

Geognostische Jahreshefte.

Sechzehnter Jahrgang.

1903.



Herausgegeben

im Auftrage des Kgl. Bayer. Staatsministeriums des Königlichen Hauses
und des Äussern

von

der Geognostischen Abteilung des Kgl. Bayer. Oberbergamtes
in München.



München.

Verlag von Piloty & Loehle.

1905.

Pfaff

197

Bücherverzeichnis

Nr. 16
F2-1a - ~~19~~ / B2

Bayer. Geolog. Landesamt

Bücherel

Inv. No. 1a

1 Exemplar Jahr 1972



Übersicht des Inhaltes.

	Seite
Dr. Joseph Reindl , Das Erdbeben am 5. und 6. März 1903 im Erz- und Fichtelgebirge mit Böhmerwalde und das Erdbeben am 22. März 1903 in der Rheinpfalz (Mit Kartenskizze A und B.)	1—24
Dr. Ludwig von Ammon , Der Gletscherschliff am Tegernsee (Mit 4 Textfiguren.)	25—31
Dr. Richard Bärtling , Die Molasse und das Glacialgebiet des Hohenpeissenberges und seiner Umgebung (Mit einer geologischen Karte und einer Profiltafel.) Inhalts-Verzeichnis S. 62.	33—62
Dr. Ernst Kohler , Einige Beobachtungen an Flötzverdrückungen im Saarkohlenrevier (Mit 5 Textfiguren.)	63—68
Dr. Joseph Reindl , Die Erdbeben Bayerns im Jahre 1903	69—75
Dr. Wolfram Fink , Der Flysch im Tegernseer Gebiet mit spezieller Berücksichtigung des Erdölvorkommens (Mit einer geologischen Karte 1:25 000 und 10 Textfiguren.) Inhalts-Verzeichnis S. 104.	77—104
Dr. Ernst Kohler , Über die sogenannten Steinsalzzüge des Salzstocks von Berchtesgaden (Mit 8 Textfiguren.)	105—124
Dr. Otto M. Reis , Über Palaeorbis (Mit 1 Tafel.) Tafelerklärung S. 143.	125—143
Dr. Ludwig von Ammon , Die Bahnaufschlüsse bei Fünfstetten am Ries und an anderen Punkten der Donauwörth-Treuchtlinger Linie (Mit 16 Textfiguren.)	145—184

Das Erdbeben am 5. und 6. März 1903 im Erz- und Fichtelgebirge mit Böhmerwalde und das Erdbeben am 22. März 1903 in der Rheinpfalz.

Von

Dr. Joseph Reindl.

Die Nachrichten über die Heftigkeit und die Ausdehnung beider Erdbeben waren selbst in unseren Tagesblättern so bestimmt und reichhaltig, dass wir eine nähere wissenschaftliche Untersuchung und Behandlung derselben für angezeigt hielten. Das Material, das wir hierüber teils durch eigene Erkundung und durch die Zeitungen, teils durch gütige Mithilfe der Kgl. Meteorologischen Zentralstation und beim zweiten Erdbeben vom Kgl. Oberbergamt erhielten, wurde in der Folge immer wichtiger und schien uns zuletzt bedeutsam genug, es in einem wissenschaftlichen Blatte publizieren zu können. Dass wir uns in dieser Ansicht nicht getäuscht haben, dürften die folgenden Zeilen zur Genüge beweisen.

A.

Das Erdbeben am 5. und 6. März 1903 im Erz- und Fichtelgebirge sowie im angrenzenden Böhmerwalde.

a) Erste Abteilung: Berichte über das Beben.

I. Vorbeben.

Das Hauptbeben hatte einige Vorboten, über welche Vorbeben wir nachstehendes äussern können.

Die Augsburger Abendzeitung Nr. 66 meldete, dass in den letzten vier Wochen vor der grossen Erdbebenkatastrophe am 5. und 6. März ungefähr 20 Erdstösse in der Gegend von Asch in den verschiedensten Tageszeiten wahrgenommen worden seien. Auch in der Gegend von Grasnitz wurden am 16. Februar schon Erschütterungen verspürt,¹⁾ welche sich in den darauffolgenden acht Tagen mehrmals wiederholten.²⁾ Zu derselben Zeit wurden ferner vom anstossenden Vogtlande heftige Stösse gemeldet. (Siehe Bayer. Kurier Nr. 56). Besonders stark scheint aber das

¹⁾ Augsburger Abendzeitung Nr. 68.

²⁾ Siehe Münchner Zeitung vom 26. Februar 1903 Nr. 47.

Vorbeben am 20. Februar in der Gegend von Asch gewesen zu sein. Dort erfolgte nämlich an diesem Tage abends um 10 Uhr 5 Minuten ein solcher Erdstoss, dass die Leute, die doch in Asch öfters Gelegenheit haben, Erdbeben wahrzunehmen und daher nicht so ängstlich sind, entsetzt auf die Strasse eilten. In den meisten Häusern wurde Licht gemacht. Der Stoss war so stark, dass es in allen Fugen knarrte und prasselte und die Fenster, wie vom Sturmwinde gerüttelt, klirrten. Im hochgelegenen Stadtteile Niklasberg, wo das Erdbeben am heftigsten seine Wirkung äusserte, fielen Schiefer von dem Dache eines Hauses. Die Umfriedung eines Parkes, eine Steinmauer, erhielt einen klaffenden Riss. Der Erdstoss dauerte wohl nur eine Sekunde und äusserte sich so, als ob tief unten im Keller oder unter der Erde eine grosse Mine gesprengt worden wäre. Auch der kurze dumpfe Donnerschlag, welcher mit dem ruckartigen Stosse gleichzeitig erfolgte, rief eine solche Empfindung wach. In Oberreuth, $1\frac{1}{2}$ Wegstunden von Asch entfernt, wo das Beben ebenfalls sehr heftig war, stürzte ein Teil einer Brunnenmauer ein. Selbst beim Erdbeben im Jahre 1897 in dieser Gegend soll kein Erdstoss so heftig gewesen sein wie der eben genannte.¹⁾

Nach den von uns eingezogenen Erkundigungen wurde dieser Stoss um dieselbe Zeit auch in Selb, in Markt-leuthen, Hof, Schwarzenbach, Kirchenlamitz und Wunsiedel wahrgenommen. Namentlich in Selb scheint der Erdstoss ziemlich kräftig gewesen zu sein, denn die Erschütterung wurde dort von jedermann wahrgenommen in Form eines dröhnenden Donners. Fenster klirrten, Häuser erzitterten, Fensterläden klapperten, unverschlossene Stuben- und Schranktüren fielen zu und einzelne im Bett liegende Personen wurden auf den Boden geworfen.²⁾

Auch am 24. Februar wurden in dieser Gegend gleichfalls Erschütterungen verspürt. Die Münchner Zeitung schrieb Nr. 51: Eger, 25. Februar. Die gestrigen Erdbeben im Ostfichtelgebirge und in Westböhmen waren derart heftig, dass in Asch die Schieferplatten von den Dächern fielen und viele Bewohner aus Furcht die Wohnungen verliessen und sich auf die Strasse flüchteten.

Das Münchner Tagblatt schrieb: Oberfranken, 28. Februar. Im angrenzenden Voigtland hören die Erdbeben nicht auf und werden soeben wieder deren drei aus dem Muldetale gemeldet.³⁾

Am 1., 2., 3. und 4. März wurden in Asch öfters Erdstösse wahrgenommen, die aber meistens ziemlich schwach waren und besonders auffällig nur während der Nacht verspürt wurden. Auch in Plauen und Adorf wurden am 3. und 4. März schon kleine Erschütterungen beobachtet.⁴⁾

II. Hauptbeben.

Die Hauptstösse des Bebens erfolgten am 5. und 6. März, und zwar am stärksten wieder in der Umgebung von Asch und Graslitz, sowie im Süden des Vogtlandes, hart an der bayerischen Grenze. Das pleistoseismische Gebiet lag demnach grösstenteils in Sachsen und Böhmen, und nur die bayerischen Orte Regnitzlosau, Rehau und Selb fallen noch in diesen Bezirk stärkster Erschütterung. Dieser hat die Gestalt einer von SW. nach NO. streichenden Ellipse mit der Längsachse Selb—Asch—Graslitz. Im Verhältnis zur ganzen makroseismischen Fläche ist diese Zone ziemlich klein und hat einen Flächeninhalt von nur ungefähr 450 qkm.

Die Orte stärkster Erschütterung sind:

In Asch wurden ausser zahlreichen leichteren Stössen am 5. März folgende sehr gewaltige Erschütterungen an diesem Tage verzeichnet: um 9 Uhr 37 Min., 9 Uhr 52 Min. und 10 Uhr 50 Min. abends. Am 6. März waren die Stösse am heftigsten um 6 Uhr früh und nachmittags gegen 2 Uhr. In der Nacht vom 5. auf den 6. März soll die Katastrophe geradezu schrecklich gewesen sein. In den verschiedenen Häusern verlösch bei dem Stosse um 9 Uhr 52 Min. das elektrische Licht, die Leute übernachteten aus Furcht grösstenteils im Freien, Kamine stürzten

¹⁾ Siehe Hofer Anzeiger; Augsburgsburger Abendzeitung vom 25. Februar.

²⁾ Gütige Mitteilung von den dortigen Postanstalten und Lehrern.

³⁾ Neues Münchner Tagblatt vom 6. März Nr. 65 S. 11.

⁴⁾ Gütige Mitteilung von den dortigen Postanstalten.

ein und in den Felspartien bei Haslau sind infolge des Bebens grosse Felsblöcke abgelöst worden und abgestürzt.¹⁾ In Graslitz wurden gleichfalls in der Nacht des 5. März mehrere Häuser stark beschädigt und auf dem Hausberge entstand ein weitklaffender, drei Meter breiter Erdriss. Die Mauern der Gebäude knirschten und die Dachbalken ächzten. Die erschreckten Schläfer sprangen entsetzt aus dem Bette und liefen auf die Strasse; viele waren nicht zu bewegen, in ihre Behausungen zurückzukehren und hielten die Nacht hindurch trotz der Kälte auf der Strasse aus.²⁾

Aus Markneukirchen im Vogtlande kam folgende Nachricht: „Seit gestern Abend (5. März) befinden sich die Bewohner unserer Stadt in ziemlicher Aufregung; denn die bereits aus dem Vogtlande und aus Böhmen gemeldeten Erdstösse haben derart an Heftigkeit zugenommen, dass auch weniger zaghafte Seelen Schlimmes befürchten. Nachdem gestern (5. März) nachmittags zwischen 4 und 6 Uhr bereits mehrere schwache Erdstösse sich bemerkbar gemacht hatten, erfolgte abends 9 Uhr 38 Min. ein überaus heftiger Stoss, begleitet von einem unheimlichen Rollen, der die Häuser in ihren Grundfesten erschütterte. Ich sass gerade in meinem Erkzimmer, als plötzlich ein gewaltiger, von Süd-Süd-Osten nach Nord-Nord-Westen verlaufender Ruck das ganze Haus erschütterte und ein furchtbares Krachen im Gebälk erzeugte. Diese gewaltige wogende Bewegung dauerte nur wenige Sekunden. Bestürzt eilten viele Einwohner auf die Strasse. Diesem Stosse folgte um 10 Uhr ein zweiter, der ebenfalls von einem donnerähnlichen Getöse begleitet wurde. Dieser war zwar schwächer, aber er dauerte ungefähr 40 Sekunden. Viele Bewohner getrauten sich infolgedessen fast nicht zu Bette gehen. Heute früh 6 Uhr (6. März) wurden wir durch eine ziemlich starke Erschütterung wieder unsanft aus dem Schlummer aufgerüttelt. Ein Beweis für die Heftigkeit der Erdstösse ist der, dass die Nippsachen etc. auf den Schränken umstürzten und in der Küche unseres Turmwärters die Geräte von der Wand herabfielen. Diese Bewegung hat sich heute schon öfters wiederholt, wenn auch nicht in dieser Stärke.“³⁾

In der sog. Rommersreuther Schweiz, abseits der Strasse zwischen Asch und Franzensbad, sind infolge des Erdbebens grosse Felsblöcke in die Täler gerollt,⁴⁾ und zu Adorf im Vogtland zeigten infolge der Stösse viele Häuser grosse Risse und Spalten.⁵⁾ Auch Klingenthal kann in den Kreis stärkster Erschütterung gezogen werden, denn auch hier steigerte sich die Intensität des Bebens bis zum 6. und 7. Grad der FOREL'schen Skala: Erzeugung von Rissen an der Wand und ernste Beschädigung der Häuser.

Wie schon erwähnt, gehören auch die bayerischen Ortschaften: Regnitzlosau, Rehau und Selb zur pleistoseismischen Schütterzone. Die heftigsten Stösse wurden dortselbst um $\frac{1}{2}$ 10 Uhr abends am 5., und um 6 Uhr früh am 6. März wahrgenommen.⁶⁾ In Selb scheint das Beben sich am heftigsten geäussert zu haben, denn an einzelnen Häusern dortselbst entstanden ziemlich klaffende Risse.

¹⁾ Augsburgsburger Abendzeitung Nr. 70 und Hofer Anzeiger; ferner gütige Mitteilung des Herrn Eisenbahnexpeditors STIEFENHOFER aus Bayr.-Asch-Bahnhof.

²⁾ Augsburgsburger Abendzeitung Nr. 70 S. 6.

³⁾ Siehe Augsburgsburger Abendzeitung Nr. 68 S. 6.

⁴⁾ Ebenda.

⁵⁾ Gütige Mitteilung durch die Postanstalten.

⁶⁾ Siehe: REINDL, Beiträge zur Erdbebenkunde in Bayern, Sitzungsberichte der math.-phys. Klasse vom 7. März 1903, München.

Endlich konnten wir noch folgende Orte stärkster Erschütterung ermitteln:

Ort	Zeit		Stossrichtung	Stärke des Bebens nach der FOREL'schen Skala	Dauer der Stösse
	5. März	6. März			
Bad Elster	10 abends	{ 4 früh 6 „ 2 nachm.	SW.—NO.	6	?
Brambach a. Kapellenberg	10 „	6 „	?	6	—
Schönbach	10 „	{ 6 früh 2 nachm.	—	6	je 3 Sek.
Liebenstein	{ 9 ⁴⁹ „ 10 ⁵⁰ „	{ 6 früh 2 nachm.	O.—W.	6	—
Neuberg	10 „	{ 7 früh? 2 nachm.	O.—W.	6	—
Mühlhausen	{ 10 „ 10 ⁴⁰ „	6 früh	O.—W.	6	—
Zwota	{ 9 ⁵⁰ „ 10 ¹⁰ „ 10 ⁴⁰ „	{ 6 ⁵ „ 2 nachm.	O.—W.	6—7	—
Landwüst	10 „	{ 6 früh 2 nachm.	—	6	—
Thonbrunn	10 „	6 früh	O.—W.	5—6	—
Voitersreuth	{ 9 ⁵⁰ „ 10 ⁴⁰ „	{ 6 „ 2 nachm.	SW.—NO.	6—7	—
Sohl	10 „	6 früh	SW.—NO.	6	—
Bleistadt	10 „	{ 6 „ 2 nachm.	O.—W.	6	je 4 Sek.
Wildstein	{ 10 „ 10 ⁵⁰ „	{ 6 früh 2 nachm.	O.—W.	6	—
Steingrün	10 „	6 früh	O.—W.	6	je 4 Sek.

Mittelstark wurde das Beben in folgenden Orten verspürt:

In Ölsnitz und Vogtsberg hatte man an den genannten Tagen das Gefühl, als ob der Boden sich hebe, in Brambach bei Ölsnitz wurde beobachtet, dass der Boden nach den einzelnen Stößen noch minutenlang nachzitterte.¹⁾ In diesem Orte scheint das Beben noch ziemlich stark gewesen zu sein, denn von dort wurde folgendes gemeldet: „Wir haben am 5. März 5 Uhr 50 Min., 9 Uhr 40 Min. und 9 Uhr 55 Min. Stösse gehabt, welche alle bisherigen an Stärke übertrafen. Am 6. März morgens 5 Uhr 55 Min. erfolgte aber die heftigste Erschütterung von allen: von weitem schon hörte und spürte man das Rollen im Boden, es folgte dann ein fürchterliches, donnerartiges Getöse, dem baldigst ein noch viel stärkeres folgte. Fenster klirrten, Türen wackelten u. s. w.²⁾ In Raun bei Brambach erhielt das Schulhaus lange Risse und in Schöneck trieben die unablässigen, wellenartigen Erschütterungen viele Bewohner des Nachts vom 5. auf den 6. März auf die Strasse.³⁾ In Arnoldsgrün bei Schöneck war es als ob die Häuser hochgehoben würden; der Wasserstand verschiedener Brunnen ging nach den heftigsten Stößen um etwa 10 cm zurück.⁴⁾ In Untersachsenberg bei Auer-

¹⁾ Augsburger Abendzeitung Nr. 70.

²⁾ Ebenda.

³⁾ Ebenda.

⁴⁾ Ebenda.

bach war die Erregung ebenfalls gross, da die aus Holz erbauten Häuser zu krachen begannen, die Schellengeläute in den Ställen ertönten und zahlreiche Gegenstände zur Erde fielen.¹⁾ In Treuen i. V. stürzte bei einem starken Stosse ein Kind aus dem Bette und einem Klavier wurde eine Seitenwand stark beschädigt.²⁾ In Reichenbach gerieten die im Bett ruhenden Personen in schaukelnde Bewegung, und in verschiedenen Kohlenbergwerken des Zwickauer Bezirkes fuhren die Bergleute wegen der drohenden Einsturzgefahr wieder aus.³⁾

Aus den Berichten der näheren und weiteren Umgegend von Asch geht hervor, dass das Beben nicht nur in jenen Orten verspürt wurde, die bisher wiederholt von den Erdstössen heimgesucht worden sind, sondern auch in solchen, die früher von diesem Naturereignis verschont blieben, so Franzensbad und Eger. Besonders heftig war die Wirkung des Bebens auf Antonienhöhe. In Oberreuth wurde ein Mann vom Sofa, auf welchem er schlief, in der Nacht vom 5. auf 6. März, zur Erde geschleudert. In Untersachsengrün kampierten die Leute die ganze Nacht im Freien und in mehreren Häusern dortselbst verlöschten bei dem heftigen Stosse um 10 Uhr 10 Min. abends die Lichter. In Bäringen war ein Stoss von solcher Heftigkeit, dass die Stubenvögel in den Käfigen von ihren Schlafplätzen herabgeschleudert wurden, und in Haberspirk, Bezirk Falkenau, verursachte ein gewaltiger Erdstoss ein Knacken in den Gebäuden, ein Zittern der Fenster, Schwanken der Hängelampen u. dgl. und endete mit einem gegen Süden verlaufenden, unterirdischem Rollen. Die während dieser Zeit in den Kohlengruben beschäftigten Bergarbeiter haben von diesem Naturereignis nichts wahrgenommen.⁴⁾

Auch in St. Joachimstal waren die Erschütterungen ziemlich stark, desgleichen zu Karlsbad, wo jedoch an den Quellen kein besonderer Einfluss bemerkt wurde.

Mittelstark wurde das Beben auch in folgenden Orten Bayerns wahrgenommen:

„In Markt Redwitz waren die Erdstösse derart, dass das Bahnwärterhäuschen im Frauenholz bedeutend ins Schwanken geriet.“ (Münch. N. Nachr. Nr. 112 S. 4.) Aus Konnersreuth wurde ferner berichtet: „Am 5. und 6. März wurden hier mehrere Stösse verspürt. Der erste Stoss (5. März), der um $\frac{3}{4}$ 10 wahrgenommen wurde, war so heftig, dass Tische, Stühle und Bettläden emporgeschnellert wurden. Gleich eine Viertelstunde darauf erfolgte der zweite Stoss, der zwar weniger heftig war, aber länger andauerte. Am 6. März erfolgte ein dritter Stoss, der an Heftigkeit dem ersten wenig nachstand und ungefähr $\frac{1}{2}$ Minute (?) andauerte. Ein viertes Beben wurde $\frac{1}{4}$ Stunde später vernommen. Sämtliche Erdstösse waren von einem donnerähnlichem Getöse begleitet. (Münchn. N. Nachrichten Nr. 114 S. 5). Herr Forstamtsassessor WÜNSCH aus Wiesau hatte die Güte, folgendes mitzuteilen: „Am 5. März machte sich hier ein ziemlich starkes Erdbeben, welches sich von Westen nach Osten bewegte, bemerkbar. Gegen 10 Uhr nahm ich ein Schaukeln des Stuhles, auf welchem ich sass, und ein Ächzen der Zimmertüre wahr, während meine bereits im Bette sich befindende Frau deutlich ein Schwanken der Bettstätte und das Klirren der auf der Marmorplatte des Waschtisches stehenden Waschschüsseln bemerkte.“ (M.C.St.) Herr Oberexpeditor VOGEL von Wiesau

¹⁾ Augsburger Abendzeitung Nr. 70.

²⁾ Ebenda.

³⁾ Ebenda.

⁴⁾ Ebenda.

spürte die Erschütterung am 5. März um $\frac{1}{2}$ 10 Uhr und am 6. gl. Mts. um 5⁵⁹ und $\frac{1}{2}$ 10 früh. Nach dessen Nachfragen wurde auch die Dislokation zu Tirschenreuth und Fuchsmühl bemerkt. (M.C.St.) Aus Neualbenreuth bei Waldsassen meldete man: „Wir verspürten hier am 5. März abends 9^{3/4} Uhr einen ziemlich heftigen Erdstoss, der die Fenster erklimren und Bilder etc. wackeln machte. Kurz nach 9 Uhr wiederholte derselbe sich in gleicher Heftigkeit, die Dauer war ungefähr eine Sekunde. Ein ungleich stärkerer Stoss wurde am 6. März morgens 6 Uhr verspürt. Wie einwandfreie Beobachter angaben, ging das Beben in der Richtung von Südwest nach Nordost.“ (Augsburger Abendztg. Nr. 69 S. 7). In Feilitzsch-Trogen wurden schon am 4. März früh 1 Uhr 5 Min. deutliche Stösse verspürt, die sich am 5. gl. Mts. um 9³⁴ wiederholten. Auch in Gattendorf und Unterhartmannsreuth wurden am 5. März $\frac{1}{2}$ 10 Uhr und am 6. März früh 6 Uhr Erztitterungen wahrgenommen, indem Fenster klirrten und Gebäulichkeiten wankten (Augsb. Abendztg. Nr. 66 S. 4). Aus Mitterteich kam die Meldung: „Hier wurden sowohl in der Nacht vom 4. auf 5., als auch besonders in der Nacht vom 5. auf 6. März wellenförmige Erschütterungen, begleitet von einem Rollen, ähnlich dem eines schweren Lastwagens, wahrgenommen. Besonders heftig waren die Erschütterungen am 5. ds. abends 9⁵³, 9⁵⁶ und am 6. ds. früh 6 Uhr. Auf den Möbeln aufgestellte Gegenstände gerieten ins Schwanken, die Fenster klirrten, im Bette liegend hatte man das Gefühl einer schaukelnden Bewegung, gerade als ob die Bettstelle von unten in die Höhe gehoben werde. Die Dauer der Erdstösse betrug ca. 10 Sekunden und es schien die Bewegung von Südost nach Nordwest zu verlaufen.“ (Augsb. Abdtz. Nr. 66). Lehrer LEICHS aus Maiersreuth schrieb: „In hiesiger Gegend wurden schon seit 14 Tagen Erdstösse wahrgenommen, die letzten am 5. März vorm. 2 Uhr und nachmittags 10 Uhr, am 6. März vorm. 6 Uhr. Dieselben waren beim Sitzen und Liegen bemerkbar, Gegenstände im Zimmer und an den Wänden kamen in leichte Bewegung. Begleitet waren sie von einem donnerähnlichem Geräusch.“ (Tabelle s. S. 7.)

Die Zonen mittelstarker und schwächster Erscheinung sind nicht scharf von einander abzugrenzen. Immerhin darf die in unserer Karte angegebene Einteilung im grossen und ganzen stimmen, denn wenn sich auch an einzelnen Orten, die in der Zone schwächster Erschütterung liegen, das Beben kräftiger äusserte, so muss man eben die geologische Beschaffenheit dieser einzelnen Punkte genau kennen. Grösstenteils liegen solche Orte an defekten Stellen (Verwerfungsspalten, unterirdischen Auslaugungstellen u. s. w.), weshalb sie von der Erschütterung ungleich stärker betroffen werden als manche Orte ihrer Umgebung. So liegt z. B. Straubing nach unserer Karte sogar an der äussersten Grenze schwächster Erschütterung, und dennoch war in dieser Stadt am 6. März um 6 Uhr früh ein Erdstoss so heftig, dass sogar Möbelstücke aus ihrer Stellung bewegt wurden. Da nun Straubing bekannter Weise an einer Bruchlinie liegt, wo eine Krustenbewegung viel empfindlicher wirkt als an einer nicht defekten Stelle, so ist dieses Vorkommnis leicht begreiflich. Ähnlich ist es mit noch einigen anderen Orten.

In Sachsen erstreckte sich die äusserste makroseismische Linie im Norden bis über Leipzig hinaus. Sogar aus Meissen und dem Elbtale (der sächsischen Schweiz) wurden wellenartige Erdbewegungen gemeldet, welche in den Wohnungen Bilder und Uhren aus ihrer Lage brachten, Fenster klirren und Türen aufspringen liessen. Die Stösse waren auch dort von dumpfem, unterirdischem Rollen begleitet.¹⁾

¹⁾ Münchner N. Nachr. Nr. 116 S. 2.

Mittelstark wurde das Beben noch vernommen in den folgenden Orten:

Ort	Zeit		Stossrichtung	Stärke des Bebens nach der FOREL'schen Skala ¹⁾	Dauer der Stösse
	5. März	6. März			
Schwarzenbach a/S.	10 abends	6 morgens	O.—W.	Grad 4—5	—
Wunsiedel	10 "	6 "	O.—W.	" 4	—
Höchstädt a/Th.	4 nachm. 10 abends	6 "	O.—W., teils von N. n. S.	—	—
Waldsassen	9 ¹⁵ "	6 ⁵ "	O.—W.	" 5	4 Sek.
Vordorf	2 nachm. 10 abends	6 "	—	" 4	—
Reichenau bei Waidhaus	9 ³⁵ " 10 ²⁵ "	—	NO.—SW.	" 5	—
Lichtenberg	10 "	5 ³⁰ "	O.—W.	" 4	—
Falkenberg	10 "	6 "	O.—W.	" 3	4 Sek.
Münchberg	10 "	6 "	SO.—NW.	" 3	8 Sek.
Dörflas	10 ¹⁵ 10 ³⁰ "	6 "	O.—W.	" 4	15 Sek.(?)
Schauenstein	9 ⁴⁵ , 10 ²⁰ "	6 ⁵ "	O.—W.	" 5	8 Sek.
Kirchenlamitz	10 "	6 "	O.—W.	" 5	8 Sek.
Röslau	4 nachm. 10 abends	6 ¹⁵ "	O.—W.	" 5	4 Sek.
Erbendorf	10 "	6 "	SW.—NO.	" 4	—
Hof	9 ⁵⁵ , 10 ⁰⁵ , 10 ¹⁵ a.	6 ⁵ "	SW.—NO.	" 5	8 Sek.
Naila	10 abends	7 "	S.—N.	" 5	—
Groschlattengrün	9 ⁴⁵ "	6 "	SW.—NO.	" 5	—
Floss	10 "	6 "	SW.—NO.	" 4	—
Kemnath	10 "	5 ⁴⁵ "	O.—W.	" 4	—
Martinlamitz	9 ⁴⁵ "	5 "	SW.—NO.	" 4	—
Arzberg	10 "	? "	N.—S.	" 4	—
Berneck	10 "	6 "	SO.—NW.	" 4	—
Wüstenselbitz	10 "	6 "	O.—W.	" 4	—
Steben	9 ⁴⁵ "	6 "	O.—W.	" 4	—
Gefrees	10 "	6 "	O.—W.	" 4	—
Weissenstadt	10 "	6 "	O.—W.	" 4	—
Helmbrechts	10 "	6 "	SO.—NW.	" 4	—
Oberkotzau	10 "	6 "	O.—W.	" 4	—
Schönwald	10 "	6 "	—	" 4	—
Seulbitz	10 "	6 "	—	" 4	—
Schirnding	10 "	6 "	—	" 4	—
Seussen	10 "	6 "	—	" 4	—
Alexandersbad	10 ¹⁵ "	6 ⁵ "	O.—W.	" 5	—
Leupoldsgrün	10 "	6 "	—	" 4	—
Martinlamitz	10 "	6 "	O.—W.	" 4	—
Sparneck	10 "	6 "	—	" 4	—
Köditz	10 "	6 "	S.—N.	" 4	—
Rothenbürg	10 "	6 "	—	" 4	—
Döbra	10 "	6 "	—	" 3—4	—
Issigau	10 "	—	—	" 4	—
Berg	10 "	—	O.—W.	" 4	—

¹⁾ Grad 3 der FOREL'schen Skala wird von den Menschen nur unter besonders günstigen Verhältnissen, Grad 4 aber auch mitten in der Tätigkeit beobachtet. Beben von der Intensität 5 sind schon imstande, bewegliche Gegenstände zu verschieben; der sechste Grad äussert sich im Umwerfen solcher Gegenstände und in der Erzeugung von Rissen an den Wänden und Decken der Häuser. Steigert sich die Intensität zum siebenten Grade, so werden Gebäude schon in ernstlicher Weise beschädigt und Kamine stürzen ein.

Aus Thüringen wurden noch schwache Stöße aus Zeitz, Naumburg und Freyburg (in der goldenen Aue) gemeldet.¹⁾ Aus Lobenstein schrieb man: „In verwichener Nacht (5. März), kurz nach 10 Uhr bemerkte man hier Erderschütterungen, so dass man das Getöse eines unterirdischen Donners zu hören vermeinte; auch die Fensterscheiben klirrten stellenweise. Die Erdstöße, welche die Richtung von Osten nach Westen zeigten, wiederholten sich heute (6. März) früh: es waren solche um 7 Uhr bemerkbar; am stärksten traten sie aber um 6 Uhr morgens auf.“²⁾

In Bayern konnten folgende Punkte schwächster Erschütterung ermittelt werden:

Ort	Zeit		Stossrichtung	Stärke des Bebens nach der FOREL-schen Skala	Dauer der Stöße
	5. März	6. März			
Lauenhain	9 ³⁰ abends	6 früh	—	—	—
Ludwigstadt	9 ³⁰ , 9 ¹⁵ „	6 „	O.—W.	4	—
Viechtach	—	5 ⁵⁰ „	W.—O.	3 (4?)	—
Bamberg	11 „	6 „	—	3	4 Sek.
Kronach	10 „	6 „	W.—O.	3	—
Kulmbach	—	6 „	S.—N.	3	—
Bayreuth	—	6 „	SW.—NO.	3	5 Sek.
Staffelstein	—	6 „	O.—W.	3	—
Pegnitz	—	6 „	O.—W.	3	—
Amberg	—	6 „	O.—W.	3	—
Weiden	10 „	7 „ (?)	O.—W.	3	8 Sek.
Vohenstrauss	10 „	—	S.—N.	3	—
Eslarn	—	6 „	O.—W.	3	5 Sek.
Schönsee	—	6 „	O.—W.	3	5 Sek.
Winklarn	—	6 „	O.—W.	3	—
Waldmünchen	—	6 „	O.—W.	3	—
Rötz	—	6 „	?	3	—
Schwandorf	—	6 „	?	3	—
Regensburg	—	6 „	?	3	—
Straubing	—	6 „	wellenförmig	4 (?)	—
Passau	—	6 „	?	3	—
Waldthurn	10 „	6 „	O.—W.	3	—
Troschenreuth	—	6 „	—	3	—
Lichtenfels	10 „	6 „	—	3	—
Stadt-Steinach	10 „	6 „	O.—W.	3	—
Seybothenreuth	10 „	6 „	O.—W.	3	—
Pleystein	—	6 „	SW.—NO.	3	—
Flossenbürg	—	6 „	wellenförmig	3	—
Bärnau	10 „	6 „	N.—S.	3	—
Wildenau	—	6 „	wellenförmig	3	—
Eschkam	—	6 „	„	3	—
Grafenau	—	6 „	—	3	—
Roding	—	6 „	—	3	—
Freyung	—	6 „	—	3	—
Ebnath	10 „	—	O.—W.	3	—
Immenreuth	10 „	6 „	N.—S.	3	—

¹⁾ Münchner Neueste Nachr. Nr. 116 S. 2.

²⁾ Münchner Ztg. Nr. 59 S. 7.

In Böhmen ist der westlichste Ort, der vom Beben noch betroffen wurde, wohl Tetschen.¹⁾ Für Südwestböhmen liegen keine positiven Nachrichten vor und unsere auf der Karte angegebene Zone ist in diesem Teil hypothetisch. Mies und Kladrau meldeten Herrn Stadtgeologen KNETT aus Karlsbad negativ; doch konnten wir auf telegraphische Anfrage in Prag erfahren, dass in letzterer Stadt das Beben noch schwach gespürt wurde. Da nach unseren Erkundigungen auch in Pilsen die Erschütterung vom 6. März früh 6 Uhr wahrgenommen worden ist, so glaubten wir einen Grund zu haben, die Schütterlinie schwächster Wahrnehmung so ziehen zu dürfen, wie wir sie auf unserer Karte angaben. An genauen Beobachtungen dürfte es in diesem so wichtigen böhmischen Bezirke ziemlich fehlen, weshalb zuverlässige Kräfte hiefür ferner zu erwerben wären.

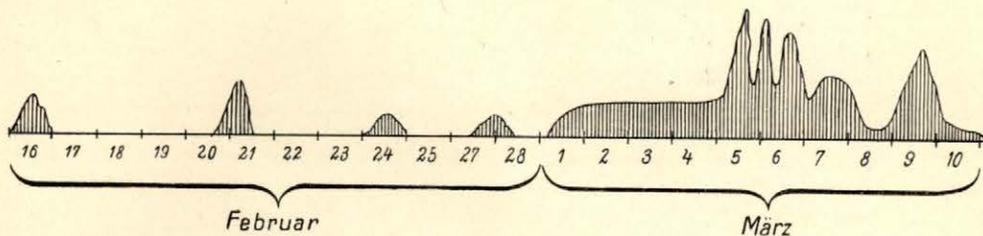
III. Nachbeben.

Über ein Nachbeben, dass sich dem Hauptbeben anschloss haben wir folgende Mitteilungen erhalten.

Auch am 7. März wurde früh 7 Uhr 20 Min. ein Erdstoss zu Graslitz wahrgenommen, den Herr Stadtgeologe KNETT, der zu geologischen Arbeiten in Graslitz sich aufhielt, als relativ kräftig bezeichnete. Am 9. März wurden ferner zwischen 3 und 4 Uhr nachm. zu Asch ziemlich heftige Erdstöße verspürt,²⁾ die auch im nahen Orte Burg sehr heftig auftraten. Dortselbst soll infolge der starken Stöße sogar ein Haus eingestürzt sein.³⁾ Auch in den darauffolgenden Tagen traten kleine Erschütterungen ein; dieselben waren jedoch unbedeutender Art und wurden nur in der Gegend von Asch wahrgenommen.

b) Zweite Abteilung: Bemerkungen und Erklärungen zu diesem Beben.

Graphisch lässt sich die zeitliche Folge des Gesamtbebens ungefähr so darstellen:



Das Gebiet schwächster Wahrnehmung bildet eine nach Südosten zugespitzte Ovale mit der Längsachse Leipzig-Passau, die in einem Winkel von 90° die Längsachsen der ellipsenförmigen Zonen stärkster und mittelstarker Erschütterung schneidet. Die Längenausdehnung des Böhmerwaldkomplexes spricht hier eine gewichtige Rolle und erklärt diese scheinbare Anomalie.

Der Flächeninhalt des makroseismischen Schütterareales beläuft sich auf ca. 66 000 qkm (Bayern: 76 000 qkm), die Länge der Ovale auf 330 und die Breite auf 260 km.

Bezüglich der Stossrichtung, von Westen nach Osten, herrscht ziemliche Übereinstimmung hinsichtlich der Zeit des Eintritts der Hauptstöße im Gebiet stärkster und mittelstarker Bewegung gleichfalls: 5. März 10 Uhr abends und 6. März 6 Uhr morgens. In der Zone schwächster Wahrnehmung wurde meistens

¹⁾ Bayr. Kurier Nr. 71 S. 3.

²⁾ Münchner Zeitung vom 11. März.

³⁾ Bayr. Kurier vom 10. März.

nur ein Hauptstoss verspürt, nämlich der um 6 Uhr früh am 6. März. Eine minutiös genaue Zeitbestimmung konnte allerdings noch nicht erzielt werden, da das Beobachtungspersonal eben noch nicht so geschult ist, dass sein erster Blick gleich an den Uhrenzeiger geheftet ist.

Der Herd des Bebens lag ohne Zweifel bei Asch, wo überhaupt der erdbebenreichste Punkt des erwähnten Schüttergebietes ist.

Über die Geschwindigkeit der Fortbewegung des Bebens konnte man aus den Angaben und Nachrichten keine sicheren Anhaltspunkte gewinnen. Ebenfalls war die Tiefenbestimmung des Epizentrums absolut unmöglich.

Bemerkenswert bei diesem Beben ist, dass die in den Kohlengruben bei Falkenau beschäftigten Bergarbeiter dieses Naturereignis nicht wahrgenommen haben,¹⁾ während die Bergleute im Zwickauer-Bergwerksrevier wegen der drohenden Einsturzgefahr wieder ausgefahren waren.²⁾ Die Quellen zu Karlsbad blieben von dem Beben, wie uns Herr Stadtgeologe KNERT mitteilte, ganz unbeeinflusst, dagegen ging zu Arnoldsgrün bei Schöneck der Wasserstand verschiedener Brunnen nach den heftigsten Stößen um etwa 10 cm zurück.³⁾

Erwähnt sei auch, dass obiges Erdbeben vom Seismographen in Leipzig registriert wurde (vom WIECHERT'schen astatischen Pendelseismometer). Da Herr Geheimrat CREDNER in den Berichten der math.-phys. Klasse der K. Sächs. Gesellschaft der Wissenschaften zu Leipzig darüber berichten wird, so sehen wir hier von einer näheren Erörterung des Seismogrammes ab.

Hoch interessant dürfte sein, dass ausser der Erdbebenstation Leipzig auch die Apparate des Münchener geomagnetischen Institutes das Vorhandensein dieser seismischen Kraft spürten, denn die magnetischen Instrumente dortselbst zeigten während dieser Zeit fortwährend einen starken Ausschlag.⁴⁾ Herr Dr. MESSER-

¹⁾ Augsburg. Abendztg. vom 9. März Nr. 68 S. 6.

²⁾ Ebenda und Augsburg. Abendztg. Nr. 70 S. 6.

³⁾ Siehe weiter oben.

⁴⁾ Wir können diese Thatsache als wichtig nicht genug betonen, denn ein Zusammenhang zwischen den Erdbeben und dem magnetischen Zustande der Erde ist heutzutage durch mancherlei Beobachtungen nachgewiesen worden. Magnetometer haben starke Störungen unmittelbar vor Erdbeben gezeigt und sind nach der Erschütterung wieder zur Ruhe gekommen. Freilich wird erst die Zukunft das Gesetz dieser Beziehungen kennen lehren, namentlich dann, wenn die Instrumente noch empfindlicher werden als sie jetzt sind. Herr Dr. MESSERSCHMIDT hat über dieses wichtige Thema bereits in unserer Arbeit: „Beiträge zur Erdbebenkunde in Bayern“, eine kleine Notiz geliefert; wir können hier nicht unterlassen, noch andere Fälle anzuführen, wo Erdbeben an den magnetischen Instrumenten sich bemerkbar machten:

Unter den älteren Wahrnehmungen dieser Art, deren Darstellung meist sehr unvollkommen und undeutlich ist, sind ganz besonders einige während des Erdbebens zu Lissabon gemachte bemerkenswert, welche wir in den schätzbaren Sammlungen über dieses Ereignis von KANT (Vermischte Schriften Bd. I S. 564, und physische Geographie Bd. II Abth. 2 S. 420) angeführt finden. Es sollen nämlich zu Augsburg am 1. November 1755 die Magnete ihre Gewichte abgeworfen haben, und die Nadeln in Unordnung geraten sein. Ebenso wurde zu Hohenems, an der östlichen Grenze der Schweiz, durch WÜCHERER zur Zeit dieses Erdbebens am 9. Dezember, an einem Magnetstabe eine Bewegung im Sinne der Inklination beobachtet, indem während einer Erschütterung von 1 Minute Dauer der Faden, an welchem dieser Stab hing, um 40° aus der Vertikalen nach Süden abgelenkt wurde. Nach ROBINSON (System of mechanical Philosophy, TW. p. 371) wurde eine grosse Störung in der Deklination der Magnetnadel von MÜLLER zu Mannheim während des Erdbebens von Calabrien bemerkt.

Mit Übergang vieler anderer ähnlicher Beobachtungen ist es wichtig, eine von A. v. HUMBOLDT anzuführen, welche beweist, dass die magnetischen Verhältnisse eines Ortes durch Erdbeben

SCHMIDT, Observator am magnetischen Institute der K. Sternwarte, überliess dem Verfasser das dortige Material zur Einsichtnahme, wofür hier der ergebenste Dank ausgesprochen wird.

Nicht unerwähnt soll endlich sein, dass auch die Kabelleitung München—Hof—Plauen—Berlin während dieses Erdbebens gestört war. Wir würden von diesem Vorkommnis keine besondere Notiz nehmen, wenn wir nicht die Gewissheit hätten, dass bei Erdbeben solche Störungen an der Tagesordnung sind. Die Münchener K. Telegraphen-Zentralstation stellte uns nämlich ihre Tagebücher, wo die Störungen der Telegraphen und Kabelleitungen aufgezeichnet werden, zur Einsichtnahme zur Verfügung, und wir ersahen daraus, dass bei Erdbeben diejenigen Kabelverbindungen fast regelmässig gestört waren, die durch das Schüttergebiet führten. Dass wir es auch hier mit magnetischen Störungen, hervorgerufen durch die Beben, zu tun haben, dürfte offensichtlich sein.

Nun zur Ursache unseres Bebens!

Es ist eine bekannte Tatsache, dass der auch jetzt noch fortdauernde Abkühlungsprozess unserer Erde Spannungen im Erdgefüge hervorruft, welche sich in horizontale und vertikale zerlegen lassen. Lösen sich diese Spannungen aus,

auf eine dauernde Weise gestört werden können (Relat. hist. IV p. 25). Am 1. November 1799 wurde die Inklination der Magnetnadel zu Cumana, vermittelt eines BORDA'schen Inklinatoriums beobachtet, zu $43^{\circ},65$ gefunden. Am 4. trat das so oft erwähnte Erdbeben ein; am 7. ward die Inklination wieder beobachtet, und sie betrug nur $42^{\circ},75$, hatte sich also um $0^{\circ},9$ verringert. Diese Verringerung war zugleich bleibend, denn im September 1800 betrug die Inklination an demselben Orte $42^{\circ},80$; sie hatte also in der ganzen Zeit noch nicht die Grösse wieder erhalten, welche sie vor dem Erdbeben besass. Die Intensität des Erdmagnetismus war übrigens vor und nach dem Erdbeben sich gleich geblieben, denn die Nadel machte beide Male dieselbe Anzahl von Schwingungen in derselben Zeit, auch die Deklination schien unverändert. Etwas ganz ähnliches führt uns derselbe Beobachter noch nach der Vergleichung seiner eigenen mit späteren Beobachtungen in dem an Erdbeben so überreichen Lima an. Er fand nämlich die Inklination im Oktober 1802 dort $9^{\circ} 59',4$, nach dem Erdbeben vom 1., 3. und 5. November aber war sie auf $9^{\circ} 12'$ (also um $47,4$) gesunken; auch schienen Veränderungen in der Intensität des Erdmagnetismus eingetreten zu sein, denn vor dem Erdbeben machte die Nadel 219, nach derselben 213 Schwingungen (POGGEND. Annal. Bd. XXV S. 351) in 10 Minuten.

Bei der Erderschütterung, welche am 19. Februar 1822 zu Paris bemerkt wurde, beobachtete ARAGO (Ann. de Chemie XIX. p. 106) auf der Sternwarte viele Unregelmässigkeiten im Gange der Deklinations-Nadel, welche besonders in Oscillationen im Sinne der Länge der Nadel bestanden und von ARAGO sogleich unbezweifelt dem Erdbeben zugeschrieben wurden.

Ebenso unzweideutig war ferner eine ähnliche Beobachtung während des Erdbebens vom 23. Februar 1828 am Rheine und den Niederlanden. In einer Kohlengrube bei Mühlheim an der Ruhr nämlich, in 480 Fuss unter der Erde, war ein Markscheider mit Messungen beschäftigt, und als er sich eine Zeitlang des Kompasses hiezu bedient hatte, ohne etwas auffallendes bemerkt zu haben, ward die Nadel plötzlich so unruhig, dass er sie nicht mehr gebrauchen konnte. Sie schwankte selbst bis volle 180° von Nord- zum Süd-Pole, auch fanden Schwingungen der Inklination nach statt. Zu derselben Zeit aber waren gerade über der Erde die Erschütterungen beobachtet worden, von welchen in Gruben niemand eine Ahnung gehabt hatte (POGGEND. Annal. XII p. 328), wiewohl gegen 2500 Personen darin arbeiteten.

Auch dem Krakatoa-Ausbruch von 1883 folgten bedeutende magnetische Störungen (RATZEL. Die Erde und das Leben S. 206).

Allerdings möchten wir hier nicht unerwähnt lassen, dass mehrere Fälle angeführt wurden, wo keine Wirkung der Erdbeben auf die Magnetnadel verspürt wurde; doch wir möchten diesem Einwande entgegenhalten, dass eben die magnetischen Instrumente in diesen Fällen nicht fein genug waren, andererseits hat es vielleicht auch an nötiger exakter Beobachtung gefehlt.

Hoffentlich wird in der Zukunft dieser wichtigen Sache grössere Sorgfalt zugewendet und es dürfte sich zeigen, dass unsere eben angeführten Beispiele nicht ohne Bedeutung sein werden.

so folgt von selbst, dass hiedurch schiebende, faltende und sinkende Bewegungen der Erdkruste entstehen müssen. Beide Bewegungen können gleichzeitig, aber auch für sich allein auftreten. Die schiebende bzw. faltende Bewegung gibt Veranlassung zu den gefalteten Gebirgszügen, wie solche vielfach beobachtet werden können; die sinkenden Bewegungen hingegen rufen Einbrüche oder Senkungsfelder hervor. Das ganze weite Gebiet südlich vom Fichtelgebirge, Frankenwald, Thüringerwald, rheinischen Schiefergebirge z. B., welches im Osten vom Böhmerwald, südlich von der Donau und westwärts vom Schwarzwald—Odenwald begrenzt ist, bildet ein solches Senkungsfeld; ebenso muss man auch die böhmische Stufenlandschaft, vor allem in ihrem nördlichen Teil, als Einbruchsgebiet ansehen. — Zur Tertiärzeit begannen, wie man aus verschiedenen Annahmen schliesst, in der heutigen schwäbisch-fränkischen Landschaft, wie auch in Böhmen Bodenbewegungen, hervorgerufen durch Spannungen im Erdinnern. Die Folge war, dass senkrecht zur Spannungsrichtung Spalten und Brüche entstanden, die endlich ein Absinken der betreffenden Erdschollen zur Folge hatten. Während des Einsinkens fingen aber auch die vulkanischen Eruptionen an, welche in erster Linie durch den Druck der niedersinkenden Massen veranlasst wurden. Andererseits boten ebenso die vielfachen Spalten dem feurigflüssigen Material den bequemsten Weg zum Aufsteigen.¹⁾

Die vulkanische Tätigkeit in diesem Gebiete war jedoch in der Diluvialzeit bereits erloschen, allein die Kräfte, welche ehemals die Schichten von Franken und Böhmen zum Einsinken brachten, dauern noch heute fort, wenn auch ungleich schwächer als in der Tertiärzeit. Ob nicht das Erzgebirge sich sogar etwas

¹⁾ Die äussersten Spuren im Osten sind Basaltkuppen bei Oppeln, Schweidnitz, Liegnitz und Goldberg, welche die Verbindung der mitteldeutschen vulkanischen Zone mit den vulkanischen Gebieten südlich der Karpaten (Matragebirge) herstellen; tertiäre Eruptivgesteine beobachtet man indes von Schlesien aus bis nahe an den Kamm des Riesengebirges (Basaltgänge an den Schneegruben) und vor allem im Lausitzer Gebirge. Die Hauptmenge dieser Berge sieht man aber vor allem zu beiden Seiten der Elbe, nördlich von der Stelle, an welcher die Eger einmündet; hier finden sich die imposantesten glockenförmigen Dome ausgebildet, wie wir als solchen ersten Ranges den prächtigen Milleschauer beispielsweise anführen können. Der Basalt hat in dieser Gegend die obere Kreide- und untere Braunkohlenformation des böhmischen Beckens durchbrochen und sich manchmal decken- oder stromartig auf dem unterliegenden Gestein ausgebreitet. Doch nicht nur hier, sondern fast überall westlich gewahrt man ähnliche Erscheinungen; dieselben finden an der bayerischen Grenze mit dem merkwürdigen Schlackenberge Kammerbühl zwischen Franzensbad und Eger ihren Abschluss.

Nun folgen auf bayerischem Grund die Basaltkuppen des Reichsforstes, vor allem der charakteristische Plössberg oder Roskopf und weiter aus der fernen Triasebene aufsteigend gewissermassen als Vorposten des Fichtelgebirges die ebenfalls basaltischen Kuppen des Rauhen Kulms und des Armannsberges.

Durch die gleichfalls isolierten Basaltberge der Heldburg, des Dolmars und der Gleichberge wird eine Verbindung mit der durch und durch vulkanischen Rhön hergestellt, von wo aus die vulkanische Reihe fast ununterbrochen bis zur hohen Eifel streicht.

Nicht immer kennzeichnet sich hier aber die vulkanische Eigenschaft durch zahlreiches Auftreten von Basalthöhen, sondern vielfach sind es andere Erscheinungen, welche die Vermittlungsrolle übernehmen. Ausser den weniger auffallenden Dingen müssen vor allem die heissen Quellen, wie wir sie am Südfusse des Riesengebirges (Warmbrunn, Reinerz), am Südabhang des Erzgebirges (Teplitz und Karlsbad), am Südabhang des Taupus (Wiesbaden) treffen, und die Kohlensäure enthaltenden Gewässer zu Alexandersbad, Kissingen, Selters, Ems etc., sowie endlich die Kohlensäurequellen des Brohltales genannt werden.

Diese ganze vulkanische Tätigkeit muss, weil sich hier untergeordnete Erscheinungen, wie Gasquellen, Erguss gashaltiger Wasser, heute noch lebhaft äussern, verhältnismässig jung sein; man hat aus verschiedenen Gründen geschlossen, dass sie der tertiären Zeit angehört.

hebt? In diesem Gebiet findet nämlich fortwährend ein seitliches Schieben und Drängen statt, und wo die Spannung in den starren Massen zu gross wird, bersten diese und an vorhandenen Bruchstellen verschieben sie sich um ein Geringes. (Daher vielleicht das kanonenschussartige Getöse bei Erdbeben?)

Herr Stadtgeologe KNETT hatte die Güte, zu meiner Erklärung noch folgenden Zusatz zu geben:

Er rechnet dies eben erwähnte Erdbeben zu dem Schwarmerdbeben. Solche Erdbeben wiederholen sich nach ihm in diesem Gebiete periodisch (1552, 1627, 1701, 1770, 1824 und 1897) und lassen sich erklären durch den von Südosten her auf das böhmische Massiv wirkenden Druck der Alpen. Dem Erzgebirge im Nordwesten komme dabei die Rolle eines seismischen Akkumulators zu; es kann die fremden Druckkräfte eine Zeitlang aufspeichern und gibt nach erreichter Spannungsgrenze sodann die aufgestapelte Energie nicht als einzigen verderblichen Stoss, sondern nach und nach als Schwarmbeben von sich, worin ein glücklicher Umstand liege.

Der Intermittenzcharakter des oben behandelten Bebens erweise sich als dem vom Jahre 1897 und 1824 analog und der 5., 6., 7. März 1903 entspreche dem 6., 7., 8. November 1897, bezw. 18., 19. und 20. März 1824. (Die betreffende Original-Publikation KNETTS, worin derselbe zuerst auf die Analogien zwischen Stosshäufigkeit und Stärkeverteilung der erzgebirgischen Schwarmbeben aufmerksam machte, befindet sich im „Lotos“ Bande vom Jahre 1899 Nr. 5 S. 1—25. Prag 1899.)

Das nächste periodische Schwarmbeben wäre nach KNETT erst zwischen 1950 und 1975 zu erwarten gewesen. Dass sich aber schon 1900 und 1901 neue Bebenschwärme einstellten, die KNETT als „spontane“ bezeichnet, bildete die erste Komplikation.

KNETT neigt auch der Ansicht zu, dass sich zwischen der Zwodau-Elsterlinie eine das Vogt- und Egerland verbindende, quer zum Streichen des Erzgebirges gerichtete Senkung vorbereitet, die sich erst nach Jahrtausenden verwirklichen werde. Ein solcher tektonischer Vorgang gehe anfangs ganz allmählich vor sich und eine Senkung von nur 1 cm müsse schon bedeutende Stösse für die Bewohner der Erdoberfläche mit sich bringen.

In dem Umstande, dass sich das Intermittieren des letzten Bebenschwarmes mit dem der bisherigen periodischen Schwarmbeben im Erzgebirge deckt, liegt die zweite Komplikation, wodurch sich nun die ganze Erscheinung zu einer gänzlich verwickelten gestaltet.

B.

Das Erdbeben in der Rheinpfalz am 22. März 1903.

Die östliche Hälfte der Rheinpfalz war schon öfters der Schauplatz seismischer Vorkommnisse. Geschichtliche Aufzeichnungen darüber kamen aus den Jahren: 838, 1570, 1601, 1624, 1626, 1642, 1728, 1731, 1755, 1776, 1784, 1785, 1786, 1787, 1789, 1802, 1822, 1825, 1837, 1839, 1858, 1871, 1873, 1878, 1879, 1880.¹⁾ Auch in diesem Jahre, am 25. und 26. Januar 1903, war schon ein ziemlich starkes und ausgedehntes Erdbeben in der Pfalz, das sogar an den Apparaten des geomagnetischen Institutes in München deutlich wahrgenommen wurde.²⁾ Noch kräftiger als dieses zuletzt erwähnte Erdbeben war das vom 22. März ds. Js., das infolge seiner starken Erschütterung die Bewohner in diesem Gebiete in besondere Furcht und Angst versetzte, was mithin auch der Grund sein dürfte, dass so viele Meldungen und Nachrichten hierüber bekannt wurden. Ausser unseren Tageszeitungen, die hievon ein sehr wertvolles und grosses Material brachten, lieferten auch zahlreiche Beamte, Lehrer und Privatpersonen dem Verfasser gediegene Beiträge; ebenfalls stellte ihm Herr Professor Dr. ERK, Direktor der Münchener Meteorologischen Zentralstation, die in dieser Station eingelaufenen darauf bezüglichen Berichte gütigst zur Verfügung, worüber gleich hier an dieser Stelle der ergebenste Dank ausgesprochen wird. Zugleich dankt der Verfasser auch aufs Wärmste Herrn Oberbergat Dr. LUDWIG v. AMMON, der an sämtliche Forstämter der Südostpfalz Erdbeben-Fragebogen ergehen liess und diese nach erfolgter Ausfüllung durch die Empfänger dem Verfasser zur Verarbeitung übergab. Endlich fusst unsere Abhandlung auch auf gütige Mitteilungen von seiten Herrn Professors LEUTZ am mineralogischen Institut in Karlsruhe, worüber wir von dem vom Erdbeben betroffenen badischen Ortschaften informiert wurden und für welche Mitteilungen auch hier der ergebenste Dank ausgesprochen sei. Der Einfachheit wegen zitieren wir im folgenden nur in Abkürzungen, und zwar in der Weise: Münchener Neueste Nachrichten: N. N.; Münchener Zeitung: M. Z.; Augsburger Abendztg.: A. A.; Pfälzer Presse: Pf. P.; Landauer Anzeiger: L. A.; Pfälzer Kurier: Pf. K.; Rheinisches Volksblatt: Rh. V.; die Gegenwart: G.; K. Oberbergamt: O. B.; K. Meteorolog. Zentral-Station: M. Z. S.; Mineralogisches Institut in Karlsruhe: M. I. K.

I. Teil. Berichte über dies Beben.

Nach den zahlreichen Mitteilungen, die uns zuzugingen, hatte auch dieses Beben, wie die meisten ähnlicher Ereignisse, ein Vorbeben. Zu Minfeld wurde schon anfangs Februar eine Serie von 4—5 Erschütterungen wahrgenommen,³⁾ desgleichen zu Winden⁴⁾ und zu Kandel.⁵⁾ Das Hauptbeben erfolgte jedoch erst am 22. März, dem eine kleine Vorphase am 21. März vorausging. Am letztgenannten Tage (21. März), wurde nämlich schon 8 Uhr früh zu Rohrbach ein leichter Stoss wahrgenommen, der ohne Schaden verlief.⁶⁾ Am gleichen Tage erfolgten auch Erdstösse um $\frac{3}{4}$ 8 Uhr abends zu Kandel, die zu gleicher Zeit auch in Rohrbach verspürt worden sein sollen.⁷⁾

Am 22. März erfolgten kleine Erschütterungen:

Früh 1 Uhr — zu Kandel,⁸⁾
 „ 2⁰³ „ — zu Hagenbach,⁹⁾

¹⁾ Siehe: Die Erdbeben der geschichtlichen Zeit im Königreiche Bayern von Dr. Jos. REINDL. (Die Erdbebenwarte, Nr. 11 und 12, II. Jahrg. 1903. Laibach.)

²⁾ Siehe: „Beiträge zur Erdbebenkunde in Bayern“ von Dr. Jos. REINDL. (Sitzungsber. der math.-phys. Klasse der K. bayr. Akademie der Wissenschaften zu München. Jahrg. 1903. 7. März.

³⁾ Rh. V. Nr. 69.

⁴⁾ Ebenda Nr. 69.

⁵⁾ G. Nr. 69 vom 23. März.

⁶⁾ L. A. Nr. 70 S. 3 vom 24. März.

⁷⁾ L. A. Nr. 75.

⁸⁾ Ebenda.

⁹⁾ Pf. K. Nr. 69.

- Früh 3 Uhr — zu Teutschenreuth und Hagenbach,¹⁾
 „ 4 „ — zu Landau,²⁾ Offenbach a. Queich,³⁾ Ottersheim, Knittels-
 heim und Bellheim,⁴⁾
 „ 5¹⁵ „ — zu Kandel,⁵⁾
 „ 5⁵⁰ „ — zu Wörth a/Rh.⁶⁾

Der Hauptstoss des Gesamtbemens erfolgte kurz nach 6 Uhr, wahrscheinlich zwischen 6 Uhr 5 und 6 Uhr 8 Min. Dieser Stoss wurde in der ganzen Südostpfalz und in einem kleinen Gebiet Badens verspürt, wie auf unserem beigegebenen Kärtchen ersichtlich ist. Das pleistoseismische Gebiet bildet hier eine Längs-Ellipse, deren Achse von NW. nach SO. streicht. Das Beben erreichte daselbst die Stärke 6 und 7 der FOREL'schen Skala: Starke Beschädigung der Häuser, Umwerfen der Gegenstände und Erzeugung von Rissen an den Wänden und Decken der Häuser. Am kräftigsten war das Naturereignis ohne Zweifel in der Gegend von Kandel. Die Münchener Neuesten berichteten hierüber: „Das gestern früh 6 Uhr in verschiedenen Orten der Pfalz beobachtete Erdbeben ist am stärksten in Kandel aufgetreten, dort versetzte ein von mächtigem unterirdischen Rollen begleiteter Erdstoss von gewaltiger Heftigkeit die Bewohnerschaft in Angst. Eine grosse Anzahl Schornsteine sind eingestürzt, Mauern und Zimmerdecken zeigen Risse, der Verputz an Wänden und auf Dächern wurde mehrfach herabgeworfen, fast in jedem Hause findet man Spuren der Katastrophe.“⁷⁾ Ebenso stark wie in Kandel wurde die Erschütterung zu Langenberg im Bienwalde verspürt. Der Hauptstoss erfolgte dortselbst um 6¹⁰. Herr Forstmeister PUSTER schrieb darüber folgendes: „Ich war eben aus dem Schlafe erwacht; da plötzlich ein Donner, Krachen, Knirschen, dass ich gelähmt war. Ich hatte das Gefühl, als ob das alte Forsthaus von der Nordseite her durch ein Riesengewicht zu Brei auseinander gedrückt würde. Dann folgte die Schaukelbewegung wie bei einem Schiffe und zwar schätzte ich die Erhebung und Senkung auf 0,5—0,6 m. Fenster und Türen klirrten und auf dem Waschtische tönnten die Gläser noch nach, als der die Senkung beendende Stoss schon vorüber war. Auf dem Büffet fielen schräg gestellte Zinnteller um, der Kalk fiel von den Plafonds und die Zimmerwände in der Nordostecke des Hauses zeigen klaffende Risse auf die ganze Breite des Forsthauses. Die Dauer des Hauptstosses schätzte ich auf 6 Sekunden.“ Den Intensitätsgrad 7 erreichte endlich das Beben noch zu Pfortz- und Billigheim, wo gleichfalls mehrere Kamine einstürzten.

Grad 6 der FOREL'schen Skala wurde in nachstehenden Orten erreicht:

Sieboldingen, Insheim, Herxheim, Hayna, Erlenbach, Minfeld, Ilbesheim, Mörzheim, Klingenheim, Jockgrim, Wörth a/Rh., Hagenbach, Neuburg a/Rh., Sondernheim, Leimersheim, Maximiliansau, Rhein-zabern, Offenbach, Hatzenbühl, Neupfotz, Büchelberg, Freckenfeld, Hergersroth, Ingenheim, Mühlhofen, Mühlheim, Appenhofen, Wollmes-heim, Godramstein, Nussdorf, Queichheim, Erlenbach, Dammheim,

¹⁾ L. A. Nr. 75.

²⁾ G. Nr. 69.

³⁾ Pf. K. S. 69.

⁴⁾ L. A. Nr. 69.

⁵⁾ L. A. Nr. 75.

⁶⁾ O. B.

⁷⁾ M. N. Nr. 141 S. 4.

Teutsch- und Welsch-Neureuth, Knielingen und Mühlberg sowie Eggenstein.

Die Zone mittelstarker Erschütterung (FOREL'sche Skala 4 und 5) bildet gleichfalls eine von NW. nach SE. streichende Ellipse, deren Hauptachse mit jener der pleistoseismischen Zone zusammenfällt. Eine Fläche von 800 qkm einnehmend, liegt auch ihr Hauptgebiet in der Rheinpfalz, doch greift im Südosten ein kleiner Teil ihrer Schütterlinie auch in das nahe Elsass über, desgleichen nach Baden. Der Hauptstoss wird gleichfalls kurz nach 6 Uhr verspürt, doch scheint derselbe im Osten etwas später wahrgenommen worden zu sein als im Westen. Die Zahl der bayer. Ortschaften, die das Beben mittelstark verspürten, ist sehr gross. Hieher gehören: Ramberg, Eusserthal, Gräfenhausen, Annweiler, Dernbach, Weyher, Rhodt, Edenkoben, St. Martin, Alsterweiler, Maikammer, Kirrweiler, Hainfeld, Edesheim, Venningen, Altdorf, Böbingen, Freimersheim, Burrweiler, Gleisweiler, Essingen, Walsheim, Freisbach, Weingarten, Westheim, Germersheim, Zeiskam, Nieder- und Oberhochstadt, Knittelsheim, Bellheim, Ottersheim, Sondernheim, Hoerdt, Queichhambach, Albersweiler, Birkweiler, Bindersbach, Leinsweiler, Völkersweiler, Waldrohrbach, Silz, Münchweiler, Klingenstein, Pleisweiler, Gleiszellen, Blankenborn, Birkenhördt, Bergzabern, Kapellen, Oberhausen, Dörrenbach, Oberotterbach, Dierbach, Schweigen, Schweighofen, Kapsweyer, Steinfeld, Niederotterbach, Schaidt, Vollmersweiler, Scheibenhardt, Berg.

Hieher gehören auch die Elsässer und Badischen Orte: Lauterburg, Au a/Rh., Karlsruhe, Leopoldshafen, Linkenheim, Forchheim, Mörsch, Grünwinkel, Daxlanden.

Beben von der Intensität 3 gehören schon zu den schwachen Erschütterungen (FOREL'sche Skala 3) und werden von den Menschen nur unter besonders günstigen Verhältnissen beobachtet. Hierüber haben wir zahlreiche Beispiele, sodass wir imstande waren, auf unserer Karte auch eine darauf bezügliche Zone einzeichnen zu können. Auch dieses Gebiet hat die Ellipsenform und eine von NW. nach SO. streichende Achse. Trippstadt und Ettlingen dürften wohl die beiden Endpunkte dieser Achse sein. Am Schwarzwaldmassiv hat sich die Bebenwelle scheinbar gebrochen, denn Herr Prof. LEUTZ konnte aus diesem Horstgebiete keine Bebenorte ermitteln. Die uns bekannten vom Beben schwach betroffenen Orte aus der Pfalz, aus dem Elsass und aus Baden sind: Trippstadt, Elmstein, Lambrecht, Neustadt a/H., Hambach, Speyerdorf, Lachen, Duttweiler, Diedesfeld, Geinsheim, Gommersheim, Schwegenheim, Germersheim, Lingenfeld, Mechtersheim, Leimen, Hofstätten, Rinntal, Wilgartswiesen, Hinterweidenthal, Hauenstein, Dahn, Erfweiler, Bruchweiler, Dimbach, Oberschlettenbach, Vorderweidenthal, Niederschlettenbach, Böllenborn, Bobenthal, Weissenburg, Steinmauern, Oetigheim, Bietigheim, Elchesheim, Ettlingen, Durmersheim, Beiertheim, Rüppurr, Liedolsheim, Russheim, Guttenheim, Rheinsheim, Philippsburg, Oberhausen.

Bezüglich der Zahl der Hauptstösse, der Stossrichtung derselben, ihrer Dauer u. s. f. gehen die Angaben der Beobachter ziemlich auseinander. Wir halten es deshalb für angezeigt, die Resultate hierüber in folgender Tabelle wiederzugeben:

Ort	Zahl der Hauptstöße	Dauer derselben	Richtung derselben	Zeit der Wahrnehmung	Standpunkt des Beobachters
1. Kandel	2	je 3 Sek.	N.—S.	kurz n. 6 U.	
Kandel	3	„ 3 „	S. n. N.	6 ¹⁰	
Kandel	2	„ 4 „	S. n. N.	6 ⁵	
Kandel	2	„ 2 „	W. n. O.	6 ⁵	2. Stock
2. Minfeld	—	„ 6—8 „	—	kurz n. 6 U.	
3. Hagenbach	1	„ 2 „	W.—O.	6 ⁰⁸	
4. Rohrbach	4	„ 4—5 „	O.—W.	6 ⁰⁸	1. Stock
5. Winden	4	—	—	6 ⁰⁸	Hofraum
6. Oberrotterbach	1	—	S.—N.	6 ¹⁵	im Freien
7. Birkweiler	1	„ 4—5 „	S.—N.	kurz n. 6 U.	
8. Wörth	—	„ 5—6 „	S. n. N.	5 ⁵⁷	Erdgeschoss
Wörth	2	„ 2—3 „	O.—W.	kurz n. 6 U.	
Wörth	1	—	W.—O.	5 ⁵⁰	
9. Maximiliansau	3	„ 4—5 „	—	kurz n. 6 U.	
10. Bergzabern	—	„ 2 „	O.—W.	6 ⁵	1. Stock
11. Lindelbrunnerhof (Forsthaus)	1	—	—	6 ³	1. „
12. Birkenhördt	1	—	S.—N.	kurz n. 6 U.	2. „
13. Silz	1	„ 2—3 „	O.—W.	6 ¹⁰	1. „
14. Sondernheim	3	—	W.—O.	6 ⁰⁸	1. „
Sondernheim	1	—	—	6	1. „
15. Leimersheim	2	„ 3 „	N.—S.	6 ⁵	Erdgeschoss
16. Forsthaus Heldenstein bei Edenkoben	1	„ 2 „	—	6 ¹⁵	2. Stock
17. Forsthaus Scheibenhardt	—	„ 3—4 „	S.—N.	6	1. „
18. Forsthaus Bienwaldmühle	—	„ 3 „	NO.—SW.	6	Erdgeschoss
19. Schaidt	1	„ 2 „	S.—N.	6 ⁰⁵	1. Stock
20. Forsthaus Langenberg	1	„ 3—4 „	S.—N.	6 ⁰⁵	im Hofraum
21. Langenberg	1	—	NW.—SO.	6 ¹⁰	im Haus, 1.St.
22. Büchelberg	1	„ 1—2 „	S.—N.	6	1. Stock
23. Kapsweyer	1	„ 4 „	SW.—NO.	6 ¹⁰	2. „
24. Bobenthal	—	„ 1—2 „	—	6 ³	2. „
25. Forsthaus Erzgrube b. Niederschlettenbach	—	„ 1½ „	—	6	im Freien
26. Hayna	2	„ 2—3 „	S.—N.	kurz n. 6 U.	1. Stock
27. Herxheim bei Landau	—	—	S.—N.	„ „ 6 „	1. „
28. Freckenfeld	3	„ 3 „	—	„ „ 6 „	1. „
29. Annweiler	2	„ 4—5 „	O.—W.	6 ⁸	Erdgeschoss
30. Rinnthal	1	—	—	6 ¹⁵	Parterre
31. Forsthaus Annweiler im Pfälzerwald	1	—	—	6	„
32. Bindersbach	—	—	—	—	—
33. Wilgartswiesen	1	„ 5 „	N.—S.	6 ¹⁵	Parterre
34. Eusserthal	1	—	SW.—NO.	kurz n. 6 U.	1. Stock
Eusserthal	—	einige Sek.	—	6 ⁸	
Eusserthal	1	—	—	6 ⁸	} 2. „
Eusserthal	1	—	—	6 ⁸	
35. Büchelberg	4	je 2 Sek.	S.—N.	6 ¹⁰	
36. Edenkoben	—	—	—	6 ⁹ —6 ¹⁰	
Edenkoben	—	—	—	6	Erdgeschoss
37. Edesheim	2	—	—	6, 6 ¹⁵	1. Stock
38. Essingen	2	—	—	6 ⁷ , 6 ⁸	Erdgeschoss

Ort	Zahl der Hauptstöße	Dauer derselben	Richtung derselben	Zeit der Wahrnehmung	Standpunkt des Beobachters
39. Schwarzbach b. Elmstein	—	einige Sek.	—	$\frac{1}{7}$	1. Stock
40. Impflingen	—	1 Min. (?)	—	$\frac{1}{27}$?	—
41. Neustadt a/H.	2	—	—	6	1. Stock
42. Rheinzabern	2	—	SW.—NO.	6^{30}	—
Rheinzabern	2	8—10 Sek.	SW.—NO.	kurz n. 6 U.	Freien (Hofr.)
43. Klingenmünster	2	3—4 „	S.—N.	„ „ 6 „	—
44. Billigheim	—	—	O.—N.	„ „ 6 „	im Freien
45. Birkweiler	1	4—5 „	S.—N.	„ „ 6 „	1. Stock
46. Steinfeld	2	—	—	„ „ 6 „	1. „
Steinfeld	1	—	—	„ „ 6 „	—
47. Lauterburg	1	2 „	W.—O.	„ „ 6 „	—
48. Weissenburg	1	2 „	W.—O.	„ „ 6 „	—
49. Karlsruhe	2	4 „	—	6, 6^{30}	—
50. Mühlburg	2	4 „	—	6^{10}	im Freien
51. Leimen	1	—	wellenförmig	kurz n. 6 „	—
52. Weingarten	1	—	—	„ „ 6 „	1. Stock
53. Maikammer	1	—	W.—O.	6^5	—
54. Arzheim	2	3 „	W.—O.	6^8	im Freien
55. Nussdorf	2	—	O.—W.	6^5	—
56. Hainfeld	1	—	—	kurz n. 6 „	1. Stock
57. St. Martin	—	—	O.—W.	6	—
58. Münchweiler	1	—	N.—S.	6	—
59. Schindhard	—	—	O.—W.	6	im Freien
60. Oberlustadt	2	3 „	SW.—NO.	6^{05}	—
61. Niederlustadt	2	—	—	6	im Freien
62. Kuhardt	3	4—5 „	O.—W.	$\frac{1}{7}$	1. Stock
63. Oppenhofen	4	4—5 „	O.—W.	kurz n. 6 „	—
64. Eschbach	—	$\frac{1}{2}$ Min. (?)	SW.—NO.	„ „ 6 „	—
65. Waldrohrbach	1	—	—	„ „ 6 „	—
66. Wernersberg	2	—	O.—W.	5^{50}	Erdgeschoss
67. Queichheim	1	8—10 Sek.	N.—S.	kurz n. 6 „	1. Stock
68. Gräfenhausen	2	—	SW.—N.	„ „ 6 „	—
69. Pleisweiler	2	—	O.—W.	6^{10}	1. Stock

Dem Hauptstöße um 6^5 — 6^{10} am 22. März folgten noch mehrere Erschütterungen im Laufe dieses Tages. Wir erhielten hierüber folgende Nachrichten:

In Impflingen wurde auch früh 7 Uhr ein Stoss verspürt, der eine Minute(?) dauerte;¹⁾ desgleichen zu Kandel, wo mehrere, aber ganz schwache Erschütterungen stattfanden.²⁾

Zu Kandel wurden gegen $\frac{1}{2}$ 10 Uhr weitere Stöße wahrgenommen,³⁾ die sich gegen $\frac{1}{2}$ 2 Uhr nachmittags wiederholten.⁴⁾

Nachmittags 2 Uhr war das Nachbeben wieder ziemlich heftig. Die Münchener Neuesten Nachrichten schrieben darüber (Nr. 138): „Kaiserslautern:

¹⁾ M. N. Nr. 188.

²⁾ Pf. K. Nr. 69.

³⁾ Pf. K. Nr. 69.

⁴⁾ Ebenda.

Gestern morgens 6 Uhr und nachmittags 2 Uhr wurden im südlichen Teile der Vorderpfalz von Landau bis Winden und Wörth beinahe in sämtlichen Orten so starke Erdstöße verspürt, dass die Leute erschreckt ins Freie eilten, da sie das Einstürzen der Häuser befürchteten.“ Thatsächlich war der Erdstoss in Pfortz um 2 Uhr nachmittag so stark, dass ein Schornstein einstürzte.¹⁾ Aus Teutschenreuth wurde mitgeteilt, dass wenige Minuten vor 2 Uhr mittags ein Erdstoss vernommen wurde, der ungefähr 8 Sekunden dauerte. In der Kirche war gerade Konfirmandenprüfung. Die Bänke gerieten in Schwanken und die Fenster zerbrachen, sodass die Menge auf die Strasse floh. Auch in dem benachbarten Knielingen wurden starke Erdstöße verspürt und spielten sich ähnliche Szenen in der Kirche ab.²⁾

Ein Bericht aus Karlsruhe sagt: Ein in der dortigen Friedrichsstrasse wohnender Herr sei durch die Erschütterung um 2 Uhr aus dem Mittagsschlaf erwacht und aus dem Bette gefallen. Dessen Hund habe sich heulend und winselnd in die Ecke verkrochen. Viele Leute rannten auf die Strasse, andere wieder an das Telephon, um sich zu erkundigen, was denn eigentlich „los“ sei. In der Eisenlohrstrasse stürzte ein Kronleuchter von der Zimmerdecke; in vielen Häusern wurden Möbel durch die Heftigkeit der Stöße vom Platze gerückt. In der Kaiserstrasse wurde ein Herr, als er eben sein Mittagsschlafchen hielt, durch das Erdbeben unliebsam vom Sofa aufgerüttelt.³⁾ Nach anderen Angaben wurden zu Karlsruhe wenige Minuten vor 2 Uhr die Stöße bemerkt und sollen ca. 8 Sekunden gedauert haben.⁴⁾ Nach der Aussage der dortigen Meteorologischen Station war die Erschütterung um diese Zeit eine rüttelnde, kurz andauernde Bewegung.

Zu Kandel war die Erschütterung um 2 Uhr mit einem dumpfen, unterirdischen Rollen begleitet. Die Stossrichtung war von O. n. W. Die Haustiere zeigten, wie bei der Erschütterung am Morgen, allenthalben grosse Unruhe. Die Hähne krächten, die Hunde heulten und die Kühe versuchten sich von den Ketten loszureissen.⁵⁾ Nach Angabe des Herrn Forstwart GUCKERT von Kandel fanden auch um 2¹⁵ nachmittags zwei kräftige, in der Richtung von W.—O. sich bewegende Erdstöße statt. Dieselben dauerten 5—6 Sekunden und waren von einem donnerähnlichen Getöse begleitet!⁶⁾

In Maximiliansau wurde um 2 Uhr ein heftiger Erdstoss verspürt, der 2 Sekunden anhielt.⁷⁾ Nach den Zeitungsnachrichten wurde ein Bewohner dieses Ortes, der sich in gebückter Stellung in seinem Garten befand, durch die Erschütterung ganz zu Boden geworfen.

Herr Forstmeister PUSTER hatte die Güte, eingehend über diesen Erdstoss um 2 Uhr zu berichten. Er schrieb: „Ich las gerade meine Zeitung nach dem Essen und sass auf dem Kanapee. Da plötzlich ein Klirren der Fenster, Türen und Öfen. Die Hausglocke läutete und ich verspürte sehr deutlich eine Wellenbewegung NW. nach SO. Die Dauer des Bebens schätzte ich auf 4 Sekunden. Der Stoss war sehr kräftig.“⁸⁾

¹⁾ L. A. Nr. 70.

²⁾ L. A. Nr. 70.

³⁾ L. A. Nr. 70.

⁴⁾ Pf. K. Nr. 70.

⁵⁾ Pf. K. Nr. 69.

⁶⁾ O. B.

⁷⁾ B. A. Nr. 69; auch P. K. Nr. 69.

⁸⁾ O. B.

Herr Forstamtsassessor BENDERT, ebenfalls im Forsthaus Langenberg, spürte gleichfalls den Stoss um 2 Uhr. Herr BENDERT war im Hofraume und bezeichnet den Stoss von S. nach N. gehend. Die Erschütterung soll sehr bedeutend und von einem donnerähnlichen Geräusche begleitet gewesen sein.¹⁾

Herr Forstwart FATH hat um 2 Uhr das Beben zu Wörth a/Rh. verspürt;²⁾ desgleichen Waldwärter STEIN um 1⁵⁵ im gleichen Ort.³⁾

Zu Langenberg wurde auch um 4¹⁴ nachmittag ein schwacher Stoss wahrgenommen. Herr Forstmeister PUSTER schrieb: „Ich machte um diese Zeit gerade einen Spaziergang im Walde in der Nähe des Forsthauses. Ich hörte nun ein donnerähnliches Rollen und deutlich verspürte ich wieder eine Wellenbewegung von NW. n. SO., welche mit einem kräftigen Ruck endete. Dauer etwa 4 Sekunden.“ Herr Forstassessor BENDERT dortselbst will den Stoss um 5 Uhr im Hofraume bemerkt haben. Dieser soll 3—4 Sekunden gedauert und schwach gewesen sein.⁴⁾

Zu Wörth a/Rh. wurde von Herrn Forstwart FATH nachmittags 3 Uhr ein leichter Stoss bemerkt; von Forstwart GUCKERT ein solcher zu Kandel um 6 abends.⁵⁾

Auch ein Nachbeben konnte bei dieser Katastrophe konstatiert werden.

In der Nacht vom 22. zum 23. sowie am nächsten Tage hatte Herr Forstmeister PUSTER zu Langenberg deutlich drei Nachbeben wahrgenommen!⁶⁾

In Rheinzabern wurde am 24. März ein kurzer Stoss verspürt,⁷⁾ desgleichen am 26. März um 2 Uhr nachmittags in Maxau und Kandel sowie um 10 Uhr 10 Min. am gleichen Tage in Kandel und Umgegend.⁸⁾ Auch Herr Forstmeister PUSTER aus Langenberg verspürte letzteren Stoss. Er schrieb: „Donnerstag, den 26. III. 03 vormittags 10 Uhr fand nochmal ein kräftiger Erdstoss statt. Die Hausglocke läutete von selbst und ich verspürte eine Wellenbewegung von NW. nach SO. Dauer etwa 4 Sekunden.“

Am 27. März sind in Kandel und Hagenbach weitere Beben beobachtet worden.¹⁰⁾

Ob nicht auch die am 29. März und 2. April erfolgten Erdstöße in Baden und Württemberg mit dem erwähnten Pfälzerbeben zusammenhängen? Die Münchener Neuesten Nachrichten brachten nämlich folgende Mitteilung (Nr. 151 und 159):

„Stuttgart, 30. März. In mehreren Orten Württembergs und Hohenzollerns wurden Sonntag abends (29. März) 9 Uhr 35 Minuten Erdstöße, von unterirdischem Getöse begleitet, wahrgenommen.“ —

„Hechingen, 30. März. In der letzten Nacht wurde ein heftiger, von Osten nach Westen gehender Erdstoss verspürt, der von einem unterirdischen Getöse begleitet war. Auch im Nagoldtale wurde ein Erdbeben bemerkt.“ —

„Hechingen, 3. April. Gestern abend wurde abermals ein Erdbeben mit starkem unterirdischem Getöse wahrgenommen.“

Endlich meldete noch der Pfälzer Kurier vom 11. April 1903 Nr. 85 S. 2:

„Kandel, 9. April. In der Nacht vom 8. auf 9. April wurden dahier um $\frac{3}{4}$ 12 Uhr wieder zwei Erdstöße in rascher Aufeinanderfolge verspürt.“

1) O. B. }
 2) O. B. } Diese wie die anderen mit O. B. bezeichneten Nachrichten erhielt ich,
 3) O. B. } wie schon oben erwähnt, durch die geognostische Abteilung des Kgl. Oberberg-
 4) O. B. } amtes in München. Ich bin nun vom Vorstand der geologischen Landesunter-
 5) O. B. } suchung, Herrn Oberberggrat Prof. Dr. v. Ammon, ermächtigt worden, in seinem
 6) O. B. } Namen den Herrn Beamten der Kgl. Forstämter, durch welche das wertvolle
 7) O. B. } Material dem Oberbergamt zugestellt wurde, den verbindlichsten besten Dank
 bei dieser Gelegenheit zu Ausdruck zum bringen.

7) Siehe Sitzungsber. der math.-phys. Klasse 1903 „Beiträge zur Erdbebenkunde von Bayern“, von J. REINDL. S. 198.

8) Ebenda.

9) O. B.

10) Siehe Sitzungsber. der math.-phys. Klasse 1903 „Beiträge zur Erdbebenkunde von Bayern“ etc. S. 198.

II. Teil. Bemerkungen und Erklärungen zu dem Hauptbeben am 22. März.

Interessant ist, dass am 22. März gegen 6 Uhr früh auch in Landstuhl eine Erderschütterung verspürt wurde.¹⁾ Ob sich das Gebiet makroseismischer Bewegung bis dorthin erstreckte, oder ob wir es hier vielleicht mit einem kleinen Relaisbeben zu tun haben, konnte nicht festgestellt werden. Von Trippstadt an bis Landstuhl meldete keine einzige Ortschaft positiv, weswegen die Erschütterung zu Landstuhl wegen ihrer Isoliertheit vielleicht als ein sehr kleines Relaisbeben betrachtet werden kann. Auch wäre ein kleines Einsturzerdbeben, verursacht durch das grosse Beben im Südosten, leicht denkbar.

Was die Dauer des Hauptstosses betrifft, so wird man im allgemeinen bis 4 Sekunden als richtig annehmen können; in einzelnen Fällen mögen es auch mehr gewesen sein. Von mehreren Orten wurden 8 Sekunden gemeldet. Das Beben am Nachmittag war bedeutend kürzer als am Vormittag. Die Art der Stösse war zum Teil aufeinanderfolgend, an anderen Orten mehr eine schüttelnde. An verschiedenen Orten der Pfalz wurde ein donnerähnliches Rollen wahrgenommen, in der Rheingegend wird von einem Vorhergehen des Donners mit nachfolgendem Stoss gemeldet. In Karlsruhe wurde das Beben wie ein Windstoss wahrgenommen. Ziemlich gross ist die auch Zahl der Berichte, in denen von einem unterirdischen Geräusch gesprochen wird, an anderen Orten von einem bebenden Geräusch.

Die Längserstreckung des Erschütterungsfeldes beträgt, wenn wir Ettlingen als nahe an dessen Rand annehmen, bis Trippstadt 90 km, und die Breite von Weissenburg bis Neustadt a/H. 60 km.

Der Flächeninhalt des makroseismischen Areales dürfte gegen 1600 qkm betragen.

Das Verhalten der Tiere war das bei Erdbeben gewöhnliche²⁾: sie zeigten grosse Furcht. Die Haustiere wurden allenthalben unruhig, Kühe suchten sich loszureissen, Hunde heulten und Hühner versteckten sich.

¹⁾ Siehe Pfälzer Presse Nr. 83 S. 3.

²⁾ Schon der Sophist CLAUDIUS AELIANUS berichtet in seinen „Tiergeschichten“ XI, 19, dass fünf Tage vor dem Untergange von Helike alle Mäuse, die Wiesel, Schlangen, Skolopender und Sphondylen in Masse nach dem Wege nach Kerynia ausgezogen seien. (HOERNES, Erdbebenkunde 1893, p. 137). Auch beim Lissabonner Beben 1755 bedeckte zu Cadix eine bisher ganz unbekannt Insektenart den Erdboden. (WOERLE, der Schütterbezirk des grossen Bebens zu Lissabon.) Auch bemerkte schon LE GENTIL auf seiner Reise nach beiden Indien (Nouveau voyage autour du monde I, p. 172. BUFFON hist. nat. I, p. 521), dass gewöhnlich vor Erdbeben die Ratten und Mäuse, Maulwürfe, Eidechsen und Schlangen ihre Schlupfwinkel verlassen und unruhig hin und herlaufen; ganz dasselbe wissen wir auch von den in der Erde lebenden Insekten, als Ameisen, Grillen. Bestätigungen dieser Tatsache verdanken wir auch A. v. HUMBOLDT. Er erwähnt, dass in den grossen Llanos von Venezuela die Alligatoren bei Erdbeben ihre Pfützen verlassen und aufs Trockene gehen (Relat. hist. V, p. 57). Dieser Einfluss erstreckt sich auch auf grössere Säugetiere, welche einen besonders scharfen Geruch haben oder sehr gebückt zur Erde gehen; unter diesen zeichnen sich vorzugsweise Hunde, Ziegen und Schweine aus. Die Empfindlichkeit der letzteren Tiere für diese Einflüsse soll so anerkannt sein, dass ängstliche Personen, während sie das Herannahen von Erdbeben fürchten, mit besonderer Aufmerksamkeit auf das Benehmen derselben achten. Von einer ganz allgemeinen Unruhe der Tiere vor Erdbeben liefert POLI ein treffendes Bild bei der Beschreibung der Erschütterung zu Neapel am 26. Juli 1805; er sagt bei dieser Gelegenheit wörtlich (Memoria sul tremuoto di 26. Luglio 1805, p. 48 seq.): „Ich will nicht unterlassen, hier noch des gewohnten Vorzeichens zu erwähnen, welches von den Tieren ausging. An allen Orten, wo die Wirkungen des Erdbebens sehr fühlbar waren, fingen einige Minuten vor dem Eintreten der Stösse die Rinder und die Kühe an laut zu brüllen; die Schafe und die Ziegen blökten und, beunruhigt durch-

Bezüglich des fließenden Wassers ist zu bemerken, dass sehr viele Quellen und Bäche am betreffenden Tage trübes und schmutziges Wasser hatten.

Und die Ursache dieses Bebens?

Dass wir es hier mit einem tektonischen oder Gebirgsbeben zu tun haben, liegt auf der Hand. Unser pleistoseismisches Schüttergebiet liegt grösstenteils in jener gewaltigen Bruchlinie, die wir den „Rheinischen Graben“ bezeichnen. Die Erhebung der Rheinischen Gebirge und die Senkung der Oberrheinischen Tiefebene erfolgten weder auf einmal noch längs je einer Verwerfungsspalte, sondern geschahen nach und nach an ganzen Schwärmen einzelner Verwerfungen. Der Dislokationsprozess hat während der Tertiärzeit begonnen und zwar in ungleich stärkerem Grade als jetzt. Damals haben sich an die Senkung der Rheinebene noch vulkanische Erscheinungen geknüpft. Ehe noch ein Meeresarm durch die Talung hindurchgriff, traten im Norden, allerdings in beschränkter Masse, Basalte zutage, vor allem baute sich aber später im Süden in der Rheinebene selbst ein grosser Vulkan auf, dessen Skelett heute als der Kaiserstuhl bei Freiburg erscheint. Als Nachwirkungen dieser an die Herausbildung der Rheinebene sich knüpfenden vulkanischen Tätigkeit dürften wahrscheinlich die Thermen von Badenweiler und Baden zu betrachten sein. Während der Miozänzeit endlich stellten sich am Nordende der Ebene abermals mächtige vulkanische Eruptionen ein, welche in der Umgebung von Frankfurt topographisch nicht sonderlich hervortretende Basaltvorkommnisse hinterlassen haben, die jedoch weiter nördlich das Vogelsgebirge aufbauten. Nachwirkungen der jüngsten vulkanischen Thätigkeit dürften in den zahlreichen Thermen zu erkennen sein, welche am Nordsaume der Oberrheinischen Tiefebene zu Tage treten. So bei Wiesbaden, Soden, Kronthal, Homburg und dem bereits zum hessischen Berglande gehörigen Nauheim.

Der Vulkanismus war bereits in der Pliozänzeit im Rheinischen Grabenbruch erloschen, allein die tektonischen Störungen dortselbst hörten nicht auf. Sie reichen, teilweise mit ihren gerade am unsichersten zu erklärenden Erscheinungen, bis tief herein in die Quartärzeit. Sollten ihre letzten Nachwirkungen nicht in den Erderschütterungen zu suchen sein, welche dieses Gebiet verhältnismässig

einander stürzend, suchten sie die Netze und das Flechtwerk der Hürden zu durchbrechen; die Hunde heulten fürchterlich, die Gänse und Hühner gerieten in Verwirrung und machten grossen Lärm. Die Pferde tobten in ihren Ställen und rissen sich wütend vom Zügel los, diejenigen derselben aber, welche auf der Strasse waren und liefen, standen plötzlich still und schnaubten in ganz ungewöhnlicher Weise. Die Katzen liefen erschreckt davon und suchten sich zu verbergen oder sie sträubten wild das Haar. Man sah die Kaninchen und die Maulwürfe aus ihren Löchern hervorgehen, die Vögel wurden von ihren Ruhesitzen aufgeschreckt und die Fische schwammen ans Ufer, wo sie in grosser Menge beim Granatello erhascht wurden. Es gab auch Hunde, welche ihre Herren wenige Minuten vor dem Erdbeben gewaltsam aufweckten, gleichsam als wollten sie sie rufen und warnen vor der nahe bevorstehenden Gefahr und welche auf diese Weise wirklich auch deren Rettung bewirkten.“

Dieses auffällige Benehmen der Tiere vor und bei Erderschütterungen ist wahrscheinlich in deren scharfen Sinnesorganen begründet, mit denen sie auch die für uns nicht mehr merklichen, ganz schwachen Pulsationen der Erde empfinden.

Freilich drängt sich hier auch die Frage auf, wie gelangt aber der Mensch dazu (was häufig der Fall ist), vor einem Erdbeben unter dem Eindrucke einer Herzbeklemmung, einer Ohnmacht oder eines Angstgefühles leiden zu müssen? Man kann hierüber die persönliche Meinung haben, dass gar mancher Mensch, namentlich der nervöse oder überhaupt kränkliche, der ohnehin physischen Einflüssen besonders zugänglich ist, von auftretenden Naturerscheinungen in seinem ganzen Wesen stärker beeinflusst und unwillkürlich, z. B. bei einem Gewitter, in Unruhe versetzt wird.

sehr häufig heimgesucht haben? Ohne Zweifel sind die unterirdischen Bewegungen, welche aus der Tiefe herauf ihre Wirkungen bis zur Oberfläche erstrecken, noch immer, wenn auch schwächer als in der Tertiärzeit, in Aktivität.¹⁾

„Von Strassburg, Speyer, Worms, Mannheim und Mainz“, schreibt GÜMBEL, „wird in den alten Chroniken gar häufig erwähnt, dass sie von Erdbeben heimgesucht worden sind, wie denn überhaupt die durch tief niedergehende Zerspaltungen und Einsenkungen entstandene Rhein-Talung als in hohem Grade den aus der Tiefe wirkenden Bewegungen in der Erdrinde zugänglich angesehen werden muss. Es sei nur an das langandauernde Erdbeben vom 30. Oktober 1869 in Gross-Gerau erinnert, das durch einen grossen Teil der Pfalz verspürt wurde und in den Erschütterungen vom 10. Februar 1871 sein Nachspiel hatte, sogar noch in den Jahren 1873 bis 1876 sich wiederholte. Auch das niederrheinische Erdbeben vom 26. August 1878 erstreckte sich über einen grossen Strich der Pfalz und als eigentlich pfälzisches Erdbeben kann jenes vom 24. Januar 1880 gelten, das besonders in Landau sich fühlbar machte.“²⁾

Das Pfälzer Schüttergebiet liegt, wie bereits erwähnt, an jenem grossen Rheinbruch. Steil fällt hier die Haardt in die Tiefe. Aber ausser diesen östlichen Randbrüchen lassen sich noch mehrere andere Verwerfungsspalten nachweisen, die den Haardtkomplex zertrümmern: so z. B. eine gewaltige Spalte, die von Süden her über Wilgartswiesen kommt und über das Annweiler Forsthaus gegen den Eschkopf und dann knieförmig gebrochen über Iggelbach, Elmstein nach Weidenthal zieht. Längs derselben liegen die Schichten auf der Ostseite um 100 m tiefer als auf der Westseite.³⁾

Die meisten Pfälzer-Erdbeben haben an diesen Bruchlinien ihren Herd gehabt und ihr Schüttergebiet hat dementsprechend eine süd-nördliche Richtung verfolgt. Beim Erdbeben vom 22. März 1903 ist aber die Hauptachse des Bewegungsgebietes vom SO. nach NW. gerichtet, was uns die Vermutung gibt, dass hier ein Querbruch in dieser Richtung das Gebirge durchsetzt. Der Form nach ist dieses Beben ein Querbeben, und ohne Zweifel auch dem Ursprunge nach. Die grosse Längserstreckung des pleistoseismischen Gebietes sagt sofort, dass hier eine Spalte (und kein Punkt) der Herd der Erschütterung gewesen sein muss, und diese Spalte kann nur eine Richtung von SO.—NW. haben. Freilich ist dieser Quer-

¹⁾ Herr Hofrat Professor Dr. HAID aus Karlsruhe konstatierte z. B. bei dem Erdbeben am 24. Januar 1880 auf der Strecke zwischen Strassburg und Appenweiler ziemlich bedeutende Höhenänderungen. Auch bei diesem Erdbeben am 22. März stellte er eine Neigung des Gebietes von 0,472—0,268 Bogensekunden fest. (Siehe: „Die letzten Erdbeben in Baden und in der Pfalz“, Vortrag von Dr. SCHWARZMANN. L. A. Nr. 75.)

²⁾ Besonders hervorzuheben sind das Vierwaldstädter Erdbeben vom 7. und 8. September 1601, das Walliser vom 19. (9?) Dezember 1755, das Altdorfer (?) vom 10. November 1774, das Walliser vom 25. und 26. Juli 1855; ferner wurden Erderschütterungen in den rheinischen Gegenden wahrgenommen: am 13. Februar 838, 1. Januar 855, im Jahre 1021, am 26. März (April?), 1081, in den Jahren 1146 und 1289, am 18. Oktober 1356, 19. Januar 1528, 19. Februar 1571, im Jahre 1577, am 29. November 1624 (1623?), im Jahre 1626, am 18. November 1642, 2. Mai 1682, 4. Dezember 1690, 3. August 1728, 18. Mai 1733, 11. und 12. Mai 1737 (Landau), 1. November 1755 (Lissaboner Erdbeben), 18. Februar und 24. Mai 1756, 28. November 1776, 2. April 1783, 14. Mai und 12. November 1784, 4. November 1787, 13.—16. Juli 1789, 2. Januar 1802, 9. Mai 1805, 28. November 1822, 21. November 1823, 23. Dezember 1825, 2.—3. November 1837, 7. Februar 1839, 21. April 1845, 29. Juli 1846, 12. Juli 1851, 12. Januar 1856, 24. Mai 1858, 13. Januar und 22. Oktober 1869, 5. Februar und 29. März 1878, 24. Februar 1881, 15. März 1886, 9. Oktober 1886, 25. und 26. Januar 1903. (Siehe v. GÜMBEL in Sitzungsberichten d. bayer. Akad. d. Wissenschaften, math.-physik. Kl. 1889, Bd. XIX. S. 87 u. ff. Vergl. auch Geogr. Abhandl. f. d. Reichslande. I. Heft. 1892. Ferner: „Beiträge zur Erdbebenkunde von Bayern“ von Dr. Jos. REINDL., Sitzungsber. d. bayer. Akad. der Wissenschaften, math.-physik. Klasse 1903 vom 7. März.)

³⁾ Siehe v. GÜMBEL, Geologie von Bayern II. Bd. S. 1021 (Cassel 1894).

bruch noch aufzufinden, allein seine Existenz ist umso wahrscheinlicher, als nach alten Erfahrungen Schütterlinien und Bruchlinien zusammenfallen, dann ferner noch, weil durch die grossen Längsbrüche im Osten Zerberstungen und Einbrüche beim Gebirge auch der Quere nach möglich waren.

In der Rheinebene wurde die Erschütterung bedeutend stärker verspürt als im Gebirge selbst. Der Grund liegt darin, dass eben die Wirkung der Beben im lockeren Material eine andere ist als im festen.

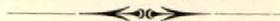
Interessant ist endlich noch, dass die Bebenwellen im Osten am Massiv des Schwarzwaldes sich stauten. Herr Professor LEUTZ konnte, wie er mir mitteilte, keine positiven Nachrichten aus diesem Gebiete gewinnen.

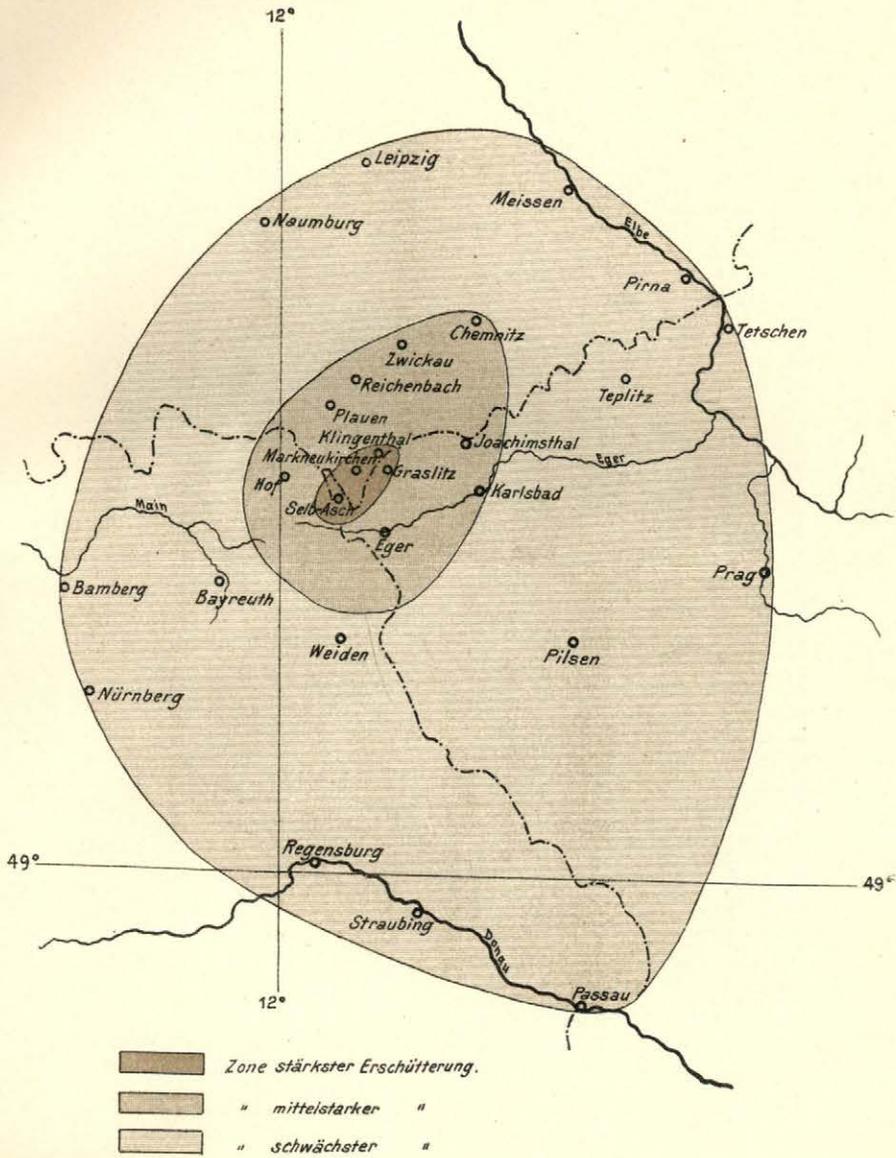
Zum Schlusse sei auch noch erwähnt, dass etwa zu gleicher Zeit in Italien, Südfrankreich und Südengland Erderschütterungen stattfanden und dass auch die Montagne Pelée wieder in vulkanischer Tätigkeit war.¹⁾ Wir schliessen daraus, dass es sich hier um sog. Simultanbeben handelte, die sich dadurch erklären, dass die verschiedenen Gebiete alle bebenreif und Spannungen im höchsten Grade vorhanden waren, die nur irgend eines Anstosses bedurften, um eine Auslösung herbeizuführen. Ist unsere Annahme richtig, so ist wahrscheinlich, dass, da der Zeit nach das Beben in der Pfalz zuerst auftrat, dieses die anderen Beben hervorgerufen hat.

¹⁾ Der Landauer Anzeiger vom 24. März 1903 schrieb: Auffallend ist die Meldung, dass auch in Südfrankreich, in Tarascon, Foix und Aix les bains in der Nacht vom Samstag auf Sonntag drei kurze Erdstösse und im nördlichen Italien, in Cuneo (Piemont), am Sonntag früh ein Erdbeben verspürt wurde. Es ist nicht unmöglich, dass diese Erscheinungen mit einander in Verbindung stehen. Auch von der Insel Martinique wird berichtet, dass die Montagne Pelée seit Samstag wieder dichte Rauchwolken auswirft. Auf St. Vincent ereigneten sich gleichfalls am Samstag heftige Ausbrüche. Dichte schwarze Wolken liegen seit mehreren Tagen über Kingston und verdunkeln die Sonne. (Siehe auch M. N. Nr. 159 u. ff.)

Hinweis auf die Kartenskizzen.

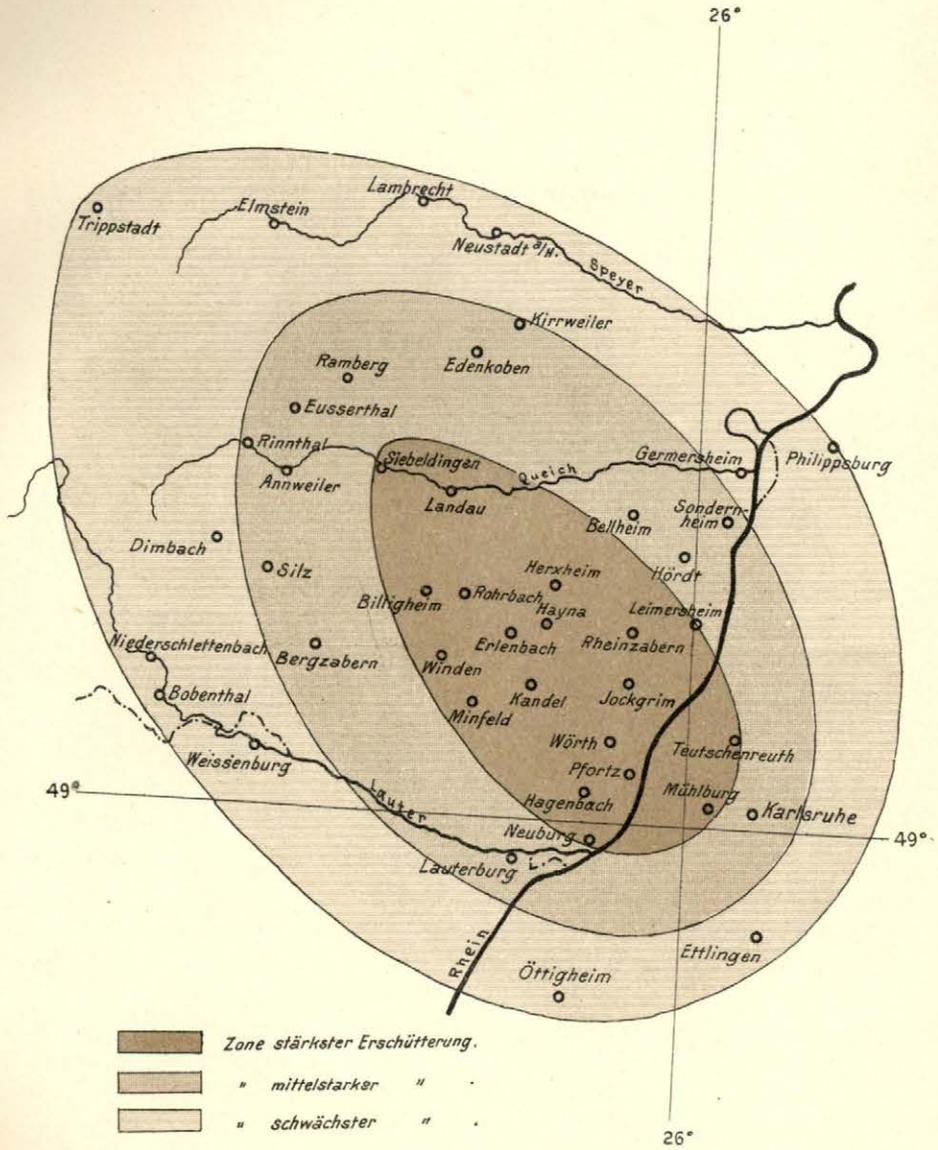
Zur näheren Erläuterung der vorstehenden Ausführungen dienen die Figuren auf Kartenskizze A und B. Erstere lässt uns den Umfang vom Erschütterungsgebiet des zuerst besprochenen Erdbebens vom 5. und 6. März 1903 erkennen, während die Skizze B den Schütterbezirk des Erdbebens in der südlichen Rheinpfalz vom 22. März 1903 zur Anschauung bringt.





Maßstab = 1:2750000.
1cm. = 27,5 km.

Erschütterungsgebiet des Erdbebens am 5. und 6. März 1903.



Maafsstab • 1:500000.
1cm. = 5 km.

Erschütterungsgebiet des Erdbebens in der südlichen Rheinpalz am 22. März 1903.

Der Gletscherschliff am Tegernsee.

Von

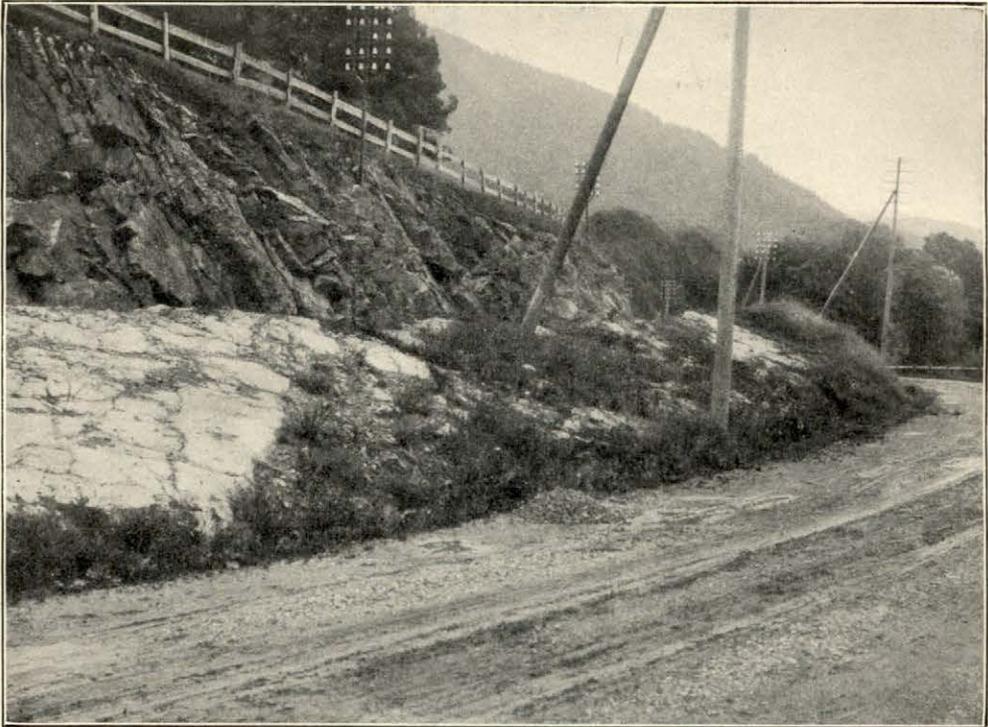
Dr. Ludwig von Ammon.

Die Alpen und ihr Vorland haben ihren eigenartigen Reiz. Dies gilt nicht bloss in landschaftlicher, sondern, wie zur Genüge bekannt ist, auch in geologischer Beziehung. Namentlich ist es das Tegernseer Gebiet, das den oben ausgesprochenen Satz rechtfertigt; erscheint doch seit alters die Gegend durch das Vorkommen von Petroleum besonders wichtig. In den folgenden Seiten soll, insbesondere auch durch bildliche¹⁾ Vorführungen, zunächst nur auf eine Stelle dieses Gebietes die Aufmerksamkeit weiterer Kreise gelenkt werden. Ich meine die als ein Erzeugnis der pleistocänen Eiszeit sich bekundende blank gescheuerte Gesteinsfläche am Angermannhügel zwischen Gmund und St. Quirin, welcher Punkt sich als ein Gletscherschliff von seltener Schönheit erweist.

Der Umstand, dass Erdöl im Boden vorhanden ist, hat schon viele Geologen in das Tegernseer Land gelockt. In eingehender Weise, soweit es nach den damaligen Verhältnissen geschehen konnte, hat bereits der Altmeister der bayerischen geognostischen Wissenschaft, WILH. v. GÜMBEL, das Vorkommen mehrmals besprochen. Allein um in einigermaßen befriedigender Art über die Beschaffenheit des Untergrundes Aufschluss zu erhalten, hauptsächlich auch zum Zweck einer Begutachtung für die Ausbeutbarkeit des natürlichen Bitumens, muss eine den jetzigen Anschauungen vollkommen entsprechende geologische Detailaufnahme in Karten von grösserem Masstab erfolgen. Eine topographische Kartenunterlage aber, die zur Herstellung eines solchen genaueren geologischen Kartenbildes hätte führen können, war bisher gar nicht vorhanden, weshalb zahlreiche Forscher, die sich um die gründlichere Ermittlung der Lagerstätte des Erdöls bemüht hatten, mehr oder weniger in ihren Untersuchungen gehemmt oder ganz behindert waren. Nun ist vor kurzem von der Topographischen Karte von Bayern 1:25 000 das Blatt Tegernsee (812) in neuer, schöner Bearbeitung ausgegeben worden und die Vorstandschaft der bayerischen Geologischen Landesaufnahme hat es sich nun zur

¹⁾ Die Aufnahmen für die in diesem Aufsätze enthaltenen Bilder hat Herr Photograph MARR. GEBHARD in München besorgt.

Aufgabe¹⁾ gemacht, auf diese Grundlage hin eine erneute geognostische Untersuchung des Terrains vornehmen zu lassen, um die mit der Ölführung des Gebirges in Zusammenhang stehenden Verhältnisse nach Möglichkeit kennen zu lernen. Zu dem Zwecke wurde dem Berg- und Salinenpraktikanten WOLFRAM FINK der Auftrag erteilt, die in seine praktische Ausbildungszeit fallenden geognostischen Untersuchungsarbeiten im Tegernseer Lande zu betätigen. Die Einführung des



Figur 1.
Gletscherschliff am Angermannhügel bei Gmund am Tegernsee.

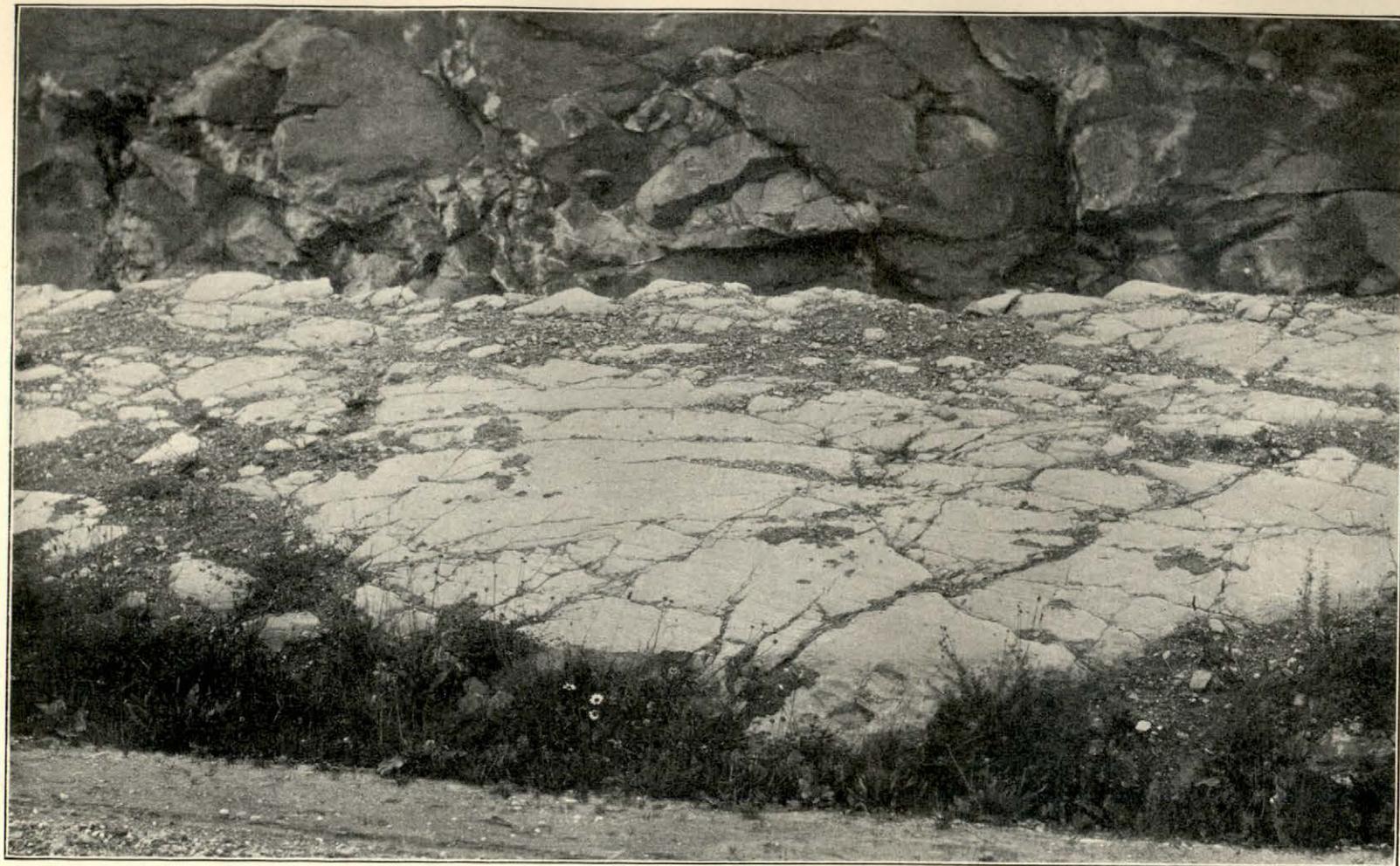
Praktikanten übernahm der k. Landesgeologe Herr Dr. OTTO REIS, welcher schon früher gründlichsten Studien in verschiedenen Gebieten der bayerischen Flyschberge oblag. Vorwiegend aus Flyschbildungen bestehen nämlich auch die Höhen, zwischen denen der Tegernsee eingesenkt ist. Herr FINK wird die Resultate seiner Begehungen und Ermittlungen binnen kurzem in einer Abhandlung über das Tegernseer Gebiet mit beigefügter geologischer Karte niederlegen.

Auf den von den beiden genannten Herren gemeinsam ausgeführten Touren fand nun der Gletscherschliff bei Gmund eine erneute Beachtung. Der Platz scheint mir wichtig genug, um ihn einer besonderen Besprechung zu unterziehen.

¹⁾ Es wird überhaupt angestrebt, geologisch wichtige einer Revision benötigende Landesstriche der älteren Aufnahmegebiete nach Massgabe der verfügbaren Kräfte (ohne dabei den Gang der laufenden Aufnahmen zu stören) einer Neubearbeitung zu unterziehen. Eine solche ist beispielsweise auch hinsichtlich der Münchberger Gneissinsel vorgesehen, zur Zeit fehlt aber noch die topographische Unterlage für eine Karte in grösserem Massstabe: man hat deshalb versucht, durch petrographische Arbeiten (Geognost. Jahreshäfte 1902 S. 65—156) einstweilen vorbereitendes Material zu sammeln.

Von dem Schliff waren Teile schon früher sichtbar. Der Landesuntersuchung ist der Punkt längst bekannt gewesen, doch bot sich gerade keine Gelegenheit dar, den Schliff irgendwo eingehender zu behandeln. In der Literatur geschah meines Wissens seiner zuerst Erwähnung in dem für die bayerische Seenkunde so wichtigen Werke von Dr. A. GEISTBECK, die Seen der deutschen Alpen, 1885, (S. 10). Vor einigen Jahren hatte auch Professor OEBBEKE nach freundlicher mündlicher Mitteilung am Schliffe des Angermannhügels Beobachtungen gemacht. PENCK führt in seiner ausgezeichneten Preisschrift (Die Alpen im Eiszeitalter S. 173) die Stelle („Häuser am See“) kurz an, weiters weist er auf einen zweiten Schliff hin, den der verdienstvolle Münchner Gletscherforscher FINSTERWALDER auf der anderen Seite des Sees im Jahre 1891 entdeckt hat. Herr Professor FINSTERWALDER hatte die Güte mir mitzuteilen, dass der Schliff, dessen Unterlage festes graues Gestein war, bei Anlegung eines neuen Weges und zwar in einer Länge von etwa 3 m aufgedeckt wurde. Die Stelle ist nach der Angabe ungefähr 3 km südwestlich von Gmund am Westgehänge des Sees gelegen, etwas oberhalb (westlich) der nach Wiessee führenden Strasse; jetzt ist der Platz wohl nicht mehr oder wenigstens nicht mehr in der früheren Vollständigkeit freigelegt.

Der Schliff am Angermannhügel hat erst durch den Bau der neuen Bahnlinie Gmund—Tegernsee eine grössere Aufdeckung erfahren. Ein ansehnlicher Teil der Schliftfläche, die früher nur in beschränktem Maasse freigelegt war, musste jedoch dem Bahnbau zum Opfer fallen. Die Eisenbahntrasse schneidet gerade den Schliff mitten durch. Diesen hat der einstige Gletscher an dem am weitesten nach Westen zu sich erstreckenden Teil des Hügels hingefeilt. Die Felsrippe springt bis zur Tegernseer Strasse vor, die hier von der Bahn gekreuzt wird und sich entlang des östlichen Seerandes fortzieht; der Schliff befindet sich sonach hart am See. Er reicht vom Fusse des Hügels an im ganzen etwa 4 m an der Felswand hinauf. Seine untere zwischen der Bahn und der Strasse befindliche Partie bringt das erste Bild (Fig. 1) zur Anschauung. Von dieser unteren Partie ist deren nördlicher Teil (die breite Fläche auf Fig. 1) in dem ersten grösseren Bilde (Fig. 2) und ihr südlicher Abschnitt (in Fig. 1 der helle Fleck hinter der Telegraphenstange) in dem zweiten Hauptbild (Fig. 3) noch einmal dargestellt. Die am Felsgestein gleich oberhalb der Bahnlinie sichtbare Partie ist in Fig. 4 abgebildet (oberer Teil der Gesteinswand). Die ganze Länge des Schliffes beträgt, so weit derselbe sichtbar ist, etwa 90 Schritt. Die Unterlage bildet für seinen Hauptteil ein untercretacischer Kalkstein, für den südlichen, weniger breiten Teil der Gaultgrünsandstein. Der Felsvorsprung besteht daher aus Schichten der Kreideformation; diese besitzen am Hügel im grossen und ganzen ein westöstliches Streichen. Am Nordgehänge wird ein nicht gerader kleiner Steinbruch, dem Hofbauern von der benachbarten Niederlassung Am See gehörig, betrieben. Es tritt im Aufschlusse versteinierungsführender Unterer Kreidekalk zutage, dessen Bänke ein Einfallen 325° NNW mit 40° Neigung besitzen. Auch der Bahnanschnitt selbst bietet manches Bemerkenswerte: beginnen wir die Betrachtung auf der südlichen Seite, beim Angermann! Hier sind zuerst saiger gestellte, ostwestlich (85° — 265°) streichende, rötliche und weisse, grün marmoririerte, plattige Seewenkalke und Mergel (der weisse Kalkstein der Seewenschichten zeigte nach SCHWAGERS Untersuchung folgende Zusammensetzung: CaCO_3 94,50%, MgCO_3 0,51, SiO_2 1,80, TiO_2 0,06, Al_2O_3 1,30, Fe_2O_3 0,28, MnO 0,06, K_2O 0,30, Na_2O 0,51, H_2O und Organisches 0,72, Summe 100,04) vorhanden, dann kommt Gaultgrünsandstein. Die Lagerung

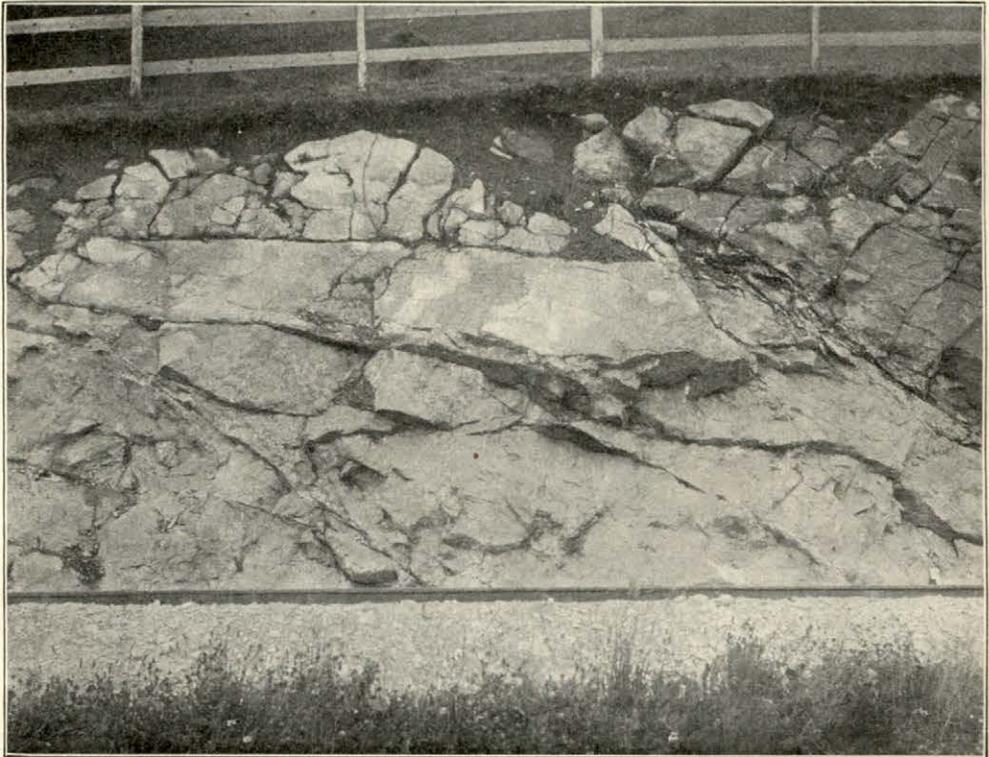


Figur 2.
Gletscherschliff am Angermannhügel: nördlicher Teil der unteren Partie.



Figur 3.
Gletscherschliff Angermannhügel: südlicher Teil der unteren Partie.

wird unklar wegen der starken Zerklüftung des Gesteins, doch lassen seine dem Seewenkalk benachbarten und von diesem durch eine Lage von schwärzlichen Mergelschiefer getrennten Bänke ein Einfallen ungefähr nach Südosten und Osten erkennen. Die Gaultsandsteinschichten, die die Unterlage des südlichen Teiles vom Schliff bilden, weisen ein Einschiessen nach 220° SW bei starker Neigung (60°) auf und ähnlich verlaufen auch die unmittelbar angrenzenden Kalkbänke, während



Figur 4.
Gletscherschliff am Angermannhügel: obere Partie.

die Schichten in jenem oben erwähnten Bruch nach NNW gerichtet sind. Wir haben also eine Schichtenwendung oder eine Art sattelförmiger Lagerung in der von der Bahn angeschnittenen Felspartie vor uns. Der Gaultsandstein ist feinkörnig, glaukonitisch, in einigen Lagen wird seine Masse von schwärzlichen, durch besondere Verteilung von tonig-eisenhaltigen Substanzen bedingten Bändern durchzogen; der Kalkstein ist grau, in manchen Bänken besitzt er ein spätiges Gefüge (Crinoideenkalk) und enthält Glaukonitkörnehen. — An dem nach der Bahn zu gelegenen Abbruch der die schräge Fläche an der Strasse bildenden Gesteinspartie am südlichen Teile des Schliffes (unter und hinter dem Oberrand der in Fig. 3 dargestellten Gesteinsfläche) sieht man in dem Gaultsandstein geschrammte Stellen, Rutsch- und Gleitflächen, zugleich mit schwärzlichen Harnischen (Reibungsspiegel), so dass man hier an einem und demselben Gesteinskörper die durch Glazialwirkung und durch Verschiebungen im Gestein hervorgebrachten Schrammen und Streifen beobachten kann. Die Richtung der Rutschstreifen verläuft gleichfalls nordsüdlich. — Die Schliffpartie östlich an der Bahn (Fig. 4) zieht sich, was auf dem Bild nicht mehr zu sehen ist, nahezu bis zum Boden herab; nach Norden hin liegt etwas Moränen-

schutt dem Grundgestein, also der Schlifläche, auf. Diese ist durchweg geglättet, eben und mit Scheuerstreifen bedeckt. Die Richtung der Furchen ist südnördlich (genauer gemessen durchschnittlich 355° N).

Auf der Westseite des Sees, dem Angermannhügel fast gerade gegenüber, tritt an der Bayer-Säg der Untere Kreidekalk ebenfalls zutage; die Bänke, von denen die östlichsten vom Seewasser bespült werden, zeigen in ihrer jetzigen Lage ein starkes westliches Einfallen. Unmittelbar an der Strasse an einem 200 m nördlich von der Villa Merk entfernten Punkte ist in einer räumlich sehr beschränkten Partie das Kalkgestein mit einer oben ebenen, doch mit zahlreichen schmalen Auswaschungsfurchen durchzogenen Fläche aufgedeckt: wir haben daselbst einen kleinen, stark verwitterten Gletscherschliff vor uns.

Voraussichtlich werden im Laufe der Jahre auch an den hier besprochenen und im Bilde dargestellten Schliflächen die Spuren der Abnagung oder überhaupt von Verwitterungsvorgängen an der Oberfläche des Gesteins sich mehr oder weniger bemerkbar machen; aber in erster Linie kommt es darauf an, die Stelle möglichst unversehrt zu erhalten und so darf zum Schlusse noch der Wunsch ausgesprochen werden, dass die Gesteinspartie am Angermannhügel, die den schönen Schliff trägt, keinerlei Veränderungen durch Menschenhand erfahren möge!



Die Molasse und das Glacialgebiet des Hohenpeissenberges und seiner Umgebung.

Von

Dr. Richard Bärtling.

(Mit einer geologischen Karte und einer Profiltafel.)

Einleitung.

Lage und orographische Verhältnisse.

Der Hohenpeissenberg liegt im bayerischen Voralpenlande zwischen den Flüssen Lech und Ammer fast genau auf dem Meridian der Zugspitze. Er gehört den Verwaltungsbezirken Amt Weilheim und Amt Schongau an. Es ist ein langgestreckter massiger Rücken, der von Ost nach West dem Rande des Gebirges parallel verläuft. Vom 988,8 m hohen Gipfel fallen die Hänge nach Norden und Süden anfangs steil ab. Der Südabhang nimmt bald sanfteres Gefälle an und senkt sich allmählich gegen das scharf einschneidende Ammertal. Ebenso geht der nördliche Hang bald in die vielfach vertorfte Hochfläche von Kloster Wessobrunn über. Nach Westen zieht sich vom Gipfel noch ein scharfer Kamm fort, der dann aber plötzlich steil gegen die Ebene von Peiting abstürzt. Es schliesst sich hier die Moränenlandschaft der Winterleite und dann der nordsüdlich streichende flache Rücken des Bühlachs an. Nach Osten verbreitert sich der Rücken und senkt sich allmählich bis zum Weinbauern auf dem Vordernberg. Hier stürzen die Hänge schroff ab zum Tal von Sulz und Stadl. Weiter nach Osten schliesst sich in derselben Richtung der Guggenberg, seit v. GÜMBEL der klassische Fundort der oberen Meeresmolasse, und jenseits des Ammerdurchbruchs zwischen Oberhausen und Polling die Westerleite als langgestreckte flache Rücken an.

Jenseits der Amper erhebt sich schroff von zahlreichen tief einschneidenden Bachläufen zerschnitten die Ammerleite, die das ganze Tal begleitet und den Rand der von Moränen bedeckten Hochfläche von Böbing bildet. Im Westen wird diese Hochebene überragt von der „Schmalz“ (904 m), deren nur spärlich bewachsene Wände nach Norden und Westen steil in das enge Ammertal ab-

stürzen. Die West- und Südhänge gehen allmählich in die Moränenlandschaft der Böbinger Hochebene über.

Entwässert wird das Gebiet durch die Ammer, der von dem Südabhang des Hohenpeissenberges fünf Bäche zufließen. Diese schneiden tief in den weichen Molasseboden ein und bieten meist gute geologische Aufschlüsse. Der Ost- und Nordostabhang wird entwässert durch den Wörtersbach, der bei Oderding in die Ammer mündet, und seine Quellbäche, die westliche und nordwestliche Seite durch den Wielenbach und den Peitinger Bach, die dem Lech zufließen. Viele dieser Bäche, die gute geologische Aufschlüsse bieten, büßen diesen Vorteil durch ihre reichlichen Kalktuffabsätze wieder ein. Von Süden erhält die Ammer noch an namhaften Zuflüssen, ausser den vielen Bächen, welche die Ammerleite zerschneiden, die „Eyach“, die „Ach“, den Abfluss des Staffelsees, und den „Hungerbach“, den hier zu Tage tretenden unterirdischen Abfluss des Riegsees.

In Fachkreisen verdankt der Hohenpeissenberg seinen Ruf dem eigenartigen Vorkommen einer tertiären Pechkohle, die nachweislich bereits seit dem Jahre 1598 bergmännisch gewonnen wurde.

Litteraturverzeichnis.

1773. CRONEGG: Nützliche Anwendung der Mineralien in den Künsten und wirtschaftlichen Dingen.
 1792. FLURL: Beschreibung der Gebirge Bayerns und der oberen Pfalz. München.
 1808. EBEL: Über den Bau der Erde im Alpengebirge.
 1825. STUDER: Beiträge zur Monographie der Molasse.
 1828. KEFERSTEIN: Teutschland. Bd. VI.
 1840/41. SCHMITZ: Geognostische Untersuchung Südbayerns zwischen Isar und Wertach.
 1841/42. EM. KRÖTZ: Über die geognostischen Verhältnisse Oberbayerns. Jahresbericht der K. Kreislandwirtschafts- und Gewerbeschule zu München.
 1842. SCHMITZ: Über das Vorkommen nutzbarer Fossilien in den bayerischen Alpen. Kunst- und Gewerbeblatt, herausgegeben vom polytechnischen Verein München. Jahrg. 28.
 1845. ESCHER v. D. LINTH: Beiträge zur Kenntnis der Tiroler und bayerischen Voralpen. Briefliche Mitteilung. Neues Jahrbuch für Min. S. 543.
 1846. SCHAFFHÄUTL: Beiträge zur Kenntnis der bayerischen Voralpen. Leonhards Jahrbuch. S. 641 ff.
 1847. SCHAFFHÄUTL: Stellung der bayerischen Voralpen im geologischen System. Neues Jahrbuch. S. 803.
 1848. ROHATSCH: Kohlenformation der bayerischen und tiroler Alpen. Briefliche Mitteilung. Neues Jahrbuch f. Min. S. 183.
 SCHAFFHÄUTL: Über die tertiären Kohlenablagerungen in Bayern. Leonhards Jahrbuch. S. 641.
 1853. SCHAFFHÄUTL: Über die geognostischen Horizonte in den bayerischen Voralpen. Leonhards Jahrbuch. S. 399.
 1854. SCHAFFHÄUTL: Beiträge zur näheren Kenntnis der bayerischen Voralpen. Neues Jahrbuch. S. 513.
 COTTA: Der innere Bau der Alpen. GIEBEL und SCHALLERS Zeitschrift für populäre Naturkunde. S. 46.
 1855. H. EMMERICH: Beitrag zur Kenntnis der südbayerischen Molasse. Jahrbuch der K. K. geologischen Reichsanstalt. Wien. Bd. 6. S. 433.
 HAUSHALTER: Merkwürdige fossile Tierüberreste aus der Allgäuer Molasse. Inaugural-Dissertation. München.
 1856. COTTA: Molassekohlen in den bayerischen Voralpen. HARTMANNS Berg- und Hüttenmännische Zeitung. S. 139.
 1858. SANDBERGER und GÜMBEL: Das Alter der Tertiärgebilde in der oberen Donauhochebene am Nordrande der Ostalpen. Sitzungsbericht der math.-phys. Klasse der Wiener Akademie. S. 512.
 1860. EMMERICH: Beitrag zur Kenntnis der südbayerischen Molasse. Jahrbuch der K. K. geolog. Reichsanstalt. Wien. S. 562.

- EMMERICH: Briefliche Mitteilung an G. BEYRICH über südbayerisches Tertiär. Zeitschrift der deutschen geol. Gesellschaft. S. 373.
- GÜMBEL: Die geognostischen Verhältnisse der bayerischen Alpen und der Donauhochebene. Bavaria. Bd. I. S. 3.
1861. QUENSTEDT: Epochen der Natur. S. 710.
- GÜMBEL: Geognostische Beschreibung des bayerischen Alpengebirges und seines Vorlandes. Gotha 1861.
1865. SCHAFFHÜTL: Beiträge zur näheren Kenntnis der bayerischen Gebirge und namentlich der bayerischen Voralpen. Neues Jahrbuch f. Min. etc.
1869. FERD. BRAUN: Übersichts- und Flötzkarte von Miesbach.
- FL. HAILER: Über das oberbayerische Mineralkohlenklein und die oberbayerischen Salinen.
1871. G. v. IBLHER: Der Hohenpeissenberg. Weilheim 1871.
1872. v. HANTKEN: Die geologischen Verhältnisse des Graner Braunkohlenreviers. Mitteilungen aus dem Jahrbuch der Kgl. ungarischen geologischen Anstalt. Budapest. 1872.
1873. F. STARK: Die bayerischen Seen und die alten Moränen. Zeitschrift des d. ö. Alpenvereins. München 1873.
- STARK: Ideale Übersicht von Südbayern zur Eiszeit.
1875. S. CLESSIN: Der Ampergletscher. Korrespondenzblatt des zoologisch-mineralogischen Vereins in Regensburg. S. 25 und 50.
- GÜMBEL: Abriss der geognostischen Verhältnisse des Tertiärs von Miesbach und des Alpengebietes zwischen Tegernsee und Wendelstein.
1879. BUNTE: Jahresberichte der Heizversuchsstation. München.
- HEER: Urwelt der Schweiz. S. 464 u. a. O.
- 1883: v. GÜMBEL: Beiträge zur Kenntnis der Texturverhältnisse der Mineralkohlen (mit 3 Tafeln). Sitzungsber. d. bayer. Akad. d. Wiss. zu München. 1883. I. S. 111—216.
- CLESSIN: Die Moränenlandschaft der bayerischen Hochebene. Zeitschrift des d. ö. Alpenvereins.
1887. v. GÜMBEL: Die miocänen Ablagerungen im oberen Donaugebiete und die Stellung des Schliers von Otnang. Sitzungsber. d. bayer. Akad. d. Wiss. zu München. 1887. 2. S. 221—325.
1888. v. GÜMBEL: Nachträge zur geognostischen Beschreibung des bayerischen Alpengebirges. Geognostische Jahreshefte. Bd. I. S. 163.
1890. KORSCHOLT: Die Haushamer Mulde östlich der Leitzach bei Miesbach. Geognostische Jahreshefte. Bd. III. S. 44.
1893. STUCHLIK: Geologische Skizze des oberbayerischen Kohlenreviers. Österreichische Zeitschrift für Berg- und Hüttenwesen. S. 380.
- M. SCHLOSSER: Geologische Notizen aus dem bayerischen Alpenvorlande und dem Inntal. Verhandlungen der K. K. geol. Reichsanstalt. Wien. S. 188—198.
1894. v. GÜMBEL: Geologie von Bayern. Bd. II.
1894. ROTHPLETZ: Ein geologischer Querschnitt durch die Ostalpen. Stuttgart 1894.
1896. F. RÜHL: Beiträge zur Kenntnis der tertiären und quartären Ablagerung im bayerischen Schwaben, von den Alpen bis zum Jura und der Iller bis zum Ammersee.
- W. WOLFF: Die Fauna der südbayerischen Molasse. Inauguraldissertation. Paläontographica Bd. 43. S. 223.
- v. GÜMBEL: Das Vorkommen und der Bergbau tertiärer Pechkohle im Wirtatobel bei Bregenz. Österreichische Zeitschrift für Berg- und Hüttenwesen. S. 115—121.
1897. v. GÜMBEL und v. AMMON: Das Isarprofil durch die Molasseschichten nördlich von Tölz. Geognostische Jahreshefte. Bd. X. S. 1—23.
1898. HERTLE: Das oberbayerische Kohlenvorkommen und seine Ausbeute. Glückauf 1898. S. 853.
1899. WEITHOFER: Zur Kenntnis der oberen Horizonte der oligocänen Brackwassermolasse Oberbayerns und deren Beziehung zur miocänen oberen Meeresmolasse im Gebiet zwischen Inn und Lech. Verhandlungen der K. K. geologischen Reichsanstalt. Wien. S. 269—282.
1900. v. AMMON: Über das Vorkommen von Steinschrauben (*Daemonehelix*) in der oligocänen Molasse Oberbayerns. Geognostische Jahreshefte. Bd. XIII. S. 55—70.
- BAUMGARTNER: Über Störungen und eigenartige Druckerscheinungen (sog. „Pfeilerschüsse“ oder „Kohlenstossexplosionen“) der oberbayerischen tertiären Kohlenmulde auf Grube Hausham. Österreichische Zeitschr. für Berg- und Hüttenwesen. 1900. Nr. 36—38.
1901. TH. FUCHS: Über *Daemonehelix Krameri* v. AMM. Verhandlungen der K. K. geol. Reichsanstalt Wien. S. 171.
- PENCK u. BRÜCKNER: Die Alpen im Eiszeitalter. Leipzig. 1901.

1902. ELBERT: Das untere Angoumien in der Osningsbergkette des Teutoburger Waldes. Verhandlungen des naturhistorischen Vereins der preussischen Rheinlande. Jahrg. 58. S. 121.
 WEITHOFER: Einige Querprofile durch die Molassebildungen Oberbayerns. Jahrbuch der K. K. geolog. Reichsanstalt. Wien 1902. S. 39.
 LIEBUS: Ergebnisse einer mikroskopischen Untersuchung der organischen Einschlüsse der oberbayerischen Molasse. Jahrbuch der K. K. geolog. Reichsanstalt. Wien. S. 71.

Geschichtliches und Litteratur.

Die Pechkohlenflöze, welche dem gesamten oberbayerischen Molassegebiet eine ausserordentliche Bedeutung geben, wurden bereits im Jahre 1773 von CRONEGG erwähnt.¹⁾ Näheres über die Anfänge des Bergbaus auf dieselben gibt dann im Jahre 1792 FLURL.²⁾ Nach ihm sollten bereits in den Jahren 1598—1603 bei Peiting, wahrscheinlich am Bühlach, Kohlen gewonnen und davon jährlich 4000 Metzen nach Augsburg abgesetzt worden sein. Die damaligen Bergbau-treibenden, ein Augsburger und ein Sachse, rühmten sich beide, die ersten gewesen zu sein, die in Deutschland Kohlen gegraben haben. Es ist dieses aber wohl nicht richtig, da z. B. Urkunden der Stadt Obernkirchen in der Grafschaft Schaumburg berichten, dass dort bereits 1523 Kohlen gewonnen wurden.

Der Bergbau ruhte dann und wurde Ende des 18. Jahrhunderts wieder vorübergehend aufgenommen, erst in die Zeit von 1840—1850 fiel dann die Verleihung der Grubenfelder von Miesbach, Hausham und Penzberg an Private, sowie die Reservation des Peissenberger Feldes für den Staat. Es entwickelte sich der Bergbau nun anfangs nur sehr langsam; nach manchen Schwankungen begann aber vom Jahre 1873 an ein konstantes Steigen der Förderung als Folge der wachsenden Ausdehnung des Betriebes, so dass die „Oberbayerische Aktiengesellschaft für Kohlenbergbau“, die heute neben dem Staat, abgesehen von den kleinen Feldern Eurasburg, Marienstein bei Schafflach und Echelsbach, die alleinige Besitzerin der oberbayerischen Kohlenfelder ist, im Jahre 1901³⁾ 2682 Arbeiter beschäftigte. Auf dem fiskalischen Werk am Peissenberge waren im Oktober 1902 insgesamt 795 Arbeiter angelegt, einschliesslich des Aufsichtspersonals. Mit der zunehmenden Ausdehnung und Wichtigkeit dieses Bergbaus nahm auch das Interesse der Geologen zu. Mit den verwickelten tektonischen und interessanten paläontologischen Verhältnissen des Peissenberges und der benachbarten Kohlenreviere haben sich besonders folgende Geologen befasst: W. v. GÜMBEL, EMMERICH, KORSCHULT, A. ROTHPLETZ, W. WOLFF, HERTLE, v. AMMON, WEITHOFER.

Ausser den Arbeiten der eben genannten Autoren ist noch eine ganze Anzahl weniger wichtiger erschienen, die das Litteraturverzeichnis am Anfang der Arbeit enthält.

Trotz der grossen Zahl von Autoren und Schriften, die sich mit den geologischen Verhältnissen des Hohenpeissenberges befassten, ist seine Tektonik noch immer ein Problem geblieben, vielleicht hauptsächlich deshalb, weil der Altmeister der Alpengeologen WILHELM v. GÜMBEL hier anscheinend geirrt hat.

So kam es, dass noch WOLFF⁴⁾ im Jahre 1895 schrieb: „Eine faunistische Scheidung der Cyrenenmergel ist unmöglich, zudem sind die stratigraphischen

¹⁾ CRONEGG: Nützliche Anwendung der Mineralien in den Künsten und wirtschaftlichen Dingen. 1773.

²⁾ FLURL: Beschreibung der Gebirge Bayerns und der oberen Pfalz. München 1792.

³⁾ Münchner Allgemeine Zeitung Nr. 130, S. 7 vom 12. Mai 1902.

⁴⁾ WOLFF: Paläontographica. Bd. 43. S. 299.

Verhältnisse des Hohenpeissenberges noch keineswegs klar.“ Einen wesentlichen Fortschritt bedeuten hier die Arbeiten WEITHOFERS, der seine Ansicht, auf die ich bei Besprechung der Tektonik zurückkommen werde, hauptsächlich auf das Vorkommen zweier Glassandlagen stützt. Ein derartiger Beweis allein genügt aber wohl nicht, da es bisher noch nicht gelungen war, das Hangende des oberen Glassandes mit dem von Penzberg zu identifizieren. Das interessante Problem, glaubte ich, könne nur durch eine sorgfältige geologische Aufnahme gelöst werden und ich versuchte daher durch vorliegende Arbeit besonders einen Beitrag zur Lösung der Frage zu liefern: „Sind die Schichten der Brackwassermolasse des Peissenberges der überkippte Südflügel einer nach Norden fortsetzenden Mulde oder der Nordflügel einer nach Süden fortsetzenden Mulde, der über die miocäne Molasse überschoben ist?“

Technische und wirtschaftliche Bedeutung bekommt die Frage in hohem Masse durch die in der Brackwassermolasse eingelagerten Pechkohlenflötze.

I. Geologisch-Paläontologischer Teil.

Am Nordfuss der Alpen ist von der Westschweiz bis nach Oberösterreich, vom Hochgebirge bis zum Jura und den Urgebirgen nördlich der Donau eine ungemein mächtige Ablagerung, die „Molasse“ ausgebildet, die hauptsächlich aus Sandsteinen, Conglomeratbänken und Mergeln zusammengesetzt ist.

Das Oligocän.

(Untere Süsswasser- und Brackwassermolasse.)

Die ältesten im Gebiet des Hohenpeissenberges auftretenden Schichten gehören dem Oberoligocän an. Die untere Meeresmolasse fehlt in dem ganzen Gebiet und tritt erst in der Gegend von Echelsbach (südlich von Kloster Rottenbuch) und bei Murnau am Staffelsee auf.

Untere bunte Molasse.

Die älteste Schichtenreihe des Hohenpeissenberges lässt sich in folgende Gruppen teilen.

1. Untere bunte Molasse, darüber
2. Cyrenenschichten mit Kohlenflötzen,
3. Promberger Schichten,
4. Obere bunte Molasse.

Das merkwürdigste Glied dieser Reihe, das immer noch etwas problematischer Natur ist, bleibt die sogenannte „bunte Molasse“. Wie aus meiner vorweg genommenen Zusammenstellung hervorgeht, möchte ich sie in zwei Gruppen, eine obere und eine untere, getrennt durch die Cyrenenschichten, zerlegen, die sich auf petrographische Unterschiede gründen; bei ihrer grossen Armut an Fossilresten ist eine Gliederung auf paläontologischer Grundlage ausgeschlossen. Die untere bunte Molasse entspricht vollständig der roten Molasse der Schweiz, der sie auch äusserlich sehr ähnlich ist.

Sie besteht hier wie an anderen Orten auch aus den charakteristischen gelben, rot und grau marmorierten Mergeln, deren oft sehr hoher Kalkgehalt der Verwitterung einen nicht unbedeutenden Widerstand entgegenstellt, so dass wir sie an vielen Stellen in schroffen Felsen anstehen sehen (Schnalzberg, Eyachtal und Thalbachgraben). Zahlreiche Conglomeratbänke und Sandsteinschichten finden sich eingelagert. Die Konglomerate bestehen vorwiegend aus verschiedenfarbigen, meist dunklen, harten Kalkgeröllen, stellenweise mit vielen weissen Quarzgeröllen, verbunden durch ein kalkig-sandiges oder mergeliges graues Zement. Die Grösse der Gerölle übersteigt hier selten 3 cm in der Längsachse, ausserdem lässt ihre Form auf einen längeren Transport durch Wasser schliessen. Gerölle mit Eindrücken der Nachbargeschiebe kommen vor (Schnalz, Kohlgraben), aber selten. Diese Konglomerate gehen aus den festen regelmässigen Bänken oft allmählich in Sandsteine über; zunächst treten einige Sandlagen auf, dann herrschen diese vor und die Gerölle sind nur schwarmartig eingelagert, ein solcher Aufschluss findet sich „im Buch“ an der durch das Fallzeichen mit der Zahl 35° bezeichneten Stelle. Derselbe gehört aber wahrscheinlich einem jüngeren Horizont an. Über den Faciescharakter der bunten Molasse waren die Anschauungen lange geteilt, da nur an äusserst wenigen Stellen dürftige Reste von Petrefakten in ihr gefunden sind. Im Gebiet des Peissenberges ist sie anscheinend überhaupt fossilleer, nur an einer einzigen Stelle im Ammertal, etwa 400 m abwärts vom neuen Stiefelsteg,¹⁾ fanden sich in einer dunkleren Mergeleinlagerung Bruchstücke von Helixschalen. GÜMBEL erklärt die bunte Molasse stellenweise als Meeresbildung,²⁾ dann in demselben Werk³⁾ als Süsswasserbildung. Später erklärte er sie wieder als Brackwasserbildung.⁴⁾

Versteinerungsführende Lagen finden sich, wie bereits erwähnt, nur sehr wenige in der bunten Molasse des ganzen oberbayerischen Gebietes, so dass es sehr schwer war, den Faciescharakter derselben festzustellen.

v. GÜMBEL erwähnt nur ein Vorkommen südlich von Müller am Baum im Mangfalltal, das zahlreiche Helixschalenreste führte, er erwähnt aber nirgends ein Vorkommen von Konchylienresten, die salziges oder brackisches Wasser voraussetzen. Ähnliche Einschlüsse wie bei Müller am Baum erwähnt in neuerer Zeit Dr. A. WEITHOFER⁵⁾ aus einem Bohrloch in der Gegend von Bernloh bei Reigersbeuern. Auch hier finden sich nur Helix- und Planorbisschalenfragmente, die ebensowenig wie die anderen Funde eine Beschreibung oder Identifizierung der Arten ermöglichten. Dr. WEITHOFER schliesst daraus⁶⁾: „Eine Marinbildung kann die bunte Molasse für keinen Fall sein, ebenso ist wohl auch Brackwasser als Entstehungsart nicht gut denkbar. Bleibt nur Süsswasser und Land als deren Ursprungsstätte.“ Diese Anschauung wird wieder bestätigt durch das von mir entdeckte Vorkommen von Helixschalenstücken im Ammertal. Dr. WEITHOFER führt dann weiter aus: „Die gleichmässigen, fein geschlammten, tonigen und kalkigen Mergel machen den Eindruck der Ablagerung in tieferem, ruhigem Wasser, wozu

¹⁾ Die auf den Karten als Stiefelsteg bezeichnete Brücke ist durch Hochwasser zerstört und durch eine neue 475 m weiter oberhalb ersetzt, die den alten Namen weiter führt.

²⁾ GÜMBEL: Geogn. Besch. des bayerischen Alpengebirges und seines Vorlandes. 1861. S. 684.

³⁾ ibidem S. 689.

⁴⁾ Geologie v. Bayern. II. S. 325 u. S. 335 (Profil von Penzberg).

⁵⁾ Dr. A. WEITHOFER: Einige Querprofile durch die Molassebildungen Oberbayerns. Jahrbuch der K. K. geol. Reichsanstalt. 1902. S. 54.

⁶⁾ ibidem S. 69.

aber wieder im Westen die zahlreichen Konglomerateinlagerungen nicht recht passen wollen. Auch die häufigen Helixbänke liessen keineswegs darauf schliessen, eher auf Landbildungen mit kleineren Gewässern, was auch die Planorbisfunde vielleicht eher bestätigen würden.“ Ich weiss nicht, ob sich diese Anschauung halten lässt. Jene tonigen und kalkigen Mergel, die vollkommen regelmässig geschichtet sind, lassen sich doch nur schwer als eine Landbildung deuten. Auffallend wäre dann ganz entschieden das gänzliche Fehlen von Pflanzenresten oder von Spuren äolischer Tätigkeit; auch die in den Konglomeratbänken liegenden Gerölle lassen nach ihrer äusseren Form auf einen längeren Transport durch Wasser schliessen. Die helixführenden Lagen sind so selten, dass wir aus ihnen nicht mit Sicherheit auf reine Landbildung schliessen dürfen, sie werden vielmehr infolge von Hochwassern zusammen mit den im seichten Süsswasser lebenden Planorben eingeschwemmt sein. Sodann ist noch die Tatsache bemerkenswert, dass die Konglomerate näher dem Alpenrande grobkörniger sind, als in grösserer Entfernung davon. Auf diesen Umstand macht auch Dr. WEITHOFER in der Gegend von Hausham aufmerksam; auch hier lässt sich schon in geringer Entfernung ein Unterschied feststellen. Wahrscheinlich ist, wie auch Dr. WEITHOFER nicht ausschliesst, eine limnische Entstehung, wobei allerdings eine vollkommene Ausfüllung eines grossartigen Seebeckens von Genf bis fast zum Inn angenommen werden muss.

Diese Anschauung dürfte wohl am meisten Wahrscheinlichkeit besitzen, zumal da durch den gänzlich verschiedenen Faunencharakter als erwiesen angesehen werden kann, dass kein unmittelbarer Zusammenhang mit den französischen Tertiärbecken und der tertiären Rheinbucht vorhanden war. Nach der Ablagerung der unteren Meeresmolasse folgte eine kurze Periode von Brackwasserbildungen, in welcher die Flötze von Echelsbach, Murnau und im Osten die Philippsflötze von Hausham zum Absatz kamen, darauf lagerte sich im Westen sofort die bunte Molasse, während im Osten das Brackwasser noch lange vorherrschte. In dieser Richtung wird also ein seichter, vielleicht zeitweilig unterbrochener Zusammenhang mit einem der offenen Oligocänmeere zu suchen sein. Während solcher Unterbrechungen des Zusammenhangs konnte das Süsswasser seine Vorherrschaft über das Brackwasser bei den gewaltigen Zuflüssen aus den Alpen in kurzer Zeit auch weit nach Osten bis in die Haushamer Mulde hinein ausdehnen, um sich dann ebenso schnell wieder bis über die Loisach zurückzuziehen. Bemerkenswert ist der Umstand, dass die auf der GÜMBEL'schen Karte Blatt Werdenfels in ihr verzeichneten Kohlenflötze stets in Brackwasserbildungen mit Cyrenen und Cerithien eingebettet sind. Es ist eine auffallende Tatsache, dass weiter nach Westen die bunte Molasse auf Kosten der Cyrenenschichten desto bedeutender ausgebildet ist, so dass letztere bereits am Peissenberge als eine Einlagerung in der „bunten Molasse“ aufzufassen sind.

Die Schichten der bunten Molasse setzen den ganzen Untergrund des Geländes südlich der Ammer zusammen und sind hier stark gefaltet und gestört. Gute Aufschlüsse bieten die Wände der Schnalz, der Thalbach, die Eyach und die sämtlichen Bäche der Ammerleite. Ihre Mächtigkeit darf hier sicher auf annähernd 1000 m veranschlagt werden. Es wäre deshalb wünschenswert, dass eine Trennung in verschiedene Horizonte gelänge; doch scheint dieses aus den oben angeführten Gründen bislang nicht möglich zu sein. Es lag nun der Gedanke nahe, dass die eingelagerten Konglomeratbänke, welche sich an der Ammerleite, der Schnalz, in der Eyach und bei Rottenbuch im Thalbach finden, eine Scheidung

vielleicht gestatten könnten. Es zeigte sich aber, dass die bunten Mergel über und unter den verschiedenen Konglomeratlagen vollkommen gleichmässig ausgebildet waren und sich so ähnelten, dass der Versuch einer Trennung in verschiedene Horizonte vom Verfasser als vollständig wertlos wieder aufgegeben wurde. Nur soviel kann als feststehend gelten, dass die Konglomerate der unteren bunten Molasse hauptsächlich auf deren unteren und mittleren Horizont beschränkt sind.

Brackwassermolasse. (Cyrenenmergel.)

Den wichtigsten Teil der ganzen oligocänen Molasse bilden wegen ihrer zahlreichen Kohlenflötze die brackischen Cyrenenschichten. Sie bestehen vorwiegend aus dunklen graublauen zu gelblichem Grus verwitternden Mergeln und Tonen, wechsellagernd mit zahlreichen Sandsteinbänken, und am Peissenberg mit Pechkohlenflötzen; durch die Baue der Königlichen Grube Peissenberg sind 23 Kohlenflötze und Flötzchen aufgeschlossen, welche vom Hangenden an numeriert werden. Bauwürdig erwiesen sich jedoch bis jetzt nur die Flötze 6, 8, 9 auf Zementmergel, 10, 11, 14, 16, 17 und vielleicht auch 23. Diese Flötze sind fast ausnahmslos von einem Petrefakten führenden, stark bituminösen Kalk, sogenannten Stinkstein, begleitet, der die Kohle in den Flötzen oft ganz verdrängt.

Ausser den durch die Baue der Königlichen Steinkohlengrube Peissenberg zugänglich gemachten Flötzen war noch am Bühlach eine Gruppe von fünf Flötzen¹⁾ bekannt, die als deren westliche Fortsetzung aufzufassen sind. Einige derselben wurden vor längerer Zeit abgebaut, hauptsächlich wohl auf Zementmergel; nach GÜMBEL konnten die Flötze als Nr. 8, 9 und 10 des Hohenpeissenberges identifiziert werden. Die Baue wurden wegen der geringen Pfeilerhöhe über der Stollensohle bald aufgelassen. Eine genauere Beschreibung der Flötzverhältnisse des Bühlachs gibt GÜMBEL in seiner „geognostischen Beschreibung des bayerischen Alpengebirges und seines Vorlandes“. Ebenso finden sich als weitere westliche Fortsetzung die Flötze am Ramsauer Berg nordwestlich vom Dorfe Ramsau wieder, wo in früherer Zeit auch Versuchsbaue gewesen sind. Hier stehen die Flötze auf dem Kopfe und streichen in Stunde 10.

Ausser diesen Flötzen kommt dann noch im Thalbach bei Rottenbuch eine Gruppe von fünf Flötzen vor, die ebenfalls alle in Cyrenenmergel eingebettet sind. Bauwürdig erwies sich von diesen keines. Auch in einem südlichen Nebenfluss der Eyach stehen Kohlen an. GÜMBEL verzeichnet noch ein Flötz im Mairsaugraben; es muss dies wohl ein Irrtum sein, da der Mairsaugraben gar nicht bis auf anstehende Molasse einschneidet, sondern mächtige Moränen- und Schotterablagerungen durchfließt; in seinen Alluvionen findet sich keine Spur von Kohle. An der Ammerbiegung ist von mir ein Flötz auf der Karte eingetragen, dasselbe ist nicht direkt aufgeschlossen, wohl aber führt der Kalktuff hier Pechkohlenstücke in beträchtlicher Menge an der Grenze gegen die Cyrenenmergel hin. Flötze, welche an der Schnalz nach Aussagen von Bauern ausgehen sollten, konnten von mir nicht aufgefunden werden. Dagegen wurde ein Flötz im Kohlgraben und im sog. Krebsbachel dicht bei Ammerbrücke der Chaussee Unterpeissenberg—Böbing aufgefunden, die aber der oberen bunten Molasse angehören.

Eine genauere Besprechung der Flötzverhältnisse und Zusammensetzung der Schichten wie sie durch die Grubenaufschlüsse festgestellt wurden, scheint hier

¹⁾ Geologie von Bayern. Bd. 2. S. 330.

überflüssig, da dieselben schon wiederholt erörtert worden sind. GÜMBEL hat dieselben in seiner Geologie von Bayern. II. S. 330 eingehend behandelt. Hinzugefügt seien hier nur noch die Aufschlüsse, welche die Fortsetzung des Hauptquerschlages der zweiten Tiefbausohle der ärarialischen Grube über Flötz 17 hinaus lieferte. Es wurden hier folgende Schichten durchfahren:

Flötz 17.

- 7,5 m Schiefer mit *Cyrena semistriata*, *Cerithium margaritaceum* und *Ostrea cyathula*.
 0,13 „ Zerriebene und zerquetschte Mergel, offenbar Ausfüllung einer wie die Schichten einfallenden kleineren Verschiebung.
 4,00 „ Mergel.
 0,05 „ Zerriebene Mergel wie oben.
 1,00 „ Mergel.
 Lettenlage.
 0,85 „ Sandstein.
 0,20 „ Kohle (Flötz 18).
 14,00 „ Mergelschiefer mit Cyrenen.
 0,30 „ Zerquetschtes Gestein (Kluftausfüllung fallend wie die Schichten).
 4,80 „ Mergel.
 0,12 „ Kohle (Flötz 19).
 16,00 „ Sandige Schiefer.
 0,04—0,05 m Kohle (Flötz 20).
 4,15 m Mergelschiefer mit Cyrenen und Cerithien.
 0,11—0,12 m Kohle (Flötz 21).

Diese brackischen Schichten führen unzählige Cyrenen (*Cyrena semistriata* DESH.), welche ganze Schichtflächen dicht bedecken, stellenweise auch ausschliesslich mit den ebenso häufigen Cerithien (*Cerithium margaritaceum* Typus und Varietäten) das Material zum Aufbau der Schichten geliefert haben. Eine solche zu schneeweissen Kalkfelsen verwitternde Muschelbreccie findet sich nicht weit vom Gehöft des Gallerbauern am westlichen Gehänge des in den Eberl- (oder Rapoltskreuter-) Graben einmündenden Seitengrabens.

Die Sandsteine der Cyrenenschichten sind von denen der anderen Horizonte leicht zu unterscheiden. Sie besitzen einen warmen dunkelgrauen Farbenton, haben auch bedeutendere Festigkeit, als die der bunten Molasse. Von denen der jüngeren Schichten unterscheiden sie sich leicht durch feineres Korn und besonders durch das gänzliche Fehlen des Glaukonits und das verhältnismässig spärliche Vorkommen von Glimmer, welche beide in den Sandsteinen der oberen Meeresmolasse fast die vorherrschenden Mineralien sind. Die Sandsteine sind stellenweise auch gelblich weiss bis ganz weiss und zerfallen hier am Ausgehenden zu lockerem Quarzsand, der als Stubensand verwertet wird. Von diesen charakteristischen Quarzsandlagen sind zwei vorhanden, welche die Hauptleitschichten der ganzen Cyrenenmergel bilden. Nach ihrem Vorkommen im Penzberger Grubenfelde, wo sie bei Nantesbuch zur Glasfabrikation ausgebeutet wurden, hat man sie Nantesbucher Glassande genannt.

Während in der unteren Meeresmolasse ebenso wie in der oberen sich auf weite Entfernungen hin Schicht für Schicht identifizieren lassen, ist dies in den

Cyrenenschichten nicht möglich; eine Sandsteinbank wird oft thoniger oder mergeliger, bis sie schliesslich in sandigen Mergel und reinen Mergel ohne jede tektonische Störung übergeht. Dieses Verhalten macht sich auch in den Kohlenflötzen bemerkbar, die oft ganz von Stinksteinflötzen verdrängt werden, an deren Stelle weiterhin dann wieder Kohlen treten können. Dieser Wechsel, der die tektonischen Verhältnisse oft verschleiert, tritt uns nicht entgegen in den Glas sandlagen. Wir finden sie am besten aufgeschlossen in den Gruben und Schurfbauten von Penzberg, sie lassen sich östlich davon bis in der Gegend von Miesbach und Au bei Rosenheim am Inn nachweisen.¹⁾ Ebenso lassen sie sich am Peissenberg nachweisen. Sie verdanken also wohl ihre Entstehung einer Ursache, die in dem ganzen Gebiet gleich war. Die quarzige Beschaffenheit dieser oft kaolinhaltigen Sandlagen, die häufig darin vorkommenden gröberen Gerölle von Quarz, Kieselschiefer und vereinzelt krystallinischen Gesteinsbrocken, vor allem das gänzliche Fehlen von Kalk, lassen darauf schliessen, dass der hier aufgehäuften Detritus nicht aus den Alpen stammen kann; selbst wenn wir die krystallinischen Gesteinsmassive der Zentralalpen als seine Heimat betrachten wollten, bliebe es immer unerklärlich, wie es möglich war, dass das quarzige Material beim Passieren der Kalkalpenzone sich nicht mit Gesteinsbrocken aus dieser Gegend mischte. Auch erscheint der Weg von dem nächsten krystallinischen Gebirge im Norden, dem Bayerischen- und Böhmerwald, wohl etwas weit, und eine Entstehung von dieser Seite ist auch zweifelhaft, da die gesamte oberbayerische Hochebene, die wahrscheinlich zur damaligen Zeit noch ein Seebecken war, dazwischenlag.

Wir haben seine Heimat näher zu suchen und zwar in dem bereits von GÜMBEL²⁾ vermuteten „vindelicischen Urgebirge“. Ohne diese Annahme bleibt uns manche Tatsache unerklärlich. Betrachten wir das Profil Nr. 1, so sehen wir, wie südlich des Hohenpeissenberges die Schichten durch eine von Süd nach Nord wirkende Kraft in gewaltige überkippte Falten gelegt sind; ja die faltende Kraft war stellenweise so bedeutend, dass sie die Plastizität der Schichten überstieg, und zu grossartigen Überschiebungen führte. Mit einem Male, wie das Profil zeigt, fast momentan, erlahmte die Kraft am Nordabhang des Hohenpeissenberges und die Schichten liegen von dortan bis zur Donau fast gänzlich ungestört mit söhlgiger oder schwach nördlich geneigter Lagerung. Die Kraft, welche die gewaltigen Falten der Alpen und ihres Vorlandes emporpresste, fand hier offenbar ein Widerlager, an dem sie sich brach. GÜMBEL nahm hierfür ein jetzt überdecktes archaisches Gebirge an. Dafür sprechen nun noch mehrere Umstände, vor allem auch das Vorkommen dieser merkwürdigen Quarzsande, die in den nördlichen Molassemulden wohl entwickelt sind, dagegen aber in der südlichen Muldenzone von Murnau, Tölz und Hausham fehlen. In Penzberg führen die weiter nördlich im Gebiet der Promberger Mulde gelegenen Aufschlüsse des unteren Quarzsandes zahlreiche gröbere Gerölle, während die weiter südlich hinter der Sortierung und am Wege nach Maxkron austreichenden Sande gänzlich frei von Geröllen und ganz feinsandig sind. Dieser bemerkenswerte Umstand liefert

¹⁾ cf. Dr. K. A. WEITHOFER: Einige Querprofile durch die Molassebildungen Oberbayerns. Jahrb. d. K. K. geol. Reichsanst. Wien 1902.

Derselbe: Zur Kenntnis der oberen Horizonte der oligocänen Brackwassermolasse etc. Verh. der K. K. geol. Reichsanst. Wien 1899.

STUCHLIK: Geolog. Skizze des oberbayerischen Kohlenreviers. Österr. Zeitschr. f. Berg- und Hüttenwesen. 1893. 380.

²⁾ GÜMBEL: Geologie von Bayern. 1894. S. 19, 31, 401.

wieder einen Beitrag für die Richtigkeit dieser Annahme GÜMBELS, die sich hauptsächlich auf die Verschiedenheit der Faunen gründet, welche ohne eine unüberwindliche trennende Schranke nicht denkbar wäre. Der Umstand, dass die Zahl der Gerölle in den Sanden nach Süden schon in geringer Entfernung merklich abnimmt und sogar ganz verschwindet, deutet darauf hin, dass wir die Heimat derselben auch in nicht grosser Entfernung im Norden zu suchen haben. Auch das massenhafte Auftreten des Glimmers in den Gesteinen der oberen Meeresmolasse, der für dieselben zusammen mit dem Glaukonit ganz besonders charakteristisch ist (eine Verwechslung mit den glaukonitischen Gaultgrünsandsteinen ist ja ausgeschlossen), würde bei einer solchen Annahme die Erklärung ihrer Entstehung erleichtern. Nur die Annahme des Vorhandenseins einer solchen trennenden Gebirgsschranke ermöglicht ja auch eine Erklärung des Unterschiedes im Faciescharakter der alpinen und der germanischen Trias.¹⁾

Der untere der oben erwähnten Glassande besteht nach Dr. WEITHOFER²⁾ in Penzberg aus einer graugelben Bank im Liegenden und einer weissgrauen im Hangenden, zusammen 35—40 m mächtig. Ebenso besteht er am Peissenberg aus einer gelben Bank (22,5 m bei Schächten) im Liegenden und einer grauen Bank (32 m) im Hangenden getrennt durch ein Mittel von 4 m Sandstein, welches neben brackischen Fossilien die Flötze Nr. 2 und 3 enthält. Der obere Glassand besteht in Penzberg nach WEITHOFER²⁾ aus zwei zumeist durch ein nicht unerhebliches mergeliges Zwischenmittel getrennten Bänken. Ausserdem ist seine Mächtigkeit weniger bedeutend als die des unteren Glassandes. Beides trifft auch bei dem oberen Glassand von Peissenberg zu, der ebenso wie der obere Glassand von Penzberg brackische Petrefakten führt. Das mergelige Zwischenmittel hat hier eine Mächtigkeit von 8,5 m und führt zahllose Cyrenen und Cerithien (Fuchshöll, Eierbachgraben). Die Glassande sind getrennt durch ein etwa 150 m mächtiges Mittel, das ebenfalls vorwiegend brackische Versteinerungen führt. Bemerkenswert ist aber eine eingelagerte Bank voll von marinen Petrefakten bei Steinfall.

Dieser Horizont lieferte nach meinen eigenen Aufsammlungen und den Arbeiten von WOLFF, v. AMMON, v. GÜMBEL etc. folgende Petrefakten.

Echinoideen.

Schizaster?

Lamellibranchiaten.

Ostrea cyathula LAM.

Mytilus aquitanicus MAYER-EYMAR.

Nucula compta GOLDF.

„ *piligera* SANDBERGER.

„ *Greppini* DESH.

Arca Gumbeli MAY.-EYM.

„ sp.

Cardium Heeri MAY.-EYM.

Tellina Nysti DESH.

Psammobia protracta MAY.-EYM.

„ *bavarica* MAY.-EYM.

Corbula subarata SANDB.

¹⁾ KAYSER: Formationskunde. 1902. S. 276.

²⁾ WEITHOFER: Verh. der K. K. geol. Reichsanstalt. Wien 1899. S. 269.

Gastropoden.

- Melongena Lainei* BAST.
Murex conspicuus AL. BRAUN.
Pleurotoma sp.
Potamides cf. *Rahtii* A. BR. sp.
 „ *margaritaceus* BROCCHI sp.
Chenopus tridactylus A. BR.

In den brackischen Cyrenenschichten dagegen finden sich im Peissenberger Gebiete folgende Formen¹⁾:

Lamellibranchiaten.

- Ostrea cyathula* LAM., fast überall.
Mytilus aquitanicus MAY.-EYM.
Modiola micans A. BR. (nach GÜMBEL).
Cyrena semistriata DESH., überall.
Cyrena (Batissa) gigas HOFM. Hangendes von Flötz 6 u. 14.
Corbula gibba OLIV.
 „ *applanata* GÜMB. (nach GÜMBEL).
Unio inaequiradiatus GÜMB. }
 „ *umbonarius* WOLFF } überall in der Nähe der Flötze.
Anodonta bavarica WOLFF }

Gastropoden.

- Neritina picta* DE FÉRUS. Im Stinkstein der Thalbachflötze.
Potamides (Tympanotomus) submargaritaceus A. BR. sp. Ammortal.
 „ „ *margaritaceus* BROCCHI sp., überall.
 „ *margaritaceus* var. *calcarata* GRAS., Ammortal.
 „ „ var. *moniliformis* GRAS., überall.
 „ *Rahtii* A. BR. sp., Eierbach.
 „ *plicatus* BRUG. sp., Eierbach.
 „ „ var. *intermedia* SDBG.
 „ *Galeotti* NYST. sp., überall.
Nassa aperta WOLFF, Ammortal.
Melania Winkleri MAY.-EYM. sp., Flötz 9.
Melanopsis Hantkeni HOFM., Ammortal.
Planorbis declivis A. BR., im Stinkkalk häufig.
 „ *cornu* BRONG., desgleichen.
Glandina inflata REUSS. sp., Ammortal.
Helix (Coryda) rugulosa v. MART., im Stinkstein selten.

Pisces.

- Ephippites Peissenbergensis* v. AMM.
Notidanus primigenius AG., Glassand.

Incertae sedis.

- Daemonehelix Kramerii* v. AMMON.

¹⁾ Nach eigenen Aufsammlungen und Bestimmungen sowie den auf Seite 36 erwähnten Arbeiten.

Jene marinen Schichten zwischen den Glassanden wurden auch im Sulzstollen bei Bad Sulz angefahren, wo sie ebenfalls zahlreiche in der Münchener Staatssammlung befindliche Petrefakten lieferten. Die Gruppe zwischen den beiden Glassanden ist in Peissenberg flötzleer bis auf das gerade im Hangenden des unteren Sandes eingelagerte Flötz 1.

Die Flötzverhältnisse selbst wurden von anderer Seite bereits eingehend behandelt, namentlich von GÜMBEL, WOLFF, KORSCHULT, STUCHLIK und HERTLE, so dass hier kaum noch etwas hinzuzufügen ist.

Die oben gegebene Petrefaktenliste der Cyrenenmergel des Hohenpeissenberges führt als Fossil von immer noch zweifelhafter Stellung auch die *Daemonhelix Kramerii* v. AMM. auf. Diese merkwürdige Versteinerung hat das Interesse einer ganzen Anzahl von Autoren erweckt, allerdings auch die merkwürdigsten Anschauungen über ihre Natur zutage gefördert. Die älteste Anschauung, die noch immer von einigen Paläontologen¹⁾ gehalten wird, ist die einiger amerikanischer Geologen, dass man es hier mit dem ausgefüllten Gang einer Geomyide zu tun habe. Das Vorkommen am Hohenpeissenberg schliesst eine solche Möglichkeit von vornherein aus. Das Peissenberger Exemplar ist von einer Cyrenenschale in seiner Regelmässigkeit gestört. Die Taschenratten verlangen aber trockenen Boden, der hier wohl nicht vorhanden war, wie die mitvorkommende Cyrene zeigt; ausserdem hat das Peissenberger Exemplar nicht jene gewaltigen Dimensionen seiner Verwandten von Nebraska, sondern die Umgänge haben einen Durchmesser von nur 1,5—2 cm, es wäre das wohl ein auffallend kleines Säugetier, das einen solchen Gang herstellen könnte. BARBOUR²⁾ hält sie für pflanzlichen Ursprungs, nach der Art des Vorkommens am Hohenpeissenberg, zusammen mit Cyrenen, halte ich eine derartige Entstehung nicht für wahrscheinlich. FUCHS versucht diese rätselhaften Gebilde in neuerer Zeit als Bohrgänge von Muscheln zu deuten. Er schreibt hierzu in den Verhandlungen der K. K. geologischen Reichsanstalt³⁾: „Ich möchte hier nur darauf aufmerksam machen, dass ganz ähnliche Körper bereits vor längerer Zeit von HEER in seiner »Urwelt der Schweiz« S. 439 Fig. 326⁴⁾ unter dem Namen »Schraubensteine« aus der Molasse von St. Gallen beschrieben und abgebildet, auch dass dieselben nach ihm in diesen Schichten der Schweiz ganz allgemein verbreitet sein sollen. Nach Dr. BIEDERMANN kommen diese »Schraubensteine« auch bei Rorbas an der Grenze der unteren Süsswassermolasse und der Meeresmolasse vor und zwar in der Weise, dass die Schraubensteine in der unteren Süsswassermolasse stecken und dabei aus dem Material der Meeresmolasse bestehen. Es ist dies wohl in beiden Fällen ein Beweis, dass wir es hier mit Ausfüllungen von Hohlräumen zu tun haben, welche von oben mit Material angefüllt sind.“ Derselben Ansicht war auch schon HEER, der dieselbe in seiner „Urwelt der Schweiz“ S. 464 folgendermassen dargelegt: „Für diese Erklärung spricht, dass Professor KARL MAYER bei

¹⁾ FUCHS: Annalen des K. K. naturhistorischen Hofmuseums. Bd. VIII. Notizen S. 91.

²⁾ BARBOUR: University Studies. vol. I. No. 4. Lincoln Nebraska. 1892; vol. II. No. 1. 1894. p. 1—16 und 1897. p. 81—121.

BARBOUR: Bulletin of the geological Society of America. vol. VIII. Rochester 1897. p. 305—314.

Derselbe: The American Naturalist. vol. XXIX. 1895. p. 517.

³⁾ TH. FUCHS: Über *Daemonhelix Kramerii* v. AMM. Verhandl. d. K. K. geolog. Reichsanstalt, Wien. 1901. S. 171.

⁴⁾ Obige von FUCHS angegebene Bemerkung findet sich: HEER, Urwelt der Schweiz, Zürich. 1879. S. 464. Fig. 369 B.

Martinsbrücke in St. Gallen, wo diese Schraubensteine besonders schön entwickelt sind, in einem solchen eine *Lutraria sanna* gefunden hat.“

In neuerer Zeit wurden durch ELBERT ähnliche Gebilde aus dem Breviporuspläner des Teutoburgerwaldes als *Daemonhelix cretacea* beschrieben.¹⁾

ELBERT hält die *Daemonhelix* für Gänge von Enteropneusten, ähnlich dem im Golf von Neapel lebenden *Balanoglossus*, oder von verwandten Anneliden. Diese Ansicht scheint am meisten für sich zu haben. Es ist allerdings ein ganz wesentlicher Unterschied vorhanden in der Beschaffenheit der Oberfläche der *Daemonhelix cretacea* ELB. und *D. Kramerii* v. AMM.

Die Oberfläche der turonischen Art ist glatt und zeigt einzelne Falten, die der oligocänen ist rau, fast warzig. Eine ähnliche Lebensweise wie der *Balanoglossus* führen aber auch die Synapten aus der Klasse der Holothurideen. Sie graben sich unregelmässige Gänge im Schlamm und Sand (die zweite Ordnung der Holothurideen, die Pedata, leben auf festerem Sand- oder Felsboden). Die warzige Oberfläche der Windungen fände durch eine derartige Annahme sehr gut eine Erklärung, aber es konnten bis jetzt noch nicht die charakteristischen Kalkkörperchen aus der Lederhaut der Holothurideen in diesen Gesteinen nachgewiesen werden. Soviel kann jedenfalls aber als erwiesen angesehen werden: Die *Daemonhelix* sind Hohlräumeausfüllungen, entstanden unter Brackwasser oder Meerwasser.

In der vielfach besprochenen Fauna der Cyrenenschichten ist sonst Neues weiter nicht mehr hinzuzufügen.

Die Promberger Schichten.

In den Jahren 1896—1898 ergab sich bei Untersuchungen des jüngsten Teiles der nördlichsten der Penzberger Mulden, der sog. Promberger Mulde, dass sich im Hangenden des oberen der erwähnten Glassande plötzlich wieder zahlreiche marine Fossilien einfinden, die eine Mischfauna der unteren und der oberen Meeresmolasse darstellen; sie schliessen sich jedoch enger an die untere an. DR. WEITHOFER,²⁾ der diese Schichten besonders eingehend studiert und beschrieben hat, schlug für sie den Namen „Promberger Schichten“ vor.³⁾ Durch den Nachweis dieser Schichten wird der Wert der Glassande für die Tektonik bedeutend erhöht, da Zweifel, welches das Hangende des jüngeren Glassandes sei, hierdurch völlig ausgeschlossen werden. Am Hohenpeissenberg hatte man lange Zeit nach diesen für die Tektonik so wichtigen Leitschichten gesucht, ohne dass es bis jetzt gelungen war, dieselben nachzuweisen. Es gelang mir nun, im Hangenden des oberen Glassandes eine marine Oligocänablagerung aufzufinden, die in jeder Beziehung den „Promberger Schichten“ WEITHOFERS entspricht. Sie findet sich im Sulzer Steinbruch bei Bad Sulz. Bei sorgfältiger Untersuchung des ganzen Steinbruchs

¹⁾ ELBERT: Das untere Angoumien in der Osningsbergkette des Teutoburger Waldes. Verhandlungen des naturhistorischen Vereins d. preussischen Rheinlande und Westfalens. Jahrgang 1902. S. 121.

²⁾ DR. K. A. WEITHOFER: Zur Kenntnis der oberen Horizonte der oligocänen Brackwassermolasse etc. Verhandlungen der K. K. geol. Reichsanstalt. Wien 1899. S. 269 ff.

Derselbe: Einige Querprofile durch die Molassebildungen Oberbayerns. Jahrbuch der K. K. geol. Reichsanstalt. Wien 1902. S. 30.

³⁾ Über die Fauna der Promberger Schichten aus dem Penzberger Revier mit Umgebung s. v. AMMON: Über das Vorkommen von Steinschrauben (*Daemonhelix*) etc. Geogn. Jahresh. 1900 S. 60—62.

fand ich folgende Petrefakten, die diese Schichten als oligocän und, da sie den Glassand-Schichten auflagern, als Promberger Schichten charakterisieren.

- Arca* sp.
Pectunculus cf. *latiradiatus* SDBG.
Cardium Heeri MAY.-EYM.
 „ *cingulatum* GLDF.
Adacna sp.
Cyprina rotundata A. BR., sehr zahlreich.
Cytherea incrassata SOW.
Tellina Nysti DESH.
Lutraria soror MAY.-EYM.
Panopaea Menardi DESH.
Panopaea sp.
Pholadomya Puschi GOLDF. var. *trigona* WOLFF.
Xenophora cf. *scrutaria* PHILIPPI.
Ficula condita BRONGN.

Ausserdem ausgefüllte Bohrgänge von Pholaden und Kriechspuren.

Fast alle Formen dieser Fauna, namentlich *Pholadomya Puschi* GOLDF. und *Cyprina rotundata* A. BR., sprechen für deren Zugehörigkeit zum Oligocän. Nach Westen zu verschwinden die Promberger Schichten und es findet sich an ihrer Stelle obere bunte Molasse.

Die obere bunte Molasse.

Verfolgt man die Profile, welche der Kohlgraben und der Eierbachgraben liefern, von Norden nach Süden, so findet man, dass sich den Cyrenenmergeln vollständig konkordant ohne eine nachweisbare Störung wieder bunte Molasse auflagert. Da die bunte Molasse und die Cyrenenmergel nur zwei verschiedene Facies einer gleichaltrigen Ablagerung darstellen, so ist die Annahme auch wohl berechtigt, dass man es hier mit einer jüngeren Stufe zu tun hat. Ebenso fand sich mit dürftigen Helix- und Planorbisschalenfragmenten auch bunte Molasse beim Auffahren des Unterbaustollens in den ersten 126 Metern. WEITHOFER und STUCHLIK glaubten daher annehmen zu dürfen, man habe es hier mit einer Störung zu tun. Es könnte dies aber nur eine nach Süden fallende Überschiebung sein, die eine ganz bedeutende Sprunghöhe von mindestens 1500 m besitzt. Eine solche bedeutende Störung müsste sich aber auch in den Bachbetten des Kohlgrabens und des Eierbachs oder über Tage irgendwie bemerkbar machen. Bergmeister STUCHLIK erklärt zwar, dass das Stollenprofil gegen die Schächte zu „sehr idealisiert sei, weil dort verschiedene Sprünge, Verdrückungen und Abweichungen vom regelmässigen Einfallen der Schichten vorkämen“.¹⁾

In der Tat sind die wenigen auf der Königlichen Grube vorhandenen Profile „sehr idealisiert“, da dieselben nie von einem Markscheider gleichzeitig mit der Auffahrung der Stollen und Querschläge aufgenommen sind, von den älteren Stollen existiert kein brauchbares Profil. Der oben erwähnte Unterbaustollen war aber zu Zeiten des Herrn Bergmeisters STUCHLIK bereits wegen der gebräunten Mergel und Sandsteine so dicht verzimmert, dass eine genaue Aufnahme damals kaum

¹⁾ WEITHOFER: Querprofile der oberbayrischen Molassebildungen. Jahrbuch der K. K. geolog. Reichsanstalt 1902. S. 64.

noch möglich war und sich nicht mehr entscheiden liess, ob diesen Störungen grössere Bedeutung beizulegen ist. Die Richtigkeit der Annahme, dass man es mit einer grossen Störung zu tun hat, halte ich nicht für ganz ausgeschlossen; wahrscheinlicher aber erscheint mir nach meinen bisherigen Erfahrungen, dass die über den Cyrenenmergeln folgende bunte Molasse eine jüngere, konkordant aufgelagerte Stufe darstellt. In der petrographischen Beschaffenheit ist ein wesentlicher Unterschied gegen die untere bunte Molasse der Schnalz und des Thalbachgrabens bei Rottenbuch erkennbar. Die in der unteren bunten Molasse vorherrschenden festen, kalkigen Steinmergelbänke fehlen hier fast ganz. Die Mergel dieser Schichten sind tonreicher und verwittern leicht zu grauem und gelbem Grus, in dem der rote Farbenton nur stellenweise hervortritt. Sandsteine sind nicht so zahlreich eingelagert.

Als Leitschicht könnte eine im Kohlgraben und Eierbach bei den beiden Fallzeichen ∇ 40 durchstreichende Konglomeratbank genommen werden. Dieselbe findet sich auch in dem westlich nächstfolgenden Graben wieder, hat aber hier bereits eine Biegung nach Süden gemacht.

Etwas weiter unterhalb findet sich im Kohlgraben ein Pechkohlenflötz eingelagert. Die Untersuchung desselben ergab, dass es unbauwürdig war. Es besteht aus rund 20 cm Kohle und 15 cm Stinkstein. Die Kohle ist rein und sehr fest und ist eine sogenannte Augenkohle.

Vielleicht gehört derselben Zone auch noch die bunte Molasse im sogenannten „Krebsbach“ an (dem bei der Brücke der Strasse Unterpeissenberg-Böbing mündenden Bach), soweit dieselbe nördlich des verzeichneten Sprunges liegt. Dieses Flötz, das ich von Bergarbeitern an mehreren Stellen freilegen liess, liegt direkt neben einer grösseren Verwerfungskluft und wird von mehreren kleineren Sprüngen durchsetzt. Es zeigt eine auffallende Ähnlichkeit mit dem Zementmergelflötz Nr. 9 der Grube und könnte deshalb vielleicht als dessen Äquivalent im Südflügel der Mulde aufgefasst werden, was jedoch nicht wahrscheinlich ist, da dann angenommen werden müsste, dass hier die gesamten Cyrenenmergel durch gleichaltrige „bunte Molasse“ ersetzt seien, wofür aber der Beweis und eine genügende Erklärung fehlt.

Das Miocän.

Obere Meeresmolasse.

Den oligocänen Ablagerungen folgen nach oben hin die „obere Meeresmolasse“ und die „obere Süsswassermolasse“, die fast nirgends den älteren Schichten sich konkordant anschliessen, sondern durch gewaltige tektonische Störungen von ihnen getrennt sind. Es scheinen hier am Schluss des Oligocäns bedeutende Bodenbewegungen stattgefunden zu haben, denn der faunistische und petrographische Charakter der nun folgenden Schichten ist ein vollständig veränderter und vergeblich suchen wir nach einem verbindenden und vermittelnden Glied.

Dieser älteste Teil des Miocäns fehlt hier vollständig; es ist wahrscheinlich, dass überhaupt das ganze untere Miocän hier fehlt und uns die obere Meeresmolasse nur das mittlere Miocän repräsentiert. v. AMMON spricht auch ähnliche Ablagerungen im Isartal bei Tölz als „nicht älter als mittelmiocän an“.¹⁾

¹⁾ v. GÜMBEL und v. AMMON: Das Isarprofil durch die Molasseschichten nördlich von Tölz. Geognostische Jahreshefte 1897. S. 16.

Die obere Meeresmolasse bildet eine schmale Zone, welche den Cyrenenmergeln im Norden vom Nordrand des Bühlachs bei Peiting an bis zur Westerleite vorgelagert ist. Am Nordende des Bühlachs verzeichnet GÜMBEL auf seiner geologischen Karte von Bayern, Blatt Werdenfels, auch Cyrenenmergel. Es beruht dies auf einem Irrtum, denn in einem Hohlwege fand sich ein Aufschluss der charakteristischen Glimmer und Glaukonit führenden sandigen Konglomerate der oberen Meeresmolasse, in dem ich zahlreiche Petrefakten fand, besonders zahlreich:

Ostrea crassissima LAM.

Arca cardiiformis BAST.

Pecten burdigalensis LAM.

Gegen die Cyrenenmergel macht sich hier im Streichen wie im Fallen deutlich das Vorhandensein einer Dislokation bemerkbar. Etwas weiter nördlich sind an mehreren Steilabfällen dieselben weichen, glimmerigen Sande und Sandschiefer bemerkbar wie am Guggenberg, wo sie die Grenze gegen die obere Süßwassermolasse bilden.

Das erstgenannte glaukonitische Konglomerat findet sich nach längerer Unterbrechung erst bei Klausen und hinter dem Gehöft des Hanselbauern wieder. Von hier zieht sich die zusammenhängende Zone der oberen Meeresmolasse ununterbrochen bis fast nach Bad Sulz hin, wo der Eberl- oder Rapoltskreuter-Graben und der untere Teil des Sulzgrabens besonders gute versteinungsreiche Aufschlüsse bieten. Hier fanden sich folgende Reste von marinen Tieren:

Pecten (Vola) solarium LAM.

„ *Besseri* ANDRZ.

„ *burdigalensis* LAM.

Ostrea crassissima LAM.

(= *longirostris* GOLDF. sp.).

„ *digitalina* DUBOIS.

„ *gryphaeoides* LAM. sp.

Leda sp.

Arca cardiiformis BAST.

„ sp.

„ (*Barbatia*) cf. *barbata* LIN.

Dreissensia amygdaloides DUNK. sp.

Isocardia harpa GOLDF.

Cardium turonicum MAY.-EYM.

Astarte sp.

Lucina cf. *spuria* GMEL. sp.

Venus multilamella LAM.

Tellina bavarica MAY.-EYM.

Psammobia sp.

Solenomya sp.

Dentalium cf. *mutabile* DOD.

Patella sp.

Natica helicina BROCCHI.

„ cf. *millepunctata* LAM.

Trochus patulus BROCCHI.

Turritella turris BAST.

Odontaspis contortidens AG.

Die meisten Exemplare sind schlecht erhalten und zerfallen beim Präparieren ganz.

Weiter im Osten etwa vom Sulzweiher an verschwinden dann die Schichten der oberen Meeresmolasse unter mächtigen Gehängemergelanhäufungen und bei Sulz selbst stossen offenbar infolge einer Überschiebung die Schichten des Oligocän fast direkt mit denen der obermiocänen oberen Süsswassermolasse zusammen, während das marine Miocän durch das Oligocän fast verdeckt ist.

Jenseits des Thales beim Bahnhof setzen die Schichten der oberen Meeresmolasse in den Guggenberg wieder ein; wie die Karte ergibt, hat hier eine Transversalverschiebung nach Norden, stattgefunden. Hier am Guggenberg findet sich südlich des Dorfes Unterpeissenberg ein Hohlweg, der den besten vollständigen und zusammenhängenden Aufschluss der oberbayrischen miocänen Meeresmolasse liefert und deswegen schon durch GÜMBEL klassisch geworden ist. Eine Wiederholung des von ihm Gesagten erscheint mir überflüssig. Zu erwähnen ist jedoch, dass auch der auf dem Kamm des Hügels von dem genannten Hohlweg zum Bahnhof führende Fusspfad noch an mehreren Stellen Aufschlüsse der härteren *Ostrea crassissima*-Bank zeigt. Auch beim „Postkeller“ (nahe am Bahnhof) lassen sich diese Schichten beobachten. Das genaue Profil auf Seite 330 der Geologie von Bayern macht jedoch in seinem südlichen Teile eine kleine Berichtigung notwendig. GÜMBEL verzeichnet hier am Rande des Grandelmooses Cyrenenschichten. Es beruht diese Annahme aber wohl mehr auf Hypothese als direkter Beobachtung. Ein sicherer Aufschluss der Cyrenenmergel war nicht festzustellen, vielmehr lieferten die letzten Schichten am Südrande des Berges, die eine Untersuchung ermöglichten und die mit den GÜMBEL'schen Cyrenenschichten identisch sind, nur eine grosse Anzahl von *Corbula gibba* OLIV. Diese Form kommt sowohl im Oligocän vor als im Miocän, ist aber im letzteren verbreiteter; das liesse demnach schon eher auf ein miocänes Alter schliessen. Dazu kommt, dass der petrographische Habitus des Gesteins genau derselbe ist, wie der der oberen Meeresmolasse, vor allem ist der Reichtum an Glimmer derartig gross, wie er in den normalen Cyrenenmergeln Oberbayerns nie auftritt, wohl aber überall in der oberen Meeresmolasse. Es sind deshalb diese Schichten dem Miocän zuzurechnen; sie schliessen sich auch hier wohl nicht ohne grössere tektonische Störung, die aber von Diluvialablagerungen und Torf verdeckt ist, an die ebenfalls überlagerten Cyrenenmergel an.

Die Schichten der oberen Meeresmolasse, die mit 85° überkippt nach Süden einfallen, gehen weiter nach Osten allmählich in die normale Lagerung über und fallen bereits am Ammerdurchbruch südlich von St. Wolfgang, ebenso an der Westerleiten mit 20—25° nach Norden.

Die obere Süsswassermolasse. (Obermiocän.)

Der oberen Meeresmolasse schliesst sich im Norden überall concordant die obere Süsswassermolasse an, die von hier bis zur Donau die Unterlage für die mächtigen Diluvialbildungen ausmacht. Sie besteht vorwiegend aus gelb- und grünmarmorierten Mergeln, mächtigen Conglomeraten und einzelnen glimmerigen gelben Sandlagen.

Die Conglomerate haben auch die charakteristische, durch hohen Eisengehalt bedingte gelbe bis rote Farbe, sie führen Gerölle bis zu Kopfgrösse, die fast stets Eindrücke der Nachbargerölle zeigen. Diese Eindrücke können so bedeutend

werden, dass ein Geröll ganz durchlöchert wird. Das Cement ist thonig oder lehmig und enthält stellenweise Ausscheidungen von Roteisen (Sulzer Bach).

Als Grenzschrift gegen die Meeresmolasse ist die Conglomeratbank, die südlich von Unterpeissenberg hinter den letzten Häusern des Dorfes ausstreicht, aufzufassen; doch ist es nicht sicher, ob nicht auch die fossilere Sande, welche dieses Conglomerat im Liegenden begleiten, obermiocänen Alters sind.

Versteinerungen finden sich nur sehr selten in ihr und meist schlecht erhalten. Ein Aufschluss im Buchaugraben lieferte neben zahllosen Schalenfragmenten auch einzelne ganze Exemplare der *Helix (Tachea) sylvana* v. KLEIN. Ebenso fanden sich solche Reste am Ammerberg bei Polling und im Lechtal bei Finsterau.

Im Lechtal bildet die obere Süßwassermolasse den Quellenhorizont, auf dem die grossen Wassermengen, welche sich in den Diluvialbildungen nördlich des Peissenberges sammeln, zutage treten. Sie ist hier vielfach durch die Quellen aufgeweicht und von zahlreichen Murbrüchen und Gehängemergelanhäufungen bedeckt, in denen sich recente Landschnecken wie z. B. *Helix villosa*, *nemoralis*, *Hyalinia cellaria* und ähnliche Eormen finden.

Das Diluvium und Alluvium.

In ganz besonderer Ausdehnung ist im Gebiet des Hohenpeissenberges das Diluvium entwickelt. Bevor ich aber auf diese lokalen Ablagerungen eingehe, muss ich noch einiges über die Resultate der neuesten Untersuchungen des Diluvium der Alpen vorausschicken. Durch die über 14 Jahre fortgesetzten Forschungen Professor ALBRECHT PENCKS in Wien, Professor EDUARD BRÜCKNERS in Bern und anderer bedeutender Geologen ist im vorigen Jahre ein Werk zum Abschluss gekommen, das in Zukunft als die Grundlage für alle Untersuchungen über die Eiszeiten der Alpen und ihre Ablagerungen anzusehen ist. Professor PENCK unterscheidet nicht mehr wie bisher im Voralpenlande drei Eiszeiten, sondern vier Eiszeiten mit drei Interglacialzeiten. Diese Perioden mit Zahlen oder mit Buchstaben zu bezeichnen, hat sich als unzweckmässig erwiesen, weil jedesmal, wenn durch die eingehendere Forschung Zwischenglieder eingeschoben werden müssen, die alte Bezeichnung aufgegeben werden und durch eine neue ersetzt werden muss. Hierbei sind dann Missverständnisse und Verwechslungen kaum zu vermeiden. PENCK schlägt deshalb¹⁾ eine Bezeichnung vor, welche die Vorteile der alphabetischen und der Einführung von Lokalnamen vereinigt und ausserdem jederzeit gestattet, neue Glieder einzufügen oder die vorhandenen weiterzugliedern. Die verschiedenen Eiszeiten werden von ihm nach Örtlichkeiten bezeichnet, in deren Gebiet die betreffende Periode typisch entwickelt ist; diese Lokalnamen sind aber so gewählt, dass sie zwar in alphabetischer Reihe aufeinander folgen, aber genügend weit auseinander liegen, dass man leicht neue Namen, falls dies nötig sein sollte, einfügen kann, ohne die alphabethische Reihenfolge zu stören. Die Eiszeiten werden nach PENCK bezeichnet:

1. Günz-Vergletscherung,
2. Mindel- "
3. Riss- "
4. Würm- "

¹⁾ PENCK und BRÜCKNER: Die Alpen im Eiszeitalter. Leipzig 1901, S. 109 ff.

Es ist daher am einfachsten die Moränen z. B. der Günz-Vergletscherung mit G, die ausserhalb des Moränengürtels abgelagerten zugehörigen fluvioglacialen Schotter mit g zu bezeichnen und ebenso die Moränen der übrigen Eiszeiten mit M, R und W, deren Schotter mit m, r und w. Nach Schluss der letzten, also der W-Vergletscherung lassen sich noch verschiedene kleinere Vorstösse resp. Schwankungen der Gletscher beobachten, wobei infolge von Klimaänderungen die sich zurückziehenden Gletscher wieder stationär wurden oder von neuem einen kleinen Vorstoss machten, der aber nicht als selbständige Eiszeit bezeichnet werden kann. Diese „Stadien“ hat PENCK in ähnlicher Weise bezeichnet als:

1. Achenschwankung,
2. Bühlstadium,
3. Gschnitzstadium,
4. Daunstadium.

Die den einzelnen Stadien zugehörigen Moränen und Schotter werden mit den griechischen Buchstaben α , β , γ und δ bezeichnet. Auf der Karte des Hohenpeissenberges wurde diese Bezeichnung als die zweckmässigste von mir ebenfalls angewendet.

Im Gebiet des Hohenpeissenberges war die älteste, die „Günzvergletscherung“ bisher noch nicht nachzuweisen; sie ist wahrscheinlich wohl auch bis hierher vorgedrungen, ihre Spuren sind aber verwischt. Auch die zweite Vergletscherung finden wir erst ausserhalb der Karte im Tal des Lech als sogen. Deckenschotter oder diluviale Nagelfluh. Es ist anzunehmen, dass diese m-Schotter auch unter den mächtigen W-Moränen der Torfmoore nördlich des Berges vorhanden sind; aufgeschlossen wurden sie hier jedoch bislang nicht.

Moränen sind nicht mit Sicherheit nachzuweisen, es sind nur die charakteristischen Schotter dieser Vergletscherung erhalten. Diese m-Schotter sind verfestigt durch Absätze kalkhaltiger Wässer, deren Kalkgehalt den Schottern selbst entstammt. Die Schotter sind im Gebiet des Hohenpeissenberg reine Kalkschotter, nur aus Gesteinen der nördlichen Kalkalpenzone zusammengesetzt, unter denen, soweit sie sich überhaupt bestimmen lassen, der Wettersteinkalk vorherrscht; vereinzelt finden sich Conglomeratgerölle, die vielleicht der bunten Molasse entstammen. Das Bindemittel hat meistens das Aussehen von dichtem Kalksinter, hin und wieder findet sich das Bindemittel aber als Kalkspath auskrystallisiert. Dass der Kalkgehalt den Schottern selbst entstammt, geht aus dem Vorkommen von sogen. Hohlgeschieben hervor; es sind dies Höhlungen im Gestein, aus denen die Kalkgeschiebe ganz oder teilweise ausgewaschen sind, so dass oft nur ein Skelett von Quarzschnüren zurückgeblieben ist, welche das Kalkgeschiebe durchsetzen. Einen besonders guten Aufschluss der m-Schotter bietet der Schwalbenstein am linken Ufer des Lechs.

Überlagert werden diese Schotter im Gebiet der Karte von den Jungendmoränen der Würmeiszeit. Die Ablagerungen der Riss-Vergletscherung liessen sich im Gebiet der vorliegenden Karte bislang nicht nachweisen, wohl aber etwas weiter westlich ruhen im Lechtal bei Schongau den m-Schottern unter den Würm-Moränen, stellenweise wenig mächtige Schotter auf, die der Rissvergletscherung zuzurechnen sind.

Die Moränen der W-Eiszeit nehmen auf der Karte einen verhältnismässig grossen Raum ein, ihre zugehörigen Schotter sind nicht vorhanden. Ein charakteristischer Zug von Endmoränen der Würm-Eiszeit zieht sich vom Pürschwald

in südöstlicher Richtung über Oberobland, den Buchwald, die Reitnau, den Sedlhofwald und Buschhorn an die Gehänge des Hohenpeissenberges heran bis nach Hetten und Klausen. Hier biegt er zunächst nach Westen, dann nach Südwesten um, bildet den 801 m hohen Rücken der Winterleiten und verschwindet dann unter den Torfmassen des Gremmooses. Man könnte erwarten, dass auch auf der Höhe des Bühlachs bei Peiting sich die Fortsetzung dieses Moränenzuges wiederfände, wie auch auf der GÜMBEL'schen Karte angegeben ist; es fanden sich hier zwar vereinzelt Geschiebe und Gerölle, aber eine nennenswerte zusammenhängende Ablagerung wurde nicht festgestellt; es ist im Gegenteil schon in ganz geringer Tiefe überall das anstehende Molassegestein aufzudecken, so dass es richtiger erschien, auf der Karte Molasse einzuzeichnen. Das ganze Gebiet ist von wenig mächtiger Grundmoräne bedeckt, die ihre Spuren selbst nahe dem Gipfel des Hohenpeissenberges zurückgelassen hat. Es finden sich dort am Kirchhof auch zahlreiche Geschiebe von Amphibolgesteinen, ein Beweis dafür, dass der Gletscher mit seinen Eismassen den Berg noch überstieg.

Ein zweiter kleinerer Moränenzug streicht in nördlicher Richtung vom Frauenwald über den Heissenbauer, über Faistenau und den Gözmerwald zum Merauthberg. Ein dritter begleitet die rechte Seite des Sinkgrabens vom Buchauer an, über Strallen und Windkreuth bis Kuslried. Die zwischen den deutlichen Moränenwällen gelegene Hochfläche nördlich des Hohenpeissenberges ist mit demselben Moränenmaterial bedeckt, das sich hier jedoch nicht zu Wällen aneinander reihte, sondern sich beim Vorgehen und beim Rückzuge des Eises über die ganze Fläche ziemlich gleichmässig verteilte.

Das Material, aus denen sich diese Moränen aufbauen, ist bei weitem nicht so einheitlich wie das der Mindelschotter. Neben Kalkgeschieben, die zahlreiche, schön erhaltene Kritzen und Schrammen zeigen, finden sich Gesteine aus den Zentralalpen: auffallend häufig Eklogite, daneben Gneise, Granatgneise aus dem Oetzthal (?), Tonalite, Granite und krystallinische Schiefer. Kalkige und krystallinische Geschiebe finden sich etwa in gleichem Mengenverhältnis. Die Moränen sind als sogenannte „Blockmoränen“ entwickelt, die neben den kantigen gekritzten Geschieben auch gerundete Blöcke führen.

Von den Ablagerungen der beschriebenen Jugendmoränen sind die des „Bühlstadium“, das ja nur als eine Schwankung der Würm-Vergletscherung aufzufassen ist, nur wenig verschieden; eine Interglazial-Zeit ist zwar im Gebiet der Karte selbst nicht nachzuweisen, aber es finden sich genug Gründe, die eine Trennung der zugehörigen Ablagerungen von denen der W-Periode und Zuweisung zu dem β - oder Bühlstadium rechtfertigen. Es sind dies zunächst die fluvioglacialen Schotter von Murnau, Huglfing und Etting, die der Gletscher bei seinem Rückzug in das Gebirge und während des erneuten Vorschubs durch seine Schmelzwasser vor sich ablagerte, bevor es zur Bildung von Endmoränen des stationär werdenden Gletschers kam. Diese Schotter streichen an den Seiten der Täler des Hungerbachs bei Huglfing und Oberhausen, sowie des Ettinger Baches bei Etting, Langenlaich und St. Jakob aus. Die mächtigen aus ihnen entspringenden Quellen bilden wahrscheinlich den unterirdischen Abfluss des Riegsees, sie haben sich bei ihrem langen unterirdischen Lauf so mit gelöstem Kalk der Schotter gesättigt, dass sie die mächtigen Kalktuffmassen von Huglfing, Oberhausen und St. Jakob absetzen konnten, die den St. Jakobsee aufgestaut haben, und bei dem gleichnamigen Orte, wie bei Huglfing in grossen Steinbrüchen abgebaut werden. In

diese Interglazialzeit fällt auch die Bildung der Schieferkohlen von Klein-Weil am Kochelsee und vom Imbergtobel bei Sonthofen und der Tone von Schwaiganger.

Über diesen Schottern, die ihrer petrographischen Beschaffenheit nach der Würm-Eiszeit oder deren Rückzugsstadien angehören, lagern wieder Moränen mit zentralalpinen und kalkigen Geschieben, die in der Gegend von Weilheim und von Böbing charakteristische „glaziale Komplexe“ bilden mit Zungenbecken, Endmoränenwall und vorgelagertem Schotterfeld. Der Stirnwall bei Weilheim fehlt zwar, oder könnte, was aber nicht wahrscheinlich ist, wieder vernichtet sein; dagegen finden wir typische Seitenmoränen, die sich schon auf den Messtischblättern durch ihre unruhige kuppige Oberfläche charakterisieren, auf dem Rücken des Hechenberges auf oberer Süswassermolasse aufruhend. Am linken Ufer der Ammer finden wir die entsprechenden Moränen in der Umgebung des Lichtfilzes wieder, von da bis zum Bahnhof Peissenberg streichend. Das Zungenbecken¹⁾ dieses Gletschers ist das weite Tal von Weilheim, Polling und Unter-Peissenberg. Dieses Thal ist ausgefüllt mit mächtigen mergeligen und tonigen, häufig mit Gerölllagen durchsetzten Alluvionen, die eine auffallende Ähnlichkeit mit den Mergeln der oberen Süswassermolasse besitzen. GUMBEL gibt daher auf seiner geologischen Karte von Bayern, Blatt Werdenfels, auch einen Zug von oberer Süswassermolasse von Polling bis Weilheim an, in der auch die Tongruben der Pollinger Ziegeleien liegen sollten. Als typische obere Süswassermolasse erwiesen sich aber nur das kleine Vorkommen am Ammerberg an der Chaussee Polling—Unter-Peissenberg und unterhalb des Ammerberges am Ufer der Ammer. Die Tongruben von Polling lieferten in grosser Zahl Landschnecken, die sämtlich jetzt noch in der Gegend vorkommen, dagegen nicht ein für die obere Süswassermolasse typisches Fossil. Es fanden sich besonders zahlreich:

Helix nemoralis L.

„ *villosa* DRAP.

„ *obvoluta* MÜLL.

Hyalinia nitens MICH.

„ *cellaria* MÜLL. sp.

Buliminus montanus DRAP. u. s. w.

Diese Ablagerung ist demnach als recentes Alluvium, höchstens als postglazial, unter keinen Umständen aber als obermiocän aufzufassen.

Zur Ablagerung eines eigentlichen Schotterfeldes kam es hier nur in sehr beschränkter Masse, da der Ammersee damals einen bedeutend höheren Stand hatte und fast bis nach Weilheim heranreichte; Schotter, die diesem Stadium zuzuweisen sind, finden sich erst nördlich der Strasse Weilheim—Seeshaupt.

Ein zweiter innerer Moränengürtel bildet die Höhen von Berg, Ammerberg bei St. Wolfgang, nördlich des Obermooses, südlich von Unter-Peissenberg, sowie auf der Südseite des Guggenberges.

Die kleinen Moränenhügel an der Strasse Unterpeissenberg—Schendrich und Unterpeissenberg—Böbing, etwa 2 km südlich von Sulz, sind vielleicht die Fortsetzung dieser Moränen. Auch dieser Endwall umschliesst ein grosses Zungenbecken, das Tal von Oberhausen und Maxried bis zur Station Peissenberg, das von ähnlichen Alluvionen erfüllt ist wie das Pollinger Becken; allerdings herrschen hier Kiesanhäufungen vor und treten die lehmig-mergeligen Sedimente nur unter-

¹⁾ cf. PENCK: Die Alpen im Eiszeitalter. S. 15 und 16.

geordnet auf, wie ja zu erwarten ist. Eine Folge hiervon ist wohl auch die ausgedehnte Vertorfung dieses Beckens. v. GÜMBEL gibt hier an der „auf dem Alta“ bezeichneten Halbinsel wieder Cyrenenmergel mit einem Kohlenflötz an. Diese Mergel sind aber derselben Art, wie die oben erwähnten von Polling, und das Kohlenflötz ist nur eine eingelagerte Torfschicht. Die Erscheinung, dass Torf und Mergel wechsellagern, finden wir in diesem Zungenbecken sehr häufig, besonders im Scheithaufer Filz, das durch den Ammerlauf tief eingeschnitten ist.

Den dritten glacialen Komplex des β -Stadiums finden wir in der Gegend von Böbing. Hier verläuft auch ein äusserer wenig deutlicher Gürtel von Thalmühle über Leiten, Holzleiten, Fischlach nach Wimpes und ein innerer sehr deutlicher und charakteristischer von der Umgebung des Lugaensees über den Kretelbauer, durch das Dorf Böbing (Stirnwall am Kirchberg!) in der Richtung auf Vorderkirnberg. Diesem lagert sich das Schotterfeld zwischen Böbing und Holzleiten vor, das sich an der Ammer mit einem zweiten von Süden über Rottenbuch kommenden Gletscherabfluss vereinigt und sich nun nach Norden über Peiting zum Lech wendet. Südlich von Peiting ist das glaciale Tal noch deutlich zu erkennen, das eine Schotterterrasse von Ramsau bis Peiting gebildet hat.

Das Zungenbecken hat hier seine charakteristische wannenförmige Gestalt im Quellgebiet der Eyach in dem „obere und untere Schlutten“ bezeichneten Moose bewahren können, da kein Fluss seine Schuttmassen hier hineinragen und seine Formen dadurch verwischen konnte, ebenso deutlich zeigt sich auch noch die charakteristische Ausfüllung des Zungenbeckens mit Grundmoräne. Wir haben hier also bei Böbing einen der am schönsten erhaltenen Komplexe. Die Geschiebe dieser Ablagerungen enthalten oft wohl erhaltene Versteinerungen, so dass man die Heimat vieler leicht daraus ermitteln kann. Massenhaft fanden sich Diploporen und Gyroporellen des Wettersteinkalks und jurassische Ammoniten.

Ausser diesen Moränengürteln hinterliess der Gletscher bei seinem Rückzuge naturgemäss noch Material auf der ganzen mit derselben Farbe bezeichneten Fläche zwischen Böbing und Huglfing.

Entschieden jüngeren Alters ist eine Schicht, welche sich südlich von Steinfeld und Schendrich zu beiden Seiten des Eierbachs findet. Es ist ein seekreideähnlicher Wiesenkalk, der neben Diatomeen zahlreiche sehr kleine Schneckenschälchen enthält, die sich leicht schlämmen lassen. Bis jetzt liessen sich daraus folgende Arten ausschlämmen:

1. *Vitrina brevis* FÉRUSAC.
2. *Hyalinia radiatula* ALD.
3. „ *crystallina* MÜLL. sp.
4. „ *fulva* DRAPARN. sp.
5. *Patula pygmaea* DRAP. sp.
6. *Vallonia pulchella* MÜLL. sp.
7. „ *costata* M. sp.
8. *Zua lubrica* M. sp.
9. *Vertigo substriata* JEFFREYS sp.
10. *Carychium minimum* M. sp.
11. *Limnaea truncatula* M. sp.
12. Zwei Embryonalenden einer *Helix*.
13. *Pupa* sp.
14. *Succinea* sp.

Ausser diesen gut erhaltenen Arten fand sich noch eine ganze Anzahl, die beim Schlämmen zerfiel und daher nicht bestimmt werden konnte. Die Fauna muss demnach viel reicher sein.

Nach der petrographischen Beschaffenheit zeigt das Material viel Ähnlichkeit mit der Seekreide der schweizer Seen. Ob die Ablagerung aber wirklich in das postglaciale (präziser ausgedrückt in das post- β -glaciale) Diluvium gehört, lässt sich noch nicht mit Sicherheit feststellen. Eine genauere Untersuchung der Arten aus den Gattungen *Pupa*, *Succinea* und *Vertigo* wird ihr Alter ergeben.

Die Bildung dieser Schichten wird wahrscheinlich in der Diluvialzeit begonnen haben und sich in die Jetztzeit fortgesetzt haben; dafür spricht die Art ihrer Entstehung, die wir uns folgendermassen zu denken haben: Kohlensäurehaltige Wässer drangen in die Moränen und Schotter am Abhang des Berges ein, beladen sich dort mit Kalk und bewässerten die tiefer gelegenen Wiesen, wo ihnen durch die Gräser und Pflanzen die Kohlensäure entzogen und dadurch der Kalk abgeschieden wurde.

Auf ähnliche Weise haben wir uns auch die Entstehung der mächtigen Kalktufflager zu denken, welche überall am Rande der Schotterfelder auftreten.

Hier haben aber die Wasser ihre Kohlensäure nicht ausschliesslich durch den Lebensprozess der Pflanzen verloren, sondern wohl mehr durch die Berührung mit der Luft. Die Bildung des Kalktuffs wird daher wohl schon in der Diluvialzeit begonnen haben, hat aber ihre Hauptentwicklung erst in der postpleistocänen Zeit erreicht, wie die zahlreichen Vorkommen von Blattresten, namentlich von *Fagus silvatica* L. sp., *Salix caprea* u. s. w., namentlich aber von noch lebenden Moosen und Landschnecken (*Helix villosa*, *alpina* etc.) beweisen. Eine scharfe Trennung von diluvialen und recenten Bildungen wird aber nirgends durchführbar sein, da der Übergang kein plötzlicher war. Betrachten wir die Diluvialzeit mit Schluss der letzten Vereisung für abgeschlossen, so sehen wir, dass es auch dann nur für wenige besonders bevorzugte Punkte der Alpen und Skandinaviens möglich ist, die genaue Scheidung vorzunehmen. Ganz Oberbayern blieb bereits während der letzten beiden Stadien der Eiszeit, dem Gschnitzstadium (γ -Stadium) und dem Daunstadium (δ -Stadium) eisfrei; es bestanden also schon ähnliche Verhältnisse wie heutzutage. Der Kalktuff, der Wiesenkalk und auch die Torfmoore sind also in ihren ältesten Lagen noch diluvialen Alters.

Ausser jenen mächtigen Kalktufflagern, die z. B. bei St. Jakob 8—13 m Mächtigkeit und darüber erreichen, finden sich fast in jedem Bach schwache Tuffabsätze, welche die geologische Aufnahme sehr erschweren und unter Umständen die Tektonik ganz verdecken können.

Torfmoore finden sich in der Moränenlandschaft, wie die Karte zeigt, in grosser Verbreitung, sie werden im oberbayerischen Dialekt als „Moos“ oder „Filz“ bezeichnet. Beide Namen sind heutzutage gleichbedeutend, in früherer Zeit hat man vielleicht den Unterschied von Hochmooren und Wiesenmooren dadurch ausdrücken wollen. Infolge des meist kalkigen Untergrundes sind die Moose fast stets als Wiesenmoore entwickelt, so z. B. das Grem-Moos, Grandelmoos, Langmoos, Schartenfilz, Dragonerfilz, Hirtenwiesfilz etc. Nur das Scheithaufer Filz am Südrande der Karte bildet ein typisches Hochmoor, charakterisiert durch das Vorkommen von

Eriophorum vaginatum L.

Vaccinium oxycoccos L.

Drosera rotundifolia L.

Auch das Lichtfilz, Oberoblander Filz und vereinzelte Stellen im „Schwarzen Laich“ tragen den Charakter von Hochmooren. Wie schon erwähnt, finden sich oft in den Mooren des Ammertales, deren Torfschicht eine erwiesene Mächtigkeit von mindestens 6—7 m, wahrscheinlich aber eine noch bedeutend grössere hat, Einlagerungen von Sanden, Mergeln und Lehmanschwemmungen, die den Torf stellenweise zur Gewinnung ungeeignet machen. Dagegen ist der Torf der höher im Moränengebiet gelegenen Moore, wie schon die topographische Unterlage der Karte zeigt, vielfach Gegenstand einer lebhaften und ausgedehnten Gewinnung, die sich bei der Güte des Materials, trotz der Konkurrenz der benachbarten Kohlengrube, lohnt.

Das Alluvium ist, wie es am Austritt eines Flusses aus dem Gebirge zu erwarten steht, von grosser Ausdehnung und Mächtigkeit. Es besteht hauptsächlich aus Kies- und Sandablagerungen, im Pollinger Gletscherzungenbecken auch aus lehmigen und mergeligen Schichten. Die Kiesablagerungen bieten nichts bemerkenswerthes, sie bestehen aus Kalkgeröllen und aus Material, das den Moränen entstammt. An dieser Stelle sei auch noch erwähnt, dass die Ammer in früherer Zeit wahrscheinlich nicht den jetzt von ihr benützten Durchbruch zwischen Guggenberg und Westerleiten durchflossen hat, der damals aber wahrscheinlich den Weg der Ach, der Eyach und des Hungerbachs bildete. Die Ammer durchfloss den Durchbruch zwischen Vorderberg und Guggenberg und benutzte das jetzt vom Wörtersbach durchflossene Bett. Es zeigt sich das teilweise an den Einsenkungen in den Stadler Wiesen, die dem alten Flussbett entsprechen; ausserdem fanden sich aber auch bei der Anlage des heutigen Bahnhofs, wie mir Herr Ingenieur SCHWARZ (Bad Sulz) mitteilte, im Kies eingebettet zahlreiche Stämme, die anscheinend einen längeren Transport durch fliessendes Wasser erfahren hatten. Diese Baumstämme sowie überhaupt die Kiese selbst können nicht durch den kleinen Wörtersbach oder die anderen kleinen Bäche, welche von der Höhe des Hohenpeissenberges herabkommen, dorthin geschafft sein.

II. Die Tektonik des Hohenpeissenberges.

Über die tektonischen Verhältnisse herrschte lange Zeit trotz der guten und ausgedehnten Grubenaufschlüsse völlige Unklarheit, was wohl hauptsächlich auf den Umstand zurückzuführen ist, dass es bei der Auffahrung der älteren jetzt leider nicht mehr fahrbaren Stollen gänzlich unterlassen wurde, genaue Profile aufzunehmen. Es war daher die Auffassung des Altmeisters der bayerischen Geologen W. v. GÜMBEL ohne weiteres bis in die neueste Zeit massgebend. Derselbe sagt darüber folgendes¹⁾: „Durch den ausgedehnten Kohlenbergbau am Hohenpeissenberg sind wir zur genauen Kenntnis der Zusammensetzung und der Lagerungsweise dieser flötzreichen Region gelangt und wissen daher genau, dass hier auf weite Strecken die Cyrenenschichten unmittelbar von der oberen Meeresmolasse, allerdings in überkippter Lagerung, gleichförmig begrenzt werden.“ GÜMBEL erläutert diese Ansicht durch ein Profil auf derselben Seite seiner Geologie von Bayern. Diese Auffassung hat sich aber als unhaltbar erwiesen; bereits WOLFF²⁾

¹⁾ Geologie von Bayern. Bd. 2 S. 330.

²⁾ WOLFF: Die Fauna der südbayerischen Oligocänmolasse. Paläontographica 43. S. 226.

glaubte ein Jahr nach dem Erscheinen der Geologie GÜMBELS Bedenken gegen diese Ansicht vorbringen zu können. Er gründet seine Ansicht hauptsächlich auf die Analogie mit den 30 km östlich gelegenen Mulden von Penzberg und auf das oben erwähnte Glassandvorkommen. Schon im Jahre 1893 hatte auch STUCHLIK¹⁾ diese Auffassung vertreten, ohne aber einen genauen Beweis zu erbringen. Besonders war es dann WEITHÖFER, der in seinen mehrfach erwähnten Schriften dieser Ansicht Geltung zu verschaffen suchte, ohne dass es ihm endgültig gelang. Herr Oberbergtrat Dr. v. AMMON betrachtete jedenfalls die Frage in seiner Abhandlung über die *Daemonehelix*²⁾ als noch nicht zur Zufriedenheit gelöst und hofft dies durch Auffindung eines genügend grossen Stückes einer *Daemonehelix* in natürlicher Lage entscheiden zu können. Bei der zweifelhaften Natur dieser Körper wäre dieser Beweis aber doch wohl nur von untergeordneter Bedeutung.

Alle übrigen genannten Autoren stützen ihre Ansicht, dass die Flötze den normal einfallenden Nordflügel einer südlich vom Hohenpeissenberg liegenden Mulde bilden, auf das Vorkommen jener Sandlagen, die mit den Glassanden von Penzberg und Nantesbuch eine auffallende Ähnlichkeit haben. Im Penzberger Grubenfelde finden sich im Hangenden der Sande die im ersten Teil beschriebenen Promberger Schichten, im Liegenden die Hauptreihe der Flötze. Am Peissenberg finden sich ebenfalls die Flötze im Liegenden dieser Sandlagen. Der Nachweis, dass auch das Hangende mit dem in Penzberg identisch sei, fehlte aber bisher immer noch. Wie bereits oben erwähnt, gelang es mir im August vorigen Jahres die Promberger Schichten im Sulzer Steinbruch nachzuweisen. Diese Entdeckung ist für die Richtigkeit der Annahme, dass die Cyrenenschichten den Nordflügel einer Mulde bilden, eigentlich ein ausreichender Beweis.

In dem genannten Steinbruch fanden sich im Sandstein auch zahlreiche Steinkerne von Pholadengängen. Diese geben das jetzige Hangende auch als wirkliches Hangendes an, da sie so im Gestein stecken, dass das untere keulenförmig verdickte Ende sich auch wirklich unten befindet, und da die Gänge, die im Sandstein stecken, mit dem darüber liegenden sandigen Mergel ausgefüllt sind. Ausserdem macht sich überall längs der Zone der oberen Meeresmolasse und der Cyrenenmergel eine ausgesprochene Diskordanz bemerkbar. Beim Hanselbauer ist diese zwar nur gering, namentlich der Unterschied im Streichen ist nur unbedeutend; die Cyrenenschichten fallen hier aber mit 50—52° nach Süd ein, während die obere Meeresmolasse mit 62—65° einfällt. Die Cyrenenschichten legen sich fast mantelförmig um die Südseite des Hohenpeissenberges herum,³⁾ während die Meeresmolasse ihr Streichen und Fallen bis zum Eberlgraben beibehält. Am Vorderberg macht sich eine noch deutlichere Wendung der Schichten nach Nordost bemerkbar, so dass dieselben schliesslich nach N 35° O streichen und dabei mit 45° nach Südost einfallen. In GÜMBELS Geologie von Bayern, S. 333, findet sich die nicht ganz zutreffende Angabe: Die Schichten liessen bei Bad Sulz eine deutliche Wendung nach SO wahrnehmen. Es beruht diese Angabe wohl nur auf einem bedauerlichen Druckfehler, und ist anzunehmen, dass v. GÜMBEL wohl die richtige Beobachtung angeben wollte, dass die Schichten sich nach NO

¹⁾ Akten der Generaldirektion der „oberbayerischen Aktiengesellschaft für Kohlenbergbau“ zu Miesbach.

²⁾ Geognostische Jahreshefte 1900. S. 69.

³⁾ Auf der Karte wurde dies dadurch zur Darstellung gebracht, dass die Kohlenflötze 1,10 und 17 und die Glassandlagen eingetragen wurden.

wenden. Weiter gibt dann GÜMBEL an, dass die Schichten der Meeresmolasse nach Süden verschoben in den Guggenberg wieder einsetzen. Auch hier war die Auffassung v. GÜMBELS nicht die richtige und leider ist dadurch auch die geologische Karte, Blatt Werdenfels, beeinflusst. Eine Transversalverschiebung hat hier stattgefunden, aber nicht nach Süden, sondern nach Norden. Die Art und Weise, wie der Untergrund dieses Teils der Karte unter den diluvialen und recenten Bildungen zusammengesetzt vielleicht zu denken ist, habe ich durch die Skizze Fig. 3 zu erläutern gesucht (siehe die Profiltafel).

Weiter östlich findet sich kein Aufschluss, der einen Beitrag zur Klarstellung des Verhältnisses der Cyrenenmergel zum Miocän liefern könnte, da die ältesten anstehenden Schichten der oberen Meeresmolasse angehören, wohl aber im Westen am Bühlach bei Peiting. Die geologische Karte GÜMBELS gibt, wie erwähnt, hier nur Cyrenenmergel an, später aber verzeichnet er¹⁾ auch von diesem Fundpunkt obere Meeresmolasse. Der nördlichste Rand des Bühlachs ist aber sogar der oberen Süßwassermolasse zuzurechnen. Ihr folgen nach Süden die Schichten der oberen Meeresmolasse und dann nach einer Senkung, die sich über den Bergrücken herüberzieht, die Cyrenenmergel. Hier macht sich wieder dieselbe Störung bemerkbar; die Cyrenenmergel streichen N 60° O und fallen mit 27—30° SO ein, während die obere Meeresmolasse ein Streichen von N 75—80° O hat und ein Fallen von 60—66° nach S.

Diese Beobachtungen beweisen ebenfalls, dass die Cyrenenmergel von der oberen Meeresmolasse durch eine grosse tektonische Störung getrennt sind. Über die Natur dieser Verwerfung werden wir uns sofort klar, wenn wir deren Verlauf mit dem Verlauf der Höhengichtlinien vergleichen. Wir finden dann, dass sie mit 55—60° nach Süden einfällt und eine typische Überschiebung darstellt. Dass diese Beobachtung richtig ist, geht auch aus dem Umstand hervor, dass bei Bad Sulz die Cyrenenschichten fast mit der oberen Süßwassermolasse zusammenstossen. Die Überschiebung verdeckt hier die Meeresmolasse nahezu vollständig. Ein Aufschluss in der Überschiebungsregion befindet sich nahe beim Quellenhäuschen des Bades Sulz; aus ihr stammen auch die sog. Heilquellen des Bades. Quellen treten aus ihr an zahlreichen Punkten zutage, so dass sie stellenweise sogar eine breite, sumpfige, der Meeresmolasse parallel streichende Zone bildet (z. B. nördlich vom Hauptstollen und Simmerbauern). Diese Überschiebung dürfte identisch sein mit den südlich einfallenden Verwerfungen, welche WEITHOFER²⁾ überall im Penzberger, Miesbacher und Auer Gebiet an der Südgrenze der oberen Meeresmolasse angibt. Wir hätten demnach hier eine Überschiebung vor uns, die sich vom Lech bis zum Inn, wahrscheinlich auch noch über beide Flüsse hinaus verfolgen lässt. Vielleicht wäre sie in Zusammenhang zu bringen mit GÜMBELS „vindelicischem Grundgebirge.“ Auch bereits STUHLIK³⁾ gibt im Norden von Miesbach und Au solche südlich fallenden Verwerfungen an, doch haben die beigegebenen Profile etwas konstruktiven, schablonenmässigen Charakter. Die auffallende Regelmässigkeit der Verwerfungen findet sich auf den kürzlich von WEITHOFER²⁾ veröffentlichten Profilen nicht wieder.

¹⁾ Geologie von Bayern. Bd. 2. S. 330.

²⁾ WEITHOFER: Einige Querprofile durch die Molassebildungen. Jahrbuch der K. K. geol. Reichsanstalt. Wien 1902.

³⁾ STUHLIK: Geologische Skizze des oberbayerischen Kohlenreviers. Österreich. Zeitschr. für Bayern. Hüttenwesen. 1893.

Als Folgeerscheinung der Überschiebung zeigte sich beim Auffahren des Tiefstollens eine sattelförmige Umbiegung der Schichten im Osten, wobei die Kohle im Nordflügel dieser Umbiegung plötzlich verschwand. Es ist dies als eine Schleppung durch die Überschiebung aufzufassen. Auf alten Rissen des Hermannstollens findet sich diese Umbiegung auch angedeutet. Da die Darstellungen dieser beiden Risse sowohl horizontal wie vertikal von einander wesentlich getrennt liegen, so ist aus denselben das Streichen und Fallen der nicht horizontal verlaufenden Schleppungs-Sattelaxe zu berechnen. Sie streicht nicht genau parallel der Überschiebung, sondern bildet mit ihr einen Winkel von 15° — 20° im Streichen und fällt mit 15° nach OSO. ein. Dies beweist deutlich, dass wir es mit einer Überschiebung und nicht mit einem Sprung zu tun haben; gleichzeitig aber geht daraus hervor, dass nicht allein eine Aufwärtsbewegung in nördlicher Richtung stattfand, sondern dass diese verbunden war mit einer seitlichen Verschiebung der ganzen Gebirgsscholle nach Nordosten. (Die Tangente des angegebenen Fallwinkels der Sattelachse jener Schleppung gibt das Verhältnis der beiden Bewegungsrichtungen an.)

Diese sattelförmige Umbiegung war auch W. v. GÜMBEL¹⁾ nicht unbekannt; bei der unrichtigen Auffassung der Tektonik des Gebiets fehlte ihm natürlich auch hier die zutreffende Erklärung. Über die Natur der Verwerfung geben auch die zahlreichen, den Schichten meist parallel einfallenden kleineren Verwerfungsklüfte in der Grube Aufschluss. Sie sind wohl als Trümmer der Hauptüberschiebungskluft aufzufassen. Es ist ferner bemerkenswert, dass die Schichten in der Grube am Ende der Querschläge etwas steileres Einfallen zeigen wie am Schacht; wir befinden uns aber an letzterem Punkte näher dem Muldentiefsten. Da wo die Schichten flacher liegen, stellen sich diese kleinen Verwerfungen als flache Überschiebungen von 1—2 m Sprunghöhe dar.

Dass wir es wirklich mit einer südlich des Hohenpeissenberges gelegenen Mulde zu tun haben, beweist das anschliessende Profil der Bachläufe. Wir finden hier, dass das Einfallen der Schichten von der Überschiebung an konstant abnimmt, bis im Ammertal die Schichten teilweise fast horizontal liegen, d. h. wir befinden uns hier im Muldentiefsten.

Jenseits der Ammer lässt sich allerdings der Gegenflügel nur stellenweise nachweisen, nur im Krebsbachel (dem bei der Ammerbrücke der Strasse Untereissenberg—Böbing mündenden Bach) finden wir 30° — 40° nach N fallende Schichten. Bald aber lässt sich vor dem hübschen Wasserfall dieses wasserreichen Baches eine grössere Verwerfung in ostwestlicher Richtung streichend beobachten. Weiter nach Osten ist der Zusammenhang der Schichten hier durch eine etwa N 20° W streichende Verwerfung unterbrochen. Im Westen finden sich südlich von Bruckerwörth sogar zwei, wenn nicht drei streichende Verwerfungen, die wahrscheinlich der einen im Krebsbachel entsprechen. Unterhalb der Schnalz sind die Cyrenenmergel durch eine steil nach S fallende Verwerfung gegen die bunte Molasse, die sich hier nicht konkordant anschliesst, abgegrenzt. Diese Verwerfungszone wird wahrscheinlich unter den Alluvionen des Ammertales zusammenhängen, so dass anzunehmen ist, dass die Ammer bei ihrer rechtwinkligen Umbiegung an der Schnalz, gehemmt durch die β -Schotter von Peiting, durch die

¹⁾ v. GÜMBEL: Alpengebirge S. 727—728.

leicht erodierbare Bruchzone abgelenkt wurde bis in das Zungenbecken des β -Gletschers bei Oberhausen hinein.

Ausser den genannten Störungen haben wir dann noch einige kleinere Querbrüche im Gebiet der Grube selbst, die aber nicht auf grössere Entfernung nachzuweisen und von denen vier auf der Karte eingezeichnet sind; sie sind wohl auf Zerreibungen zurückzuführen, die mit der Hauptüberschiebung in Zusammenhang stehen. Bei der sog. Hauptverwerfung des Grubenfeldes hat eine seitliche Verschiebung von 40 m stattgefunden.

Über die Stellung der Cyrenenmergel an der Ammerbiegung ist noch zu erwähnen, dass wir es hier offenbar mit dem Gegenflügel der Bühlachflötze zu tun haben. Wir beobachten bei der Umbiegung der Ammer wie die Cyrenenmergel unter den mächtigen Kalktuff-Bildungen einen flachen Sattel bilden. Bei dem auf der Karte verzeichneten Stege fallen die mächtigen Sandsteinbänke ebenso wie an der Schnalz mit $22-30^\circ$ nach Süd ein und etwa 50 m nördlich fallen dieselben Schichten nach einer Sattelbildung mit 25° nach Norden ein. Wir dürfen deshalb wohl annehmen, dass wir hier den Südflügel der Schichten des Bühlachs vor uns haben.

Die bunte Molasse ist südlich davon in nach Norden überkippte Falten zusammengelegt, wie sie sich im Profil der Schnalz (Fig. 2) darstellen.

Nördlich des Hohenpeissenberges bestätigten sich die Verhältnisse, so wie es GÜMBEL durch sein Profil in der Geologie von Bayern, S. 330, erläutert hat. Die Schichten fallen zunächst steil nach Süd ein und bilden den stark überkippten Südflügel einer Mulde; weiter nach Norden gehen die Schichten ziemlich plötzlich aus der saigeren Stellung in die horizontale über; wir haben uns hier eine zum grössten Teil abgetragene Mulde vorzustellen, deren einer Flügel überkippt ist und deren anderer Flügel mit etwa 24° nach Norden einfällt. Beim Lindauer Hof stellt sich noch ein unbedeutender Spezialsattel ein, der aber das Gesamtbild nicht beeinflusst. Weiter nördlich bilden diese Schichten mit ganz söhligter Lagerung den Untergrund der ganzen Hochebene bis zur Donau.

Zum Schluss seien noch kurz die Aussichten des Bergbaus auf Pechkohlen am Peissenberge gestreift. Wie aus den tektonischen Verhältnissen hervorgeht, ist die Fortsetzung der Flötze nach Süden im Einfallen zu suchen. Da die Schichten sich in dieser Richtung analog den Aufschlüssen über Tage bald flacher stellen werden, so ist auch bis zur Verwerfungszone des Ammertals keine übermässige Teufe, die eine Gewinnung ausschliessen würde, zu erwarten. Nach Westen aber, wo das Ort des Tiefbaustollens bereits bis fast zum Kohlgraben getrieben ist, darf man, vorausgesetzt, dass keine Änderung im Streichen eintritt, höchstens noch auf 500 m Kohle erwarten. Eine geringe Ablenkung des Streichens nach Westen oder gar nach Südwesten scheint sich aber bereits bemerkbar zu machen. Dass nördlich des Berges durch Bohrungen in bauwürdiger Teufe Kohlen gefunden werden könnten ist nicht anzunehmen. Das Gerücht von dem Vorkommen von Kohle nördlich des Hohenpeissenberges, das noch immer existiert, gründet sich, wie schon GÜMBEL in seinem „Alpengebirge“¹⁾ erwähnt hat, auf ein schwaches unzusammenhängendes Flötz im Sinkgraben, das der oberen Süsswassermolasse angehört.

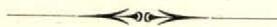
¹⁾ GÜMBEL: Geognostische Beschreibung des bayerischen Alpengebirges. 1861. S. 779. (Es ist dort von einem Vorkommen im „Gutzrieder Graben“ die Rede, unzweifelhaft ist damit aber der Sinkgraben bei „Kuslried“ oder „Guslried“ gemeint.)

In der Geologie von Bayern S. 333 erwähnt von GÜMBEL ein Flötz in der oberen Süßwassermolasse im „Stinkgraben bei Fristenau“. Es ist damit offenbar dasselbe Flötz im Sinkgraben gemeint und es liegen anscheinend zwei Druckfehler vor: Stinkgraben statt Sinkgraben und Fristenau statt Faistenau. Andere schwache Kohlenschmitzen in der oberen Süßwassermolasse bei Herzogsägemühle und im Lechthal bei Peiting sind unbauwürdig und kaum der Erwähnung wert. Auch scheint es nicht wahrscheinlich, dass die genauere Untersuchung der Flötze der Cyrenenmergel des Thalbachs bei Rottenbuch deren Bauwürdigkeit ergeben würde.

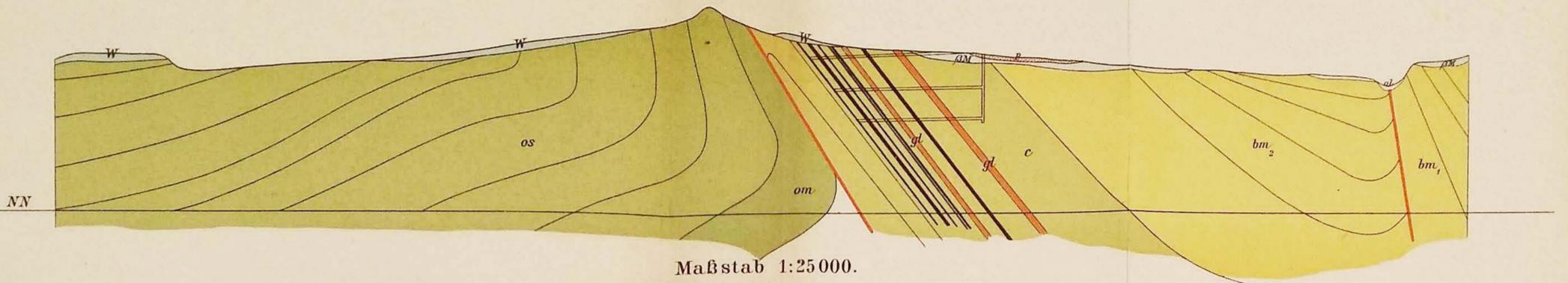
Zum Schluss möge es mir noch gestattet sein, Herrn Obereinfahrer J. GRESS und Herrn Generaldirektor HERTLE für ihre liebenswürdige Unterstützung sowie Herrn Markscheider SCHLUGE für seine Führung im Penzberger Grubenrevier auch an dieser Stelle nochmals meinen verbindlichsten Dank zu sagen. Zu besonderem Dank fühle ich mich auch meinen hochverehrten Lehrern, Herrn Geheimen Rat Professor Dr. v. ZITTEL und Herrn Professor Dr. ROTHPLETZ, verpflichtet, ebenso auch Herrn Professor Dr. A. ANDREAE zu Hildesheim für seine mannigfachen Anregungen sowie seine Hilfe bei der Bestimmung der kleineren Landschnecken.

Inhalts-Verzeichnis.

	Seite
Dr. Richard Bärtling, Die Molasse und das Glacialgebiet des Hohenpeissenberges und seiner Umgebung	33—62
(Mit einer geologischen Karte und einer Profiltafel.)	
Einleitung:	
Lage und orographische Verhältnisse	33—34
Litteraturverzeichnis	34—36
Geschichtliches	36—37
I. Geologisch-paläontologischer Teil	37—57
Das Oligocän	37—48
Untere bunte Molasse	37—40
Brackwassermolasse (Cyrenenmergel)	40—46
Promberger Schichten	46—47
Obere bunte Molasse	47—48
Das Miocän	48—51
Obere Meeresmolasse	48—50
Obere Süßwassermolasse	50—51
Diluvium und Alluvium	51—57
II. Tektonik des Gebietes	57—62



Profil N^o 1.
Merauthberg - Hohenpeissenberg - Ammerleite.



Profil N^o 2.
Bühlach - Schnalz - Thalbach.

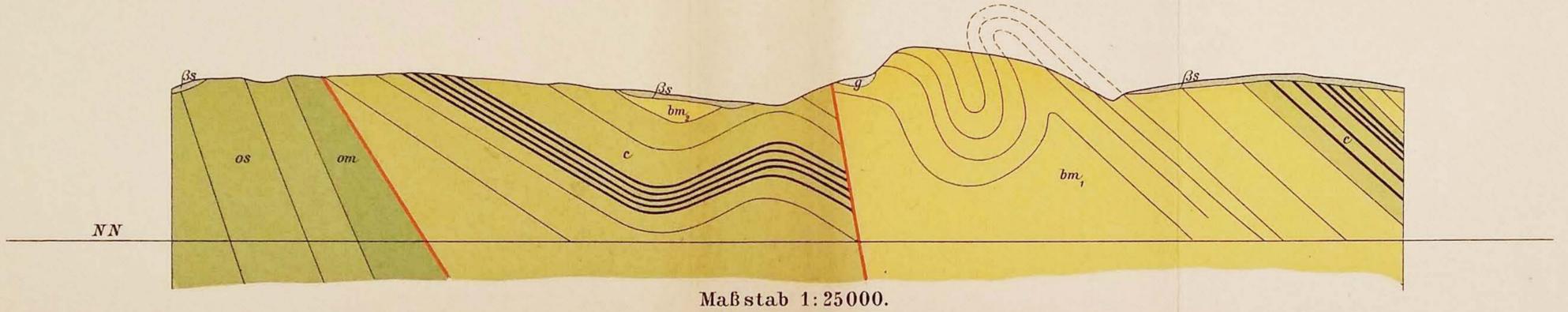
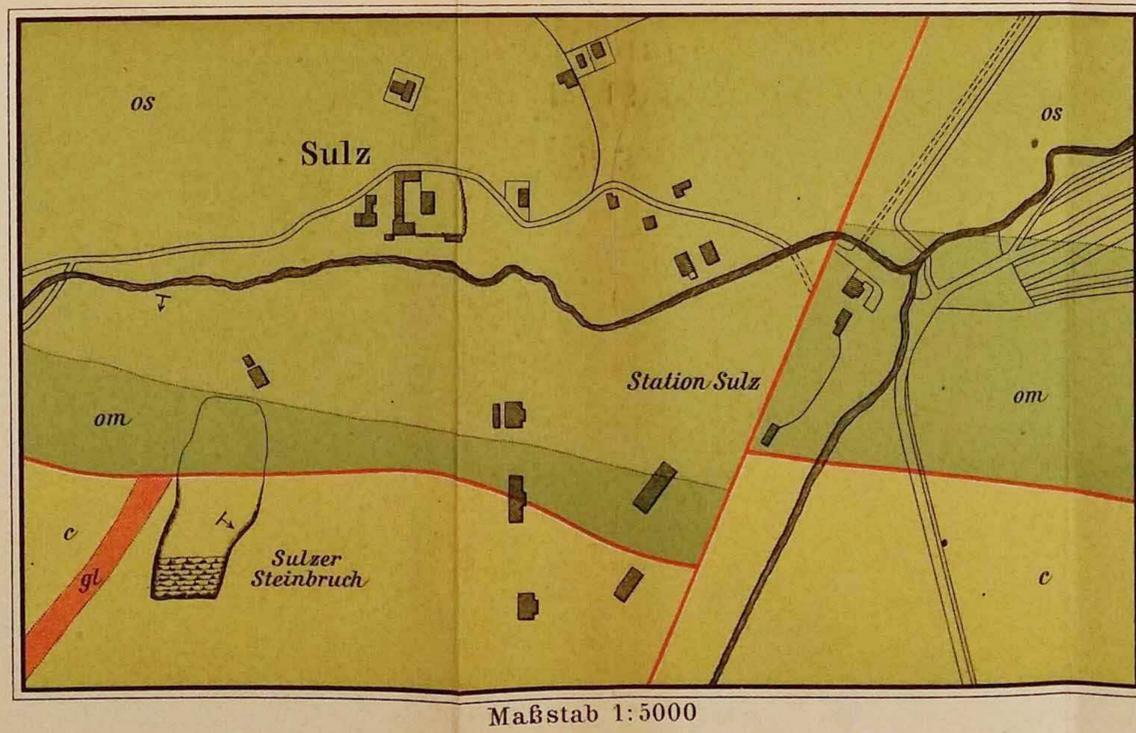


Fig. 3.
Wahrscheinlicher Verlauf der Transversalverschiebung bei Bad Sulz unter Diluvium und Alluvium.



Farben-Erklärung.

Untere } Obere } bunte Molasse	Obere Meeresmolasse	„β“-Moraenen	Wiesenkalk
Cyrenenschichten mit Kohlenflötzen	Obere Süßwassermolasse	„β“-Schotter	Alluvium
Glassand	„Würm“-Moraenen	Gehängealluvium	Verwerfungen

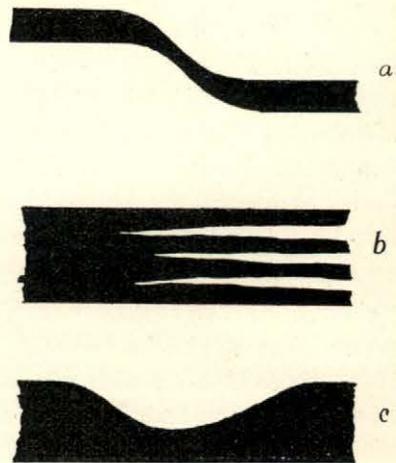
Einige Beobachtungen an Flötzverdrückungen im Saarkohlenrevier.

Von

Dr. Ernst Kohler.

In den Steinkohlenflötzen des Saarreviers treten gewisse Unregelmässigkeiten des Flötzverhaltens auf, die zwar von jeher für den praktischen Bergmann von wesentlichem Interesse waren, die aber in der geologischen Litteratur überaus spärlich konstatiert sind und gleichwohl bei systematischer Verfolgung über grössere Flächen, wie es der Bergbau auf preussischem und bayerischem Gebiet ermöglicht, von Wert für die Paläogeographie des Karbons sein können. Es sind damit sogenannte „Flötzverdrückungen“ gemeint. Diese Zeilen mögen dazu dienen, die Aufmerksamkeit darauf zu lenken.

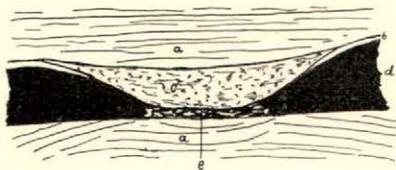
Das Wort „Verdrückung“ wird jedoch in mehrfacher Bedeutung gebraucht und es ist daher zunächst der Begriff zu präzisieren. Der ursprüngliche Wortsinn dürfte in dem Fall gegeben sein, dass an irgend einer Stelle die Flötmächtigkeit erheblich geringer als gewöhnlich ist.¹⁾ Dies kann jedoch in verschiedener Weise eintreten. Einmal pflegt sich eine Verringerung der Flötmächtigkeit einzustellen, wenn das Flötz an einer Verwerfung bzw. in einer Flexur geschleppt wird (Fig. 1a), dann wird die Kohlenmächtigkeit eines Flötzes schwächer, wenn sich Bergmittelstreifen im Flötz anlegen (Fig. 1b) und endlich kommt der Fall vor, dass ohne Dislokation und ohne Verstärkung eines Mittels die Flötmächtigkeit sich reduziert und zwar hie und da bis zum fast völligen Verschwinden des Flötzes (Fig. 1c). Letzteres ist die Verdrückung *sensu stricto*. Ausserdem wird nicht selten das Wort „Verdrückung“ missbräuchlich in noch weiterem Sinne als



Figur 1.
Schematische Darstellung von Flötzverdrückungen. a Uneigentliche, b und c eigentliche Verdrückungen.

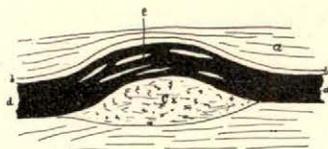
¹⁾ Mit unserer Definition stimmt im wesentlichen die in KARSTENS Archiv f. Min. 9. Bd. 195 gegebene Begriffsbestimmung überein. cit. bei VEITH, Deutsches Bergwörterbuch 1871 S. 520.

oben angedeutet, für Verschlechterung oder Unbauwürdigkeit des Flötzes schlechthin angewendet, z. B. für Verwerfungen von geringer Höhe, wenn auch keine Verringerung der Flötmächtigkeit zu konstatieren ist, oder für den Fall der Ver-taubung, d. h. der Entgasung des Flötzes. Wie gesagt, ist letztere Verwendung des Wortes missbräuchlich, da die letztgenannten Namen für die zu charakterisierenden Zustände bezeichnender und prägnanter sind. Wenn wir auch noch den zuerst aufgeführten Fall der Verringerung der Flötmächtigkeit durch Schleppung als zur Kategorie tektonischer Erscheinungen gehörig ausscheiden, so bleiben uns zwei genetisch verwandte Erscheinungsformen, die in der im folgenden geschilderten Ausbildung in der Flammkohlenpartie des Saarreviers und zwar auf der preussisch-fiskalischen Grube Geislaunern und der benachbarten privaten Grube Hostenbach beobachtet wurden.



Figur 2

Flötzverdrückung im Emilflötz der Grube Geislaunern. a Schieferton, b grauer Letten, c sog. rotes Gebirge, d Kohlenflötz, e versteinte Kohle.



Figur 3.

Flötzverdrückung im Emilflötz der Grube Geislaunern. (Bezeichnungen wie bei Figur 2).

Während die Mehrzahl der in diesen Gruben aufgeschlossenen Flötze der hangenden Flammkohlenpartie, z. B. Flötz Alvensleben (= Flötz Pulverrauch in Hostenbach), soweit sie nicht von Verwerfungen betroffen sind, abgesehen von allmählichen Verstärkungen oder Verschwächungen, auf grosse Entfernungen von Unregelmässigkeiten frei erscheinen, zeigt hier das Flötz Emil-Geislaunern (= Flötz Carl-Hostenbach), das im übrigen als das beste Flötz beider Gruben gilt, eine grosse Anzahl von „Verdrückungen“ in dem oben umgrenzten Sinne.

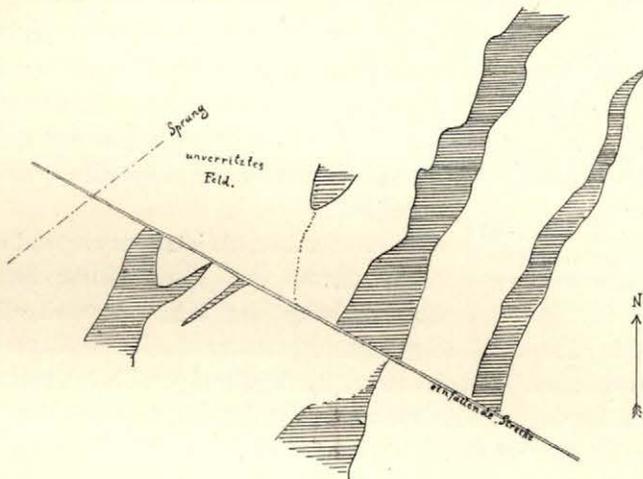
In der einfallenden Hauptstrecke der Grube Geislaunern konnte ich an mehreren Stellen folgendes Profil (Fig. 2) erkennen. Hangendes und Liegendes setzen ohne merkliche Störung in der einmal angenommenen Verflächung fort, indes das Kohlenflötz sich plötzlich stark verschwächt oder bis auf einen russigen Besteg ganz verschwindet, um nach ein, zwei oder mehr Meter Entfernung ebenso wieder zu seiner gemeinhin bekannten Mächtigkeit anzuschwellen. Der Raum, den sonst das Flötz ausfüllt, ist an diesen Stellen von sog. „rotem Gebirge“ eingenommen, das ist von rotem, gelbem oder grauem, rot oder gelb gefleckten Letten.

An einer Stelle konnte ich auch das rote Gebirge im Liegenden des Flötzes beobachten (Fig. 3). Hier wölbt sich das Flötz in einem intrastratalen Sattel, d. h. in einem Sattel, der nur die eine Schicht betrifft, ohne die hangenderen oder liegenderen zu tangieren, über das im Schnitt lentikular erscheinende rote Gebirge. Das Kohlenflötz ist in dieser Sattelregion versteint.

Schliesslich ist noch, wenigstens in Hostenbach, der Fall zu beobachten, dass eine Unzahl von dolomitischen Mittelstreifen sich im Flötz übereinander anlegen und fast auf die gleiche Erstreckung in der Breite von einigen Metern aushalten, ohne dass eine Verwerfung zu konstatieren ist, von der aus eine Infiltration hätte stattfinden können.

Das grundrissliche Bild des Flötzes gibt den Schlüssel zur Erklärung dieser Erscheinungen. Figur 4 zeigt uns in dem Verlauf der Verdrückungen das Bild eines Flusssystem, das das Kohlenflötz in mancherlei Kurven durchschneidet.

Diese zunächst äusserliche Ähnlichkeit gewinnt an innerer Wahrscheinlichkeit bei näherer Betrachtung. Besieht man nämlich den das Flötz substituierenden Letten c der Figur 2, so zeigt er sich als ein von feinem Sand und Glimmerschüppchen durchsetzter Ton, der mehr oder minder reich an vegetabilischen Einschlüssen ist. Diese, zumeist Kalamitenreste von Arthropitycharakter, besitzen die



Figur 4.

Grundrissliche Darstellung des ungefähren Verlaufs der Verdrückungen im Emilflötz nach den bisherigen Grubenaufschlüssen. Masstab ca. 1 : 20000.

für Deutung ihrer Ablagerung bezeichnende Häckselform. Gut erhaltene Blätter oder sonstige feinere Pflanzenteile, die in dem hangenden Schiefertone sich in ungezählter Menge finden, ja geradezu vorwiegen, fehlen fast gänzlich. Es sind nur Fetzen, Holzstückchen und ähnliches, wie es das fließende Wasser zu transportieren pflegt. Die kohlige Substanz ist hie und da erhalten, meist aber ist im Umkreis jedes einzelnen Pflanzenteils der an sich graue Ton durch Eisenhydroxyd oder zum Teil Eisenoxyd gelb bis rot gefärbt, und dieser Umstand hat zur Benennung „rotes Gebirge“ geführt.

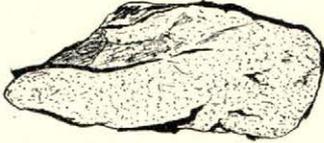
Wenn man sich der Deutung unserer Kohlenflöze als ehemaliger Sumpf- und Moorflächen, Swamps u. s. w.¹⁾ erinnert, so weist die Darstellung, die der Forschungsreisende Dr. PASSARGE in einem „Bericht über eine Reise im venezolanischen Guyana“²⁾ von den Bildungen der dortigen Flüsse gibt, eine geradezu überraschende Ähnlichkeit mit den eben geschilderten Erscheinungen auf.

Nachdem PASSARGE die Landschaft, die von den Flüssen durchschnitten ist, als Sumpfgebiet und die in ihr entstehenden Ablagerungen der jüngsten Zeit als Morichale und Teiche mit schwarzem Moorboden aus zersetzten pflanzlichen Stoffen und in den Potros als humose Tone geschildert hat, schreibt er weiter: „Innerhalb der Flussbetten des Caura, Cuchivero und Orinoco finden sich alluviale „Bildungen, die ganz zweifellos Ablagerungen der Flüsse im eigenen Bett sind.“

¹⁾ Poronié, Über Autochthonie von Karbonkohlenflötzen. Jahrb. d. preuss. geol. Landesanst. 1895. Berlin. — Ders., Lehrb. d. Pflanzenpaläontologie 1899. S. 338 ff.

²⁾ Zeitschr. d. Ges. f. Erdkunde zu Berlin 1903. S.-A. S. 27.

„Es sind gelbbraune Tone, die mehr oder weniger sandig sind und mit abgestorbenen Blättern, Wurzeln, Stengeln, Zweigen erfüllt sind. Sehr auffallend ist nun die Erscheinung, dass alle diese organischen Reste, die ja mehr oder minder zersetzt, oft genug auch schon ganz verschwunden sind, durchweg von einer gelbbraunen Zone umgeben sind, die 2—5 mm breit ist. Die Farbe rührt von Anreicherung von Eisenhydroxyd her, und zwar ist dieses an der Grenze gegen die noch vorhandene oder schon verschwundene organische Substanz am reichlichsten vorhanden. Es kann kein Zweifel darüber bestehen, dass die Eisenabscheidung von der organischen Substanz abhängig ist u. s. f.“



Figur 5.

Bruchansicht einer Steinlinse aus einer Verdrückung des Emilflötzes zu Geislautern. (Von der in Figur 2 mit e bezeichneten Partie.) $\frac{1}{4}$ nat. Gr.

PASSARGE vermutet als Grund der Eisenabscheidung bakterielle Einflüsse und erinnert dadurch an die bekannte Erklärung von EHRENBURG der Bildung des Sumpferzes durch die *Galionella ferruginea* bzw. die *Leptothrix ochracea* neuerer Forscher.¹⁾

Wir haben bis jetzt vorwiegend die lettige Ausfüllungsmasse der Verdrückung betrachtet. Eine Untersuchung der Kohle, soweit sie an solchen Stellen noch vorhanden, zeigt folgendes. Entweder die Kohle ist erdig-russig oder sie ist von dunkelgrauen bis schwarzen, kuchenförmigen bis langgestreckten Linsen eines Bergmittels durchsetzt, also versteinert (Fig. 5). Eine Probe hiervon, die mir in liebenswürdiger Weise von dem Bergwerksdirektor der K. Berginspektion zu Ens-dorf, Herrn Dr. SCHÄFER, übermittelt wurde, analysierte ich²⁾ und fand folgende Zusammensetzung:

Kohle und Wasser	32,30%
Unlösliches	0,79 „
Kalkkarbonat	40,24 „
Magnesiakarbonat	20,98 „
Eisenoxyd	4,87 „
Mangan, als Dioxyd gerechnet	0,82 „
	<hr/> 100,00%

BISCHOF,³⁾ der übrigens ganz allgemein noch die Entstehung der Kohlenflötze auf allochthonem Wege im Meer annahm, führt die Analysen und Beschreibungen von Handstücken versteinelter Kohlen aus dem Saarrevier an, die von CARL SELLO gesammelt und seinem eigenen Sohn, DR. CARL BISCHOF untersucht wurden. Der Zusammensetzung nach sind auch hier die Veraschungsrückstände meist dolomitischer Natur, wie die oben aufgeführte Probe.

Hier erscheint die Beschreibung einer Probe interessant. „II. Versteinerte Kohle aus der Oberbank vom Heinrichs-Flötz der Gerhardsgrube. Die beiden Bänke dieses Flötzes nehmen auf einer Länge von 150 Ruthen von beiden Seiten her symmetrisch und so stark ab, dass das vorher 70 Zoll mächtige Flötz kaum mehr handhoch erscheint, während die Sohle unverändert fortgeht. Die Oberbank ist von der Unterbank durch eine nur 1 Zoll dicke Schieferbank getrennt, welche nach der Mitte hin gleichfalls, jedoch weniger schwächer wird, das

¹⁾ BISCHOF, Geol. I. Bd. 2. Aufl. 1863. S. 568. — R. BECK, Lehre v. d. Erzlagerstätten. 2. Aufl. 1903. S. 109.

²⁾ Durch das Entgegenkommen des K. Hauptsalzamts Berchtesgaden konnte ich das chemische Laboratorium des Amtes benutzen, wofür ich an dieser Stelle ergebensten Dank sage.

³⁾ BISCHOF a. a. O. S. 761 ff.

„Hangende dieser Oberbank ist wiederum eine schwache Schieferbank. Das Ganze ist von einem roten Kohlensandstein bedeckt, der auch jene Furche ausfüllt. Die Kohle ist ganz durchdrungen von einer braunen erdigen Masse, die lagenförmig mit der glänzenden Kohle wechselt.“¹⁾

Selbst hat BISCHOF anscheinend dieses Vorkommen nicht im Anstehenden gesehen und es wäre noch aufzuklären, ob der die Furche ausfüllende Kohlensandstein keine besonderen Merkmale trägt. Aber es geht auch hier mit Deutlichkeit, wie bei den folgenden mit Nummer VI und VII bezeichneten Proben hervor, dass ein Sprung hier nicht durchsetzt, sondern dass es sich lediglich um eine dem Flötz spezifische Erscheinung handelt. Anders sieht die versteinerte Kohle in der Nähe von Sprüngen aus, wie der Praktiker wohl weiss und wie die Beschreibung der Proben Nummer IV und V bei BISCHOF lehrt. In diesem Fall sind die tauben Bestandteile nicht, wie in den erstgenannten Fällen, aufs innigste mit kohligen Partikeln gemengt, von bituminösen Stoffen durchzogen und dunkel bis schwarz, was auf eine gleichzeitige Bildung beider Teile hindeutet, vielmehr ist hier die Kohle als solche in Lagen und Stücken aufs deutlichste von den meist nur papierdicken, weissen bis grauweissen Lagen und Blättern getrennt, die wohl einer späteren Infiltration ihre Entstehung verdanken. Es ist also eine einheitliche Erklärung beider Erscheinungen untunlich, wie sie BISCHOF a. a. O. S. 768 auf Grund des Befundes der chemischen Bauschanalyse zu geben versucht.

Eine, wie ich glaube, zwanglose Erklärung ergibt sich wieder aus der für das Saarrevier so gut wie endgültig bewiesenen Annahme der Autochthonie, die gerade in den in Geislauren und Hostenbach massenhaft auftretenden aufrechtstehenden Baumstämmen eine grosse Stütze hat.

Fassen wir nämlich die dortigen Kohlenflötze als Sumpf- und Moorbildungen auf und die das Liegende bildenden Schiefertone, von denen POTONÉ²⁾ sagt, sie können als fossiler humoser Tonboden beschrieben werden, als die Unterlage des Moors oder Swamps, so deckt sich dieses Flötz mit der Definition, die O. SENDTNER³⁾ vom „Hochmoor“ gibt, als einem Moor, welches auf an Erdalkal karbonaten armen Tonboden entstanden ist, gegenüber dem „Wiesenmoor“, das auf kalkigem Grund ruht.⁴⁾ „Am richtigsten bezeichnet man, schreibt SENDTNER, demnach die Hochmoore als Moore des weichen Wassers, die Wiesenmoore als Moore des harten.“

Nun konstatiert im folgenden⁵⁾ SENDTNER, dass ein an Karbonaten reiches, d. h. hartes Wasser, wo es ein Hochmoor durchfließt, dieses überall zerstört. Und er führt als Beispiel an: „Die wichtigste, lehrreichste Erscheinung aber bieten „Bäche dar, die sich aus dem Zusammentreten der harten Quellen gebildet haben, „der Wenig- und Röhrenbach. Solange jener im Wiesenmoor verweilt, sind seine „Ufer am meisten vermoort, sobald er das Hochmoor betritt, verliert er diese „Eigenschaft und hebt die des Hochmoors auf. Die Ufer des letzteren bilden „mitten durch dieses hindurch eine sanfte Taleinsenkung, indem sich daselbst nie

¹⁾ Eine ähnliche Versteinung und Ersetzung des Kohlenflötzes durch dolomitische Mittel beobachtet AUBREY STRAHAN auch in der Wirralgrube in Cheshire und berichtet darüber in der Londoner geolog. Gesellsch. Er sieht darin Quellabsätze. Ref. in der Österr. Zeitschr. f. Berg- und Hüttenw. 1901. S. 428, auch im Colliery Guardian 1901. S. 1304.

²⁾ Lehrb. S. 331.

³⁾ Bavaria I. Bd. 1860. S. 153.

⁴⁾ Vergl. auch die Definition von „Hochmoor“ bei RADLKOFER in Bavaria II. Bd. S. 93.

⁵⁾ a. a. O. S. 157.

„Moor und Torf, der zu beiden Seiten bis zu 30 Fuss anschwillt, gebildet hat.
„So zerstört hartes Wasser das Hochmoor.“

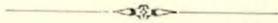
Durchfloss also ein hartes Wasser jenes Moor, das später unser Kohlenflötz wurde, so musste sich die Erscheinung einer Verdrückung einstellen. Andererseits haben wir als Zeugen des Reichtums an Karbonaten in dem durchfliessenden Wasser die Bildung von konkretionären Ausscheidungen von dolomitischem Material. Dass aber Moorboden durch Adsorption die Bildung von mineralischen Ausscheidungen begünstigt, ist längst bekannt.

Der ebenfalls erwähnte Fall, in welchem das Flötz das rote Gebirge übersattelt, erheischt eine besondere Behandlung, die aber erst möglich ist, wenn mehr Aufschlüsse vorliegen.

Wenn nun in übersichtlicher Weise diese so als Bach- und Flussläufe ge- deuteten Verdrückungen aus einzelnen Horizonten in übersichtlicher Weise zu- sammengestellt werden, so müssen diese ein Bild der allgemeinen Stromrichtung und somit der Abdachung des Landes zu jener Zeit gewähren, das entschieden von Interesse wäre. Vorläufig, nach dem wenigen Material, welches mir zur Verfügung steht, ist im Emil-Flötzniveau eine Stromrichtung von Nordost nach Südwest wahrscheinlich.

Für das oberschlesische Steinkohlenbecken hat übrigens SACHSE¹⁾ schon 1882 ein System von Flussläufen zu konstruieren unternommen und die dortigen Riegel als Flussläufe erklärt, aus deren Rückstaufluten er dann die Überdeckung der Flötze mit Schiefertern herleitete.

¹⁾ Über die Entstehung der Gesteinsmittel zwischen Steinkohlenflötzen. Zeitschr. f. d. Berg-, Hütten- u. Sal.-Wes. im preuss. Staat. 1882. Bd. 30. S. 271 ff.



Die Erdbeben Bayerns im Jahre 1903.

Von

Dr. Joseph Reindl.

Auf Seite 1—24 dieses Jahrgangs der „Geognostischen Jahreshefte“ habe ich bereits in einem längeren Aufsatz über zwei grössere Erderschütterungen in Bayern vom Jahre 1903 berichtet.¹⁾ Zu wiederholtem Danke bin ich nun Herrn Oberbergtrat Professor Dr. L. v. AMMON verpflichtet, da er auch für die übrigen seismischen Nachrichten, die über das Jahr 1903 aus Bayern vorliegen und von mir gesammelt wurden, in diesen Heften den Raum zur Veröffentlichung bereitwilligst zur Verfügung stellte. So unscheinbar manche Krustenbewegungen davon waren, immerhin dürfte ihre Aufzeichnung keine nutzlose Arbeit gewesen sein.²⁾

Chronologisch geordnet fanden im genannten Jahre folgende Erschütterungen innerhalb des bayerischen Gebietes (mit einigen benachbarten Strichen) statt:

1. 8. *Januar*. Das „Münchener Tagblatt“ schrieb am 13. Januar S. 7: „Asch, 9. Januar. Die Bewohner des oberen Egertales haben gestern abends zwei heftige Erdstöße verspürt. Zu gleicher Zeit wurden auch im Nord-Fichtelgebirge und dem Röslautale Erderschütterungen wahrgenommen.“

Diesem Bericht zufolge sah sich der Verfasser veranlasst, bei grösseren Orten des Fichtelgebirges über das Vorhandensein, eventuell über die Äusserung dieser Erschütterung nachzufragen. Von Hof schrieb man, dass zwei deutliche Erdstöße in Göttengrün, nicht aber in Hirschberg und Gesell bemerkt worden seien. Auch in Bayreuth und Wunsiedel wurde die Erzitterung gespürt. Selbst in Bamberg soll zu gleicher Zeit ein leichter Erdstoss wahrgenommen worden sein.³⁾

¹⁾ REINDL Jos., Das Erdbeben am 5. und 6. März 1903 im Erz- und Fichtelgebirge mit Böhmerwalde und das Erdbeben am 22. März 1903 in der Rheinpfalz. Geognostische Jahreshefte 1903. 16. Jahrgang. S. 1—24 mit zwei Karten.

²⁾ Sämtliches Quellenmaterial liegt bis zur Errichtung einer Erdbebenstation in München im geographischen Seminar der technischen Hochschule (München).

³⁾ Siehe: REINDL Jos., „Beiträge zur Erdbebenkunde von Bayern“, Sitzungsberichte der math.-phys. Klasse der Kgl. Bayer. Akademie der Wissenschaften. Bd. XXXIII. 1903. Heft I. S. 186.

2. 26. *Januar*. Erdstöße im Rös-lautale.¹⁾

3. 25. und 26. *Januar*. Heftiges Beben in der Rheinpfalz.

Die eingehende Behandlung dieses Bebens siehe: REINDL Jos.; Beiträge zur Erdbebenkunde von Bayern, Sitzungsberichte der math.-phys. Klasse der Kgl. Bayer. Akademie etc. Bd. XXXIII. 1903. Heft I. S. 186 bis 191.

4. 5. und 6. *März*. Grosses Beben im Erz- und Fichtelgebirge und im angrenzenden Böhmerwalde.

Dieses Beben wurde eingehend untersucht und behandelt von:

- a) REINDL Jos., Dr.: „Das Erdbeben am 5. und 6. März 1903 im Erz- und Fichtelgebirge mit Böhmerwalde.“ Geognostische Jahreshefte 1903. 16. Jahrgang S. 1—14 mit Karte.
- b) BRUNHUBER A., Dr.: „Zwei Erdbeben im Gebiete der Oberpfalz,“ mit vier Beilagen, Regensburg 1903. (Berichte des naturwissenschaftlichen Vereins zu Regensburg. IX. Heft für die Jahre 1901 und 1902.)
- c) CREDNER HERMANN, „Der Vogtländische Erdbebenschwarm vom 13. Februar bis 18. Mai 1903 und seine Registrierung durch das WICHERT'sche Pendelseismometer in Leipzig.“ XXVIII. Band der Abhandlg. der math.-phys. Klasse der Kgl. Sächs. Gesellschaft der Wissenschaften Nr. VI. Leipzig 1904. S. 421—525.
- d) KNETT J.: „Vorläufiger Bericht über das erzgebirgische Schwarmbeben vom 13. Februar bis 25. März 1903, mit einem Anhang über die Nacherschütterungen bis Anfang Mai.“ (Mitteilungen der Erdbeben-Kommission der Kaiserl. Akademie der Wissenschaften in Wien. Neue Folge. Nr. XVI mit 1 Tafel. Wien 1903. S. 1—27.)

5. 22. *März*. Grosses Beben in der Rheinpfalz.

Eingehende Behandlung siehe:

- a) REINDL Jos.: „Beiträge zur Erdbebenkunde von Bayern,“ Sitzungsberichte der math.-phys. Klasse der Kgl. Bayer. Akademie etc. Bd. XXXIII. 1903. Heft I. S. 197—201.
- b) REINDL Jos.: Geognostische Jahreshefte 1903. 16. Jhrg. S. 15 bis 24 mit Karte.

6. 23. *März*. Erdstöße zu Langenberg in der Pfalz.²⁾

7. 24. *März*. Kurzer Erdstoss zu Rheinzabern.³⁾

8. 26. *März* um 2 Uhr nachmittags Erdstöße zu Maxau und Kandel, desgleichen solche am gleichen Tage 10 Uhr 10 Min. vormittags in Kandel und Umgegend.⁴⁾ Auch Herr Forstmeister PUSTER aus Langenberg verspürte letztere Stöße. Er schrieb: „Donnerstag, den 26. III. 03 vormittags 10 Uhr fand nochmal ein kräftiger Erdstoss statt. Die Hausglocke läutete von selbst und ich verspürte eine Wellenbewegung von NW. nach SO. Dauer etwa 4 Sekunden.“⁵⁾

¹⁾ Ebenda S. 186.

²⁾ Gültige Mitteilung von Herrn Forstmeister PUSTER.

³⁾ Sitzungsberichte der math.-phys. Klasse 1903. Bd. XXXIII. Heft I. S. 159.

⁴⁾ Ebenda.

⁵⁾ Gültige Mitteilung.

9. Am 27. März sind im Kandel und Hagenbach weitere Beben beobachtet worden.¹⁾
10. Zwei Erdstöße in der Nacht vom 8. auf 9. April zu Kandel um $\frac{3}{4}$ 12 Uhr in rascher Aufeinanderfolge.²⁾
11. 15. April. In Partenkirchen wurden am Mittwoch den 15. April abends $\frac{1}{2}$ 7 Uhr zwei leichte Erdstöße wahrgenommen.³⁾
12. 23. April. Am 23. April wurden vormittags $9\frac{3}{4}$ Uhr entlang der bayr.-vogtl. Grenze zwei heftige Erschütterungen verspürt.⁴⁾
13. 27. April. Erdstöße zu Selb. Die Häuser erzitterten und die Bewohner eilten erschreckt aus den Häusern.⁵⁾
14. Erdstöße zu Asch und Umgebung am 27. April.⁶⁾
15. 30. Mai. Morgens 6 Uhr Erdstöße im oberen Saaletale.⁷⁾
16. 4. Juli. (Zeit?) in Hall (Tirol) eine Erderschütterung mit dumpfem, unterirdischem Getöse, Richtung S.—N.⁸⁾
17. 21. Juli. Erdbeben in der Pfalz, 6 Uhr 58 Min. nachmittags. Die Erschütterung wurde namentlich in Hagenbach und Umgebung wahrgenommen. Richtung der Stöße von S. nach N. Es erfolgten rasch aufeinander zwei kurze Stöße, wobei Fenster klirrten, Möbel schwankten und Kinder zu Boden fielen.⁹⁾
18. 6. August. Erdstöße entlang der bayr.-vogtl. Grenze.¹⁰⁾
19. 11. August. Erdbeben im Ries.

Das „Neue Münchener Tagblatt“ schrieb (Nr. 230/31 vom 18. und 19. August 1903 S. 6):

„Erdbeben im Ries.“ Am 11. August früh 5 Uhr wurden im Ries zwei leichte Erdstöße verspürt. Namentlich in Nördlingen und in den nahegelegenen Ortschaften Kleinerdingen, Nähermemmingen und Wallerstein wurden die Stöße wahrgenommen: sie waren derartig, dass die Hausglocken von selbst läuteten. Auch in Wemding wollen einige Bewohner die Erzitterung verspürt haben.

Die Existenz dieses zwar schwachen, aber dennoch nennenswerten Bebens bestätigten uns briefliche Angaben und eigene persönliche Erkundigungen.

Herr Geistlicher Rat WILDEGGER aus Nördlingen schrieb: „Das letzte Erdbeben am 11. ds. Mts. wurde hier in manchen Häusern und in einigen Ortschaften des Riesgaues gespürt; es scheint, dass die Wahrnehmung mehr an niedrig gelegenen Orten gemacht wurde. Die Bewegungen waren, soweit ich erfuhr, ganz leicht, nicht heftig.“

¹⁾ Sitzungsberichte der math.-phys. Klasse 1903. Bd. XXXIII. Heft I. S. 199.

²⁾ Pfälzer Kurier vom 11. April 1903 Nr. 85 S. 2.

³⁾ Münchener Zeitung Nr. 88 S. 5.

⁴⁾ Münchener Neueste Nachr. Nr. 193.

⁵⁾ Neues Münchener Tagblatt Nr. 122 S. 7.

⁶⁾ Münchener Neueste Nachrichten Nr. 203 S. 3. Vgl. auch CREDNER (loc. cit. S. 503).

⁷⁾ Neues Münchener Tagblatt Nr. 150 S. 7.

⁸⁾ Erdbebenwarte von A. BELAR, Laibach 1903, Beilage hiezu S. 1. (Erdbeben im Juli 1903.)

⁹⁾ Münchener Ztg., 24. Juli Nr. 165 S. 4; — Münchener Neueste Nachrichten Nr. 340 S. 5.

¹⁰⁾ Bayr. Kurier vom 7. August 1903 S. 4.

Aus Wallerstein kam eine negative Nachricht; doch haben wir positive Bestätigung, auf persönlicher Erkundigung beruhend, von¹⁾:

Orte	Zeit	Stossrichtung	Dauer der Stösse	Zahl der Stösse
Nähermemmingen	5—6 früh	—	4 Sek.	2
Kleinerdingen	5—6 „	von unten nach oben	—	2
Herkheim	5—6 „	—	—	—
Hörnheim	5 „	—	—	2
Hohenaltheim	5 ¹ / ₂ „	—	5 Sek.	3
Amerdingen	6 „	von unten nach oben	—	—
Harburg	5—6 „	„	—	2

20. 11. September. Erdbeben in Waldmünchen.

Die Münchener Neuesten Nachrichten vom 13. September Nr. 427 schrieben: Waldmünchen, 12. September; gestern zwischen 4 und 5 Uhr wurden hier mehrere Erdstösse verspürt, die jedesmal von sekundenlanger Dauer waren.²⁾

Herr Lehrer Russ aus Waldmünchen schrieb uns hierüber folgendes:

„Am Freitag den 11. September machte sich ein auffallend starker Barometersturz bemerkbar. Es fanden im ganzen mindestens fünf Erdstösse statt; drei stärkere und zwei schwächere. Der erste stärkere wurde ca. um $\frac{1}{2}$ 4 Uhr, der zweite ziemlich 5 Minuten vor, der dritte 5 Minuten nach $4\frac{3}{4}$ Uhr nachmittags bemerkt. Es waren wellenförmige, schwankende Bewegungen gleich dem Schaukeln eines Schiffes; die Dauer der einzelnen Stösse betrug 1—3 Sekunden. Der zweite Stoss war der stärkste, wobei die geschlossenen Fenster »ein polterndes Geräusch« ergaben. Ein Pflasterer bemerkte etwa nach $\frac{1}{2}$ 5 Uhr eine so starke Schwankung, dass er während eines Schaufelwurfes fast zu Boden geschleudert wurde. Er gab die Richtung dieses Stosses von Süd-Ost nach Nord-West an.“

21. 2. und 3. Oktober. Erdstösse entlang der bayr.-vogtl. Grenze.³⁾
 22. 5. Oktober. Erdstösse im Fichtelgebirge. Hof und Umgebung.⁴⁾
 23. 4. November. Erdstösse in der Nähe von Falkenau in der Richtung von W. nach O. mit ziemlich heftigen Erzitterungen.⁵⁾
 24. 15. November abends $8\frac{3}{4}$ Uhr zwei leichte Erdstösse im Walsertal, (Allgäu). Richtung von unten nach oben. Geräusch: kanonenschussartiges Knallen.⁶⁾
 25. 25. November. Erderschütterungen am 25. November morgens 6 Uhr entlang der ganzen oberfränkisch-sächsischen Grenze.⁷⁾

¹⁾ Siehe: S. GÜNTHER und J. REINDL, Sitzungsberichte der math.-phys. Klasse der Kgl. Bayr. Akademie vom 9. Dezember 1903. S. 631—671 mit Karte. (Bd. XXXIII. Hft. IV.)

²⁾ Münchener Ztg. Nr. 210 S. 9.

³⁾ Neues Münchener Tagblatt Nr. 281.

⁴⁾ Gütige Mittlg. der Tel.-Stat. Hof.

⁵⁾ Münchener Neueste Nachr. vom 7. Nov.

⁶⁾ Gütige Mittlg. von Herrn Schulrat Dr. REINDL, Kempten.

⁷⁾ Bayr. Kurier Nr. 329 vom 27. Nov.

26. 14. *Dezember.* Erdbeben in den nördlichen Kalkalpen. „In Jenbach am Achensee wurde am 14. Dezember nachts 11 Uhr 25 Min. ein von starkem unterirdischen Donner begleitetes, 5 Sekunden andauerndes Erdbeben verspürt. 5 Minuten darauf folgte ein schwächeres.“ (Neues Münchener Tagbl. Nr. 352; Münchener Ztg. Nr. 290 S. 3.)

Die Augsburgener Postzeitung schrieb (Nr. 288): „Weilheim Oberb., 20. Dezember. Am Montag 14. Dezember zwischen 11 und 12 Uhr nachts verspürte man in Wallgau ein kurz anhaltendes Erdbeben. Es war laut »Weilheimer Zeitung« ein leichtes Rütteln, auf welches ein noch schwächeres Beben folgte.“

27. 15. *Dezember.* Erdbeben im Rhöngebirge.

Die „Münchener Zeitung“ Nr. 288 S. 3 berichtete:

„Wie die Rhönztg. meldet, wurde in Vacha (Thüringen) kurz nach 5 Uhr eine ziemlich starke Erderschütterung wahrgenommen. Dieselbe Wahrnehmung wurde auch in Philipptal gemacht. Das Zentrum des Erdbebens scheint in dem zwischen Vacha und Heringen (Hessen-Nassau) liegenden Bergrücken gelegen zu sein.“

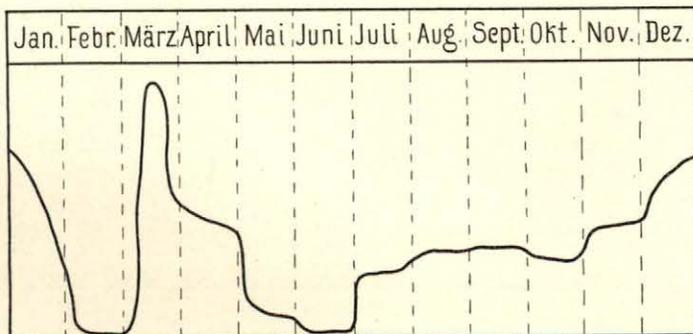
In Nr. 292 der „Münchener Zeitung“ war zu lesen:

Schweinfurt, 17. Dezember. Erdbeben. In der Rhön wurden starke Erdstöße wahrgenommen. Die Bewegung erstreckte sich von Bad Brückenau bis Vacha an der Werra und zwar von NW. nach SO.

Telegraphische Anfragen ergaben¹⁾:

Ort	Zeit	Stossrichtung	Dauer der Stöße	Zahl der Stöße
Brückenau	5 ¹⁰ früh	NW.—SO.	2—3 Sek.	5, 3 stärk. u. 2 schwäch.
Neu-Glashütte	5 ¹⁵ „	NW.—SO.	3 „	6
Alt- „	5 ¹⁵ „	unten nach oben	2 „	7
Oberbach	5—6 „	O.—W.	?	5
Zeitlofs	5—6 „	—	—	4—6
Speicherts	5—6 „	—	3—4 Sek.	3
Motten	5—6 „	—	—	5

Nach der Zahl der Erdstöße verlief in Bayern im genannten Jahre die seismische Kurve ungefähr so:



¹⁾ Gütige Mittlg. vom Telegr.-Amt Würzburg.

Vergleicht man die Erdbeben untereinander nach den Tageszeiten, an denen sie stattfanden, so zeigt sich, dass in höchst auffälliger Weise die weitaus grösste Mehrzahl aller Stösse, bei welchen die Zeit ihres Eintritts angegeben werden konnte, in der Nacht oder doch am frühen Morgen und späten Abend sich ereigneten. Diese Tatsache erklärt sich einfach dadurch, dass die verhältnismässig schwachen Erschütterungen, mit denen wir es in Bayern fast ausschliesslich zu tun haben, nur dann auffallen, wenn die Aufmerksamkeit nicht durch den Lärm und die Geschäfte des Tages in Anspruch genommen ist.

Bezüglich der räumlichen Verteilung der Schütterzonen ist zu sagen, dass die beiden Hauptschüttergebiete die Rheinpfalz und das Fichtelgebirge mit Böhmerwald waren. Als Erdbebengebiete von sekundärer Ordnung erwiesen sich das Alpenland, das Ries und die Rhön.

Was das Pfalz-Schüttergebiet betrifft, so kann gesagt werden, dass die dortselbst stattfindenden Beben geotektonischen Charakter haben. Bekanntlich ist die gesamte oberrheinische Tiefebene als eine grosse Grabenversenkung zwischen ihren Randgebirgen aufzufassen. Dass dortselbst die Erdkruste noch heutzutage nicht zur Ruhe gekommen ist, beweisen die alljährlich dort stattfindenden seismischen Bewegungen, hervorgebracht durch das Absinken einzelner Schollen der Erdrinde längs den vorhandenen Bruchlinien.

Auch die zahlreichen Erderschütterungen im Fichtelgebirge und Böhmerwalde können grösstenteils zu den tektonischen gerechnet werden, wie ich bereits auf S. 11—13 der Geognostischen Jahreshefte, 16. Jahrgang, behauptet habe. Allerdings kann bei manchen seismischen Erscheinungen die Ursache darin liegen, dass manche unterirdische Lagenveränderungen der Gesteinsschollen in diesen Gebieten auf klimatischen und meteorologischen Einflüssen beruhen.

Die Tatsache, dass im ehemals vulkanischen Ries die Erdkruste noch nicht zur Ruhe gekommen ist, bietet hohes Interesse. Die eruptiven Kräfte dortselbst sind zwar für Magmenaustritte längst erloschen; allein Verschiebungen, Spannungen und Einbrüche finden dort immer noch statt, wahrscheinlich stehen diese Erscheinungen auch in Zusammenhang mit der grossen Vielartigkeit der Schichtenglieder, die auf so engem Raum hart beieinander liegen: Granite, altkristallinische Schiefer und vulkanische Aufschüttungen, mesozoische, tertiäre und und noch jüngere Gebilde. Die Mannigfaltigkeit der Gesteinsausbildung bringt es wohl mit sich, dass Spannungen unter den Ablagerungen leichter als in anderen Territorien eintreten können, vielleicht begünstigt durch klimatische Einflüsse.¹⁾

Das Erdbeben am 11. September 1903 zu Waldmünchen dürfte zu den Einsturzbeben gerechnet werden; wahrscheinlich auch die Erschütterung zu Partenkirchen am 15. April gleichen Jahres. Dagegen dürfte das Jenbach-Wallgauer Beben am 14. Dezember 1903 infolge seiner grösseren Ausdehnung schon tektonischen Charakter gehabt haben. Vielleicht auch das Rhönbeben am 15. Dezember, obwohl dasselbe als Einsturzbeben, freilich als ein sehr abnorm grosses, nicht unglaubwürdig erscheinen dürfte. Ebenfalls nicht im klaren bin ich über die Entstehung des Bebens im Walsertal. In diesem Gebiete fanden, wie Herr Professor MAX FÖRDERREUTHER aus Kempten mitzuteilen die Güte hatte, schon zahl-

¹⁾ Eine eingehende Behandlung der Rieserbeben siehe: S. GÜNTHER und J. REINDL, Seismologische Untersuchungen, Sitzungsberichte der math.-phys. Klasse der Kgl. Bayer. Akademie der Wissenschaften vom 9. Dezember 1903. S. 631—671 mit Karte. (Bd. XXXIII. Hft. IV).

reiche Beben statt.¹⁾ Ob nun diese tektonischen Ursachen zuzuschreiben sind oder ob sie als Einsturzbeben betrachtet werden können — darüber kann ich vorläufig kein Urteil abgeben.

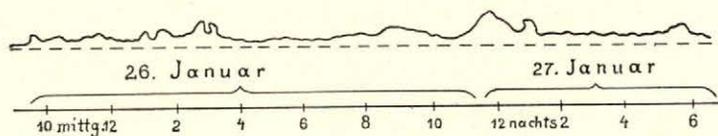
Hinsichtlich der Schallphänomene der Erdbeben von 1903 kann gesagt werden, dass die Erschütterungen meist mit einem dumpfen Rollen, Rasseln, Getöse, kanonenschussartigen Krachen und Knallen verbunden waren. An Orten, welche nicht ganz nahe bei dem Stossorte selber lagen (namentlich bei vielen Pfalzorten), machte der Schall oft den Eindruck, als käme er aus der Luft. Leider konnte nicht genügend konstatiert werden, die durch den Boden bis zum Beobachtungsorte mitgeteilten Schalle von den durch die Luft mitgeteilten völlig zu sondern. Nur einzelne Beobachter hörten zwei Schalle, wovon der Bodenschall eher zum Ohre drang als der Luftschall. Bisweilen wollen einige Beobachter auch die Wahrnehmung gemacht haben, dass in tieferen Gegenden der Erdbebenschall stärker vernehmbar war als in höheren.

Interessant sind nach den Aussagen vieler Berichterstatter die Schallphänomene im Ries. Hier sind die Erschütterungen meist so schwach, dass sie vom Schalle oft nicht unterschieden werden können, man hört meist nur den Schall. Wahrscheinlich sind diese Phänomene sogenannte „Knallputsche“, da sie meist dumpf und schussähnlich sind. Ihre Entstehung ist leicht erklärlich: die Ursache liegt im Brechen der unterhöhlten Felsschichten. Sogenannte „Chlöpfe“ scheinen dort nicht häufig zu sein.

Über die Geschwindigkeit der Fortbewegung der Beben konnte man aus den Angaben und Nachrichten keine sicheren Anhaltspunkte gewinnen. Ebenfalls war die Tiefenbestimmung der Epizentren unmöglich.

Die Intensität der benamsten Beben erreichte fast immer Grad IV der FOREL'schen Skala; die Erschütterungen wurden also von den Menschen mitten in der Tätigkeit beobachtet. Zwei Erderschütterungen steigerten sich sogar bis zum siebenten Grade der genannten Skala, nämlich das Beben vom 5. und 6. März im Fichtelgebirge mit Böhmerwalde und das Beben am 22. März in der Rheinpfalz. Die Gebäude wurden dabei, da Kamine einstürzten, schon in erheblicher Weise beschädigt.

Am Schlusse sei noch erwähnt, dass mehrere dieser Erdbeben durch die Apparate des Münchener geomagnetischen Institutes verspürt wurden. Besonders schön wurde dortselbst das Pfälzer-Beben am 26. und 27. Januar aufgezeichnet, wie nachstehende Kurve zeigt:



Aus unseren Angaben erhellt, dass bei genaueren Erkundigungen doch auch in dem fast als erdbeben-immun geltenden Bayern seismische Ereignisse nicht eigentlich zu den Seltenheiten gehören. Hoffentlich gewährt die Aufstellung seismometrischer Apparate in nicht zu ferner Zeit die Möglichkeit, jede auch schwächere Zuckung des Bodens innerhalb der Grenzen des Königreichs schärfer verfolgen zu können.

¹⁾ Herr Professor M. FÖRDERREUTHER schrieb: In dem Buche „Der Mittelberg“ von FINK und KLENZE habe ich die Notiz gefunden:

1. Kleinere Erdbeben sind ziemlich häufig im Walsertal.
2. Am 21. Januar 1752 war ein grosses Erdbeben in Mittelberg und im Walsertal.
3. 1771 war ein Erdbeben. Man merkte es drei Tage lang jeden Morgen im Walsertale.

Der Flysch im Tegernseer Gebiet mit spezieller Berücksichtigung des Erdölvorkommens.

Von

Wolfram Fink.

Mit einer geologischen Karte 1 : 25 000.

Eine vortreffliche allgemeine Charakteristik des Flysches gibt O. HEER¹⁾ in seiner „Urwelt der Schweiz“, welche an die Spitze dieser Arbeit gestellt werden möge.

„Flyschgesteine“, sagt der grosse Schweizer Geologe, „finden wir längs des Nordrandes unserer Alpen und stellenweise tief in dieselben hineingreifend von Savoyen bis ins Vorarlberg und in die bayerischen Alpen und überall zeigen sie uns denselben eigentümlichen Charakter. Überall haben sie mildere Formen als die Kalkberge, ihre Gipfel und Kämmen sind nicht so scharf und eckig, ihre Abhänge und Terrassen sind mit einem blumenreichen Pflanzenteppich bekleidet, aber von verheerenden Runsen gefährdet. Es bieten diese Gegenden daher wohl fruchtbaren, aber auch allen Wechselfällen der wilden Gebirgsnatur ausgesetzten Boden dar.“ Allenthalben finden sich grosse Massen eines leicht rutschenden Verwitterungsbodens, bedingt durch die rasche und leichte Zersetzung des Gesteins. Stürzen nun Wolkenbrüche nieder, dann kommt das ganze Material in Bewegung und vermurt weite Strecken. Auf dem Mur fliegt schnell wieder Pflanzenwuchs an, welcher bald zu einem schier undurchdringlichen Urwald zusammenwuchert.

Trotz seiner Eigenarten hat der Flysch ob seiner scheinbaren Einförmigkeit den Geologen verhältnissmässig wenig Interesse abgewonnen. Speziell in Bayern wüsste ich ausser dem K. Landesgeologen Dr. REIS keinen Gelehrten, welcher sich in neuerer Zeit eingehender damit befasst hätte. Die Fukoideneinschlüsse aus dem Flysch fanden dagegen in den letzteren Jahren mehrfach Berücksichtigung, so durch v. GÜMBEL, Dr. PFAFF und namentlich durch Prof. Dr. ROTHPLETZ. GÜMBEL hatte sich seiner Zeit für die Ermittlung der auf die Flyschgebilde in den bayerischen Voralpen sich beziehenden Verhältnisse, insbesondere hinsichtlich ihrer Abgrenzung gegenüber anderen Formationen, zweifellos nicht geringe Verdienste erworben, seine Untersuchungen liegen aber schon ziemlich weit zurück. Ein

¹⁾ OSWALD HEER, die Urwelt der Schweiz. Zürich 1879.

Versuch, die einzelnen im Flysch petrographisch ausscheidbaren Glieder für eine kartistische Darstellung zu verwenden, ist, wenigstens für das bayerische Gebiet, bisher überhaupt noch nicht unternommen worden.

Im Nachstehenden soll nun der Versuch gemacht werden, den interessantesten Teil der bayerischen Flyschzone, das Tegernseer Gebiet, geologisch zu schildern und eine Horizonteinteilung im dortigen Flysch durchzuführen. Hier darf nicht verschwiegen werden, dass vorliegende Arbeit ihre Entstehung der Anregung der Herren Oberbergrat Prof. Dr. v. AMMON und Prof. OEBBEKE verdankt, welch' letzterer stets die Gelegenheit ergriff, auf die Bedeutung des Flysches und speziell die Wichtigkeit des Tegernseer Erdölvorkommens hinzuweisen.¹⁾

Es möge mir an dieser Stelle gestattet sein, denjenigen Herren meinen Dank auszusprechen, welche meine Arbeiten in wohlwollendster Weise förderten. Für die gütige Förderung meiner Arbeit sei Herrn Oberbergrat Prof. Dr. v. AMMON, Herrn Prof. Dr. OEBBEKE, Herrn Obermedizinalrat Dr. EGGER und Herrn Privatdozenten Dr. WEBER mein ergebenster Dank gesagt; insbesondere bin ich Herrn Dr. REIS zu Dank verpflichtet, welcher mir bei Einführung in den Flysch seine reiche Erfahrung zur Verfügung stellte. Gedankt sei ferner den Herren Direktor BISCHOFF und Stationsvorsteher BAUER in Tegernsee, welche mich bei meinen Aufnahmen die Aufschlüsse an der Bahn benützen liessen.

Flyschgesteine.

Der petrographischen Beschaffenheit nach lassen sich die Flyschgesteine des Tegernseer Gebietes folgendermassen charakterisieren:

I. Sandsteinartige Gebilde.

a) Sandsteine.

In verschiedener Farbe: weisslich, grau, grünlich und braun; zuweilen tonig oder kalkig, stets mit Glimmerschüppchen, „wie silberbestaubt“ (HEER), welche besonders schön auf den Schichtflächen auftreten. Hiezu kommt vielfach Glaukonit. Die Korngrösse ist sehr wechselnd und finden sich daher alle Arten — von den feinsten bis zu den grössten — in einem einzelnen Steinbruch vertreten. Kohlige Einschlüsse sind in einzelnen Horizonten häufig; sie bestehen zumeist aus Fragmenten²⁾ schilfähnlicher Blätter, oft sind auch verkohlte Holzteile eingeschlossen: allem Anschein nach eingeschwemmtes Material, welches noch in grünem Zustand hieher gelangte. Daneben treten auch Kohlenstückchen auf, die deutlich die Spuren eines Transportes aufweisen. Sie haben meist nur Erbsen- bis Haselnussgrösse; selten kommen sie in Stückchen bis zu Eigrösse vor. Die Kohle ist zähe und schwer (vermutlich Gosaukohle). Hin und wieder finden sich kleine Harzeinschlüsse, welche ebenfalls Spuren eines Transportes aufweisen. Unter dem Mikroskop lassen sich im Dünnschliff folgende Bestandteile konstatieren: Sehr

¹⁾ cf. u. a. Berichte des Naturw. Vereins in Regensburg. VIII. Heft. 1900.

²⁾ Die Blätterfragmente finden sich nur in feinkörnigem Sandstein. Zuweilen sind sie in einer solchen Menge angehäuft, dass der Sandstein den Charakter eines glimmerreichen kohligen Lettens annimmt.

viel Muskovit, dann vorherrschend Quarzkörner sehr eckig, Kalk mit organischen Resten (Echinodermenbruchstücken), Feldspäte, (Plagioklas) und Chlorit. Das Cement besteht hauptsächlich aus Kalk.

Die meisten Sandsteine sind eisenschüssig; in einzelnen Partien reichert sich der Eisengehalt unter Zurücktreten des Sandsteincharakters dermassen an, dass man von sandigen Toneisensteinen sprechen kann.

Was die Art des Vorkommens der Sandsteine anlangt, so finden sie sich in der verschiedensten Ausbildung: sie zeigen sich grobbankig, dann wieder plattig; schalig, eben und gebogen, meist zerklüftet. An den unteren Schichtflächen haben sie, wenn sie auf weichem Material (Schiefern) aufliegen, die typischen Hieroglyphen. Diese sind in allen Formen vertreten: bald als gerade, kurze Wülste, bald als hufeisenförmig gebogene ausgebildet. Ripplemarks konnten nicht beobachtet werden.

b) Konglomerate.

Sie wechseln in der Grösse der Trümmer; teils sind sie feinkörnig, dass man sie noch für grobe Sandsteine ansprechen könnte, teils führen sie Geröllstücke, welche bis Faustgrösse erreichen. Das Bindemittel ist feinkörnig, kalkig, tonig, glimmerführend und sehr fest. Oft ist der Kalkgehalt derart hoch, dass starke Kalkspatadern ausgeschieden sind.

Die Geröllstücke sind in der Hauptsache Quarzkörner, dann finden sich Stücke von Kalkgesteinen, Mergeln. (In ein paar Dünnschliffen sah ich Stückchen von Mergeln mit Fukoidenfragmenten). Daneben tritt weiter auf: Feldspat (Plagioklas), Reste von Serpentin und Granat, Turmalin, Reste von Ton- und Glimmerschiefer, Pyrit, kohlige Substanz und Limonit.

Als Horizont für sich können die Flyschkonglomerate nicht gelten. Die Beobachtung HEERS: „Der meist feinkörnige Sandstein verwandelt sich stellenweise in ein Konglomerat, in dem wallnuss- bis faustgrosse Gerölle liegen, welche zuweilen Versteinerungen älterer Formationen enthalten. Wahrscheinlich bezeichnen die Gegenden, wo der Sandstein diese Form annimmt, die Stellen, wo Flüsse oder Bäche ins Meer gemündet und diesem die Gerölle zugeführt haben“ (a. a. O. S.265) trifft vollkommen auf das Tegernseer Gebiet zu. Auch hier sind in einzelnen Partien plötzliche Einlagerungen von Konglomeraten in den Sandsteinen zu konstatieren.

2. Kieselkalke.

Der Name wurde zuerst von GÜMBEL eingeführt (N. J. f. Min. 1869). Sie schliessen sich eng an die Sandsteine an und zeigen, besonders, wenn sie viel Glaukonit und Quarz enthalten, im Dünnschliff sandsteinähnlichen Habitus. Auch sie variieren in der Korngrösse, so dass man mit Dr. REIS unterscheiden kann in Feinkieselkalke und gröbere Kieselkalke.

Der Farbe nach erscheinen sie teils schwach rotbraun, teils grau, dann auch schwarzgrün. Der Bruch ist meist splittrig. Sie weisen stets dichtes Gefüge auf, kommen immer in schön geschichteten Bänken und Platten vor. Sehr häufig sind sie von Kalkspatadern durchzogen, welche oft sehr deutlich das Bild einer Kluftausfüllung erkennen lassen.

Bei Kieselkalcken mit geringem Glaukonitgehalt kann man an den Schichtflächen, wenn diese etwas angewittert sind, ein System von Sprüngen wahrnehmen, welche sich regellos durchkreuzen. In weiter verwittertem Zustand treten ein-

zelle durch solche Spaltrisse abgegrenzte, zackige Teile scharf aus dem umgebenden Gestein hervor.

Im Zustand der Verwitterung nehmen fast alle hierher gehörigen Gebilde einen sandsteinartigen Charakter an; sie bleichen meistens aus, zum Teil färben sie sich aber auch rostbraun, je nach dem Eisengehalt. Wenn die Verwitterung noch nicht vollständig ist, kann man beim Zerschlagen sehr schön den Stand des Verwitterungsprozesses erkennen. Hierbei ist eine Erscheinung, worauf mich Herr Dr. REIS hinwies, bemerkenswert: dass nämlich die Verwitterung eckiger Gesteine wohl im grossen ganzen parallel zu den begrenzenden Flächen vor sich geht, jedoch an den Ecken schneller vorwärts schreitet. Auf diese Weise erhält der noch unverwitterte Kern bald mehr oder weniger Kugelform.

Der aus den Kieselkalken entstandene Verwitterungsboden ist sandig tonig, nimmt gern das Wasser auf und ist sehr zu Berggrutsch geneigt.

Von den Kieselkalken kann man an typischen Varietäten unterscheiden:

a) Tonige Kieselkalke mit feinem Gefüge.

Sie spalten in dünne Platten. Als Farbe ist grau, im Zersetzungsstadium ein dunkles Graubraun anzugeben. Das Gestein ist durchweg feinkörnig, vielfach durchzogen von Kalkspatausscheidungen, welche polysynthetische Zwillingsbildung zeigen. Charakteristisch ist der grosse Reichtum von Foraminiferen mit Kalkgehäusen. Kohlige Teilchen sind nicht selten. Auch erscheint Glaukonit.

b) Mittelkörnige Kieselkalke.

Die Farbe nimmt einen mehr bläulich-schwarzen Ton an. Der Kalkgehalt ist sehr wechselnd, schwindet jedoch mit der Anreicherung an Glaukonit. Unter dem Mikroskop macht das Gestein den Eindruck einer Breccie. Glaukonit und Quarzkörnchen treten in den verschiedensten eckigen Formen ausgebildet neben einander auf. Dazwischen findet sich etwas Kalkspat, welcher hin und wieder in Form von Adern das Gestein durchzieht. Sonst finden sich noch Einschlüsse von Pyrit, Glimmer, Foraminiferenfragmente und Kohlenteilchen.

c) Glasige Kieselkalke.

Dunkel, schwarzgrün, zuweilen mit Einschlüssen gelber, eisenschüssiger Quarzkörnchen. Das Gestein macht äusserlich den Eindruck eines Glasflusses. Auf Betupfen mit verdünnter Salzsäure erfolgt nur ganz schwaches Brausen. Typisch für das Gestein ist das Auftreten von Fliessspuren, welche jedoch entgegen den im Sandstein vorkommenden Hieroglyphen nicht wurmförmig, sondern zapfenförmig ausgebildet sind. Trotz seines scheinbar äusserst festen Gefüges verwittert das Gestein sehr schnell. Im ersten Stadium der Verwitterung nimmt es das Aussehen eines verwitternden Basaltes an; dann bleicht es bald aus und hinterlässt ein rostbraunes Gebilde, welches durch auffallend geringes Gewicht und ein Klingeln ausgezeichnet ist, wie man es bei Porzellanscherben wahrnehmen kann. Unter dem Mikroskop zeigt das Gestein ein ähnliches Aussehen, wie das unter b) beschriebene. Der Glaukonit tritt noch mehr in den Vordergrund, während sich der Kalk in nur sehr geringen Mengen nachweisen lässt. Quarz überwiegt; daneben Reste von Chloritschiefer, Gneiss und Tonschiefer, sowie vereinzelt Fossilreste.

d) Macigno (Hornstein z. T.).

Kommt in allen Farbvarietäten vor; weiss, grau, gelb, grün und rot. Er ist als ein dichtes, zähes, äusserst feinkörniges Gefüge, regellos durchschnitten von Kalkspatadern zu bezeichnen. Unter dem Mikroskop erweist es sich als einförmiges Gebilde ohne Glaukonit und Kohlenteilchen. Organische Bestandteile fehlen vollständig. Bei der Verwitterung, welche sehr langsam vor sich geht, bleicht das Gestein aus und geht in einen schmierigen Letten über. Der Macigno bildet keinen Horizont für sich; er ist jedoch lediglich an die Kieselkalke gebunden, in welchen er sporadisch auftritt.

3. Mergel.

Sie sind den tonigen Kieselkalken nahe verwandt; von graubrauner oder gelblichgrauer Farbe; ausgezeichnet durch einen grossen Reichtum von Fukoiden, welche teilweise ganz gut herausgewittert sind. Die Mergel sind ebenso wie der Macigno hin und wieder in den Kieselkalken eingelagert und nehmen zuweilen den Habitus der Fleckenmergel an, so am Kreuzberg, an der Aalbachalm und westlich der Waxelmooser Jagdhütte am Zwergelberg.

Unter dem Mikroskop zeigt sich kein charakteristisches Gefüge. Organische Einschlüsse fehlen fast vollständig; hin und wieder zeigen sich Kohlepartikelchen, dann auch Pyrit in etwas grösseren Mengen, vielfach in Limonit umgewandelt. Ausserdem finden sich in grösseren Mengen fast kreisrunde Aggregate, welche wohl von Fukoiden herkommen dürften.

4. Schiefer (Mergelschiefer und Schiefertone GÜMBELS).

Sie sind in allen Horizonten des Flysches verbreitet; in den Kieselkalken kommen sie dermassen häufig vor, dass eine Trennung auf der Karte sich nicht ermöglichen lässt. Im Sandsteinhorizont dagegen finden sie sich gewöhnlich nur in der Nähe der Auflagerung dieses Komplexes auf die Kieselkalke. Die Farbe wechselt. Meist sind die Schiefer dunkelgrau, dann aber auch schwarz, grünlich, grau, weiss und rot. Alle diese Schiefer mit Ausnahme der roten bleichen an der Oberfläche stark aus und zerfallen in trümmerige, oft griffelförmige Stückchen. Der Kalkgehalt wechselt.

Die Schichten sind meist ebenflächig; zuweilen kommt aber auch eine rauhfächige Ausbildung vor, derart, dass keine gute Spaltungsfähigkeit der Platten vorhanden ist, so z. B. vor allem am Leeberg.

Zuweilen findet man die Schiefer mit Fukoiden übersät, an anderen Stellen jedoch forscht man vergebens nach solchen. Die Fukoidenkörper sind verschiedenartig erhalten: entweder sich schwarz von dem gebleichten Gestein abhebend, oder als plastische grünlichgraue Zweige aus dem Schiefer hervortretend.

Bemerkenswert ist das Auftreten von Pyritknollen in den Schiefnern. Unter dem Mikroskop lassen sich selten Einzelheiten erkennen; Fragmente von Foraminiferen, sowie Kohlepartikelchen finden sich hie und da.

Am beachtenswertesten sind die roten Schiefer. Sie bilden einen durchaus ausgeprägten Horizont an der Scheide von Kieselkalken und Sandsteinen. An allen Stellen des Tegernseer Gebietes, an welchen der Übergang deutlich zu sehen ist, stellen sie sich regelmässig ein, so dass ihre Rolle als Grenzhorizont sicher steht. Die Farbe erscheint ziegel- bis kirschrot; bei der Zersetzung zerfallen sie in eine lettige Schmiere. Zu erwähnen ist noch das Vorkommen von Kalkspatausscheidungen in stylolithenähnlicher Form, welches in diesen Schiefnern auftritt.

Das Westufer des Tegernsees.

Von Kaltenbrunn dehnt sich nach Norden, Westen und Süden ein ein­förmiger Komplex Diluvium aus, nur unterbrochen von einem Anstehen cretaceischer Schichten nördlich und südlich von der Villa Merk. Das Material besteht aus Hauptdolomit, Lithodendronkalken, rhätischen Kalken, Crinoidenkalken und etwas Flysch. Verbreitet sind besonders in der Nähe von Reit grosse erratische Blöcke aus rhätischen Kalken.

Das Terrain hebt sich in sanfter Steigung bis zum Fusse des Holzerberges. Nach Süden lässt sich die Zone fortziehen bis zu den Sandsteinhügeln zwischen dem Finner und der Breitenbachsäge; hier ist nur dicht neben der Strasse Diluvium zu konstatieren. Das Diluvium folgt nun den genannten Hügeln in schmalen Streifen bis in die Nähe des am Breitenbachunterlauf gelegenen Steinbruches. Auf der Südseite genannten Baches bildet es den Osthang des Auerecks bis hinauf zum Freihaus und des Semmelberges bis zur Prinzenruhe. Am rechten Ufer des Zeiselbaches treten auf dem östlichen Ausläufer des Zwergelberges bis gegen Unterwiesee Moränenbildungen auf; nordwestlich an der von Wiessee nach Abwinkel führenden Strasse, bei der Söllbachsäge, findet sich Niederterrassenschotter. Dann gewinnt das Diluvium wieder grössere Ausdehnung westlich von Ringssee bis hinter Buch und nach Süden bis „am Schuss“; von da zieht es sich südwestlich zum Bauern in der Au und hinein ins Söllbachtal¹⁾ aufwärts. Im Auer-Alpengraben ist es noch an der Winterstube schön entwickelt.

Ein weiterer diluvialer Streifen findet sich am Nordosthang der Ringspitze längs der Strasse Ringssee—Weissach. — Vgl. die Anmerkung ¹⁾ auf S. 93.

Der Flysch.

Die Flyschzone des Westufers beginnt beim Dürnbach, wo sie an die Molasse anschliesst, und zieht sich bis herauf zum Söllberg, von welchem sie noch den Grat und einen Teil des südlichen Abhanges bildet.

Beim Anschluss an die Molasse folgen zunächst Schuttkegel, welche nicht als Gehängeschutt anzusprechen sind, sondern Bergstürzen ihre Entstehung verdanken. Diese Schutthalden finden sich längs des ganzen Osthangs des Holzerberges bis zum Finner. Am Holzerberg selbst stehen dann zunächst, von Nord nach Süd gerechnet, Sandsteine in grobkörniger Ausbildung an. Sie bilden starke Bänke mit einem Einfallen von 45° nach 193° S. Gegen Norden sind sie noch vollständig schieferfrei; erst in der Höhe von ca. 1000 m am Grat des Holzerberges treten Schiefereinlagerungen auf. Dies ist offenbar der Zug, auf welchem der Steinbruch hinter Frais betrieben wird.

In diesem Steinbruch sind die Schichten sehr schön aufgeschlossen. Ihr Einfallen wurde mit 16° nach 312° NW ermittelt. Es entsteht so, wenn man die vorhin erwähnten Daten in Betracht zieht, das Bild einer Mulde. Die Sandsteine wechseln mit den Schiefen in schöner Lagerung ab. Sie führen vielfach auf der unteren Schichtfläche Hieroglyphen; ein Zeichen, dass hier keine Überkip­pung vorliegt, sondern vollkommen konkordante Überlagerung auf den tieferliegenden Schichten vorhanden ist.²⁾

¹⁾ Im Söllbachtal steht das Diluvium in mächtigen Konglomeraten an.

²⁾ Die Hieroglyphen müssen wohl als Ausfüllung von Fließspuren aufgefasst werden. Nun erfolgt die Ausfüllung doch nur von oben nach unten. Wäre aber eine Überkip­pung vorhanden,

Die hier auftretenden Sandsteine sind ihrer Struktur nach teils feinkörnig, dann auch wieder grobkörniger und führen viele Kohlenstückchen. Die Schiefer sind in den höheren Lagen ziemlich arm an organischen Überresten, reichern



Figur 1.
Steinbruch hinter Fraiss.

sich aber in den tieferen Schichten des Baches bedeutend mit Sand und Kohle an, sodass sie den Habitus eines kohligten Lettens gewinnen. In der Nähe der Sohle des Bruches findet sich ein Karbonatbänkchen. Das Profil stellt sich von unten nach oben folgendermassen dar:

Unten		Sandstein	45 cm
Sandstein		Schiefer	3 "
Schiefer	20 cm	Sandstein	5 "
Sandstein	20 "	Schiefer	22 "
Schiefer	35 "	Sandstein	40 "
Sandstein	30 "	Schiefer	25 "
Schiefer	30 "	Sandstein	75 "
Sandstein	95 "	Schiefer	3 "
Schiefer	20 "	Sandstein	250 "
Sandstein	50 "	Schiefer	30 "
Schiefer	5 "	Sandstein	40 "
Sandstein	50 "	Schiefer	5 "
Schiefer	20 " (kohlig)	Sandstein	135 "
Sandstein	125 "	Schiefer	10 "
Schiefer	20 " (kohlig)	Sandstein	
Sandstein	30 "	Oben.	
Schiefer	3 "		

so müssten die ursprünglich nach unten gekehrten Schichten nach oben zu liegen, was dann zur Folge hätte, dass auch die Hieroglyphen sich auf den oberen Schichtflächen der Sandsteine finden müssten.

Das neben dem Bruch fließende Bächlein führt rote Schiefer mit, welche sich bei der Überdeckung im Anstehenden nicht konstatieren lassen. Indes erscheint ihre Menge derart, dass sie unbedingt von in der Nähe befindlichem Anstehen hergeleitet werden müssen. Am Jägerstiegl schneidet der Weg Kieselkalke an, mit einem Einfallen von 45° nach 25° NNO. Dann tritt wieder Sandstein auf, welcher nun auch die Höhe des Holzerberges und der Nesselscheibe bildet. Am Osthang des Holzerberges gegen den Finner zu wird der Sandstein grobkörniger und geht in eine Art Flyschbreccie über. Das Einfallen erweist sich hier durchgehend als südlich.

Unterhalb der Holzeralm ist ein Zug der roten Schiefer zu konstatieren, dann folgen, so viel sich in dem alten Bergsturzterrain feststellen lässt, Kieselkalke. Diese sind auch am Vorsprung östlich der Winneralpe zu finden. Südlich davon treten dann wieder die Sandsteine auf (s. u.).

In der östlichen Verlängerung des Einschnittes, welcher sich zwischen der Holzer- und Winner-Alpe befindet, liegt einer der geologisch interessantesten Punkte des Gebietes, das Vorkommen des Erdöls, des sog. Quirinusöles.

Anstehendes Gestein findet sich nur südlich von den Pumpwerken im Bach. Hier tritt von Nord nach Süd gerechnet auf: Kieselkalke — rote und weisse Schiefer untereinander (die weissen wohl durch Ausbleichung aus den roten entstanden) — Sandsteine.

Gegen Westen deckt Gehängeschutt und Bergsturzmaterial, gegen Osten und Norden Diluvium das Terrain. Auf die Entstehung des Erdöls am Finner und dessen Alter soll später bei Besprechung der Tektonik eingegangen werden. Hier soll nur über die Geschichte des Vorkommens und die Verhältnisse in der Teufe, soweit sie aus den noch vorhandenen Bohrproben¹⁾ zu erkennen sind, sowie über die chemische Beschaffenheit des Quirinusöles gesprochen werden.

Welches Interesse das Tegernseer Erdöl erweckte, ist daraus zu ersehen, dass sich Männer mit Namen von bestem Klang damit befassten. Ich erwähne nur APPIAN, welcher den Fundpunkt in seine Karte aufnahm, AGRICOLA,²⁾ FLURL, KOBELL, GÜMBEL.

In der Literatur findet das Vorkommen nach historischer Richtung hin die umfassendste Erwähnung, zumal es mit der Geschichte des ehemaligen Benediktinerklosters Tegernsee eng verknüpft ist.

Über die Entdeckung des Vorkommens existieren zwei Versionen, welche ich dem Werke des Pfarrers OBERMEIER,³⁾ des besten Kenners der Tegernseer Geschichte entnehme:

¹⁾ Diese Bohrproben, welche zum Teil noch von den in den 80er Jahren stattgefundenen Bohrungen herrühren, wurden von Herrn Dr. BÖTTCHER, Direktor der Aktien-Gesellschaft für Theer- und Erdölindustrie in Pasing bei München, Herrn Prof. Dr. OEBBEKE in zuvorkommendster Weise überlassen und befinden sich jetzt in der geol. Sammlung der K. Techn. Hochschule zu München.

²⁾ Tres sunt fontes bituminosi, et quidem multum in locis orbis terrarum memorabiles, in Germania ad Brunonis vicum, nobile oppidum Saxoniae et ad coenubium Sueviae, cui Degerae acus nomen est, in Jurassi montis valle, quae ex lepore nomen invenit, Gersedorfi. (Georgii Agricolae liber de natura eorum, quae effluunt ex terra. Basileae, 1546 apud Froben; Liber I, p. 98.) Aliquod est fuluum, cuius coloris fluit ex fonte Sueviae, quae est ad coenubium, cui nomen Degerae lacus. (Ibidem p. 105.)

³⁾ OBERMEIER, Älteste Geschichte und Beschreibung des früheren Benediktinerstiftes Tegernsee. 1888.

Eines Tages, im Jahre 1441 bemerkte ein Konventuale des Klosters, welcher in der noch heute in St. Quirin stehenden Kapelle die Messe gelesen hatte, beim Verlassen des Kirchleins einen schmalen, schillernden Streifen, welcher vom westlichen Ufer des Sees her sich gegen St. Quirin zog. Er fuhr mit dem Mesner hinüber und fand hinter dem Finnerhof auf einer sumpfigen Wiese auf dem Wasser schwimmend das Erdöl. Er berichtete sofort dem Abte KASPAR; das Öl wurde vom Klosterapotheker untersucht und an verschiedenen Kranken des Klosters probiert. Die Wirkung liess nichts zu wünschen übrig. Hierauf machte man auf dieser Wiese eine Art Schacht, welchen man statt der ursprünglichen Zimmerung bald in Mauerung setzte und errichtete darüber die sogenannte Ölkapelle.

Nach einer anderen Version (welche wohl als die wahrscheinlichere bezeichnet werden muss) wurde das Öl durch Kloster Tegernsee'sche Brüder bei Feldarbeiten zuerst entdeckt. In einer alten Klosterhandschrift wird es kurzweg „Panacee Tegurinum praestantissimum“ genannt.

Noch bis ins vorige Jahrhundert betrieb das Kloster einen schwunghaften Handel mit dem Öl. Aber auch nach Aufhebung desselben ging dies weiter. A. v. SCHADEN¹⁾ erzählt, dass man die Mass Quirinusöl um 4 fl. verkaufte, dass aber auch kleine Gläschen um 6 kr. beim Glaser in Tegernsee zu haben waren, wo man auch um den Preis von 1 kr. eine in Folio gedruckte, dem Anscheine nach sehr alte ausführlich gehaltene Notiz über Ursprung, Wirkung und Gebrauch des sog. „hl. Quirin-Öles“ erhielt. Aus dieser sonderbaren Beschreibung seien im Folgenden der Kuriosität halber ein paar Zeilen wiedergegeben: „Dieses wunderbare Öl fließt nicht weit von dem See jenseits des am (östlichen) Ufer stehenden St. Quirinusbrunnkirchleins (in dessen Mitte der unter dem Wagen, wo der Leib des heiligen Märtyrers im Jahre 752 von Rom übersetzt worden, zu Nachts entsprungene, nicht minder heilsame Wasserbrunn noch zu sehen ist), aus der Erde auf einer kleinen Wasserquell hervor. Die erste Erfindung geschah um das Jahr 1430 unter dem frommen und gottseligen Abt KASPAR. Es ergoss sich nämlich dieses Öl bei der Urquell durch ein kleines Gräblein mit dem herabfließenden Wasser in den See, und floss in einer geraden und glänzenden Strass gemeldetem Kirchlein als gleichsam ihrem Urheber, dem heiligen Quirino zu; absonderlich, da die über 300 Jahr gemachten Kuren die Kräfte eines pur natürlichen Petrolei weit übersteigen. Über die Urquell wurde ein Behältniss gebaut, wo es noch beständig fließt und andächtig gesammelt wird.

„Die wunderbarliche Kraft dieses Öls wurde gleich Anfangs in Heilung der Lahmen und Gichtbrüchigen, besonders aber der durch Feuer Beschädigten an den Tag gelegt. Mit der Zeit hat man erfahren, dass es auch in folgenden Umständen nicht so fast aus ihrer natürlichen Kraft (indem es wegen ihrer Tröckne durchdringet, resolvieret und verzehret) als absonderlich aus einem kräftigen Vertrauen auf Gott und den heiligen Quirin geholfen hat und zwar“: Nun folgt eine erschöpfende Zusammenstellung aller erdenklichen Krankheiten.²⁾

Als dann die Chemie nachwies, dass das Quirinusöl nur ein Rohpetroleum sei, da verlor sich allmählich seine Bedeutung als heilkräftiges Mittel.

¹⁾ A. v. SCHADEN, Neueste Beschreibung des Tegern- und Schliersees. München 1832.

²⁾ GRAF empfahl es übrigens in der Münchener Cholerazeit statt des Cajeputöls zur medizinischen Anwendung.

Die weitere Geschichte der Ölgewinnung ist kurz noch folgende: Die Bergwerksverwaltung¹⁾ suchte 1838 durch Anlage von Stollen und Schächten dem Ursprung der Erdölquelle näher zu kommen und den Zufluss zu verstärken, ohne jedoch grössere Quantitäten zu erschliessen. Man konnte auch jetzt nicht mehr als jährlich 800 l gewinnen. 1840 mussten die Versuche wegen zu starken Auftretens von Grubengas aufgegeben werden.

Für die Geschichte der Arbeiten bis zum Jahre 1886 macht GÜMBEL sehr interessante Mitteilungen im I. Band der Geognostischen Jahreshefte, welche hier nicht weiter wiedergegeben werden sollen. Durch seine Veröffentlichungen lenkte er die Aufmerksamkeit weiterer Kreise auf dieses Vorkommen. Bohrungen fanden statt auf dem ursprünglichen Fundort und am Seeufer; zuletzt in den Jahren 1898 und 1899.

Das Öl ist von schmutzigrüner Farbe im auffallenden, eisenchloridroter im durchfallenden Licht. Der Geruch ist durchdringend und aromatisch. Dabei ist das Öl sehr leicht entzündbar, was schon in der Klosterzeit öfter einen kleinen Waldbrand veranlasste. GÜMBEL erwähnt, dass man im See in der Nähe des Ufers Gasblasen und Ölspuren bemerken könne. Seit den Bohrungen und dem regelmässigen Pumpbetrieb ist dies jedoch, wie mir Herr Gutsverwalter MAIER versicherte, nicht mehr wahrzunehmen. Endlich ist noch darauf hinzuweisen, dass mit zunehmender Lufttemperatur der Ölzufluss zunimmt, eine Erscheinung, welche bereits FLURL²⁾ angibt.

Analysen wurden vielfach aufgestellt.

Nach FR. v. KOBELL³⁾ enthält das Öl (sp. Gew. = 0,835):

1. Bergnaphta.
2. Ein flüssiges Öl, welches schon bei 5° R. ein Stearopten ausscheidet. Es wird durch Behandlung mit Schwefelsäure und Salpeter zu Quellsalzsäure zersetzt.
3. Eine harzartige Substanz.
4. Paraffin, übereinkommend mit dem Theer- und Wachsparaffin.

Dieses Paraffin enthält nach BUCHNER:

86,40 C	
14,83 H	
101,23	Zum Vergleich:

Theerparaffin nach GAY LUSSAC:

85,22 C
14,98 H
100,20

Wachsparaffin nach ETTLING:

C: 85,1942— 85,5746
H: 14,9398— 14,8949
100,1341—100,4695

Nach BUCHNERS⁴⁾ chemischer Analyse sind die Bestandteile des Quirinusöls: eigentliche ungefärbte Bergnaphta, dann eine weisse fettige Substanz, welche viele

¹⁾ Nach GÜMBELS Aufsatz in der Allgem. Ztg. 1886, Nr. 44.

²⁾ M. FLURL, Beschreibung der Gebirge von Bayern und der oberen Pfalz. 1792.

³⁾ Abh. d. K. Akad. d. Wissensch. 1837, S. 141.

⁴⁾ A. v. SCHADEN a. a. O.

Eigenschaften mit dem Wallrath teilt und welche er Bergfett nennt, endlich ein rötlich braunes Erdharz.

Nach den von Professor KAISER angestellten Versuchen besitzt es ein spezifisches Gewicht von 0,825 und enthält 71% für Leuchtgas brauchbares Öl. In gewöhnlichen Lampen ist es nur in einer Vermengung mit vier Fünftel fetten Öls zu benützen.

Eine weitere Analyse veröffentlichte KOLLMANN in der Wochenschrift des Vereins deutscher Ingenieure 1883 (S. 20):

Das Rohpetroleum gab bei der fraktionierten Destillation:

	Temp. bis Grade Cels.	Procent Ausbringen	Dichte
Naphta	180	14	0,731
Leuchtöl	320	39	0,786
Rötlichgelbes Schmieröl . .	} über	16	0,834
Paraffinreiches Öl . . .		320	25

KOLLMANN sagt dann weiter: „Sonach hat das Rohöl von Tegernsee den Vorzug eines grossen Naphta- und Paraffingehaltes, welcher es dem pennsylvanischen Rohöl gleichwertig oder sogar mehrwertig macht. Es hat den Anschein, als ob sich durch eine andere Führung der Destillation noch mehr als 39% Leuchtöl aus dem Rohpetroleum gewinnen lassen“.

Des weiteren finden sich in den Verhandlungen des Vereins zur Beförderung des Gewerbfleisses 1886/87 in der Abhandlung von KRAEMER und BÖTTCHER „Über die deutschen Rohpetrole, deren Untersuchung und Verarbeitung“ folgende Angaben über das Tegernseer Rohöl: „Das Erdöl von Tegernsee bildet eine dünnflüssige, braungelbe, schwach fluoreszierende Flüssigkeit von nicht unangenehm, ätherischem Geruch; in der Kälte scheiden sich halbfeste, aus Paraffin bestehende Massen aus, in gelinder Wärme schon entwickeln sich brennbare Gase. Sein spezifisches Gewicht schwankt zwischen 0,790 und 0,820, je nachdem das Öl von den in ihm gelösten, das fünffache und mehr seines Volumens betragenden Gasmenen noch zurückgehalten hat. Aus frisch erbohrtem Erdöl entweicht das Gas schon bei gewöhnlicher Temperatur, so dass die allergrösste Vorsicht bei dem Manipulieren damit zu walten hat, wie dies des Öfteren an Ort und Stelle vorgekommene Brände schmerzlich genug gelehrt haben.“

Die Resultate genannter Autoren sind in folgender Tabelle angegeben:

	bis 150° Benzin		bis 250° Petroleum		bis 300° Solaröl		über 300° Paraffin- u. Schmieröl und Wasserdampf		Rückstände	
	%	sp. G.	%	sp. G.	%	sp. G.	%	sp. G.	%	sp. G.
Tegernsee ¹⁾	20,04	0,812	26,12	0,726	14,02	0,782	35,91	0,825	3,07	0,856
Pechelbronn	1,30	0,888	16,37	0,720	17,07	0,778	47,88	0,824	16,28	0,893
Ölheim	0,74	0,885	11,05	0,750	9,75	0,805	73,91	0,852	3,92	0,900
Pennsylvanien	14,34	0,814	25,35	0,725	13,75	0,811	40,99	0,820	5,57	0,850
West-Galizien	14,21	0,842	16,93	0,723	12,30	0,786	47,58	0,831	8,95	0,882
Baku	0,63	0,880	21,73	0,762	15,55	0,811	57,97	0,853	4,10	0,903

¹⁾ GÜMBEL, Geogn. Besch. des bayr. Alpengebirges und seines Vorlandes 1861.

²⁾ 3 ccm Normalnatron auf 1000 g Erdöl.

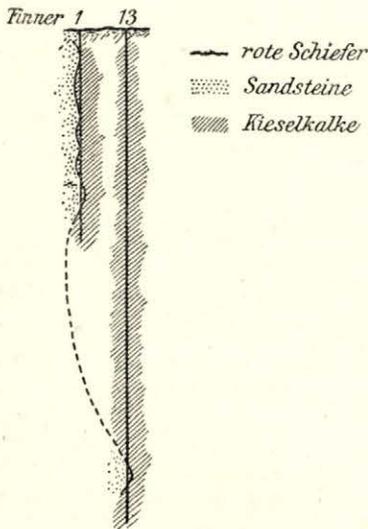
Bemerkenswert ist, dass KARST und LAGEI den Mangel jeglichen Schwefels im Tegernseer Petroleum konstatierten.¹⁾

Über die älteren Bohrungen und Schurfversuche ist in der Gegend selbst nichts mehr zu erheben. In der Literatur ist allerdings einiges angedeutet, jedoch ohne auch nur irgend welche brauchbare Anhaltspunkte zu geben.

KOBELL gibt folgendes Profil an²⁾:

1. Dammerde und fruchtbarer mergliger Boden (1—1,5 Fuss mächtig).
2. Tonige Mergel und Torf ohne alle Spuren von Erdöl (2—3 Fuss).
3. Grobe durch Mergel verbundene Geschiebe, meistens Kalk, ziemlich Erdölhaltig (4—6 Fuss).
4. Sand, zum Teil mit Mergel gemengt, sehr reich an Erdöl (3—5 Fuss).

STRIPPELMANN³⁾ gibt von den Resultaten der Schurfversuche an, dass das Gebirge „vorzugsweise aus grauem Sandstein und grauem Mergelschiefer“ bestand. Die 1839/40—1873 erzielte Ausbeute an Erdöl betrug 8294 l oder 259 l pro Jahr.



Figur 2.

Durch das Entgegenkommen des Herrn Prof. OEBBEKE war es mir möglich, die Bohrspalten von den in den achtziger Jahren und 1898/99 angestellten Bohrungen einsehen zu können.

Man hat diese Bohrungen⁴⁾ auf einen kleinen Raum von etwa 0,02 qkm scheinbar ziemlich planlos abgestossen. So sehr man dies vom technischen Standpunkt aus verurteilen muss, da Bohrungen, welche sich über ein grösseres Gebiet erstreckten, mehr Wahrscheinlichkeiten für günstige Resultate boten, und auch für die Geologie des Flysches sicher viel Wichtiges ergeben hätten, so kann der Geologe den Unternehmern doch recht dankbar sein. Eine Menge Materials für die Beurteilung der Tektonik des Flysches am Finner ist immerhin aus diesen Bohrungen zu entnehmen.

Die Bohrspalten bestehen meist aus Kieselkalcken und den damit verbundenen Schiefeln, in ein paar Fällen aus Sandsteinen.

In Bohrloch 1 scheinen die Schichten auf dem Kopf zu stehen; die Lettenschicht, die roten Schiefer wechseln ab mit Kieselkalcken in Teufen von 6,8—8,0; 20,50; 31,60 und 35,55 m; bei 41,60 m tritt Sandstein auf, der aber sogleich wieder verschwindet. Da nun die roten Schiefer nur einen einzigen Streifen bilden, kann nur eine auf dem Kopf stehende gefaltete Schicht angenommen werden. Ausserdem sind die roten Schiefer in den Bohrspalten nur noch in Bohrloch 13 in der Teufe 405—415 m anzutreffen. Nach den Bohrspalten wurden sie gefunden in Bohrloch 1 in Teufen von: 20,05; 20,55; 30,30; 33,14;

¹⁾ DINGLERS polytechn. Journal 284 S. 69 ff.

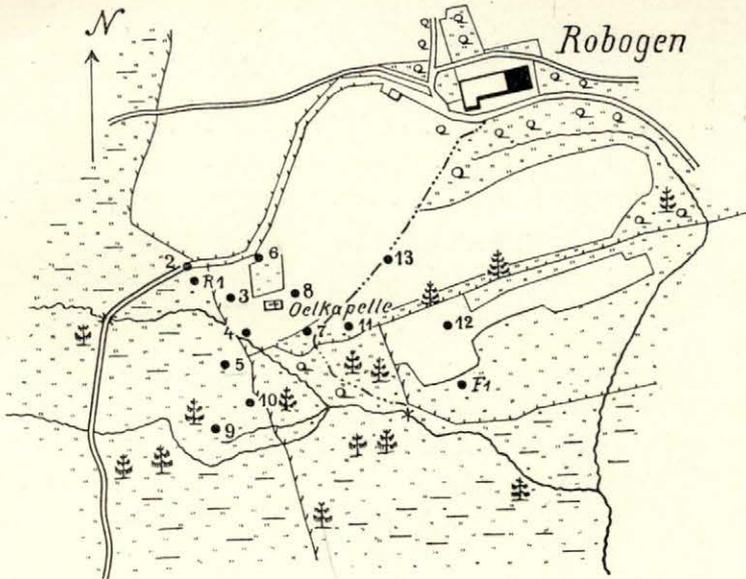
²⁾ Abhandl. der K. Akademie der Wissensch. 1837, S. 141.

³⁾ Die Petroleumfundpunkte in den Vorbergen der bayrischen Alpen auf der West- und Ostseite des Tegernsees; Berg- und Hüttenmännische Zeitung 1881.

⁴⁾ 13 an der Zahl ohne die schon früher abgeteuften Schächte.

36,17 m; in Bohrloch 12 bei 136—138, 156 und 174 und in Bohrloch 13 bei 408,95—411,65; 413,30—413,85 und 566 m.

Nach der Lage der Bohrlöcher kann dieses Vorkommen von roten Schiefen in den genannten Bohrlöchern einerseits und andererseits das Fehlen derselben in den übrigen Bohrlöchern, wenn die Proben richtig entnommen wurden, nur in einer Querverwerfung erklärt werden. Die auf die roten Schiefer folgenden Sandsteine wurden in Bohrloch 1 bei 41,6 m, in Bohrloch 13 bei 415—422 m angetroffen.



Figur 3.
Planskizze des Bohrterrains (1 : 5000).

In allen anderen Bohrlöchern fanden sich nur Kieselkalke mit Schiefen. Öl wurde erbohrt in:

Bohrloch	Teufe in Metern
1	28,30 und 42,40
3	13,50 „ 89,05
4	40,00 „ 58,00
6	61,50 „ 71,60
7	54,25 „ 115,00
10	81,00
13	95,65 ¹⁾

Nach den Verhältnissen am Finnerbach und am Holzer Berg fallen die Schichten ziemlich steil nach Süden ein.

Antiklinalen im HÜFER'schen Sinn sind nicht vorhanden. Zudem erscheint es schwer denkbar, die oben angegebenen Ölfunde in Horizonte zu bringen.

Die im Finnerbach auftretenden roten Schiefer lassen sich bis zu dem SO der Bohrungen gelegenen Brückchen verfolgen. Dann sind sie nicht mehr weiter anzutreffen.

¹⁾ Diese Bohrung erreichte eine Teufe von 600 m.

GÜMBEL¹⁾ erwähnt, dass man im Bohrschacht Robogen 1 zunächst dem Kapellengebäude schon bei 16 m Teufe „ein rotes, graues und weisses, dichtes flasrig schiefriges Kalkgestein“ gefunden habe, „welches seinem petrographischen Verhalten nach den Juraptychenschichten zugezählt werden muss“. GÜMBEL sagt dann weiter, dass dieses Gestein zu Tage ausgehend nicht zu beobachten sei und in der Tiefe eine ähnliche klippenartige Hervorragung mitten im Flysch zu bilden scheine, „wie wir derartige in den Allgäuer Alpen mehrere kennen“. Was GÜMBEL hierbei im Auge hatte, entzieht sich jeglicher Kenntnis, da weder in den Bohrproben aus dem angegebenen Bohrloch, bezw. Schacht, noch aus den in nächster Nähe davon abgestossenen Bohrlöchern derartiges zu finden ist.

Fasst man das Resultat der Bohrungen kurz zusammen, so bietet sich folgendes Bild:

1. Die Ölfunde lagen nur in einem Fall tiefer als 100 m.
2. In grösseren Teufen fand sich keinerlei Ölvorkommen mehr.
3. Bei 600 m war das Liegende des Flysches noch nicht erbohrt.
4. Das Öl wurde nur im Kieselkalkkomplex angetroffen.

Bemerkenswert ist noch, dass in den ausgebleichten Schiefen im Finnerbach Foraminiferenfragmente, wenn auch in geringer Menge vorkommen.

Südlich von dem besprochenen Erdölfundpunkt treten Sandsteine in massigen Bänken auf (Einf. 60° nach 173° S), teils feinkörnig, im grossen Ganzen jedoch sich dem Konglomerat nähernd. Die Klufflächen sind glatt, so dass sie leicht über das wahre Einfallen hinwegtäuschen. Der am Hügel bei der Breitenbachsäge anstehende Sandstein ist als östliche Fortsetzung dieses Zuges zu erachten.²⁾ Sehr schöne konglomeratische Ausbildung findet sich am Breitenbachunterlauf zwischen dem Steinbruch und der Einmündung des vom Auer Eck kommenden Rinnals. Hier erfolgt der Anschluss an die Kieselkalke. Infolge der Schuttüberdeckung lässt sich die Stelle nicht genau bezeichnen, jedoch deutet die Anreicherung an roten Schiefen im Kies darauf hin. Die Kieselkalke sind bis zum See hinunter zu finden; schön aufgeschlossen sind sie im Einschnitt des Auerbaches westlich der Strasse Kaltenbrunn—Wiessee und am Hügel in der Ebene bei Ambach. Einfallen und Streichen bleiben im grossen Ganzen gleich (Einf. 60—80° nach Süden). Es darf nicht unerwähnt bleiben, dass auch an genannten Hügeln, sowie im Keller des Gasthofs zur „Post“ zu Wiessee Erdölspuren bemerkt worden sein sollen.³⁾

Am Grat des Auerecks und Semmelberges erfolgt dann wieder das Auftreten der Sandsteine, welche in dieser Gegend am konglomeratartigsten ausgebildet sind. Sie begleiten den Zeiselbach bis nach dessen Krümmung nach Süden. In der östlichen Fortsetzung dieses Zuges geht ein Ausläufer bis an die Strasse Wiessee—Abwinkel, wo zwei Steinbrüche darauf betrieben werden. Das Einfallen wurde zu 50° nach 180° S ermittelt. (An der Prinzenrube ergab sich ein Einfallen von 25° nach 220° SW).

Bei der besprochenen Krümmung des Zeiselbaches nach Süden stellen sich nun die roten Schiefer wieder ein und sind auch an dem Wege, welcher unter dem Tennenmoos hinführt, zu finden.

Hier erfolgt dann wieder der Anschluss an die Kieselkalke, welche den Zwergel- und Söllberg bis zur Waxelmoosalm bilden (Kieselkalke am Huder 55°

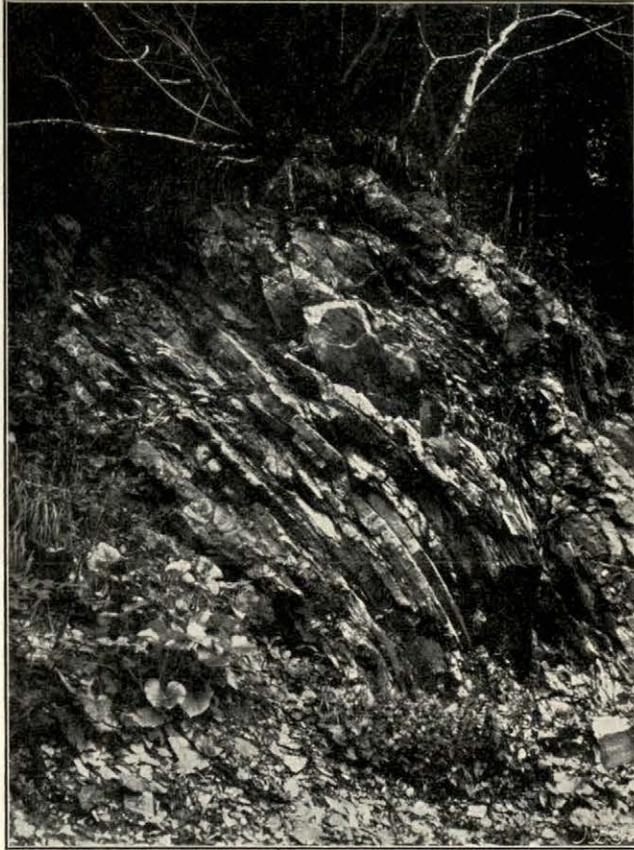
¹⁾ Geogn. Jahreshäfte, Bd. 1.

²⁾ Am südlichen Teil genannten Hügels treten bereits Kieselkalke auf.

³⁾ Nach gütiger Mitteilung des Herrn Professors OEBBEE.

nach 180° S). Am Juckerfuss treten hinter der Waxelmoosaln in den Kieselkalken Macigno und Fleckenmergel auf. Besonders schön sind die Kieselkalke am Söllbach aufgeschlossen; als beachtenswert muss der Aufschluss bei Punkt 797 bezeichnet werden. Die Schichten erscheinen hier gebogen und weisen zwei Kluftrichtungen auf, die eine normal zur Biegung, die andere in der Richtung des Lotes. Auf dieselbe Erscheinung machte mich Herr Dr. REIS bei dem in den Sandsteinen stehenden Steinbruch südlich Wiessee aufmerksam.¹⁾

Nach Süden zu wird nun das Gebiet aufschlusslos und sind nur im Mühlbach nochmals die Sandsteine zu treffen; westlich davon findet sich ein Anstehen derselben beim „sauren Wasser“. Weiter nach Süden treten rhätische Schichten auf, so im „grossen Berg“, dann nördlich des Bauern in der Au, im Ringberggraben und an der Ringspitze. Dazwischen gelagert sind unterhalb der Ringspitze liasische Fleckenmergel und Crinoidenkalke. Schutt und Diluvium lassen den Zusammenschluss des Flysches mit dem rhätischen, bezw. jurassischen System nicht erkennen.



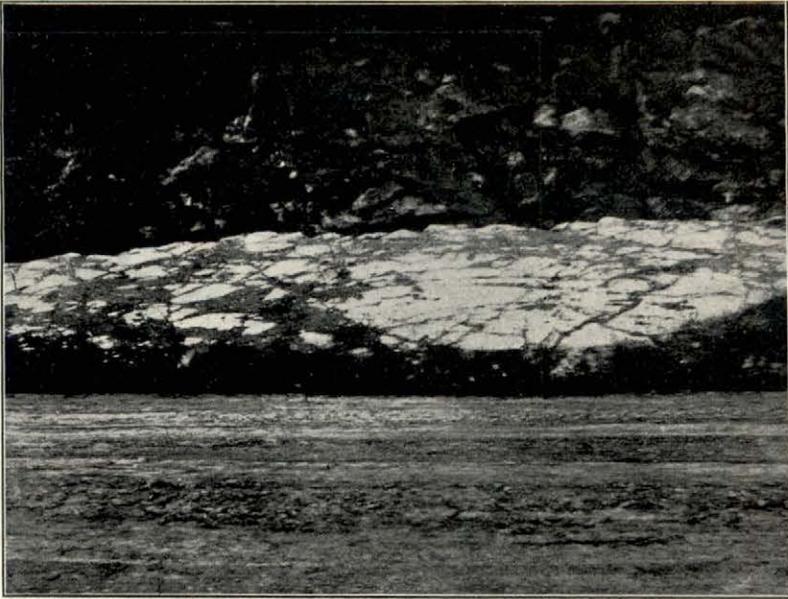
Figur 4.
Aufschluss am Söllbach.

Das Ostufer des Tegernsees.

Die diluviale Bedeckung gewinnt am Ostufer des Tegernsees für das zu besprechende Gebiet bei weitem nicht die Bedeutung, wie am Westufer. Nach Norden hin liegt zwischen den Flyschbergen und dem Diluvium der Kreidezug: Gasslerberg—Öderkogel-Schusskogel. Erst vom Nordhang dieser Kreideberge dehnt sich das Quartär nordwärts aus, bei Öd, Oberschuss und am Fehnbach unterbrochen durch oberoligocäne Molasse. Am Seeufer zieht sich das Diluvium in schmalen Streifen nach Süden zu hin. Ein sehr schöner Gletscherschliff ist an

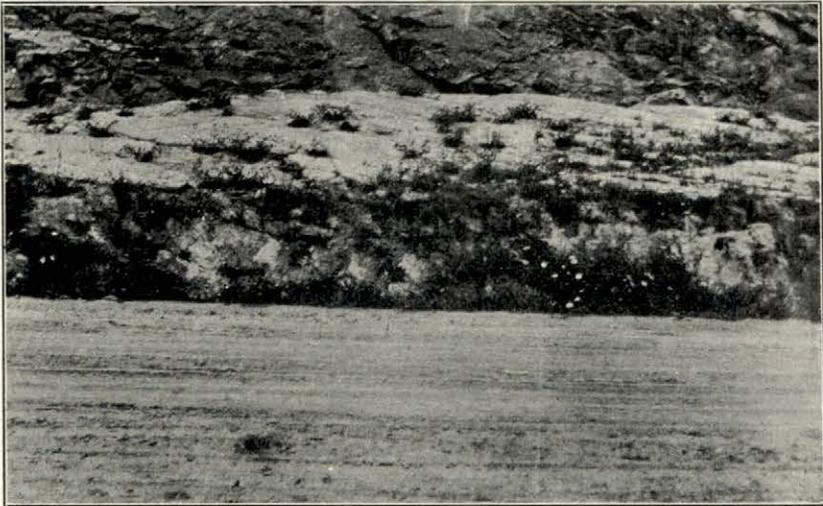
¹⁾ Die Entstehung dieser Klüfte dürfte in zeitlich von einander getrennten Vorgängen zu suchen sein, da andernfalls wohl nur eine einzige oder doch nicht zwei so scharf von einander geschiedene Richtungen in den Spalten vorlägen. Die Biegung muss vor der lothsinnigen Zerklüftung erfolgt sein, da letztere sonst ihre ursprüngliche Richtung gewechselt haben müsste, was jedoch nicht der Fall ist.

der Strasse Gmund-Tegernsee beim Angermann durch die Bahn aufgedeckt¹⁾ und allerdings leider auch durchschnitten worden. Zwischen dem Angermannhügel



Figur 5.
Der Gletscherschliff am Angermannhügel (nördl. Teil).

und St. Quirin breitet sich das Diluvium wieder etwas weiter gegen Osten zu aus und verliert sich bald hinter der Kapelle. Ein weiteres Hervortreten findet erst



Figur 6.
Der Gletscherschliff am Angermannhügel (südl. Teil).

in Tegernsee beim Sengerschloss statt, wo eine geringmächtige Schotterüberlagerung vorhanden ist. Dann tritt wieder eine Verbreiterung ein, welche sich am Fuss

¹⁾ L. v. AMMON, Der Gletscherschliff am Tegernsee (Geognost. Jahreshefte, 16. Jahrg., 1903).

des Gross-Tegernseerberges gegen Gschwänd zu hinzieht, am andern Ufer des Aalbaches den Klein-Tegernseerberg bildet und am Pfliegeleck bis hinauf zum Grat zu finden ist. Die diluviale Zone legt sich dann um das Pfliegeleck vom Pfliegelhof abwärts an, bildet die Landzunge bei Leeberg und zieht sich rechts vom Süßbach aufwärts bis zu den Hängen des Leebergs hin.¹⁾

Der Flysch.

Es möge dieser Abschnitt mit einer Äusserung GÜMBELS²⁾ eingeleitet werden: „So vielfaches Interesse die Tegernsee-Tölzer Vorberge boten, so wenig vermögen die bewaldeten Flyschvorberge der Gindelalpe und der Kreuzbergalpe zu besonderen Bemerkungen Veranlassung zu geben. Einförmig in der Art aller Flyschgebilde zieht das Gestein, das im Orte Tegernsee selbst ansteht, (Einfallen in Stunde 7 mit 55° SO.) und in Form sandiger Schichten in einem Bruche bei der Quirinus-kapelle gewonnen wird (Einfallen in St. 11 1/2 mit 55° S.), zu der kuppigen Höhe, auf welcher inmitten dichten Waldes die Weidflächen der Gindelalpe und Kreuzbergalpe ausgelichtet sind. Rotgefärbte Schichten kann man am Steige zwischen beiden Alpen entblösst in ziemlicher Mächtigkeit anstehen sehen.“ Diese Bemerkung GÜMBELS zeichnet die geographischen Verhältnisse der Flyschberge am Ostufer in erwünschter Kürze. In geologischer Hinsicht kann sie allerdings nicht unwidersprochen bleiben. Wenn auch zugegeben werden muss, dass die Zone zwischen Tegern- und Schliersee „einförmig in der Art aller Flyschgebilde“ ist, so darf doch nicht mit GÜMBEL gesagt werden, dass der Flysch hier wenig Anlass zu Bemerkungen gebe. Er ist vielmehr in Bezug auf Tektonik von der grössten Wichtigkeit.

Der Flysch erscheint auf dem östlichen Ufer mehr zusammengestaucht und auch weniger oft gefaltet als auf dem Westufer. Als besonderes Charakteristikum muss die Menge alter Mure bezeichnet werden, welche gerade nach der Schlierseer Seite zu auftreten. Der Schichtenwechsel zwischen Kieselkalken und Sandsteinen vollzieht sich nicht häufig, was zur Folge hat, dass die Neureut fast vollständig aus Kieselkalken besteht. Dieser Kieselkalkkomplex möge als „Neureutzug“ bezeichnet werden.

Der besseren Übersichtlichkeit halber soll im Folgenden der Neureutzug in zwei Abteilungen besprochen werden, und zwar in der Weise, dass zunächst die westliche Hälfte vom See bis zum Aalbach, dann die östliche vom Aalbach bis zum Breitenbach zur Besprechung gelangt.

An den Neureutzug legt sich nach Norden zu eine Sandsteinzone an, welche zum Teil schieferführend ist.

Zwischen dem Sandstein und den Kieselkalken des Neureutzuges liegen die roten Schiefer, welche sehr schön unterhalb des Unterkunftshauses zu sehen sind.³⁾

¹⁾ Hinsichtlich der Ausbildung des Diluviums im Tegernseer Gebiete und der richtigen Auffassung seiner einzelnen Glieder sei vor allem auf die vorzügliche Darstellung von PENCK hingewiesen (PENCK und BRÜCKNER, Die Alpen im Eiszeitalter, Gekrönte Preisschrift, Lief. 2, S. 169—174). Hier, für die vorliegende Abhandlung, lag es nicht im Plane, auf die Quartärbildungen näher einzugehen.

²⁾ GÜMBEL, geogn. Beschr. d. bayr. Alpengebirges. S. 637.

³⁾ Ein Profil nördlich des Unterkunftshauses stellt sich von unten nach oben folgendermassen dar:

Sandstein, Schiefer 5 cm, Sandstein 40 cm, Schiefer 200 cm (grün und grau mit Pflanzenüberresten neben Fukoiden), aufschlusslos 200 cm, Sandstein 300 cm.

Dann folgen rote und schwarze Schiefer, pechschwarze Kieselkalke, Macigno, ferner rauhoberflächige Kieselkalke mit Lagerungsfaltung.

Circa 200 m westlich schneiden sie an einer Verwerfung ab. Als schöne Aufschlüsse in dieser Zone dürfen der Steinbruch südlich der Quirinkapelle nächst der Strasse und der Nordhang der Neureut bezeichnet werden, Der Sandstein erscheint hier in mittelkörniger Ausbildung; Fließwülste sind nicht selten.

Den südlichen Abschluss des Neureutzuges bilden ebenfalls wieder Sandsteine. Der Anschluss an die Kieselkalke erfolgt an der bekannten Grenzzone der roten Schiefer. Die Ausdehnung dieses Sandsteinzuges ist nicht bedeutend und beschränkt sich lediglich auf den Unterlauf des Aalbaches. Bei der Abzweigung des über die Schiessstätte führenden Weges vom Prinzenweg sind zwei Steinbrüche, von welchen besonders der westlich gelegene (Fig. 7) ein schönes Profil zeigt. (Einf. 55° nach 180° S.)

Dieses stellt sich folgendermassen dar:

Unten			
Sandsteine	95 cm	Schiefer	15 cm
Schiefer	20 „ kohlig	Sandstein	25 „
Sandstein	45 „	Schiefer	120 „ kohlig
Schiefer	20 „ „	Sandstein	65 „
Sandstein	190 „	Schiefer	70 „
Schiefer	10 „	Sandstein	250 „
Sandstein	85 „	Schiefer	15 „
Schiefer	10 „	Sandstein	
Sandstein	20 „	Oben.	

Dieser Steinbruch bietet viele Ähnlichkeit mit dem Steinbruch hinter Frais. Die Sandsteine sind meist feinkörnig-tonig. Pflanzenreste finden sich darin in grosser Menge, scheinen jedoch nach ihrer Einlagerung und schlechten Erhaltung zu schliessen, aus eingeschwemmtem Material zu bestehen. Die einzelnen Fragmente erwiesen sich nicht als bestimmbar. Ein Harzstück, welches im Gestein aus dem gleichen Steinbruch gefunden wurde, dürfte ebenfalls eingeschwemmt sein. Ausserdem finden sich in besagtem Bruch Fukoiden und im Schiefer gut erhaltene Foraminiferen. Der weiter östlich gelegene Steinbruch gibt zu besonderen Bemerkungen keinen Anlass; es möge nur das Vorkommen von Hieroglyphen darin erwähnt werden. Gleich hinter den erwähnten Brüchen schneidet die Sandsteinzone an einer Verwerfung ab. Die nord-südliche Ausdehnung derselben erfolgt nur vom Grün bis etwas oberhalb des über die Schiessstätte führenden Weges südlich des Aalbachs.

Nun soll der Neureutzug selbst vom Tegernsee bis zum Aalbachoberlauf besprochen werden.

Die Kieselkalkzone erscheint am See am meisten eingeschnürt. Im Norden legt sich der Flyschsandstein bis südlich des Steinbruches bei St. Quirin an, während im Süden kaum eine grössere Ausdehnung als bis zum Aalbach angenommen werden darf. Die nördliche Grenze ist in ca. 1100 m Höhe an einer Querverwerfung zurückgeschoben. Eine weitere Verschiebung erfolgte unterhalb des Unterkunftshauses: die Sandsteine schneiden hier vollständig ab, während sich die Kieselkalke bis zum Fuss des Öder- und Schusskogels herunterziehen, wo sie an die cretacischen Schichten anschliessen. Ob bei diesem Anschluss eine konkordante Überlagerung oder eine Längsverwerfung vorliegt, lässt sich infolge der Überdeckung nicht entscheiden.

Im Süden tritt eine Verbreiterung des Kieselkalkzuges nach der Verwerfung hinter den bereits besprochenen Steinbrüchen ein.

Schöne Aufschlüsse sind nur in geringer Menge vorhanden. Am Nordhang der Neureut, bezw. des Ostinerberges ist Anstehendes nur an der Angrenzung an den Sandstein schön zu sehen.

Auch der Schussbach legt in seinem Oberlauf die Kieselkalke frei mit flachem südlichem Einfallen. Fukoiden kommen hier häufig vor. Die besten Aufschlüsse an der Neureut sind wohl am Westhang anzutreffen, da sie hier durch den Eisenbahneinschnitt blossgelegt sind. In glasiger Ausbildung stehen sie hinter der Lindemann'schen Villa an. (Einfallen 58° nach 169° SSO.) Sehr schön ist der Aufschluss am Bahnhof (s. Fig. 8). Die Kieselkalke, welche wieder einen mittelkörnigen Habitus angenommen haben, zeigen sich hier in schönen Bänken mit Schieferzwischenlagerung ausgebildet. (Einfallen 41° nach 160° SSO.) Hier, wie hinter der Lindemann'schen Villa sind Fukoiden zahlreich zu finden. Am Verschönerungsweg Tegernsee—Neureut sind die Kieselkalke mehrfach schön angeschnitten, so in der Nähe des Sengerschlusses mit einem Einfallen von 62° nach 175° S. Sie führen allenthalben viel Schiefer. Am Südwesthang wäre zu erwähnen der neue Aufschluss an der Strasse vom Sengerschloss nach dem Westerhof mit einem Einfallen von 71° nach 175° . Der Südhang der Neureut bietet nichts bemerkenswertes. Die Rinnsale ziehen sich zwar bis zum Kamm hinauf, ohne jedoch erwähnenswerte Aufschlüsse zu geben. Als interessant ist nur der Aalbachlauf selbst zu bezeichnen. Die Schichten durchstreichen ihn mit südlichem Einfallen. In der Nähe der Verwerfung am Aalbach wurde ein Einfallen von 55° nach 160° SSO gemessen. Die Kieselkalke streichen nun im gleichen Sinn gegen die Aalbachalm zu. Zwischen dieser Alm und der bereits erwähnten Verwerfung liegt ein bemerkenswertes Vorkommen von Kalksinter. Bei der Aalbachalm tritt eine Einlagerung von Macigno mit Fleckenmergeln auf. Dieses Macignovorkommen ist auch noch im Aalbach nach dessen Laufänderung um 90° gegen Norden zu finden. Der Macigno tritt hier in den verschiedensten Färbungen auf. Es kommen vor: rote, grüne, schwarze und weisse Varietäten. Den Aalbach weiter hinauf finden sich wieder die schieferführenden mittelkörnigen Kieselkalke. Das Einfallen derselben



Figur 7.
Steinbruch am Aalbach.

wurde ermittelt zu: 85° nach 165° SSO, 45° nach 145° SO, endlich 70° nach 205° SSW. Ganz oben verflächt sich das Einfallen; hier sind wieder Chondriten zu finden.

Fukoidenführende Schichten, welche noch dem gleichen Kieselkalkzug angehören, stehen dann auch am Wege von der Neureut zur Gindelalm, gleich unterhalb der Gindelalmschneid an. Genannter Weg führt über interessante Aufschlüsse, welche jedoch schon der östlichen Abteilung des Neureutzuges angehören.



Figur 8.
Aufschluss am Bahuhof.

Gleich am Westhang der Gindelalmschneid stehen die roten Schiefer an; nördlich davon sind stark ausgewitterte Sandsteine gelagert. Bei ihrer geringen Mächtigkeit werden die roten Schiefer bei Wegkrümmungen mehrfach durchkreuzt¹⁾. Die eben erwähnte Sandsteinzone zeigt bei der Gindelalm ein Einfallen von 65° nach 190° S. Ihre Ausdehnung ist gering; die Längserstreckung ist von der Gegend oberhalb der Kothalm bis ins Schilchental ca. 100 m unterhalb der Gindelalm zu rechnen. Die Begrenzung erfolgt beiderseitig durch Querverwerfungen. Ebenso ist die Ausdehnung nach der Breite gering, da bereits die nördlichste Hütte der Gindelalm auf Kieselkalken steht und auch die südlich davon gelegene Gindelalmschneid dem Neureutzug angehört.

Gerade die Gegend um die Gindelalm gibt Veranlassung, auf einen schweren Misstand hinzudeuten, welcher in den Bergen auf der Schlierseerseite besonders stark hervortritt. Es ist dies die Vernachlässigung der Flyschberge hinsichtlich einer rationellen Entwässerung und in deren Gefolge einer entsprechenden Waldwirtschaft. Ausserordentlich leicht verwittern die Flyschgesteine, besonders die

¹⁾ Auf dem Weg von der Gindelalm nach der Kreuzbergalpe treten in der ost-südöstlichen Fortsetzung der erwähnten roten Schiefer mehrere dünne Bänke eines Albereseartigen Kalkes mit sparsamen Fukoiden auf.

Schiefer zu einer tonigen Schmiere. Das aus den zahlreichen Sumpfwiesen zuziehende Wasser tut das seine: es erweicht die noch festeren Schichten und unterspült die bereits verwitterten. Langsam aber ohne Unterlass, schafft es diese Arbeit. Tritt nun ein heftiger Regen oder Wolkenbruch ein, so ist ein Berggrutsch fertig. Die Ableitung des Wassers in Gräben geschieht dann meist erst, wenn der Berg zu Tal gekommen ist. Der diesen Sommer niedergegangene Berggrutsch bei Schliersee hat nur der langsamen Unterminierung durch das Wasser seine Entstehung zu danken. Als Hauptlokalitäten solcher alter und neuer Bergstürze in dem zu behandelnden Gebiet mögen erwähnt werden: der Gschwendtner- und Abwinkelberg und der Westhang des Kreuzbergköpfls.

Zur Besprechung verbleiben nunmehr die Kieselkalke am Auer- und Rainerberg, dann der östliche Neureutzug, d. i. das Vorkommen am Kreuzberg und der Zug südlich vom Aalbach.

Am Auer- und Rainerberg sind wenig Aufschlüsse vorhanden, da das ganze nördliche Gehänge von Schutt überlagert ist. Lediglich am Oberlauf des Eckenbaches sind schön entblösste Schichten mit einem Einfallen von 26° nach 177° S wahrzunehmen. Am Wege von der Gindlalm zum Rettenbeck finden sich oben am Auerberg unter den Kieselkalken solche mit kalkig-tonigem Habitus. Die darin enthaltenen Fukoiden treten infolge der Verwitterung des Gesteins plastisch aus demselben hervor. Der interessanteste Punkt am Nordhang des Auer- und Rainerberges ist das Vorkommen von erdöhlhaltigen Kieselkalken an den Quellen des Fehnbachs. Gleich unterhalb dieses Vorkommens steht Schratten- und Seewenkalk an; von den Kieselkalken konnte ich unmittelbar Anstehendes infolge der Schuttüberdeckung nicht ermitteln, doch dürfte dieses nach der Grösse des Gehängeschuttes zu schliessen, in allergrösster Nähe liegen. Das Erdöl ist in tropfbar flüssigem Zustand, zum Teil auch eingetrocknet, in den Kieselkalken eingeschlossen. Bemerkenswert ist, dass es in der Regel nicht auf den Klufflächen und feinsten Spaltrissen auftritt; hin und wieder ist es an Kalkspatadern gebunden. Die ölführenden Kieselkalke sind dunkelgrau (in verwittertem Zustande braun) und auf den Schichtflächen mit spärlichen Glimmerblättchen bedeckt. Beim Erhitzen entsteht starker Rauch mit Petroleumgeruch. Ich werde gelegentlich einer späteren Arbeit Veranlassung nehmen, auf diesen interessanten Fundort zurückzukommen.¹⁾ Hier sollen nur noch die wichtigsten Funde von diesem Punkt Platz finden. Als von grosser Wichtigkeit muss das massenhafte Auftreten von Foraminiferen in den dortigen Kieselkalken bezeichnet werden. Herr Obermedizinalrat Dr. EGGER hatte die Güte, dieselben zu bestimmen. Es sind: *Textularia* in jugendlichen Formen, *Globigerina cretacea* EGGER, *Rotalina eocaena* GÜMBEL, *Rotalina ammophila* GÜMB. aus dem Eocän, *Anomalina*, endlich *Lituola*, welche d'ARCHIAC aus dem Nummulitengestein von Cax abbildet. Herr Dr. EGGER ist der Ansicht, dass die Foraminiferengruppe, soweit ein Urteil zulässig erscheint, eocäner oder altligocäner Zeit angehöre.

¹⁾ Derartige Ölvorkommen in den Kieselkalken erscheinen nicht selten. Am Schliersberg soll von einem Haushamer Bergmann bald nach dem Berggrutsch Öl gefunden worden sein. Auch am Auer Eck fand ich im Kieselkalk Spuren von Erdöl. Desgleichen soll schon einmal auf der Neureut Öl gefunden worden sein. Damit scheint auch FLURLS Angabe übereinzustimmen, wenn er vom Öl am Finner sagt: „Es scheint nicht nur hier, sondern auch in der ganzen Nachbarschaft alles mit Steinöl durchdrungen zu sein, ja man traf selbes sogar schon öfter in den Drusen und Höhlen der zwei Stunden davon entfernten Marmorbrüche an.“ (MATH. FLURL, Beschreibung der Gebirge von Bayern und der oberen Pfalz, 1792.)

Bemerkenswert ist auch das zahlreiche Vorkommen von Fukoiden an dieser Stelle. Es sind vor allem die Arten *Discophorites* und *Halymenites* vertreten.

Nach abwärts ist das ganze Terrain mit Schutt überdeckt, wie auch der Gschwendtnerberg als Schuttdelta zu betrachten ist. Die Schuttbedeckung zieht sich bis gegen Rettenbeck hin, nur einmal, in der Nähe des Eckartkopfes unterbrochen von einem kleinen Anstehen von Flyschsandstein mit den Schiefen (Einf. 75° nach 210° SSW). Beim Rettenbeck steht dann steil aufgerichtete Molasse an. Sonst bietet der Nordhang nichts erwähnenswertes mehr.

Am südlichen Hang des Auer- und Rainerberges sind die Kieselkalke sehr schön im Schilchental zu sehen. Als Einfallen ermittelt sich $60-80^{\circ}$ nach 175° S. In diesem einheitlichen Streichen ziehen die Kieselkalke südlich des Schilchentales gegen das Stadeltal.

Am Kreuzberg in der Nähe der unteren Kreuzbergalm treten im Anstehenden Fleckenmergel ähnlich denen des Lias auf. Unter dem Mikroskop lassen sie indes ausser einigen Pyritkrystallen und Durchschnitten durch Chondritenästchen nichts bemerkenswertes erkennen.¹⁾

An der Westseite des Kreuzbergköpfls sind die Kieselkalke bis über den Verschönerungsvereinsweg zu finden. An der Ostseite begleiten sie das Stadeltal bis zur Abzweigung des Weges nach dem Weichtal. Inmitten dieser Umgebung hebt sich der triasische Felsstock des Kreuzbergköpfls wie eine einsame Klippe heraus. Vom Stadeltal bis gegen den Aalbach zu stehen am Prinzenweg Hauptdolomit und Rauhacke an. In dieser Gegend rücken triasische Bildungen mehr gegen Norden vor. In den Entwässerungsgräben in der Nähe der Soldatenalm erscheinen allenthalben Triasgesteine anstehend.

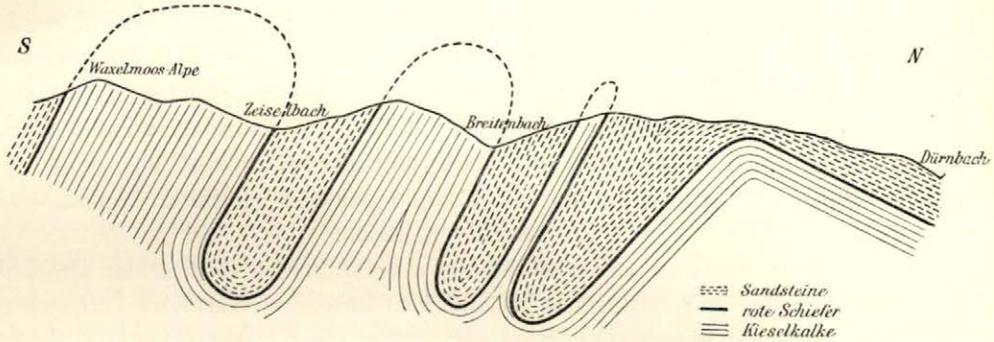
Erst westlich vom Riederstein, am Leeberg und Pfliegeleck sind die Flyschgesteine wieder mehr nach Süden vorgeschoben. Der nördliche Hang des Pfliegelecks besteht aus Kieselkalken von südlichem Einfallen (70° nach 160° SSO). Am südlichen Hang dagegen erscheint ein Einfallen von 28° nach 277° W. Dasselbe Einfallen ist auch am Leeberg zu finden. Dies kann nur mit einer Längsverwerfung, welche am Kamme des Pfliegelecks verläuft, erklärt werden. An der besprochenen Südseite ist in der Nähe der Stelle, wo sich der Weg nach dem Leeberg und der nach dem Pfliegeleck trennen, ein kleines Anstehen roter Schiefer zu bemerken, an welche sich östlich Sandsteine, westlich Kieselkalke anschliessen. Infolge der Überdeckung lässt sich die Ausdehnung des Sandsteinkomplexes nicht weiter verfolgen, indes dürfte dieser bald an einer Querverwerfung sein Ende finden. Über den Kieselkalkzug ist nichts bemerkenswertes zu sagen: es sei nur auf eine schön entblösste lokale Störung bei der Leebergrestauration hingewiesen.

Auch in diesem Teil werden die Kieselkalke südlich von triasischen Gesteinen begrenzt.

¹⁾ Ähnliche Fleckenmergel erwähnt Dr. REIS in seinen „Erläuterungen zu der geologischen Karte der Vorderalpenzone zwischen Bergen und Teisendorf“. Geogn. Jahresh. 1895 S. 91. Er sagt dort: „Die massenhaften, weichen tonigen Lagen der Aichtaler Sandsteine werden daselbst durch Flyschkalkhornsteine vertreten, zwischen welchen sich die grauen mergeligen Lagen alpiner Facies einschalten; diese haben in unserem Gebiet nicht selten sogar den Fleckenmergelcharakter der Nierentalschichten“; ähnliches wird aus dem Grüntengebiet erwähnt.

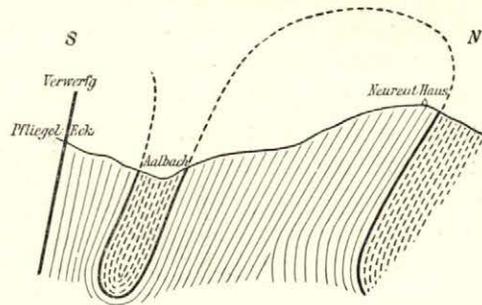
Zur Tektonik des Tegernseer Flyschgebietes.

Ein Blick auf die Karte zeigt, dass auf dem Ost- und Westufer des Tegernsees verschiedene Verhältnisse vorliegen. Am Westufer ist eine längere nord-südliche Ausdehnung des Flyschgebietes vorhanden, während dieses am Ostufer mehr zusammengestaucht erscheint. Am Westufer findet ein Überwiegen der Sandsteine, am Ostufer ein Überwiegen der Kieselkalke statt. Am Westufer liegt eine häufigere Wiederholung der Schichten vor, was am Ostufer nicht der Fall ist.



Figur 9.
Profil von der Waxelmoosalpe zum Dürnbach. M. 1 : 50 000.

Von hervorragender Wichtigkeit für die Kenntnis des Aufbaues des Flysches ist der Horizont der roten Schiefer. Diese treten nur an der Grenze zwischen Kieselkalken und Sandsteinen auf und konnten mit wenigen Ausnahmen (wo infolge der Schuttüberdeckung keine Aufschlüsse zu sehen waren) stets in dieser Region konstatiert werden. Bei einer Mächtigkeit von ca. 2 m lassen sie sich infolge der intensiven Färbung leicht auffinden. Ähnliche Verhältnisse konnten auch, wie mir Herr Professor OEBBEKE mitteilte, in der Gegend zwischen den Bergen am Westufer des Tegernsees und dem Kochelsee beobachtet werden. Auch am Grünten ist das Gleiche der Fall, wie ich aus einer Äusserung des Herrn Dr. REIS entnehme. GÜMBEL erwähnt die roten Schiefer an der in der Einleitung zur Besprechung des Ostufers bereits zitierten Stelle und findet dann auch unter der Kogleralpe die Schichten „auffallend rot gefärbt“.¹⁾



Figur 10.
Profil durch die Neureut. M. 1 : 50 000.

Es erscheint nun nicht wahrscheinlich, dass diese Schiefer und mit ihnen die Sandsteine und Kieselkalke in so regelmässiger Wiederholung abgelagert wurden. Es dürfte wohl das gleiche Verhalten vorliegen, wie es bei den cretäischen Schiefen auf der Ostseite des Sees der Fall ist. Richtige Sättel mit schön ausgeprägten Antiklinalen scheinen nicht vorhanden, sondern vielmehr die Schichten gebogen und dann auf einander gepresst zu sein. Nur auf diese Art lässt sich das fast stets gleiche Einfallen erklären.

¹⁾ a. a. O. S. 636.

Am Ostufer zeigt sich am Nordhang der Neureut ein flacheres Einfallen, was wohl mit einem schwach überkippten Sattel erklärt werden muss. (Fig. 11.)

Am Steinbruch hinter Frais finden sich die Hieroglyphen nach unten zu gelagert, ein Zeichen, dass keine Überkipfung vorliegt. Kieselkalke sind unter der Sandsteinbedeckung sicher vorhanden: darauf deuten die roten Schiefer hin, welche der Bach beim Steinbruch mitschleppt, und die am Jägerstiegl zutage tretenden Schichten. Hieraus lässt sich das konkordante Überlagertwerden der Kieselkalke durch die Sandsteine ableiten.



Figur 11.

Somit ergibt sich von unten nach oben folgende Reihenfolge der Schichten: Kieselkalke — rote Schiefer — Sandsteine und Breccien.

Bemerkenswert erscheint das Auftreten grosser Konglomerate am Breitenbach und Zeiselbach; auf dem Westufer ist derartiges nicht zu treffen.

Die Frage der Entstehung des Flysches in der beschriebenen Gegend wird am besten die treffliche Arbeit ZUBERS¹⁾ lösen helfen.

Das Einmünden eines grösseren Flusses scheint in der Gegend des Breiten- und Zeiselbaches in der Sandsteinzeit bestanden zu haben, wie aus dem Vorhandensein der mächtigen Konglomerate hervorgehen dürfte. Die Zusammensetzung dieser Konglomerate besteht zumeist in Urgebirgsfelsarten, neben welchen verhältnismässig selten Trümmer aus jüngeren Formationen vorkommen, jedenfalls keine alpinen Gesteine. Es muss demzufolge an einen Einfluss aus dem vindelicischen Kontinent gedacht werden.

Weit geringere Strömungen dürfte die Bildung der Kieselkalke erfordert haben; hierauf deutet das Vorkommen grösserer Glaukonitmengen in ihnen hin. Diese Glaukonitbildung scheint „klares, nahezu schlammfreies, quarzführendes Wasser in nicht tiefen Gebieten zu verlangen.“²⁾ Die schiefrigen Einlagerungen sind Ergebnisse stärkerer Schlammzufuhr, vielleicht im Zusammenhang mit der jeweiligen Jahreszeit, wie wir es vom Nil kennen.

Hier mag noch bemerkt werden, dass der Transport der Bestandteile der Flyschgesteine kaum ein sehr langer war, wie aus der sehr wenig abgerollten, eckigen Form der Quarz- und Kalkspattrümmer in den Gesteinen hervorgeht.

Von der grossen Menge von Sprüngen, welche den Flysch durchsetzen, sollen nur die bedeutendsten ins Auge gefasst werden, die lokalen Störungen dagegen als wenig bedeutend ausser acht bleiben.

Als wichtigster steht an erster Stelle der Tegernseer Hauptsprung. Er ist eine Querverwerfung von nord-südlichem Verlauf und bedingt eine, wenn auch nicht sehr grosse Verschiebung der Gesteinsschichten. Betrachtet man die verschiedene Faltung auf beiden Seeufnern, so folgert sich daraus unbedingt, dass die Verwerfung schon vorhanden war, bevor die Faltung entstand.³⁾ Der Verlauf der Störung selbst muss in den See verlegt werden, welcher ihr ja auch sein Dasein verdankt. Der weitere südliche Verlauf ist wohl ins Weissachtal zu legen, wie ein Blick auf die GÜMBEL'sche Karte zeigt.

¹⁾ R. ZUBER, Über die Entstehung des Flysch. Z. f. pr. Geol. 1901. S. 283 ff.

²⁾ O. M. REIS, a. a. O. S. 130.

³⁾ Im gegenteiligen Fall wäre doch anzunehmen, dass auf beiden Ufern die gleiche Zahl der Falten auftreten müsste.

Die anderen Sprünge scheinen erst nach oder frühestens während der Faltung entstanden zu sein.

Am Westufer ist als wichtig der Finner sprung zu bezeichnen. Er verläuft als Quersprung in nord-südlicher Richtung; die beiden östlichen Sandsteinhügel am Finner und die Hügel bei der Breitenbachsäge erscheinen an ihm nach Norden hin verschoben. Es wurde bei Besprechung der Verhältnisse bei der Ölkapelle bereits auf diese Störung hingewiesen. In den Bohrlöchern Finner 1 und Nr. 13 sind die roten Schiefer nach den Bohrproben, in Nr. 12 nach dem Bohrjournal vorhanden. In allen übrigen Bohrlöchern fehlen sie dagegen; weiter westlich sind sie im Finnerbach mit südlichem Einfallen anzutreffen. Da nun die roten Schiefer als ein ganz bestimmter Horizont zu betrachten sind, muss die hier vorliegende lokale Verschiebung auf wenigstens eine Verwerfung in bezeichnetem Verlauf zurückgeführt werden.

Am Ostufer sind besonders zu erwähnen:

Die St. Quiriner Verwerfung; an ihr ist der Sandsteinzug nach Norden verschoben. Ferner die Neureuter Verwerfung, an welcher der nördliche Sandsteinzug abgeschnitten erscheint.

Weit bedeutender ist der grosse Sprung, welcher sich vom Aalbach bis in die Nähe des Rettenbecks erstreckt und den Aalbachsandsteinzug nach der Gindlalm hin verschiebt. Auf ihn dürfte auch das exponierte Sandsteinvorkommen südlich des Rettenbecks zurückzuführen sein.

Damit im Zusammenhang sind noch die Verwerfungen zu erwähnen, welche die Lage des Kreuzbergköpfls veranlassten.

Endlich sei noch auf die Verwerfung am Grat des Pfliegelecks hingewiesen. Die Schichten am Leeberg fallen mit 28° nach 277° . Es hat also eine Drehung um 90° stattgefunden; dass eine Verwerfung im Zusammenhang mit der Verdrehung der Schichten vorhanden sein muss, geht aus dem plötzlichen Auftreten von Sandsteinen und roten Schiefen am Pfliegeleck hervor.

Zum Problem des Tegernseer Erdöls.

Die geologisch und historisch wichtigsten Daten sind bereits bei der Beschreibung des Westufers gegeben worden. Hier soll nur auf Alter und Entstehungsart des Erdöls eingegangen werden.

Über das Alter bestehen zwei Annahmen. Nach der einen entquillt das Öl dem Hauptdolomit, nach der andern ist hier der Flysch primär ölführend.

Für erstere Anschauung ist GÜMBEL eingetreten und fand als Autorität selbstverständlich viele Nachfolger.

GÜMBEL legt dar: Es durchstreicht in den benachbarten Kalkalpen, zwischen mächtigen dolomitischen Schichten eingebettet, das stellenweise sehr mächtige Lager eines schwarzen bituminösen Schiefers, welcher erfüllt ist mit den Überresten vorweltlicher Fische. Er enthält bis zur Hälfte seines Gewichtes brennbare Substanzen von ganz ähnlicher Art, wie die Bestandteile des Tegernseer Erdöls.¹⁾ (Dasselbe erwähnt L. v. BUCH in seinen „Bemerkungen über die Alpen in Bayern“, Abh. d. phys. Klasse der Akad. d. Wissensch. Berlin 1828 S. 183.) GÜMBEL führt dann weiter aus, dass „die Spalten und Risse im Tegernseer Gebiet nicht fehlen, wie der Tegernsee und der plötzliche Abriss des Gebirges an

¹⁾ Allgem. Zeitung 1886 Beil. Nr. 44.

seinem Nordrand bezeugen.“ Die allenthalben in der Nähe des Fanners im See aufsteigenden Gasblasen“ geben den Fingerzeig, um diejenigen Stellen aufzusuchen, wo man mit wahrscheinlich günstigem Erfolge durch eine Tiefbohrung auf die unterirdische ölführende Hauptquelle entweder direkt stossen oder ihr wenigstens so nahe kommen kann, dass dem Öl ein freier unter geringem Druck stehender Ausfluss verschafft wird“.

In seiner geognostischen Beschreibung des Alpengebirges hatte GÜMBEL die Ansicht geäußert, dass das Tegernseer Erdöl „den auch hier unter oder neben dem Flysch gelagerten Nummulitenschichten entstamme“, eine Ansicht, welche auch v. DECHEN in seinem Werke „Die nutzbaren Mineralien im deutschen Reiche“ wiedergibt. Weitere Beweise als die möglicherweise vorhandenen Spalten gibt GÜMBEL für seine Hauptdolomittheorie allerdings nicht an.

L. STRIPPPELMANN¹⁾ meint: „die vielfache Übereinstimmung der Lagerungsverhältnisse mit denen Nord-Westdeutschlands und dem deutschen Reichsland lassen es als wahrscheinlich erscheinen, dass nicht nur die Flyschschichten die ausschliesslichen Träger des Petroleums in den bayrischen Voralpen sind, sondern dass ebenso die untergelagerten Glieder der Kreide- und Juraformation (obere Alpenkalkgruppe) an einer Petroleumführung beteiligt sind, also auch hier in grösseren Teufen eine Zunahme des Petroleumsegens nicht ausgeschlossen ist.“

Endlich kommt noch die Frage in Betracht, ob das Erdöl nicht primär dem Flysch entstammt.

Zur GÜMBEL'schen Anschauung ist folgendes zu bemerken: Das Liegende des Flysches am Finner ist noch gar nicht bekannt: die Bohrungen sind nur bis 600 m Teufe betrieben worden und haben keine andere Formation als den Flysch erschlossen. Es kann daher weder für noch gegen die Annahme, dass Hauptdolomit in der Teufe liege, mit Bestimmtheit Stellung genommen werden. Aber selbst wenn dies der Fall ist, kann es doch nicht als erwiesen gelten, dass Öl aus diesen Schichten durch den Tegernseer Hauptsprung empordringt. Haben doch die Bohrlöcher, welche man am See, also da, wo man nach GÜMBEL durch die Gasblasen auf die für Tiefbohrungen geeignetsten Stellen hingewiesen wurde, (s. o.) abgestossen hat, nicht die geringsten Erfolge gehabt. Dann drängt sich die Frage auf: Warum findet sich auf dem anderen Ufer, oder an benachbarten Stellen, wo ebenfalls grosse Sprünge vorhanden sind, wie z. B. am Schliersee nicht auch Erdöl? Und doch ist am Schliersee der Gesteinscharakter der gleiche, wie am Tegernsee. Die GÜMBEL'sche Mitteilung, dass aus dem bituminösen Schiefer ein ganz ähnliches Produkt, wie das Quirinusöl erzielt worden sei, beweist nichts. Hat doch KRAEMER²⁾ aus Diatomeenwachs ein Rohwachs dargestellt, welches mit dem aus dem Tegernseer Erdöl erzielten Wachs identisch ist, und welches, wie genannter Autor nachweist, als Übergangsprodukt zum Erdöl zu betrachten ist.

Endlich widerspricht der GÜMBEL'schen Erklärung die Tatsache, dass sich mit zunehmender Teufe keine Ölsuren mehr zeigten, während doch nach seiner Theorie das Gegenteil hätte eintreten sollen.

¹⁾ L. STRIPPPELMANN, die Petroleumfundpunkte in den Vorbergen der bayr. Alpen auf der West- und Ostseite des Tegernsees. Berg- und Hüttenm. Zeitg. 1881.

²⁾ G. KRAEMER, Über d. Diatomeenwachs und dessen Zusammenhang mit d. Erdöl. Ber. d. deutsch. chem. Ges. 1899. XXXII. S. 2940.

Die STRIPPELMANN'sche Anschauung von der Übereinstimmung der Lagerungsverhältnisse mit denen Nord-Westdeutschlands und des Reichslands ist bereits durch Abhandlungen über den geologischen Aufbau dieser Gebiete widerlegt. Somit kommt auch der Schluss des genannten Autors zu Fall.

Endlich bleibt die Möglichkeit zu erwägen, ob der Flysch nicht selbst primär ölführend sei.¹⁾

Aus den früher angegebenen Resultaten der Bohrungen am Finner ist ersichtlich, dass dort die Ölführung mit einer einzigen Ausnahme nicht in grösserer Tiefe als 100 m liegt.

Am Rainerberg²⁾ fand ich Kieselkalke, welche Erdöl in Tropfen ausgeschieden einschlossen, teils mit Bitumen derart durchsetzt waren, dass sie beim Erhitzen einen dicken Rauch mit Petroleumgeruch abgaben. Es muss als ausser Zweifel stehend erachtet werden, dass dieses Vorkommen hier an primärer Stelle ist. Das Öl ist in den wenigsten Fällen an Risse, welche mit Kalkspat ausgefüllt sind, gebunden, sondern in der Form freier Einschlüsse, welche unter starkem Druck stehen, vorhanden. Es ist bemerkenswert, dass es sich beim Zerschlagen der Kieselkalke gleichsam herauspresst. Derartige Einschlüsse können doch kaum als sekundäre, aus tieferen Schichten stammende Vorkommen betrachtet werden. Es liesse sich dann gleich die Frage aufwerfen, warum dann nur in die Flyschschichten Öl eingedrungen sei.

Es wurde bereits das Vorkommen von Erdöl im Flysch am Schliersberg erwähnt.³⁾

Somit darf wohl der Flysch als Erdölträger betrachtet werden. Dass man bisher nicht mehr darin fand, leitet sich davon her, dass nach dieser Richtung keine besonders eingehenden Untersuchungen im bayerischen Flysch durchgeführt wurden.

Bei den im Tegernsee-Schlierseer Gebiet liegenden Fundpunkten kommen als erdölführend nur Kieselkalke in Betracht. Ob das Petroleumgebirge als eine im Flysch ausgebildete feste Zone oder als nestförmiges Vorkommen zu betrachten ist, lässt sich mangels genügender Aufschlüsse nicht entscheiden.

Es erübrigte nun noch auf die Frage der Entstehung des Quirinusöles einzugehen. Da es nicht Zweck der vorliegenden Arbeit ist, die modernen Petroleumentstehungshypothesen und deren Anwendbarkeit auf das Tegernseer Vorkommen vorzuführen, so mögen in folgendem nur einige Vermutungen Platz finden. Dass Fische daran beteiligt waren, dürfte der Natur des Flysches entsprechend sehr in Zweifel gestellt werden. Es bleiben nur die Möglichkeiten: entweder es mit ZUBER (a. a. O.) von feinem pflanzlichem Detritus oder von Foraminiferen oder von beiden gemeinsam oder nach KRAEMER und SPILKER von Diatomeenwachs herzuleiten.

ZUBERS Anschauung hat sicher recht viel Wahrscheinlichkeit für sich, ebenso die von ihm reproduzierte Darlegung RADZISZEWSKI's⁴⁾; jedoch wird sie für den Flysch im Tegernseer Gebiet nicht gut anwendbar sein.

¹⁾ In der Literatur fehlt übrigens die Angabe nicht, wonach das Vorkommen des Petroleums der Tegernseer Gegend an Flyschschichten gebunden sei, vergl. v. AMMON, Geolog. Überblick der Münchner Gegend in VII. Allgemeiner Deutscher Bergmannstag, München 1898 S. 65.

²⁾ cf. Seite 97.

³⁾ Es ist vielleicht auch kein Zufall, dass das Wasser in einem Brunnen bei Prien, wie mir Herr Prof. OEBBEKE mitteilte, nach Petroleum gerochen haben soll.

⁴⁾ R. ZUBER, kritische Bemerkungen über die modernen Petroleumentstehungshypothesen. Ztschrift. f. prakt. Geol. 1896. S. 84 ff.

Mehr annehmbar erscheint dagegen die Entstehung aus der „Mikrofauna und dem Plankton des Meeres, wobei pelagische Foraminiferen, Radiolarien, Globigerinen, Pteropoden, Diatomeen vor allem in Betracht kommen“.¹⁾

Foraminiferen sind nun, wie aus den früheren Ausführungen hervorgeht, tatsächlich im Flysch des Tegernseer Gebietes festgestellt worden. Ob allerdings die Vertreter dieser Tiergruppe in besonders hervorragender Weise an der Bildung des Erdöls beteiligt waren oder ob auch den Diatomeen ein erheblicher Einfluss zukommt, lässt sich zunächst nicht mit einiger Sicherheit angeben; gleichwohl dürfte den Foraminiferen eine nicht gerade unbedeutende Rolle dabei zuerkannt werden.

¹⁾ ENGLER, Das Petroleum des Rheintals. Verh. d. naturw. Vereins Karlsruhe 14. Bd. (1900 bis 01) S. 106.

Inhalts-Verzeichnis.

	Seite
Wolfram Fink , Der Flysch im Tegernseer Gebiet mit spezieller Berücksichtigung des Erdölvorkommens	77—104
(Mit einer geologischen Karte 1:25 000 und 11 Textfiguren.)	
Vorwort	77
Flyschgesteine	78—81
Das Westufer des Tegernsees	82—91
Das Ostufer des Tegernsees	91—98
Zur Tektonik des Tegernseer Flyschgebietes	99—101
Zum Problem des Tegernseer Erdöls	110—104



Über die sogenannten Steinsalzzüge des Salzstocks von Berchtesgaden.

Von

Dr. Ernst Kohler.

I.

Zuerst in seinen „Nachträgen zu der geognostischen Beschreibung des bayerischen Alpengebirgs“¹⁾ und später auch in seiner „Geologie von Bayern“²⁾ spricht v. GÜMBEL von „Steinsalzzügen“, die er im Salzbergbau Berchtesgadens beobachtete, und gibt von ihnen die Erstreckung, ihr Streichen und Fallen an. Da aber leider in beiden Fällen der von GÜMBEL erst geprägte Begriff dieser Steinsalzzüge nicht präzisiert ist, und in der „Geologie von Bayern“ statt dessen nur ein wenig gut gezeichnetes Profil vom Salzbergbau gegeben ist, so wurde in der Folge dieser vom geologischen wie vom bergmännischen Standpunkt aus sehr interessanten Erscheinung wenig Beachtung zuteil, oder es wurde ihre Existenz ganz negiert, sofern diese „Züge“ nach der bildlichen Darstellung und der Bezeichnung als „Lager“ als flötzartige Bildungen aufgefasst wurden.

In den folgenden Zeilen soll nun eine kurze Schilderung und Deutung dieses Phänomens versucht werden.

Bekanntlich unterschied GÜMBEL im salzführenden Gebirg Berchtesgadens³⁾ primäres und regeneriertes Salzgebirge und teilte es zusammen weiter unter in

1. Kerngebirge oder Kernstrich, massig ausgeschiedenes Steinsalz;
2. tonblättriges Gebirge mit vorherrschendem Steinsalzgehalt und untergeordneter Tonbeimengung;
3. eigentliches Haselgebirge, bei welchem zwischen Tonlagen Streifen von Steinsalz in reichlicher Menge durchziehen;
4. tonschiefriges Gebirge, bei welchem in den vorherrschenden Tonmassen nur einzelne Steinsalzpartien liegen.

Nach meinen Beobachtungen nun dürften die beiden erstgenannten Gruppen zusammen das Substrat der noch näher zu erläuternden Steinsalzzüge darstellen,

¹⁾ Geogn. Jahresh. 1. J. 1888 S. 182.

²⁾ II. Bd. Cassel 1894 S. 256.

³⁾ Geogn. Beschr. d. bayr. Alpengebirgs 1861 S. 170.

während die zwei letzten unter sich nicht scharf geschieden werden können und daher als „Haselgebirge“ zusammenzufassen sind.

Das Haselgebirge stellt sich nun in den tieferen Teilen des Salzstocks von Berchtesgaden, dessen Umgrenzung in der hier vorzugsweise in Betracht kommenden Ferdinandbergetage etwa die Gestalt eines T besitzt, als ein lichtgraues Gemenge von scharfkantigen und gerundeten Brocken, Knollen und Putzen von sog. Salzton, besser Salzmergel, das mit Steinsalz in verschiedenen Farben und Formen und mit Anhydrit untermischt. Dieses gänzlich ungeschichtete, keinerlei bestimmte Richtung und Sonderung aufweisende Material wird an gewissen Stellen durch unvollkommen geschieferte, glänzende und mit Salzplättchen durchschossene Mergel vertreten, die bei ihrer Loslösung aus dem Gesteinsverband in flach kuchenförmige Fasern zerfallen und so schon auf ihre Entstehung aus den Knollen des Haselgebirges s. str. durch Auswalzung hinweisen, überdies durch Übergänge mit diesem verbunden sind (Kurfürst Maximilian-Sinkwerk).

Betrachtet man die Salzführung des knolligen Haselgebirges näher, so zeigt sich folgendes Verhalten. Die Mergelknollen besitzen meist einen vollkommenen Blätterdurchgang und auf diesen Absonderungsflächen, — die übrigens jeder rezente Tonschlamm beim Austrocknen aufweist, — haben sich dünne, mattweisse, körnige Lamellen von Steinsalz angesiedelt. Diese Knollen sind nun sehr häufig quer durchgebrochen und die Bruchflächen sind mit derbem, farbigem oder auch schmutzig weissem Steinsalz ausgeheilt, das auch die Knollen meist mehr oder minder vollkommen einhüllt. Aber auch diese Steinsalzgänge en miniature in den Knollen werden oft noch von einer dritten Generation von Salz durchschnitten, nämlich von Fasersalz. In letzterem Fall kann man aber von keiner „Ausheilung“ sprechen; denn das Fasersalz bewirkt keine so innige Verbindung der beiden Knollenhälften als das derbe Salz, sondern die quer zu den glatten „Salbändern“ der Knollenhälften verlaufenden Salzfasern sitzen nur lose auf. Zu erwähnen ist noch das Auftreten der sog. verzogenen Steinsalzwürfel in den Knollen, welche meist eine rötliche Färbung besitzen.

Diese Altersreihenfolge ist unbedingt; wenigstens ist mir keine Ausnahme bekannt geworden.

Der Anhydrit tritt in diesem Haselgebirge in Knauern, Platten und grossen, unregelmässig, zum Teil scharfkantig umgrenzten Blöcken auf.

In den höheren Etagen des Bergbaus, Petersberg und Kronprinzessin Marienstollen, überwiegt eine andere Ausbildung des Gebirges, die GÜMBEL als „regeneriertes“ Gebirge bezeichnet und durch „wirre Lagerung der Massen, die es ausmachen“, durch das „Fehlen eines anhaltend konstanten Streichens und Fallens der Schichten“ und durch das „Vorherrschen des Gipses vor dem Anhydrite“, ¹⁾ später noch durch den Einschluss abgesunkener fremder Gesteinsblöcke und durch grünlichgraue Färbung ²⁾ charakterisierte.

Sicher besteht ein Unterschied jener oberen Partie von dem vorhin geschilderten Haselgebirge. Allein wirre Lagerung der Massen und Fehlen konstanten Streichens und Fallens kommt diesem wie jenem, soweit es sich um das eigentliche Haselgebirge handelt, gleichermassen zu; das Vorherrschen des Gipses vor dem Anhydrite ist nicht nachweisbar, im Gegenteil überwiegt weit der Anhydrit auch in

¹⁾ Alpengeb. S. 168.

²⁾ Geol. von Bayern S. 257.

den oberen Regionen, und fremde Gesteinsblöcke finden sich auch im sicher primären Haselgebirge eingeschlossen. So bleibt von den Merkmalen noch die „grünlichgraue“ Färbung bestehen.

Diese dunkle Färbung, dieses feuchte Ansehen muss aber einen Grund haben. Betrachtet man die Knollen dieses „regenerierten Gebirges“, so fällt als hauptsächlichster, erster Unterschied gegenüber dem „primären Salzgebirge“ das Fehlen der weissen Salzlamellen auf. Die Knollen zeigen den Blätterdurchgang von ehemals durch einen Wechsel in der Farbe an, indem auf der Bruchfläche dunkelgrüne mit braunroten Streifen, die charakteristischen Farben des Lebergebirges und des Ausgelaugten, abwechseln, die offenbar durch eine partielle Oxydation des Eisengehaltes der Mergelknollen¹⁾ von den Ablösungsflächen aus verursacht sind. Fasersalz ist sehr häufig und die Farbe der Salzführung ist meist ein schmutziges Weiss. Im ganzen genommen wäre die Bezeichnung „degeneriertes“ Gebirge treffender als „regeneriertes“.

Hat nun auch selbst das primäre Haselgebirge keine Schichtung, somit auch kein Streichen und Fallen, so besitzt doch das mehr oder weniger reine Steinsalz, das Kern- und tonblättrige Gebirge GÜMBELS, den Anschein einer Schichtung und gewährt die Möglichkeit, Streich- und Fallwinkel mit dem Kompass abzulesen.

Freilich so wenig das Haselgebirge in sich selbst eine Schichtung besitzt, ebensowenig besteht eine Schichtfläche an der Grenze zwischen Haselgebirge und Kernstrich. Vielmehr, wo sich massiges Steinsalz einstellt, da vermehren sich im Haselgebirge die roten oder gelben Steinsalzäderchen und -gänge und münden in das in alle Zwischenräume der Knollen eindringende Kernsalz. Das gleiche Verhalten ist dann wieder an der jenseitigen Grenze von Steinsalz und Haselgebirge zu beobachten, wenn man die Steinsalzmasse durchquert. Hiedurch wird die Grenze, die, aus der Entfernung gesehen, eine ziemlich scharfe zu sein scheint, in der Nähe vollkommen flüssig.

Was die Dickendimension, die Mächtigkeit des Kernsalzes anlangt, so herrscht hier der grösste Wechsel. Durchfährt man z. B. eine Schachtricht, so trifft man hier einen Steinsalzstreifen von Armesstärke, dort einen von 1 1/2 m Mächtigkeit und schliesslich Steinsalzmassen von 10 und mehr Meter Dicke.

Aber die genaue Mächtigkeit lässt sich nur selten ermitteln; denn abgesehen von der erwähnten unscharfen Abgrenzung gegen das Haselgebirge, wechselt in ein und demselben Streifen die Mächtigkeit auf die kürzeste Strecke oft um mehr als das Doppelte und erscheint dann wieder in so gewundene Falten gelegt, dass man in Verlegenheit ist, wenn man die Normale zur Flächenbegrenzung ermitteln will.

Wir werden so zur Längenerstreckung, zum Streichen dieser Kernstriche übergeführt. Nimmt man entlang einer Schachtricht an deren horizontaler Firste, die eine Breite von 70 cm zu besitzen pflegt, mit einem Kompass das Streichen einer Anzahl von Steinsalzstrichen auf, so wird wohl eine Mehrzahl von Ablesungen ein innerhalb einer Bogenstunde übereinstimmendes Resultat ergeben. Es werden jedoch auch so viele mit jenem Resultat in keinen Zusammenhang zu bringende Ablesungen sich ergeben, dass man aus diesen Beobachtungen zu dem Schlusse kommt, es gebe überhaupt kein gemeinsames Streichen im Steinsalz.

¹⁾ Auf den Eisengehalt der Salzmergel weist u. a. AUG. AIGNER, Salzbergbau in den österr. Alpen. Leobener Berg- u. Hüttenm. Jahrb. 1892 S. 206, hin.

Betrachtet man jedoch einen Sinkwerkshimmel, eine horizontale Fläche von durchschnittlich etwa 5000 qm Inhalt, so macht sich doch eine unläugbare Gleichsinnigkeit der Erstreckung bemerkbar. Wenn auch das Steinsalzband, — als ein solches zeichnet es sich an dem horizontalen Werkshimmel ab — hier einen weit geschwungenen Bogen macht und dort eine Falte, hier eine Apophyse aussendet und dort zu einer unförmlichen Masse anschwillt, so hat es doch ein General-



Figur 2.

Himmel des Hildegardsinkwerks (Kernstriche im regenerierten Gebirge).

streichen, das sich allerdings besser mit Schnur und Hängekompass, als mit dem Geologenkompass, der zum Anlegen an eine kleine Fläche dient, ermitteln lässt.

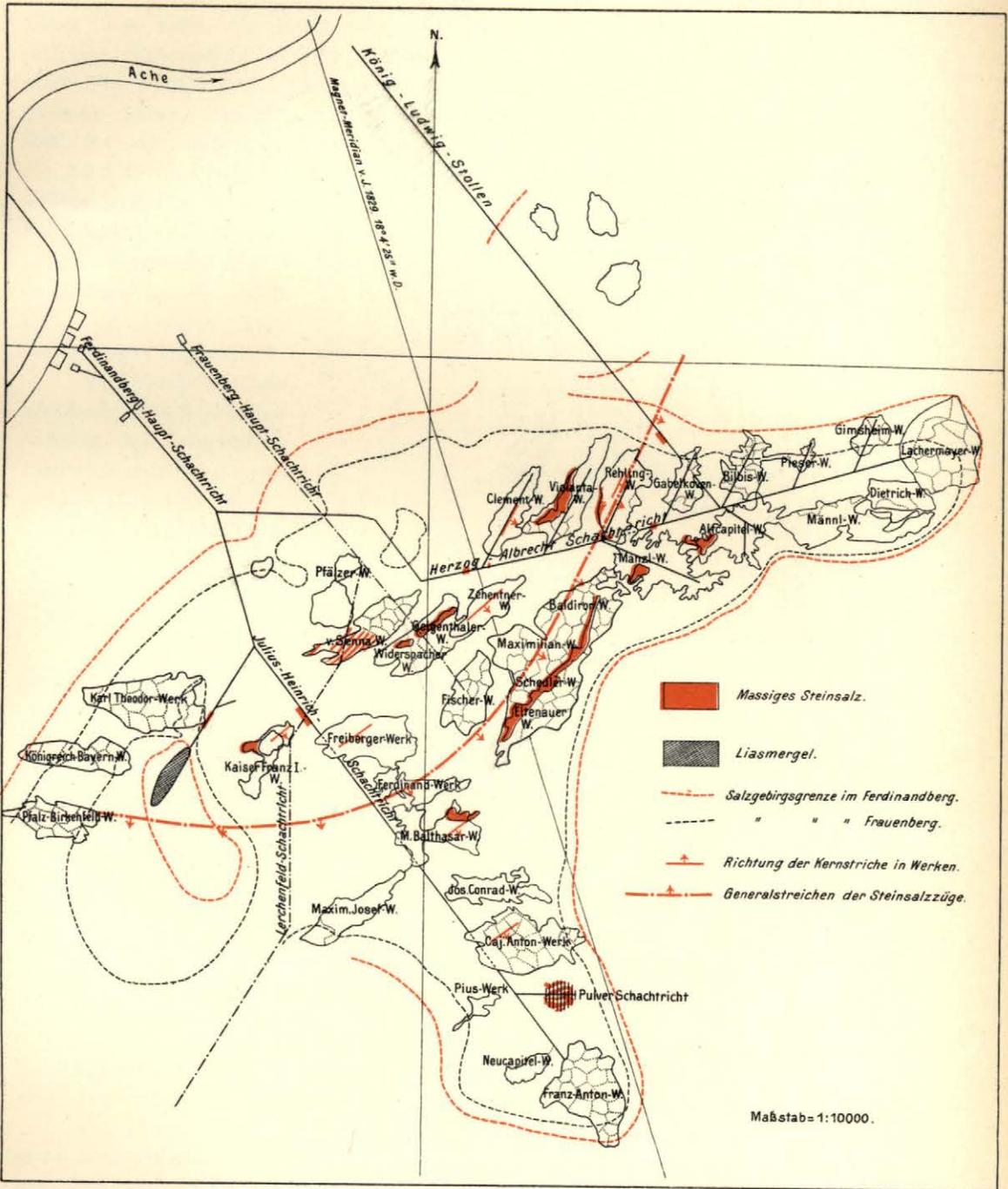
Bei weiterer Betrachtung des Werkshimmels wird man dann in der Regel die Beobachtung machen, dass alle folgenden sichtbaren Steinsalzstreifen ein Generalstreichen besitzen, das jenem des ersten Kernstrichs gleich oder beinahe gleich ist.

Dieses Generalstreichen ist aber dann nicht gerade auf den künstlich geschaffenen Sinkwerkshimmel beschränkt, vielmehr wird in der Regel wieder ein benachbartes Sinkwerk ein ähnliches oder gleiches Generalstreichen der Salzstriche erkennen lassen.

Zeichnet man nun auf einem Horizontalriss eines Sinkwerks das darin beobachtete Streichen des Steinsalzes ein, so fällt eine neue Tatsache auf: In der Richtung dieses Streichens zeigt das Werk zumeist Ausschneidungen und Längungen.

Typisch hiefür ist das Ostrevier des Berchtesgadener Bergbaus. Der östliche Arm des Salzstocks ist durch die in h. 5 verlaufende Herzog Albrecht-Schachtricht ausgerichtet. Von dieser Schachtricht aus gehen unter einem Winkel von $40-45^{\circ}$ nach NO und SO Sinkwerksveröffnungen ab (siehe Figur 1).

Die Werke nun, die künstlich in der Richtung von SW nach NO angelegt sind, haben sich sämtlich in dieser Richtung gelängt, haben in der Richtung des



Figur 1.

Die Ferdinandbergetage des Salzbergbaus von Berchtesgaden.

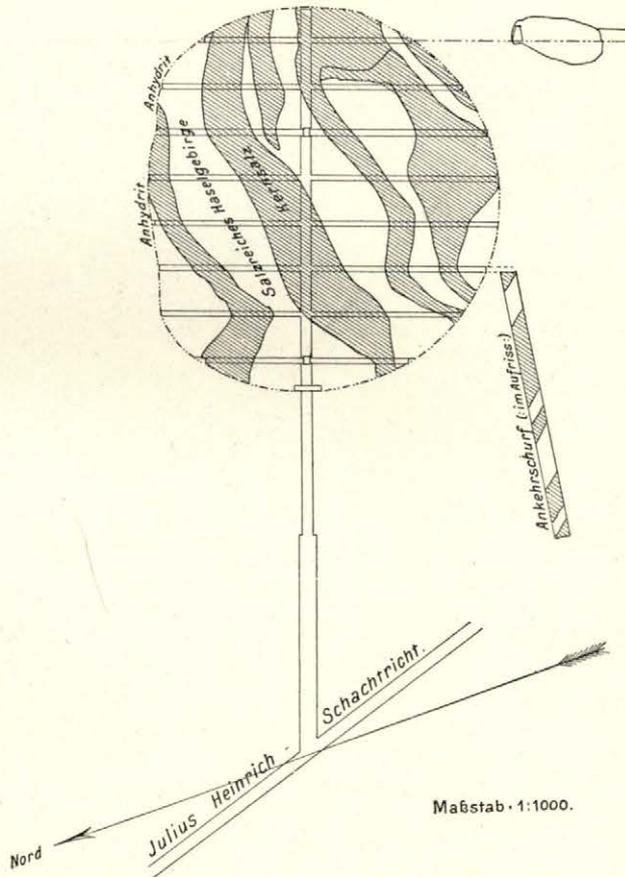
Hauptoffens zum Teil (Violantawerk) weit, bis 60 m ausgeschnitten, schliessen sich aber in der Breite den Queröffnen nahe an. Das entgegengesetzte Verhalten zeigen die in der Richtung nach SO angelegten Werke. Diese sind zum Teil hinter dem Ende des Hauptoffens zurückgeblieben, jedenfalls aber nicht weit über ihn hinausgelängt, zeigen aber dafür in der Richtung senkrecht zum Hauptoffen eine Unzahl Zipfel und Ausschneidungen, die somit die gleiche Auslängerungsrichtung haben, wie die jenseits der Herzog Albrecht-Schachtricht gelegenen, aber, für sich betrachtet, ein ganz anderes Bild gewähren, weil oben im ersten Falle die künstliche Werksanlage der Ausschneidungstendenz zu Hilfe kam, im zweiten Falle ihr entgegen arbeitete.

Vergleicht man nun mit dieser Ausschneidungsrichtung das Generalstreichen der Kernstriche, so ergibt sich, dass diese gleich und identisch sind, d. h. dass die Ausschneidungen eben durch die Kernstriche verursacht sind.

Denn hier im Ostrevier ist das Streichen des Kerngebirges durchweg h. 3 bis 4. Dieses gleiche Streichen lässt sich noch weiter nach Norden im König Ludwig-Stollen zu verfolgen. Nach Süden, im Zentrum des Grubenfeldes, neigt sich die Streichrichtung etwas mehr nach Osten in Stunde 4 bis 5 und dreht sich westlich von der Julius-Heinrich-Schachtricht bis in Stunde 6 bis 7, in welcher sich auch die nicht mehr zugänglichen, westlichsten Werke, Karl Theodor, Königreich Bayern und Pfalz-Birkenfeld, gelängt zu haben scheinen.

Dass dieses Streichen des Kerngebirges am besten vom Werkshimmel abgenommen werden kann, ist bereits erwähnt. Es ist nur noch darauf hinzuweisen, dass durch sein regelmässiges Verhalten in diesem Sinne der Himmel des Senna-Werkes, das für die Fremdenfahrt eingerichtet ist, ein günstiges Beobachtungsfeld bietet.

Ein zweites, charakteristisches Zeichen, das aber nicht so konstant ist, bietet die genannte Ausschneidungstendenz. Hier können Zufälligkeiten störend das Resultat beeinflussen. So zeigen z. B. im Ostrevier, das sonst in dieser Hinsicht



Figur 3.
Sinkwerksveröffnung und Steinsalzabbau der Pulverschachtricht (mit Einzeichnung der Steinsalzstriche).

sehr instruktiv ist, das Dietrich- und Männlwerk ein abweichendes, keiner Regel gehorchendes Verhalten, das durch eine grosse Anhydritscholle verursacht ist, welche von dem Ätzwasser des Sinkwerks umgangen wurde.

Die Auslängungen und Ausschneidungen der Werke führen aber am Ende zu Verschneidungen und so sind auch diese bezeichnend für das Streichen des Salzkerns. So sind wohl die in Stunde 4 hintereinander gelegenen Werke Wiederspacher, Geigenthaler und Zehentner miteinander verschnitten bzw. durchbrochen, nicht aber mit den ebenso nachbarlichen Werken von Semma oder

Fischer, die quer zu der genannten Streichrichtung, also in Stunde 10, zueinander liegen. Noch deutlicher zeigt dieses Verhalten die Verschneidung der vier Werke Baldiron, Maximilian, Schedler und Ettenauer, in deren gemeinsamem Himmel nunmehr der Steinsalzabbau des sog. Vierstückzuges umgeht. Und dies führt uns zu einem weiteren Dokument der Kernstriche, den Abbauen.

Die Abbaue zur Gewinnung von Steinsalz für Lecksteine und Steinsalzmehl gehen natürlich nicht im Haselgebirge, sondern in tunlichst reinem, massigem Steinsalzkern um, und es muss somit der Plan eines Steinsalzabbaus auch die Längenerstreckung, das Streichen des Kerngebirges ersehen lassen. Der räumlich ausgedehnteste Abbau ist nun



Figur 4.

Himmel des Clementwerks, die Aussendung von parallel mit dem Hauptast fortlaufenden Zweigen eines Steinsalzstrichs zeigend.

der im Vierstück und dieser zeigt auch in seiner 275 m langen Erstreckung von Nordost nach Südwest ein charakteristisches allmähliches Umbiegen von Stunde 2 in Stunde 4, sowie das Anschwellen und Verdrücken des Kernstrichs. Auch die Steinsalzabbaue im Grossherzogin Violantawerk, im Rehlingwerk, im Geigenthaler- und Wiederspacherwerk und im Manzlwerk verhalten sich in gleicher Weise. Sehr neue Abbaue oder sehr massige Vorkommen sind hinsichtlich der Deutlichkeit des Plans in diesem Sinne weniger anschaulich, lassen aber zumeist an Ort und Stelle doch wieder das gleiche Streichen ermitteln, so der Abbau in der Pulverschacht-richt. Diese bis jetzt nicht angewässerte Sinkwerksanlage ist auch deshalb interessant, weil der hievon aufgenommene Grundriss des Steinsalzkerns ausser

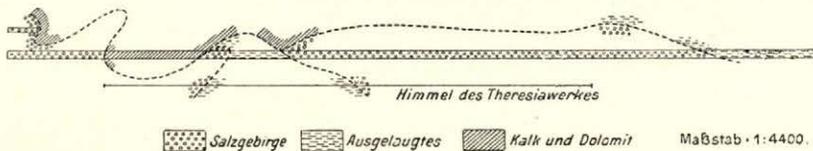
dem Generalstreichen in h. 5 eine Erscheinung der Steinsalzstriche zeigt, von der bislang nicht die Rede war, nämlich Anastomosen und Aussendung von parallel mit dem Hauptast fortlaufenden Zweigen (siehe Figur 3).

Dies lässt sich übrigens nicht bloss hier beobachten, sondern vielerorts an den Werkshimmeln, wie die im Clementwerk aufgenommene Photographie zeigt (Figur 4).

War bis hierher trotz aller Ausbauchungen, Einschnürungen, Auskeilungen — denn auch solche kommen sehr häufig vor —, Apophysen und Anastomosen ein gemeinschaftliches, gleichsinniges Generalstreichen aufs deutlichste zu konstatieren, so geht innerhalb des Kaiser Franz I. Werkes, noch mehr aber in der Umgebung und oberhalb des König Max Josefwerkes, wo sich im Frauenberg das Kurfürst Max- und Leopoldwerk und im Petersberg das Königin Theresiawerk sich befinden, diese Regelmässigkeit verloren. Den Himmel des Leopoldwerkes im besonderen durchziehen die Steinsalzbänder in den kühnsten Kurven und Windungen, alle Richtungen der Windrose durchlaufend. Von dem benachbarten Kurfürst Maxwerk ist schon das Auftreten des „tonschiefrigen Gebirges“ nach GÜMBEL erwähnt, und es dürfte vorläufig hinreichend sein darauf hinzuweisen, dass unmittelbar oberhalb des Leopold- und Kurfürst Maxwerkes das in der Literatur¹⁾ mehrfach erwähnte Vorkommen von Kalk und Dolomit in der Armanpergschachtricht sich befindet. Ebenso ist in der Nachbarschaft des Kaiser Franzwerkes das ebenso bekannte Vorkommen von Liaskalkmergeln in der Birkenfeldschachtricht und im Kaiser Franzgesenk.²⁾

Es ist hier auch der Platz, zu betonen, dass in der Birkenfeldschachtricht nichts darauf hinweist, dass „das Salzgebirge steil über den liasischen Fleckenmergel hinaufgeschoben ist“, wie Dr. Böse a. a. O. S. 505 angibt. Vielmehr zeigen die Grubenaufschlüsse und Vermessungen des amtlichen Zugbuches aufs deutlichste, dass der besagte Fleckenmergel eine flach linsenförmige Scholle bildet, die allseits von Salzgebirge umschlossen ist und nach der Tiefe zu schmaler wird, also auszukeilen scheint (siehe Figur 1).

Auch war DR. SCHLOSSER falsch berichtet, wo er vom Berchtesgadener Salzbergwerk schreibt: „Auch hier ruht das Salzgebirge allenthalben auf jüngeren „Schichten, nämlich teils auf Ramsaudolomit — Armanperg-Schachtricht — teils „auf Lias-Fleckenmergeln — Birkenfeld-Schachtricht —, teils und zwar im aller-



Figur 5.

Profil der Armanpergschachtricht mit dem Himmel des Theresiawerkes, die Lagerung der Kalkschollen zeigend.

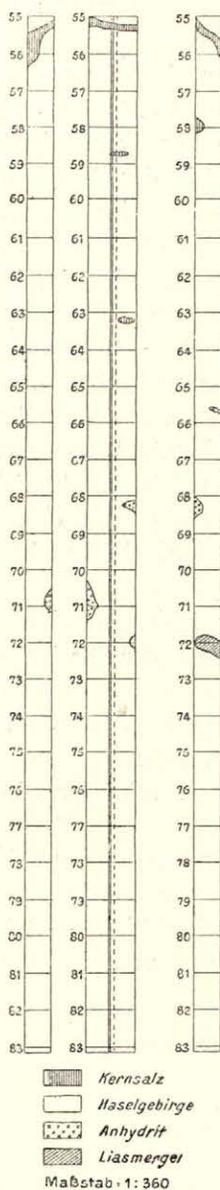
„tiefsten Teil des Bergbaues, im Kaiser Franz-Schacht auf oberem Lias — Posidonomyen-Schiefern.“ Denn in der Armanperg-Schachtricht sind die Kalk- und Dolomitblöcke allseitig umfahren und blossgelegt (siehe Figur 5), wie schon GÜMBEL,

¹⁾ und ²⁾ GÜMBEL, Alpengebirge S. 169, S. 171; Ders. Nachträge etc. Geogn. Jahresh. 1888 S. 182; Ders. Geol. von Bayern S. 257, S. 253.

DR. BÖSE, Beitr. z. Kenntn. d. alpinen Trias. Zeitschr. Deutsch. Geol. Ges. 1898 S. 504, 505; DR. SCHLOSSER, Triasgebiet von Hallein, Zeitschr. Deutsch. Geol. Ges. 1898 S. 348.

Alpengebirge 1861 S. 169 es beschrieb, und unmittelbar unter den Kalk- und Dolomitblöcken ging und geht der Salzbergbau im Leopold-, Kurfürst Max-, König Max Josefwerk um.

Das Vorkommen des Liasmergels im Kaiser Franzgesenk beschrieb GÜMBEL



Figur 6.

Die untersten fünfzig Meter (28 Lachter) des Kaiser Franz-Gesenkes mit dem Liasmergel.

in den „Nachträgen“, dem wirklichen Befund (siehe Figur 6) entsprechend, wonach bei 125 m Teufe das Gestein angetroffen wurde, welches „aber hier nur von einem Stoss des Gesenkes mit einer keilförmigen Scholle hineinragte und bei dem weiteren Abteufen wieder sich verlor“. In der „Geologie von Bayern“ 1894 S. 253 aber gab GÜMBEL dann eine Zeichnung vom Kaiser Franzgesenk, in welcher das Liasgestein von 125 m Teufe bis unter das Schachttiefste, also über 20 m stark gezeichnet und eine deutliche Überschiebungsfläche dazu konstruiert ist, die in Wirklichkeit sich nicht nachweisen lässt, so wenig wie das Niedersetzen des Liasgesteins in die Teufe.

Haben wir nun gesehen, dass die Steinsalzstriche, das Kerngebirge, ein nachweisbares Streichen in nordost-südwestlicher Richtung besitzen, das im westlichen Teil des Bergbaus in eine ost-westliche Richtung einschwenkt und an bestimmten Stellen Störungen aufweist, so taucht die Frage nach dem Einfallen der Kernstriche auf. Dieses scheint nun mit einer Ausnahme ein im allgemeinen südlich gerichtetes, d. h. bei einem Streichen in h. 3 ein Fallen in h. 9 SO, bei einem Streichen in h. 5 ein Fallen in h. 11 SO, bei einem Streichen in h. 6 ein Fallen in h. 12 S. Aber auch das Fallen ist kein regelmässiges. Die Ausbauchungen, Wellen, Äste, u. s. w., die sich in der Horizontalprojektion bemerkbar gemacht haben, wirken auch hier in der Vertikalprojektion auf die Beobachtung schädlich ein; bald erscheint das Einfallen sehr steil, bald sehr flach und oft sogar nach N umgebogen. Leider stehen keine so ausgedehnten Vertikalflächen der Beobachtung zur Verfügung wie Horizontalflächen in den Sinkwerken; hier ist man im grossen und ganzen auf die Beobachtungen längs der Schachtrichtulmen und in den Abbauen angewiesen. Doch scheint mir aus einer grossen Zahl von Einzelbeobachtungen das mittlere Einfallen annähernd 30° zu betragen.

Wie erwähnt, hat aber das Südfallen, abgesehen von lokalen Umbiegungen, eine sichere Ausnahme, nämlich im Kaiser Franzgesenk und westlich davon in der Birkenfeldschachtricht. Hier, wo das Streichen ein gestörtes ist, fällt auch das Kernsalz nach Norden ein, wie dies schon GÜMBEL in den „Nachträgen“ feststellte.

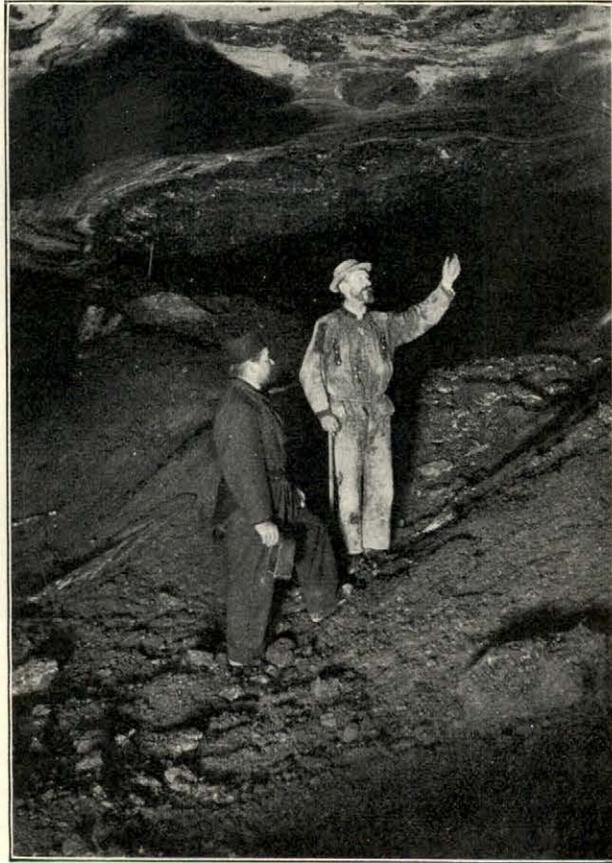
In den Versuchsstrecken, die bei 35 m Teufe vom Schacht aus nach Norden, Osten und Süden getrieben wurden, lässt sich verfolgen, wie in der Nähe des Schachtes das Fallen, das im nördlichen Teil der Flügelörter noch südwestlich ist, steiler wird, noch nördlich vom Schacht auf dem Kopf steht und sich dann nach Nordosten umbiegt.

Wenn wir nun auch schon wissen, dass unter diesen Steinsalzstrichen (oder Kernstrichen, Kerngebirge, Salzkern) ein mehr oder minder reines, derbes Steinsalz zu verstehen ist, so ist doch zu ihrer Definition noch einiges hinzuzufügen.

Wir haben gesehen, dass der Kernstrich mit keiner Schichtfläche am Haselgebirge absetzt, sondern gewissermassen aus ihm herauswächst. In seinem inneren Aufbau zeigt er verschiedene Ausbildung. Wie er nach aussen Arme und Äste aussendet, so umschliesst er in seinem Inneren grosse und kleine Knollen und Brocken (siehe Figur 2, 4 und 7) von Haselgebirge und Mergel in grosser Menge, die im Steinsalz gleichsam schwimmen, und zwar in der Regel verhältnismässig um so mehr, je mächtiger der Kernstrich ist. Ist er sehr mächtig, so pflegt das Steinsalz ziemlich eintönig in der Farbe, braun, rot, grau, zu sein und nur wenig Differenzierung aufzuweisen. Die schwächeren Steinsalzbänder zeigen aber meist eine sehr lebhaftere Zeichnung. Es wechseln parallele helle und dunkle Streifen miteinander ab, deren Farbenunterschied zumeist in einem geringeren oder höheren Gehalt an tonigen bezw. mergeligen Teilchen oder auch in grösserer oder geringerer Eisenoxydführung begründet ist.

Aber auch diese parallelen Streifen sind nicht etwa gegeneinander scharf abgegrenzt. Vielmehr gehen auch sie ohne Schichtfläche ineinander über. Wo nun Ausbauchungen, Abzweiger und Lappen am Steinsalzstrich ansetzen, da werden diese sonst unter sich und der äusseren Begrenzung parallelen Streifen von einer lebhaften Wellenbewegung erfasst. Sie werden in lange und kurze, scharf gebogene Falten und Fältchen ausgewalzt und gezogen, wie dies AIGNER a. a. O. Tafel III Fig. 9 bildlich dargestellt hat: Es entsteht eine Maserung, ein Moiré, eine typisch fluidale Struktur (siehe Figur 2 und 7).

Diese Steinsalzstreifen schliessen ausser den Haselgebirgsbrocken nun vielfach grössere und kleinere Kristallbrocken von durchscheinendem grauen und bläulichem Anhydrit, sog. Muriazit ein, wie z. B. die im Clementwerk aufgenommene Photographie (Figur 4) einen aufweist. Ausserdem finden sich als



Figur 7.
Himmel des Churfürst-Maxwerks, das Moiré eines Kernstrichs zeigend.

Einschlüsse Knauern von Bittersalzen verschiedener Zusammensetzung und endlich sehr häufig die sogenannten „Salzaugen“.

Diese Salzaugen sind verschieden grosse, stets einheitliche Kristallindividuen, wie die durchgehenden Spaltungsrichtungen zeigen, von meist verrundeten Formen, die, wie AIGNER sagt, „diesem Salze eine porphyrtartige Struktur verleihen“. Dies ist sehr treffend gesagt; wenn aber AIGNER bemerkt, dass die Kristallkörner „regellos eingestreut“ sind, so bedarf dies der einschränkenden Bemerkung, dass die Salzaugen zwar hinsichtlich ihrer Verteilung im Salzkern keiner Regel gehorchen, das heisst, nicht etwa lagenweise sich vorfinden, wohl aber hinsichtlich ihrer Ausbildung.

Denn wie auch im übrigen die Form des Kristallkorns sei, es ist fast ausnahmslos in der Richtung des Streichens des Steinsalzbandes gelängt, so dass es in den meisten Fällen wirklich das mandelförmige Ansehen eines



Figur 8.
Salzaugen aus der Perfelderschachtricht. $\frac{3}{4}$ nat. Gr.

Auges besitzt oder sich doch ihm nähert. Es besitzt so das Augensalz eine grob äusserliche Ähnlichkeit mit dem Augengeiss. Als Seltenheit erwähne ich den Fund eines allseitig scharf umgrenzten, kleinen Steinsalzwürfels von etwa 3 mm Kantenlänge als Salzaugen in der Julius-Heinrichschachtricht und den Fund eines höchst beachtenswerten Salzauges aus der Perfelderschachtricht zwischen Höllerschachtricht und Manzlgesenk. Dieses Salzaugen (Figur 8)¹⁾ besitzt noch teilweise die scharfen Kanten und Ecken des allseitig wohlumgrenzten Kristalls, ist aber zum Teil korrodiert und wie von Lösungswasser angelaut; dabei sind die scharfen Kanten in der Richtung des Streichens erhalten geblieben und die korrodierten Begrenzungsflächen den Begrenzungsflächen des Kernstrichs zugewendet, wie auch sonst, nur weniger deutlich, die Salzaugen eine gewisse Zuspitzung in der Streichrichtung des Salzbandes zeigen und eine Abflachung normal hiezu.

¹⁾ Die infolge der stark reflektorischen Eigenschaften des Salzkristalls und dem ganz geringen Farbenunterschied von Kristall und Umgebung schwierig herzustellende, aber gut gelungene Photographie wurde, wie die übrigen Photographien aus dem Salzbergbau, von Herrn Photographen P. Ney in Berchtesgaden hergestellt und in dankenswerter Weise zur Verfügung gestellt.

Übrigens bildet solche Augen im Kernsalz nicht nur das Steinsalz, sondern auch zuweilen der Anhydrit, auch bei diesem handelt es sich dann stets um einheitliche Kristallindividuen.

Die bisherigen Ausführungen beziehen sich nur auf den Salzstock von Berchtesgaden. Aber die ihnen zu Grunde liegenden Erscheinungen beschränken sich nicht auf ihn allein, sondern lassen sich auch in den benachbarten alpinen Salzvorkommnissen nachweisen.

So ist schon DR. SCHLOSSER a. a. O. S. 347 die Regelmässigkeit der Werksausschneidungen im Salzbergbau zu Dürrnberg bekannt. Es läuft ihm dabei freilich ein kleiner Irrtum unter, der aber einem Nichtbergmann leicht verzeihlich ist. Er konstruiert dort nämlich eine Überschiebung des Salzgebirgs von Nord nach Süd und schreibt dann: „Für diese Annahme sprechen nun auch noch andere „Umstände. Vor allem namentlich die Gestalt der Salzstöcke. Wenn wir die „Bergpläne eines beliebigen Horizontes studieren, so sehen wir deutlich, dass die „Axen der Salzstöcke die Richtung Nord-Süd einhalten, ihre seitlichen Ausläufer „aber, die in das salzärmere Haselgebirge eingreifen, senkrecht zu der Axe der „Salzstöcke stehen. Diese merkwürdige, in allen Etagen des Bergbaus beobachtete „Parallelität der Salzstöcke — Kernstriche — kann doch auf keinen Fall eine „zufällige sein. Ferner zeigen auch die Faltungen oder richtiger Stauchungen „des Haselgebirges eine ausgesprochene Nord-Südrichtung.“

Richtig ist hieran, dass die „seitlichen Ausläufer“, d. h. die Ausschneidungen, ungefähr senkrecht zur Nord-Südrichtung, nämlich in Stunde 16, wie in Berchtesgaden, stehen, sowie dass die Faltungen der Kernstriche die Nord-Südrichtung einhalten. Was aber Dr. SCHLOSSER für die „Salzstöcke“ ansieht und nach einer Skizze des Herrn k. k. Bergrats P. SORGO abbildet, sind nichts anderes als die künstlich angelegten Sinkwerke, deren Axe, — hier meist nord-südlich — eine ganz willkürliche, von den Betriebsbeamten nach Massgabe der Ausrichtungsstrecken, der sog. Schachtrichten, gewählt ist. Was also SCHLOSSER für „Kernstriche“ ansah, sind künstliche Salzgewinnungsanlagen, und ihre „seitlichen Ausläufer“ sind die wahren Kernstriche, was nicht nur von vornherein mit Sicherheit zu sagen war, sondern wovon ich mich auch durch das Entgegenkommen der Herren k. k. Bergrat SORGO und Bergverwalter PLATNER in Dürrnberg augenscheinlich und mit Kompassmessungen überzeugen konnte. Damit fällt natürlich auch dieser Beweis für die Nord-Südüberschiebung, bzw. er müsste modifiziert werden.

Übrigens ist die genannte Parallelität nicht in allen Etagen vorhanden, die obersten Etagen, die im sog. regenerierten Gebirge verlaufen, zeigen in Dürrnberg wie in Berchtesgaden die Regelmässigkeit der Kernstriche nicht wie die unteren (siehe Figur 2), wie sich denn die ganzen Ausführungen über die Kernstriche nur auf das primäre Salzgebirge beziehen.

Diese Parallelität der Kernstriche oder, wenn wir nun das gerechtfertigte GÜMBEL'sche Wort anwenden, der „Steinsalzzüge“ scheint aber eine weit allgemeinere zu sein. Dieser Umstand ist bereits 1888 dem ausgezeichneten Kenner des alpinen Salzbergbaus, AUGUST AIGNER, bekannt, welcher in einem Aufsatz „Analogien der alpinen Salzlagerstätten“¹⁾ eine Tabelle „über die nach Etagen geordnete Ausschneidungstendenz der Laugwerke sämtlicher österr.-alpinen Salzberge“ veröffentlicht und darin von den Bergbauen zu Hall, Dürrnberg, Ischl, Aussee, Hallstatt

¹⁾ Österr. Zeitschr. f. Berg- und Hüttenwesen 1888 S. 100.

zusammen 309 Fälle untersucht. Er gelangt hierbei zu folgendem Resultat: „Nach dem angeschlossenen Ausweise über die nach den Etagen der Salzberge geordneten Ausschneidungstendenzen der Salzstraten ist das vorherrschende Salzstreichen:

Bei dem Salzberge von	Hall	SO—NW
„ „ „	Hallein	NO—SW, O—W
„ „ „	Ischl	O—W
„ „ „	Aussee	N—S
„ „ „	Hallstatt	NO—SW, O—W.

„Dem allgemeinen Generalstreichen (nämlich der Alpen) entspricht also Ischl „vollständig; Hallstatt ebenfalls, mit nur sehr geringer Abweichung in den beiden „höchsten Etagen, fast vollständig; Hallein mit nahezu der Hälfte seiner Etagen „vollständig.

„Eine Ausnahme hiervon macht nur Aussee und Hall in Tirol.“

AIGNER bringt an dieser Stelle die besprochene Regelmässigkeit in Zusammenhang mit dem SAUSSURE'schen Satz, dass die Gipse bei der Erhebung der Alpen mitgewirkt haben und dem Generalstreichen der Alpen parallel sind, schreibt „aber später¹⁾: „Es wurde in der oben genannten Abhandlung der Beweis zu „erhärten gesucht, dass in den einzelnen Trümmerstraten eine mehr ostwestliche „Richtung vorherrscht. Hier müssen wir wohl die mannigfaltigsten Formen erkennen, aber zugleich auch die Schwierigkeit empfinden, dieselben unter einem „einheitlichen genetischen Gesichtspunkte einer gründlichen Erklärung zu unterziehen.“

II.

Bis hierher habe ich reines Beobachtungsmaterial mitgeteilt. Es soll nun der Versuch einer Deutung dieser Erscheinungen unternommen werden.

AIGNER²⁾ nimmt folgende Phasen unserer Salzlagerbildungen an:

1. „Eine durch die Erdbewegung gestörte Verdampfung hochgradiger Laugen „bei hoher Wärmezuströmung aus den unterliegenden Erdschichten oder selbst „atmosphärische Verdampfung und horizontale Ablagerung des zugeführten Tones.
2. „Pressung und Faltung der gebildeten Salzstraten unter ungeheuerem „Drucke in einer späteren Ära.
3. „Dynamische Einwirkung (Eruptivgesteine) teils sichtbarer, teils subterranean „Ursachen und gleichzeitige Zerstörung dieser Schichtenkomplexe, Bildung der „Haselgebirgsmasse.
4. „Teilweise Faltung der bereits gebildeten Haselgebirgsmasse durch seitliche „Pressung infolge der Gebirgsbildung und bis auf die Jetztzeit fortdauernde „dynamische Einwirkungen.“

Diese Theorie wird jedoch nicht allen Ansprüchen gerecht. So haben wir gesehen, dass eine wahre Schichtung weder im Haselgebirge noch im Kernsalz zu beobachten ist, dass das Haselgebirge auch jeden Anzeichens ehemaliger Schichtung entbehrt, nicht etwa aus zerbrochenen und gefalteten, flachen Schollen von Ton und Mergel sich zusammensetzt, sondern aus runden und eckigen Knollen und Putzen, dass die Steinsalzmassen in ausgedehnter Masse eine gleichsinnige Erstreckung und ein ziemlich weites Aushalten in der Längendimension besitzen —

¹⁾ Leobener Jahrbuch 1892 S. 216.

²⁾ Dasselbe S. 227.

ganz im Gegensatz zum Haselgebirge —, dabei aber auch keine Schichtung, sondern eine an gewisse Eruptivgesteine erinnernde fluidale Parallel-Struktur.

Es erscheint sonach nicht verständlich, wie zuerst Ton und Steinsalz abwechselnd horizontal abgelagert gewesen sein sollte, und dann bei der Pressung und Auffaltung, mit oder ohne Einwirkung von Eruptivgesteinen, der Ton zu Knollen und Knauern zerquetscht und zermalmt, jeder Spur ursprünglich horizontaler, kontinuierlicher Lagerung beraubt werden sollte, während dabei die Salzschichten, die doch mindestens den gleichen Grad von Sprödigkeit besaßen wie der Ton, nur an manchen Stellen im Detail gefaltet wurden, im übrigen aber in ihrer Kontinuität durchaus nicht gestört wurden und durch die ganzen Lagerstätten hindurch in gerader oder flach gebogener Richtung, unter sich im ganzen parallel, verlaufen, dabei aber nicht etwa hinsichtlich der Spezialfaltungen eine Übereinstimmung mit den benachbarten Salzstrichen einhalten.

Insbesondere halte ich es für wichtig, darauf hinzuweisen, dass mir, innerhalb des primären Salzgebirges, kein einziger Fall bekannt ist, in welchem die Kontinuität eines Salzstrichs durch eine Verwerfung, durch eine Abbruchfläche gestört wäre, wie es bei dem Bestehen der genannten Hypothese die Regel bilden müsste.

Ja, es sind die verschiedensten jüngeren Gebilde, Liasmergel, Ramsaudolomit etc. eingeknetet im Salzgebirge, ohne diese Kontinuität zu stören.

Dieser Umstand ist meines Erachtens der untrügliche Beweis, dass die Entstehung der Salzstriche jünger ist als die Einbettung der im Verhältnis zum Haselgebirge jüngeren Gebilde.

Überdies scheint es mir nicht angängig, für die Salzmassen die HEIM'sche „bruchlose Umformung“ mit AIGNER anzunehmen, für den begleitenden Ton und Mergel sie aber nicht anwendbar zu finden.

Wollte man nun auf die alte Idee von der Zuführung des Salzes durch salinische Quellen postvulkanischer Entstehung zurückgreifen, was hiernach noch am naheliegendsten scheint, so muss man sich entgegenhalten, dass in diesem Falle nicht verständlich ist, warum dann gerade das Steinsalz auf das Haselgebirge beschränkt ist und nicht auch andere Schichten, die Werfener Schiefer, Kalke, Mergel etc. durchhärtet und erfüllt.

Diesen Annahmen gegenüber scheint mir die im folgenden zu entwickelnde am besten mit den Beobachtungen zu harmonieren:

In seiner Besprechung des WALTHER'schen Werkes „Das Gesetz der Wüstenbildung“¹⁾ charakterisiert OCHSENIUS die marinen Bildungen von Salzlagern als „bedeutend mächtige bis kolossale reine Steinsalzflötze (mit Anhydrithut)“ und ihnen gegenüber als „sekundäre Bildungen“, als Wüstensalze „gering mächtige, unreine Steinsalzletten (ohne Anhydrithut)“.

Ist nun von kolossalen oder nur bedeutend mächtigen reinen Steinsalzflötzen in den alpinen Vorkommnissen keine Rede, und ist auch ein „Anhydrithut“ nicht vorhanden (nur unregelmässige Anhydritblöcke kommen vor und Anhydritschmitzen), so spricht auch gegen den marinen Ursprung das absolute Fehlen von Fossilien im eigentlichen Salzgebirge,²⁾ sowie die ganz lokalen,

¹⁾ Zentralblatt d. Neuen Jahrb. f. Min. 1902 S. 622.

²⁾ Die dem widersprechende Angabe GÜMBEL'S in Alpengebirge S. 171 beruhte auf einem Irrtum und wurde später von GÜMBEL selbst rektifiziert.

regellosen Anhäufungen von sulfatischen Salzen, Glaubersalz, Bittersalz etc. (z. B. im Dietrich- und Altkapitelwerk, im Kaiser Franz-Gesenk), die mit den Ausscheidungsregeln der Salze im Meerwasser, welche durch USIGLIO, OCHSENIUS und VAN t'HOFF entwickelt wurden, in keinerlei Zusammenhang zu bringen sind.

Dagegen stimmt diese Beschaffenheit sehr gut überein mit der Ausführung JOHANNES WALTHERS¹⁾: „Während die chemische Zusammensetzung des Meerwassers „vom Pol bis zum Äquator und vom Strand bis zur Tiefsee annähernd dieselben „Elemente zeigt, ist das Wüstensalz qualitativ von überaus wechselnder Beschaffenheit. Salze, wie Glaubersalz, Borax, Natron, welche im Seewasser nur eine geringe „Rolle spielen, charakterisieren den Salzgehalt von Wüstenseen, fast jeder See hat „eine andere Zusammensetzung und eine andere Konzentration.“

Weisen schon diese Ausführungen der berufensten Kenner der Salzbildungen auf einen terrestrischen Ursprung des Haselgebirges hin, so wird diese Annahme noch bestärkt durch die Analogien desselben mit den Vorkommnissen der rezenten Salzpfannen der Kalahariwüste, von denen der Forschungsreisende DR. PASSARGE Material mitbrachte, welches Prof. DR. KALKOWSKY²⁾ untersuchte.

Das Gesteinsmaterial, welches diesen Salzpfannen oder Makarikari eigentümlich ist, und von KALKOWSKY mit dem vorläufigen Namen „Salzpelit“ belegt wurde, wird von diesem folgendermassen beschrieben:

„Der Salzpelit ist in trockenem Zustande eine dichte, weisse bis ganz lichtgrüne Masse von geringem spezifischem Gewicht; er ist feinporös, hängt an der „Zunge und saugt Wasser auf. PASSARGE schnitt Stücke des feuchten und dann „noch hellgelblich-braunen Salzpelites mit dem Messer heraus; ausgetrocknet aber „ist die Masse ziemlich fest, sie zerbröckelt unter dem Messer; sie färbt nicht „ab, fühlt sich nicht wie Ton an, sondern vielmehr ganz schwach fettig etwa wie „Bol oder Saponit. In der weissen Masse stecken unregelmässig verteilt und „makroskopisch sichtbar Sandkörner und Oolithkörner; manche der vorliegenden „Stücke sind anscheinend frei von diesen Beimengungen, die dem Ganzen eine „Art porphyrischer Struktur geben. Ferner aber ist der Salzpelit in allen Proben „brecciös; es liegen in einer Grundmasse bis einige Zentimeter im Durchmesser „haltende und viele kleinere Stücke von abweichendem Farbentone und abweichender Festigkeit, meist aber mit scharfen Kanten und deutlichster „Bruchstücksform. Die genauere Untersuchung lehrt, dass alle diese Bruchstücke „auch selbst Salzpelit sind und nur zum Teil eine von der Hauptmasse wenig „verschiedene Zusammensetzung haben. Obwohl nur wenig Material zur Untersuchung vorlag, so zeigt dieses doch deutlichst, dass Habitus und Beimischungen „des Gesteins schnell wechseln, und dass die brecciöse Struktur nicht durch „Zusammenschwemmung und Ablagerung von Brocken entstanden ist, „sondern durch eine Zerstückelung der Masse in situ, wohl bei ihrer „Bildung und Umbildung unter Beihilfe von Salzen Im Salzpelit „spielen die Oolithkörner nur die Rolle der allothigenen Sandkörner Für „die Bestimmung der Salze wurde der Salzpelit mit kochendem Wasser behandelt. . . „Letztere (die Salzlösung) zeigte starke Reaktion auf Chlor und schwächere „auf Schwefelsäure; von Erden konnte nur Magnesia festgestellt werden. Die „Spektralanalyse zeigte, dass neben reichlichem Natron kein Kali in dem Salz-

¹⁾ Gesetz der Wüstenbildung, Berlin 1900, S. 1.

²⁾ Die Verkieselung der Gesteine in der nördlichen Kalahari. S.-A. Abh. d. naturw. Ges. Isis in Dresden. Dresden 1901 S. 60 ff.

„gemisch vorhanden ist. Ebenso fehlte Kohlensäure durchaus in dem in Wasser „löslichen Salzen der untersuchten Proben. Die mikrochemische Analyse ergab „ebenso ein Vorherrschen des Natriums vor dem Magnesium und das Fehlen von „Kalium. Die wasserklare wässrige Lösung der Salze wird beim starken Ein- „dampfen gelblich; in den zur Trockne eingedampften Salzen bleibt eine kleine „Menge verbrennbarer, organischer Substanz. Es ist also in dem Salzpelit ein „geringer Betrag einer in Wasser oder doch in salzhaltigem Wasser löslichen „organischen Substanz vorhanden Nach den Mitteilungen des Herrn „DR. PASSARGE wird das ausblühende Salz in einer südlich von Ntschokutsa „gelegenen kleinen Nebenpfanne von den Buschmännern als Speisesalz gesammelt . . . „Die quantitative Analyse (des Salzpelites) ergab folgende Zahlen (wobei das „Natrium als Verlust bestimmt, und der Kalkstaub durch Schlämmen entfernt „wurde):

H ₂ O	18,986
Si O ₂	52,799
Al ₂ O ₃	10,643
Fe ₂ O ₃	Spur
Mg O	9,650
Ca O	Spur
Na ₂ O	7,922“

S. 67. „Die Entstehung der brecciösen Struktur des Salzpelites bietet der „Erklärung keine besonderen Schwierigkeiten. Bei periodischer Trockenlegung „wird der sich bildende Salzpelit von Spalten durchzogen werden, zu deren Ver- „mehrung und Erweiterung auskristallisierende Salze noch das ihrige beitragen: „die Breccien sind nicht durch Gebirgsbewegung entstanden, sondern eine Bildung „in situ bei der Entstehung der Massen selbst.“

Sieht man nun von dem geringen spezifischen Gewicht und der feinporösen Beschaffenheit ab, welche Eigenschaften sich bei den diagenetischen Wirkungen der Überlagerung durch Gebirgsmassen und gar der Aufrichtung der Alpen nicht erhalten konnten, sowie von dem Gehalt an Oolithkörnern, den aber KALKOWSKY als einen unbeständigen und allothigenen bezeichnet, so ist die Übereinstimmung mit der Erscheinung des Haselgebirges eine geradezu überraschende.

Die brecciöse Struktur bei abweichendem Farbenton der einzelnen Bestandteile, das schwach fettige Anfühlen, die chemische Zusammensetzung der eingeschlossenen und ausblühenden Salze, die Führung organischer Substanz¹⁾ und last not least die chemische Zusammensetzung der Pelitmasse weisen auf einen verwandtschaftlichen Zusammenhang mit dem Haselgebirge hin, von dessen „Salzpelit“, sonst Salzton oder Salzmergel genannt, zur Vergleichung einige Analysen mitgeteilt werden sollen, bei welchem hauptsächlich auf den nahe übereinstimmenden hohen Gehalt an Magnesia hingewiesen sein soll:

	I ²⁾	II ²⁾	III ³⁾
H ₂ O	5,53	8,50	20,13
Si O ₂	54,70	49,99	40,10
Al ₂ O ₃	20,32	13,62	16,46

¹⁾ QUENSTEDT, Mineralogie 2. A. 1863 S. 511 schreibt z. B. „Die Lösungsrückstände des roten Salzes von Berchtesgaden fangen schnell an zu gären und zu stinken“.

²⁾ GÜMBEL, Nachträge S. 185.

³⁾ AIGNER, Leobener Jahrb. 1892 S. 208.

	I	II	III
Fe ₂ O ₃ . . .	1,09	15,13	7,06
MgO . . .	8,47	2,37	4,48
CaO . . .	0,41	0,75	0,90
Na ₂ O . . .	0,31	0,25	0,35
FeO . . .	2,75	2,03	—
TiO ₂ . . .	0,09	0,008	—
MnO . . .	Spur	0,09	—
K ₂ O . . .	3,77	3,50	2,99
CO ₂ . . .	2,40	4,10	Spur
SO ₃ . . .	0,21	Spur	0,47

In allen wesentlichen Punkten hinsichtlich der Zusammensetzung herrscht also Übereinstimmung, und die geringen Abweichungen (Kaligehalt, Kalkgehalt und Kohlensäure) sind ohne weiteres auf die verschiedenen Methoden der Analyse bei den verschiedenen Untersuchenden zurückzuführen.

Die weissen Salzblätter in den Haselgebirgsmergeln, die wir als den unzweifelhaft ältesten Salzgehalt derselben kennen gelernt haben — denn alle anderen Erscheinungsformen des Salzes im Haselgebirge durchbrechen diese gangförmig und diskordant —, haben so sehr das typische Aussehen von Ausblühungen, dass sie von den Praktikern direkt als solche bezeichnet werden, wobei aber keine Rede davon sein kann, dass es allenfalls rezente Ausblühungen an den Streckenulmen etc. infolge der Grubenluft wären; denn sie finden sich am schönsten gerade im frischen Gesteinsanbruch.

Sehen wir uns dieser unsers Erachtens widerspruchslosen Übereinstimmung halber in der Lage, für das Haselgebirge die Entstehung als Material einer — vielleicht küstennahen¹⁾ — limnischen Salzpflanze anzunehmen, so bleibt noch die Frage nach der Entstehung der reinen Steinsalzmassen, der in Zügen geordneten Kernstriche zu beantworten, von denen wir gesehen haben, dass wir ihre Entstehung in die Zeit der oder nach der Einpressung der jüngeren Gebilde zu verlegen haben.

Bei einer Erklärung dieser Erscheinung ist vor allem die merkwürdige Tatsache, welche AIGNER nicht zu deuten wusste, nämlich die vorherrschende Ost-West- bis Nordost-Südwest-Richtung der hierdurch zu Zügen geordneten Steinsalzstriche zu berücksichtigen, die mitten durch das Gewirre des Haselgebirges hindurchsetzen und sich hindurchwinden und nur in der Nähe von im Salzgebirge eingeschlossenen jüngeren Gesteinsfragmenten ihre durchgehende Richtung verlassen, turbulent werden, ohne deshalb in ihrer Kontinuität plötzlich gestört zu werden.

Auch ich glaube, dieses Phänomen mit der Aufrichtung der Alpen in einen Zusammenhang bringen zu dürfen, aber nicht mit Hilfe der SAUSSURE'schen Hypothese der aktiven Beteiligung der Gipse, sondern ich sehe in den Steinsalzzügen eine passive Wirkung der geodynamischen Kräfte, welche man heute wohl meist für die Aufrichtung der Alpen in Anspruch nimmt, der Anpassung der festen Erdkruste an den sich durch Wärmeabgabe an Volumen verringernden Erdkern.

¹⁾ Sind ja auch die sicher marinen Bildungen des alpinen Buntsandsteins, die Werfener Schiefer, keine Tiefseebildung, sondern küstennaher Entstehung.

Insbesondere möchte ich auf diese Bildung das RIECKE'sche Prinzip anwenden, dessen Bedeutung für geologische Prozesse erst kürzlich Prof. BECKE¹⁾ besprochen und für die Bildung der kristallinen Schiefer in Anspruch genommen hat. Es ist hier nicht der Ort, die Entstehung der nicht mit Unrecht so genannten „kryptogenen“ Gesteine zu diskutieren, für die Deutung der wesentlich einfacher gelagerten Bildungs- und Umbildungsverhältnisse des Salzgebirges glaube ich jedoch darauf hinweisen zu können.

BECKE gibt die Formeln RIECKES²⁾ für die Erniedrigung des Schmelzpunkts eines Körpers durch mechanischen Druck oder Zug an und zitiert dann aus der Arbeit RIECKES weiter:

„„Allgemein gibt die Formel noch zu der folgenden Bemerkung Veranlassung. „In einer gesättigten Lösung befinden sich zwei Prismen, die aus der gelösten „Substanz hergestellt sind. Wird das eine einem longitudinalen Zuge oder Drucke „unterworfen, so wird sein Schmelzpunkt erniedrigt. Bei konstanter Temperatur „tritt Schmelzung ein und die Konzentration der Lösung wird vermehrt; das zweite „Prisma aber ist mit dieser im Gleichgewicht nur bei der ursprünglichen Kon- „zentration. Die Wiederherstellung des Gleichgewichtes kann nur durch Aus- „kristallisieren der gelösten Substanzmenge erfolgen. Wenn diese auf dem zweiten „Prisma sich niederschlägt, so wächst seine Masse auf Kosten des deformierten. „Es knüpft sich hieran die Frage, ob bei natürlichen Kristallen Wachstums- „erscheinungen vorkommen, die auf diesem Wege sich bilden könnten.““

BECKE entwickelt dann im Anschluss hieran folgende Erwägungen: „Die „theoretische Studie RIECKES behandelt nur den Fall homogener Deformation. Es „kann aber keinem Zweifel unterliegen, dass die Grunderscheinung auch bei „inhomogener Deformation bestehen bleibt, also etwa bei den kristallinen Körnern „eines Gesteins, zwischen denen eine gesättigte Lösung der Gesteinsgemengteile „auf den kapillaren Klüften zirkuliert und das einer einseitigen Pressung unter- „worfen ist. In einem solchen Aggregat wird sich die Pressung auf der Ober- „fläche der einzelnen Bestandteile verteilen und man wird Stellen stärkerer und „schwächerer Pressung an den Berührungsstellen der einzelnen Körner oder Kristalle „unterscheiden. Oberflächenelemente, welche senkrecht zur Pressung liegen, „werden am meisten gepresst und deformiert sein; Oberflächenelemente, welche in „die Richtung der Pressung fallen, werden relativ frei von Pressung und Defor- „mation sein. Man kann sich nun jedes Korn in so kleine Prismen zerlegt denken, „dass innerhalb derselben die Deformation als homogen angesehen werden kann „und die RIECKE'sche Formel anwendbar ist. Es ergibt sich als Resultat, dass die „am stärksten gepressten Stellen der Körner gelöst werden, während die am „schwächsten gepressten in der zwischen den Körnern zirkulierenden Lösung „weiterwachsen. Hierdurch werden die Körner offenbar in der Richtung der „stärksten Pressung durch Auflösung verkürzt, in der Richtung des leichtesten „Ausweichens durch Wachstum ausgedehnt u. s. f.“

Wie nun BECKE an der Hand dieser Anschauungen die Entstehung der kristallinen Schiefer, bzw. deren „Umformung nicht so sehr durch eine mechanische Plastizität (Überwindung der Kohäsion, der inneren Reibung) der

¹⁾ I. Über Mineralbestand und Struktur d. krist. Schiefer. S.-A. LXXV. Bd. Denkschr. math.-naturw. Kl. d. Akad. d. Wissensch. Wien 1903. S. 38 ff.

²⁾ E. RIECKE, Über das Gleichgewicht zwischen einem festen, homogen deformierten Körper und einer flüssigen Phase. Nachr. der Ges. d. Wissensch. zu Göttingen, math.-phys. Kl. 1894.

Gemengteile bewirkt“ denkt „als durch chemische Vorgänge (Auflösung und Kristallisation)“, so, glaube ich, sind die Steinsalzzüge entstanden.

Als ein wertvolles Indiz sehe ich hierbei die Erscheinungsform des Augensalzes an, dessen, wie erwähnt, „porphyrische“ Einsprenglinge eben in der von BECKE entwickelten Weise deformiert, d. h. in der Richtung stärkster Pressung verkürzt, in der Richtung des leichtesten Ausweichens ausgedehnt oder doch nicht verkürzt sind. Und unter den Salzaugen sehe ich das oben beschriebene und abgebildete Stück als besonders wertvoll hierfür an, weil es sich in der Richtung der angenommenen stärksten Pressung augenscheinlich „angelöst“ und angefressen zeigt, ohne deshalb etwa eine Lücke gegen die angrenzenden Körner des Steinsalzes aufzuweisen.

Diese Idee, weiter ausgeführt, wird sich so darstellen:

Nach FÜRER¹⁾ erhöht sich die Löslichkeit des Chlornatrium in Wasser für 100 Atmosphären Druck um 0,419, wenn man die Menge des ohne Druck bis zur Sättigung gelösten Salzes gleich 100 setzt.

Die im Haselgebirge von vornherein und noch jetzt befindliche Gesteinsfeuchtigkeit ist natürlich für den jeweiligen Druck und die jeweilige Temperatur gesättigte Sole. Denn wäre sie nicht gesättigte Sole, so würde sie eben so viel Steinsalz auflösen, bis sie es würde, und würde sie konstant erneuert, so würde das Salzgebirge ausgelaugt.

Wurden nun bei der Aufrichtung der Alpen — sei es nun durch Faltungsprozesse, Flexuren oder durch Überschiebungen — die Haselgebirgsmassen einem erhöhten Druck unterworfen, so stieg die Lösungsfähigkeit der zirkulierenden Gesteinsfeuchtigkeit für Steinsalz. Es ging von dem primär enthaltenen Salz des Haselgebirges ein dem Drucke entsprechendes Quantum in Lösung und gemäss dem RIECKE'schen Prinzip musste überdies ein durch das Lösungswasser vermittelter Transport von Chlornatriumkristallelementen aus der Druck- oder Zugrichtung in die Richtung normal zum Druck resp. Zug stattfinden. Da aber das Haselgebirge alles eher denn eine homogene Masse darstellte, so musste sich wohl die durch die Gebirgsbildung bedingte Pressung in grossen Zügen als eine einheitlich gerichtete fühlbar machen, im Detail aber vielfache Ablenkungen erfahren, und somit graphisch dargestellt ungefähr das Bild eines Steinsalzkerntstrichs ergeben.

Die Pressung nun, die etwa eine Auffaltung oder Überschiebung bewirkte, wird sich nicht in einer gleichmässigen Kompression des Haselgebirges geäussert haben, sondern es werden Zonen verschieden starker Pressung entstanden sein, wie beim Auswalzen eines Teiges dichtere und minder dichte Lamellen und Streifen sich bilden.²⁾

Flüssigkeiten streben aber bekanntlich von Stellen höheren Druckes nach Stellen niederen Druckes. Wir haben uns somit eine in zweifachem Sinne gerichtete Bewegung des mit Salz beladenen Gesteinswassers zu denken: 1. in der Richtung der Pressung von Stellen höherer Dichte nach Stellen niederer Dichte;

2. normal zur Richtung der Pressung.

Steinsalzquantitäten, welche bei dem momentan herrschenden Drucke in Lösung gingen, wanderten nun in die Richtung schwächster Pressung, und bei dem

¹⁾ Salzbergbau und Salinenkunde, Braunschweig 1900 S. 32.

²⁾ Auch die Druckschieferung der Gesteine ist eine analoge Erscheinung.

Nachlassen der Pressung, bei dem Zuendegehen der gebirgsbildenden Tätigkeit kristallisierte das infolge erhöhten Druckes der Lösung in diese aufgenommene Steinsalz, nunmehr in Form von Kernstrichen, wieder aus.

Da bei dem erhöhten Druck sich die Lösungsfähigkeit nicht nur für Steinsalz, sondern auch für Kalksulfat steigerte und mit jenem nachliess, so erklärt sich auch das Auftreten der Muriazitaugen einerseits und der Muriazitknollen und Schnüre andererseits im Anschluss an die Kernstriche.

Da man sich die Aufpressung nicht als einen momentanen Akt zu denken hat, sondern einen mehr oder minder schubweisen, so erklärt sich auch auf einfache Art die Bänderung der Kernstriche, ihre Farbenschattierung und Parallelstruktur, die an die bilaterale Symmetrie der Erzgänge erinnert.

Mit dieser Erklärung vereinbart sich auch leicht die fluidale Struktur der Steinsalzstriche, sowie der wesentliche Umstand des Herauswachsens der Steinsalzstriche aus dem Haselgebirge und das Umschliessen von Trümmern und Knollen desselben.

Da diese gebirgsbildenden Kräfte wohl auch sehr häufig ein Zerbrechen der Mergelbrocken bewirkten,¹⁾ so gibt dies auch die Erklärung gleichzeitig der Durchtrümerung der Knollen mit gangförmigem körnigen Salz ab, während die Entstehung des ebenfalls gangförmigen Fasersalzes, das nicht die innige Verbindung mit dem Mergel und dem übrigen Salz besitzt, bei geringem Druck, also nach Beendigung der gebirgsbildenden Tätigkeit zu denken ist.

Wie aber die Inhomogenität des Haselgebirges an sich schon die geringen Detail-Ablenkungen der Steinsalzzüge bewirkt haben dürfte, so wird die Einpressung und Einwalzung von Schollen fremder Gesteine der Liasmergel, Dolomite etc. eine Ablenkung der Richtung stärkster Pressung, gewissermassen Perturbationen, verursacht haben und so erklärt sich auch die Unregelmässigkeit der Steinsalzzüge an solchen Stellen wie im Kaiser Franz-Werk (Liasmergel der Birkenfeldschachtricht und des Kaiser Franz-Gesenkes) oder am Leopold- und Churfürst Max-Werk (Kalk- und Dolomitschollen der Armanspergschachtricht).

Sucht man nun zu dieser Kategorie der Entstehung der Steinsalzzüge durch Pressung des Haselgebirges und chemische Deformation (Auflösung und Umlagerung) das mechanische gebirgsbildende Moment, so könnte man mit AIGNER, Analogien S. 100, auf das ELIE DE BEAUMONT'sche Erhebungssystem der Alpen in h 16 SW—NO hinweisen und auf HAUERS geol. Karte der österr. Monarchie, wonach das Streichen der Alpen und der sie zusammensetzenden Schichten durchschnittlich ein ostwestliches ist, und in der allgemeinen Erhebung das Pressungsmoment erblicken.

Oder man sucht nach einer speziellen Spur gebirgsbildender Tätigkeit und findet dann für den Berchtesgadener Salzstock wie für den Dürnberger eine Überschiebungslinie, welche nach GÜMBEL²⁾ „erst der Richtung des Hinterseeales „folgend, dann knieförmig gebrochen, vor dem Hochkalterstock vorbeiläuft und „von der Wimbachklamm am Nordrande des Watzmannstockes und am Göhlstein „vorbei über Resten, Dürnberg nach Hallein hin fortzieht.“

¹⁾ Einer ähnlichen Auffassung einer analogen Erscheinung gibt O. M. REIS, Der mittlere und untere Muschelkalk im Bereich der Steinsalzbohrungen zwischen Burgbernheim und Schweinfurt, diese Hefte 1901. 14. S. 54, Ausdruck.

²⁾ Geologie von Bayern S. 253.

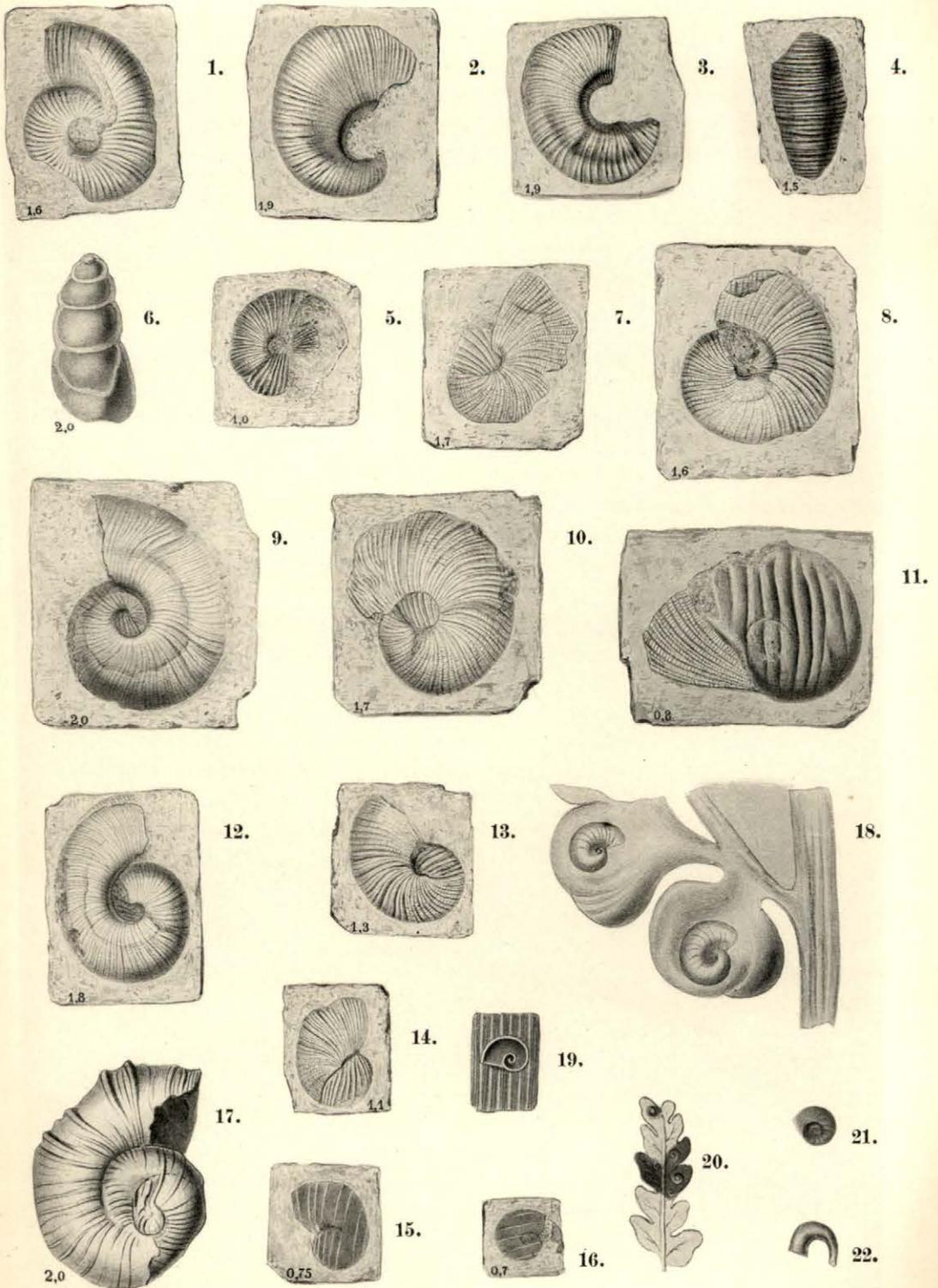
So prächtig sich diese Überschiebungslinie im Streichen dem Generalstreichen unserer Steinsalzzüge in Berchtesgaden sowohl wie in Dürnberg anschliesst, so hat doch die Annahme eine Schwierigkeit. Während nämlich die dieser Linie zu Grund liegende Überschiebung von N nach S erfolgt sein soll, womit die Verflächung der Schichten (siehe Blatt Berchtesgaden der Geogn. Karte des Königr. Bayern 1:100 000) nach Norden in Einklang stünde, ist das Einfallen der Steinsalzzüge, soweit man dieses feststellen kann (wie erwähnt, nicht so sicher als das Streichen wegen Mangels an ausgedehnten Vertikalflächen), ein flach südliches im allgemeinen, und man würde doch fordern, dass die Lamina grösserer und geringerer Dichte im Haselgebirge ungefähr parallel der Überschiebungsfläche (bezw. Pressungsfläche) verlaufen.

Aber, wie gesagt, die Ermittlung des Fallens ist eine prekäre, und im Dürnberg Bergbau ist es jedenfalls ein sehr flaches, so dass SCHLOSSER a. a. O. nicht von einem Fallen, sondern von Faltungen und Stauchungen spricht.

Die Bejahung der Frage nach der Existenz von Steinsalzzügen hat auch praktisch-bergmännische Konsequenzen. Hier sei nur auf die Forderung AIGNERS in den Analogien hingewiesen, „die kurze Axe der elliptisch anzulegenden Wehrsätze mit dem angesetzten Salzstreichen parallel“ zu stellen, „da hierdurch bei „der ungleich schnellen Auflösung nach der Streichungs- und deren Kreuzstunde „ein Ausgleich stattfindet und die Schlussbegrenzungsform der Wehre sich nahe „dem Kreise nähert, sonach die Gefahr des frühzeitigen Verschneidens bei grösserer „Ausnützung verringert wird.“

Hier habe ich noch einer Dankespflicht zu genügen, einmal gegenüber der K. General-Bergwerks- und Salinen-Administration in München für die gewährte Erlaubnis der Veröffentlichung amtlicher Pläne vom Salzbergbau, dann Herrn K. Salineninspektor FR. MAYER gleichfalls hiefür sowie für die freundliche Überlassung von auf den Gegenstand bezüglicher Literatur, und Herrn Oberbergrat Prof. v. AMMON für die bei der Drucklegung aufgewandte Mühewaltung.





Über Palaeorbis.

Von

Dr. Otto M. Reis.

(Mit einer Tafel.)

1. Literatur und Biologisches.

Bei dem Versuch der Bestimmung einer sehr kleinen Planorbis-artigen Schnecke, die ich in den Kalken der Odenbacher (unteren Cuseler) Schichten bei Ebernburg fand, stiess ich nur in QUENSTEDTS Petrefaktenkunde 1885 (S. 624, Taf. 49, Fig. 12) auf einen *Planorbis Kungurensis* LUDWIG, wonach ich in der Überzeugung generischer Übereinstimmung beider die neue Pfälzer Art als *Planorbis palatinus* n. sp. in einer vorläufigen Mitteilung (Erläuterungen zum Blatt Zweibrücken der geognostischen Karte Bayerns 1903 S. 112) zur Kenntnis brachte.

Trotzdem weder in VON ZITTELS Handbuch, noch in SANDBERGERS Land- und Süsswasserkonchylien der Vorwelt von der Angabe LUDWIGS aus den Kalksteinen des Uralischen Rotliegenden, noch von sonstigen hierher beziehbaren und bezogenen Funden etwas erwähnt ist, liegen darüber doch schon eine Anzahl sogar eingehenderer, älterer wissenschaftlicher Veröffentlichungen vor. Auf eine das pfälzische Vorkommen recht nahe angehende Beschreibung mit Literaturnachweisen traf ich beim Bestimmen pfälzischer permkarbonischer Fische in GOLDENBERGS Fauna Saraepontana fossilis 1873; dann machte mich DR. F. W. PFAFF auf eine ihm bei der Bestimmung von Karbonpflanzen auffällig gewordene Abbildung und Beschreibung in E. VON ROEHLS Fossile Flora der Steinkohlenformation Westfalens 1869 Cassel, aufmerksam. Aus beiden Publikationen geht hervor, dass sich an die Bestimmung solcher merkwürdigen Reste aus dem Karbon und Perm eine noch ältere Kontroverse anknüpfte und dass GOEPPERT die älteste, lange in Geltung gewesene systematische Einreihung als *Gyromyces ammonis* (Blattpilze mit Ammonitenhorn-artigem, spiralförmig gewundenem Perithecium) 1844 versucht hatte. DAWSON erwähnt eine hierher gerechnete Art zuerst als *Microconchus carbonarius* aus der Kohlenformation von Neu-Schottland und bezeichnete sie 1853 als *Spirorbis carbonarius*, auf ähnliche englische Vorkommen hinweisend (Journ. of the geol. Soc. Lond. 1895 und Acad. Geol. p. 147 Suppl. p. 43). Hiermit wurde eine generische Identifizierung des auf Pflanzen vorkommenden Tieres mit jener häufig auf marinen Schalen (Brachiopoden etc.) festgewachsenen, vom Silur bis in die Gegenwart, auch auf Pflanzen, lebenden marinen Annelidengattung *Spirorbis* vorgenommen (vgl. unten).

LEO LESQUEREUX äusserte sich im Americ. Journal, sec. Ser. Vol. XXXII 1861, p. 193 über *Gyromyces ammonis* GOEPPERT und hält ihn für eine Süßwasserschnecke, wobei er auf den im Süßwasser auf Blättern und Stengeln schwimmender Pflanzen lebenden *Planorbis parvus* SAY aufmerksam macht; er bezweifelt, wie mir scheint mit Recht, dass diese Körperchen in eigentlichem Sinne aufgewachsen seien und weist auf GERMAR hin, der sie auch ohne jedwede sichtbare Verbindung mit vegetabilischer Substanz vorgefunden habe (was auch für die pfälzischen Vorkommen gilt). Zur Begründung seiner Ansicht erwähnt er noch den von DAWSON in den Kohlenfeldern von Neu-Schottland gemachten Fund einer Pupa (*Dendropupa vetusta* DAWSON), dem sich 1866 der Fund eines *Zonites priscus* CARP. in denselben Schichten anschloss.

Als weitere Literatur erwähnen VON ROEHL¹⁾ und GOLDENBERG noch die Abhandlung von J. VAN BENEDEN et EUG. COEMANS (Un Insecte et un Gastéropode pulmoné du terrain houiller, Bull. de l'Acad. roy. de Belgique T. XXIII No. 4 1867). Auch diese Autoren weisen nach, dass *Gyromyces* das Gehäuse einer Schnecke darstelle; sie glauben aber, dass es sich um eine mit *Helix* verwandte Lungenschnecke handle und gaben ihr den Gattungsnamen *Palaeorbis*. Diese Gattung wird weder von QUENSTEDT, noch von v. ZITTEL, noch von v. SANDBERGER auch nur dem Namen nach aufgeführt, wurde also für höchst problematisch erachtet.

In neuerer Zeit endlich hat A. FRITSCH in der „Fauna der Gaskohle etc. Böhmens“ III. 1901 S. 80 eine sehr ähnliche, nur etwas grössere Schnecke unter dem Namen *Spirogyphus vorax* beschrieben; obwohl er ihre Beziehungen zu *Palaeorbis* anerkennt, bezweifelt er, dass „dies eine Lungenschnecke wäre, die im Brackwasser gelebt hätte,“ und stellt darnach die Funde von Nürschan zu der noch lebenden Vermetidengattung *Spirogyphus*; die gegebene zeichnerische „Darstellung, welche die Basis zur Vergleichung mit den anderen Arten geben soll“, würde allerdings hiefür sprechen. Indessen finde ich nach dem überaus vollständigen Material, das ich im Hinblick auf einen vor längerer Zeit gemachten Besuch in der Skt. Pankrazzeche in Nürschan von Herrn Direktor SVESTKA in liebenswürdigster Weise zur Verfügung gestellt erhielt, dass die Abbildung, die FRITSCH gibt, nicht in wünschenswerter Genauigkeit und Deutlichkeit ausgeführt,¹⁾ vielleicht auch das Exemplar zur Zeichnung nicht günstig genug ausgewählt ist, wie schon aus dem Vergleich der Textfigur p. 80 mit der Tafelfigur T. 155 Fig. 4 hervorgeht; ausserdem werden die Bilder durch die Beschreibung nur sehr wenig erläutert.

Was das Vorkommen dieser nunmehr den Gastropoden zuerkannten Reste betrifft, so finden sie sich häufig (oft ganz dichtgedrängt) auf Farrenblättern sitzend; sehr oft werden sie aber auch vereinzelt und frei im Gestein gefunden, so dass schon aus diesem Grund ihre Beziehung zu den Pflanzeneinschlüssen nur eine sehr lockere gewesen sein muss; v. ROEHL erwähnt sie auf beiden Seiten der Blätter von *Alethopteris*. Das wären nun alles Landpflanzenreste, aber solche, die ins Wasser gekommen sein mussten. Sollten diese Schälchen daher mit Blättern von den Bäumen in das sumpfige Wasser gefallen sein, also Schalenreste von *Helix* nahestehenden Landschnecken²⁾ sein, wie man auch einzelne Pupiden und Heliciden aus gleichen Ablagerungen in diesem Zusammenhange anführt? Es ist aber un-

¹⁾ Nach diesem Autor war es zuerst ANDRAE in Bonn, der sich nach 1860 in seinen Vorlesungen dafür aussprach, dass *Gyromyces ammonis* eher ein mikroskopisches Weichtier sei (vgl. 1854: Verh. d. nat.-h. Ver. der preuss. Rheinl. und Westf.).

²⁾ Vgl. auch GOLDENBERG, l. c. S. 6 etc.

denkbar, dass dann diese Lungenschneckchen noch unter Wasser „an den Blättern haften“ geblieben wären, da Landpulmonaten, auf losen Blättern ins Wasser gebracht, zuerst mit ihnen schweben, sie aber bald verlassen, um unbehilflich zu schwimmen und dabei feste Gegenstände zu erreichen zu suchen; von fest versenkten Blättern aber streben sie, wenn möglich, kriechend auf das Feste und an die Luft zu kommen oder werden, wenn dies nicht möglich ist, ihren Fuss von der Unterlage lösend, aus physikalischen Ursachen an die Oberfläche des Wassers aufgetrieben, wie sie aus physiologischen Ursachen der Atmungsnotwendigkeit irgendwie aufsteigen müssen. Unter keinen Umständen suchen sie sich irgendwo unter Wasser festzusetzen, sondern hängen bis zur völligen Erchlaffung lang gestreckt aus der Schale heraus; kein noch so starker äusserer Reiz veranlasst sie in diesem Zustande, wie leicht zu beobachten, sich in der Schale zu verbergen!

Dies müsste auch für *Palaeorbis* gelten; es müsste denn sein, dass, wie zum Teil die früheren Autoren meinten, diese Schneckchen fest in das Blattparenchym gewachsen und so eingesenkt waren,¹⁾ dass sie sich auch im Wasser so rasch nicht davon frei machen konnten. Welche Bedeutung hätte aber wohl sessile Lebensweise für eine Landschnecke, überhaupt für ein Landtier? Eine Lebensweise, die auch für im Wasser lebende Geschöpfe selbst bei lebhaft bewegtem Element nur als ein Behelf unter gesonderten Voraussetzungen gelten kann!

Wir haben also offenbar, wenn einen Pulmonaten, dann eine mit der Atmung an das Wasserleben angepasste Schnecke vor uns! Man wird es nicht vorziehen, mit A. FRITSCH die Schnecke dem rein marinen und ganz sessilen *Spiroglyphus* zuzuteilen. FRITSCH sagt: „Dass dies Tier eine Lungenschnecke wäre, die im Brackwasser gelebt hätte, ist sehr unwahrscheinlich.“ Wenn nun die Frage, ob die Kohlenflötzregion, in welcher der sogenannte *Spiroglyphus vorax* FRITSCH vorkommt, ein Brackwasserabsatz wäre, nicht überhaupt ganz abzuweisen wäre, so könnten die Spiroglyphenschalen als Pulmonaten ebenso oder viel eher mechanisch in solche Wassergebiete gelangt sein, als rein marine Vermetiden mechanisch in jenes sicher weit von dem eigentlichen Meer entfernte „Brackwasser“. Es wird aber mit gutem Grunde angenommen, dass die böhmischen Becken, in denen erst das nach unten unvollständige obere Karbon ohne jede Spur mariner Unterlage auf dem silurischen Phyllit lagernd zu erkennen ist, rein limnischer Natur sind (vgl. z. B. KOKEN, die Vorwelt etc. S. 186: „Das karbonische Meer reichte niemals an diese Senken heran,“ und K. A. WEITHOFER, Sitzber. der K. K. Ak. d. W. in Wien 1898 S. 53). Bezüglich des Vorkommens gewisser Fischtypen im Nürschaner Flötz gilt die allgemeine Bemerkung²⁾ von KOKEN l. c. S. 211 zu Recht: „Ganoidfische und Proselachier waren seit der Silurzeit schon in die brackischen und limnischen Gewässer gedrängt; Verbindungen der Binnenseen mit den brackischen Uferzonen des Meeres mögen existiert haben, vielleicht durch grössere Ströme, aber die An-

¹⁾ Auch VAN BENEDEN und COEMANS meinten, dass die Schälchen „collés sur les feuilles“ lebten, also „auf Blättern aufgeklebt (oder »fest angeheftet, angeschmiegt«) waren“. Hierdurch glauben sie ihre auf eine, wie ich unten ausführen werde, wohl nicht ganz einwandfrei gemachte Beobachtung gestützte Anschauung, dass auf der Unterseite eine grössere Zahl besser unterscheidbarer Windungen sich befänden als auf der Oberseite, erklären zu können, da nämlich bei einer Anheftung nur auf der freien Aussenfläche die letzten Windungszuwachsteile die vorhergehenden Windungen umhüllen könnten, auf der angehefteten Seite aber nicht.

²⁾ Palaeonisciden- und Acanthodinenreste kommen auch mit den erwähnten Schneckchen in dem Kalke der Odenbacher Schichten, freilich nicht nebeneinander, vor; der Odenbacher Kalk ist übrigens nicht stets fossilienführend, die Fischreste sind im allgemeinen sehr spärlich verteilt.

wesenheit dieser Fische drängt nicht absolut auf solche Annahmen hin.“ Am wenigsten dürfte die Annahme der Einwanderung einer auf Meerespflanzen lebenden Schnecke, welche nun auf Landpflanzenblättern lebte, eine nur wahrscheinliche zu nennen sein.

Bezüglich der Faunenvergesellschaftung und Palaeobiologie sei noch folgendes erwähnt: Das Nürschaner Flötz — nach WEITHOFER die Zeugen der Fauna des oberen Karbon enthaltend — liegt nahe an der unteren Grenze des zuerst räumlich noch eng beschränkten Ablagerungsbeckens, das hier über dem Grundgebirge mit jüngeren Schichten als der Liegendzug ist beginnt, der anderwärts über dem Unterkarbon normal auflagert. Die Fauna könnte ebenso aus einem mehr paralischen in ein ganz limnisches Gebiet eingewandert betrachtet werden, als sie aus Süßwasserteichen und Flüssen stammen kann und bei der Bildung grösserer und in ihren Absätzen uns unverändert überlieferter Becken einen stellenweise sehr starken Generationsantrieb erhielt; wir halten das letztere für richtig. Unsere Schnecken kommen nämlich in diesem Flötz zugleich mit massenhaften Resten von terrestrischen und amphibischen Stegocephalen vor, mit eingeschwemmten Myriopoden, Spinnen, Schaben, mit Amphipoden, Phryganeen, seltenen Lurch- und Ganoidfischen zugleich mit *Acanthodes* und *Pleuranthus*, hochdifferenzierten Selachiern, von denen letzterer hier ziemlich ausser Wettstreit mit grösseren Feinden im Wassergebiet ein behagliches, langlebiges Einzeldasein führte und sicher kein Meerestier war. — Die Annahme parasitischer Lebensweise bei *Palaeorbis* wegen eines offenbar zufälligen Aufliegens auf einigen Spinnenresten [*Promygal rotundata*]¹⁾ und einem problematischen Krebs (*Prolimulus*) kann durch das Vorkommen in dem sehr fossilienarmen Odenbacher Kalk der Rheinpfalz und den pflanzenführenden Schiefen und Sandsteinen des Karbons anderer Fundpunkte nicht aufrecht erhalten werden. Dagegen könnte das rätselhafte, meist geradezu massenhaft ganz dicht nebeneinander gedrängte Aufliegen von Schälchen in jedem Alter auf undeutlichen Pflanzenresten (immer mit derselben Seite nach unten und nicht mit der Charakteristik der Zusammenschwemmung, d. h. übereinander geschichtet) eher durch eine in den Kreis der Süßwasserpulmonaten gehörige biologische Tatsache verständlich werden. Es wandern ausser *Planorbis corneus* gewisse Planorbenarten bei Erhöhung der Wassertemperatur massenhaft aus dem Wasser, kleben sich etwas ausserhalb des Wasserspiegels an Gegenständen fest und verschliessen ihre Schale mit einem häutigen Diaphragma; sie halten einen „Trockenschlaf“, bei welchem nur *Pl. nitidus* nach 1—2 Tagen zu Grunde geht (vgl. S. 139 O. BUCHNER l. c. 1891, S. 114). Es könnten daher bei *Palaeorbis* solche „Sommerkolonien“ sich auf nahe über dem Wasserspiegel überhängende Blätter geflüchtet haben, mit diesen wieder ins Wasser gefallen sein und so in den feingebänderten, wohl durch rasche, kurzzeitliche Strömungswechsel aus faunistischem und floristischem Detritus gebildeten Brandschiefern begraben worden sein, ehe sie aus der Betäubung erwachten.

Mit diesem Wort „Brandschiefer“ ist nicht, wie mir Direktor SVESTKA mitteilt, ein solcher des tieferen Karbonflötzes zu verwechseln, sondern es ist jener des ca. 15 m höheren Flötzes (nach KATZER, Geol. v. Böhmen S. 1148, folgt ein „Brandschiefer“ unter der Cannelkohle der Nürschaner Flötzgruppe). „Die Spiroglyphen kommen meistens in der Tertia-Plattenkohle vor, welche unmittelbar unter der (fossilreichen) Sekundakohle liegt und den Übergang in diese bildet; selten und vereinzelt finden sie sich in der Sekunda-, dagegen ganze Anhäufungen in der Tertiakohle“ (SVESTKA). Daher stammen auch die unten besprochenen Untersuchungsstücke.

Nachzutragen ist, dass v. ROEHL diesen karbonischen Schnecken ähnliche Fossilreste auch auf einer Wasserpflanze der rheinischen Grauwacke, dem *Halyserites Dechenianus* GOEPP. gefunden hat; dabei ist es aber noch nicht ganz ausgemacht, ob hier nicht eine Verwechslung mit dem wirklichen *Spirorbis*, der auch lebend auf *Fucus* etc. vorkommt, vorliegt.

¹⁾ A. FRITSCH sagt Bd. IV, Heft II, S. 60, dass diese Spinnen öfters als Parasiten den Vermetus-artigen *Spiroglyphus vorax* trügen; Bd. IV, Heft III wird diese Ansicht nicht mehr so scharf ausgesprochen, aber auch nicht widerrufen. Ich glaube, dass diese Ansicht auf Grund des Zusammenliegens der fossilen Reste kaum ausgesprochen worden wäre, wenn nicht die ältere, mit der Auffassung der Pilznatur vererbte Meinung vorhanden gewesen wäre, dass die Schälchen an Pflanzen angeheftet seien; das Vorkommen auf beweglichen Tieren ist für FRITSCH ein Anzeichen, dass die Schnecken sich wenigstens in der Jugend frei bewegen konnten. Es ist zu betonen, dass das Aufeinanderlagern verschiedener fossiler Schalenreste — ohne Weiteres und Genaueres — kein Grund zur Annahme parasitärer Symbiose sein darf.

v. BENEDEN und COEMANS waren dermassen von der Zugehörigkeit der Schneckchen zu den Pulmonaten überzeugt, dass sie ihr Vorkommen als Zeuge gegen die marine Entstehung der Kohlenlager anführten, welche damals (1866) von F. MOHR verteidigt wurde. Es ist angebracht, darauf zurückzukommen, weil in neuerer Zeit wieder Gedanken laut werden, die Entstehung der Steinkohlen aus der Reihenfolge der Veränderungen der Braunkohlen zu streichen und jene nicht als einen einfach nur weiter vorgeschrittenen, dem Ende der Umwandlungen genäherten Gesteinszustand dieser anzusehen (vgl. Chemikerzeitung 1904, S. 180 und 593), wenn auch nicht gerade die marine Entstehung der Steinkohle daraus gefolgert werden muss.

Es scheint daher auch von diesem Standpunkte aus wichtig, die von mir ausgesprochene Ansicht, es handle sich hier nicht um eine Landschnecke, sondern um eine Planorbis-artige Süsswasserschnecke, einer eingehenden Prüfung zu unterziehen. Auch v. BENEDEN und COEMANS denken wie LESQUEREUX an *Planorbis*, glauben aber, dass die Planorbiden nicht so eingerollt seien und nicht unter gleichen Bedingungen lebten. Was den ersten Grund betrifft, so kommen wir darauf zurück, finden aber noch grössere Unterschiede gegenüber den Heliciden etc.; weiterhin wären die Lebensbedingungen, die beide Autoren für *Palaeorbis* wohl auch nicht ganz einwandfrei ausgelegt haben, für die Heliciden auch noch nicht in gleicher Weise und vergleichbarem Grade differenziert beobachtet oder auch nur wahrscheinlich.

Die zur Verfügung stehenden Untersuchungsstücke ergänzen sich in mehrfacher Hinsicht; die böhmischen sind im Kohlenschiefer flach gedrückt, die pfälzischen im Kalk sind körperlich erhalten. Wir betrachten zuerst die böhmische Art, welche eine völligere Kennzeichnung der Gattung ermöglicht.

2. *Palaeorbis vorax* FRITSCH spec.

Fig. 7—17.

Spirogyphus vorax A. FRITSCH, Fauna der Gaskohle Bd. IV., 3., 1901, S. 80, Taf. 155, Fig. 4.

Es ist die grösste Art der Gattung; ihre Schale ist dünn, an dem Mundrand stets schwächer verkalkt; ihrer Einrollung nach ist sie enggenabelt¹⁾ und zeigt eine starke Zunahme der Windungen; mit 2—2½ von aussen sichtbaren Windungen ist indessen die Maximalgrösse schon erreicht; die Wölbung der Schale auf der Ober- und Unterseite ist schwach, zeigt fast stets einen leichten durch die Schichtzusammendrückung verursachten, in mittlerer Lage befindlichen, spiral verlaufenden Eindrückungssprung (Fig. 8, 9, 12 und 17), woraus man schliessen kann, dass da-

¹⁾ Wenn eine gewisse, nicht grosse Veränderlichkeit in der Weite des Nabels je auf der einen oder für sich auf der anderen Schalenseite bemerkbar ist, so sind doch dabei immer Tatsachen zu beobachten, die nahelegen, dass der Anschein einer engeren Nabelung auf kontinuierlich deformierende Druckwirkungen bei der offenbar nicht sehr spröde verkalkten Schale zurückzuführen ist. Diese deformierenden Wirkungen, die öfters einseitige Streckungen erkennen lassen, sind auf den Einschluss der Schälchen in der Kohle zurückzuführen, d. h. in einer Gesteinsart, die doch zweifellos bei dem Verkohlungsprozess gleichmässige und stetige Raumveränderungen erfahren hat.

selbst die Krümmung am stärksten war; nach der Krümmung zum Rande hin zu urteilen, ist der Aussenteil der Windung schmal und gedrückt elliptisch gerundet. Soweit der Erhaltungszustand der stets etwas komprimierten Schälchen es auszusagen zulässt, ist eine Verschiedenheit in der Rundung zwischen Ober- und Unterseite nicht bemerkbar. Ebenso wenig kann ich in der Art der Einrollung, der Zahl sichtbarer Windungen einen deutlichen Unterschied zwischen oben und unten erkennen. Wie sich der Mündungsrand oben und unten verhält, das lässt sich bei der geringeren Verkalkung und der daraus folgenden Feinheit der Schalenpartien an dieser Stelle leider nicht recht feststellen.

Die Schale ist trotz ihrer starken Zunahme an Windungshöhe nur schwach umhüllend; die Umhüllung beträgt etwa ein Viertel der Höhe der Windung zunächst der Mündung. Die Naht, die im Innern einen deutlichen Steilabfall erkennen lässt, ist in der Nähe der Mündung nicht stark verkalkt, löst sich bei der Zusammen drückung leicht und verschiebt sich nach innen; so kommt es, dass der oben erwähnte, spiral laufende Eindrückungsbruch in der Mitte der Windung auf den Aussenrand der vorhergehenden Windung ausläuft und wie ein Einbruch längs dieses Aussenrandes der umhüllten Windung erscheint; darnach könnte die irrtümliche Meinung entstehen, dass die Windungen viel stärker umhüllend seien, als sie es tatsächlich sind. Derartig täuschende Zerdrückung stellt auch das Textbild von A. FRITSCH (vgl. Kopie Fig. 17) vor; sie ist auch auf unserer Tafel in Fig. 8 und 9 zu sehen. In der erwähnten Figur von A. FRITSCH läuft die wahre Naht anders, als das in 20facher Vergrösserung gezeichnete Exemplar andeutet, etwa so, wie sie in der Kopie punktiert angegeben ist. Mehrmals habe ich während der Herstellung der Figuren mit dem Zeichner Hrn. G. KELLER bei der Besprechung der Bilder u. d. M. beobachtet, wie diesseits und jenseits der etwas zerdrückten wahren Naht die Rippen der Innenwindung wie Fortsetzungen von solchen der Aussenwindung erscheinen und wie im auffallenden Licht bei verschiedener Beleuchtung unter dem Mikroskop Nahtlinie, Rippen und Furchen parallel der Beleuchtungsrichtung geradezu völlig verschwinden; so entstehen Bilder, wie das von A. FRITSCH dargestellte (von dem auch die Annahme eingegeben werden könnte, als ob die Schale angewachsen gewesen sei, wenn die dargestellte Fläche nicht nach Lage der Mundöffnung die der Oberseite wäre und ähnliche Bilder auf beiden Seiten gelegentlich zu beobachten wären). Unsere Figuren wurden daher in gerade aufeinander senkrechten Beleuchtungsrichtungen gezeichnet und dadurch stets ergänzt.

Die von A. FRITSCH nicht ganz abgewiesene Möglichkeit, als ob die Schälchen wenigstens in ihrem Alter angeheftet gewesen seien, könnte vielleicht durch eine auffällige Skulptur-Unregelmässigkeit im inneren Nabel (vgl. Fig. 9, 10 und 17) bekräftigt werden, über welche wir im Laufe des Nachfolgenden ausführlich sprechen müssen.

Die oben besprochene grosse Gleichheit von Ober- und Unterseite hinsichtlich der Breite, Wölbung und Einrollung erkennt man auch in der radialen Skulptur; es zeigen sich sehr zahlreiche, vom Nabel an fein entspringende Rippchen, welche sich nach aussen sowohl drei- und zweiteilen, als sich auch durch Einschaltung vermehren; ihre Stärke ist nicht sehr verschieden, doch ist das Bild dieser Radialskulptur auch kein ganz regelmässiges. Vom Nabel entspringend, biegen sich die Rippchen vor der Hälfte der Windungsbreite etwas nach hinten ab und verlaufen dann ziemlich geradlinig nach der Externseite. — Quer zu dieser Radialskulptur verläuft eine völlig regelmässige, sehr viel feinere, aber auch schon bei schwacher

Vergrößerung deutliche Spiralskulptur; sie besteht in dicht gedrängten, niedrigen Runzeln, welche unterbrochen nur von einem radialen Rippchen zum anderen verlaufen, den Eindruck einer feinen Gitterstruktur oder am Abdruck in dem schwarzen kohligen Gestein unter dem Mikroskop einen zarten Seidenglanz hervorrufen.

Fast alle grösseren Exemplare zeigen im Nucleus der Schale eine merkwürdige und auffällige Unregelmässigkeit im Verlauf und in der Stärke der Skulpturlinien, die man im ersten Augenblick für das Zeichen einer „Anwachungsunregelmässigkeit“ ansehen möchte, wenn sie nicht auf beiden Seiten in völlig gleicher Weise erschiene. — Jüngere Exemplare, wie Fig. 14, 13 und 7, zeigen das Verhalten deutlicher: der innerste Teil der Windung ist in der Skulptur in gewisser Hinsicht diskordant mit der definitiven Skulptur, wie sie oben beschrieben wurde; im Verlauf der letzteren nach hinten zeigt sich plötzlich eine stärkere Rippe, die noch ungefähr den nach vorne konvexen Schwung besitzt, auf die aber doch die zuerst noch recht feinen definitiven Rippen unter einem sehr spitzen Winkel, zum Teil noch wie sich abgabelnd oder zusammenbündelnd hinlaufen; die Rippen hinter dieser auffälligen, stärkeren Scheidungsrippe sind durch ziemlich breite, gleichmässig nach innen verlaufende, seichte Furchen von einander getrennt; sie zeigen, wie dies an zahlreichen Exemplaren festgestellt werden konnte, gar keine oder nur schwache Konvergenz, stossen aber gegen die erwähnte Grenzrippe viel schärfer ab; ein weiterer, sehr auffälliger Unterschied gegenüber der definitiven Skulptur ist der Umstand, dass selbst bei Beobachtung in stärkstmöglicher Vergrößerung der Schalenoberfläche in auffallendem Licht keine Spur der die übrigen Radialrippen auszeichnenden feinen Spiralskulptur zu entdecken war (vgl. Fig. 11, bei 50facher Vergrößerung gezeichnet).

Unter der sehr beträchtlichen Anzahl von Exemplaren, die auf einer recht grossen von den mir zur Verfügung stehenden Platten vorhanden sind, gelang es auch bei der mikroskopischen Durchmusterung einige noch jüngere Individuen aufzufinden (Fig. 15 und 16); hiernach ist weiteres zu betonen. Während der Nucleus im Innern der mehr ausgewachsenen Schale einfach kappenförmig (Fig. 13—14) aussieht, erkennt man in den noch früheren Stadien, dass er für sich noch eine relativ weitgenabelte Nautilidenform hat. Die Naht war freilich nur in vier bis fünf Fällen mehr oder weniger deutlich zu sehen, doch lässt sich unzweifelhaft erkennen, dass hier in diesem scheinbar kappenartigen Nucleus schon etwas über $1\frac{1}{2}$ Windungen vorhanden sind. Dieser Unterschied ist dadurch verursacht, dass der Beginn der definitiven Schale ein gewisses Übergreifen der neuen Naht nach Innen über den älteren Teil des Nucleus in Begleitung hat, wenn auch der Externrand der beiden Schalenstadien ohne jede Unterbrechung oder Abbiegung die reine Spirallinie fortsetzt. Diese Erscheinung ist gleichbedeutend mit einer Erweiterung des Wohnraumes, die einerseits mit einer gewissen Unterbrechung der Lebensbedingungen in Beziehung stehen muss, andererseits damit, dass bei dem sehr langsamen Fortgang des ferneren Spiralwachstums bei so sehr geringer Zahl der gesamten Windungen des Geschlechtstieres eine unter den Veränderungen der Lebensbedingungen nötige, wenn auch geringe Erweiterung des Wohnraumes sich nicht auf einen längeren Abschnitt einer rascher erfolgenden Aufrollung verteilen kann (vgl. unten S. 138 und 141).

Die oben erwähnte Skulptur des Nucleus kann bei solchen Verhältnissen erst in diesen Stadien vollständig, d. h. in richtiger Beziehung zu dessen voller

Gestalt behandelt werden. In früheren Stadien, wenn bei grosser Zartheit des Abdrucks noch kein Zuwachs mit definitiver Skulptur zu beobachten ist, laufen die sehr feinen Leisten auf der Ober- und Unterseite gleich, nahezu parallel und wie liniert; sie scheinen durch breite Zwischenräume getrennt. Zu dieser Zeit ist auch die Naht in etwas stärkerer Verkalkung als die ausserordentlich schwache der übrigen Schale noch am besten zu erkennen. Sobald aber ein kleiner Ansatz definitiver Skulptur zu sehen ist, dann wird auch die Verkalkung des Nucleus nachträglich rasch stärker und gleichmässiger, die primären Rippen erscheinen kräftiger und werden sehr bald so stark, wie sie im Nucleus ganz ausgewachsener Formen zu sehen sind; dies ist ein Beweis, dass die kalkausscheidende Oberfläche des Tieres noch an der Innenfläche der Schale anlagert und die anorganischen Absätze von innen her verstärkt; in diesem Zeitpunkt ist das Exemplar der Fig. 11. — Die Lage der nach Aussen zugeschärften Leisten ist eine völlig gesetzmässige; sie laufen nämlich alle ungefähr der Tangente parallel, welche unmittelbar neben (vor) der Mündung an die Peripherie der beginnenden letzten Windung gelegt einen etwa gleichseitig dreieckigen Abschnitt neben der Mündung des Nucleus noch abschneidet.

Aus allem ist zu folgern, dass die Leisten weder aus der spiralen, noch aus der Zuwachsskulptur abzuleiten sind, wie mehr diagonal verlaufende Leisten (sehr selten bei Gastropoden) bei Bivalven, die aber nie ohne typische Zuwachs- oder Radialskulptur zustande kommen (vgl. unten), welche beiden Arten aber hier im Nucleus völlig fehlen.

Ausserdem habe ich aus allen Vorkommen nach genauester Prüfung die Überzeugung geschöpft, dass die Leisten quer über die Naht hinüber gehen, „pervers“ verlaufen, also mit dem allmählichen Wachstum des Gewindes nichts zu tun haben können, sondern in einem kürzeren Zeitraum, nahe dem Ende der ersten Schalenperiode, nahezu gleichzeitig in der offenbar damals noch membranösen Schalenhülle entstanden sein müssen; beim Ueberkreuzen der Naht sind die Runzelrippen zwar unterbrochen (die vergrösserte Fig. 11 ist von Herrn Universitätszeichner GUSTAV KELLER mit grösster Sorgfalt ausgeführt), aber die Erhöhungen diesseits und jenseits der Naht sind so einleuchtend an den 2—3 Runzeln in der linearen Fortsetzung angeordnet, so dass es kein Zweifel ist, dass die Runzelteile je einer Erhebungslinie angehören. Die Runzelung, die offenbar in dem membranösen Teil vor sich geht, findet an der schon etwas verkalkten Naht eine gewisse Unterbrechung, ein Beweis, dass nicht der Verkalkungsvorgang selbst an ihrer Entstehung schuld sein kann. Der Nucleus wird in den verschiedensten Alterszuständen auf der Unterseite der Schale ebenso wie auf der Oberseite (vgl. z. B. Fig. 9 und 12) gleichmässig und gleichartig sichtbar, woraus ebenfalls die grosse Symmetrie der Schale zu erkennen ist.

Zum Schlusse sei erwähnt, dass ich unter den zahlreichen Exemplaren, die in allen Alterszuständen auf den zum Teil grossen Platten nebeneinander liegen, niemals eine Spur von einem Schalendeckel gefunden habe, was, abgesehen von allem anderen, gegen die Zugehörigkeit von *Palaeorbis* zu den Vermetiden spricht; auch ist nach LACAZE-DUTHIERS die Larvenschale der Vermetiden hochgewunden.

3. *Palaeorbis ammonis* GOEPP. spec.

Fig. 18—21 (Kopien).

- Gyromyces ammonis*, GOEPPERT in GERMAR, Petrific. strat. lithanthr. Wettini et Löbejüni rep. 1853, p. 111, Taf. 39, Fig. 1—9.
- — H. BR. GEINITZ, Dyas 1861—1862, p. 133, Taf. 35, Fig. 2.
- — GOEPPERT, Die foss. Flora der Permformation. Kassel 1861, S. 62.
- — VAN BENEDEN und COEMANS, Bull. de l'Académie de Belgique, 2. Sér. 23. 1867.
- — V. ROEHL, Fossile Flora der Steinkohlenformation Westfalens. Kassel 1869, Taf. XVI, Fig. 14.
- — F. GOLDENBERG, Die foss. Tiere der Steinkohlenformation von Saarbrücken. 1877, Heft II, S. 4—7, Taf. II, Fig. 32 und 33 A.

Die in Fig. 18 kopierte Fig. 2 der Abhandlung von VAN BENEDEN und COEMANS lässt nicht den geringsten Zweifel, dass man mit der Einbeziehung der vorigen Art unter die Gattung *Palaeorbis* das Richtige getroffen hat. Eine nähere Erörterung ruft nun die Fig. 3 l. c. hervor, wo zwei Individuen von der Unterseite her, d. h. mit der Drehung nach links, auf einem *Sphenopteris*-Blatt abgebildet sind: „deux coquilles, vues en creux, c'est à dire ne laissant que le moule sur la feuille.“ — „Les coquilles sont probablement tombées“ sagt die Tafelerklärung. Auch die Zeichnung stimmt (bei Beleuchtung von links oben für die ganze Tafel) damit, dass es sich hier nur um das Hohlmodell der Schale, von der Liegend-Seite gesehen, mit der Drehung nach links handle. Dabei ist es aber auffällig, dass man dann die angeblich weiter genabelte Unterfläche der Schale sehen soll, während doch der Abdruck der Oberseite vorliegen müsste, der nach Fig. 2 anders beschaffen ist. Ich glaube daher, dass es sich hier um keinen normalen Erhaltungszustand handelt, sondern um eine auf einer regelmässig entstehenden Eindrückung gegründete Erscheinung, wie ich sie oben S. 130 von *Palaeorbis vorax* beschrieben habe, welche den Anschein der Vermehrung der Spira um eine Windung hervorrufen kann; ohne Mikroskop können hier keine sicheren Feststellungen gemacht und hierbei muss die Beobachtung im auffallenden Licht eine sehr vielfältige sein.

Was nun die verschiedenen unter *Palaeorbis ammonis* zusammengefassten Vorkommen betrifft, so sind die Abbildungen und Beschreibungen ziemlich lückenhaft. Nach GOEPPERT-GERMAR, wo der Habitus in den Abbildungen, so weit der Erhaltungszustand im schwarzen Schiefer es erlaubte, recht gut getroffen wurde, ist die Schale mit zarten parallelen Querstrichen versehen, die nach den Abbildungen weiter auseinander stehen. Nach v. BENEDEN ist die Oberfläche unregelmässig gestreift, nach v. ROEHL zart quergestreift, nach GOLDENBERG regelmässig mit Anwachsstreifen bedeckt, die aber nach der vergrösserten Abbildung weiter auseinanderstehen.

Es scheint hiernach die Schale mit zwar zarten, aber eher unregelmässig als regelmässig und nicht eng zusammenstehenden Streifen bedeckt zu sein. Nach der vergrösserten Abbildung von GOLDENBERG scheint die Windung durchaus nicht umhüllend zu sein, ist es vielleicht auch nur bei dieser Art in sehr geringem Masse. Was davon auf Rechnung des Erhaltungszustandes bzw. der restaurierten Zeichnung zu setzen ist, das kann nicht entschieden werden.

4. *Palaeorbis palatinus* REIS.

Fig. 1—5.

Das Rotliegende und die Trias in der nordwestlichen Rheinpfalz in Erl. zum Blatt Zweibrücken der geogn. Karte Bayerns S. 112.

Der l. c. gegebenen kurzen Charakteristik, die wir wiederholen, ist weiteres hinzuzufügen. Die Schälchen haben 1 bis knapp 2 mm im Gesamtdurchmesser,

sind relativ etwas weiter genabelt als *Palaeorbis vorax*, sonst aber von sehr ähnlicher Form; sie erreichen aber nicht die Grösse der grössten dieser Art von 2,2 bis 2,5 mm. Die radiale Skulptur ist ebenso zierlich, doch etwas stärker ausgeprägt, nach dem Nabel zu oft zusammengebündelt, die spirale Skulptur ist zurücktretender, aber immerhin deutlich genug; der Nabelabfall ist etwas schroffer. Fig. 4 zeigt die Aussenwölbung mit Skulptur; Fig. 5 noch die Larvenschale in oben gegebener Charakteristik. Der Fig. 1 nach könnte man glauben, dass die Unterseite um ein Kleines enger genabelt wäre, doch scheint dies dem Erhaltungszustand zuzuschreiben zu sein; die beiden Figuren 2 und 3, welche die Oberseite darstellen, liegen nämlich so, dass eine gewisse „Streckung“ in einer Richtung nicht ausgeschlossen ist.

Von *Palaeorbis ammonis* unterscheidet nach unseren vorläufigen Kenntnissen nur die Skulptur, welche dort nach den Angaben der Autoren bei weitem nicht so dichtgedrängt und so regelmässig ist; von *Planorbis lungurensis*, den schon v. BENEDEN und COEMANS zu ihrem *Palaeorbis* stellen und von *Palaeorbis ammonis* durch die feine, regelmässigere Streifung und geringere Breite der letzten Windung abtrennen, unterscheidet ebenfalls die stärkere Zunahme der Windungshöhe. Dabei ist auch noch zu bedenken, dass die dort erreichte Maximalgrösse das Doppelte der Grösse von *Palaeorbis palatinus* beträgt.

5. In fraglicher Weise zu *Palaeorbis* gerechnete Fossilien.

(Fig. 22.)

Es hätte wohl mit Recht für *Palaeorbis ammonis* die Artbezeichnung *carbonarius* DAWSON die Priorität, wenn es absolut sicher wäre, dass diese nordamerikanische Art wirklich der gleichen Gattung angehörte. LEO LESQUEREUX, der die nordamerikanischen Arten gut kannte (Amer. Journ. sec. Ser. Bd. XXXII, 1861, und Bd. XXXIII, 1862), bemerkt bei seiner Erörterung einer von LYELL abgebildeten karbonischen englischen Art, dass die amerikanischen Arten einen dicken stumpfen Mundrand hätten, während die von LYELL abgebildete englische Art einen wellenförmig ausgebuchteten. Diese Abbildung ist in „The students elements of geology“ von LYELL-DUNCAN 1885, S. 382, Fig. 460 noch zum Vergleich heranzuziehen; sie ist als *Microconchus (Spirorbis) carbonarius* MURCH. bezeichnet. Wenn LESQUEREUX die fraglichen Arten nur nach dem verdickten oder welligen Mundrand unterscheidet, so glaube ich, dass sie überhaupt nicht zu *Palaeorbis* gehören: 1. ist die Schale unsymmetrisch helicidenartig, in Ober- und Unterseite völlig verschieden, 2. ist der jüngste Teil der letzten Windung von der vorhergehenden abgelöst und nach unten abgedreht; wenn die als „variety of same“ unter Fig. 460 b dargestellte mehr dem amerikanischen Typus entsprechen sollte (mit verdicktem Mundsaum), so halte ich diese für eine besondere Art Gattung *Microconchus*,¹⁾ über deren nähere Stellung im System mir jeder Anhaltspunkt einstweilen fehlt.

Zu dieser Gattung gehört vielleicht auch der von GOLDENBERG sogenannte *Palaeorbis hamatus*, den wir in Fig. 22 wiedergeben. Es ist bekannt, dass eine grössere Anzahl von Landschnecken aus der Familie der Cyclophoriden Neigung zur Ablösung und Detorsion der letzten Windung besitzt. *Microc. (?) hamatus* GOLD. erinnert sehr an *Cyclosurus Mariei* (vgl. SIMROTH in BRONN. Cl. u. Ordn. III, 1898, S. 193—194.

¹⁾ Dieser Name wird in v. ZITTELS Handbuch allerdings als Synonym der Anellidengattung *Spirorbis* angeführt.

6. Systematische Stellung der Gattung *Palaeorbis*.

Unter den allgemeinen und besonderen Gründen, die Gattung bei den Süßwasserpulmonaten, zum mindesten bei den Landschnecken unterzubringen, können folgende als die wichtigeren angeführt werden:

1. Der Mangel aller entschiedenen Merkmale, welche auf Verwandtschaft mit nächst älteren bzw. jüngeren Gattungen mariner Proso- und Opisthobranchier hinweisen.

2. Das Fehlen sonstiger mariner bzw. als Brackwasserbewohner zu deutender Schnecken und Bivalven in den die Gattung beherbergenden Ablagerungen, die sich von denen der karbonischen marinen Gebiete scharf unterscheiden, keinen Zusammenhang und keine Übergänge zeigen, welche wie anderwärts als brackische Bildungen eine eigene Übergangsfauna enthalten könnten.

3. Das Vorkommen der Schnecken lediglich in Kalken, Sandsteinen, Schiefer-tonen und Kohlschiefern der, soweit nachweisbar, ausnahmslos Sumpf- und Landpflanzen führenden karbonischen und permkarbonischen Schichtkomplexe und zwar sehr häufig auf eingeschwemmten Blättern von solchen Pflanzen.

4. Das nur gelegentliche Vorkommen in Schichten mit Resten von eigentümlichen Hai- und Ganoidfischen, Dipnoern, zahlreichsten Amphibien, Krebsen etc., die eher auf eigenartige Entwicklungsstämme in ganz und lange vom Meer getrennten süßsen Gewässern hinweisen. Diese Geschöpfe sind in den Gebieten starker terrigener Sand- und Kiesanschwemmungen und stürmischer Flutungen seltener, wobei sie sich in seichte Flachgebiete lokal zurückziehen, während sie in Zwischenperioden ruhiger Strömungen mit dem Eintreten mehr toniger Absätze und der Möglichkeit des Auftretens von Karbonatabsätzen mit Begleitung von Quellsinterbildungen¹⁾ in ausserordentlicher Individuenzahl, nur lokal in grösserem Artenreichtum und eigenartigster Faunen-Zusammensetzung auftreten. Dabei ist auf gleichzeitige Einschwemmung zahlreicher Landtiere, wie Schaben, Spinnen, Tausendfüßler, ja sogar in Amerika auf das Vorkommen von typischen Landschnecken, *Zonites* und *Dendropupa*, hinzuweisen.

5. Die allgemeine Ähnlichkeit der Einrollung dieser deckellosten Schnecken mit gewissen *Helix*- und *Planorbiden*arten, von welchen beiden Gattungen letztere wegen der grossen Gleichheit von Ober- und Unterseite zunächst in Betracht käme; LESQUEREUX erinnert an den amerikanischen *Planorbis parvus* SAY; es seien die enggenabelten einheimischen Arten der Grp. *Hippeutis* (*Pl. riparius*, *complanatus*, *Clessini* und *nitidus*) und bezüglich der Skulptur die Arten der Grp. *Gyraulus* (*Planorbis albus* und *deformis*) genannt, welche Gruppen O. BUCHNER nach anatomischen Merkmalen den phylogenetisch älteren *Planorbiden* zurechnet (vgl. unten).

Ich möchte vor allem nicht die symmetrische Gestalt der Spira als einen ausschliesslichen Beweis für das Wasserleben bzw. für allseitig freie Bewegungsfähigkeit anführen; die Schalen der freischwimmenden Larven,²⁾ die der Pteropoden und zum Teil der Heteropoden sind ebensowohl symmetrisch als hochgewunden, wenn auch mit SIMROTH zugegeben werden kann, dass das Schwimmen wieder allmählich zur Symmetrie hinführe.

¹⁾ Diese die Fische führenden Gesteine sind Karbonatgesteine von höchster Besonderheit, deren Entstehung zwischen den übrigen, meist sehr kalkarmen Detritusgesteinen viel Rätselhaftes hat, wenn sie auch alles eher sind als marine oder brackische Absätze (vgl. Geogn. Jahreshfte 1903, S. 259—274).

²⁾ Vgl.: Die Gastropoden der Plankton-Expedition von H. SIMROTH, 1895, S. 144.

Es ist nun allerdings ein grosser Sprung zu den nächst bekannten verbürgten *Planorbis*-Arten in Juraablagerungen und es ist auch die Zuteilung unserer karbonischen und permischen Arten zur Gattung *Planorbis* nicht aufrecht zu halten; die Aufstellung der Gattung *Palaeorbis* v. BEN. und COEM. war zwar hinsichtlich der früheren Zuteilung des Fossils zu den Landschnecken viel näher liegend als die neuerliche Abtrennung von *Planorbis*, die nunmehr nach genauerer Kenntnis der Schale, besonders der Larvenschale, notwendig ist.

Wir wollen nun noch erwägen, in welcher Hinsicht die Verhältnisse der Larvenschale für die Zustellung von *Palaeorbis* zu den Süsswasserpulmonaten und zugleich für die ältere Stammesgeschichte dieser Gruppe verwertet werden können; was das letztere betrifft, so stände man ja in der Nähe des Ausgangspunktes der ganzen Gruppe der Lungenschnecken, jedoch mit der Einschränkung, dass man schon einen Vertreter der Heliciden — *Zonites priscus* DAWs., und einen der Pupinen — *Dendropupa vetusta* CARP. — kennt. Dies könnte vielleicht bei einseitiger Berücksichtigung geologischer Tatsachen nahelegen, dass die Süsswasserpulmonaten von den Landpulmonaten in einem Anpassungsvorgang an das Wasser abzuleiten wären. Es dürfte aber die Annahme einer zuerst amphibischen Lebensweise, in deren Anfang man z. B. unter den Fischen die Dipnoer setzt, auch bei den Gastropoden das nächstliegende sein, wie man ja auch solche unter den lebenden Schnecken kennt; es darf da *Oncidium* genannt werden, eine amphibisch lebende marine Lungenschnecke, die ihre Schale verloren hat, aber in der Embryonalentwicklung durch den Besitz einer die Prosobranchier und die übrigen Opisthobranchier kennzeichnenden Veligerlarve, die aber — Pulmonaten-artig — das Ei vor Abschluss der Metamorphose (vgl. unten) nicht verlässt, ausgezeichnet ist; ihre Atemverhältnisse: eine typische, nach hinten verlagerte Lunge und neue adaptive Kiemen auf der Körperoberfläche könnten allerdings wieder für eine rückschreitende Anpassung an das Wasserleben sprechen, wenn man nicht bedächte, dass (vgl. LANG-HESCHELER, Vgl. Anat. d. wrbl. Th. III. 1. Moll. S. 149) schon bei den marinen Opisthobranchiern die ältere, eigentliche Wasseratmungsform der Prosobranchier-Kiemen verschwunden und morphologisch mit ihnen nicht vergleichbare adaptive Kiemen (vereinzelt sogar schon neben den echten Kiemen, den „Ctenidien“) zu beobachten sind.¹⁾ Dann ist daran zu erinnern, dass in neuerer Zeit (vgl. HESCHELER l. c., S. 138) bei

¹⁾ Auch bei gewissen niederen Prosobranchiern sind die eigentlichen Kiemen durch Mantelrandkiemen verdrängt, fehlen sogar echte und adaptive Kiemen, wobei die Atmung durch die Körperoberfläche geschieht; es sei das angeführt, um einerseits das „mehr und weniger Flüssige“ dieser Merkmale, dann das Verhalten bei den Opisthobranchiern verständlich erscheinen zu lassen und dabei die auch von HESCHELER betonte Möglichkeit zu erwähnen, dass die Pulmonaten nicht unbedingt von den bezüglich der Schale viel häufiger ganz reduzierten Opisthobranchiern, sondern beide getrennt (durch *Actaeon* hindurch) von einer sich spezialisierenden Prosobranchiergruppe — *Trochidae* (PLATE-SIMROTH) — abstammen könnten; die zweifelhaften, bald zu den eigentlichen Pulmonaten, bald zu den Opisthobranchiern gestellten marinen Siphonariiden, auf deren eigenartige Schalenform geologisch sehr alte Fossilien zurückgeführt werden, seien deswegen nur nebenbei erwähnt. SIMROTH (BRONN, Cl. und Ordn. des Tierreichs 1896, S. 54) vermutet, dass die oben erwähnte *Oncidium*-Gruppe „nicht von der direkten Linie abzweigt, welche von *Actaeon* zur Wurzel der Pulmonaten führt, sondern möglicherweise von einer anderen Stelle innerhalb der Opisthobranchier.“ Die zu den typischen Süsswasserpulmonaten gehörige tropische *Chilina* besitzt sogar noch die Chiastoneurie der Prosobranchier. PLATE-SIMROTH leiten jene daher durch Vermittlung von *Chilina* von einem Zweig ab, der von *Actaeon* zu den Auriculiden führt, in deren Nähe erst die Landschnecken sich abtrennen. Dies zur weiteren Orientierung über die phylogenetischen Anschauungen der Systematiker und Anatomen.

gewissen linksgewundenen, phylogenetisch älteren Formen tropischer Limnaeiden wohlausgebildete Faltenkiemen in der Atemhöhle bekannt wurden, deren Rückbildungsrudimente man z. B. bei *Planorbis* kennt (was man vielleicht als Beweis einer sehr alten Abzweigung dieser Gattung von Limnaeiden im engeren Sinne anführen kann [vgl. indes unten die Ansichten O. BUCHNERS]). Da mit diesen echten Ctenidienkiemen bei Wasserpulmonaten auch das Sinnesorgan in der Nähe der Kiemen und der Mantelhöhle bei Prosobranchiern, das „Osphradium“ (das die marinen Opisthobranchier schon verloren haben), noch vorhanden ist, so scheint hierdurch die Abstammung der Landschnecken von den Süßwasserschnecken sehr wahrscheinlich gemacht, zugleich auch eine direkte Ableitung der Pulmonaten überhaupt von den uns in ihrer jetzigen Spezialisierung bekannten Opisthobranchiern mehr abgewiesen zu sein.

Die Larven der beiden grossen biologisch geschiedenen Gruppen der Gastropoden zeigen einen Hauptunterschied, die der Prosobranchier und Opisthobranchier haben eine mit einem Schwimmorgan, dem „Velum“ versehene Larve, die in frühestem Stadium das Ei verlässt und freischwimmend (meist pelagisch) ihre Metamorphose durchmacht, welche sich auch in der Schalenentwicklung ausdrückt. Viele Larvenschalen sind von denen der mehr litoral lebenden Geschlechtstiere so völlig verschieden, dass sie zu getrennten Gattungen gestellt wurden; manche Larvenschalen werden auch ganz abgeworfen; bei anderen Gattungen zeigen sich anders geartete scharfe Unterbrechungen des Schalenwachstums. Die Metamorphose selbst, d. h. die Summe aller Veränderungen (besonders in der Bewegungsart), welche das Tier vom Larvenzustand aus in die definitive Form hinüber durchmacht, geht hier rasch und plötzlich vor sich.

Sehr gegensätzlich ist dies bei den Pulmonaten, wenn auch bei den im Wasser lebenden grosse Ähnlichkeit mit den Larven der Prosobranchier vorliegen soll. Es entwickelt sich aber bei ihnen keine sich selbständig bewegende Larve. Der Embryo verharrt, die Metamorphose durchlebend, in der Eihülle und verlässt diese als Schnecke, die im wesentlichen die Gestalt des Muttertieres hat; in der fast immer recht grossen Eikapsel¹⁾ nährt sich das kleine Ei von reichlichem Eiweiss. Die reife Eikapsel enthält schon „eine ansehnliche junge Schnecke mit wohl entwickelter Schale“, welche zuletzt die Hülle sprengt und sofort die Lebensweise des Muttertieres beginnt. Die Metamorphose (die Rückbildung der Larvenorgane) ist langsam und stufenweise und endigt bei Wasserpulmonaten bald nachdem das junge Tier das Ei verlassen hat, bei den Landpulmonaten viel später; bei ersteren wäre also gelegentlich noch am ehesten auch im Schalenwachstum eine schärfere Grenzkerbe zu erwarten als bei letzteren, wo eine allmähliche Schalenveränderung mit dem Metamorphosenabschluss sich länger hinziehen würde.

Wenn man nun nach diesen Voraussetzungen die Tatsachen bei *Palaeorbis* beurteilt, so findet man erstens die sehr bemerkbare Grösse der Larvenschale gegenüber der des Geschlechtstieres als hervorzuhebendes Merkmal. Auch ohne auf die Grösse der Eikapseln der Pulmonaten Bezug zu nehmen, ist es klar, dass das Wachstum der Embryonen in Eikapseln ziemlich allgemein das Ausschlüpfen relativ grösserer, reiferer und völlig selbständig gewordener Jungtiere zur Folge hat, dass umgekehrt Geschöpfe, die schon als sehr kleine Larven eine selbständige Lebensweise führen, den Abschluss ihrer Metamorphose

¹⁾ Bei tropischen Pulmonaten erreicht sie, oft sogar etwas verkalkt, die Grösse von kleinen Vogeleiern.

in viel früherer Zeit,¹⁾ d. h. in relativ geringerer Grösse finden, wie sie auch selbst rascher vor sich geht. Ich glaube daher, dass bei *Palaeorbis* die Grösse der Larvenschale in etwa ein Drittel der definitiven Grösse für eine lange Entwicklung spricht, wie solches die Pulmonaten überhaupt zeigen.

Die viel stärkere Verkalkung der Larvenschale nach dem Beginn des Ansatzes der definitiven Schale und der wahrscheinliche Beginn schwacher Verkalkung der Schale erst am Schluss der Larvenperiode (nach meiner Ansicht nach Verlassen des Eis) ist selbstverständlich. Im allgemeinen sind die Larvenschalen der freilebenden Prosobranchier lange membranös; nach SIMROTH bis über 0,3 mm, jedoch auch schon mit energisch beginnender Verkalkung bei 0,1 mm, wie auch erst bei 0,5 mm; bei 1 mm schon völlig verkalkt mit einer Art „reifen“ Skulpturanordnung. Bei gewissen Opisthobranchiern ist nach SCHULTZE (BRONN-KEFERSTEIN Cl. und Ordn. 1862—1866, S. 775, 779 und 783) die Schale nach dem Ausschlüpfen aus dem Ei schon hart und verkalkt. KEFERSTEIN erwähnt auch l. c. S. 785, dass selbst 2“—3“ grosse Tierarten hier schon mit den kleinsten Dimensionen unter 2“ ihre reife Form erreichen. Auch bei Landschnecken, z. B. *Limax*, ist eine sehr frühe Verkalkung der Larvenschale innerhalb des Eis gelegentlich bekannt, vgl. BRONN-KEFERSTEIN l. c. S. 1234, Taf. CVI und FOL (Arch. de Zool. exper. Taf. XVII und XVIII).

Wir können hieraus keine wirklich Ausschlag gebenden Merkmale entnehmen; auch die deutliche Änderung in der Einrollung bei Beginn der definitiven Schale dürfte als ein nicht unzweideutiges Merkmal nicht in die Wagschale fallen. Wir haben sie damit erklärt, dass die mit ihr bezweckte Erweiterung des Schalenlumens nach Abschluss der Larvenperiode durch das so sehr geringe Längen- d. h. Spiralwachstum der definitiven Schale notwendig verursacht und besonders hervorgehoben sei; die Länge des Eingeweidesacks, der bei der Larve noch planorbidenartiger ist, wächst nachher mehr in die Breite. Ähnlich muss der Beginn der Fusstätigkeit vielleicht mit der Verbreiterung des Fusses wirken.²⁾ Die Entwicklungskerbe mag daher bei dem lebenden *Planorbis* und Verwandten fehlen oder weniger deutlich sein; zum wenigsten wäre sie bei *Palaeorbis* durch den Unterschied zwischen dem Eileben und dem Reife-Leben ebenso erklärt, wie SIMROTH (in Cl. und Ordn. d. Tierreichs, 1898, S. 196—199) die Alloiostrophie zwischen Apex und Spira der Prosobranchier, insbesondere Monotobranchier (vgl. SIMR. l. c., S. 197), durch den Unterschied zwischen pelagischer (freischwimmender) und litoraler (am Boden kriechender) Lebensweise zu deuten sucht.

Wenn ferner die übrige wesentliche Gleichheit der Embryonalschale mit der definitiven für den Vergleich mit den Tatsachen bei Pulmonaten spricht, so ist auch dies nicht so sehr zu betonen, weil in unserem Falle die bei Proso- und

¹⁾ Es ist hier natürlich immer das Grössenverhältnis der Larvenschalen zu den ausgewachsenen Schalen zu beachten; bei Planktonlarven liegen nach SIMROTH die grösseren Formen zwischen 2 und 3 mm, während sich nach unten zu die Grenze nicht feststellen liess; „denn auch unter den kleinsten Formen, die im Ozean gefischt sind, gibt es solche, welche die deutlichen Merkmale eupelagischer Lebensweise und langen Aufenthalts auf hoher See an sich tragen“. — Dabei sind die vermutlichen ausgewachsenen Formen ganz unverhältnismässig vielfach grösser, als dies bei *Palaeorbis* der Fall ist; für *Dolium* gibt SIMROTH an, dass die längste Axe von sieben erwachsenen Formen zwischen 50 und 130 mm, die grösste Queraxe der Larvenschale zwischen 3 und 4,8 mm schwankt.

²⁾ Vgl. auch die Angaben über den mit dem definitiven Schälchen von *Cryptella ambigua* (eine tropische Lungenschnecke) verbundenen Nucleus in BRONN Cl. und Ordn. (KEFERSTEIN) Bd. III. 2. S. 235.

Opisthobranchiern auch sonst nicht seltene nautilidenartige Form der Larvenschale mit der definitiven Schalengestalt an und für sich übereinstimmt.

Was den letzten Punkt betrifft, so ist es zu betonen, dass die Art der Einrollung der Larvenschale von *Palaeorbis* planorbidenartiger, d. h. weitergenabelt ist, als es die definitive Schale ist. Im tellerförmigen Schalentypus treten eben zwei Typen zusammen, von denen der eine auf frei lebende, schwimmende Lebensweise zu gründen ist, der andere nach den interessanten Ausführungen von O. BUCHNER (Württemb. Jahresh. für vaterländische Naturkunde 1891 — „Beiträge zur Kenntnis des Baus der einheimischen Planorbiden“ und ebenda 1892 „die Asymmetrie der Gastropoden etc.“ S. 85) auf das Kriechen in dichtem Grasgeschlinge am Grund von flachen Süßwassern. Die nach den Untersuchungen von SIMROTH für *Limnaea* charakteristische Fortbewegung unter der Oberfläche des Wassers (nicht mit Schwimmbewegungen zu verwechseln) gilt auch nach BUCHNER für *Planorbis*; hierfür ist aber gerade die tellerförmige Schale nicht sehr günstig, da sie sich immer durch den in ihr befindlichen hydrostatischen Apparat, den mit Luft gefüllten Lungensack, umzudrehen strebt. Wohl aber wird die Schale durch den Luft-Lungensack beim Kriechen immer vertikal gestellt, sie lastet nicht auf dem Körper (kann daher auch etwas stärker verkalkt sein) und ist sonach leicht durch das Sumpfdickicht zu führen; dieses unterstützt auch die Entwicklung der Schale zur Symmetrie. Palaeo-biologisch liegen nun solche Zusammenpassungsverhältnisse mit der Umgebung, welche die Schalengestalt von *Planorbis* verständlich machen, auch für *Palaeorbis* viel näher, als die Annahme pelagischer oder mindestens freischwimmender Larven und darauffolgender kriechender, litoraler Lebensweise.

Entscheidendere Wichtigkeit messe ich nun der höchst eigentümlichen Skulptur der Larvenschale bei; es wurde oben festgestellt, dass diese perverse Skulptur mit dem Wachstum der Spira nicht zusammenhängen könne, da sie einerseits weder radiale oder spirale Anordnung zeige noch unter einem einfachen Winkelverhältnis zu diesen beiden Richtungen stehe, dass ihr ein scharfes Merkmal der Skulptur der definitiven Schale ganz fehle, andererseits aber auch erst ganz am Schluss der Larvenentwicklung entstanden sein könne, da sie quer über jüngste und älteste Teile der letzten Larvenwindung in einander fast parallelen Runzeln, die Naht durchkreuzend, hinübersetze. Trotzdem ist aber festzuhalten, dass die Skulpturleisten bei ihrem völlig anomalen Verlauf doch in Zahl (7—9) und Form eine ziemlich grosse Regelmässigkeit zeigen. Es wurde zwar darauf hingewiesen, dass jüngste Exemplare noch ohne den Ansatz eines Sektors der definitiven Schale schon die undeutlichen Skulpturlinien besitzen und erst nach Ansatz eines solchen deutlichere; dies ist offenbar eine Folge des Erhaltungszustandes, da vorher die Verkalkung der hornartigen Larvenschale noch eine sehr geringe ist und die Skulptur durch den Schichtendruck ihre Reliefföhe verliert, wenn auch niemals ganz verwischt wird (vgl. Fig. 15 und 16).

Was nun die Schalen freischwimmender Larven von Prosobranchiern betrifft, so haben sie zum grössten Teil ausgesprochene Skulpturen in Anwachs- und Spiralstreifen, die stets nur an dem jüngsten Teil der Schale neu gebildet werden; es wurde auch durch SIMROTH ein Fall bekannt, wo die tatsächlichen Skulpturleisten mit diesen idealen Linien zwei unter 45 Grad gekreuzte „diagonale“ Richtungen bilden. SIMROTH hat ausgesprochen, dass derartige Änderungen durch die deutliche Einwirkung der Spindel entstehen, d. h. also wohl durch alle die motorischen und konnektiven Beziehungen des Weichtieres zur Schale, durch welche die ein-

gebogene Innenseite (Spindelseite) des Mundsaumes vor dessen frei ausgekrümmter Aussenseite ausgezeichnet ist, deren Einfluss sich aber sehr wohl bis zur Aussenlippe fort erstrecken kann. Es ist dies eine Folge der Asymmetrie des Tieres für die äussere Skulptur der Schale.

Hiervon kann natürlich bei *Palaeorbis* und deren Larvenschale nicht die Rede sein,¹⁾ wie auch hervorzuheben ist, dass alle jene Skulpturabweichungen bei Veligerlarven mit der Spira regelmässig fortwachsen und niemals „pervers“ sind, wie dort.

Ähnliche Abweichungen gibt es auch bei Bivalven (und seltener bei Gastropoden), wo aber auch entweder die Beziehung zur Fuss- oder Siphonalöffnung bzw. zur Lunula und Area massgebend sind, d. h. ein ausserhalb des elementarsten Schalenwachstums liegendes zweites Moment. Bei *Mitralaria* (vgl. SIMROTH [nach FISCHERS Konchyliologie] Taf. XX, Fig. 5, Cl. und Ordn. d. Tierr.) scheint es die Beziehung zu der Muskelkalkplatte zu sein, welche eine „diagonale“ Skulptur verursacht.

Wir können um so viel mehr die bei *Palaeorbis* erst am Schluss der Larvenzeit auftretende „perverse“ Skulptur (nachdem wir oben begründet haben, dass der Verkalkungsvorgang selbst nicht daran schuld sein kann) nur durch eine Anpassung der Gesamtschale an äussere und aussergewöhnliche Umstände, jedenfalls nicht ohne mechanische Wirkungen äusseren Drucks, erklären. Hier dürfte vielleicht zuerst an PLATES Erklärung der Entstehung der Heterostrophie erinnert werden, ohne sie uns zu eigen zu machen; es soll die „Umkipfung“ der Larvenschale (Heterostrophie) nur durch einen bei völlig asymmetrischer Schalenbildung wirkenden ganz einseitigen Druck von der fortwachsenden Windung her stattfinden, der bei dem Spiralwachstum der ersten definitiven Windungen endlich die Larvenschale umkippen lässt. Die Larvenschale müsste dann bis zu einer bestimmten Grenze eine gewisse Nachgiebigkeit in der Form und Lage besitzen, könnte für diesen Fall auch Zusammendrückungsspuren zeigen, wenn solche nach der Konsistenz der Schale selbst noch möglich sind.

Sollte vielleicht bei *Palaeorbis* die sich ansetzende definitive Windung durch Rückdruck auf die etwa membranöse Schale derart runzelnd eingewirkt haben? Dem gegenüber ist zu bemerken, erstens dass die Runzelung schon zu einer Zeit vorhanden ist, wo noch nichts oder nur ganz wenig von der definitiven Windung gebildet ist; zweitens dass da, wo die definitive Schale in gering angesetztem Sektor noch ganz schwach verkalkt ist (ihre Skulpturlinien noch fein und zart sind), jene Runzeln schon viel stärker verkalkt sind; dies zeigt einerseits die geringere Möglichkeit der Einwirkung der definitiven Schale auf die Larvenschale, andererseits einen zeitlichen Vorsprung der letzteren, der sich nicht nur auf die Verkalkung, sondern noch vielmehr auf die Skulpturentstehung beziehen muss;

¹⁾ Nach BUCHNER fehlt den Süsswasserpulmonaten der eigentliche Spindelmuskel, der zum Teil das energische Zurückziehen des Tieres in die Schale, zum Teil die Befestigung bewirkt; letztere soll bei *Planorbis* auch durch den ausserordentlich langen Eingeweidesack bewirkt werden; doch setzt sich nach BUCHNER an der Basis der letzten Windung, diametral der Mündung der Schale gegenüber, eine verdickte Partie des Hautmuskelschlauchs fest, welche bei der eigentümlichen Bewegungsart dieser Tiere unter der Wasseroberfläche dem infolge der Schwimmbblasenwirkung des Lungensacks vorkommenden Umkippen der Schale entgegenwirkt; die Limnaeaschale ist hierin bevorzugter und es ist vielleicht durch alle diese Umstände erklärlicher, dass bei *Planorbis* gelegentlich (foss.) eine vollständige Abweichung von der Tellerform und Übergang zur Limnaeidenform bei Arten mit geringerer Anzahl von Windungen möglich ist.

drittens ist es kein Zweifel, dass die Runzelung entstanden ist mit oder wenigstens unmittelbar vor der Bildung des stets verdickten Mundsaums der Larvenschale, da dieser als letzte Bildung der ganzen Phase die äussersten Runzeln regelmässig abschneidet, d. h. ihre weitere Erstreckung und Verlängerung über etwa noch entstehende Schalentheile beschränkt.

Die oben erwähnte Unterbrechung der Rippen an der stärker verkalkten Naht beweist, dass sich hier der Runzelung ein Widerstand entgegenstellte, der nur in der stärkeren Verkalkung, d. h. dem vorgeschritteneren Schalenwachstum beruhen kann. Von diesem Schalenwachstum ist aber jede normale Skulpturentstehung nicht zu trennen, auf welche daher die Runzelung nicht zurückgeführt werden kann, da sie von jenem unterbrochen ist. Sie ist eine vom Schalenwachstum völlig unabhängige Erscheinung.

Demnach ist es wohl kein Zweifel, dass gegen Ende des Larvenlebens die jetzt fast $1\frac{1}{2}$ Windungen umfassende Schale unter einem sich ziemlich gleichbleibenden Druck stand, welcher von der der Mundöffnung zugewandten Seite und von der vor ihr liegenden Region auf beiden Schalenflanken quer über die Naht verlaufend wirken musste, dabei aber von hinten nach vorne mit derselben Stärke zurückstaute; es musste aber auch auf den Flanken ein einfaches Ausbiegen verhindert sein. Die oben erwähnte Tatsache, dass das definitive Schalenwachstum sofort eine Vermehrung des Schalenlumens bewirkt, legt den Gedanken nahe, dass die Runzelung eine Folge der reziproken Verhältnisse in der vorhergehenden Lebensphase, besonders am Schluss derselben ist, d. h. die Folge einer Raumverminderung bei einer allseitig umgebenden Einengung des Schalenwachstums.¹⁾

Man wird hierdurch zu dem Schluss berechtigt, dass das Larvenleben und die Metamorphose im Ei stattfand, wie wir dies von den Pulmonaten wissen, denen die freilebende Larvenentwicklung fehlt; man wird verstehen, dass vor dem Austritt des reifen Tieres aus dem Ei dieses mit seiner Schale am meisten beengt sein muss und nur wenig besondere, äusserliche und örtliche Umstände dazu gehören können, dass sich entweder voluminösere Larven entwickeln oder die Eischale erst später durchbrochen wird. Hierbei ist zu bedenken, dass man im Beginn des Pulmonatenstammes sich befände, hier wie bei dem marinen *Oncidium* noch von den Prosobranchiern überkommene Larvenorgane (vgl. Velum) im Ei zur Ausbildung kommen konnten, welche am Schlusse des Eilebens in angegebener Weise beengend wirken mussten. Andererseits ist auch wahrscheinlich, dass die Süsswasserpulmonaten von marinen, ursprünglich schon dipneumonischen Prosobranchiern abstammen und nicht erst im Süsswasser den Übergang von Kiemenschnecken zu Lungenschnecken durchgemacht haben; für Pulmonaten der Kohlenformation, woselbst in der Geschichte der Formationen zum ersten Male in umfassendster Weise ausgesprochene Inlandbecken mit nicht marinen Anzeichen auftreten, wäre daher in der Stammesgeschichte auch die Möglichkeit gegeben, Süsswasserpulmonaten an ältere marine Pulmonatenvorfahren unmittelbar anzuschliessen. Während dabei der Embryo im Ei unter der Veränderung der Lebensbedingungen noch keinen

¹⁾ Ich erinnere daran, dass die Embryonen von *Lacerta* wie ein Posthorn gekrümmt im Ei liegen, dass sogar die der Schlangen in eine ganze Reihe von Windungen eingerollt sind. MARSHALL (Zeitschr. HUMBOLDT, 1886, V. S. 243) glaubt, dass die Längenentwicklung bei Schlangenembryonen schon zum Ausdruck komme, die Eihülle selbst aber nicht in derselben Masse mitwache. Dass der Embryo bei *Palaeorbis* planorbidenartiger scheint, die Schale selbst aber im Längenwachstum sehr retardiert ist, das wäre ein analoger, wenn auch umgekehrt liegender Fall (vgl. unten).

weiteren Einflüssen unterliegt,¹⁾ wird das ausgeschlüpfte freie Tier und noch die von dem Geschlechtstier dem Ei mitgegebene Eikapsel mit Nahrungsinhalt unter solchen wohl eher zu leiden gehabt haben; hierauf möchte ich die bei der definitiven Schale von *Palaeorbis* gegenüber der Larvenschale zu bemerkende Retardation im Längenwachstum einerseits und ein von der verringerten Grösse des Geschlechtstieres beeinflusste Unzulänglichkeit der Eihülle mit Nahrungsinhalt gegenüber dem Embryo andererseits zurückführen.²⁾ — Ich bin weit davon entfernt, diese Erörterung der Wahrscheinlichkeiten für Gewissheiten ausgeben zu wollen; sie gehört aber zur provisorischen Abrundung und möglichsten Vertiefung des Gegenstandes; sie wird zukünftigen Bearbeitern verwandter Fossilien Gelegenheit geben, zu prüfen, wie andere Tatsachen hiermit in Einklang oder Widerspruch stehen.

Hierdurch könnten also die Nucleusverhältnisse für *Palaeorbis* als Süßwasserpulmonaten weniger anormal erscheinen, wie wir auch anführen können, dass z. B. bei der pulmonaten *Cryptella ambigua* (einem tropischen Limaciden), bei der auch merkwürdige Eierscheinungen vorliegen sollen, ein von der definitiven Schale deutlich abgesetzter eigenartiger Nucleus bekannt ist (vgl. Br., Kl. u. O., III., 2., S. 1235).

Die Tatsachen der Larvenschale bieten also wohl neue Anhaltspunkte für die Einreihung von *Palaeorbis* bei den Lungenschnecken, eine Frage, die begreiflicherweise für geologisch so alte und so isolierte Fossilien lediglich nach der Schale zu entscheiden äusserst umständlich ist, in manchen Fällen selbst unmöglich sein kann; die etwa nicht dafür sprechenden Tatsachen scheinen nach allem, was der Berücksichtigung wert erachtet werden kann, nicht gerade ausschlaggebend.

Die Einreihung unter den Süßwasserpulmonaten, speziell der Anschluss an die Limnaeiden bzw. Planorbiden ist bis jetzt somit auch nicht näher zu präzisieren; hierzu kommen noch die Schwierigkeiten in der Stammesgeschichte, wie in der Systematik der Planorbiden selbst. O. BUCHNER, der die eingehendste anatomische Bearbeitung der einheimischen Planorbiden veröffentlicht hat, glaubt, dass „sie mit zu den ältesten Formen der Süßwasserschnecken gehören“, jedoch wahrscheinlich andere marine Gattungen zu Ahnen hätten als die Limnaeiden. „Vielleicht beruht sogar die augenscheinliche Einheit der Gattung *Planorbis* selbst nur auf Konvergenzerscheinungen!“ — Jedenfalls betrachtet er unseren typischen *Planorbis corneus* als die phylogenetisch jüngste Form, während er *Pl. nitidus* und *complanatus* (zur Gruppe *Hippeutis* gehörig), andererseits *Pl. albus* und *cristatus* (zur Gruppe *Gyraulus* gehörig), nach gewissen anatomischen Merkmalen übereinstimmend, als viel ältere Typen ansieht.

Letztere Planorbidengruppen sind aber auch jene, auf deren vereinzelte Vertreter wir bezüglich der Einrollung und Skulptur der definitiven Schale von *Palaeorbis* verweisen konnten.

¹⁾ Ich berufe mich hierbei z. B. wiederholt auf die Erhaltung des eigentlich zum Schwimmen dienenden Velum im Ei von *Oncidium*.

²⁾ Bei den Nachkommen hätte sich dann beides wieder ausgeglichen: Zulänglichkeit der Eihülle und stärkeres Spiralwachstum des Geschlechtstieres; die Larvenschale zeigte dann keine Runzelung und die definitive Schale keine Veränderung der Einrollung; die Kerbe verschwände von selbst.

Tafel-Erklärung.

[Die Zahlen in den Figuren selbst bedeuten die natürlichen Grössen in Millimetern.¹⁾]

Fig. 1—5. *Palaeorbis palatinus*; Fig. 1 von unten; Fig. 2 von oben und halbschief von dem Aussenteil der Windung; Fig. 3 von oben; Fig. 4. Aussenseite der Windung; Fig. 5 mit Teilen der Larvenschale: Fundort Eberburg, Odenbacher Schichten. **Fig. 6.** Unbestimmbarer Rest, zugleich mit *Palaeorbis palatinus* in den Odenbacher Schichten bei Eberburg gefunden; er ist teils von der Schalensubstanz entblöst und angewittert. **Fig. 7—17.** *Palaeorbis vorax*, aus der Tertia-Kohle der Nürschaner Flötzgruppe — Pilsener Becken; (Fig. 7—11 und 15. Unterseite der Schale, Fig. 12—14 und 17. Oberseite), die zarten Schälchen sind in verschiedener Weise im Schiefer deformiert. **Fig. 7.** Definitiver Schalenabschnitt sowohl an seinem Anfang, wie seinem Ende durch Druck etwas von der Larvenschale gelöst. **Fig. 8** zeigt durch Eindrückung der letzten Windung entstehende Täuschungsbilder (vgl. Fig. 17). **Fig. 9.** Das ausgewachsenste Exemplar mit der noch erkennbaren Larvenschale. **Fig. 10** stärker flachgedrückt, ein etwas jüngeres Stadium als Fig. 9. **Fig. 11** zeigt die Larvenschale mit Ansatz der definitiven Schale in ca. 50facher Vergrößerung; die Embryonalnaht und der verdickte Mundrand ist deutlich; man achte auf die ausserordentliche Verschiedenheit in der Skulptur. **Fig. 12.** Einseitig gestreckte Schale von der Oberseite. **Fig. 13 und 14.** Jüngere Stadien mit noch nicht ganz umhüllten Larvenschälchen, der jüngste Teil der definitiven Schale beim Ansatz an den Larvenschälchen abgebrochen und durchgedrückt; hier ist der Ansatz nirgends normal erhalten. **Fig. 15 und 16** jüngste aufgefundene Stadien noch vor oder beim Beginn des Ansatzes der definitiven Schale; in Fig. 16 ist übrigens der Mündungsabschnitt noch viel fragmentärer erhalten als bei Fig. 15, wo wenig fehlt, die Naht aber undeutlicher ist; die Verkalkung ist sehr gering und die Runzelskulptur zerdrückt. **Fig. 17.** Kopie nach FRITSCH (vgl. oben S. 130 u. Fig. 8). Die wahre Naht dürfte in der angedeuteten Punktlinie liegen und bei der Beleuchtung des Objekts von links, wie dies unter dem Mikroskop bei auffallendem Licht leicht der Fall ist, unsichtbar geworden sein. **Fig. 18.** Kopie nach v. BENEDEK und COEMANS. **Fig. 19.** Kopie nach H. BR. GEINTZ. **Fig. 20—21.** Kopie nach GERMAR-GOEPFERT, **Fig. 22.** *Microconchus (?) hamatus* GOLDENBERG. Kopie nach GOLDENBERG.

¹⁾ Alle Kopien sind durch die photogr. Verkleinerung um ein Fünftel linear verkürzt; die Forderung einseitiger Beleuchtung für sämtliche Figuren und gleicher Orientierung der Mundöffnung konnte bei diesen Zeichnungen mit Hilfe des Mikroskops nicht eingehalten werden.

Die Bahnaufschlüsse bei Fünfstetten am Ries und an anderen Punkten der Donauwörth-Treuchtlinger Linie.

Von

Dr. Ludwig von Ammon.

Zur Zeit wird im südlichen Teil unseres Juragebietes eine neue Bahnlinie, die die Verbindung von Donauwörth mit Treuchtlingen herstellt, gebaut. Ihre 34 km lange Tracé läuft hauptsächlich in dem zum bayerischen Kreis Schwaben gehörigen Teil der Fränkischen Alb durch, welches Gebiet sich durch besondere geologische Eigentümlichkeiten auszeichnet, da es bereits zu dem von den Riesphänomenen betroffenen Territorium gehört. Entlang der neuen Linie sind zahlreiche Einschnitte entstanden, die belehrende Aufschlüsse gewähren: es dürfte daher geraten sein, die wichtigeren dieser neuen Aufdeckungen kurz zu besprechen. Es sei dabei gleich vorausgeschickt, dass es nicht im Plane liegt, die schwierigen Verhältnisse der Riesgeologie näher zu erörtern; es soll hier nur über einiges an den vorhandenen Aufschlusspunkten Beobachtete mit wenig Worten berichtet werden, hauptsächlich auch aus dem Grunde, um die Aufmerksamkeit derjenigen Geologen, welche mit so grossem Eifer und schönen Erfolgen gegenwärtig mit der Lösung der verwickelten Riesfragen sich beschäftigen, auf die neuen Stellen zu lenken und sie so zu veranlassen, ihre fruchtbringenden Studien auch auf diese Punkte auszudehnen.

Vorteilhaft für die Beobachtung erwiesen sich insbesondere die viel Neues bietenden Bahneinschnitte in der Fünfstetter Gegend, was auch im Titel dieser Arbeit zum Ausdruck gelangte, und dann bei Weilheim, nördlich von der Stadt Monheim.

Wo die Bahnlinie im Gebiete östlich von Fünfstetten die flachen Rücken des Plateaus bei der Querung der Strässchen nach Itzing und Flotzheim durchschneidet, sind prächtige Aufschlüsse in jurassischen (auch älteren jurassischen) Bildungen und in den Trümmerschichten (den Riesschuttmassen) geschaffen worden, während ein ziemlich langer, den Breccienkalk des weissen Jura und die hier hauptsächlich mit demselben Material erfüllten Trümmerlagen entblössender Einschnitt weiter nordöstlich bei Nussbühl, östlich vom Asbacher Hof, sich befindet.

Im Nussbühler Einschnitt — um auch die **Höhenverhältnisse** der Bahnlinie kurz zu erwähnen — hat die Trace ihre grösste Höhe (510 m) erreicht. Etwa 40 m tiefer liegt der Bahnhof Mündling, während die Station Donauwörth einem Niveau angehört, das um mehr als 100 m niedriger ist als das des Geleises am Nussbühler Plateau. Auf der nördlichen Abdachung kommt die Basis des 20 m hohen Weilheimer Einschnittes etwa 30 m tiefer zu liegen als der beim Asbacher Hof durchziehende Teil der Linie, in Vergleich zu welcher Höhe (510 m) der Bahnhof Möhren ungefähr 60, die Station Treuchtlingen 90 m tiefer sich befindet.

Es darf nicht unerwähnt bleiben, dass in manchen Teilen der Strecke mit den Arbeiten erst angefangen wird, andererseits, dass bei mehreren Einschnitten, auch wenn sie jetzt schon eine starke Ausfurchung zeigen, eine beträchtlich grössere Tiefe noch erreicht werden muss. Das ist z. B. beim Weilheimer Einschnitt der Fall, auch der Nussbühler wird eine weitere Aufdeckung des Gesteins um 8 m erfahren. Es ergibt sich sonach, dass mehrorts die Aufschlüsse dem Beobachter späterhin ein anderes Bild als gegenwärtig gewähren werden. Doch schien mir notwendig, schon jetzt die Begehungen an der ganzen Strecke zu machen und das Geschehene in kurzer Schilderung wiederzugeben: die Einebnung und der Anbau der Böschungsf lächen schreitet stetig vor, an zahlreichen während des Baues deutlich erschlossenen Punkten wird daher nach einiger Zeit kein Einblick in die Einzelheiten mehr ermöglicht sein.

Es wird notwendig sein, mit ein paar Worten einiges allgemeine aus der **Riesgeologie** vorzuschicken.

Die Gegend von Fünfstetten gehört zum **Vorries**. Unter dieser Bezeichnung wird in neuerer Zeit der mit besonderen Eigentümlichkeiten versehene Landstrich begriffen,¹⁾ der ausserhalb der eigentlichen Rieseinsenkung liegt und von dieser meist durch mehr oder weniger deutliche Randzonen getrennt ist. Im Rieskessel selbst scheint im Untergrunde ein kuppelförmiger Aufbau von Urgebirgsgestein vorwaltend granitischer Natur ausgebildet zu sein. Das Vorriesland stellt sich den vom Ries weiter abgelegenen, für das bayerische Gebiet hauptsächlich nach Osten zu sich ausbreitenden Teilen des geschlossenen Juraplateaus gleichfalls, wie neuere Autoren meinen, als eine Art Senke dar. BRANCO und EB. FRAAS waren²⁾ es, die zuerst den glücklich gewählten Namen Vorries in die Wissenschaft einführten. Eine auffällige Erscheinung, der man häufig im Gebiete des Vorrieses begegnet, ist die Vergriesung oder Bildung von Trümmerkalk, in welchen sich das ursprünglich kompakte und unversehrte Juragestein umgewandelt hat. Man schreibt neuerdings die Zertrümmerung oder Vergriesung gewaltigen Explosionsvorgängen zu und fasst diese als ein frühes Entwicklungsstadium vulkanischer Erscheinungen auf.³⁾ Wo die vulkanischen Phänomene in stärkerem Grade sich geäussert haben,

¹⁾ W. BRANCO, Das vulkanische Vorries und seine Beziehungen zum vulkanischen Riese bei Nördlingen, Berlin 1903 (Abhandlungen der K. preuss. Akademie der Wissensch. vom Jahre 1902). — W. v. KNEBEL, Studien über die vulkanischen Phänomene im Nördlinger Ries. Zeitschr. d. Deutsch. geolog. Ges. Bd. 55, 1903.

²⁾ BRANCO und FRAAS, Das vulkanische Ries von Nördlingen in seiner Bedeutung für die Fragen der allgemeinen Geologie. Abhandlungen d. K. Akad. d. Wissensch. Berlin 1901. — E. FRAAS, Das geologische Problem im Ries. Jahreshefte des Vereins für vaterländ. Naturkunde in Württemberg. 57. Jahrg. 1901, Sitzungsber. S. LXXXV.

³⁾ BRANCO, Die Griesbreccien des Vorrieses als von Spalten unabhängige, früheste Stadien embryonaler Vulkanbildung. Sitzungsber. d. K. Akad. d. Wissensch. XXXVI, 1903.

befinden wir uns bereits im engeren Ries. Die Explosionen und die etwas später erfolgten Durchbrüche des vulkanischen Tuffes werden als spätmittelmocän angenommen.¹⁾ Über die erwähnten, auch für allgemeine Fragen in der Geologie hoch bedeutungsvollen Punkte sind gerade in neuerer Zeit mehrere wichtige Arbeiten²⁾ erschienen. Als die Verfasser solcher wertvoller Beiträge zur genaueren Kenntnis unseres Rieses sind ausser den beiden schon oben angeführten Forschern namentlich KOKEN und v. KNEBEL zu nennen.

Die Gegend von Fünfstetten zeichnet sich, wie auch die im Nordosten anschliessende von Otting und Weilheim, d. h. das ganze Gebiet nordwestlich von Monheim, durch besonders reichliche Entwicklung der Griesbreccien und Trümmerkalke aus. Das ist übrigens auch der Fall im Gebiete nach Südwesten hin, z. B. bei Mündling, und der Strich Mauern—Ebermergen—Wörnitzstein, den die Bahn bei Osterweiler und an den Gehängen des Ollach- oder Ellerbachtälchens anschneidet, bildet sogar ein besonders ausscheidbares Erschütterungsgebiet.³⁾

Ein Vorkommen von vulkanischem Tuff wurde durch die Bahnarbeiten, wenigstens bis jetzt, nicht aufgedeckt. Bei Otting läuft jedoch die Bahn ziemlich nahe (etwa 300 m) an einer ausgedehnten Trassablagerung, die sich nordwestwärts vom genannten Dorfe ausbreitet, vorbei.⁴⁾ Bei dieser Gelegenheit möchte ich ein schönes Exemplar einer vulkanischen Bombe vorführen, die ich seinerzeit am Kolbshügel bei Bollstadt, südlich von Nördlingen, eingesammelt habe (s. Figur 1, Seite 148). Die Bombe, die verkleinert dargestellt ist, besitzt in der Originalgrösse die ansehnliche Länge von 28 cm bei einer Breite von 14 cm. Bei der Stellung der Bombe, wie sie die Figur a des Bildes zeigt, werden die beiden Längsränder

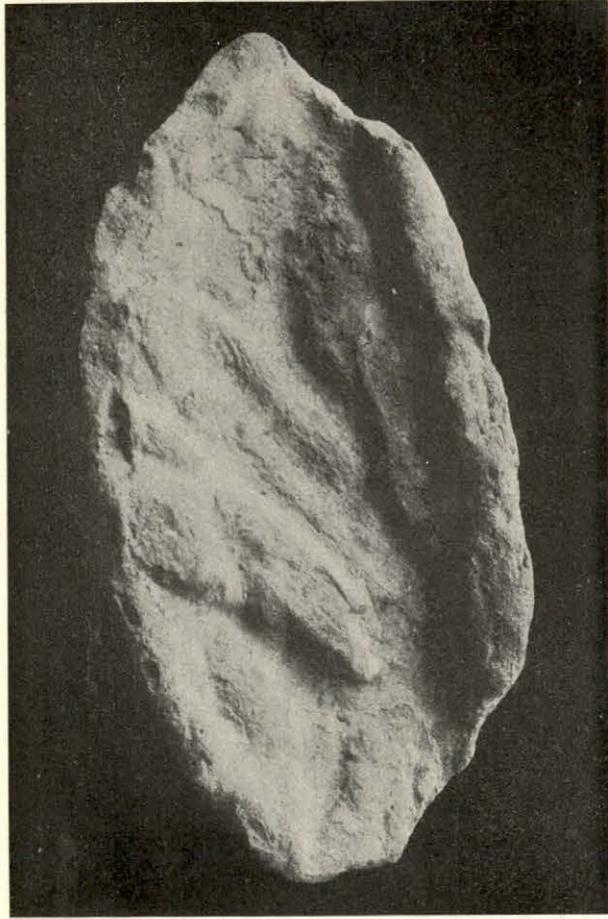
¹⁾ W. v. KNEBEL, Weitere geologische Beobachtungen am vulkanischen Ries bei Nördlingen. Zeitschr. d. Deutsch. geol. Ges. Bd. 55, 1903.

²⁾ Zu den bereits genannten Veröffentlichungen kommen noch hinzu: E. FRAAS, Die geologischen Verhältnisse im Ries. Berichte über die Versamml. des Oberrhein. geol. Ver. Stuttgart 1903; KOKEN, Geologische Studien im fränkischen Ries I. und II., Neues Jahrb. für Min., Geol. u. Nat., Beilageband 12 und 15, 1889 und 1902; derselbe, Die Schlißflächen und das geologische Problem im Ries. N. Jahrb. für M., G. u. P. 1901; v. KNEBEL, Beitrag zur Kenntnis der Überschiebungen am vulkanischen Ries von Nördlingen. Zeitschr. d. Deutsch. geol. Ges. Bd. 54, 1902; derselbe, Die vulkanischen Überschiebungen bei Wemding am Riesrand. Ebenda Bd. 55, 1903. — Auch die vulkanischen Tuffe haben neuerdings einen Bearbeiter gefunden (Jahresh. d. Ver. für vaterl. Naturkunde in Württemberg, Jahrg. 1905), in dieser von R. OBERDORFER geschriebenen Abhandlung ist, wie auch bei v. KNEBEL, die gesamte geologische Riesliteratur zusammengestellt. — Vergl. auch KLAUTZSCH, Neuere Arbeiten zur Geologie des Rieses bei Nördlingen. Naturw. Rundschau 18, 1903.

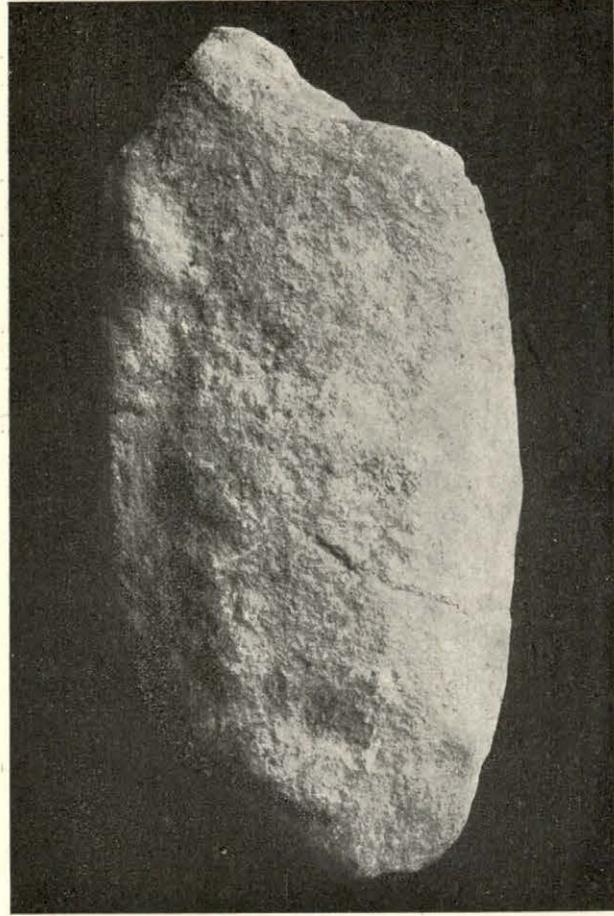
Einer älteren Phase in der Geschichte unserer Kenntnis der geologischen Verhältnisse vom Ries gehören die bei den beiden letztgenannten Autoren gleichfalls zitierten grundlegenden Arbeiten von GÜMBEL, DEFFNER und O. FRAAS an. Auch SANDBERGER hat einen Beitrag zur Riesgeologie geliefert im Kapitel „Binnenmollusken der Süßwasserschichten des Rieses bei Nördlingen“ seines Werkes, Die Land- und Süßwasserconchylien der Vorwelt 1870—1875, S. 622 ff. Zur Vervollständigung des Hinweises der auf das Ries sich beziehenden Schriften, falls dabei nicht allein rein geologische Darstellungen in Betracht kommen müssen, sei noch erwähnt CHR. GRUBER, Das Ries, eine geognostisch-volkswirtschaftliche Studie, Leipzig 1899, worin das Ries als eine geographische Einheit geschildert wird, und A. FRICKINGER, Der Ries-See, sein Entstehen, Bestehen und Verschwinden (36. Bericht des Naturw. Ver. für Schwaben und Neuburg in Augsburg); der Verfasser der zuletzt aufgeführten Publikation trat bekanntlich als einer der ersten Pioniere zur Erschließung des Rieses in naturwissenschaftlicher Beziehung auf.

³⁾ v. KNEBEL loc. cit. (siehe Anmerkung 1 dieser Seite), S. 29.

⁴⁾ Ein kleiner bis jetzt noch nicht bekannter Flecken von vulk. Tuff (S. 173) befindet sich nahe an der Strecke der von Fünfstetten über Flotzheim nach Monheim sich ziehenden Lokalbahn.



a



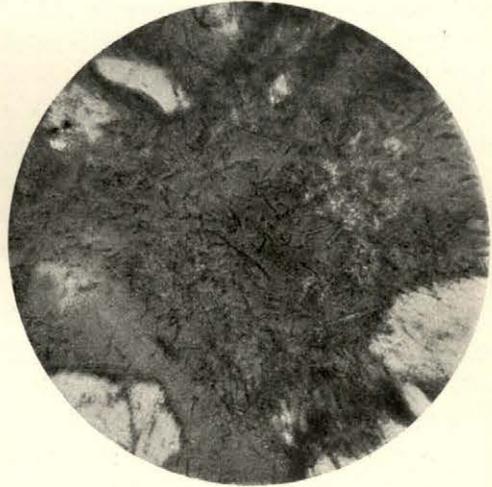
b

Figur 1.

Vulkanische Bombe vom Kolbis bei Bollstadt. (Um etwa ein Drittel verkleinert.)

von der „Randnaht“ oder dem „muschelschlossähnlichen Rande“ und der gegenüber befindlichen, in derselben Ebene liegenden „Knicknaht“ gebildet.¹⁾ Die schrägen Streifen in dem eingetieften Teil der Bombenoberfläche (siehe Figur a) dürften den „schraubenartigen Windungen“, die der unten angezogene Autor erwähnt, entsprechen und deuten an, dass in unserem Falle eine Rotationsbombe vorliegt. Bekanntlich findet man auch flache, kuchenförmige Projektile nicht selten, namentlich aber sind tauförmige Gestalten²⁾ häufig. Die Gesteinsmasse der Bomben ist bekanntlich glasiger Art. Bis in die neueste Zeit ist noch kein mikroskopisches Bild des Rieser Eruptivgesteins veröffentlicht worden, weshalb ich ein solches hier beisetze (Figur 2); übrigens hat jüngst auch OBERDORFER³⁾ eine Abbildung (Glasige Bombe von Hohlheim, Schliff) gegeben. Das hier im Dünnschliffsbilde (Figur 2) sichtbare Gestein entstammt

einer Auswurfsmasse aus dem Tuffvorkommen zwischen Forheim und Aufhausen, südlich von Nördlingen: helle (z. B. in der Mitte der Figur nahe am linken Rande) und dunkle (Mitte der Figur) Glasmasse ist schlierenartig miteinander vermengt; als grössere Einschlüsse zeigen sich Kristallfragmente, die, wohl von anderen Gesteinsarten stammend, in das Magma hineingelangen und zum Teil feldspatiger Natur (die breiteren, hellen Partien des Bildes), zum Teil Quarztrümmer (länglicher, unten etwas gebogener heller Einschluss am oberen Rande) sind. Sehr zahlreich sind in der Glasmasse wurmförmig gekrümmte Mikrolithe enthalten, namentlich in den



Figur 2.

Glasige Bombe (Dünnschliffsbild) von Aufhausen.

basischeren, dunklen Schlierenteilen treten sie, wie man aus der Figur ersieht, gehäuft auf. Eingehendes über die petrographische Ausbildung der Riesbomben findet man bei dem letzterwähnten Autor vor. Das Eruptivgestein des Rieses wurde seither von den meisten Geologen zu den Lipariten gestellt; neuerdings neigt man sich jedoch sogar, wie dies namentlich von SAUER ausgesprochen⁴⁾ wurde, der Ansicht zu, dass das Riesmagma ursprünglich basischer Natur gewesen und durch Aufnahme von sauren Gesteinen, wie Graniten, selbst sauer geworden sei.

Wir werden nun bei unserer Betrachtung dem Laufe der Strecke von Süden nach Norden folgen.

Die Bahn wendet sich vom Bahnhof **Donauwörth** aus zunächst nach Nordwesten und schlägt dann nach Überschreitung der breiten Wörnitzalfurche bis zum Hornwald bei Gunzenheim die reine Nordsüdlinie ein. Schon bald, nämlich in der Nähe von Osterweiler, stösst man auf einen instruktiven Einschnitt, der

¹⁾ Vergl. BERWERTH, Über vulkan. Bomben von den canarischen Inseln, nebst Betrachtungen über deren Entstehung S. 409 u. 410 (Annalen des K. K. Naturhist. Hofmuseums, IX. Bd. Wien 1894).

²⁾ BERWERTH, loc. cit., Taf. XXII, Fig. 2.

³⁾ OBERDORFER RICH., Die vulkan. Tuffe des Ries bei Nördlingen (Jahresh. d. Ver. für vaterl. Naturkunde in Württemberg, Jahrg. 1905), Taf. 1, Fig. 2.

⁴⁾ Jahresh. d. Ver. für vaterl. Naturk. in Württemb., 57. Jahrg., 1901, Sitzber. S. LXXXVIII.

weiter unten mit dem benachbarten Binsberger Einschnitt noch kurz besprochen werden soll; an den meisten übrigen Entblössungen, denen wir von Donauwörth bis Fünfstetten an der Linie begegnen, wollen wir jedoch ziemlich rasch vorübergehen, dagegen werden die Aufdeckungen bei Fünfstetten und einiger wichtiger Stellen zwischen Otting und Treuchtlingen wiederum Stoff zu etwas ausführlicherer Schilderung geben.

Im **Wörnitztal** wurden bei Felsheim gelegentlich der Vorarbeiten für den Bahnbau einige Bohrungen¹⁾ ausgeführt; dieselben gingen vom Talgrund aus bis zu 17 m tief nieder, hatten aber nach den vorliegenden Bohrproben, die meist aus lettigen oder auch sandigen Gebilden bestehen, kein älteres als vielleicht tertiäres Gebirge erreicht. Ein Teil dieser Absätze erweist sich schon dem Aussehen nach als zum reinen Alluvium gehörig, doch scheinen an der Talausfüllung auch umgelagerte oder verstürzte Schichtenmassen aus der Albüberdeckung sich beteiligt zu haben. Ich beschränke mich hier darauf, das Profil eines Bohrloches südlich (I) und das eines nördlich (V) vom Flusse anzugeben; der Ansatzpunkt von I befindet sich 1,4 m, der von V 0,75 m über dem Wörnitzspiegel, der zu Beginn August 1902 die Cote 400 m einnahm; Bohrstelle I ist vom südlichen Rand des Wörnitzflusses 15 m, Bohrpunkt V vom nördlichen 32 m entfernt gelegen. Im Bohrloch I, das eine Tiefe von 12,7 m erreicht, sind folgende Schichten von oben nach unten angetroffen worden: Bedeckung 1 m Humus, a) 0,62 m gelber, zäher Letten; b) 1,25²⁾ kalkig-toniger, weisser Quarzfeinsand; c) 1,33 wie b ockergelber, kalkiger Letten; d) 0,27 graugelber, kalkigsandiger Letten; e) 4,03 blassbräunlich-grauer, stark kalkiger, mit ziemlich groben Quarzkörnern durchspickter Letten, weisse Sandstreifen und graue, sowie rötliche Tonfetzen einschliessend; f) 0,40 schwärzlicher, kalk- und quarzsandiger Letten, sieht aus wie umgeändertes Material älterer (jurassischer) Schichten; g) 0,60 bräunlichgrauer, zum Teil graufleckiger kalk- und quarzsandiger Letten; h) 0,86 zäher, sehr harter, ockergelber Letten, im Bohrprofil ist dabei vermerkt: mit Kalksteinchen; i) 1,89 braungelber, sehr sandiger rauher Letten; k) 0,48 Brocken von dunkelblaugrauem Kalkmergel vom Aussehen des Opalinustones mit eingefügten Kalksteinbröckchen und strichweise durchsetzt von feinsten weissen Kalklamellen, die in ihrem bogigen Verlauf eine Faltung und Quetschung des Gesteins anzeigen, sind eingeschlossen in graugelbem, stark sandigem Kalkletten; im Bohrregister ist bei k noch Kalkstein vermerkt, der auch als Unterlage angeführt wird. Es dürfte sich aber hier nur um verstürzten Kalk oder einen grösseren Einschluss von solchem in der jüngeren Talausfüllungsmasse handeln. Aus der benachbarten Bohrung II, die 16,4 m tief abgestossen wurde, kam bei 12 m Tiefe unter einem 1/2 m dicken Kalkstein wieder gelber Letten zum Vorschein. Die Proben von a, c und h erinnern dem Gestein nach an die zähen gelben Letten der Juraüberdeckung oder an die im südlichen Teil des gleich näher zu erwähnenden Osterweiler Einschnitts vorhandenen, dort wohl tertiären, gelben

¹⁾ Die Bohrergergebnisse wie auch zum grössten Teil die Bohrproben sind mir durch gütige Vermittlung der Kgl. Generaldirektion der Kgl. B. Staatseisenbahnen von der Kgl. Eisenbahnbau-sektion Donauwörth zugestellt worden. Es möge mir bei dieser Gelegenheit gestattet sein, den genannten Behörden dafür, sowie für die gefällige Übersendung eines Situations- und Übersichtshöhenplanes der Bahnstrecke meinen ganz ergebensten Dank zum Ausdruck zu bringen. Zugleich fühle ich mich verpflichtet, noch besonderen Dank Herrn Kgl. Oberregierungsrat WEIKARD für sein freundliches Entgegenkommen in dieser Sache auszusprechen.

²⁾ Neben die in diesem und folgendem Profile aufgeführten Ziffern ist das Meterzeichen gesetzt zu denken, das der Kürze halber weggelassen wurde.

Letten. Diese lettigen Gebilde werden hier als umgelagertes oder als in den Alluvialschutt hineingeschobenes Gesteinsmaterial aus der Juraüberdeckung oder deutlicher tertiärer Abstammung aufzufassen sein. Dass auch ursprünglich ältere Absätze durch einfache oder wiederholte Umlagerung mit zur Bildung des Talausfüllungsschutttes verwendet worden sind, beweisen, abgesehen von den Malmkalksteinstücken, jene Brocken pelitischer Substanz mit jurassischem Gepräge. Mehr den Charakter einer jüngsten Bildung tragen die Gesteinsproben von b, e, i und auch die umhüllende Masse in k an sich.

Die 15 m tiefe Bohrung V liess erkennen oben 1 m Humus, darunter a) 7,32 dunklen, mit grauem, kalkigem Lehm vermengten Alluvialsand; b) bis d) 4,49 marmorierten, gelbroten Letten, kalkig und grobsandig, nach der Anordnung eingelagerter dünner Zwischenschichten scheinen auch hier Faltungen und Biegungen vorgekommen zu sein; e) 0,46 gelben Letten, ähnlich der Bohrung I; f) 1,62 schwarzen Ton; g) 0,11 gelben Letten mit zahlreichen Kalkbrocken; h) bis zum Tiefsten 0,35 lichtbläulichgrauen, sehr harten, feinsandigen Mergel von echt tertiärem Gepräge (Flinz): ob diese Lage schon anstehenden Untergrund darstellt oder als eine grössere Partie eines im Talausfüllungsschutt befindlichen Einschlusses aufgefasst werden muss, lässt sich vorerst nicht entscheiden. Eine 12 m nördlich von V niedergegangene Bohrung (Nr. VI) durchfuhr nach dem oberflächlichen Humus (1 m) und einer (1,47) humösen Lettenlage, der eine 0,69 m dicke sog. Schlammsschicht folgte, auf 4,8 m hin schwarzgefärbten Alluvialsand, unter welchem bis zur erreichten Tiefe von 9,5 m grauer, sandiger Letten und Sand, dem Ansehen nach gleichfalls von ganz neuer Bildung, sich zeigte.

Der **Osterweiler Einschnitt** durchzieht das Gelände am sog. Kapellen- und Sündenfeld. Die Baggerarbeiten zu seiner Ausgestaltung sind noch im Gange, weshalb der Einschnitt gegenüber der jetzigen Aufdeckung noch beträchtlich erweitert und vertieft werden wird. Nur auf folgendes sei hier kurz hingewiesen. Vor allem fällt ein dunkles, kohliges Lettenband auf, das, ^{der} den Einschnitt fertig ^{des Einschnitts} gedacht, etwa in der Mitte desselben oder nahe dieser in seiner nördlichen Hälfte liegt. Das 1 m dicke Band streicht quer (45° NO bis 225° SW) durch den Einschnitt; es ist im unteren Teil der Ostwand des Aufschlusses mit 45° geneigt, legt sich aber nach oben flacher und scheint dadurch einen gewölbeartigen Aufbau dieses aus tertiärem Material bestehenden Teiles des Einschnittes anzudeuten. Nach Norden zu unterlagern Letten den kohliges Streifen. Nach Süden zu folgt eine 15 m breite Partie von feinem grünlichem (mioänen) Sand, in welchem sich dünne kalkige Einschlüsse, sporadisch verteilt und zum Teil als Ausfüllung von Rissen auftretend, vorfinden. Eine steil gestellte Abstossungsfläche trennt ihn von einem zähen, grauen Letten, erfüllt mit Gesteinsbrocken verschiedener Art: das ist die im folgenden noch öfters zu erwähnende Ablagerung der Riesschuttbreccie oder der Trümmerschichten. Nahe beim Sand liegt eine kleine Jurascholle mit steil nach N. gerichteten Schichten von grauem, mit Hornsteinschnüren durchzogenem Plattenkalk; weiter südwärts kommen hauptsächlich ein paar grössere Partien von tertiärem Material (grünlicher Sand, gelber Letten) als Einschluss der ganzen Trümmerablagerung in Betracht, bis dieselbe etwas südlicher allmählich vollständig von ausgesprochen tertiären Lagen, worunter sich ein braunes Lettenband mit Kohle durch die seigere Lagerung besonders bemerkbar macht, verdrängt wird. Gegen Ende des Einschnittes sind buntgefärbte Schichten bei senkrechter Aufrichtung anstehend, wobei deren Schichtenköpfe sich nach oben flach aus-

ziehen; nebenan nach Süden zu treten wiederum sandige, grünlich gefärbte Lagen auf. In der benachbarten Füllgrube, durch die der südlichste Teil des Einschnittes führt, sieht man tertiäre, auch kohlehaltige Schichten in ziemlich steiler Stellung bei schalenförmigen Ausbissen ihrer einzelnen Bänke, die sich gegen aussen hin am Rand des Hügels horizontal legen. Auf der jetzt bereits zum Teil eingeebneten Westwand des Einschnittes bemerkt man mehrere grössere Jurablöcke mit glatter Gesteinsoberfläche. In früheren Stadien der Ausgrabung war im Einschnitt gleichfalls zumeist tertiärer Letten oder Sand zu sehen, ~~ausserdem beobachtete darin~~ Ad. SCHWAGER (Ende August 1904) eine steil (80°) geneigte, nach N 25° O streichende Verschiebungs- oder Sprungfläche mit Gleitfurchen darauf; die bunten Letten am Südrande scheinen über ihre Unterlage hinweggeschoben worden zu sein. Blöcke von Sandstein und tertiärem Konglomerat (obermiocän, ähnlich dem vom Hörele bei Nördlingen) lagen damals ziemlich gehäuft in der oberen Partie des Einschnitts. Ausserdem bringt Herr SCHWAGER zu seiner Beobachtung noch folgende Ergänzungen vor: In der Mitte des ^{Ende August 1904} zu jener Zeit etwa 5 m tiefen Einschnittes sah man einen Streifen von grüngelbem Sand, nach Norden schlossen sich 10 m bunte Letten, 30 m hellgrünliche bis braune Letten, ca. 40 m braune und dunkle Letten an und weiters 40 m marmorierte Letten, denen kompakte Sandschichten und grünlichgraue Letten folgten; an der Grenze zwischen den grünlichgelben Sanden und den Letten trat die vorhin erwähnte Kluft auf, deren Fläche ein Einschiessen nach 115° OSO zeigte und die den ganzen Einschnitt querte; bei einem späteren Besuche, so berichtet derselbe weiters, waren im nördlichen Teil grobe Quarzsande und gegen die Mitte zu ein dunkles Band einer lettigen Lage zu sehen, dann an der westlichen Wand steil gestellte, tonig veränderte Weissjurakalkschichten und am südlichen Ende jener mehrere grössere Jurablöcke mit scheinbar gefritteter, d. h. mit geglätteter Oberfläche.

Wir schliessen gleich die kurze Besprechung des nächstfolgenden Einschnittes an, der westlich von **Binsberg**, nahe der Nördlinger Strasse, an der Waldpartie Im Freiloos liegt. Der Einschnitt ist in den Überdeckungsgebilden der Trümmerschichten¹⁾ angelegt, nur ab und zu glaubt man geschlossene Lagen von Letten erkennen zu können. Die Ostseite des Einschnittes ist bereits nahezu ganz planiert; ihre Wand bietet wegen der petrographischen Verschiedenheit der einzelnen, häufig bunten Trümmernmassen eine farbenreiche Fläche dem Blicke dar. Vertreten sind die Gesteine des Riesuntergrundes: kristallinisches Material und von Sedimenten Gesteine des Tertiärs, der verschiedenen Jurastufen und der oberen Trias aus der Keuperformation; zur Muschelkalkzeit war in diesen Gebieten schon trockenes Land der vindelicischen Masse vorhanden. Von kristallinen Urgesteinen fand ich im Binsberger Einschnitt allerdings nur ein einziges Stück vor; das mürbe, graugrünligen Glimmer und stark zersetzten, etwas rötlich gefärbten Feldspat enthaltende Gestein scheint einem Amphibolgranitit mit ganz umgewandelter Hornblende anzugehören. Weisse, kaolinhaltige Sandsteine, die stellenweise mächtigere Einschlüsse bilden, dürften dem Tertiär entstammen. Bunte, meist karmoisinrote Letten rühren von zerfetzten Keuperschichten her, dagegen sind mir grell hellziegelrote Schieferletten — diese scharlachroten Lettenschiefer zeichnen sich durch einen hohen, nach den SCHWAGER'schen Untersuchungen bis über 15% betragenden Eisenoxydgehalt aus, der den der roten Keuperletten be-

¹⁾ Über die Trümmerschichten oder die Bunte Riesbreccie vergleiche die Anmerkung auf der nächsten Seite und die Schilderung auf S. 169.

deutend (um das Doppelte) übertrifft, grobsandige Beimengungen fehlen, es entstammen die Letten vielleicht der Eisensandsteinstufe des Doggers — ihrer Abkunft nach unbekannt. Unter den schwarzen Tonen, die in grösseren und kleineren Schichtentrümmern zahlreich auftreten, herrscht der Opalinuston vor; in einem derartigen Ballen fand ich folgende sein stratigraphisches Niveau beweisende Einschlüsse auf: *Leioceras opalinum* REIN. sp., *Grammoceras* cf. *Aalense* ZIET. sp. (= *A. Aalensis* DUMORTIER-Études paléont. sur les dépôts jur. du Bassin du Rhone, 4. part. pl. 50 fig. 3), *Belemnites* sp., *Belemnites Quenstedti* OPP., *Bel.* cf. *digitalis* ZIET., *Pentacrinus pentagonalis opalinus* QUENST. Am südlichen Ende des Einschnittes liegen mehrere grosse Klötze von vergriestem Jurakalk in der aufgedeckten Ablagerung.

Erwähnt mag werden, dass bei den geologischen Aufnahmsarbeiten am Gehänge südwestlich von Binsberg tertiärer Mergel mit Einschlüssen von grossen Austern (*Ostrea crassissima* LAM.) angetroffen worden ist; der im Osterweiler Ein-



Figur 3.

Abgewetzte und mit Schrammen bedeckte Oberfläche des Jurakalksteins.
Roter Bruch im Richterschlag bei Kaisheim.

schnitt auf eine Länge von 15 m entblösste Sand (s. oben S. 151) scheint gleichfalls mariner Entstehung zu sein.

Nördlich von Binsberg läuft die Bahn auf der Höhe des Juraplateaus neben dem Ollachtälchen, östlich vom Haupttal (Wörnitztal), fort. Es sind hier, im **Gebiete östlich von Ebermergen**, mehrere Einschnitte vorhanden, die auf der jurassischen Unterlage (meist Marmorkalk) eine ziemlich mächtige Decke von Trümmerschichten (Fetzen von braunem Jura — Oolith oder Eisensandstein —, Keuperletten, Weissjurabrocken mit zähem, grünlichgrauem Letten oder sandigen Gebilden in wirrer Lagerung zusammen) erkennen lassen.¹⁾ Im Karab oder Korb-

¹⁾ Den Trümmerschichten oder der Bunten Riesbreccie hat BRANCO in seinem Werke „Das vulkanische Vorries“ (loc. cit., diese Abh. S. 146) ein ganzes Kapitel, betitelt „Die grossen Massen Bunter Breccie nördlich von Donauwörth auf der Alb“, gewidmet, worauf hier verwiesen sein mag. Man vergleiche auch das bei Besprechung des Nussbühler Einschnitts (S. 169) über diese Ablagerung Vorzubringende. Ich bemerke hierzu noch folgendes: Die grosse Ausdehnung der Trümmerschichten auf der Juraplatte nördlich von Donauwörth ist mir durch die Revisionsarbeiten für die Blätter Nördlingen und Ingolstadt der Geognostischen Karte des Landes bekannt geworden; man hat aber nach den Intensionen der damaligen Leitung der Aufnahme wegen der Schwierigkeit der Abtrennung jener Trümmerablagerung von der allgemeinen Albüberdeckung die letztgenannten Gebilde in der

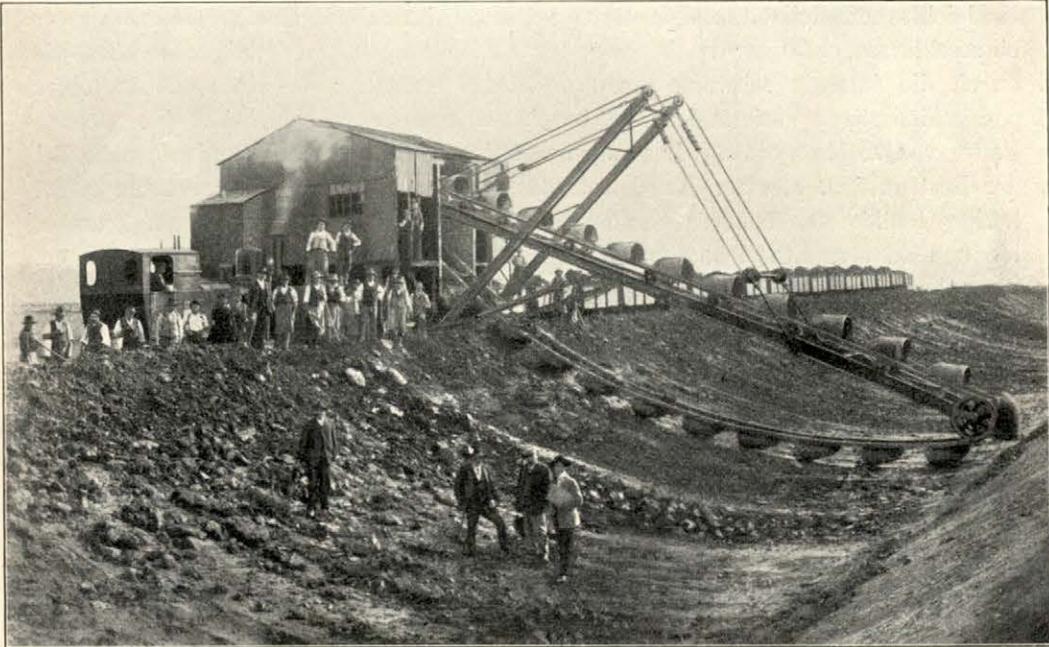
schlag (östlich von Marbach) und im südlichen Teil des Hornwaldes liegen gleichfalls solche Überdeckungsschichten auf dem Jura; die Aufschlüsse in den Schuttgebilden oder Trümmerschichten gewähren meist ein sehr buntes Bild: so sieht man beispielsweise an einer Stelle im Hornwald neben einer gelbgrauen, wohl tertiären Tonmasse eine grössere Partie von Braunjuragestein mit aufgerichteten Schichten, denen wiederum ein Trumm von Weissjura mit steil nördlich gestellten Lagen benachbart liegt, während seitwärts gelber Sand sich anlegt, dem nebenan eine Trümmerbreccie folgt mit wirrem Durcheinander verschiedener Gesteinsarten, in ein zähes, lettiges Zwischenmittel eingebettet; grell heben sich dabei Fetzen von rotem Keuperletten ab; gelbe Letten, Blöcke von konglomeratischem Gestein, insulare Partien von vergriestem Jurakalk und wiederum Trümmer von Keuperablagerungen vervollständigen das petrographische Kaleidoskop. In dem nördlich folgenden Einschnitt im Hornwald, wo die Bahn das von Gunzenheim her kommende, ostwestlich verlaufende Tälchen kreuzt und sich dann ostwärts wendet gegen den letztgenannten Ort zu, ist nur Jurakalk in der Ausbildung von plumpem Felsen- oder Marmorkalk, zum Teil ziemlich reichlich organische Einschlüsse (*Terebratula insignis*) führend, aufgeschlossen. Dann nimmt die Route, in der Verflachung südöstlich von **Mündling**, wo nach dem aus den Versuchsschächten südlich vom künftigen Bahnhofsgebäude herausgebrachten Gesteinsmaterial Trümmerschichten mit weissem Sand und Juragries zu erwarten ist, wiederum einen mehr nördlichen Verlauf, nach dem Biberhof hin, und setzt weiter in nordnordöstlicher Richtung an Fünfstetten östlich vorbei nach Nussbühl und gegen Otting fort.

Einschnitt bei Fünfstetten. Die Bahnlinie zieht sich in der Entfernung von etwa $\frac{1}{2}$ km vom Ort durch das Gelände. Der Einschnitt wird stellenweise über 10 m tief und erreicht im ganzen eine Länge von $1\frac{1}{2}$ km. Gegenwärtig zerfällt er in zwei gesonderte Einschnitte, einen südlichen, der den nach Itzing laufenden Weg durchschneidet, und einen etwas weiter nach Norden zu beim jetzigen Restaurationsgebäude gelegenen, neben dem sich späterhin der Bahnhof Fünfstetten—Monheim erheben wird. Durch diese Aufdeckungen ist ein weiterer Beweis gegeben, dass beträchtliche Überschiebungen in einem schon ziemlich weit vom jetzigen Rande des Rieses (einige oder mehrere Kilometer) und beträchtlich weit (15 km) vom Rieszentrum entfernten Gebiete der Juraplatte stattgefunden hatten. Diese Überschiebungen sind zugleich derart, dass sie Schichtenreihen betroffen und in Konnex gebracht haben, die, wie Lias mit dem Opalinuston [als hinaufgeschobene Massen] und mittlerer Malm [das plateaubildende Gestein der Gegend als Basis jener], dem stratigraphischen Niveau nach weit voneinander

Darstellung vorherrschen lassen und nur bei besonders prägnanten Aufschlüssen der Breccie auch diese selbst kartistisch eingetragen (wie bei Itzing) oder deutlich aufgedeckte, gut charakteristische Schichtmassen aus der Haupttrümmerablagerung (wie Lias, Opalinuston etc.) ihrer Formationsbezeichnung nach in der Karte angemerkt, so unterhalb der Oldenau am Vorderschellenberg bei Donauwörth.

Es gelang mir auch, an einzelnen Stellen die Begrenzungsfläche der Trümmerschichten zur Unterlage mit eigenartiger Ausbildung der Oberfläche des Grundgesteins zu beobachten. So fand ich im Jahre 1883 im sog. Roten Bruch, südwestlich von Kaisheim (im Walde, ganz in der Nähe der Augsburg—Nürnberger-Strasse gelegen, wo diese von der reinen Südnordrichtung in eine nordöstliche umbiegt), einen prächtigen Aufschluss vor. Der harte, zum Teil in Splitterkalk umgewandelte Marmorkalk zeigt oben gegen die aufgelagerte, lettige Blockanhäufung hin eine abgeschliffene, mit starken Schrammen und Furchen versehene Fläche (s. Figur 3). Als ich vor einigen Jahren den Steinbruch wieder besuchte, traf ich leider keinen für die Beobachtung günstigen Aufschluss mehr an.

abstehen: wir sehen nämlich Liasschichten und darüber folgend Opalinuston in geschlossener, kompakter Lagerung auf eine lange Strecke hin im Fünfstetter Einschnitt entblösst. Das Liasvorkommen ist gerade an der Querung der neuen Linie mit dem Itzinger Strässchen zu beobachten. Die Schichten des Posidonomyenschiefers bilden (soweit sich dies nach der bis jetzt erfolgten Aufdeckung erkennen lässt) im grossen und ganzen ein flaches Gewölbe; den schwarzen Liasschiefen ist Opalinuston unmittelbar aufgelagert, der dann nach Norden zu sich anlegt und erst in der Nähe des neuen Restaurationsgebäudes von Tertiär mit Kohle in Verbindung mit den Trümmerschichten unterbrochen wird. Der Einschnitt wird zum Teil noch vertieft; es werden daher späterhin noch ergänzende Beobachtungen anzustellen sein.



Figur 4.
Baggermaschine im Fünfstetter Einschnitt.

Die Figur 4 bringt das südliche Ende des Einschnittes in einem der ersten Stadien der Ausbaggerungsarbeiten zur Anschauung.

Am südlichen Ausgang des langgedehnten Aufschlusses sind die Trümmerschichten mit vorwaltendem tertiärem Material und zahlreiche jurassische Gesteintrümmer einschliessend angeschnitten. An der östlichen Seite, von der durch die Baggermaschine noch viel Material weggenommen werden wird, sind bisher weissgelbe Letten in Verbindung mit sandigen Gebilden und ausserdem unregelmässig verteilte Partien und Blöcke von vergriestem Jurakalk zu beobachten gewesen. Auch hellziegelrote Letten, wie solche der Juraüberdeckung manchmal eigen sind, und ab und zu kohlige Fetzen fehlen nicht. Nach aussen legt sich eine dünne Humusdecke den Untergrundgesteinen an. Bald hören die Trümmerschichten auf und stossen an schwarzen Schiefen des Oberen Lias ab, denen sie seitlich angelagert zu sein scheinen. An der Grenze zum Schiefer sind in den Trümmerschichten Bruchstücke und Einschlüsse von kristallinen Gesteinen enthalten.

Der Posidonomyenschiefer, der nun die Wand bildet, ist nach oben zu in einen gelblichgrauen Letten zersetzt, dem an der Oberfläche noch eine dünne Humusdecke folgt.

Wenden wir uns der Westwand des Einschnittes zu. Am südlichsten Ende beobachtet man Juragries oder -Schutt, zum Teil mit lettigen, tertiären Schichtenstreifen darüber; die Humusdecke schwillt am Rande, gegen die benachbarte breite Alluvialfläche des Schlauchbaches hin (sog. Königswiesen südöstlich von Fünfstetten), bis zu 2 m an. Dem Juragries legt sich weiter einwärts im Einschnitt tertiärer, gelber Letten mit einzelnen kohligen Schmitzchen auf, mitten in den Letten steckt eine rundliche 2—3 m im Durchmesser haltende Jurakalkscholle. Die lettigen Lagen von tertiärem Habitus, denen sich umgelagertes Keupermaterial stellenweise beimengt, gewinnen bald mehr an Mächtigkeit, sie zeigen zum Teil ein leichtes nördliches Einfallen, haben vereinzelt jurassische Brocken oder Trümmer eingeschlossen, häufiger noch sind aber Einlagerungen von kohligen Partien, die durch die intensiv schwarze Farbe besonders auffallen: die Kohle gehört einer pechkohlenartigen Varietät der jungtertiären Braunkohle an. Auf eine grössere Partie von Kohle werden wir in dem nördlichen Teile des Einschnittes, nahe bei der Restauration, stossen. In den tertiär aussehenden Schichten wechseln gelbe, lettige Gebilde mit helleren Sanden ab, auch grünliche, sandige Lagen kommen hie und da vor. Eine lebhaftere Färbung besitzen blaskarmoisinrote Ablagerungen, die neben und über den tertiärartigen Gebilden auftreten; sie mögen ursprünglich, worauf schon oben hingewiesen, in der Keuperformation zu Hause gewesen sein. Blassrötliche Töne sind übrigens auch manchen granitischen, in der Zersetzung sandigen Gries liefernden Gesteinen eigen. Unterhalb den rötlich gefärbten Absätzen taucht eine breite Partie von vergriestem Weissjurakalk auf. Ein klein wenig weiter nach Norden vorrückend, sehen wir, dass die bunten Lagen, zugleich auch mit bunter Zusammensetzung nach der Art der Gesteine beschaffen, immer mehr überhand nehmen und sich so die Breccie der Trümmerschichten herausbildet und zwar mit reichlichem Vorkommen von kristallinen Felsarten. Die Urgebirgsgesteine lassen jedoch keine grössere Ausdehnung, namentlich keinen geschlossenen Zusammenhang nach unten erkennen, sondern wir haben einen Trümmerhaufen verschiedener archaischer Gesteine vor uns, worunter granitische Typen in mehreren Abarten, gneissige und dioritähnliche Gesteine, vorherrschen.

Von diesen Explosionsprodukten sollen ein paar Beispiele vorgeführt werden. 1. Heller, lichtrosagefärbter Granit (Granitit), brüchig und stark zersplittert, sonst verhältnismässig frisch; im Schliff zeigt sich der Quarz von sehr vielen Bläschenzügen durchsetzt, stark undulöse Auslöschung und zahnradförmiges Eingreifen der Ränder benachbarter Körner sind weiter hervortretende Eigentümlichkeiten des gleichen Minerals, Feldspat stark wolkig getrübt, viel Plagioklas neben reichlichem Orthoklas, Biotit; das Gestein ist mit manchen Varietäten des Sulzdorfer Vorkommens vergleichbar, so mit dem roten, grobkörnigen Granit, der in Blöcken und Brocken in dem zerriebenen granitischen, mit sedimentärem Material vermengten Schutt südöstlich beim genannten Dorfe am Buchdorfer Weg eingeschlossen ist. Auch bei Weilheim findet sich diese Granitvarietät, jedoch heller im Ton, vor. 2. Grauer oder bräunlicher, ziemlich grobkörniger Granit (Granitit) mit grossen Feldspatäugen. Nicht gerade besonders stark zersetzt, einzelne Feldspatkristalle sind noch verhältnismässig frisch. Der Feldspat ist stark zersplittert, am Gesteinsbruch bröckelt sich die Masse leicht heraus, so dass die Stellen wie zerfressen aussehen. Brauner Biotit. Das gleiche Gestein, aber weil anstehend mürber und wegen der stärkeren Zersetzung gelblich oder rötlich gefärbt, kommt bei Sulzdorf im Hohlweg nördlich beim Ort vor. 3. Grauer Granitit, ähnlich dem vorigen, mehr bläulichgrau gefärbt, in den Feldspäten ab und zu kleine rötliche Flecken. 4. Sehr harter, frischer, mittelkörniger, heller Granitit (nur ein Stück gefunden). 5. Dioritisches Gestein. Feinmittelkörnig. Feldspat rötlich. Erinnert an gewisse Gesteine von Weilheim (Nr. 6, S. 180) oder

auch von Nussbühl (S. 171); es teilt auch mit diesen den Einschluss eines eigenartigen Mineralen (S. 180). Nach der Untersuchung von Dr. PFAFF ist im Dünnschliff noch erkennbar Feldspat, Glimmer und in vereinzelt Resten Hornblende; kaolinische Zersetzungsprodukte in sphärolithartigen, das bekannte Interferenzkreuz zeigenden Formen. 6. Quarzglimmerdiorit. Grünlichgrau, feinkörnig, mit Andeutung von Parallelstruktur. Quarz nicht stark vertreten, Feldspat, Glimmer und spärlich Hornblende, etwas Eisenerz. Scheint dem Gestein 5 nahe zu stehen. 7. Diorit. Mittelkörnig, dunkelgrün mit weisslichen Flecken. Andeutung von Parallellagerung der Mineralien. Sehr stark zersetzt; zerfällt schon beim Aufweichen. Im Schliff fast nur mehr der Glimmer deutlich zu erkennen. Vgl. Nr. 4 von Weilheim.

Die Vorkommnisse von Sulzdorf und Itzing, welche die östlichsten Punkte von anstehendem Granit oder Gneiss bilden, machen nicht den Eindruck von aufgedeckten oder erodierten alten Aufragungen des Urgebirgsuntergrundes: sie werden daher auch neuerdings als granitische Explosionsprodukte bezeichnet.¹⁾ An der einen Stelle bei Sulzdorf ist der Granit in ziemlich einheitlicher Weise als grössere Gesteinspartie aufgeschlossen; das Gestein ist mürb, doch lassen sich Handstücke bei einiger Mühe noch herauschlagen; im Vorkommen südöstlich vom Dorfe herrscht, wenigstens in den oberen Teilen des Aufschlusses, zerkleinertes granitisches Material, vermengt mit zerriebenem Sedimentschutt, vor. Das Auftreten der Trümmerschichten in Sulzdorf ist durch anstehenden, opalinustonartigen Letten in Mitte des Ortes erwiesen; eine Bohrung in der Nähe der Kirche brachte blasserötlichen, leetigen Sand einer Keuperablagerung zum Vorschein; in der sog. Hadergasse, am Wasserreservoir, wurde aus geringer Tiefe dunkler Liasschiefer und Knollen mit *A. spinatus* herausgeschafft. — In Itzing sieht man an der Wasserrunse beim Keller einen bräunlichgrauen Gneiss an die Oberfläche treten, der von granitischen Gängen durchsetzt wird und dessen Schichten nach Osten mit 50° einfallen; der Gneiss ist in seiner Beschaffenheit ganz mit dem vom Weilheimer Einschnitt zu vergleichen, der Granit ähnelt jenem vom Sulzdorfer Hohlweg. — Angaben über die chemische Zusammensetzung des Sulzdorfer Gesteins, wenigstens was den Salzsäureauszug desselben betrifft, findet man auf S. 172 vor.

Letten und Sande sind die Begleiter der kristallinen Gesteine, ausserdem beteiligen sich Kalkstücke oder auch grössere Schollen von Weissjurabreccie an der Zusammensetzung dieser Trümmerschichten, welche hier von nach Süden fallenden schwarzen Liasschiefern unterlagert werden. Die Kalktrümmer aus dem weissen Jura gehören verschiedenen Malmstufen an. Vom südlichen Ende des Einschnittes mag man bis zu der Stelle, wo sich die Liasschichten unter den Trümmerlagen herausheben, ein paar hundert Schritte zählen. Bald nach dem Auftauchen des Lias gewahrt man, unterhalb der Überbrückung für die Itzinger Strasse, etwas südlich davon, folgende eigentümliche Lagerung. Um einen von unten herauf vorgestossenen Keil von hellgrauem, mittlerem Liaston (Costatollen), der an der Wand pfeilerartig nach oben vorragt, legen sich sattelförmig die oberen Liasschichten herum, insbesondere macht sich eine weisslich verwitternde, am frischen Gesteinsbruch lichtbräunliche Stinkschieferbank von einigen Zentimetern Stärke und anscheinend aus ein paar parallelen Lagen bestehend, bemerkbar. Der Zug dieser Bank folgt im halbkreisförmigen Bogen der oberen Begrenzung des Pfeilers vom Liaston, doch sind die Schichten zerbrochen und zahlreiche einzelne Schollenstücke gruppieren sich zu jenem Bogen zusammen. Der Stinkkalk, am Bruch dicht kristallinisch körnig, zeigt sich bei näherer Untersuchung aus papierdünnen Lagen, die aber nicht sich schiefrig ablösen, zusammengesetzt. Die vom kgl. Landesgeologen A. SCHWAGER ausgeführte Analyse des Gesteins folgt weiter unten (S. 159); es zeigt sich im grossen und ganzen dem von NEUMAYR (Jahresh. d. Ver. für vaterl. Naturk. in Württemberg, 24. 1868, S. 231) analysierten Oberen Stinkkalk analog zusammengesetzt.

Der mittlere Lias wurde auch durch die Fossilfunde nachgewiesen. Zuerst zeigte mir Herr Lehrer CLOS von Fünfstetten, welcher bemüht ist, eine Sammlung

¹⁾ BRANCO, Das vulk. Vorries (loc. cit., dies. Abh. S. 146), S. 62 und 63.

von Versteinerungen aus den Schichten des Einschnittes anzulegen, ein typisches Stück von *Ammonites (Amaltheus) spinatus* BRUG. vor, später fand ich mehrere Exemplare davon selbst im Einschnitt auf und zwar an einer Stelle, die der eben beschriebenen ungefähr gegenüber sich befindet: es zieht sich also der Costatenletten auch auf die Ostseite des Einschnittes hinüber. — In hellen etwas phosphorsäurehaltigen Mergelknollen der Costatenschichten kommt *Chondrites globulifer* SAPORTA vor.

Gleich neben dem geschilderten Punkte lässt sich nordwärts eine deutlich sattelförmige Lagerung des Posidonomyenschiefers beobachten. An der Basis



Figur 5.
Coeloceras (Peronoceras) fibulatum Sow. sp.
Posidonomyenschiefer aus dem Fünfstetter Bahneinschnitt.

des Einschnitts ist zur Zeit der gewölbeartige Aufbau der Schichten am besten zu sehen. Die Schichtenflügel besitzen ein flaches Fallen. Etwas weiter nördlich, unterhalb des Wegüberganges der Itzinger Strasse, nördlich von diesem, fallen die Schichten des Oberen Liasschiefers 20° NO ein unter 12° Neigung. Hier an der Brücke befindet sich auch die Grenze zwischen Lias und unterstem Dogger. Ein Ammonit, den ich den dunklen Schiefen entnahm, liess einen typischen *Ammonites (Harpoceras) opalinus* REIN. erkennen; die helle Schale des Stückes zeigt vortrefflich die Einzelheiten der Skulptur, dem Gehäuse sitzt ein breites Exemplar der *Anomia opalina* QUENST. auf. Im oberen Teil des Einschnittes sind an der Brücke feine, dichte, grünlich gelbgraue Schiefer anstehend, wohl die Basis des Schichtenkomplexes vom Dogger einnehmend.

Im Posidonomyenschiefer fand ich folgende Versteinerungen:

Belemnites acuarius SCHLOTH.

Dactyloceras sp.

Coeloceras (Peronoceras) fibulatum Sow. sp.

Hildoceras bifrons BRUG. sp.

Harpoceras Lythense YOUNG and BIRD sp.

Harpoceras cf. *elegans* SOW.

Pseudomonotis substriata MÜNST. sp.

Inoceramus dubius SOW.

Posidonomya Bronni VOLTZ

Discina papyracea MÜNST.

Die *Pseudomonotis substriata*, von der man sonst für das fränkische Gebiet die Massenzusammenhäufung ihrer Schalen in kalkigen Lagen zu sehen gewohnt ist, tritt hier weisschalig in einem bräunlichen oder etwas zersetzten, gelblichen Bläterschiefer auf. Unter den Ammoniten ist die von einigen Autoren, wie auch QUENSTEDT, als *A. Bollensis* aufgeführte Form am häufigsten: die Figur 4 bringt ein Exemplar davon zur Anschauung; ich musste nach dem Vorgange OPELS den Namen *fibulatus* wählen, obwohl mir die Stücke mit der SOWERBY'schen Abbildung nicht recht zu stimmen scheinen. Der Schiefer, seiner Bildung nach als ein fossiles Faulschlammgestein zu bezeichnen, ist ziemlich reich an organischen Einschlüssen: es wäre sonach hier passende Gelegenheit gegeben, für die Fauna der Posidonomya-Bronni-Zone ergänzende Aufsammlungen machen zu können. — Bei näherer Betrachtung des Schiefers gewahrt man nach der Beschaffenheit des Gesteins, dass der Schiefer nach dem ursprünglichen Absatz beträchtliche Lagenveränderungen erlitten haben musste: es ziehen sich viele Bruchlinien und feine Risse durch seine Masse, in den Spaltrissen haben sich drusige Karbonatbildungen angesiedelt. Auch Anflüge von Baryt trifft man gelegentlich auf den Klüften an.

Der oben genannte Stinkkalk wurde, wie bereits bemerkt, einer Analyse unterzogen; er zeigte sich in zwei Proben folgendermassen zusammengesetzt:

Bauschanalysen	I	II
Kieselsäure	5,73 %	4,50 %
Tonerde	1,15 „	0,71 „
Eisenoxyd	0,31 „	0,29 „
Kohlensaurer Kalk	90,14 „	92,31 „
Kohlensaure Bittererde	0,70 „	0,72 „
Glühverlust (bituminöse Bestandteile und Wasser)	2,25 „	1,77 „
	100,28 %	100,30 %

I und II Stinkkalk (bituminöser Kalkstein) aus dem Fünfstetter Einschnitt, analysiert von AD. SCHWAGER.

Eine dritte Probe desselben Kalkes wurde zur Bestimmung von Schwefel und Phosphorsäure verwendet; die Untersuchung ergab einen Gehalt von 0,19 % S (= 0,356 Schwefelkies) und von 0,04 % P₂O₅.

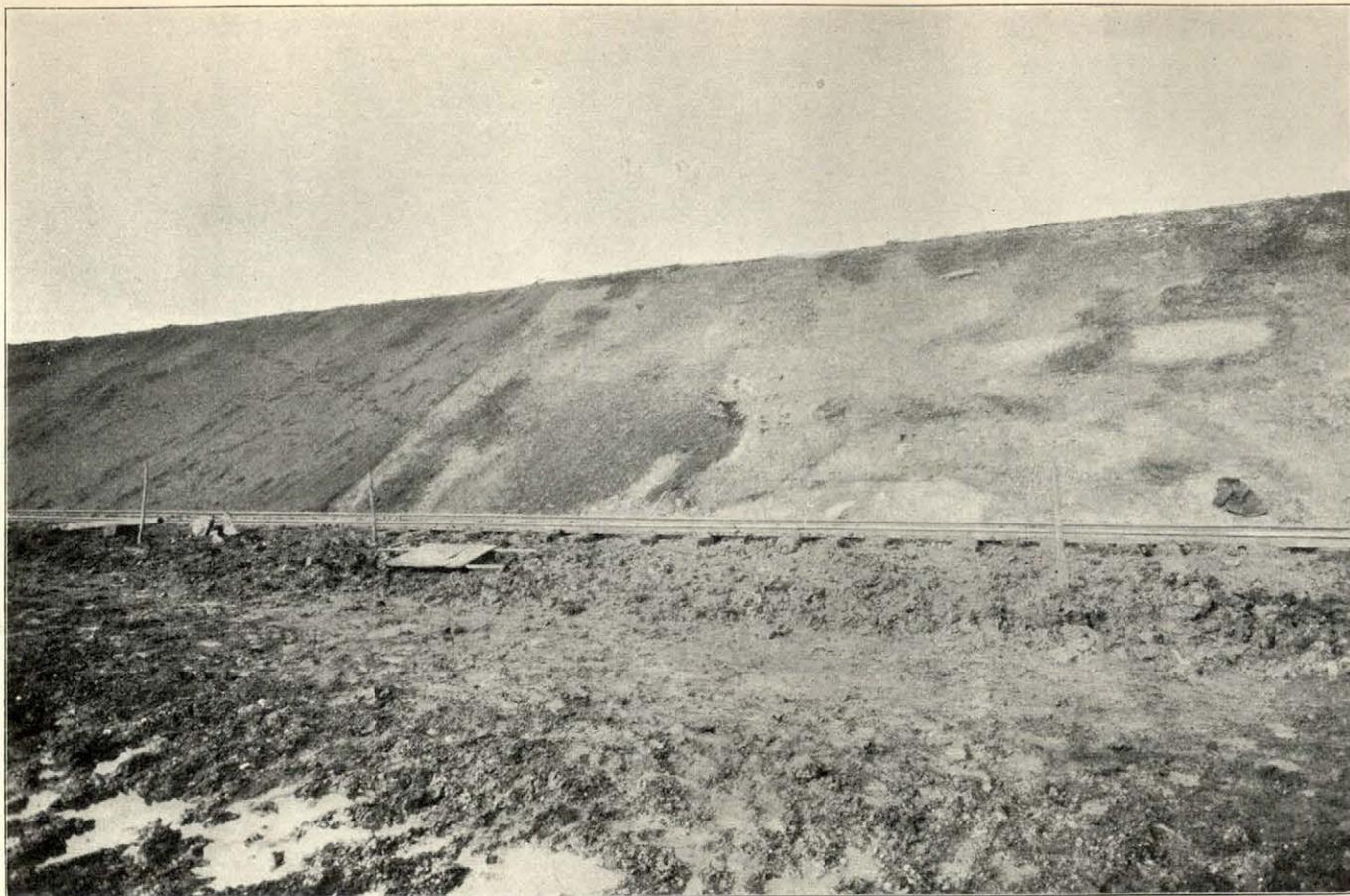
Der Opalinuston ist auf eine 400 m lange oder mit Hinzuziehung der in den Ton eingebetteten Tertiär- und Trümmerlage an der Flotzheimer Strasse sogar 1 km betragende Strecke hin zu verfolgen. Er zeigt sich nach dem Untertauchen der Obersten Liasschichten (Fallen NNO mit 12° Neigung) ununterbrochen auf-

geschlossen und bildet offenbar auch den Untergrund der nördlich vom Itzinger Strässchen sich ausbreitenden Verebenung. Auf ein- bis zweihundert Meter hin ist vor dem südlicheren der beiden in der Richtung Flotzheim laufenden Wege zur Zeit der Wiesengrund noch nicht von der Bahn eingefurcht; nordwärts gegen die Flotzheimer Hauptstrasse steigt das Terrain wieder an. Im Einschnitt sind gleichfalls graue Tone zu bemerken; eine dünne Oberflächenbedeckung mag strichweise den Gebilden des Untergrundes aufgelagert sein. Bei der Überführung der Flotzheimer Strasse sind die Schichten des Opalinuston mit südwestlichem und nicht gerade besonders flachem Einfallen zu beobachten. Weiter südwärts treten seine Lagen gefaltet und gestaucht auf, legen sich aber bald ziemlich flach und nehmen hernach im allgemeinen ein leicht nach Nordwesten gerichtetes Fallen an. Im grossen und ganzen, scheint es, haben sonach die Gesteinskomplexe unterjurassischer Abkunft in diesem Teil der Überschiebung eine mit mehreren Zusammenpressungen und Faltungen ausgebildete, im allgemeinen flache muldenförmige Lagerung.

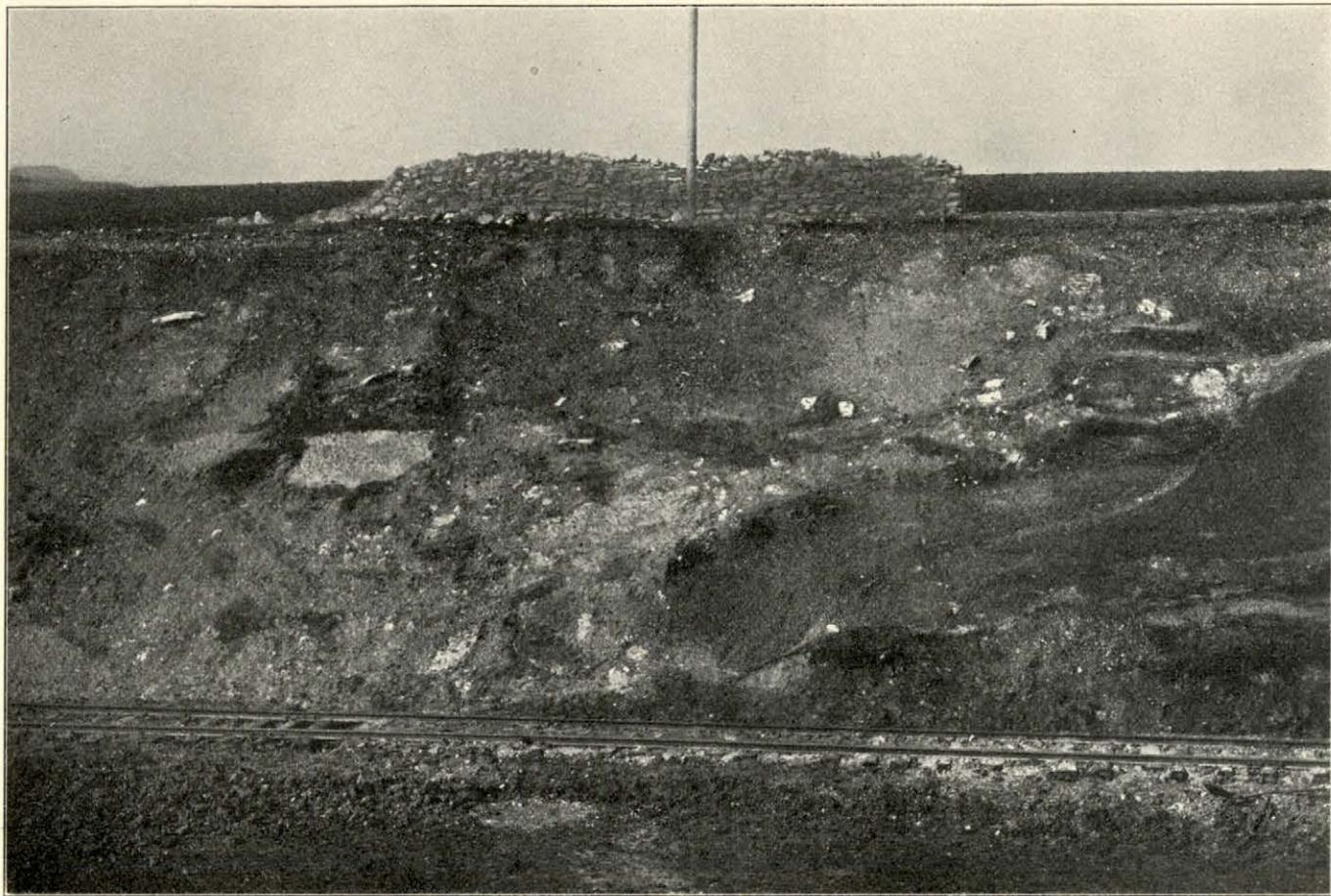
Einzelne festere Schwarten im Opalinuston zeigen sich aus einem Konglomerat von unregelmässig gestalteten Mergelknollen zusammengesetzt, die mit Calcitmasse verbunden sind oder in Mergelbänken mit angehäuften Resten von Fossilien (*Nucula*, *Belemnites*, *Pentacrinus*) übergehen; die Stücke sind rissig, die Schalen meist verbogen; der Mergelkalk enthält ein wenig Phosphorsäure. Die Mehrzahl der Knollen besteht aus einem unreinen Toneisenstein; sie sind meist bräunlich gefärbt. Erwähnenswert mag noch das Auftreten von Nagelkalk oder Tutenmergel sein; seine dünnen Lagen trifft man in dem jener oben besprochenen Verebenung benachbarten Teile des Einschnittes an. Dieses Vorkommen gibt zu den von Dr. REIS¹⁾ zusammengestellten Fundstellen des Nagelkalkes eine erwünschte Ergänzung für das bayerische Gebiet; im Württembergischen sind die Nagelkalke hauptsächlich den unteren Torulosusschichten eigen. — Auch Gips findet sich in einzelnen Kristallen ($\infty P \infty$, ∞P , $-P$) und zwar bis zu einigen Zentimetern Länge nicht selten im Opalinuston vor; die Kristallgestalten sind häufig verbogen und gepresst. — An Versteinerungen wurden im ganzen die nachstehenden Arten konstatiert: *Belemnites conoideus* OPP., *B. Quenstedti* OPP., *Harpoceras (Leioceras) opalinum* REIN., *Anomia opalina* QUENST., *Nucula Hammeri* DEFRANCE.

In dem nordwärts vom Flotzheimer Übergang folgenden Teil des Einschnittes, an welchem das Restaurationsgebäude liegt, ist eine mächtige tertiäre Partie mit Kohle entblösst; das Tertiär tritt auch hier in Verbindung mit den Trümmerschichten auf, die hauptsächlich aus Material von Ablagerungen der Tertiärformation, ausserdem meist aus Stücken, Brocken oder Schollen von Weissjuraschichten, häufig in ganz vergriestem Zustand, sich zusammensetzen. Auch nach Norden hin ist eine Abstossung gegen Opalinuston zu bemerken; es mag die Breite der ganzen in den Ton des unteren Doggers eingeschobenen Partie etwa 200 m betragen. Die Grenze gegen den Opalinuston nach Süden versinnlicht das Bild der Figur 6, an das sich dann, zum Teil noch dieselben Abschnitte der Wand zeigend, die Figur 7 anschliesst, welche eine etwas mehr nördlich gelegene Partie des Einschnittes zur Anschauung bringt. Die Figur 8 weiters reiht sich unmittelbar nordwärts der Figur 7 an. Die jüngeren Gebilde fallen unter den Opalinuston ein, dessen Schichten, wie oben schon bemerkt, nach Süden gerichtet sind. Die Grenzlinie

¹⁾ Geognost. Jahreshfte, 15. Jahrg., 1902, S. 177.

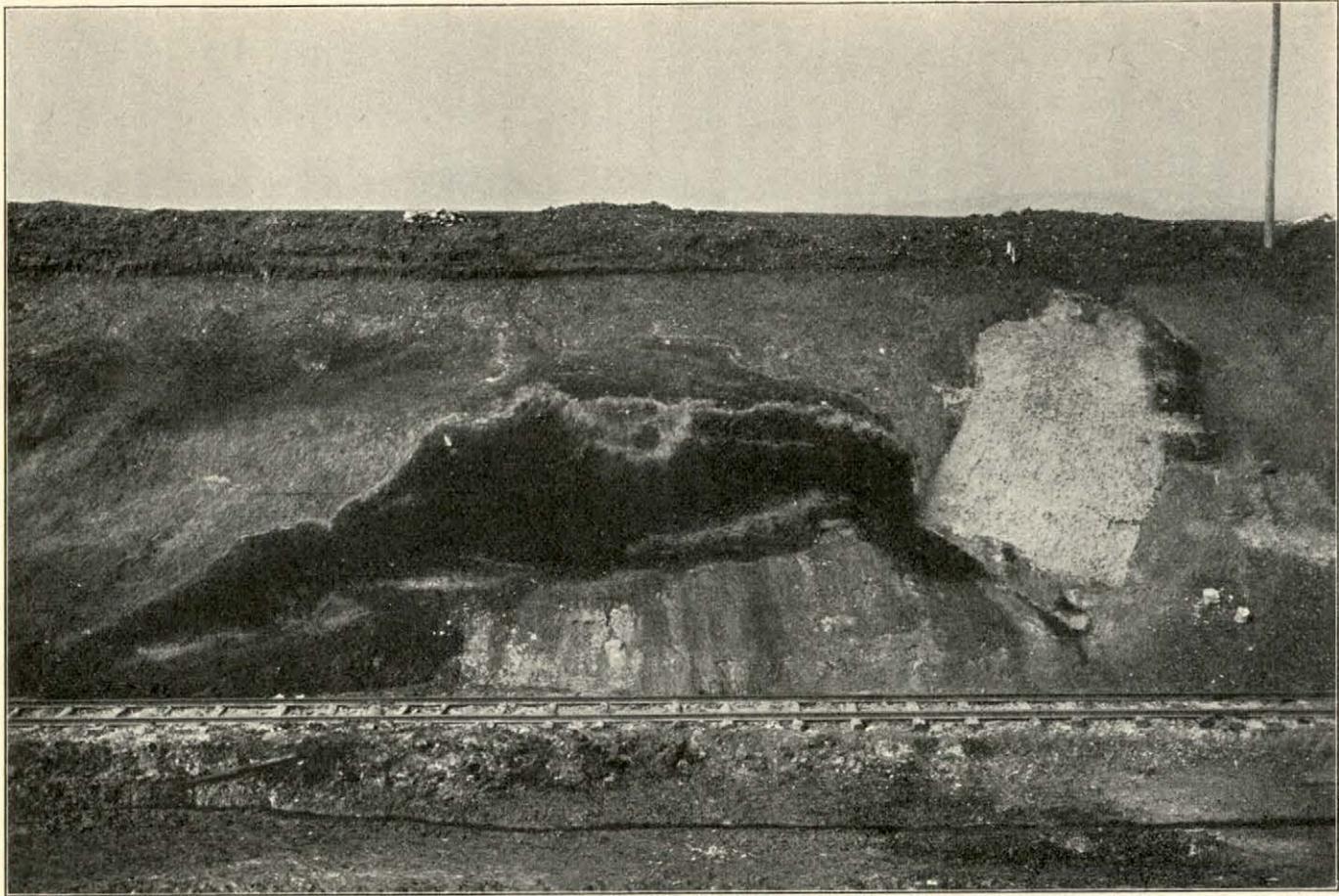


Figur 6.
Fünfstetter Bahneinschnitt beim Flotzheimer Strassenübergang.
Grenze von Opalinuston (links, dunkler schattiert) und Trümmerschichten (rechts).



Figur 7.
Fünfstetter Bahneinschnitt. Trümmerschichten.

wechselte jedoch während der verschiedenen Stadien der Abtragung in der Neigung und selbst in der Richtung, sie erschien späterhin viel steiler als anfangs, so dass die ganze Berührungsfläche einen unregelmässigen Verlauf hat. Neben dem Opalinuston ist, namentlich im untersten Teil des Einschnitts, ein schwacher Kohlenstreifen sichtbar, dem, gleichfalls steil gestellt, eine dünne, konglomeratische Bank folgt; gelbliche, lettige, zum Teil auch sandige Lagen von tertiärem Gepräge herrschen von da ab nordwärts vor, ihnen sind gelegentlich unregelmässig geformte Bänder oder Butzen von kohligem Substanzen eingeschaltet, ein flach halbmondförmiger, senkrecht gestellter Streifen ist beispielsweise in kurzer Entfernung nördlich vom ersten Kohlenstreifen zu erkennen; in die Letten und Sande sind kleinere jurassische Kalkbrocken eingeschlossen, ein etwas grösseres, länglich rechteckiges oder unregelmässig dreieckiges Stück von vergriestem Weissjurakalk, das von bräunlichen und kohligem Partien umsäumt ist, tritt an der Wand besonders deutlich hervor; es ist rechts am Rande des Bildes 6 zu sehen und in Figur 7 fällt es als hellste Partie in der linken Hälfte des Bildes auf. Die Verteilung der einzelnen Gebilde und die Lagerungsart im allgemeinen mag man derselben Figur (7) entnehmen. Die ganz lichten Partien sind Trümmergesteine des Weissen Jura, die etwas weniger lichten, doch noch ziemlich hellen Stellen sind blassgraue Sande, die dunkel gefärbten Einschlüsse, wie die linsenförmige Partie nahe der Mitte des unteren Randes der Wand, geben das Vorhandensein von Kohle kund. Rötlich gefärbte Absätze treten im allgemeinen zurück, doch kommen sie strichweise vor, sie mögen umgelagertes Material älterer mesozoischer Sedimentbildungen darstellen: im allgemeinen zeigt der Aufschluss die Trümmerschichten entblösst, jedoch mit vorwaltendem Material von Tertiärgebilden; diese schliessen sich, wie die einheitlich beschaffenen, im Bilde grauen Partien in der rechten Hälfte der Figur 7, die ihre direkte Fortsetzung im Bilde 8 haben, beweisen, bald zu einer mächtigen Masse von geschlossenem Tertiär (gelbe und hellgraue Sande und fette, helle Letten) mit einer starken Kohleneinlagerung zusammen. Den Ausbiss der Kohle, wie er nach der fertigen Ausbaggerung auf der Westwand des Einschnitts zu sehen war, führt uns Bild 8 vor Augen. Nach einiger Zeit ist ein gewaltiger Rutsch auf den dichten Tonen erfolgt und ein grosses Stück Erdreich mit der Kohle wurde nach aussen geschoben; auch die der Kohle benachbart gelegene Weissjurapartie hat die Erdbewegung zum Teil mit erfasst: da jedenfalls Vorkehrungen, um spätere Nachschübe zu vermeiden, getroffen und zweckentsprechende Verbauungen durchgeführt werden, dürfte die interessante Stelle für die Zukunft der Beobachtung keinen genügenden Aufschluss mehr gewähren und deshalb die photographische Wiedergabe des Punktes gerade hier angezeigt gewesen sein. Was die Erklärung des Bildes 8 betrifft, so haben wir in der wolkenartig geformten, dunklen Schichte ein ungefähr sattelförmig gelagertes Braunkohlenflötz vor uns; die im Liegenden der Kohle neben Sand befindlichen hellen Partien gehören vergriestem Jurakalk an, aus welchem auch das grosse weisse, rechteckig oder trapezförmig gestaltete Trumm, rechts in der Figur, besteht, auch diesem ist noch eine schmale Kohlenpartie am Rande angesetzt. Die übrigen grauen oder mässig lichten Partien des Bildes werden von gelblichen, sowie bräunlichen oder blassgrauen Letten und Sanden eingenommen, die hellen Ränder im Hangenden der Kohle, zum Teil auch an ihrer Basis, sind Ausbisse von weisslichen, zähen Tonlagen. Die Kohle greift mit südöstlichem Streichen auch auf die andere Seite des Einschnittes hinüber, verschwächt sich aber zugleich beträchtlich. Was für verworrene Lagerungsverhältnisse im



Figur 8.

Fünfstetter Bahneinschnitt, Partie in der Nähe des Restaurationsgebäudes.
Tertiäre Kohle (schwarz) und vergriester Jurakalk (helle rechteckige Partie rechts).

ganzen herrschen, geht daraus hervor, dass an der der Kohlenausbreitung direkt gegenüberliegenden Ostwand die Schichten, aus vorwiegend tertiärem Material bestehend, zum Teil stark aufgerichtet sich zeigen und in manchen Lagen zu senkrechten Strähnen ausgezogen sind.

Ausgedehnteren Kohlenvorkommnissen werden wir auch im Weilheimer Einschnitt (S. 176) begegnen. Das Auftreten von Kohle in den Schichten der Überdeckung oder des Tertiärs auf der Jurahochfläche im Gebiet des Vorrieses hat schon die Aufmerksamkeit von Baulustigen auf sich gezogen: zur Zeit ist ein Kohlenfeld verliehen, nämlich die jetzt ausser Betrieb gesetzte Konkordiazeche; ihr Fundpunkt (4 km nördlich vom Fünfstetter Vorkommen gelegen) befindet sich $\frac{1}{2}$ km nördlich vom Rotenbergerhof im Walde bei Haidmersbronn. Die Aufschlüsse im Fünfstetter Einschnitt lassen vermuten, dass auch an anderen Punkten dieser Gegend, wo das Flötz nachgewiesen ist, unruhige Lagerungsverhältnisse herrschen.

Von dem auffälligen grossen Trumm vergriesten Jurakalkes an bis zum Wiedererscheinen des Opalinustones nordwärts beträgt die Entfernung etwa 100 Schritt. In der Umgebung jenes Trumm sehen wir zunächst gelben Letten und Sand, die Sande ziehen an der Wand oben fort, während in deren unterem Teil bald eine grössere Scholle von Breccienkalk sich ausbreitet: sie zieht sich wie die Kohle quer zur anderen Seite hinüber und ist an der Ostwand durch eine breite und hohe Partie wohlgeschichteter Kalke (Fallen: 230° SW mit 55° Neigung) angeschnitten. Weiter nördlich setzen die Trümmerschichten mit vorwiegend sandig-tertiärem Charakter im Schichtenmaterial fort, grünliche Tonbutzen sind nicht selten, unten im Einschnitt spitzt eine kleine Partie eines älteren jurassischen Tones (Costatenletten oder unterster Dogger) heraus; im übrigen halten dieselben Schichten wie bisher in undeutlich muldenförmiger Ausbildung (wenigstens im oberen Teil der Wand), mit vorherrschend gelblichen Sanden und Letten, zum Teil in Juragries verlaufend und mit einzelnen Kohlenschmitzchen noch an, bis das ganze System vom deutlichen Opalinuston unterteuft wird. Doch greift dieser nicht ganz bis zum Ende des Einschnittes durch, denn hier stossen an ihm noch jüngere Bildungen (gelbliche lettige Sande) mit verworrener Lagerung ab; rötliche Sande, die namentlich zu Beginn der Ausgrabungsarbeiten deutlich sichtbar waren, scheinen auf umgelagerten Keuper hinzuweisen, ganz aussen sind noch tertiäre Letten in geringer Ausdehnung anstehend.

Tertiär mit Kohle ist auch auf der anderen Seite nächst dem Restaurationsgebäude aufgedeckt. Was die Ostwand betrifft, so weist sie trotz der mit der gegenüberliegenden Seite gleichartigen allgemeinen Anordnung manche Verschiedenheiten in den Einzelheiten von dieser auf. Die Opalinustonschichten fallen an der Brücke für die Flotzheimer Strasse nach Süden ein, nördlich von dem Wegübergang tauchen sie unter die jüngeren Gebilde hinab. Diese bestehen wiederum meist aus tertiärem Material, aus gelben lettigen Schichten mit Juragries strichweise untermengt. Bald zeigen sich in den gelben Letten oder auch in der lettigsandigen Masse kohlige Einlagerungen, die sich ein paarmal wiederholen, die Fortsetzung bildend der Kohle von drüben; rötliche Lagen sind nur ab und zu zu bemerken, dagegen gibt die Hauptorientierung für diese Seite die einige Meter hohe und breite Jurascholle mit südwestlich unter 55° geneigten Schichten ab, von der schon oben die Rede war; ihr klebt am Rande etwas Kohle an, wie auch einer zweiten, etwas nördlicher gelegenen, kleineren Scholle. In der Umgebung

der Weissjurapartien findet sich gelber Letten, auch in Wechsellagerung mit gelbem oder grünlichem Sande, vor, kleinere Brocken von Jurakalk und Juragries werden öfters angetroffen; so setzt sich der Komplex eine Strecke weit nach Norden fort, bis sich von unten grössere Partien von grauen Letten, offenbar wieder jurassischer Abkunft, herausheben. In jenen gelben Letten und Sanden, die die Hauptablagerung an der Wand zwischen den grauen ebenerwähnten Tönen und den südlicher gelegenen beiden Juraschollen bilden, sind streifenweise Gerölllagen enthalten. Die einzelnen Gerölle sind kalkig, zeigen Druckflecken und kleine Kritzer: wir haben hier offenbar die sogen. Buchberggerölle vor uns, denen von neueren Autoren¹⁾ ein miocänes Alter zugeschrieben wird.

Die älteren Juraletten treten in Wiederholungen auf, sie stossen unregelmässig an den auflagernden gelblichen, lettigen, sandigen, zum Teil kohleführenden Gebilden ab, wie überhaupt die Lagerung in dem nördlichsten Teil des Fünfstetter Einschnittes eine unruhige ist.

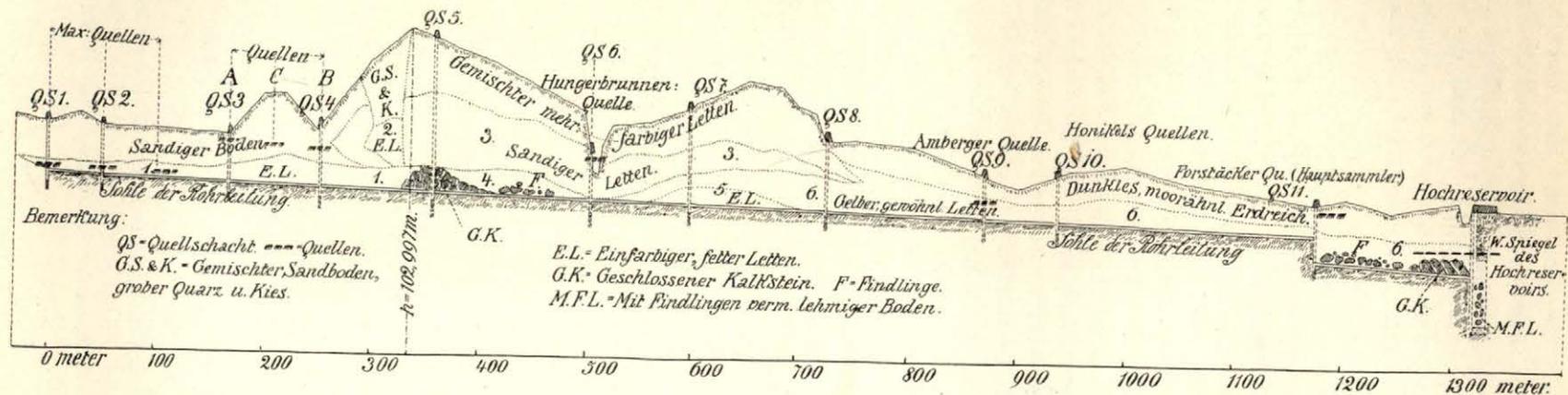
Vom Bahnhof Fünfstetten zweigt die 5½ km lange Lokalbahn nach Monheim ab. Westlich von Flotzheim, der einzigen Zwischenstation, wird ein niedriger (3,5 m) Einschnitt angelegt; im übrigen gleitet die Bahn ziemlich eben auf der Plateaufläche dahin.

Versuchsbohrungen, die in der Nähe des südlichen Endes von Monheim angestellt worden sind, haben jurassisches (Weissjura) Material mit etwas dunklem Ton zutage gefördert; ein zweites, etwas näher der Stadt zu gelegenes Schächtchen hat im Untergrund rötlichen, weissfleckigen, sandigen Letten erkennen lassen. In dem 1 km westlich von Flotzheim gelegenen kleinen Einschnitt werden, wie wir an dem Gestein, das aus daselbst angelegten Probeschächten herausgeschafft worden ist, ersehen, die Tenuilobatenschichten zum Anbruch kommen; die Schichten zeigen sich teils flach gelagert, teils etwas nach Westen geneigt, in dem benachbarten kleinen verlassenen Steinbruch nördlich vom Geleise fallen sie etwas steiler nach Nordwesten ein; dem Jurakalk legen sich jüngere Schichten an, wie der östlichste der Versuchsschächte beweist, aus welchem tertiäre Letten mit kohligen Einlagerungen herausgeschafft wurden.

In der Umgebung von **Monheim** ist das Plateau strichweise sehr sandig. Namentlich finden sich solche Sande in der Gegend nördlich von der genannten Stadt vor. Der Sand von Rothenberg, bei welchem Ort sich zahlreiche Gruben befinden, dient als Schleifmittel zur Fertigmachung der Solenhofer Lithographiesteine. Diese mächtigen, meist etwas rötlich oder gelblich gefärbten Sande des Gebietes bei Monheim liegen in ihrer Hauptmasse zähen, grauen oder grünlichen Tönen und Letten auf. An der Grenze beider zu der Schichtenreihe der tertiären Überdeckungsgebilde gehörigen Ablagerungen geht ein Wasserhorizont durch; die im Walde südlich von Rothenberg entspringenden Quellen werden jetzt für die Wasserversorgung Monheims benützt. (Siehe Figur 9, welches Längenprofil nach einem durch das Kgl. Wasserversorgungsbureau gütigst übermittelten und von Herrn Bauführer RAU gezeichneten Plane skizziert ist). Bei der Grundlegung des Reservoirs für das Wasserwerk, das an der Nürnberger Strasse liegt in der Nähe der Monheimer Tongruben, hat sich folgender Aufschluss beobachten lassen: oben Sand, dann zäher Ton, zum Teil mit sandigen Zwischenlagen; im Letten sind viele jurassische Hornsteinkugeln und -Stücke eingebettet, nach unten zu kommen

¹⁾ v. KNEBEL, l. c. (diese Abhdlg. S. 147, Anmerk. 1), S. 37.

PROFIL DES QUELLENGEBIETES BEI MONHEIM.



Figur 9.
 Profil durch das Erdreich in der Quellenregion für die Monheimer Wasserversorgung.

Die einzeln stehenden Ziffern bedeuten: 1. Gelblicher, marmorierter, dichter Letten; 2. Roter zäher Letten; 3. Gelblichgrauer grobsandiger Letten, strichweise in Sand übergehend; 4. Bläulicher Letten mit Kalksteinbröckchen; 5. Hellgrauer zäher Letten; 6. Gelblicher feinsandiger Letten, ähnlich wie 1.

auch Brocken von Jurakalk zum Vorschein. Eine grössere, aus dem Untergrund herausschauende, wohl eine isolierte Scholle darstellende Partie von Jurakalkstein zeigt geneigt stehende nach Süden einfallende Schichten. Es scheint, dass die Tone nach unten mit den Letten, welche zum Teil die verbindende Masse der Blöcke und Trümmer im bunten Rieskonglomerat bilden, im Zusammenhange stehen. Am nördlichen Ausgang von Monheim sind früher schon Fetzen von Opalinuston erkannt worden.

Der Name Monheim ist in paläontologischen Kreisen nicht unbekannt. Man denke nur an die von CUVIER¹⁾ als Gavial de Monheim benannte Versteinerung, den *Crocodylus priscus* v. SOEMMERING 1814, welcher zur Familie der Teleosauriden gehörige Krokodilier aus den jurassischen Plattenkalken jetzt unter dem Gattungsnamen *Aeolodon* aufgeführt wird. Die Fundstelle des Fossils ist die 7 km südöstlich von Monheim entfernte, näher bei Daiting (am Wege von Daiting nach Blossenau) gelegene Waldpartie der Meulenhart: hier zieht sich, von Norden kommend, ein kleines Tälchen zu dem Usselgrunde hinab, das zu tiefst den Plattenkalk unter mächtiger Überlagerung jüngerer Gebilde aufgedeckt hat. Leider sind die früher daselbst in Betrieb gewesenen kleinen Aufbrüche jetzt ganz verlassen. Die Lokalität hat nicht weniger als vier Spezies von Pterodaktylen und neun Arten anderer Saurier geliefert; auch cypressenartige Landpflanzen kommen nicht selten vor. WALTHER schreibt in seiner lehrreichen neuen Abhandlung²⁾ darüber: „Wenn man erwägt, dass alle diese Funde in kleinen gelegentlichen Aufschlüssen gemacht worden sind, dann darf man wohl Daiting als eine der reichsten Fundstellen des ganzen Gebietes betrachten, und trotz ihrer Lückenhaftigkeit zeigt uns die Fossilliste das Bild einer reichbewaldeten Küste, belebt von Flugsauriern und räuberischen Reptilien, dicht neben dem tierreichen Meeresgrund.“

Der Einschnitt bei Nussbühl, am Asbacher Hof, besitzt wie der Fünfstetter oder auch wie der beide Einschnitte verbindende Viadukt die Länge von rund 1½ km. In seinem südlichen Teile gewahrt man auf der Westseite anstehenden Weissjura, offenbar in überschobener Masse, sehr zertrümmert und breccienartig gestaltet, im übrigen sind im Einschnitte wiederum die Trümmerschichten entblösst. Trotz des häufig bunten Charakters der Einschlüsse waltet in jenen der Weissjura vor und seine brecciösen, vergriesten zerborstenen oder auch schichtigen Trümmer und Schollen bilden die Hauptmasse der Gesteine; zugleich sieht man fast sämtliche Malmstufen vertreten; hornsteinreiche Plattenkalke und Dolomite fehlen so wenig wie Werkkalk und die Impressatone, ein schöner polypler Ammonit (*Perisphinctes effrenatus* FONTANNES) beweist das Vorhandensein der Tenuilobatenschichten; gegen den südlichen Ausgang zu ist an der östlichen Wand sowohl schichtiger Kalk vom Unteren weissen Jura angeschnitten, als auch Marmor- oder plumper Felsenkalk des Oberen Malms und mehr zum anderen Ende hin fanden sich einige grobe Trümmer von Dolomit vor, dessen Gestein fast einen breccienartigen Habitus verrät, wenigstens sind in der hellen Dolomitmasse dunklere, graugefärbte, gleichfalls aus Dolomit bestehende eckige Stücke enthalten. Bemerkenswert ist noch, dass im Trümmermeere auch die kristallinischen Gesteine,

¹⁾ CUVIER, Recherches sur les ossements fossiles. 3 éd. tome 5 II. part. p. 120—125. planche VI, Fig. 1.

²⁾ JOHANN. WALTHER, Die Fauna der Solenhofener Plattenkalke, Jena 1904. Festschrift zum 70. Geburtstag ERNST HAECKELS.

wenngleich nicht gerade besonders häufig, vertreten sind: über die hier eingesammelten Stücke wird noch weiter unten die Rede sein.

Am südlichen Ende des ganzen Aufschlusses, das sich westlich von Nussbühl, nahe beim Dorfe, befindet, gewahrt man zuerst Überdeckungsgebilde angeschnitten, gelben und darunter weissen Sand. Bald macht sich eine Blockanhäufung mit viel Weissjurabrocken besonders bemerkbar; die Brocken sind an der Oberfläche geglättet, zum Teil auch mit Einfurchungen und Kritzern versehen, so dass diese pseudoglaciale Trümmerbreccie, die in der Tat ein Blocklehm in petrographischem Sinne ist, in gewisser Beziehung an eiszeitliche Bildungen erinnert. Echte Moränen und ihre Landschaft bieten jedoch ein anderes Gesamtbild dar. Wir haben hier offenbar ein der Lauchheimer Breccie vergleichbares Gebilde vor uns, wie aus der genauen Schilderung SAUERS¹⁾ hervorgeht: „Die (Lauchheimer) Breccie gleicht einem gewöhnlichen Geschiebelehm (ist eher vielleicht noch etwas toniger) auch in seiner schmutzig bräunlichgrauen Farbe.“ Weiters führt der genannte Forscher an, dass zu der chaotisch struierten Masse bunte Keupermergel, verschiedene Juratone und Jura-Nagelfluh das Material geliefert zu haben scheinen, spricht von grossen Weissjurageröllen in der Breccie, betont, dass die Gerölle einen glänzenden Abdruck in der tonigen Masse hinterlassen (Hohlspiegelstruktur) und dass diese, die Tonmasse, eine speckige Beschaffenheit besitze, wodurch eine gewisse Glättung der eingeschlossenen Brocken an der Oberfläche bewirkt werde. Dies trifft alles Punkt für Punkt auch für unseren Blocklehm zu. Die Weissjuragerölle darin stammen für das Verbreitungsgebiet der Breccie in den hier zu betrachtenden Regionen wohl direkt aus den benachbart anstehenden Juraschichten. Professor SAUER spricht zugleich die Ansicht aus, dass, was die Entstehung der von ihm beobachteten Breccie betrifft, im Gegensatz zur Bildung der Hauptmasse des Moränenschuttes, der sich dabei im Zustand reichlichster Durchtränkung mit Wasser befunden haben muss, die gesamte Gesteins- und Tonmasse mehr oder weniger trocken verarbeitet worden sei; dies hat sicherlich auch für unsere gleichgearteten Ablagerungen Geltung. Wie die Blockanhäufung von Nussbühl, verhält sich auch jene von Weilheim, die uns von Seite 176 an beschäftigen wird oder sonst die Mehrzahl der im vorliegenden Aufsatz als Trümmerschichten oder bunte Riesbreccie bezeichneten Vorkommnisse. Die speckige Beschaffenheit der Tonmasse tritt freilich hie und da zurück, dann verschwindet auch allmählich die dunkelbraun- oder grünlichgraue Farbe des Lettens, so im Einschnitt an der Fünfstetter Bahnrestauration, wo das tertiäre Material mit helleren Letten vorherrscht und der zähe Bindeton zurückgedrängt ist. Die Ablagerung der Trümmerschichten oder bunten Breccie in typischer Gestalt für die Verbreitung im Gebiete nördlich von Donauwörth beschreibt BRANCO (l. c. S. 109 etc.) eingehend. Aus den in der Gegend östlich von Ebermergen für die neue Bahnlinie abgestossenen Probeschächten ist diese Trümmerablagerung dem zuletzt genannten Forscher schon bekannt geworden, er bemerkt darüber: „Überall dasselbe Bild eines wirr durcheinandergequälten, weichen, schmierigen Gesteins, in dem sich Keuperton, Braunjuraton und seltene Weissjurastücke erkennen lassen.“

Hier im Nussbühler Einschnitt spielen Weissjuratrümmer in der blocklehmartigen Masse gewissermassen die Hauptrolle, wie man schon gleich zu Anfang desselben bemerkt, wo unter und neben der Blockanhäufung, die auch zahlreiche

¹⁾ BRANCO, Das vulkan. Vorries S. 105.

kleine Kalkstücke enthält, grössere Partien von zerbrochenem Jurakalk vorhanden sind, welche Ausbildungsweise sich durch den ganzen Aufschluss fortsetzt. Am südlichen Ausgang sind auch rötlich gefärbte Ablagerungen dem Blocklehm beigegeben, später erscheinen einzelne grössere Ballen von grauem Ton, eine umfangreiche Partie von intensiv carmoisinrotem Ton, umgeben von tertiär aussehenden Letten, trifft man weiter nördlich an der Westwand eine ziemliche Strecke noch vor der Mitte des ganzen Aufschlusses an. Ab und zu werden auch Einschlüsse von rotem Eisenoolith oder anderem Material von Dogger bemerkt; Brocken kristallinischer Gesteine sind in der Tonmasse unregelmässig verteilt, scheinen aber der nördlichen Hälfte des Einschnittes ganz zu fehlen, relativ am häufigsten treten sie in der Region etwas südlich von seiner Mitte auf. Von der grösseren Jurascholle am südlichen Ende ist eine dem Marmorkalk des Oberen Malms angehörig, andere wieder lassen vergrüsten oder auch mehr deutlich schichtigen Mittleren Weissjura und Werkkalk erkennen. Eine dieser Schollen setzt sich aus Schichten zusammen, die ein flaches Einfallen 140° SO besitzen, eine andere, nicht weit von dieser entfernt gelegene, zeigt die Bänke 190° SW mit 45° geneigt. Es dürfte ermüden, Schritt für Schritt den Aufschluss zu besprechen, da sich nahezu immer das gleiche Bild wiederholt: zwischen grösseren, meist zertrümmerten Jurapartien die Blockanhäufungen, wobei der zähe, mit Geröllen vollgespickte Letten auch in schmale Spalten der Jurakalkklötze eingedrungen ist. Im allgemeinen ist auf der Westseite Juragries und -Schutt vorherrschend, wobei man an einigen Stellen den Eindruck des anstehenden, wenn auch überschobenen Juragesteins, wie schon oben erwähnt, gewinnt. Dazwischen tritt die lettige Matrix mit den Blöcken und Trümmern auf. Die Farbe des Blocklehms scheint hier etwas heller zu sein als im Weilheimer Einschnitt. Gegen die Mitte vom Einschnitt zu hebt sich an der Ostwand eine grössere Masse vom Frankendolomit heraus; Blocklehm, grosse Juratrümmer, nach Süden fallende Schichten einer Kalkscholle befinden sich in der Nachbarschaft. Etwa in der Mitte selbst des Aufschlusses kommt mit bogiger Begrenzung nach oben, also in sattelförmiger Lagerung, ein Komplex von weissem Sand, der Überdeckung oder dem Tertiär angehörig, vor, im Hangenden davon tritt wieder Blocklehm auf; viel Weissjurablöcke, darunter auch solche von besonders grossen Dimensionen, denen sich zusammenhängendere Partien von Breccienkalk anschliessen, können nicht mehr befremden. An der Westseite, wo hauptsächlich zermalmt Jurakalk im Blockkonglomerat sichtbar ist, häufen sich gegen das nördliche Ende des Einschnittes die bunten Einlagerungen; zäher Tegel mit geglätteten Geschieben, ziegelroter Ton, rote und grüne Letten; helle Sande, von anscheinend tertiärer Abstammung, und farbige Tone sind nahe der Brücke für die Wemdinger Chaussee aufgedeckt, ganz aussen am Einschnitt (westliche Seite) finden sich neben sandigen Überdeckungsgebilden noch rötliche, lettige Sande vor, vielleicht nur umgelagertes Material älterer Schichten. Auf der Ostseite halten die Trümmerschichten mit den Blockanhäufungen in der geschilderten Weise an bis in die Nähe jener Brücke, wo sie gelben oder braunen, eisenreichen, mit helleren Lagen wechselnden Sanden Platz machen, die offenbar der allgemeinen Juraüberdeckung einzuverleiben sind und speziell mit den Monheimer Sanden identifiziert werden können.

Von Urgebirgsgesteinen habe ich im Nussbühler Einschnitt verschiedenartige Typen aufgefunden; nur die wichtigsten davon sollen hier erwähnt werden:

1. Heller Granitit oder Amphibolgranitit. Ganz in eine vorwaltend weisse Masse zersetzt.

2. Rottleckiger Granitit oder Amphibolgranitit, grobkörnig, schwarz- und weissgefleckt mit groben roten Punkten (Feldspäten). Sehr zersetzt. 3. Dasselbe Gestein, jedoch frischer. 4. Dasselbe Gestein, aber feinkörniger. 5. Grünlicher, rottleckiger Amphibolgranitit. Ähnliches Gestein wie 2, aber, wenigstens dem oberflächlichen, makroskopischen Habitus nach hornblendereicher; Amphibol ist allerdings bei näherer Betrachtung nicht deutlich zu erkennen, dagegen ist dunkelgrauer Biotit, wohl aus jenem entstanden, vorhanden; scheint einen Übergang zu 6 zu bilden. 6. Dioritartiges Gestein, fein- bis mittelkörnig, dunkelgrün, weiss punktiert. 7. Diorit- oder Amphibolitartiges Gestein, mit leicht ausgeprägter Parallellagerung der Gemengteile (6 und 7 machen ganz den Eindruck von dioritischen Gesteinen oder Plagioklasamphiboliten; Gesteine von demselben Typus, aber in frischerem Zustand und mit dem Vorkommen einer Tuffablagerung in Zusammenhang stehend, fand ich in einem Acker südlich von Nussbühl auf, s. S. 173). 8. Glimmerreicher Granitit (Amphibolgranitit) oder Quarzglimmerdioritartiges Gestein, ähnlich Nr. 4, jedoch viel mehr dunklen Biotit enthaltend. 9. Heller, etwas rötlicher Granitit oder Amphibolgranitit; beide Gesteine 8 und 9 sind näher untersucht worden, ihre Beschreibung folgt weiter unten.

Diese Gesteine sind in ihrer Mehrzahl im bergfeuchten Zustand vollständig weich (so beispielsweise namentlich Nr. 1, 2 und 6), wie eine Paste, sie lassen sich mit dem Messer in dünne Scheiben schneiden, ja man kann solche Diorite oder granitisch aussehende Gesteine, frisch dem nassen Letten der umhüllenden Trümmerbreccie entnommen, wie sonst weiche Substanzen mit dem Messer geradezu auf andere Körper aufstreichen. Im Schlämmrückstand einiger dieser Gesteine (beispielsweise von Nr. 1) liessen sich makroskopisch nur geringe Mengen von Quarz nachweisen, man darf daher dieses Mineral wohl auch als in feiner Verteilung in den Gesteinen vorhanden annehmen.

Die kristallinen Gesteine aus dem Fünfstetter Einschnitt lassen, meiner Ansicht nach, weit weniger eine so intensive Umbildung erkennen. Wir müssen für diese starke Umänderung und Zersetzung wohl besondere Ursachen annehmen, worauf auch bei Besprechung der kristallinen Gesteine aus dem Weilheimer Bahneinschnitt hingewiesen werden wird (s. S. 177). Vielleicht dürften heisse Lösungen und Dämpfe bei den eruptiven Vorgängen, die den Transport des kristallinen Materiales aus der Tiefe verursachten, mit in Aktion getreten sein und dadurch der sonstigen Zersetzung gegenüber viel intensivere Veränderungen an den vorhandenen Gesteinen bewirkt haben. So wird man eine Art pneumatolytischer oder thermaler Prozesse annehmen können. Die in den vulkanischen Tuff eingebetteten Gesteine dioritischer Abkunft zeigen beim Nussbühler Vorkommen (S. 173), wie bereits bemerkt, einen weit weniger hohen Grad der Umänderung als die in dem zähen Letten der Blockanhäufung eingebackenen Stücke, jedenfalls bietet sich hier noch ein erspriessliches Feld für weitere Untersuchungen dar.

8. Dunkler, feinkörniger Granitit oder Amphibolgranitit. Sehr glimmerreich. Zwischen den schwärzlichen Biotitfasern graue Quarzkörner und blassrötliche Feldspäte. Im Dünnschliff wurde das Gestein von Assistent SCHUSTER untersucht, auf dessen Angaben die folgende Charakteristik sich stützt: Körnige Struktur, Hauptgemengteile Quarz, Feldspat, worunter namentlich Plagioklas deutlich zu erkennen, und Biotit. Vereinzelt treten schwarze Erzkörner, anscheinend auch mit leukoxenartigen Substanzen auf. Apatitnadeln häufig im Feldspat und Quarz, in dem auch reichliche Einschlüsse von Bläschen vorkommen. Ausserdem, wenn auch spärlich, Stäbchen des eigentümlichen Mineralen, von dem beim nächsten und einem Weilheimer Gestein (S. 180) die Rede sein wird. Der Quarz ist häufig zerbrochen, gequetscht, undulös auslöschend. Von den Feldspäten macht sich wegen der öfters noch ziemlich deutlichen Lamellierung der Plagioklas besonders bemerkbar. Er ist reichlich mit Zersetzungsprodukten durchzogen. Die Mehrzahl des triklinen Feldspates scheint ziemlich stark basischer Natur zu sein, doch kommen auch verhältnismässig frische, kleinere Individuen vor, die einem weniger basischen Plagioklas anzugehören scheinen. Orthoklas ist jedenfalls auch vorhanden. Als eine eigentümliche Ausbildungsart ist zu bemerken, dass die mit Mineralstaub und Umwandlungsprodukten erfüllte zersetzte Masse der Feldspäte häufig einen scharf umschriebenen Kern darstellt, der von lichter, manchmal auch Zwillingstreifung zeigender Substanz umgeben ist. Die stark zersetzten Biotitfasern weisen nur mehr die vollkommene Spaltbarkeit auf, sie sind zum Teil durch Ausscheidung von Eisenerz undurchsichtig geworden. Deutlich erhaltene Hornblende lässt sich nicht mehr erkennen; doch könnte vielleicht ein Teil der grünen und glimmerigen Substanzen auf ihr früheres Vorhandensein deuten: dadurch und wegen des hohen Plagioklasgehaltes nähert sich das Gestein einem Quarzglimmerdiorit. Damit steht auch der nicht gerade unbedeutende Kalkgehalt des Gesteins, wie schon der Salzsäureauszug ergibt, im Einklang. In nachstehender Zusammenstellung sind die Bestandteile des Salzsäureauszugs unseres Gesteins (A) neben die des in gleicher Weise behandelten Sulzdorfer Granites (B) und eines äusserst stark zersetzten Plagioklas-

amphibolits aus dem Weilheimer Blocklehm (C) gesetzt. In solch intensiver Art verändert, wie dieser Weilheimer Amphibolit, tritt uns auch das unten noch näher zu erwähnende rötliche, helle Granititgestein von Nussbühl entgegen. Die Gesteine enthalten etwas Lithium, wie dies auch sonst für Riesgesteine, namentlich für die Granite, die sonach den Lithionitgraniten einzureihen sind, konstatiert worden ist. Aus der Behandlung mit HCl berechnen sich die Mengen¹⁾ der gelösten Stoffe für die einzelnen Gesteine wie folgt:

Beim glimmerreichen Granitit (lufttrocken) von Nussbühl (A ₁) zu	23,84 ‰ ¹⁾
bei demselben Gestein, bei 110° getrockneter Substanz (A ₂) zu	22,84 „
beim Sulzdorfer Granit (Granitit) (B)	11,27 „
beim hellgrauen, weisstreifigen Amphibolit von Weilheim (C)	38,00 „

Analyse des Salzsäureauszuges einiger Riesgesteine.
Ausgeführt von A. SCHWAGER.

Bestandteile	A ₁	A ₂	B	C
SiO ₂	29,15 ‰	30,42 ‰	32,70 ‰	34,26 ‰
TiO ₂				2,63 „
Al ₂ O ₃	6,08 „	6,35 „	13,93 „	26,24 „
Fe ₂ O ₃	27,52 „	28,72 „	25,14 „	12,87 „
MnO	6,71 „	7,01 „	3,91 „	2,21 „
CaO	7,05 „	7,35 „	4,80 „	3,69 „
MgO	8,26 „	8,62 „	5,85 „	4,34 „
K ₂ O	4,15 „	4,33 „	2,03 „	2,37 „
Na ₂ O	2,06 „	2,14 „	5,61 „	2,92 „
Li ₂ O	sehr deutl. Spur	sehr deutl. Spur	sehr deutl. Spur	Spur
P ₂ O ₅	0,29 „	0,31 „	0,42 „	
H ₂ O	9,07 „	5,03 „	5,94 „	5,82 „
CO ₂				3,37 „
Summe	100,34 ‰	100,28 ‰	100,33 ‰	100,72 ‰

A₁ Salzsäure-Auszug des glimmerreichen Granitites von Nussbühl bei Anwendung der lufttrockenen Substanz.

A₂ Salzsäure-Auszug des glimmerreichen Granitites von Nussbühl, bezogen auf die bei 110° C. getrocknete Substanz.

B Salzsäure-Auszug des rötlichen Granitites (Granitites) von Sulzdorf, bezogen auf die bei 110° C. getrocknete Substanz.

C Salzsäure-Auszug des hellgrauen Plagioklasamphibolites von Weilheim (s. S. 179).

9. Ganz zersetzter blassrötlicher, heller, dunkelfleckiger Granitit. Ein Teil des Feldspats ist matt ziegelrot gefärbt und verleiht dadurch dem Gestein in Verbindung mit dem blendendweissen, in eine pulverige Masse verwandelten übrigen Feldspatgemengteil und den dunklen Flasern von Biotit das eigenartige Aussehen. Das Gestein ist äusserst stark zersetzt. Unter dem Mikroskop gewahrt man nur vereinzelt typisch aussehende, dabei zerbrochene und sehr stark undulös auslöschende Quarzkörner. Mit der Lupe glaubt man allerdings am Gesteinsbruch die Umrisse der anscheinend ziemlich reichlich vorhandenen Quarze noch umschrieben zu sehen; im Dünnschliffbild sind diese Stellen bei gekreuzten Nikols mit matt bläulichgrauer Farbe sichtbar, gegenüber den übrigen Bestandteilen die einzigen helleren Partien im Gestein, ihre Substanz löscht undulös aus, ist von Parallelrissen durchzogen, manchmal lässt sich sogar eine sechseckige Begrenzung erkennen. Ähnlich aussehende, bläulichgrau gefärbte (Nikols +), offenbar ursprünglich einheitlich beschaffenen Kristallkörnern angehörige Partien scheinen sogar aus breitstrahligen Aggregatmassen zu bestehen, die den Raum des früheren Minerals ausfüllen. Die Feldspäte sind in ein Haufwerk von Zersetzungsprodukten umgewandelt, unter welchen glimmerartige Mineralien vorzuherrschen scheinen. Die feldspatigen Substanzen sind daher ganz trüb und undurchscheinend geworden, höchst selten

¹⁾ Unter Einschluss der nach der Behandlung mit Säure durch kohlen-saure Alkalien löslich gewordenen Kieselsäure.

sind noch Andeutungen einer Parallelstreifung wahrnehmbar. Selbst die grossen Biotitfetzen zeigen sich stark verändert; Spaltbarkeit und Absorption sind fast verschwunden. Chloritische Schuppen ab und zu erkennbar. Opake, bei auffallendem Licht gelblichweisse Partien dürften dem Leukoxen nahestehen. Die auffallendsten Einschlüsse werden jedoch durch ein stark lichtbrechendes Mineral gebildet, das in kleinen Säulen und Nadeln vorkommt und hier in gedrungeneren Formen vorhanden ist als im Weilheimer Gestein, Nr. 6, bei dessen Besprechung (S. 180) das Mineral noch weitere Erwähnung finden wird.

Es wurde von diesem Gestein (Nr. 9) auch das Abschlämmungsprodukt untersucht. In den feinsten durch den Schlämmprozess abgeschiedenen Teilen fand Herr SCHWAGER 52,59 % SiO_2 und 8,35 H_2O vor. Diese Werte berechnen sich unter der Annahme, der Feldspat sei ganz in Ton von Kaolinzusammensetzung umgewandelt, auf ein Gemenge von 60 % Ton und 40 % Quarzstaub.

Als Durchbruchröhre solcher aus kristallinen Gesteinen bestehender Explosionsprodukte kann man eine am Südabhang des Nussbühler Hügels befindliche Stelle annehmen. Hier findet man Brocken archaischer (dioritartiger, S. 171) Gesteine nebst vielen Bomben in den Äckern liegend vor. Für das im Einschnitt gefundene Material mag vielleicht noch ein anderer diesem näher gelegene Punkt, der später durch Überdeckung verhüllt wurde, in Betracht gekommen sein. Die eben erwähnte Stelle südlich von Nussbühl an der Abdachung gegen den Bach zu, liegt 200—300 m nördlich von dem kleinen Einschnitt (Tenuilobatschichten S. 166) unweit der Haltestelle Flotzheim entfernt.

Die bisherige Schilderung wird dargetan haben, dass für die Beurteilung der geologischen Verhältnisse des Vorrieses die Aufschlüsse an der neuen Bahnlinie von ganz erheblichem Werte sind. Ausser der Konstatierung von bedeutenden Überschiebungen ist jetzt insbesondere erwiesen, dass die bunte Riesbreccie eine grosse Verbreitung besitzt. Die Ablagerungen der bunten Breccie oder die Trümmerschichten lassen zugleich eine etwas wechselnde Beschaffenheit ihrer Zusammensetzung im ganzen und in der Ausbildung öfters eine gewisse Ansmiegung, wenn man so sagen darf, an ihre Unterlage erkennen, so enthält die offenbar auf jurassischen überschobenen Breccienkalk aufgesetzte Trümmerablagerung im Nussbühler Einschnitt vorwaltend Material des Weissjura eingeschlossen. Bei mangelnden grösseren Aufdeckungen können die Trümmerschichten im Revier schwer erkannt werden. Die von ihnen gebildeten Geländeformen bestehen meist aus flachen langgezogenen Hügeln, deren Oberfläche den sonstigen Albüberdeckungsgebilden anzu gehören, oder an welchen nicht selten ein riffartig vorstehendes Malmgestein die Weissjuranatur des ganzen Hügels zu verraten scheint. Es kann aber nach den neueren Aufschlüssen nicht zweifelhaft sein, dass viele dieser im Terrain markant auftretenden Jurapartien von nicht zu grosser Ausdehnung nur Schollen oder gewaltige Klötze innerhalb einer mächtigen Block- und Trümmeranhäufung darstellen. Man muss sich dann bei der Kartierung hüten, nicht zu viel anstehenden Jura zu geben, was bei der älteren Einzeichnung wohl ab und zu geschehen sein mag.

Dass in diesen Gegenden des Vorrieses nicht normale Verhältnisse vorhanden sind, geht allein schon aus den Oberflächenformen des Plateaus hervor. Die langgezogenen Rücken der manchmal fast wellenförmig angeordneten Höhenzüge, die häufig unvermittelt auftretenden felsigen Kalk- oder Dolomitklippen, der Wechsel in den Formationsabteilungen und die unregelmässige, durch Überschiebungen oder verschiedenartiges Einfallen der Schichten erkennbare unregelmässige Lagerung geben für das Gebiet eine geologische Ausbildungsart von besonderem Gepräge ab, die auch ohne die anderen charakteristischen Erscheinungen auffällig genug bleibt. Sie ergänzt sich dann in Verbindung mit den übrigen Vorkommnissen, nämlich von vulkanischem Tuff, kristallinischem Gestein, Blockanhäufungen mit

bunter Breccie und dem ausgedehnten Auftreten von Breccienkalk und vergriesteten Massen des Weissen Jura zu dem bekannten, den Riesgegenden allein eigenen geologischen Gesamtbild.

Welch unruhige Verhältnisse in geologischer Beziehung in solchen dem Vorries angehörigen Territorien herrschen, mag beispielsweise aus der Betrachtung des dem letztbesprochenen Einschnitte benachbart gelegenen Gebiets entnommen werden. Wir beobachten in Flotzheim Mittleren weissen Jura mit nach Süden geneigten Schichten, daneben tritt Halbdolomit auf, während am nördlichen Ausgang des Ortes blauer Letten und Jurabreccie, etwas weiter nördlich Oberster weisser Jura zu konstatieren ist. Zwischen Flotzheim und Nussbühl befindet sich nahe an den Krautäckern ein grösserer Steinbruch in zersplittertem (vergriestem) Kalkstein des Mittleren weissen Jura, die Schichten sind nach Nordwesten gerichtet. Östlich von Nussbühl am Flotzheim-Ottinger Pfad tritt im sog. Leinfeld markant eine Breccienkalkkuppe auf, wobei sich das Gestein sehr stark mit Brüchen und Klüften durchsetzt erweist. Südöstlich von dem erwähnten grösseren Steinbruch ist ein flacher Hügelrücken, durch den sich ein kleiner Bahneinschnitt (S. 166) zieht, aus den Schichten der Tenuilobatenkalke aufgebaut: die Lagen haben ein westliches Fallen, im benachbarten kleinen Aufbruch ein nordwestliches und an einer etwas östlich davon gegen Flotzheim zu gelegenen Stelle wurde sogar ein Einfallen nach Südwesten mit 25° ermittelt. Trümmerschichten mit bunter Breccie finden sich im Tälchen westlich von Flotzheim an der Fünfstetter Strasse neben Breccienkalk vor, Dolomit und grobbankiger Plattenkalk folgen dann weiter am Gehänge hinauf. Dolomit steht auch im Dorfe Nussbühl zutage an: mitten im Ort erhebt sich die Kirche auf einer dolomitischen Kuppe. Dolomit gewinnt ferner am Abhang südwestlich vom Asbacher Hof einige Verbreitung, eine Partie desselben fällt mit 15° nach Südwesten ein, in der Nähe ist Breccienkalk anzutreffen. Ein kleiner Aufbruch SW vom Asbacher Hof, $\frac{1}{2}$ km vom Hofe entfernt, lässt Mittleren weissen-Jura, nach N fallend, erkennen, an einer $\frac{1}{2}$ km weiter südwärts gelegenen Stelle sind die Kalkbänke nach NO und etwas westlich davon, in der Steingrube an der Abzweigung des Nussbühler Weges vom Fünfstetten-Ottinger Strässchen, mit 30° nach W geneigt.

Diese Ausführungen sind nur geschehen, um zu zeigen, wie wechselnd sich in diesen Gebieten, selbst auf kleinen Raum beschränkt, hinsichtlich der Lagerungsart und der Vertretung nach den einzelnen Stufen die Juraschichten dem Auge darbieten. Auf dem anscheinend aus zertrümmerten Mittleren oder Unteren weissen Jura bestehenden Rücken südwestlich von Nussbühl, so sei nebenbei bemerkt, habe ich *Pecten pseudoparadoxus* GÜMBEL¹⁾ gefunden, beifolgende Zeichnung (Figur 10) soll das genannte Fossil vorführen. — Die im Wiesengrund zwischen Fünfstetten und Nussbühl ausgebreitete Ablagerung, jetzt als Opalinuston erkannt, war in den Originalaufnahmekarten als grauer tertiärer Ton eingetragen, bei den mangelnden Aufschlüssen gewiss eine verzeihliche Angabe. Zwischen Fünfstetten und dem Mittelweger Hof sind Trümmerschichten, zugleich mit dem Auftreten von kristallinischen Gesteinen, nachgewiesen. Es wäre nun anziehend, sonst noch die Einzelheiten der Ausbildung in der Gegend um Fünfstetten weiter zu verfolgen, doch fehlt hier der Raum für eine solche Schilderung. Ich möchte nur noch ergänzend bemerken,



Figur 10.

Pecten pseudoparadoxus GÜMB.
Mittl. weisser Jura. Nussbühl.

dass bei Fünfstetten Überschiebungen sich auch an den Weissjurabildungen nachweisen lassen. Am Sulzdorfer Weg südöstlich vom Biberhof sehen wir Plattenkalk entblösst, weiter nordwärts findet sich im Vergleich zu diesem älteres Weissjuragestein vor. Am Milchbuck (Steinbruch) gewahrt man im Hangenden bankige Kalke des Mittleren oder Unteren weissen Jura (Einfallen 345° N unter ca. 38° Neigung), die Unterlage davon bilden Kalke, die einem etwas höheren stratigraphischen Niveau des Malms, etwa der Stufe der Pseudomutabilisschichten, angehören und auch die Trennungslinien der in der unteren Partie des Aufschlusses zu beobachtenden Lagen, die mit den Schichtungsflächen zusammenzufallen scheinen, dürften zum Teil als die Anschnitte von Überschiebungsflächen aufzufassen sein, zudem sind diese unteren Lagen sehr zerklüftet und mit Brüchen stark durchsetzt und im Tiefsten des Bruches ist ein Breccienkalk, mit senkrechten Ablösungsrichtungen durchzogen, anstehend.

¹⁾ GÜMBEL erwähnt diese Art zuerst aus dem Streitberger Werkkalk (Jahresheft. des Vereins für vaterl. Naturk. in Württemberg. 18. 1862. S. 206). Wir haben darin den Typus des *Amussium personatum* v. ZIET., vertreten durch eine etwas kleinere Form, aus dem Weissen Jura vor uns. Die Wirbelgegend ist am Stück, wie auch die Figur zeigt, etwas verletzt. — Das vorliegende Exemplar ist mit der Schale erhalten, welche durchscheinend die inneren Radialrippen erkennen lässt.

Begeben wir uns nun nach diesen Abschweifungen auf die Hauptstrecke zurück. Die Bahn setzt in der Nähe des Asbacher Hofes über die Monheimer Strasse. Auf der Hochfläche, wo das nördlich nach **Otting** zu sich absenkende Tälchen beginnt, sind mit Torf- oder Moorgrund bedeckte Flächen ausgebreitet. Die Bahn folgt nun zunächst dem Laufe jenes Tälchens, zieht hart an Otting, südlich vom Dorfe, vorbei und wendet sich dann in nordöstlicher Richtung, die Hügel des rechten Talgehanges berührend, gegen Weilheim hin. Stellenweise ist der Boden sandig, so bei der unteren Überquerung des Ottinger Strässchens (Überdeckungssande, wie in der Gegend nördlich von Monheim); meist zeigen aber die Versuchsschächte in der Umgebung von Otting und bis über Weilheim hinaus die Griesbreccie des Weissjura verschiedener Stufen oder die Trümmerschichten, d. h. die Riesbreccie (buntes Konglomerat). Den lettigen Riesschutt mit den Trümmern von Gesteinen verschiedener Formationen findet man nächst Otting am Weg, der auf die südöstlich vom Orte befindlichen Höhe hinaufführt, an der Oberfläche anstehend vor. Schwärzliche Tone, die man als Auswurf der Versuchsgruben hie und da bemerkt, möchte ich hier zum Teil als Ornatenton ansehen, an anderen Stellen sind sie ihrer Abstammung nach tieferen Juraschichten einzureihen. Am Hügel östlich von Otting finden sich die Trümmerschichten über jurassischem Material, das zum Teil den oberen Stufen des Malms (Dolomit, Plattenkalke) angehört, gelagert vor. Aus mittlerem und oberem Weissjura besteht auch das Gerippe des nach Weilheim zu folgenden Mausberges; strichweise sind dann in mehr oder minder starker Entwicklung die Trümmerschichten der kalkigen Unterlage aufgesetzt. Eine nahezu halbwegs zwischen Weilheim und Otting beim sog. Klingefeld am Ostgehänge des Tales neben der Bahn gelegene Füllgrube, die sich bei den fortgesetzten Arbeiten für die Bahn wohl auch zu einem grösseren Aufschluss erweitern wird, zeigt verstürzten Plattenkalk, darüber schwärzlichen Letten älterer jurassischer Abkunft neben Weissjuragries. Die zum Tal abfallenden Gehänge südwestlich von Weilheim lassen etwas dolomitisches Gestein und Kalke des Mittleren weissen Jura erkennen, die daneben am flachen Plateau gegen das sog. Breitfeld hin durchziehende Bahntrace hat die Überschiebungsgebilde in ausgezeichnet schöner Weise angeschnitten. Tertiär mit Kohle, Weissjuraschollen, lettige Massen etc. liegen in buntem Durcheinander beisammen; die Weissjupartien zeigen die Schichten mehr oder weniger stark (häufig mit 35°) aufgerichtet und im Einfallen meist nach Südwesten zu gestellt.

Nach früheren Beobachtungen zeigt ein Steinbruch am Waldrand gleich südlich von Weilheim einen unregelmässig oolithisch ausgebildeten gelblichen Kalk (i^{2b} der Geogn. Karte), seine Schichten sind fast horizontal gelagert, nur ein wenig nach S geneigt; an Einschlüssen fanden sich vor: *Oppelia tenuilobata* OPP. *Pecten subpunctatus* GOLDF., cf. *Lucina semicardo* QUENST.

Eine Schürfrube in der Nähe von **Weilheim** brachte viel schwarzen Ton aus dem Boden herauf. Solche dunkle Letten vom petrographischen Habitus des Opalinuston hat MELCH. NEUMAYR schon im Jahre 1867 am östlichen Ende von Weilheim nachgewiesen; im Jahre 1876 konnte ich dann durch Fossilfunde und die Konstatierung von mitvorkommendem Eisenoolith die Braunjuranatur der Ablagerung sicher ermitteln. Sonst war früher in der Gegend wegen Mangels günstiger Aufschlüsse wenig von Überschiebungen zu bemerken. Am Prielschlag westlich von Weilheim hatte ich jedoch die Trümmerschichten schon vor einer Reihe von Jahren anstehend gefunden. Nun aber ist die bunte Breccie, der Ries-

schutt, in grossartiger Weise im Gelände gleich bei Weilheim, an dem nordnordwestlich vom Dorfe sich ausdehnenden flachen Rücken, im sog. Prielfeld, erschlossen worden. Die Bahn schneidet hier eine Kurve vom Möhrental ab, gelangt bei den Langheckenäckern wieder ins Tal, nach dessen Überschreitung sie auf der linken Talseite über Gundelsheim bis Möhren bleibt. Der Aufschluss im **Bahneinschnitt bei Weilheim** ist wohl der prächtigste auf der ganzen Route. Die Eigenschaften einer bunten Breccie finden sich hier in auffälligster und grossartigster Weise ausgeprägt. In wirrem Durcheinander liegen jurassische Gesteine verschiedenen Alters und tertiäre Gebilde, kristallinische Felsarten und Keuperablagerungen mitsammen vermengt; dabei erhöht der Kontrast der Farben-

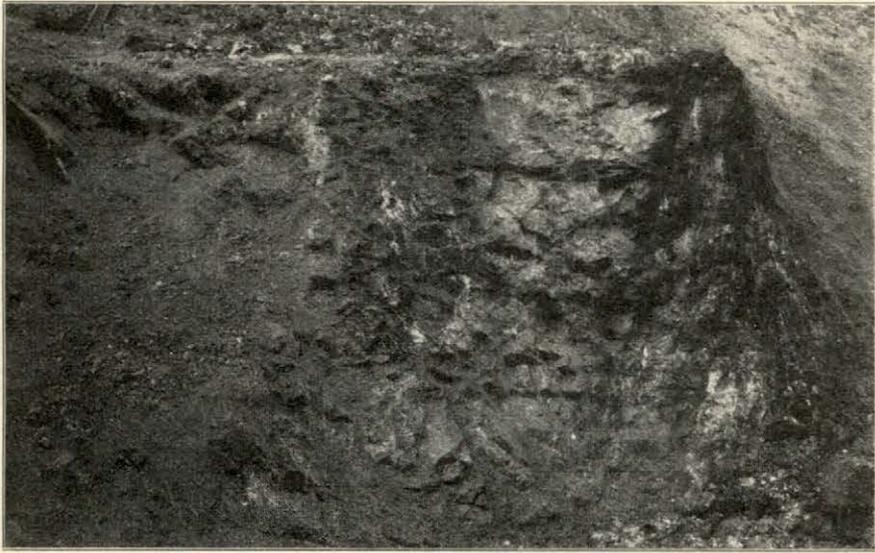


Figur 11.

Partie aus dem südlichen Teil des Weilheimer Einschnittes.
Tertiärer Sand mit Kohle (die dunklen linsenförmigen Stellen) in der Blockanhäufung.

wirkung das Seltsame der Erscheinung: blendendweisse Jurakalke heben sich grell von den schwarzen Lagen der Kohle ab, weiters finden sich gelbe Sande mit grünen Tönen vor, dunkle Gneisse oder bräunliche Granite stossen an rosafarbigem Keupersanden oder purpurroten Letten gleichfalls triasischer Herkunft ab und in einer mattgrauen Zwischenmasse sind Gesteinstrümmer bunter Art eingesprenkt, wodurch die aufgeschlossene Wand wie getüpfelt und gefleckt erscheint; so ist im ganzen ein äusserst farbenreiches Bild dem Auge geboten. Beginnen wir jetzt mit Einzelbeobachtungen an einigen Teilen des Einschnittes. An seinem südlichen Ende, wo der Bahndamm, der über das Tal führt, ansetzt, sind unterste Weissjurasschichten, tonige Impressamergel, anstehend zu erkennen; daneben, nach Norden zu, ist eine Partie schichtiger Malmkalke vom Bimammatus- oder Tenuilobatenniveau hingeworfen, ihre Lagen streichen NS 10° — 190° bei sehr

steilem Einfallen. Nicht weit davon lässt sich Eisensandstein des Doggers nachweisen, während ausserdem weissliche und gelbliche Tone auftreten; es folgt dann Juragries, Breccienkalk und bunte Trümmersmasse; weiter einwärts zeigen sich die tertiären Ablagerungen (Tone mit kohligten Einlagerungen) allmählich etwas mächtiger, zugleich nähert sich die Lagerung (Figur 11) mehr der normalen, horizontalen, doch nimmt bald darauf im nördlichen Teil des Einschnittes in der Verteilung der Gesteinsarten wiederum ein buntes Durcheinander überhand. Hier findet man auch kristallinische Gesteine in grösserer zusammenhängender Masse vor. Im mittleren und südlichen Teil des Aufschlusses herrschen dagegen bis nahe gegen den Rand hin die tertiären tonigen Schichten, wie schon erwähnt, vor. Betritt man den Einschnitt am Nordgehänge des Hügels, so trifft man zuerst, auf vergriestem Jura lagernd, die Trümmerschichten in der Ausbildung von zähem Letten mit verschiedenartigen



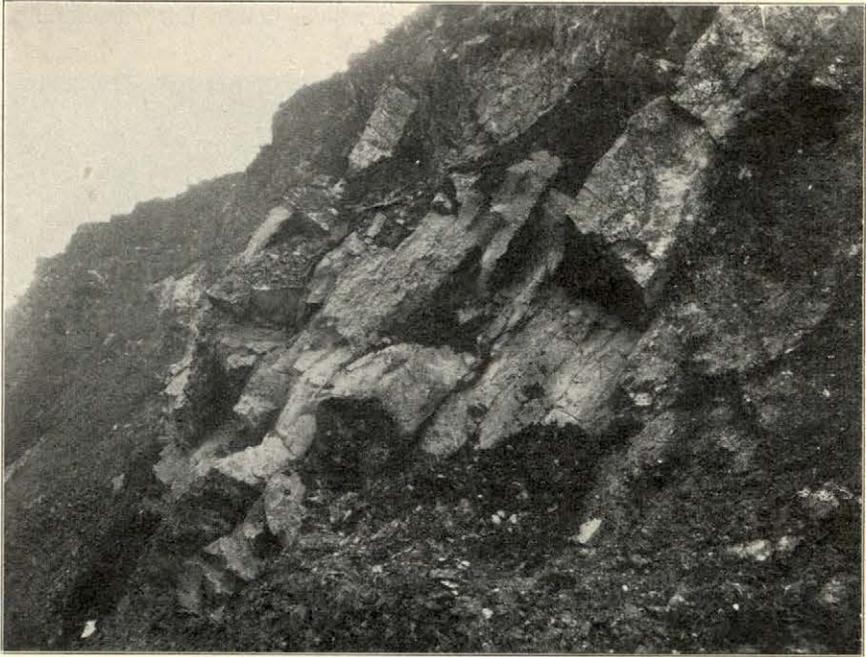
Figur 12.

Gneiss mit granitischem Gang (hellere Partie des Bildes). Weilheimer Einschnitt.
(An der linken oberen Ecke gewahrt man das Einfallen der Gneisslagen).

Gesteinstrümmereinschlüssen an; bald stösst man auf eine breitere Partie von bräunlichem, stark zersetztem, glimmerreichem Gneiss, dessen Schichten steil (mit 70°) nach Norden einfallen. Der Gneiss ist durchsetzt von ziemlich breiten Gängen eines granitischen Gesteins (Figur 12). Das kristallinische Gestein reicht bis zum Boden des Einschnittes herab (wenigstens war dies zur Zeit meines Besuches der Fall): man wird aber keinen alten Pfeiler oder eine Insel von anstehendem Urgebirg, das wohl in nicht allzu bedeutender Tiefe im Untergrund erwartet werden kann, annehmen dürfen, sondern nur einen grossen Brocken einer archaischen Gesteinsmasse vor sich haben. In den begleitenden Letten sind dann noch andere, kleinere Trümmer von kristallinischen Felsarten eingeschlossen; besonders häufig begegnet man dioritischen Gesteinen. Mehrere Proben von solchen im lettigen Zwischenmittel der Trümmerebreccie steckenden kristallinischen Gesteine wurden näher untersucht. Manche dieser Stücke, vom Habitus dioritischer oder sonstiger amphibolhaltiger Gesteine sind ganz mürb und können sogar zwischen den Fingern zerquetscht werden. Die intensive Zersetzung ist offenbar nicht durch die gewöhnlichen Verwitterungsvorgänge hervor-

gebracht, sondern dürfte auf die Wirkung vulkanischer Gase und heisser Dämpfe und wohl auch auf warme mit Kohlensäure imprägnierte Wasser zurückzuführen sein.

In der Nähe der grösseren Masse von kristallinischem Gestein fand ich in der Trümmerbreccie einen Block von obermiocänem Süsswasserkalk. Der Kalkstein ist von hellrötlichgelber Farbe und besitzt einen konglomeratischen Habitus (abgerundete, ovale Kalkstücke in kalkiger Umhüllung); er führt Helixreste, die offenbar auf *Helix platychelodes* SANDB. zu beziehen sind. Der Einschluss des Kalkes in der Breccie ist wichtig, weil dadurch bewiesen ist, dass ihre Bildung in einer postobermiocänen Zeit erfolgt ist. Auch KOKEN hat z. B. an anderen Stellen (Wallfahrt bei Wemding) beobachtet, dass in dem moränenartigen Schuttgebirge



Figur 13.

Scholle von Weissem Jura in der Bunten Breccie. Weilheimer Einschnitt.

tertiärer Süsswasserkalk vorkommt (Geolog. Stud. loc. cit., 2. Folge S. 447.) Später vermochte ich noch mehrere beträchtlich grosse Tertiärkalkblöcke nachzuweisen.

Benachbart jener grösseren Partie vom Urgestein tritt Juragries auf; auf der gegenüberliegenden Seite des Aufschlusses, der östlichen, beobachtet man tertiäre Kohle, daneben nach Nord mit 55° einfallende Weissjurabänke, dann bunte Tone, Jurabreccie und sonstiges Trümmerzeug von Riesgesteinen, die Stücke im lettigen Zwischenmittel eingebacken; Weissjurafetzen und Kohle, letztere auch gelegentlich zu rundlichen Klumpen zusammengeballt, sind besonders häufig. Doch treten auch grössere Partien von nahezu horizontal gelagerter Kohle und tertiärem grünlichen Ton auf. Eine Partie von Weissjurabänken, eingebacken in den Blocklehm (die bunte Riesbreccie), bringt die Figur 13 zur Darstellung.

Von den kristallinen Gesteinen aus dem Weilheimer Einschnitt will ich nur einige wenige Typen hervorheben:

1. Gneiss. Grünlichgraubraunes, etwas mürbes, deutlich geschichtetes Gestein. Glimmerreich. Feldspat und Quarz in besonderen Streifen angereichert. Andeutungen von augiger Struktur. — Das oben (S. 117) als anstehend oder wenigstens in grösserer Masse vorkommend angegebene Gestein.

2. Heller, blässrötlicher mittelkörniger Granit oder Granitit. Mürb. Ähnlich oder gleich dem Granitit Nr. 1 von Fünfstetten (S. 156). In Figur 12 den fast senkrecht stehenden, heller gefärbten Gang im dunklen Gneiss (Nr. 1) bildend. Im Dünnschliff gewahrt man stark zertrümmerte Quarze und Feldspäte. Der Quarz ist stark mit Bläschenstreifen (Flüssigkeitseinschlüssen) durchzogen. Die Quarzindividuen greifen öfters mit ihren Rändern zahnradförmig ineinander ein. Feldspäte verhältnismässig frisch. Neben Orthoklas auch Plagioklas vorhanden. Grüne Biotitflaser, diese öfters gewunden, verdrückt und gepresst.

Die folgenden Gesteine bilden keine grösseren zusammenhängenden Partien, sondern sind als Gerölle oder Trümmer in der lettigen Masse der Bunten Breccie aufgefunden worden.

3. Weissliches, ganz weiches granitisches oder dioritisches Gestein. Äusserst stark zersetzt. Fast ganz in kaolinische Produkte umgewandelt; ausser der weissen Masse sind noch dunkle Glimmerpartikelchen, wohl zumeist sekundärer Natur, vorhanden. Entspricht dem Gestein 1 von Nussbühl.

4. Diorit oder Plagioklasamphibolit. Mittel- bis grobkörnig. Sehr zersetzt. Ganz weich, mit dem Messer schneidbar, trocken mit dem Finger zerdrückbar, mit Wasser befeuchtet zu einem Brei zerfallend. Neben dem gelblichweissen feldspatigen oder ursprünglich feldspatigen Bestandteil dunkle Mineralpartien, die aus Aggregaten von Glimmerblättchen zusammengesetzt sind. Unter dem Mikroskop sieht man nur vereinzelte, vielleicht sekundäre Quarze. Die aus einem Teil der feldspatigen Mineralien entstandenen kaolinischen Produkte bilden eine Art Grundmasse, in der grössere, hie und da noch wohl begrenzte Kristalle, die auf Feldspat (Schnitte nach $\infty P \infty$ und $o P$) deuten, enthalten sind; diese sind zum Teil stark wolkig getrübt und durch eine gelblichweisse Masse ersetzt, oder es ist an ihre Stelle eine etwas gelblich durchsichtige, isotrope Substanz getreten; manchmal umrandet eine solche Substanz einen wolkigen Kern in einem gut konturierten Kristall, meist ist aber das ganze Kristallkorn in die isotrope Partie umgewandelt. Die Lichtbrechung der isotropen Masse wurde von Herrn Assistenten SCHUSTER zu etwa 1,6 gefunden. Diese isotrope Substanz ist schon früher in anderen Riesgesteinen aufgefunden worden und in der Literatur sind bereits Erörterungen darüber, namentlich hinsichtlich der Beziehungen zum Feldspat enthalten, so insbesondere S. 23 (Separ.) bei OBERDORFER (loc. cit., dies. Abh. S. 149, Anmerk. 3). — Biotit ist meist in kleinen zerrissenen Fetzen vertreten; Hornblende nicht mit voller Sicherheit nachweisbar. Akzessorisch Zirkon.

5. Hellgrauer Plagioklasamphibolit (Dioritschiefer). Sehr stark zersetzt; das Gestein ist zwischen den Fingern zu Staub zerdrückbar, ins Wasser gelegt zerfällt es zu einem Brei. Mit Parallelanordnung der Gemengteile. Makroskopisch wie ein quarzarmer Hornblendegneiss oder stark kaolinisierter Dioritschiefer aussehend. Mikroskopisch sind Zersetzungsprodukte des Feldspats mit spärlichen Resten von diesem selbst und dunkler Glimmer, in welchem selten Apatiteinschlüsse auftreten, ausserdem einzelne Granatkörner zu erkennen. Der Glimmer mag hauptsächlich als Umwandlungsprodukt von Hornblende, von der man ab und zu Spuren noch zu bemerken glaubt, anzusehen sein. Um zu ermitteln, welche chemische Zusammensetzung ein derartig zersetztes Gestein besitzt, wurde die nachstehende Analyse durch A. SCHWAGER ausgeführt. Die Bestandteile des Salzsäureauszuges desselben Gesteins fanden nach ihren Zahlenwerten schon auf S. 172 (Rubrik C der dortigen Analysentabelle) Erwähnung. Die Menge der durch HCl gelösten Stoffe beträgt 38,06 %; der in Salzsäure ungelöste Rest macht 61,94 % aus: dieser Rest besteht aus 61,15 % SiO_2 , 0,19 TiO_2 , 28,21 Al_2O_3 , 0,31 Fe_2O_3 und 10,05 H_2O .

Bauschanalyse, von A. SCHWAGER:

Kieselsäure (SiO_2)	50,93
Titansäure (TiO_2)	1,12
Tonerde (Al_2O_3)	27,47
Eisenoxyd (Fe_2O_3)	5,08
Manganoxydul (MnO)	0,84
Kalkerde (CaO)	1,40
Bittererde (MgO)	1,65
Kali (K_2O)	0,90
Natron (Na_2O)	1,11
Lithion (Li_2O)	Spur
Wasser (H_2O)	8,44
Kohlensäure (CO_2)	1,28
Summe	100,22

Plagioklasamphibolit aus dem Weilheimer Einschnitt.

Die Analyse stimmt so ziemlich mit der prozentischen Zusammensetzung des Amphibolits von Milben im Schwarzwald überein (s. Analysentabelle für die Amphibolite in den Elementen der Gesteinslehre von ROSENBUSCH), nur ist bei unserem Gestein durch die starke Zersetzung der Kalk bis auf eine verhältnismässig geringe Menge ausgelaut.

6. Blassrötlicher, schwarzpunktierter feinkörniger Amphibolgranitit oder Glimmerdiorit. Mürb und stark zersetzt. Das vorliegende Gestein gehört mit den beiden von Nussbühl beschriebenen (Nr. 8 und 9, Seite 172) zum gleichen Typus, es ist nur etwas feinkörniger, zugleich auch stärker zersetzt als jener „dunkle, feinkörnige Amphibolgranitit“ (Nr. 8), während der „ganz zersetzte, blassrötliche, helle, dunkelfleckige Granitit“ von Nussbühl (Nr. 9) eine grobkörnige Modifikation desselben Gesteins darstellt. Gemeinsam ist unter anderem der reichliche Glimmergehalt und die rötliche Färbung von einem Teil der Feldspatmineralien, weiters der Einschluss eines stark lichtbrechenden Minerals als akzessorischen Bestandteiles.

Trotz der starken Veränderung sind im Dünnschliff noch einzelne Partien unzersetzten Feldspates (Orthoklas wie Plagioklas) zu unterscheiden; hauptsächlich ist jedoch der Feldspat in kaolinische Substanzen, zum Teil auch in Glimmermineralien oder andere Neubildungen umgewandelt. Der dunkle Glimmer ist meist mit grünen, chloritartigen Mineralien vergesellschaftet. Hornblende scheint noch in vereinzelt Resten vorhanden zu sein. Quarz spärlich, vielleicht sekundär. Titanit, Apatit vereinzelt, Kalkspat als sekundäres Produkt hie und da anzutreffen.



Figur 14.
Stark lichtbrechendes Mineral
in Feldspat eingeschlossen.

$\left(\frac{2.55}{1}\right)$

Amphibolgranitit (Glimmerdiorit), Gerölle aus der Bunten Breccie des Weilheimer Einschnittes.

In diesem Gestein fand ich zuerst das eigentümliche, durch hohe Lichtbrechung sich auszeichnende Mineral auf, von dem schon S. 173 beim Granitit (Nr. 9) von Nussbühl kurz die Rede war und dessen sichere Bestimmung bis heute noch nicht geglückt ist. Hier im Weilheimer Gestein kommt es hauptsächlich als Einschluss im Feldspat vor und zwar in Form winziger, schmaler Säulchen (Figur 14), die farblos sind oder einen schwachen Schimmer ins Grünlichgrau zeigen. Achsendispersion scheint vorhanden zu sein, man glaubt nahezu eine gerade Auslöschung beobachten zu können; die Doppelbrechung ist sehr schwach. Herr Assistent SCHUSTER fand einen positiven Zonencharakter und die Lichtbrechung zu 1,7—1,75. Die Stäbchen lassen eine im spitzen Winkel zur Längserstreckung verlaufende Spaltbarkeit erkennen und zeigen häufig senkrecht zur Längsrichtung durchgehende Brüche. Das Mineral scheint nur den Gesteinen mit rötlichem Feldspat eigen zu sein; im übrigen soll versucht werden, es aus dem Gestein, in welchem es, wengleich auch in mikroskopischer Kleinheit, aber doch in etwas breiteren und gedrungeneren Kristallformen als im Weilheimer Gestein eingeschlossen ist, nämlich aus dem Nussbühler Granitit (Nr. 9), zu isolieren, um bei späterer Gelegenheit noch Näheres darüber, namentlich hinsichtlich der chemischen Zusammensetzung, berichten zu können.

Nach der Schilderung von RIES über Mineraleinschlüsse im Granit von der Urgebirgsecke am Tegernheimer Keller bei Regensburg könnte man bei dem eben erwähnten fraglichen Mineral an Orthit denken; von diesem wird (RIES, Das kristallinische Gebirge am Donaurand des bayerischen Waldes; Bericht des naturwissensch. Vereins zu Regensburg. 9. Heft, für 1901 und 1902, S. 111) gesagt: „Der Orthit (ein Cer-haltiges Mineral der Epidotgruppe) tritt bald in Körnern auf, bald in prismatischen Leisten von sehr schwacher Doppelbrechung wie Apatit, dem er ähnelt und mit dem er oft verwechselt wird. Die Lichtbrechung ist aber höher, der optische Charakter seiner Hauptzone positiv, bei Apatit negativ.“ — Eine Untersuchung des Weilheimer Gesteins auf einen Cergehalt ergab ein negatives Resultat. — Auf das Vorkommen von lichtgefärbtem Orthit mit schwacher Doppelbrechung in Gesteinen ist namentlich von WEINCHENK hingewiesen worden (Die gesteinsbildenden Mineralien 1901, S. 83 u. 87); ob unser Mineral mit diesem Glied der Epidotgruppe eine nähere Verwandtschaft hat, wird erst noch weiterer Bestätigung bedürfen.

Östlich von Weilheim, am Weg nach Rehau, sind die Trümmerschichten durch den Wegeinriss angeschnitten; auf den benachbarten Sandäckern, am Plateau SO von Weilheim breiten sich schon die Sande von Rothenberg (S. 166) aus, auch Eisenschwarten (Waldpartie Erzberg) kommen im Sande vor.

Beim Abstieg von der Weilheimer Höhe nordwärts zum Tal hinab lassen sich an der Bahnlinie, wie das der Aushub von Schürfgruben beweist, Malm-schichten, zum Teil auch als Splitterkalk ausgebildet, als anstehendes Gestein erkennen; es sind Glaskalke vom Niveau der oberen Tenuilobatenstufe, sie schliessen in reichlicher Zahl Exemplare der *Pseudomonotis similis* GOLDF. sp. ein. Von da an gibt sich überhaupt nach Norden zu in der Landschaft der Charakter einer Weissjuragegend mit normaler Ausbildung der Ablagerungen immer mehr kund; die Täler sind grossenteils schon in das kompakte Kalkgestein eingefurcht, doch treten vergrieste Partien noch bei Gundelsheim auf. Nördlich von dem Tälchen, das die Bahn nun nach dem Passieren des Weilheimer Rückens überschreitet, sind von ihr noch Trümmerschichten angeschnitten, deren Unterlage aus den Pseudomutabiliskalken besteht. Diese Deltakalke (die Schichten i^b der Geognostischen Karte Bayerns) bilden die oberen Teile der Gehänge des von der Bahn durchzogenen und in nördlicher und nordöstlicher Richtung sich hinabziehenden Tälchens, während die unteren Partien der Gehänge bis halbwegs Gundelsheim sich aus den Schichten des obersten Gamma (obere Abteilung der Stufe des *Ammonites tenuilobatus*) zusammensetzen. Man braucht auch nicht lange, so z. B. an den Aufgrabungsstellen unterhalb des Schäfleuthenwaldes, zu suchen, um einige der für die genannte Unterstufe bezeichnenden Arten (*Oppelia tenuilobata* OPP. sp., *Pseudomonotis similis* GOLDF. sp., *Perisphinctes polyplocus* REIN. sp.) aufzufinden. Gegen **Gundelsheim** zu tauchen die typischen Tenuilobatenschichten unter die Talsohle hinab und erscheinen, durch die Erosionsfurche blossgelegt, erst bei Möhren wieder. Die Bahn hält sich bis zum eben aufgeführten Orte an die linke Seite des Tales. Einen grösseren Einschnitt gewahrt man südwestlich von Gundelsheim, kaum 1 km vom Dorfe entfernt; er hat gerade die Grenzlagen der Pseudomutabilis- und eigentlichen Tenuilobatenstufe erschlossen: der ziemlich harte, etwas gelbliche Kalk zeigt zum Teil schon die weisslichen chondritenartigen oder punktförmig verteilten Einschlüsse des oberen Niveaus, während die vorkommenden Ammoniten (*Aspidoceras bispinosum* Sow. sp., *A. microplum* OPP. sp.) mehr für die unteren Schichten zu sprechen scheinen; im Gestein sind zahlreiche Hornsteinknollen enthalten, ausserdem trifft man ab und zu in kleinen Drusen büschelartig zusammengehäufte Quarzkriställchen von milchweisser Farbe an. In der Gundelsheimer Gegend wird der Kalk strichweise dolomitisch und es bildet sich dann eine Art Halbdolomit mit Übergang in eigentliche Dolomitschichten heraus. Dies ist in Gundelsheim selbst der Fall, dann auch am benachbarten Gehänge, das die Bahn westwärts vom Ort durchschneidet. Hier zeigt sich weiters das Juragestein etwas vergriest und überlagert von den lettigen Riesschuttgebilden, die auch noch auf dem Plateau des Hügels nördlich von Gundelsheim zu beobachten sind. Am Fusse des genannten Hügels befindet sich ein Steinbruch in den Pseudomutabiliskalken; gleich nördlich davon läuft die Bahn über die flache Höhe. Oberhalb der sog. Taläcker, nördlich von jenem Dorfe, am Rande des Schwarzleitenwaldes (etwa 1 km südlich vom Eichhof) hat die Bahn den lettigen Riesschutt entblöst: in diesen Trümmerschichten oder Schuttgebilden liegen eingebettet in einem zähen, gelblichgrauen oder grünlichen, blocklehmartigen Letten geglättete Weissjurabrocken (häufig mit schwarzer Manganrinde umgeben), Ballen von hochroten oder auch dunkelgrauen Letten, Hornsteine, Trümmer von Jurabreccienkalk u. s. w. Die vom Riesrand bei Wemding über 10 km entfernte Stelle ist, in der Richtung Treuchtlingen fortschreitend, vom Ries aus gerechnet, die letzte, äusserste an der Bahnlinie, an der die für das Ries be-

zeichnenden Erscheinungen wahrnehmbar sind. Die weiter südlich auf der Jura-platte gelegenen, auch von KOKEN (loc. cit. S. 442) erwähnten Punkte bei Büttelbronn, Warching und Blossenau, an welchen noch weiters, wie die Betrachtung des Blattes Ingolstadt der Geognost. Karte Bayerns lehrt, das Auftreten von älterem Gestein über jüngerem, also Überschiebungen, oder wenigstens das Vorkommen der Riesschuttgebilde beobachtet werden kann, besitzen allerdings einen noch grösseren Abstand vom eigentlichen Ries. Übrigens erinnert selbst noch ein Teil der Ablagerung in der grossen Lehmgrube östlich von der Dickmühle (Dietfurter Ton) etwas an die Trümmergebilde.

In dem oben schon besprochenen Einschnitt südwestlich von Gundelsheim ist der regelmässig geschichtete Kalkstein reichlich mit Klüften durchzogen. Als Ausfüllungsmasse zwischen dem Kalkgestein tritt hauptsächlich grünlicher Letten auf. Orgelartige Einsenkungen ziehen sich mehr oder weniger tief in den Kalkstein hinab, sie finden sich hauptsächlich in den oberen Bänken des Einschnittes vor, während in dessen unterem Teile trotz der Klüftung die Lagen in regelmässiger Schichtung durchgreifen; was jene Eintiefungen von den typischen geologischen Orgeln unterscheidet, ist der Umstand, dass sie seitlich von scharf markierten Klüften begrenzt sind. So beobachtete Herr Landesgeologe SCHWAGER in den sonst normal gelagerten Jurakalkbänken eine lotrecht durch Klüfte abgetrennte Störungsregion, die in einer Breite von etwa 5 m blossgelegt war. Nach seinen Angaben erschienen die betroffenen Kalkbänke zwar deutlich, doch nicht übermässig verschoben, es waren aber die meist engen Spalten, die sie durchsetzten, mit einem innigen Gemenge von Jurakalkzerreissel, grünlichem speckigem Letten, spärlichen gerundeten Quarzkörnern und Urgebirgsbröckchen erfüllt.

Im südlichen Teil des inzwischen weiter eingetieften **Gundelsheimer Einschnitts am Leitle** (westlich vom Ort) sind die Trümmerschichten in der Dicke von ca. 5 m über klotzigem Halbdolomit gelagert; über sie greift gegen den südlichen Ausgang des Einschnitts zu noch eine zusammenhängende und überschobene Masse von zertrümmertem Weissjuramaterial hinüber. Das bunte Konglomerat ist als Blocklehm ausgebildet: ausser mächtigen, grossen Kalksteinklötzen viele abgerundete Gerölle und Trümmer bunter Art (schwarze Tone, Keupersandstein, rote Letten, Jurakalke und Urgebirgsstücke, diese sind nach Art der Weilheimer beschaffen, namentlich sind Gesteine, wie sie unter Nr. 5 und 6, S. 179 und 180 beschrieben worden sind, häufig).

Das Gestein, das weiter gegen Möhren zu entlang der Bahnstrecke ansteht, ist der gelbliche, als Werkstein gut brauchbare harte Kalk der Stufe des *Aulacostephanus pseudomutabilis* DE LORIOI; neben dem *Oekotraustes dentatus* REIN. sp. findet sich auch die *Oppelia tenuilobata* OPP. sp. häufig in diesen Schichten. Neben der Bahn befindet sich eine Reihe von Steinbrüchen. Die Überdeckung auf dem Kalk ist manchmal sehr stark; aber man findet nicht mehr die Blockbreccie des Riesschuttes vor, sondern die Decke, wenn eine solche vorhanden ist, besteht aus einem tiefrotbraunen zähen Lehm. Am Dürrnbuck ist eine solche Lehmüberlagerung besonders mächtig, hier und im benachbarten Gelände ist das Vorhandensein von geologischen Orgeln zu bemerken: bei den ersten Aufdeckungsarbeiten wenigstens waren deren zahlreiche aufgeschlossen.

Südlich von **Möhren** überbrückt die Bahn die ziemlich breite Talung und zieht sich nun, bei der Mattenmühle in mittelfränkisches Gebiet übertretend, bis zur Dickmühle, südlich von Treuchtlingen, am rechten Talgehänge des Möhren-

baches fort; sie schneidet dann nochmals das linke Gehänge auf eine kleine Strecke an und gelangt kurz vor Treuchtlingen in das Altmühltal.

Im langen Möhrener Einschnitt an der Leite auf der dem Orte gegenüberliegenden Talseite sind die Lagen der oberen Tenuilobatenregion zum Teil in ziemlich mergeliger Ausbildung entblösst. Die oberen Partien des Gehänges



Figur 15.

Verwerfung in den Weissjurasschichten, Einschnitt nächst der Mattenmühle bei Treuchtlingen.
(Die Pfeile deuten die Einfallrichtung der Verwerfungsfläche an.)

werden von den Kalken der Pseudomutabilisschichten, die, wie erwähnt, gleichfalls noch den für die nächst tieferen Schichten bezeichnenden Ammoniten (*Opp. tenuilobata*) führen, eingenommen. Im Bahneinschnitt bei der Fuchsmühle, welche Ansiedlung noch im Gebiete des schwäbischen Kreisbezirkes liegt, stehen jene gelblichen Schichtkalken der Pseudomutabilisstufe in typischer Ausbildung an. Das Gestein ist, wie man an den ab und zu auftretenden Gleitflächen sieht, von Dislokationen beunruhigt worden. Eine der auffälligeren dieser Verschiebungsflächen lässt eine Neigung unter 35° bei einem Einfallen nach 195° S. erkennen. Im

übrigen ist im grossen und ganzen die horizontale Lagerung gewahrt, streckenweise mit geringer Neigung der Schichten zur nachbarlichen Talung hin; gegen das östliche Ende des Einschnittes zu fallen die Schichten ganz leicht nach Osten ein, dann nach Westen. Eine deutliche Störung macht sich vor allem im nächsten **Einschnitt bei der Mattenmühle**, der um einige Meter tiefer als der Fuchsmühler liegt und der die Schichten der eigentlichen Tenuilobatenstufe entblösst zeigt, bemerkbar. Diese Verwerfung gibt das Bild (Figur 15, S. 183) in ihrem Durchgreifen an der kleineren Nordwand des Einschnittes wieder. Man kann an vorspringenden Gesteinspartien selbst Teile der glatten Abrutschfläche noch deutlich erkennen. Die Verwerfung besitzt bei südwestlichem Einfallen ihrer Fläche unter 55° Neigung ein Streichen von 305° NW bis 125° SO, hat sonach die Richtung der bekannten hereynischen Störungslinien. Durch die Verwerfung stossen schichtige Glaskalke an mergeligen Kalklagen, wie sie sonst im tiefsten Horizont der Tenuilobatusstufe auftreten, ab. In den festeren Kalken wurde ein schönes, 35 cm im Durchmesser grosses Exemplar von *Ammonites (Perisphinctes) ptychodes* NEUMAYR¹⁾ gefunden (Figur 16, Beilage). Im nächsten Einschnitt, an der Schüttmühle, der gleichfalls in den Tenuilobatuskalken angelegt ist, kann wiederum eine Verwerfung beobachtet werden; ihrer Richtung nach verläuft sie in der gleichen Weise wie die eben besprochene des Mattenmühleinschnittes. Diese Dislokationen, deren Vorhandensein früher bei dem Mangel an Aufschlüssen nicht bekannt war, scheinen nicht unwichtig zu sein und man muss, was sich bis jetzt noch nicht tun liess, zu ermitteln suchen, ob sie nicht mit den Rieserscheinungen in Zusammenhang gebracht werden könnten. Im übrigen darf auch hervorgehoben werden, dass die Schichten in dieser Gegend nicht immer ganz wagrecht gelagert, sondern, wenngleich auch in sehr geringem Masse, häufig etwas geneigt sind. Es wird sich empfehlen, diesen Erscheinungen gelegentlich noch weiter nachzugehen. JOH. WALTHER (loc. cit. S. 149) konnte noch bei Solnhofen lokalisierte Aufwölbungen gewissermassen als letzte Ausläufer der Rieser Hebungssphänomene nachweisen.

Was den Teil der Strecke am linken Mührenbachufer, kurz vor **Treuchtlingen** betrifft, so sehen wir in den Aufschlüssen nördlich von der Dickmühle unten die oberen Schichten der Tenuilobatenkalke anstehend, darüber die gelblichen Schichtkalke des Pseudomutabilisniveaus, die oberhalb der Sägmühle in einem kurzen aber tiefen Einschnitt aufgedeckt sind. Endlich hat die Bahn noch den Ostrand des Hügels vom sogen. Holzer Schlag oberhalb Treuchtlingen angeschnitten. Hier befindet man sich an der Grenze der Tenuilobatenschichten zum Werkkalk (Bimamatusstufe). Bis zum Fusse des Hügels dehnen sich bereits die südlichen Teile der Stadt aus und am benachbarten Bahnhof Treuchtlingen haben wir somit das Ende unserer Wanderung erreicht.

¹⁾ Die genannte Art ist zuerst aus dem mediterranen Juragebiete (NEUMAYR, Die Fauna der Schichten mit *Aspidoceras acanthicum*, Abhandlungen der K. K. geol. Reichsanstalt, Wien, Bd. V, Heft 6, 1873, S. 175, Taf. 36) bekannt geworden.





Figur 16.

Ammonites (Perisphinctes) ptychodes NEUMAYR.
Mittl. weisser Jura. Einschnitt bei der Mattenmühle.