Er betrachtete ihn, wohl mit vollem Recht, als auf einer Verwerfungsspalte liegend, die den Jura von dem Granit trennt, und als durch diese Verwerfung selbst erzeugt. Der Sand mag aus der Zerreibung jener dünnen Sandsteinbank des unteren Doggers hervorgegangen sein, die damals jedoch als anstehend Egger noch nicht bekannt war und erst später aufgeschlossen wurde.

Egger schloß (l. c., S. 9) aus seinen Beobachtungen, daß konstanter Druck von West her Jura und Kreide gegen ihnen entgegenstehende Gneisfelsen emporgedrängt und geschoben habe, und daß dabei die untere Oolithschicht an den härteren Urgebirgsschichten abgerieben wurde.

Seine Zeichnung des Bruches, wie er damals vor einem halben Jahrhundert aussah, ist wegen der Genauigkeit, mit der alle Details eingetragen sind, von dauerndem Wert. Weniger

glücklich war Gumbel¹⁾ mit den Ansichtszeichnungen, die er 1868 und später in etwas veränderter Form (1891) veröffentlicht hat. Man glaubt eine Mulde von Juraschichten und in deren Mitte als innersten Kern Gneis zu sehen. Da aber dieser zu oberst und alle Juraschichten in verkehrter Reihenfolge darunter liegen, so gibt dies das Bild eines vollständig auf den Kopf gestellten Gewölbes. Um das Irreleitende dieser Zeichnungen aufzuklären, habe ich auf Grund eigener Untersuchungen ein Querschnittprofil entworfen, aus dem man die tatsächlichen Beziehungen des Jura zum Granit leichter erkennen kann. Die Gesteinsbänke streichen durchschnittlich N 60 W, stehen saiger bis überkippt und werden von zahlreichen Klüften in den ver-

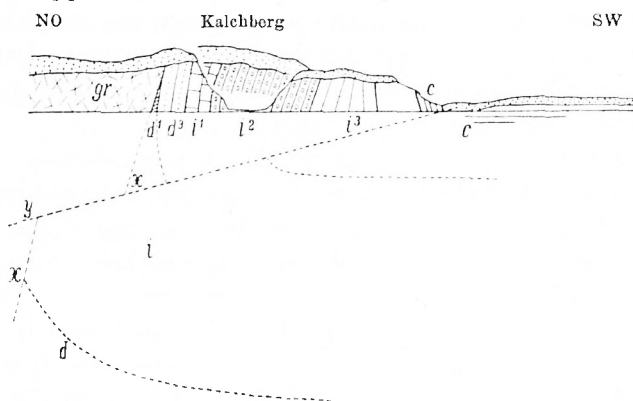


Fig. 8. gr Granit, d1 Eisensandstein, d3 oberer brauner Jura, l1 Bairnatus- und Transversariuskalk, l2 Kieselnierenkalk, c obere Kreide, x Verwerfungsspalte, y mutmaßliche Überschiebung. 1:1000.

schiedensten Richtungen durchsetzt. Ich maß solche mit O—W und N 30° W-Streichen, deren geglättete Oberflächen von teils horizontalen teils bis zu 45° geneigten Rutschstreifen bedeckt waren. Es haben somit Bewegungen der einzelnen Gesteinschollen in verschiedenen Richtungen stattgefunden, und so erklärt es sich, warum die Regelmäßigkeit der Bankung stellenweise verloren gegangen und eine grobbrecciöse Struktur entstanden ist. Ursächlich hängt dieser Vorgang sicher mit der

¹⁾ Geognostische Beschreibung des ostbayerischen Grenzgebirges, 1868, S. 695 und Geologie Bayerns, Bd. II (1891), S. 371.

Aufrichtung und Überkipfung der Schichten zusammen, ebenso wie auch die von Egger auf der Kontaktfläche mit dem Granit beobachtete Mulmschicht.

Die Deutung, welche Gümber gegeben hat, der darin nur eine lokale, durch große Unterwaschungen erzeugte Überstürzung sehen wollte, bedarf keiner Widerlegung, da, ganz abgesehen von ihrer Unwahrscheinlichkeit, Beweise dafür nicht vorgebracht worden sind. Eggers Deutung hingegen mutet ganz modern an, da die von ihm zu Hilfe genommene Pressung offenbar als eine horizontale gedacht war.

Das in Fig. 8 gegebene Profil beschränkt sich nicht nur auf Darstellung des tatsächlich Beobachteten, sondern versucht durch gestrichelte Linien auch noch die Lagerung der Schichten herab bis 40 m unter der Erdoberfläche zu erraten. Dabei ist es notwendig, gewisse Voraussetzungen zu machen, die nun zunächst besprochen werden sollen.

Der Dogger, soweit er im Steinbruch aufgeschlossen worden ist, kann noch nicht die unterste Lage der Sedimentdecke in dieser Gegend sein, weil er, abgesehen von den 0,3 m Sandstein, frei von klastischem Material ist, also keine Spuren der Meereserosion zeigt, die bei einer Transgression des Doggermeeres über ein granitisches Festland unbedingt hätte in Tätigkeit treten müssen. Da bei Straubing unter dem Jura noch Triasabsätze liegen, so kann die Möglichkeit jedenfalls nicht bestritten werden, daß die Triastransgression auch bis Voglarn gegangen ist. Von Regensburg her wissen wir, daß der Eisen-sandstein bis 25, der Opalinuston bis 10, der Lias etwa 15 und der Keuper sicher 40 m Mächtigkeit hat. Wir sind dort ebenfalls ganz am Rande des Granitgebirges und somit kann ähnliches auch bei Voglarn der Fall sein. Es ist also möglich, daß unter der horizontal gelagerten Kreide im Süden des Kalchberges außer dem weißen Jura mit 30—40 m noch 90 m ältere Sedimente liegen und erst darunter der Granit folgt. Ob die steilen Kreideplatten am Kalchberg dasselbe Alter wie die an sie anstoßenden horizontalen haben, wissen wir nicht. Möglicherweise sind sie älter — es wäre sehr wünschenswert palä-

ontologische Beweise dafür oder dagegen zu sammeln — dann wäre eine schwach geneigte Überschiebungsfäche zwischen beiden anzunehmen und der Jura unter der horizontalen Kreide könnte in einer bedeutenderen Tiefe liegen. Während der Granit im NO noch mehrere Meter über die Talsohle heraufreicht, würde er in SW danach in einer Tiefe von mindestens 50, vielleicht aber auch von 140 und noch mehr Metern zu suchen sein.

Daraus muß der Schluß gezogen werden, daß die Kontaktfläche die Bedeutung einer echten Sprungfläche hat, auf der die Jurasedimente in die Tiefe gesunken sind. Diese Verwerfungsspalte war damals vielleicht saiger oder nach SW geneigt, und erhielt ihre Neigung nach NO, mit der ich sie ins Profil eingezeichnet habe, erst später als der Granit gegen den Jura gepreßt und dabei die beim Absinken geschleppten Ränder der Juraplatte nun noch stärker umgeschlagen wurden. Da jedoch der Widerstand, den die Juraschichten leisten konnten, an deren Oberfläche sicher geringer war als in der Tiefe, so mag es gekommen sein, daß die Zerreißung auf y und damit eine schnellere und größere Bewegung in den hangenden Schichten eintrat.

5. Schlußfolgerungen.

Die Ergebnisse der vorausgehenden vier Abschnitte lassen sich kurz in einige Sätze zusammenfassen:

1. Das Liegende der Jura- und Kreidevorkommnisse in der Ortenburger Gegend ist unbekannt. Wir wissen nicht, ob der unterste Dogger, der Lias und die Trias daran in ähnlicher Weise teilnehmen, wie dies bei Straubing und Regensburg der Fall ist. Aber es ist wahrscheinlich, daß in einer gewissen Tiefe unter dem oberen Dogger, die zwischen wenigen bis etwa 100 m schwanken kann, der granitische Boden liegt, auf dem die Kreide-, Jura- und Triassedimente zum Absatz gekommen sind.

2. Diese Sedimentplatte ist längs einer südöstlich streichenden Verwerfungsspalte, die sich von Münster über Flinsbach, Lippert bis zum Kalchberg bei Unter-Voglarn verfolgen läßt,

in die Tiefeab gesunken. Soweit als diese Sedimente ursprünglich auch im NO dieser Spalte auf dem Granit des Waldgebirges ausgebreitet waren, sind sie nachträglich wegen ihrer höheren Lage der Erosion zum Opfer gefallen, während sie im Abbruchgebiet erhalten blieben und nur stellenweise die obersten Teile der Kreide oder auch diese ganz und noch oberste Teile des Juras entfernt wurden.

3. Erst nach diesem Abbruch erfolgte ein Gebirgsschub aus NO, der besonders in den oberen Teilen des Gebirges flache Zerreißungsspalten, und auf diesen Überschiebungen des Granites über die eingesunkene Juraplatte erzeugte. Zwischen Söldenau und der Donau läßt sich (s. Taf. II) die Schubweite auf 4 km berechnen. Zugleich wurden die Juraschichten an der älteren Abbruchspalte durch diese Gebirgsbewegung zusammengepreßt, aufgerichtet und sogar überkippt.

4. Nach dieser Überschiebung erfolgte in mittelmioцäner Zeit von SO her eine Transgression des Meeres, das bis über Ortenburg, aber nicht über Pleinting hinaus vordrang und seine Sedimente auf der granitischen Schubdecke und, soweit das basale Jura-Kreidegebirge noch oder wieder frei lag, auch auf diesem seine Sedimente absetzte. Ehe diese Transgression eintrat, muß derjenige Jura, welcher normal auf der granitischen Schubdecke gelegen hat, durch Erosion schon entfernt gewesen sein.

5. Da die Überschiebung jedenfalls erst nach Ablagerung der senonen Kreide, die Meeres-transgression aber nicht vor der mittelmioцänen Zeit sich ereignet haben können, so ist damit der Zeitraum umgrenzt, in den jene abtragende Wirkung der Erosion zu verlegen ist.

6. Erst nach dem Rückzug des mittelmioцänen Meeres ist der im Kapitel IV beschriebene Donauabbruch zwischen Pleinting und Regensburg eingetreten und so ist es gekommen, daß die Stirn der granitischen Überschiebungsdecke bei Ortenburg noch im ununterbrochenen Zusammenhang mit dem Rumpf der Schubmasse steht, während sie im Westen von Pleinting sich so weit in die Tiefe gesenkt hat, daß nur noch einige Spitzen derselben bei Künzing und Natternberg aus der Donau-

niederung aufragen, während sie bei Straubing in der Tiefe begraben liegt und erst durch die Unterharthofener Bohrung bei 700 m Tiefe entdeckt werden konnte.

VI. Die Keilberger Randspalte.

Die Abbruchspalte, die wir von Münster bis zum Kalchberg verfolgt haben, begleitet ohne Zweifel gegen Westen den heutigen orographischen Südrand des Waldgebirges bis Tegernheim, biegt dort aber nach Norden um, und läuft über Keilberg nach Regenstauf. Die Gleichartigkeit der tektonischen Verhältnisse, die auf dieser ganzen Strecke herrscht, scheint mir ein genügender Beweis für ihre Zusammengehörigkeit zu sein.

Mit der Teilstrecke Tegernheim-Regenstauf hat sich zuletzt Pompeckj¹⁾ eingehend beschäftigt. In Ermangelung einer zuverlässigen topographischen Karte mußte er leider darauf verzichten, seinen gründlichen stratigraphischen Feststellungen eine geologische Karte beizugeben und konnte die Erläuterung der Tektonik nur durch Profilzeichnungen geben. Er nahm an, daß die Keilbergspalte bei Tegernheim rechtwinkelig auf die Donauabbruchspalte stößt und daß sie von Tegernheim bis Irlbach rein nördlich, von da aber bis Regenstauf in nord-nordwestlicher Richtung verläuft. Er zeigte, daß die Juraschichten im Westen der Spalte bis zum Wutzelhofener Trockental starke Störungen erfahren haben, während sie weiter im Westen flach und nur wenig gestört liegen. Diese Störungen machen sich durch zahlreiche Klüfte bemerkbar, die mit Rutschstreifen bedeckt sind und die ganze Gesteinsmasse oft so zerspalten, daß sie ein breccienartiges Aussehen erlangt wie z. B. besonders am Schnaiterhof, daß Fallwinkel und Streichrichtung der Gesteinsbänke häufig wechseln, der Kalkstein durch ein enges Netzwerk von Bruchflächen zertrümmert (Keilberg) und die darin eingeschlossenen Versteinerungen in einzelne, um etwas auseinander geschobene Teile zerbrochen sind. Die sonst

¹⁾ Die Jura-Ablagerungen zwischen Regensburg und Regenstauf
Geognostische Jahreshefte 1901, XV. Jahrgang.

stets mehr oder weniger steil aufgerichteten Schichten sind am Galgenberg bei Regenstauf sogar überkippt und von zahllosen Klüften mit Rutschflächen, meist vertikal zu den Schichtflächen, durchsetzt. Die einzelnen Teile sind um kleine Strecken gegen Südwest verschoben und dabei wurden die Rutschstreifen auf den Kluftflächen erzeugt. Oft stehen diese Verschiebungsklüfte so dicht und parallel nebeneinander, daß es den Eindruck macht, als wäre der harte Werkkalk transversal geschiefert (l. c., S. 165 und 216).

Die Erklärung für diese Störungen sucht Pompeckj als eine Folge des Einsinkens der Juraplatte auf der Keilberg-Randspalte darzustellen. Die Sprunghöhe dieser Verwerfung, obwohl sie „nicht gut festzustellen ist“, schätzt er gleichwohl auf 14--1500 m. Er berechnet sie aus der Höhendifferenz zwischen dem Gipfel des Hohen Arber (1458) und der Höhe (320 m), welche am Keilberg die Basisfläche des Jura hat. Das Einsinken eines keilförmigen Rindenstückes um 1500 m, dies muß man zugeben, kann gewiß einen starken horizontalen Druck erzeugen. Pompeckj hält ihn für ausreichend, um am Keilberg (l. c., S. 74, Fig. 5) die Kürzung des 2500 m langen Querschnittes um 200 m zustande zu bringen.

Ich kann dieser Erklärung schon aus dem Grunde nicht zustimmen, weil mir die Sprunghöhe überschätzt zu sein scheint. Der Hohe Arber liegt beinahe 70 km von der Randspalte entfernt, ob über ihm die Juradecke jemals ausgebreitet lag, ist ganz unsicher und auch wenn dies der Fall gewesen sein sollte, so würde dies noch immer nicht beweisen, daß sie zur Zeit des Einbruches überall im Westen noch diese Höhe hatte. Auch wäre es denkbar, daß der Hohe Arber seine heutige Höhenlage erst durch Krustenbewegungen erlangt habe, die nach dem Juraeinbruch stattfanden. Jedenfalls aber steht es fest, daß neben der Keilberg Randspalte das Granitgebirge nirgends die Höhe von 500 m überschreitet und wenn wir die zunächst gelegene Stelle aufsuchen, wo auf diesem Granit die Sedimentdecke noch erhalten ist, dann liegt sie in einer Entfernung von nur 16 km bei Asang südlich von Nittenau in der Bodenwöhrer Bucht in einer Meeres-

höhe von 490 m. Es sind obertriasische Schichten, die in ihren Hangenden den Jura tragen. Die Auflagerungsfläche senkt sich von Asang nordwärts bis Steinberg um 90 m, und wenn wir sie mit dieser Neigung südwärts bis zum Keilberg verlängern, dann würde sie dort eine Höhe von etwa 600 m erreichen. Für die im Westen abgesunkene Juratafel ergäbe das also eine Sprunghöhe von nur ungefähr 400 m. Doch dieser Betrag gilt nur für den Keilberg. Gegen Norden muß er noch geringer werden. Denn schreitet man von Steinberg westwärts bis zur Randspalte, dann läßt sich höchstens noch eine Sprunghöhe von 160 m ausrechnen.

Ein solcher Einbruch war keinesfalls imstande, den Horizontalschub zu erzeugen, der am Keilberg nachgewiesen ist. Es kommen dort aber noch andere Erscheinungen in Betracht, die dagegen sprechen und eine andere Erklärung verlangen.

Das Vorwärtsschreiten des Abbaues in der Tegernheimer Tongrube, die gerade auf der Keilberger Randspalte liegt, hat in neuerer Zeit wichtige Aufschlüsse gebracht, die mir schon bei einem Besuche der Grube im Jahre 1908 die Überzeugung gaben, daß die tektonischen Bewegungen nicht aus einem einfachen Absinken des Jura im Westen der Spalte erklärt werden können. Ich habe deshalb diese Grube am 23. Dezember 1910 nochmals besichtigt und dabei den Grundriß und die Profile entworfen, die in Fig. 9 und 10 wiedergegeben sind. Der Grubenplan soll nur die Situation im allgemeinen geben und macht keinen Anspruch auf besondere Genauigkeit in den Horizontaldimensionen. Denn ich hatte keine anderen Meßinstrumente als den bergmännischen Kompaß bei mir.

Der Eisensandstein ist hier ziemlich mächtig, streicht N 40°—50° W und fällt mit 10—25° nach SW ein. Er liegt konkordant auf dem Opalinuston, der zur Herstellung von Zement gewonnen wird und zur Zeit in einer Mächtigkeit von ungefähr 12 m erschlossen ist. Sein Liegendes ist aber noch nicht erreicht, denn gegen NO, wo dieses zu erwarten wäre, stoßen seine Schichtköpfe an einer senkrechten Wand ab, die aus ganz steil gestellten braunen und zum Teil oolithischen, stark eisen-

haltigen Mergeln aufgebaut ist. Diese Mergel fallen zumeist mit 80° nach SW ein, aber die Grenzfläche gegen den Opalinuston steht saiger und streicht N 40° W. Sie ist also eine wirkliche Verwerfungs-kluft und das erklärt auch das Fehlen des obersten Lias, nämlich der Zone des Grammoceras Aalense. Die Versteinerungen in dem braunen Mergel verweisen nur auf die tiefere Zone des Coeloceras crassum¹⁾. Sie haben im Maximum eine Mächtigkeit von 4 m, keilen sich aber im Hintergrund der Grube ganz aus. Etwas oberhalb des Brückenpfeilers war

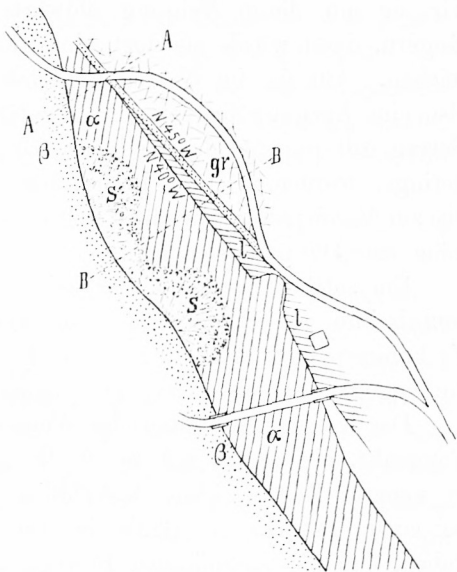


Fig. 9. Grundriß der Tegernheimer Tongrube. 1:2000. gr Granit, l oberer Lias, α Opalinuston und β Eisensandstein des unteren Dogger.

zur Zeit meines Besuches eine weitere Unregelmäßigkeit zu beobachten, die darin bestand, daß der Opalinuston mit einer etwa 15 m breiten Zunge in den Liasmergel vorsprang. Unterhalb der Brücke wurde auf der Ostseite der Grube der Opalinuston gerade an einer Stelle abgebaut, wo er bei einem Streichen von N 40° W mit 45° nach SW einfiel. Aber nach oben legten sich diese Schichten alle etwas flacher, fielen also weniger steil nach SW.

An den braunen Liasmergel legt sich auf dessen NO-Seite eine steile Wand von weißem Quarzsandstein und bunten Letten

¹⁾ Die vielen Ammonitenarten, die Pompeckj von dort beschrieben hat, wurden seinerzeit nur da gefunden, wo im Norden der Brücke behufs Anlage eines in die Grube führenden Weges das Terrain abgetragen wurde. Seitdem findet man fast nur noch Belemniten, die aber sehr häufig sind.

an, die ich nach ihrer petrographischen Beschaffenheit schon zu Trias stelle. Sie haben zusammen nur eine Mächtigkeit von bis 1 m, stehen ganz vertikal und streichen N 45 W. Im

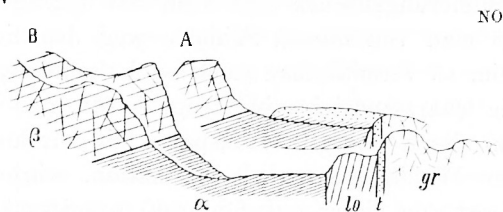


Fig. 10. Zwei Profile durch die Tegernheimer Grube bei AA und BB der Fig. 9. 1:2000.

Streichen machen sie mit dem Liasmergel einen spitzen Winkel und das ist die Ursache, weshalb sie diesen im Norden abschneiden und an dem kleinen Fahrweg, der an der Nordkante der Grube vorbei nach Keilberg führt, in unmittelbaren Kontakt mit dem Opalinuston treten.

Diese dünne Triasmasse lehnt sich mit ihrer NO-Seite an den Granit an, der sehr stark zersetzt und bisher merkwürdigerweise in der Literatur als Rotliegendes angeführt worden ist. Durch den Grubenbau ist er in einer ein paar Meter hohen Wand freigelegt, an der noch einige Fetzen des Triassandsteines kleben, die in den stark zersetzten Granit zum Teil sogar hineingepreßt sind. Auch die Grenzfläche zwischen Granit und Trias ist saiger und streicht N 45° W.

Diese Verwerfungsspalten lassen sich über die Grube hinaus mangels Aufschlüsse nicht weiter nachweisen, daß sie aber in dieser Richtung noch eine Strecke von über 200 m weiterziehen, beweisen die zahlreichen Lesestücke von Granit und weißem Quarzsandstein, die am Ausgang eines kleinen Waldtälchens halbwegs zwischen der Grube und den untersten Häusern von Keilberg herumliegen. In dem tief eingeschnittenen alten Hohlwege, der etwa 100 m östlich dieser Stelle durch den Wald in nördlicher Richtung bergauf führt, ist der Granit ebenfalls und zum Teil noch als festes hartes Gestein aufgeschlossen. Es ist von Klüften vielfach durchsetzt und macht den Eindruck eines stark gepreßten Gesteines. Weiter oben, wo sich dieser

Hohlweg gabelt, steht ein eigentümlicher Schiefer an, wobei man im Zweifel bleibt, ob er ein Einschluß im Granit oder ein durch mechanische Kräfte stark beeinflusster schieferiger Granit ist. Die Schieferungsflächen sind nach SW geneigt.

Schlägt man von diesem Schiefer weg den linksseitigen Waldweg ein, so vermißt man zunächst Aufschlüsse, bald aber liegen weiße Quarzsandsteine in Menge herum und damit hat man offenbar die Keilberger Randspalte, die wir am Ausgang jenes kleinen Waldtälchens verlassen hatten, wieder erreicht. Die Stelle liegt von dieser ungefähr 400 m entfernt und zwar gegen Norden, doch konnte ich, da mir die Katasterblätter nicht zur Hand waren, den Punkt auf der Generalstabskarte nicht genau festlegen.

Immerhin ist es sicher, daß die Randspalte, die von Tegernheim aus zuerst eine nordwestliche Richtung hatte, nun in eine ziemlich rein nördliche Richtung umgeschwenkt ist. Von den zwei weiteren Fixpunkten, die ich für die Westgrenze des Granites finden konnte, liegt der eine 150 m östlich von den nördlichsten Häusern Keilbergs da, wo ein Quellschacht einen Aufschluß gab, und der andere unweit Grünthal, wo man nach Lesestücken auf den Feldern suchen muß.

Beide Punkte liegen auf einer NS gerichteten Linie, auf deren südliche Fortsetzung auch die zwei vorher beschriebenen Punkte fallen, während deren nördliche Fortsetzung nach Irlbach führt, zwischen dem dortigen Liassteinbruch und dem östlich davon am Waldgehänge anstehenden Granit hindurch. Von Irlbach zieht sich die Randspalte nach Pompeckj in Richtung N 30 W nach Regenstauf, aber ebenfalls nicht schnurgerade, sondern in einer Zickzacklinie. Von Regenstauf nach Schwandorf ist sie zumeist unter jüngeren Ablagerungen versteckt und wo sie sich an dem Talgehänge im Westen der Naab bei Wieselsdorf wieder bemerkbar zu machen scheint, hat sie an Sprunghöhe bereits bedeutend abgenommen.

Aus all diesen Tatsachen geht unzweifelhaft hervor, daß die Schichtstörungen an der Keilbergspalte nicht der Art sind, daß sie einfach als Schleppungserscheinungen gedeutet werden

könnten, die beim Absinken des Juraplateaus an jener Spalte entstanden wären. In der Tegernheimer Grube liegt der sichtbare Lias vielleicht nur um einige Meter höher als der, welcher das nicht aufgeschlossene Liegende des Opalinustones bildet. Wie aber sollte die geringe Senkung von nur wenigen Metern imstande gewesen sein, dem geschleppten Teil eine senkrechte Schichtstellung zu geben? Warum ferner fehlt in den geschleppten Teilen der mittlere Lias und am Nordende der Grube sogar der ganze Lias? Am Galgenberg bei Regenstauf müßte die Steilstellung der gesamten Jura- und Kreideschichten dann auch als Schleppung aufgefaßt werden, aber die wirklich dort eingetretene Überkipfung bliebe dabei ganz unverständlich. Verständlich werden diese in schmalen Streifen aufgerichteten Sedimentschichten zwischen dem Granit im Osten und der Juraplatte im Westen erst durch die Annahme, daß der Granit fest gegen den Jura, nachdem dieser schon abgesunken war, herangepreßt wurde, so daß sich seine Ränder wie bei Regenstauf umstülpten und aufrichteten, und daß sodann der Granit sich auf der Verwerfungsspalte gegen Süden hinschob und dabei Teile der aufgerichteten Schichten abriß und mit sich schleppte. Also nicht als Schleppung bei vertikalem Absinken des Jura, sondern als Schleppung bei horizontaler Verschiebung des Granites auf jener Spalte deute ich diese Störungen längs der Keilberger Randkluft. Damit in voller Übereinstimmung stehen sowohl die drei nordsüd-streichenden Verwerfungen, welche nach Pompeckj im Westen der Randkluft den Keilberg durchschneiden, als auch die horizontalen Rutschstreifen, die Professor Grabau aus New-York auf einer ungefähr NS gerichteten Verwerfungsspalte im Kalk des Keilberger Steinbruches an der Walhallastraße am 28. Oktober 1910 beobachtet hat. Ich hatte ihn, da mir damals schon die Straubinger Bohrerergebnisse bekannt waren, gebeten, bei seinem Besuche dieser Gegend auf die Existenz solcher horizontaler Bewegungserscheinungen zu achten und er war so freundlich, mir diesen Fund mitzuteilen, welcher beweist, daß nicht nur auf der Randspalte selbst sondern auch im Gebiet des ganzen Keilberges solche horizontale Schleppungen

stattgefunden haben. Er entdeckte auch in der Tegernheimer Grube selbst auf einer mit Slickenside-Lage bedeckten NW-SO streichenden Kluft im Eisensandstein Rutschstreifen, die zwar nicht ganz horizontal, aber doch nur mit 13° gegen SO geneigt waren.

Es sind also auf der Westseite der Randspalte horizontale Bewegungen durch Rutschstreifen gegen SW am Galgenberg, gegen S und SO am Keilberg sicher nachgewiesen. Sie stehen in Verbindung mit den dortigen Zusammenstauchungen der Juraschichten und mit den Schleppungen auf der Randspalte, und weisen insgesamt auf einen Druck hin, der von dem Granitgebirge auf den Jura ausgeübt worden ist. Die Ursache dieses Druckes wird man wohl in der Bewegung des Granitgebirges suchen müssen, die zu der Überschiebung bei Straubing und Ortenburg führte. Der Widerstand, den die abgesunkene Juraplatte diesem Schub entgegensetzte, war im Süden längs der Donau kein unüberwindlicher und so konnte sich der Granit dort 3—4 km weit über den Jura hinüberschieben. Im Westen hingegen, wo die Randspalte mit der Schubrichtung einen spitzen Winkel bildet, führte dies zu Differenzialbewegungen, deren Richtungen zwischen SO, S, SW und W wechseln. Dem Granit gelang es dabei nicht, den Jura zu überschieben, sondern er schob ihn vor sich her, preßte ihn zu Flexuren zusammen, zerdrückte ihn zu Breccien oder zerriß ihn in Stücke und verschob die einzelnen Teile als solche.

Man kann die Spuren dieser Pressung westwärts noch über den Keilberg hinaus verfolgen. Auf der Westseite des Wurzelhofener Trockentales erheben sich zwischen diesem und dem Regental eine Reihe von Hügeln, die aus oberem Jura und Kreide aufgebaut sind. Ihre Schichten sind bei Wurzelhofen nach Pompeckj mit 5° nach WSW geneigt, während sie nach Gümbel bei Sallern mit 10° nach OSO einfallen. Sie haben also die Lage einer flachen Mulde. Man kann somit die Wirkungen des Horizontaldruckes von der Randspalte weg noch in einer Entfernung von ungefähr 5 km deutlich erkennen.

Das Alter der Keilberger Randspalte.

Zur Zeit der Überschiebung war die Randspalte schon vorhanden. Aber man kann Zweifel hegen, ob sie schon vor Ablagerung der jüngeren Kreide oder erst nachher entstanden ist. Eine sichere Entscheidung zu treffen, ist zur Zeit wohl nicht möglich. Doch sprechen verschiedene Tatsachen für ihr vorkretazisches Alter. Die Kreide liegt diskordant auf dem Jura. In der Ortenburger Gegend fehlen von dem weißen Jura meist der größere Teil bis herab zur Bimammatuszone; nur selten sind die Tenuilobatenschichten noch erhalten. Am Keilberg liegt die Kreide direkt auf dem Plumpen-Felsenkalk, in der sog. Bodenwöhrer Bucht sogar auf dem braunen Jura und im Hintergrund dieser Bucht der Reihe nach auf Lias und dann auf der Trias. Vor Ablagerung der oberen Kreide muß die Erosion somit schon große Teile des Jura entfernt haben. Die Trias und Juraschichten können somit zu Beginn der jüngeren Kreideperiode nicht mehr ganz horizontal gelegen und müssen im Osten eine höhere Lage gehabt haben, so daß die Erosion sie abtragen konnte. Die Gegend des Waldgebirges lag wahrscheinlich damals schon höher als das Jura-plateau. Es liegt nahe zu vermuten, daß es diese Höhenlage durch den Abbruch des Juraplateaus auf der Randspalte gewonnen hat, daß dieses Einsinken des Jura den vom Gebirge abfließenden Gewässern das nötige Gefälle gab zur Entfaltung einer kräftigen Erosion und daß bei zunehmendem Absinken am Rande des Waldgebirges eine Niederung entstand, deren Oberfläche schließlich tiefer zu liegen kam als der damalige Meeresspiegel. Auf einem noch unbekannten Wege drang dann das Cenomanmeer von Osten oder Nordosten her in diese Niederung ein und lagerte seine Sedimente darin ab. Die durch die Randspalte erzeugte Steilstufe wurde diesem Meere zum Ufer und es konnte nur da auch in das Gebiet des Waldgebirges eindringen, wo dasselbe durch die vorausgegangene Erosion tief genug abgetragen und damit auch die Steilstufe verwischt worden war. Das ist aber am Eingang in die Bodenwöhrer Bucht tatsächlich der Fall, denn es ist noch nicht ge-

lungen, die Keilberger Randspalte bei Schwandorf nachzuweisen, weil dort die Kreideablagerungen über sie hinweggehen und im Osten, anscheinend wenigstens, nicht höher liegen als im Westen, was doch der Fall sein müßte, wenn der Einbruch auf der Randspalte erst nach der Kreidezeit erfolgt wäre.

Für die bisher besprochenen tektonischen Ereignisse läßt sich somit folgende chronologische Reihenfolge mit einiger Wahrscheinlichkeit feststellen: während der älteren Kreidezeit entstand längs der bogenförmig verlaufenden Keilberger Randspalte eine Einsenkung, in die das jüngere Kreidemeer eindrang, nach dem Rückzuge dieses Meeres in der Tertiärzeit erfolgte die Überschiebung des granitischen Waldgebirges; in der mittleren Miocänzeit transgredierte das miocäne Meer von Osten her über den Stirnrand dieser Schubmasse im Süden der Donau nach Westen bis in die Ortenburger Gegend und nach dem Rückzuge dieses Meeres ereignete sich der Donaeinbruch zwischen Pleinting und Regensburg auf einer Verwerfungsspalte, die zwischen Pleinting und Tegernheim ungefähr parallel und dicht neben der Keilbergspalte verlief, aber von Tegernheim an gegen Westen eine andere Richtung einschlug.

VII. Die Randspalten des Oberpfälzer Wald- und des Fichtelgebirges.

Für die Keilberger Randspalte ist die bogenförmige Umbiegung am Keilberg sehr charakteristisch. Der östliche Arm des Bogens ist bis Voglarn zwar stellenweise nachweisbar, wie aus den vorausgehenden Kapiteln hervorgeht, aber sein genauer Verlauf ist unbekannt und ebenso seine Fortsetzung über Voglarn hinaus. Im allgemeinen hat er jedoch eine nordwestliche Richtung. Bei Tegernheim beginnt die Umbiegung nach Norden. Der nördliche Arm ist kurz und wird bald undeutlich. Er kann sich nicht weit über Schwandorf hinaus fortsetzen, weil er dort auf einen anderen Bogen stößt, den er nicht durchsetzt und der eine ihm so ähnliche Gestalt zeigt, daß ein ursächlicher und zeitlicher Zusammenhang beider kaum bezweifelt werden kann. Ich nenne letzteren den Freudenberger Bogen, weil seine der

Keilberger analoge knieförmige Umbiegung bei Freudenberg, im Nordosten von Amberg, liegt. Die Jura- und Triasschichten auf der Außenseite des Bogens sind eingesunken und fallen gegen den Granit und das Rotliegende auf der Innenseite ein, die jenen gegenüber gehoben erscheinen. Der südöstliche Arm des Freudenberger Bogens läuft mit dem des Keilberger Bogens parallel über Schwarzenfeld und Taxöldern in den Bayerischen Wald hinein und trifft dort auf den gleichgerichteten, in seiner Entstehung noch immer rätselhaften Pfahl, der somit die östliche Fortsetzung dieses Bogens darstellt. Der nördliche Arm ist bis zum Blauen Berg noch sehr deutlich, verliert sich aber in dem Keuper bei Schnaittenbach in ähnlicher Weise wie der Nordarm des Keilberger Bogens bei Schwandorf. Und ebenso stößt er im Norden auf einen neuen, den Freyunger Bogen. Auf dem Freudenberger Granit liegt nicht nur Rotliegendes sondern auch der Keuper, der in der orographischen Schnaittenbacher Bucht zwischen dem Freyunger und Freudenberger Bogen ebenso liegt wie wir dies von der Bodenwöhrer Bucht wissen.

Auf der Innenseite des Freyunger Bogens erhebt sich das Rotliegende, aber der tiefere Granit tritt nicht mehr zutage. Auch orographisch ist dieser Bogen als Höhenzug viel bescheidener als der Freudenberger markiert. Tektonisch sind jedoch beide ganz gleich. Auf der Außenseite fällt Trias und Jura gegen das höher liegende Rotliegende ein, das auf seiner Nordseite normal von Keuper überdeckt ist, analog wie in der Schnaittenbacher Bucht. Der südöstliche Ast dieses Bogens tritt von Freyung bis Wernberg an der Naab deutlich hervor, von dort aber verliert er sich in dem Oberpfälzer Wald. Der Nordast teilt das Schicksal der Nordäste der zwei anderen Bögen und entzieht sich bald der Beobachtung unter jüngeren Deckmassen. Gleichwohl scheint es, daß auch er auf einen weiteren, vierten, den Bogen von Grafenwöhr stößt, der sich durch das Emportauchen des Buntsandsteines bei Grafenwöhr und Eschenbach inmitten einer flachen Keuperlandschaft auszeichnet. Hier ist es also selbst dem tieferen Rotliegenden nicht mehr gelungen, an die Tagesoberfläche zu kommen. Die konvexe Stelle

dieses Bogens liegt an der Eichleite westlich von Eschenbach, der südöstliche Ast zieht sich nach Grafenwöhr. Von da ab bleibt die Fortsetzung verborgen. Vielleicht folgt sie der Heide Naab bis zum Rotliegenden bei Mantel. Es könnte aber auch sein, daß sie einen mehr westlichen Weg nach Weiden hin einschlägt. Der nördliche Ast ist deutlich nur bis zum Muschelkalk von Tremersdorf.

Bei Weiden löst sich aus dem Oberpfälzer Waldgebirge eine letzte Bogenlinie als Randspalte des Fichtelgebirges los. Sie setzt ohne Unterbrechung gegen NW fort über Kronach hinaus bis an die Landesgrenze in der Nähe von Sonneberg. In ihrem Verlauf unterscheidet sie sich wohl von den vier anderen Randspalten, aber doch ist sie niemals geradlinig, sondern aus größeren und kleineren Bogenstücken zusammengesetzt, die alle ihre konvexe Seite nach SW kehren. Auf der Innenseite liegen Granit und paläozoische Sedimente auf den Höhen, auf der Außenseite, die meist durch eine orographische Steilstufe deutlich gekennzeichnet ist, breiten sich in der Niederung die Triassedimente aus. Wie der Jura am Keilberg, so erscheint hier die Trias auf der Randspalte an den paläozoischen Massen abgesunken zu sein. Aber die Spalte selbst zeigt Verschiedenheiten. Nach den älteren Aufnahmen der geognostischen Landesuntersuchung muß man vermuten, daß die Randspalte nicht saiger steht, sondern nach NO, wenn auch ziemlich steil geneigt ist. Fast immer, wenn die Spaltenlinie auf der Karte zwei Täler quert, beschreibt sie einen gegen SW konvexen Bogen, was auf eine Neigung der Fläche in entgegengesetzter Richtung schließen läßt. Da die geologischen Karten aber keine Höhenkurven haben und auch im Maßstab viel zu klein sind, läßt sich der Fallwinkel leider nicht berechnen. Glücklicherweise hat Thürach seinerzeit an einer Stelle eine Messung vornehmen können (s. Gümbel, Frankenjura, S. 611) und schreibt darüber: „Bei Döltsch unfern Altenparkstein erscheint die Randspalte 65—70° gegen NO einfallend und der angrenzende, höher aufragende Gneis geradezu überschoben.“ Der nördlichsten und längsten Randspalte dürfte somit der

Charakter einer steilen Überschiebung als wahrscheinlich zuerkannt werden. Für die anderen Bögen liegen nach dieser Richtung entscheidende Beobachtungen nicht vor mit Ausnahme der Keilbergspalte, die wenigstens bei Tegernheim sicher ganz saiger steht.

Sämtliche Randbögen haben, wie es mir scheint, dasselbe Alter und sind das Ergebnis ein und desselben tektonischen Ereignisses, das das ganze östliche Grenzgebiet des Frankenjura während der älteren Kreidezeit betroffen hat und das zur Folge hatte, daß das jüngere Kreidemeer buchtenförmig in das Festland vordringen konnte und damit das bayerische Grenzgebirge von dem fränkischen Tafellande schied.

VIII. Die tangentialen Verwerfungsspalten.

Es ist eine merkwürdige Eigentümlichkeit, daß von den beschriebenen vier südlichen Randbögen jeweils besondere Verwerfungsspalten in ziemlich gerader Richtung nach NW da abgehen, wo der Bogen seine stärkste Krümmung macht. Sie liegen wie Tangenten an der Außenseite der Bögen und zwei derselben verlängern sich auch nach SW, ohne dabei mit den Bögen zusammenzutreten.

Die südlichste dieser Verwerfungen ist die schon beschriebene Donauabbruchspalte. Die nächste führt den Namen der Amberger Spalte. Ihre östlichsten Spuren beginnen schon in der Bodenwöhrer Bucht in geringem Abstand südlich der Pfabllinie, der sie bis zu deren Umbiegung bei Högling folgt, um dann geradeaus nach Amberg weiter zu ziehen. Von da ist sie bis hinüber zum Staffelstein am Main verfolgt worden. Die Auerbacher Spalte trennt sich von dem Freudenberger Bogen am Blauen Berg und läuft zunächst in einer mehrmals gekrümmten Linie über Vilseck und Auerbach und soll bis Lichtenfels am Main reichen. Bei Ehenfeld zweigt sich von dem Freihunger Bogen die Kirchenthurnbacher Spalte ab, die am Kutschenrain undeutlich wird. Die Bayreuther Spalte nähert sich ihr zwar von Norden her, scheint aber nicht als ihre nördliche

Fortsetzung gelten zu können, weil auf ihr die Schichten im Osten, bei der Kirchthurbacher Spalte im Westen abgesunken sind. Die Kulmbacher Spalte endlich stößt bei Tremersdorf an den Graferwöhrer Bogen an.

Für die drei südlichen dieser fünf tangentialen Spalten ist ein postkretazisches Alter sicher, für die zwei nördlichen nur wahrscheinlich. Die Donauabbruchspalte ist, wie wir schon gesehen haben, jungmiocän und jedenfalls jünger als die Straubinger Überschiebung, der ein alttertiäres Alter zukommt. Für die vier anderen tangentialen Spalten läßt sich zur Zeit eine genauere Altersbestimmung nicht durchführen, doch könnte es ganz wohl sein, daß sie mit der Überschiebung in zeitlicher und ursächlicher Beziehung stehen.

Die Überschiebung hat in der Donaugegend nicht nur eine horizontale Massenverschiebung sondern gleichzeitig auch eine vertikale Hebung des ostbayerischen Grenzgebirges hervor gebracht. Wenn man annehmen dürfte, daß der Betrag der horizontalen Bewegung gegen NW abnahm, derjenige der vertikalen aber nicht, dann würde auf den tangentialen Spalten diese vertikale Hebung erfolgt sein ohne bedeutende horizontale Pressung oder Überschiebung, und der Keilberg mit seiner starken horizontalen Pressung bei fehlender Überschiebung würde entsprechend seiner geographischen Zwischenstellung auch für die tektonischen Bewegungen eine Übergangszone darstellen.

Inhaltsverzeichnis.

	Seite
Einleitung	145
I. Die Bohrungen bei Straubing	147
II. Paläontologische Untersuchung der Bohrproben. Bericht des Herrn Dr. Dacqué	152
III. Die Beziehungen des Jura von Münster zu dem des Donau- einbruches	158
IV. Die Donauabbruchspalte	161
V. Die Ortenburger Überschiebung	163
1. Der Jura bei Zeitlarn	165
2. Der Jura bei Söldenau	167
3. Der Jura im Hausbachtälchen	169
4. Der Jura am Kalchberg bei Unter-Voglarn	169
5. Schlußfolgerungen	173
VI. Die Keilberger Randspalte	175
VII. Die Randspalten des Oberpfälzer Wald- und des Fichtel- gebirges	184
VIII. Die tangentialen Verwerfungsspalten	187

