

2. Das Steinheimer Becken*).

Von Herrn H. KLAEHN in Freiburg i. Br.

I. Teil.

Die Tektonik des Steinheimer Beckens.

(Mit 9 Textfiguren.)

Inhalt.

	Seite
I. Einleitung	27
II. Morphologisch-geologischer Teil	29
1. Der Kern	30
a) die zentrale Doggerscholle	30
b) die nördlich davon gelegene Malmscholle	31
c) der periphere Randteil	31
2. Die periphere Depression	32
3. Das Randgebiet	33
III. Stratigraphie	34
1. ältere Süßwasserschichten	35
2. jüngere Süßwasserschichten	36
a) Klosterbergschichten	36
b) Zangerbergschichten	55
a) Grot, Birkel, Knill	56
β) das Gebiet zwischen Hirschtal und der hohen Steige, dasjenige am Grillenbusch, Zangerberg, Roßberg, an der Schafhalde	57
IV. Tektonik	58
1. Der Kern	59
2. Das Randgebiet und die peripheren Depressionen	64
V. Die Entstehung des Steinheimer Beckens	77
Ältere Ansichten:	
1. E. FRAAS (1900)	77
2. W. BRANCA und FRAAS (1905)	78
3. W. BRANCA (1913)	78
4. KRANZ (1914)	
Eigene Ansicht	78
3 tektonische Phasen	82
VII. Beziehungen der weiteren Umgebung des Steinheimer Beckens zu dessen Tektonik	87

*) Mit Hilfe der HERMANN CREDNER-Stiftung angefertigte Arbeit.

I. Einleitung.

Die vorliegende Arbeit „Die Tektonik des Steinheimer Beckens“ ist nur ein Teil einer größeren Abhandlung über dieses Becken. Sie zerfällt in drei Abschnitte:

1. Die Tektonik des Steinheimer Beckens.
2. Die Entstehung der Tertiärschichten von Steinheim.
3. Die palaeobiologischen Verhältnisse des Steinheimer Beckens.

Ursprünglich hatte ich beabsichtigt, die Tektonik auch in der weiteren Umgebung Steinheims zu untersuchen. Dies konnte ich aber nur teilweise durchführen. Dazu benötigte ich unbedingt die topographische Karte Heidenheim, die jedoch nicht so bald fertig wurde, als ich gehofft hatte. Deshalb habe ich mich entschlossen, die vorliegenden Ergebnisse jetzt schon dem Druck zu übergeben.

Ursprünglich waren die Grenzen der mir gestellten Aufgabe sehr eng gesteckt. Ihr Ziel sollte die variationsstatistische Untersuchung der Steinheimer Planorben sein. Zu dem Zweck wollte ich von verschiedenen Punkten die Schnecken genau horizontiert sammeln (in Abständen von 0,10—0,30 m). Da jedoch während und nach der Ablagerung der Schichten Störungen einsetzten, welche in diese einige Unordnung brachten, außerdem aber die Ablagerungsbedingungen während der Sedimentation nicht konstant blieben, wodurch evtl. die beim Absatz der einzelnen Schichten herrschenden palaeobiologischen Bedingungen und ihre Änderungen erklärt werden könnten, Änderungen, die vielleicht auf die Entwicklung der „*Planorbis multiformis*“ nicht ohne Einfluß waren, entschloß ich mich, die Stratigraphie, Tektonik und Sedimentpetrographie vor der definitiven Entnahme der *Planorbis*-Proben genau zu studieren.

Wohl finden wir einzelne Profile in den Arbeiten HILGENDORFS, SÄNDBÄRGERS, BRANCAS und FRAAS', sodann KRANZS, doch sind diese zum Teil nicht genau und ihre Deutung ist absolut keine einheitliche, wobei ich vor allem an das Profil der KOPPSCHEN Grube denke. Was die Tektonik anbelangt, so ist über die Entstehung des Beckens viel diskutiert worden, und die Ansichten stehen sich diametral gegenüber (FRAAS, BRANCA—KRANZ). Da die Störungslinien bisher nicht verfolgt wurden, habe ich dies

nachzuholen versucht, denn ich betrachte als Grundlage zur Erkenntnis der tektonischen Vorgänge die Festlegung der durch diese erzeugten Linien.

Um durch die verschiedenen Ansichten nicht beeinflußt zu werden, habe ich die Untersuchungen so voraussetzungslos als nur irgend möglich durchgeführt.

Ich möchte es nicht unterlassen, Herrn Forstmeister GÖTTSCHEICK in Steinheim für den Hinweis auf wichtige Punkte und für die Überlassung von Süßwassergastropoden, die ich benötigte, bestens zu danken. Um so mehr tut es mir leid, daß ich zu anderen Ansichten gekommen bin, als sie GÖTTSCHEICK in seinen Arbeiten und mir gegenüber in mündlichen Gesprächen äußerte.

Herrn Geh.-Rat DEECKE danke ich bestens für die Verschaffung von Mitteln aus der WETTERHAHN-Stiftung und dem Vorstand und Beirat der Deutschen Geologischen Gesellschaft bin ich zu bestem Dank dafür verpflichtet, daß mir der Ertrag der HERM. CREDNER-Stiftung für das Jahr 1920 zur Verfügung gestellt wurde.

25. September 1921.

HANS KLAEHN,
Freiburg i. Br., Geolog.-palaéontol. Institut.

Zur allgemeinen Orientierung sei folgendes gesagt: Steinheim i. Albuch liegt etwa 36 km südwestlich Nördlingen, 7 km westlich Heidenheim a. d. Brenz.

Mitten in der Alb ist das Dorf an den Nordfuß des Klosterberges angebaut, der sich aus einer etwa 3 km im Durchmesser betragenden Depression heraushebt. Diese und der vorhin genannte Berg stellen geologisch und tektonisch etwas von der benachbarten Albfläche total Verschiedenes dar. Während sich an dem Aufbau der letzteren besonders der Obere Malm beteiligt, dem weiter südlich tertiäre Meeres- und Süßwasserschichten aufgelagert sind, tritt uns als befreindendes Material am Klosterberg Lias, Dogger und Unterer Malm entgegen; um ihn herum finden wir Süßwasserschichten von miocänen Alter, die auch den Rand des Beckens zusammensetzen. Im Gegensatz zu den trockenen Albflächen, die aus Oberem Malm zusammengesetzt sind, zeichnet sich der Klosterberg durch Wasserführung aus; auch gegenüber dem Knill befinden sich zwei Quellen. Dies hängt mit tektonischen Bewegungen zusammen, die das Steinheimer

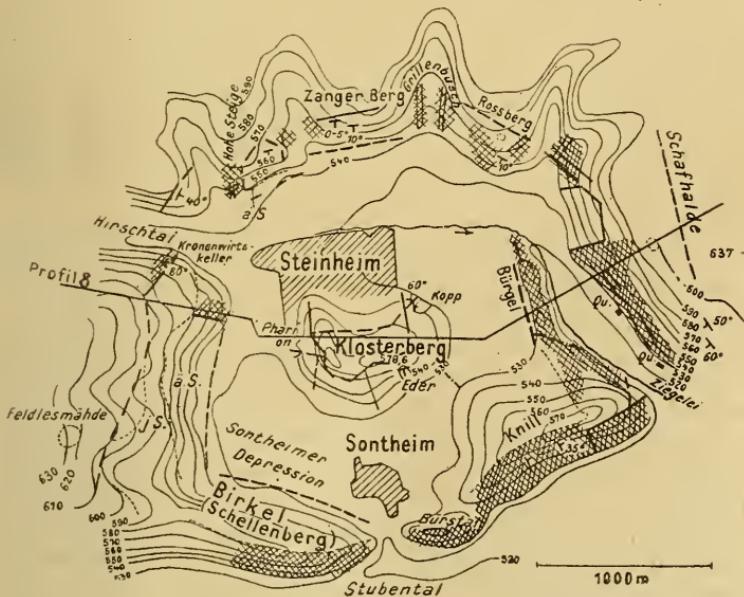
Becken betroffen haben; sie waren viel intensiver als jene, die in der weiteren Umgebung Steinheims nachweisbar sind, wie ich im Lauf dieser Arbeit zeigen werde.

Zwei Ausgangspforten des Beckens sind vorhanden: eine liegt zwischen Birkel und Bürstel im S, die andere zwischen Knill und Schafhalde im SO. Durch das erstere Tor rauschen im Frühjahr die Schmelzwässer, welche aus dem Hirschtal kommen, dem Stubental zu. (Im übrigen vgl. A. QUENSTEDT, Das Steinheimer Becken, Jahressb. d. vaterl. Ver. f. Natkde., 1866.)

II. Morphologisch-geologische Verhältnisse.

Das Steinheimer Becken zerfällt in morphologisch-geologischer Hinsicht in drei Teile:

1. den Kern,
2. die periphere Depression,
3. das Randgebiet.



Karte 1. Das Steinheimer Becken.

gekrenzt schraffiert = vergriesten Malm ϵ und ζ ; ä. S. = ältere Süßwasserschichten; j. S. = jüngere Süßwasserschichten; — — = Wasserscheide
n. Vorarbeiten GOTTSCHICKS tektonisch bearbeitet vom Verfasser.

1. Der Kern.

Der Kern wird durch den runden, etwa 1 km-Durchmesser besitzenden Klosterberg gebildet, der von der peripheren Depression umgeben wird. Er erhebt sich zu zwei Hauptgipfeln, deren zugehörige Höhenzüge SSO—NNW- und SSW—NNO-Richtung haben. Der östliche der beiden Gipfel hat eine Höhe von 578,9 m. Östlich von diesem liegt noch eine weitere Höhe: der Klosterhof. Alle drei Gipfel werden voneinander durch deutliche Depressionen getrennt, die von S nach N ziehen. Die westliche, breitere und tiefere, ist von einer Erhebung nördlich Steinheim, etwa dem Zangerberg, die östliche, schwächere vom Nordwesthang des Knill (südöstlich Klosterberg) deutlich sichtbar.

Die Erklärung für die Entstehung dieser Depressionen werde ich im Abschnitt „Tektonik“ geben. Sie lassen sich nach N hin gut verfolgen, was namentlich für die westliche, breitere, Einsenkung gilt.

Während nun der Berg nach N hin langsam abfällt, senkt er sich nach W, S und O steiler nach der peripheren Depression hin.

Geologisch setzt sich der Klosterberg aus drei Teilen zusammen: aus

- a) der zentralen Doggerscholle,
- b) der nördlich davon gelegenen Malscholle,
- c) dem peripheren Randteil, der hauptsächlich aus Tertiär gebildet wird.

a) Die zentrale Doggerscholle besteht aus *Opalinus*-Ton, auf dem die Murchisonschichten in zwei Inseln lagern. Bei Schürfungen wollen FRAAS und BRANCA (Das kryptov. Becken von Steinheim; Abh. d. preuß. Akad. d. Wissensch., 1905) Dogger γ - δ gefunden haben. Das Gelände ist ziemlich unruhig und lässt auf Rutschungen im Ton schließen, wie der Liasfetzen (δ - ζ) am Ausgang von Steinheim beweist, dessen Herkunft nicht gut zu erklären ist. FRAAS und BRANCA geben unter ihm eine ganz moderne Schicht an, woraus sie auf Transport durch Menschenhand schlossen. Doch spricht hierfür nichts, denn wozu hätte man diese Schichten, die QUENSTEDT, BACH und HILDEBRAND (Geogn. Spezialkarte von Württemberg, Blatt Heidenheim, 1868) vom δ - ζ haben verfolgen können, aus weiter Gegend hierher transportieren sollen? Sie haben höchstwahrscheinlich etwas weiter oben gelegen und sind auf der schmierigen, tonigen Unterlage abgerutscht.

Trotz des unruhigen Geländes ist der Verband des Doggerteiles im Zentrum des Berges nicht gestört, denn die beiden oben genannten Murchisonstücke liegen zwischen den Höhen 560—570 m normal auf Dogger α . Da die Hauptgipfel aus *Opalinus*-Ton bestehen, könnte man auf eine Störung schließen, doch gibt die alte geognostische Karte in den Erläuterungen zu Blatt Heidenheim an dem kleinen Weiher am Schäfergrab NO-Fallen an, das wohl an anderen Stellen mehr nördlich ist. Wir hätten für die Doggerscholle ein langsames Abfallen nach N anzunehmen, wie sich das auch in dem verhältnismäßig geringen Absinken der Klosterbergkontur nach N hin widerspiegelt.

b) Nördlich einer von der KOPPSchen Grube etwa nach W verlaufenden Störungslinie liegt die Malm scholle, bestehend aus den weichen Impressamergeln und den harten Bimammatuskalken. Die letzteren legen sich im Dreiviertelkreis um die ersten herum; der Malm stößt im S direkt an die Doggerscholle an.

c) Der periphere Randteil setzt sich vor allem aus harten tertiären Sprudelkalken und weicheren lockeren Kalken von Sandhabitus („Sand“) zusammen; daneben beteiligt sich untergeordnet Jura am Aufbau. Schon von weitem sind die bastionartig aufgesetzten Sprudelkalke zu sehen, die sich bis auf wenige Unterbrechungen am ganzen W- und S-Hang hinziehen. Vom Klosterhof nach N kann man sie nicht nachweisen.

Der untergeordnet auftretende Jura wurde im W in der PHARIOSchen Grube als Malm β nachgewiesen, wo er den Untergrund des Tertiärs bildet. Im S tritt Dogger südlich des oben genannten Weiher zu beiden Seiten des Feldwegs nach Sontheim und westlich bzw. südwestlich der EDERSchen Grube zutage.

Bei dem Weiher streckt sich der *Opalinus*-Ton zungenförmig zwischen Tertiär nach SO vor und breitet sich zu beiden Seiten des Feldwegs nach Sontheim aus. Westlich desselben befand sich früher eine kleine Grube. Auf der geognostischen Karte des Klosterbergs (1868) ist dort Dogger β bis γ eingezeichnet und weiter nach S zeigt die Karte Dogger δ — ζ und am Südhang des Klosterbergs Malm α . Diese Art des Vorkommens der Juraschichten, daß also immer jüngere Schichten stufenweise nach unten aufeinanderfolgen, spricht für steiles Einfallen derselben nach S hin, also nach entgegengesetzter Richtung wie der Dogger im N des Klosterbergs. (Hierüber vgl. Kap. Tektonik.)

Nordöstlich dieses Vorkommens befindet sich ein anderes, bestehend aus Dogger γ – ζ , aber in normaler Aufeinanderfolge, daß der γ unten und ζ oben liegt. So zeigt es die alte Karte. FRAAS' und BRANCAS Schürfungen deuten auf ähnliche Lagerung hin, wie sie der Fetzen zu beiden Seiten des Feldwegs nach Sontheim zeigt. Sicher ist, daß das wesentliche, daß im S des Klosterbergs jüngere Juraschichten als auf der Höhe anstehen. Südöstlich des zuletzt genannten Fetzens zeigt die alte Karte Malm β , während BRANCA und FRAAS Malm α neben Dogger α geschürft haben direkt südwestlich der EDERSCHEN Grube. Hier sind die Schichten sicherlich sehr gestört, ihre Lagerung ist ganz ungeklärt.

Zwischen den Sprudelkalk an der EDERSCHEN Grube und den des Klosterhofs schiebt sich wiederum Unterer Dogger (β) nach SO durch. Die Murchisonsschichten verbreiten sich hier in Form eines ω , an die sich nach O und N Unterer Malm und Tertiär in gestörter Lage anlegen. Die Erklärung für die wirre Verteilung der einzelnen Fetzen gebe ich im tektonischen Teil.

Überall, wo Sprudelkalke und jüngere Süßwasserschichten vorkommen, heben sich die ersten deutlich heraus, während die letzteren vorhügelartig, manchmal in Form von Terrassen, sichtbar sind, was besonders am Westhang gut zu sehen ist.

2. Die periphere Depression.

Die periphere Depression legt sich rings um den Klosterberg herum und misst an ihrer breitesten Stelle nördlich Steinheim 900 m.

Im großen und ganzen ist sie ziemlich flach, nur zwischen Knill und Klosterberg erhebt sie sich zu einer niedrigen Schwelle, die die Wasserscheide bildet zwischen dem Bächlein, das östlich des Bürgel und dem, das zwischen Bürstel und Birkel südlich Sontheim ins Stubental abfließt. Von beiden führt das erstere Wasser, (als schwaches Rinnal), während das letztere nur noch bei Schneeschmelze in Tätigkeit tritt.

Der ebene Talboden setzt sich langsam ansteigend in die Nebentäler fort, die an ihrem Ausgang sehr breit sind, um sich dann plötzlich zu verengern. Nur das Hirschtal bleibt auf etwas größere Entfernung hin, solange es O-W-Lauf hat, ziemlich breit. Leichte Terrassenbildung ist in der Depression nie auf längere Erstreckung zu verfolgen.

Die normale Entwässerung findet zwischen Bürgel und Schafhalde nach dem Stubental hin statt.

Das Bürgel ist die einzige Scholle, die sich aus der Depression heraushebt.

An der Zusammensetzung des Diluviums, das die Depression erfüllt, beteiligen sich Jura- und Süßwassergerölle, sodann Lehm, wie südlich des Steinhirn oder am Westfuß des Bürgel. Er ist wohl z. T. als Lößlehm zu deuten wegen der typischen Lößschnecken, wie *Pupa muscorum*, *Succinea oblonga* und *Helix hispida*. Am Bürgel ist er in zwei Gruben aufgeschlossen, die keine Schichtung des Lehms aufweisen. Ob Gerölle das Liegende bilden, ist nicht bekannt. Schwarzer, stark humoser Boden findet sich im Ried zwischen Klosterberg und Knill dort, wo die obengenannte Wasserscheide liegt.

3. Das Randgebiet.

Das Randgebiet liegt jenseits der Depression und erhebt sich von ihr aus mehr oder weniger steil.

Zwischen 530 und 590 m existiert eine meist flach ansteigende Stufe, die sich im allgemeinen deutlich gegen das Hinterland heraushebt.

Besonders klar ist diese vorhügelartige Ausbildung dort, wo die vorgelagerten Schollen durch ein tiefes Tal von der Alb getrennt sind, wie dies beim Birkel, Bürstel und Knill im S der Fall ist, die von dem südlichen Gebirge durch das Stubental geschieden werden. Der Südhang der beiden zuerst genannten Berge und der Nordosthang des Knill sind im Gegensatz zu den dem Becken zugekehrten Hängen sehr steil. Die Fortsetzung des Knill nach N ist die längliche doppelgipflige Bürgel-Scholle, an die sich im O das Hauptentwässerungstal des Steinheimer Beckens anlegt; dieses steigt auf der anderen Seite zur Schafhalde an.

Weniger deutlich ist der stufenartige Aufbau dort, wo Wälder das morphologische Bild verschleieren, wie am Südwesthang der Schafhalde. Doch treten die Stufen im Wald selbst, namentlich im Frühjahr, wenn die Bäume noch nicht belaubt sind, deutlich hervor.

Dort, wo hinter den einzelnen Schollen keine Rinnen von bedeutendem Ausmaß entlangziehen, ist der stufenartige Charakter weniger klar. Doch erkennen wir die einzelnen Schollen bei der Aufnahme der geologischen Verhältnisse, wobei sich eine, wenn auch geringe, morphologische Differenzierung ergibt. So hebt sich z. B. die

kleine Tertiärscholle in 600 m Höhe gegenüber dem nördlichen Gipfel des Bürgel scharf gegen den unterliegenden gequetschten Malm ζ heraus (vgl. Prof. 8). Dasselbe gilt für die größere, etwas tiefer gelegene Tertiärscholle westlich des Gipfels der Schafhalde, ferner für die Tertiärscholle am Zangerberg. Am undeutlichsten hebt sich der Tertiärblock am Grot gegen das Hinterland ab.

Dort, wo Störungsbreccien ein bestimmtes Streichen aufweisen, treten sie grataförmig aus dem Gelände heraus, so auf dem Hügel, der sich zwischen zwei Tälern östlich des Roßberg erhebt, oder am Südwesthang der Schafhalde unterhalb der in 600 m Höhe gelegenen kleinen Tertiärscholle.

III. Stratigraphie.

Bei der Besprechung der stratigraphischen Verhältnisse beschränke ich mich hauptsächlich auf die Tertiärschichten; auch bringe ich über die Süßwasserschichten nur dasjenige vor, was zum Verständnis der tektonischen Verhältnisse des Steinheimer Beckens nötig ist. Genaueres behalte ich mir für den zweiten Teil vor.

Es ist ein Verdienst GOTTSCHICKS (Aus dem Tertiärbecken von Steinheim, Jahrb. d. vaterl. Verein. f. Naturkunde, Bd. 67, 1911; Die Umbildung der Süßwasserschnecken des Tertiärbeckens von Steinheim unter dem Einfluß heißer Quellen, Jenaer Zeitschr. f. Naturw., Bd. 56, N. F., Bd. 49, 1920), den Unterschied zwischen den älteren und jüngeren Tertiärschichten, die er als Kalt- und Warmwasserschichten trennt, klar erkannt zu haben.

In den älteren findet sich keine Spur von *Aragonit*, der in den jüngeren sehr häufig ist. Er weist auf warme Quellen hin. Da er jedoch in den jüngeren Schichten nicht durchgehends vorkommt, so begnüge ich mich mit der Einteilung in

1. ältere, und
2. jüngere Süßwasserschichten.

Tertiärschichten finden sich am ganzen Rand des Beckens, ferner am West-, Süd- und Osthang des Klosterbergs; nur am Nordhang desselben fehlen sie. Womit dies zusammenhängt, ist nicht zu sagen. Es kann aber sein, daß das Fehlen des Tertiärs im N des Berges mit einer von O nach W streichenden Störung zusammenhängt, denn in der Höhe von 530—560 m liegt Malm α/β ; am Zanger-

berg gehen die Sedimentbreccien mit *Gyr. planorbiformis* von 580 bis 550 m herunter und fallen in der Nähe des Beckens mit 10° nach diesem ein; sie würden den Jura des Klosterbergs (etwa 1200 m Entfernung) unter der Annahme von gleichbleibendem Fallen etwa bei Höhe 400 m treffen.

Die Gesamtmächtigkeit der Tertiärschichten dürfte 60—75 m betragen. KRANZ (Das Problem des Steinheimer Beckens, Jahresber. u. Mitteil. d. oberrh. geol. Verein., N. F., Bd. IV, 1914) gibt für die Mächtigkeit der Schichtenfolge *steinheimensis* bis *oxystoma-revertens* (jüngere Schichten) in der PHARIONSchen Grube etwa 14 m an. Dort stehen aber gar keine *steinheimensis*-Schichten an, sondern die älteste Zone ist die mit *Gyraulus tenuis*. Das Westprofil mißt von den *planorbiformis*-Schichten bis zur unteren *oxystoma*-Zone bereits 14 m, das südliche Westprofil, das an das vorhergehende anschließt, bis zu den oberen „Klebsanden“ etwa 7 m; dann kommen Schichten, deren Mächtigkeit ich nicht kenne, darüber wieder mindestens 4 m verkieselte Kalke. Das sind allein schon etwa 25 m.

Hierzu gesellen sich noch etwa 30—40 m ältere Tertiärschichten (Kaltwasserschichten GOTTSCHICKS), so daß man die Gesamtmächtigkeit der Süßwasserablagerungen mit 60—75 m veranschlagen darf.

1. Ältere Süßwasserschichten.

Sie waren schon früher als „Sylvanakalke am Neuseehalder Hof“ bekannt, dann aber verschollen, bis sie von GOTTSCHICK neu entdeckt wurden.

Es handelt sich aber nicht um *Helix sylvana* KLEIN, sondern nach GOTTSCHICK um die unserer *Helix (Tachea) nemoralis* L. nahestehenden *Tachea silvestrina* ZIET., wie sie am Klosterberg in den jüngeren Zonen auch vorkommt.

Die Schichten fand ich nicht aufgeschlossen und verweise deshalb auf das von GOTTSCHICK (vgl. 1911) über sie Gesagte. Bemerkenswert sind einzelne schokoladenfarbene Lagen. Die Farbe bringt KRANZ (Aufpressung und Explosion oder nur Explosion im vulkanischen Ries usw., Mon.-Ber. d. Deutsch. Geol. Ges., 1914) mit Jurabrocken „der zweiten Explosion“ in Zusammenhang. Wahrscheinlich stammt sie aus den Murchisonschichten des Klosterbergs, die bei der Ablagerung der älteren Tertiärschichten bereits dort anstanden.

GOTTSCHICK wies die Sedimente, die sich durch die Führung von *Gyr. laevis* auszeichnen, am Vorderen Grot und östlich der Hohen Steige nach. Ich fand dort mergelige Kalkbrocken mit *Gyr. laevis* und Landschnecken.

Ob nun die älteren Süßwasserschichten ohne Sedimentationslücke in die jüngeren Absätze übergehen, ist schwer zu entscheiden. Ich möchte es kaum glauben. Eine starke Austrocknung des „Kaltwasserteiches“ spricht sich in dem Vorkommen der von GOTTSCHICK nachgewiesenen Gundlachien aus. Diskordanzen sind wegen der fehlenden Aufschlüsse nicht nachweisbar, doch zeigt Karte 1 eine deutliche Transgression der jüngeren Tertiärschichten über Malm am Vorderen Grot, die wohl so zu erklären ist, daß nach der Ablagerung der älteren Tertiärschichten Störungen eintreten, nach deren Abschluß die jüngeren Sedimente direkt auf Malm zur Ablagerung gelangten.

2. Jüngere Süßwasserschichten.

Die jüngeren Süßwasserablagerungen sind in zweifacher Ausbildung vorhanden:

a) Zeichnet sich durch das ausgebreitete Vorkommen von Sprudelkalken mit reichlichem Aragonitgehalt und von kieselsäurehaltigen Schichten aus. Sedimentbreccien fehlen. Wegen der typischen Ausbildung am Klosterberg nenne ich die ganze Schichtenserie: Klosterberg-schichten.

b) Ist charakterisiert durch die verbreiteten und ziemlich mächtigen Sedimentbreccien und das fast vollkommene Fehlen von Aragonit und Kieselsäure. Wegen des typischen Vorkommens am Zangerberg bezeichne ich die Schichten als Zangerberg-schichten.

a) Da Sprudelkalke in den unteren Lagen der Klosterberg-schichten eine große Rolle spielen, so muß ich einige Bemerkungen über ihre Ausbildung und ihre Lagerung vorausschicken, soweit sie für unsere Zwecke von Bedeutung erscheinen.

Sehr instruktiv sind die Verhältnisse in der PHARION-schen Grube.

An der Ostwand des tiefen Einschnitts der Grube stehen steil nach W (45°) einfallende hellbraune „Sande“ mit sehr vielen Limnaeen und *Gyr. tenuis* ohne *Gyr. sulcatus* an (T). Sie sind nach allen Richtungen von dunkelbraunen Tonschnüren durchzogen und enthalten klickergroße Konkretionen (vgl. Profil 1).

Direkt darüber folgen undeutlich geschichtete, zum Teil ruppige, aragonithaltige Kalke, reich an Limnaeen und *Gyr. sulcatus* (S'). Sie fallen ebenfalls mit 45° zum Bruch und enthalten Tonschnüre (etwa 0,30 m).

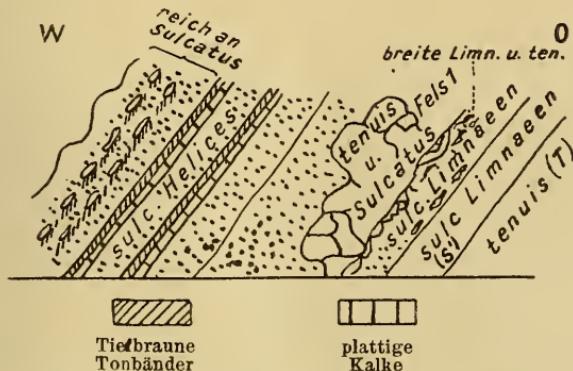
Darüber lagert ruppiger, zuckerkörniger, aragonitischer Kalk, der in der Sonne stark glitzert. Er mißt etwa 0,70 m, ist aber nicht vollkommen aufgeschlossen. Nesterweise wittern Limnaeen und *Gyr. sulcatus* heraus.

Diese Schichten gelten in Sprudelkalke mit breiten, dickschaligen *Limnaeus socialis dilatatus* über; von *Planorben* ist nur *Gyr. tenuis* vertreten. Der Aragonitgehalt ist nicht so stark wie im Felsklotz 1, der das Hangende der Limnaeenkalke ist.

Er besteht aus aragonitischem, stark ruppigem, ungeschichtetem Material, das reich an Algen und schön herauswitterndem Moos besteht. Öfters tritt der Eisengehalt braunrot heraus. Der Klotz ist reich an aufgeblasenen und schlanken, dickschaligen Limnaeen, *Gyr. tenuis* und *sulcatus*, die durcheinander liegen, so daß man in einem Handstück beide Formen zusammen hat. Stark aragonitische Stellen verwittern nieriig, stalaktitisch, dort, wo Moosgehalt vorhanden ist, spitzig.

Bei „S“ liegen Schichten, 45° W fallend, die aus einem Wechsel von braunen Sanden, tiefbraunem Ton und plattigen, oft gewundenen Kalken mit *Gyr. sulcatus* und *Helices* besteht. Das Liegende bilden poröse, rauhe Kalke.

Die genannten Zonen kombiniert, ergeben das folgende Profil 1, wobei bemerkt werden soll, daß der Sprudelkalkklotz 1 etwas aus seinem ursprünglichen Verband herausgerissen zu sein scheint.



Profil 1. Durch die untere Abteilung der Süßwasserschichten der PHARIOSCHEN Grube (kombiniert).

Felsklotz 2 ist petrographisch wie Felsblock 1 beschaffen. Etwas höher, ihn wahrscheinlich unterteufend, kommen *sulcatus*-„Sande“ zum Vorschein. Er selbst enthält Limnaeen, *Gyr. sulcatus*, *inornatus* und wenige *Gyr. tenuis*.

Er ist dadurch interessant, daß er deutlich zwei Teile zeigt: den Kern und den Mantel. Letzterer hat außen schalige Struktur. Er besteht aus grauen oder dunkelbraunen, schalig brechenden, sich sandig anführenden plattigen Kalken, in denen die Fossilien zum Teil nur noch in der Hohlform vorhanden sind. In der obersten helleren Zone wittern sie normal aus. Über diese laufen zahllose Klüfte, mit tiefbraunem Ton erfüllt. In den Platten sind Manganpunkte und Dendriten häufig. An der Grenze gegen die Sande bilden sich fladenförmige Wülste. Der ganze Fels hat dom- oder kuppenförmige Gestalt, der Mantel führt Limnaeen, *Gyr. sulcatus* und Fischreste.

Den Übergang zu den braunen *planorbiformis*-„Sanden“ zeigen einzelne unterhalb Block 2 herausschauende Sprudelkalke, die mit 2 in Zusammenhang stehen. Über sie legt sich ein Mantel (α) von braunrotem, tonigem, oft schalig brechendem Material, auf den die Sande folgen, durch ein oder mehrere rotbraune bis schwarze (manganhaltige?) Bänder gegen die höheren Sande abgeschlossen. Darüber sind die *planorbiformis*-„Sande“, die eine dunkelbraune, äußerst fossilreiche Schicht mit *Gyr. planorbiformis* und *inornatus* aufweisen, geschichtet. Immer folgen die Lagen der domförmigen Gestalt der daruntergelegenen Kalke. Erst die Kalkbank k geht geradlinig darüber fort.

Das alles spricht dafür, daß die Sprudelkalke teils linsenförmig in den „Sanden“ stecken, teilweise aber auch riffartig in höhere Lagen hineinragen (vgl. GOTTSCHICK, a. a. O. S. 158). Die darüberliegenden Schichten legten sich nach der Ablagerung während der Verfestigung mantelförmig — etwas einsackend — um sie herum. Daß dieser Vorgang erst nach der Ablagerung sich abspielte, beweist die Lage der *Gyraulus*-Gehäuse im Mantel, die ursprünglich horizontal lagen, jetzt aber dem Fallen desselben folgen, immer noch die Scheibe parallel zur Mantelfläche gelagert. Dafür sprechen aber auch die zahlreichen Risse des Mantels, die beim Umlegen über den Kern entstanden.

Das Auftreten der tiefroten Bänder und Tonschichten in und über dem Mantel zeigt, daß nach Ablagerung der Sprudelkalke bzw. während der letzten Phase die Quellen stark eisenhaltig gewesen sein müssen.

Dieser Eisengehalt hängt sicher mit den eisenreichen Murchison-schichten zusammen, die vor Ablagerung der Sprudelkalke bereits zutage traten (vgl. das Kapitel Tektonik). Die tiefbraunen Tonbänder in den *sulcatus*-Schichten am nördlichen Westhang der PHARIONSchen Grube verdanken meines Erachtens ihren Eisengehalt dem Dogger β. Auch später hat dieser solche, meist in Klüften auftretende Tone (Tonbolus) geliefert, wie sie in den Tertiärschichten am Klosterberg sehr häufig sind, denn ich fand in einer solchen Kluft, die durch die oberen kieselhaltigen *oxystoma*-Schichten der PHARIONSchen Grube setzt, einen Belemniten, an dem noch sandiges Material, dem β entstammend, klebte. Doch mag im Norden auch Malm, der, wie WEIGER für den W.J. der Tübinger, Uracher und Kirchheimer Alb zeigte (Beitr. zur Kenntnis der Spaltenausfüllungen im W.J. usw., Jahrb. f. Nat., 1908) nicht wenig Eisen enthält, solche Klufttone, die den Anfang der Bohnertzone darstellen, geliefert haben. Diese pliocänen (?) Klufttone sind zu trennen von den älteren miocänen Tonen, die in den Sprudelkalken und in den *sulcatus*-Schichten vorkommen und nicht an Klüfte gebunden sind, sondern lagenweise auftreten.

Das Profil in der PHARIONSchen Grube gibt uns auch über die Lagerung der Sprudelkalke Aufschluß. GOTTSCHICK spricht von einem terrassenförmigen Aufbau derselben. Doch zeigt das Profil 2 in der PHARIONSchen Grube eine fast horizontale Lagerung mit buckelförmigen Erhöhungen. Der heutige steile Hang am Klosterberg war zur Zeit der Sprudelkalkbildung noch nicht vorhanden; wäre dies der Fall gewesen, so hätten sich Terrassen mit Stufen wohl bilden können.

Eine flache Depression, hervorgerufen durch Störungen, umgab bei der Entstehung der Sinterbildungen den niedrigen Buckel des heutigen Klosterbergs, der damals vollkommen unter Wasser lag. Submers wurden die großen, flachen Schalen der aragonitischen Tuffabsätze gebildet, wie ich dies im zweiten Teil ausführlicher begründe.

Ein zweimaliges Austreten von heißen Quellen, die Aragonit absetzten, muß vorhanden gewesen sein, einmal während der *tenuis*-, *sulcatus*- und älteren *planorbiformis*-Zeit, und dann (in schwächerem Maße) während der *trochiformis*-Zeit. Auch in den jüngeren *planorbiformis*-„Sanden“ liegen kleine, nierenförmige Aragonitkonkretionen, ohne daß es jedoch zur Bildung größerer Aragonitmassen gekommen wäre.

GOTTSCHICK gibt an, daß er am Knill in dem Gestein mit Übergängen von *Gyr. revertens* zu *supremus* leichte Aragonitausscheidung getroffen hätte. Dort handelte es sich mithin um eine dritte (schwache) Warmwassерquelle.

Sehr verschieden von den geschilderten aragonitischen Sprudelkalken sind die verkiezelten *oxystoma*-Kalke, aus denen Felsblock 3 der PHARIOSchen Grube und die Klötze an der südlichen Westwand südlich der Störung bestehen. Doch schon in den unteren *oxystoma*- und in den *trochiformis*-Schichten macht sich ein Kiesel säuregehalt bemerkbar, der nach GOTTSCHICK aus den höheren Kieselkalken stammen soll, was ich mir jedoch nicht denken kann, obwohl ich anfangs dieser Annahme zuneigte. Nach GOTTSCHICK trifft man auch in den *supremus*-Schichten viel Kiesel säure.

Daß die Verkiezelung nicht epigenetisch sein kann, geht schon daraus hervor, daß die Kiesel säure in bestimmten Zonen vorkommt. So finden sich verkiezelte Lagen in den unteren *oxystoma*-Schichten.

GOTTSCHICK (a. a. O., 1920, S. 213) glaubt die Dickschalligkeit, die Bildung von Längswülsten, die leichte Erhöhung der Mitte bei *supremus* auf ähnliche Wirkungen heißer Quellen zurückführen zu dürfen, wie er sie zur Zeit der Bildung des *tenuis* und *sulcatus* annimmt, d. h. doch wohl, daß der genannte Autor die Kiesel säureschichten mit heißen Quellen in Zusammenhang bringt, wahrscheinlich vor allem deshalb, weil er in den *revertens-supremus*-Schichten „leichtere Aragonitbildung“ gefunden hat. Die Annahme hat sehr viel für sich, wie ich im zweiten Teil dieser Arbeit ausführen werde.

Zum näheren Verständnis der Schichtenausbildung gebe ich die folgenden Profile.

1. Edersche Grube am Südhang des Klosterberg.

Die Schichten fallen etwa 10° SO.

Zuunterst liegen (nicht aufgeschlossen) helle „Sande“ mit *Gyr. steinheimensis*, darüber Sprudelkalke, in denen sich Aragonit nachweisen läßt, mit *Gyr. tenuis*, *tenuis/steinheimensis*, dünn- und dickschalige Limnäen (*Radix dilatata socialis* SCHUEBL.) und zahlreiche Landschnecken.

Darüber: braune „Sande“ mit harten Kalkbänkchen, die auf der Unterseite *Gyr. sulcatus* und *planorbiformis* herauswittern lassen. Einige Schnüre mit Limnäen,

die zum Teil breit und dickschalig sind, ziehen durch die „Sande“. In den Unteren „Sanden“ findet sich nur *Gyr. sulcatus*, nicht *planorbiformis*.

2. Profil durch die Nordwand im nördlichen Teil der PHARIOSCHEN Grube.



Profil 2. Nordwand im nördlichen Teil der PHARIOSCHEN Grube.

Die Schichten fallen 10—12° W.

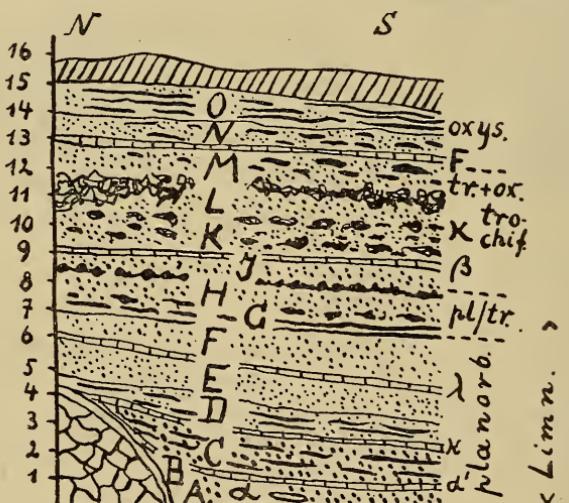
Von unten nach oben:

Sprudelkalke, deren oberer Mantelteil Fischreste, Limnaeen, *Gyr. sulcatus* führt.

- a) Braune „Sande“ mit einer Zone a, reichlich *Gyr. planorbiformis* und *inornatus* führend. Nach oben einige Kalkplatten . . . bis 1,80 m
- b) Wechsel von „Sanden“ und Kalkplatten mit Fischresten. Die Kalke nach W dünner werdend. Gyraulen verhältnismäßig selten 0,70—1,00 m
- c) Braune „Sande“ mit *Gyr. planorbiformis*, Limnaeen 1,00 m
- d) Fischplatten, dünnsschichtig 0,20 m
- e) Vorwiegend konkretionsartig, unregelmäßig gewundene, oft kuglige, meist fossilführende Kalke; dazwischen dünne Sandlagen. In den oberen Lagen: oolithische Bank mit weißschaligen *planorbiformis*, Limnaeen, Pupen, zum Teil Kieselüberzug der Schichten 1,55 m
- f) Zuunterst gelbbraune „Sande“ über einer Kalkbank, dann Konkretionsbänke und „Sande“. Zuoberst eine 0,10 m mächtige Kalkbank. 1,30 m darunter treten

die ersten <i>Gyr. trochiformis</i> auf. Keine Limnaeen. Leichte Verkieselung . . .	2,50 m
g) Tuffartige, unregelmäßig zu „Sand“ verwitternde, zum Teil kieselsäurehaltige Kalke mit sehr vielen <i>Gyr. trochiformis</i> und meist verdrückten Landschnecken	0,50 m
Darüber Verwitterungszone	8,55 m

3. Westwand der PHARIOSCHEN GRUBE.



Profil 3. Westprofil der PHARIOSCHEN GRUBE.

Von unten nach oben: Im N ein Sprudelkalkklotz von 4 m Mächtigkeit.

a) Braune „Sande“

a) Fischkalke: wenig Limnaeen und <i>Gyr. planorbiformis</i>	0,07 m
b) Gelbbraune, feine „Sande“: <i>steinheimensis</i> bzw. <i>steinheimensis/tenuis</i> (s.) ¹⁾ , <i>planorbiformis</i> (klein), zum Teil <i>sulcatus</i> -ähnlich (z. h.), <i>inornatus</i> (n. h.), <i>minutus</i> (s. h.), vereinzelt skalaride Formen, <i>minutus/costatus</i> (vereinzelt), Ostracoden, Algen	0,40 m

¹⁾ s. = selten, s. s. = sehr selten, h. = häufig, s. h. = sehr häufig, z. h. = ziemlich häufig, n. h. = nicht häufig.

- a') Fischkalkbank 0,10 m
- c) Braune „Sande“ mit linsenförmigen Kalkplatten, die sich öfters zu Lagen zusammenschließen: *Limnaea* (h.), klein, *planorbiformis* (s. h.), größer als in b), *minutus* (s. h.), *minutus/costatus*, *costatus* (s.), *Kraussi* (s.), *inornatus* (z. h.), *Pseudamnicola pseudoglobulus* (s. h.), Ostracoden (n. s. h.), Algen (s. h.) 1,15 m
- d) Wechsel von Kalken und „Sanden“, zuunterst eine Klebsandschicht mit vielen Fischen 2,20 m
- d) 0,20 m von unten: gelbbrauner, feiner „Sand“: *planorbiformis* (1 Ex.), *planorbiformis* mit wenig erhöhtem Apex (1 Ex.), *Limnaea* (1 Ex.) klein, Ostracoden (h.), *Pseudamnicola* (s.), *Chärä* fehlt, Fischreste (s. h.).
- d) 0,50 m von unten: gelbbraune, sehr feine „Sande“: *planorbiformis* (1 Ex.), *planorbiformis* mit wenig erhöhtem Apex (1 Ex.), *Pseudamnicola* (s.), Ostracoden (h.).
- d) 1,35 m von unten: hellbrauner „Sand“: *planorbiformis*, zum größten Teil mit etwas erhöhtem Apex, *minutus* (n. s. h.), *costatus* (z. s.), kleine *Limnaea*, *Pseudamnicola* (h.), Ostracoden fehlen, Algen (n. h.), Landschnecken.
- d) 1,45–1,50 m von unten: hellbrauner, loser „Sand“: *planorbiformis* mit und ohne erhobenem Apex (h.), *minutus* (n. h.), *costatus* (s.), *inornatus* (z. h.), *Limnaea* klein, Ostracoden (s.), Algen (h.), kleine Landschnecken, namentlich *Pupa*.
- d) 2,00 m von unten: gelbbrauner „Sand“: *Limnaea* meist klein, *minutus* (n. h.), *minutus/costatus* (s.), *inornatus* (z. h.), *planorbiformis* (s. h.), öfters mit wenig erhöhtem Apex, Ostracoden (s.), Algen (h.), kleine Landschnecken.
- e) Braune „Sande“: *planorbiformis* und *Limnaea* 1,00 m
- λ) Kalkbank: gelbgrauer, unregelmäßig brechender Kalk: *Limnaea* (s. h.), *planorbiformis* ohne und mit erhöhtem Apex, *minutus* (z. h.), *Pseudamnicola* (n. s. h.) 0,10 m
- f) Braune „Sande“: *planorbiformis* (s. h.), Apex ganz vereinzelt etwas erhöht, *inornatus* (s. h.), Apex zum Teil stark erhöht, *minutus* (h.), *costatus* (s. s.), *Limnaea*, ziemlich groß (n. s. h.), *Pseudamnicola* (s. h.), Ostracoden (h.), Algen (s.) 1,00 m
- g) Dolomitisch aussehende dicke Bänke, die unten nicht konkretionsartig verwittern: *planorbiformis* und *planorbiformis/trochiformis* 0,40 m

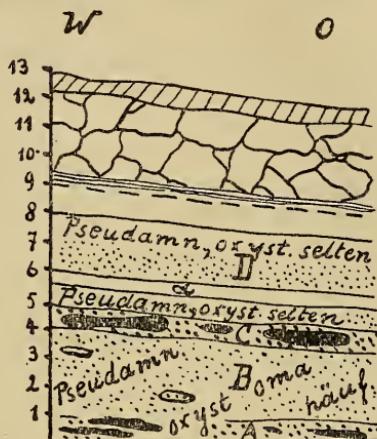
Untere Lage: Dichte, plattige Kalke, porös verwitternd mit zahlreichen Hohlräumen von Algen.

Obere Lage: *planorbiformis* ohne und mit erhöhtem Apex, *Pseudamnicola* (h.), Ostracoden.

- h) Braune, lose „Sande“ mit *planorbiformis/trochiformis* 1,00 m
- h) Mitte: hellbrauner „Sand“: *planorbiformis* typ. (h.), *planorbiformis/trochiformis* mit wenig erhöhtem Apex (s. h.), *planorbiformis/trochiformis* (h.), *minutus* (h.), *costatus* (h.), *Pseudamnicola* (h.), keine Limnäen, Fischreste (s.), kleine Landschnecken (s.), Ostracoden (s.), Algen (s. s.).
- i) Dunkelbraune feste Bank, die nach unten dolomitisch-porös ist und schließlich in dunkelbraunen „Sand“ übergeht 0,50 m
Darunter ein aus konkretionsartig verwitterten, mehr oder weniger großen Kalkkugeln bestehender Horizont (Kugelhorizont), etwa 0,10 m
- i) dunkelbrauner „Sand“: *minutus* (h.), *costatus* (h.), *minutus/costatus* (h.), keine Limnäen, Fischreste (n. s.), keine *Chara*.
- k) Hellbraune „Sande“ mit verschiedenen Kugelhorizonten. Leichter Kieselgehalt. Die Kugeln sind kleiner als im Kugelhorizont x. In den Kugeln und „Sanden“ ist *trochiformis* häufig. In den Sanden ist er meist in Bruchstücken vorhanden 1,20 m
- l) Hellgelbe „Sande“ mit *Gyr. trochiformis* bis 1,00 m
Basis l) hellgelbe „Sande“: *trochiformis* (n. s.), *oxystoma* (1 Ex.), vielleicht eingeschwemmt!, *minutus* (h.), *costatus* (n. h.), *Pseudamnicola* (s. h.), *planorbiformis* in kleinen degenerierten Exemplaren (s.), Fischreste (s.), Ostracoden fehlen, Algen (s.).
- m) Zuoberst: 0,15 m mächtige helle „Sande“ mit *trochiformis*; nach unten: 0,70 m „Sande“ mit unregelmäßig gewundenen, etwas verkieselten Kalkknauern, aus denen u. a. *oxystoma* herauswittert; dann: 0,60 m „Tuffe“, unregelmäßig ausgewitterte, etwas verkieselte Kalkknauer mit *Gyr. trochiformis* und *oxystoma*. Die wenig verkieselten Schalen wittern meist auf der Unterseite heraus. Der Tuffkomplex schwächt nach N stark an;

zu unteRt: schieben sich grau gelbe, geschichtete, leicht verkieselte Platten mit <i>trochiformis</i> , <i>oxystoma</i> und Fischen ein.	
An der Basis liegt die Hauptverwitterungszone der Tuffe, in der <i>trochiformis</i> zu Tausenden und Landschnecken liegen, etwa	1,50 m
m) unterste „Tuffe“: hellgelbe „Sande“: <i>trochiformis</i> (s. h.), <i>planorbiformis</i> in degeneriertem Zustand (s.), <i>oxystoma</i> (z. h.), <i>minutus</i> (h.), <i>costatus</i> (z. h.), <i>crescens</i> (s.), <i>Pseudamnicola</i> (s. h.), Landschnecken, namentlich <i>Helices</i> (h.), Ostracoden (n. s.), Algen (n. s.), Fischreste (n. s.).	
m) 0,90 m von unten: Hellgelbe „Sande“: <i>trochiformis</i> (h.), <i>oxystoma</i> (s. h.), <i>crescens</i> (s. h.), <i>minutus</i> (s.), <i>costatus</i> (h.), <i>Pseudamnicola</i> (h.), Ostracoden (s.), Fischreste (s.), kleine Landschnecken (s.), <i>Chara</i> (s.).	
m) 1,50 m von unten: Hellgelbe „Sande“: <i>trochiformis</i> (s. h.), <i>minutus</i> (n. s. h.), <i>costatus</i> (z. h.), <i>crescens</i> (s.), <i>oxystoma</i> (s.), <i>denudatus</i> (s. s.), <i>Pseudamnicola</i> (s. h.), Ostracoden (s. s.), <i>Chara</i> (s.).	
(F) Fischplatten: weißlich-graue plattige Kalke: <i>trochiformis</i> (Abdrücke), <i>trochiformis/oxystoma</i> (h.), <i>costatus</i> (h.), <i>Pseudamnicola</i> (h.), <i>Chara</i> (s.)	bis 0,20 m
n) Helle „Sande“ mit Kalkplatten, die sich zu kleinen Bänken zusammenschließen können. Diese sind mehr oder weniger verkieselt. Die angekieselten <i>oxystoma</i> wittern immer auf der unteren Seite heraus, etwa	0,80 m
n) untere Lage: Hellgelbe „Sande“: <i>trochiformis</i> (h.), <i>costatus</i> (n. s. h.), <i>oxystoma</i> (s.) klein, <i>minutus</i> (1 Ex.), <i>trochiformis/oxystoma</i> (s.), <i>Pseudamnicola</i> (h.), Fischreste (h.), Ostracoden (s. s.), <i>Chara</i> (z. h.),	
n) obere Lage: Hellgelbe „Sande“: <i>minutus</i> (s. s.), <i>costatus</i> (z. h.), <i>oxystoma</i> (s. h.), <i>crescens</i> (h.), keine Ostracoden, keine Fischreste, <i>Chara</i> (s.).	
o) Plattige Kalke mit „Sand“-Einlagerungen: <i>oxystoma</i> kann sehr häufig sein oder fehlen. Nach oben macht sich ein immer stärker werdender Gehalt an Kieselsäure bemerkbar	1,00 m
Verwitterungsboden	13,72 m

4. Nordwand im südlichen Teil der PHARIOSCHEN Grube.



Profil 4. Südliches Nordprofil der PHARIOSCHEN Grube.
 α = *Pseudamnicola*, *G. oxytoma*, Landschneckenbruchstücke (h),
G. trochiformis, Säger.

Die Schichten bilden eine kleine Mulde.

Von unten nach oben:

- a) Helle „Sand e“ in „Klebsand e“ übergehend mit Einlagerung von Kalkplatten und Kalklinsen. In den sandigen Zwischenlagen und in den Kalkplatten ist *trochiformis* und *trochiformis/oxytoma* häufig. Landschnecken. bis 0,60 m
- b) Helle „Klebsand e“ mit vielen *Pseudamnicola pseudoglobulus* ohne *Gyr. trochiformis* und Landschnecken. Bis 1,20 m von unten kommen lockere „Sandlinsen“ mit *Gyr. trochiformis* vor, die eingeschwemmt sind. *Gyr. oxytoma* häufig 3,20 m
- c) Lockere, helle „Sand e“, die nach oben rostbraune Bänderung besitzen. Darin stecken verkieselte Kalklaiber, die bis 1,50 m Durchmesser haben können. In den kleineren Laibern sind *trochiformis* und Landschnecken häufiger, in den größeren liegt hauptsächlich *Gyr. oxytoma*. In den oberen „Sanden“ nimmt *trochiformis* ab und erlischt (Schwemmschicht) 0,70 m

d) Helle „Klebsande“ mit *Pseudamnicola pseudoglobulus* und *Gyr. oxystoma*.

Zuunterst ist <i>Pseudamnicola</i> und <i>Gyr. oxystoma</i> selten	0,80 m
Darüber liegt ein Band mit Bruchstücken großer Landschnecken, <i>Gyr. trochiformis</i> , <i>Pseudamnicola</i> , <i>Gyr. oxystoma</i> und Säugerknochen (Schwemmschicht)	0,50 m
Zuoberst sind <i>Pseudamnicola</i> und <i>Gyr. oxystoma</i> selten	2,10 m
	7,90 m

Anm.: Die *Gillia*- und *oxystoma*-Reste sind in den normalen, zahlreiche dünne, schwarze, stark bituminöse Schnüre besitzenden „Klebsanden“ nesterweise angeordnet.

Der jetzt zu schildernde obere Teil des Profils 4 bezieht sich auf den Aufschluß in den oberen *oxystoma*-Schichten, einige Schritte nordöstlich von dem eben geschilderten Profil gelegen. Da in diesem nicht die ganzen „Klebsande“ vorhanden, in dem etwas nordostwärts gelegenen Aufschluß hingegen die obersten „Klebsandbänke“ nicht deutlich zu sehen sind, ist zwischen die beiden Profilteile noch „Klebsand“ von unbekannter Mächtigkeit (etwa 1—2 m) einzuschalten.

Plattige, dolomitisch aussehende Schichten mit Steinkernen oder Hohlräumen von *Gyr. oxystoma*. Dazwischen dünnplattige fossilarme oder fossilreiche Schichten. Alle sind wenig bis stark verkieselt, etwa

0,20 m

Ruppige Kieselklötzte mit Opal-ausscheidung ohne Schichtung. Verwittern kreidig, wobei die Fossilien schön herauskommen. *Gyr. oxystoma* ist meist nesterweise vorhanden

3,00 m

Verwitterungsboden

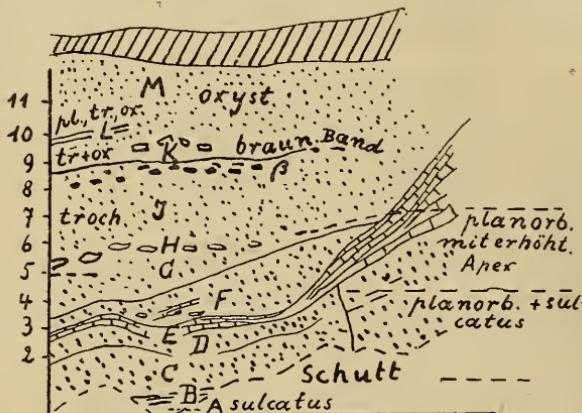
11,10 m

5. KOPPSche Grube am Osthang des Klosterbergs.

Das Profil zeigt deutliche Diskordanzen, viele Risse und Sprünge. Im W fallen die Schichten wegen der Nähe einer Verwerfung (s. Kap. Tektonik) sehr

steil, die weiter östlich gelegenen Lagen schwächer nach O ein.

FRAAS und BRANCA (Das kryptov. Becken) und KRANZ (a. a. O., 1914) zeichnen ein Profil der Grube; erstere fassen die Schichten sehr ungenau, letzterer gibt nur eine wenig exakte Skizze. SANDBERGER (Land- und Süßwasserconch. d. Vorwelt 1870 bis 1875) hat das Profil gemessen, den Charakter der Schichten jedoch nicht erkannt.



Profil 5. Kopp'sche Grube am Osthang des Klosterbergs.

- | | |
|---|-------------|
| a) Dunkelbraune „Sande“ mit <i>Gyr. sulcatus</i> und Limnaeen | 0,35 m |
| b) Kalkplatten mit auf der Unterseite herauswitternden Fossilien. <i>Gyr. sulcatus</i> , <i>planorbiformis</i> , Limnaeen, <i>Chara</i> | 0,35 m |
| c) Hellere, feinkörnigere „Sande“, nach oben zum Teil „klebsand“-artig. Fossilien nester- und lagenweise vorhanden. Vor allem <i>Gyr. planorbiformis</i> , daneben <i>Gyr. sulcatus</i> | 1,10 m |
| d) Dunkelbraune, grobe „Sande“ mit flachen und etwas erhöhten <i>Gyr. planorbiformis</i> , Limnaeen | 0,60 m |
| e) Plattige, zum Teil wellig gebogene Kalke mit <i>Gyr. planorbiformis</i> und Fischen; nach W etwas anschwellend | 0,20 m |
| f) Grobe „Sande“ mit Einlagerung von Kalkpaketen (a = bis 0,80 m), voll von <i>Gyr. planorbiformis</i> und Limnaeen. Selten <i>Gyr. planorbiformis</i> mit erhöhtem Apex | 0,70-1,30 m |

Diskordanz:

- g) Zuunterst „feine“, klebsandartige braune „Sande“ mit *Gyr. planorbiformis* und *Gyr. planorbiformis* mit erhöhtem Apex, weiter oben grobsandiger mit zahlreichen *Gyr. planorbiformis* und wenigen *Gyr. trochiformis* (etwas verschwemmt) 1,00 m
- h) Kalkplatten und plattiger Aragonit. *Gyr. trochiformis* in riesigen Exemplaren; Landschnecken. Keine Limnaeen bis 0,40 m
- i) Schnecken-„Sande“ mit *Gyr. trochiformis*. Einlagerungen von plattigen Kalken und Kalktuffen (β = bis 0,35 m). *Gyr. trochiformis* in riesigen Exemplaren 1,90 m
- Nach oben schieben sich feinkörnigere Partien mit vielen *Pseudamn. pseudoglobulus* und kleinen *Gyr. trochiformis* ein. Größere Exemplare sind jedoch immer noch vorhanden. Zuoberst liegt ein rotbrauner Streifen.
- Etwa 0,30—0,35 m von der oberen Grenze stellt sich *Gyr. oxystoma* ein.
- k) Hellgelbe „Klebsande“, in denen die Fossilien manchmal in Schnüren angeordnet sind. Darin dünne Platten mit flachgedrückten *Gyr. oxystoma* 0,80 m
- l) Bis 0,20 m mächtig werdende *trochiformis*-Schicht mit einem braunen Verwitterungsbau von beschränkter Ausdehnung. *Gyr. planorbiformis/trochiformis*, *oxystoma*, Landschneckenbruchstücke, wirr durcheinander (Schwemmschicht) 0,20 m
- m) Weißgelbe Klebsande mit *Gyr. oxystoma* und *Pseudamnicola* 1,45 m
-
- Verwitterungsboden. 8,65 m

Weiter südlich liegen darüber plattige, oft unregelmäßig geschichtete, rauhe Kalke von dolomitischem Habitus. *Gyr. oxystoma* stellenweise häufig, etwa

0,50 m

Darüber ungeschichtete Kieselknäuer, aus denen *Gyr. oxystoma* und *crescens* zum Teil schön herauswittern

?

Vergleich der Profile.

Trotzdem nie zwei Profile miteinander übereinstimmen, läßt sich doch von unten nach oben in petrographischer Hinsicht das folgende allgemeine Profil der Klosterbergschichten konstatieren:

1. die Sprudelkalke mit „Sanden“
2. die braunen, zum Teil rostfarbigen „Sande“
3. die helleren „Sande“
4. die feinkörnigen „Klebsande“
5. die Kieselschichten.

Faunistisch zeigt sich, daß in den Sprudelkalken *Gyr. steinheimensis/tenuis, tenuis, sulcatus* und *planorbiformis*,

in den braunen, zum Teil rostbraunen „Sanden“ *tenuis, sulcatus, planorbiformis* und *planorbiformis/trochiformis*, in den helleren „Sanden“ *Gyr. trochiformis* und die Übergangsform von *Gyr. trochiformis* zu *oxystoma*, in den feinkörnigen Klebsänden *Gyr. oxystoma*, in den Kieselschichten *Gyr. oxystoma* und *revertens* stecken.

Wie HILGENDORF (a. a. O., 1866) angibt, kommen von der *steinheimensis*- bis zur *planorbiformis*-Zone Limnaeen vor, was ich bestätigen kann. Dies entspräche etwa (a. a. O.) 1—3. Die *steinheimensis*-Zone war zur Zeit meiner Untersuchungen nicht aufgeschlossen.

Fischreste finden sich von (a. a. O.) 1.—5., in 4. und 5. seltener.

Zu bemerken ist, daß seit HILGENDORFS Untersuchungen die *revertens*- und *supremus*-Stufe am Klosterberg (EDER's Grube) nicht mehr aufgeschlossen ist. *Supremus* soll in einem tonigen Kalkstein liegen.

Besonders zu erwähnen sind die Diskordanzen, wie sie deutlich das Profil in der KOPPSchen Grube zeigt (Prof. 5). Durch Störungen während der Ablagerung der Süßwasserschichten hervorgerufen, haben sie die Vermischung älterer und jüngerer *Gyraulus*-Formen verursacht (Schwemmschichten), was bereits HILGENDORF erkannte, jedoch SANDBERGER bei seinen Untersuchungen einen bösen Streich spielte.

Diese Störungen sind an der Vermischung der Fossilien in der KOPPSchen Grube schuld; die Einteilung HILGENDORFS in Zonen 1—5 tritt trotzdem bei KOPP wie bei PHARION klar hervor.

Während aber in der oberen *planorbiformis*- bzw. *planorbiformis/trochiformis*-Zone der PHARIOSCHEN Grube die starke Konkretionsbildung auf eine Austrocknungsphase hinweist, lässt das starke Zurücktreten der Konkretionslagen in der KOPPSCHEN Grube im Verein mit den Diskordanzen (s. Prof. 5) auf Vertiefung des Wassers schließen. Es dürfte wohl eine solche im östlichen Teil des Beckens eingetreten sein, der eine gewisse Wassermenge dem westlichen Abschnitt entzog, wodurch die Austrocknungserscheinungen bei PHARIOS zu erklären sind.

Den Profilen 4 und 5 ist die Einschaltung von Schwemmmzonen in den *oxystoma*-Schichten gemein.

In der PHARIOSCHEN Grube zeigen sich an der südlichen Nordwand (Prof. 4) über der Zone A mit den Übergangsformen von *Gyr. trochiformis* zu *oxystoma* linsen- oder kugelförmige Einschaltungen von lehmartigem Habitus, in denen *Gyr. trochiformis* und Landschneckenbruchstücke häufig sind. Diese schließen sich in der Zone C zu einer Schwemmschicht zusammen, die aus Schalen von *Gyr. trochiformis*, *Gyr. oxystoma*, Landschnecken und „Sand“ besteht und reichlich Sägerknochen führt. Große verkieselte Laiber liegen in den Sanden.

0,80 m darüber kommt wiederum solch eine Schwemmschicht, jedoch ohne Laibereinschaltung, vor. Der Fossilinhalt ist dieselbe wie in der vorigen Schicht.

Dieselben Verhältnisse finden wir in der KOPPSCHEN Grube, doch sah ich dort nur ein etwa 0,20 m mächtiges lehmartiges Band mit *Gyr. trochiformis/planorbiformis* neben Landschnecken und *Gyr. oxystoma*. Über der Schwemmbank im PHARIOSCHEN und KOPPSCHEN Bruch liegt ein eisenschüssiges Band, dessen Entstehung auf starken Sauerstoffeinfluß schließen lässt; dieser müßte dann besonders kräftig sein, wenn die Schichten von Wasser nur wenig oder gar nicht bedeckt waren.

Das Auftreten dieser Schwemmszonen kann wohl nur durch tektonische Bewegungen des Klosterbergs erklärt werden. Sie sind die Folgen der Kleinarbeit der Tektonik, ebenso wie die Diskordanzen. KRANZ (a. a. O., 1914, S. 109) glaubt die Vermischung der Fossilien, ebenso wie auch das Fallen der Tertiärschichten durch Rutschungen während und nach der Ablagerung derselben erklären zu können. „Jedenfalls kann die schräge Lagerung des Tertiärs am Klosterberg ohne jede tektonische oder vulkanische Bewegung erklärt werden, durch natürliche Anlagerung an die

Berghänge und Klippen, sowie durch nachträgliche Setzung und Gehängerutschung.“ Doch weisen die ganzen Lagerungsverhältnisse bei KOPP auf tektonische Störungen hin. FRAAS und BRANCA (a. a. O., 1905, S. 26) drücken sich bezüglich der Schneckensande am Klosterberg deutlich dahin aus, daß sich diese in gestörter Lagerung befinden.

Welche Folgerungen lassen sich aus den stratigraphischen Ergebnissen bezüglich des Verhältnisses Wasser zu Land am Klosterberg ziehen?

KRANZ meint (wohl mehr gefühlsmäßig), daß zur *supremus*-Zeit der ganze Klosterberg unter Wasser gelegen haben könnte, fügt jedoch in einer Fußnote hinzu, daß immerhin etwas Brauner Jura, der jetzt abgeschwemmt ist (Nordseite des Klosterbergs), herausgeragt haben dürfte. Während der Ablagerung der älteren Zonen sollen „mindestens seine mittleren Hänge“ überschwemmt gewesen sein.

Da Sedimentbreccien, wie sie am Rand des Beckens liegen, am Klosterberg fehlen, — denn die weichen Tone des Doggers, die bei der Ablagerung des Tertiärs bereits anstanden, konnten wohl verbogen, aber nicht wie Kalke zertrümmert werden, waren nicht befähigt, Sedimentbreccienmaterial zu liefern wie die harten zertrümmerten Malmkalke am Beckenrand²⁾ — so müssen wir ein anderes Kriterium benützen zum Entscheid, ob der Klosterberg zu einer bestimmten Zeit Land war oder nicht. Dies sind die in die Süßwasserschichten eingeschwemmten Landschnecken.

Das zweite Kriterium ist die petrographische Beschaffenheit der Schichten.

Auf die zerrissenen, aber wohl ziemlich eingeebneten Juraschichten legten sich die Sprudelkalke in mehr oder weniger horizontaler Lage, kleine Kuppen bildend. Sie bedeckten anscheinend den ganzen Berg, denn sie stehen mit den Spalten, mithin auch mit der quer über den Berg laufenden O-W-Störung (s. tektonisch. Teil) in Verbindung.

In den beckenförmigen Vertiefungen der Sprudelkalke setzten sich die „Sande“ ab, während auf den Kalkinselchen Landschnecken existieren konnten (*tenuis*-Schicht in der

²⁾ Material zur Sedimentbreccienbildung hätte höchstens der zertrümmerte Malm β im N des Berges liefern können; dieser wurde jedoch von den Sprudelkalken bedeckt, so daß er gar nicht von den Wellen des Sees bearbeitet werden konnte.

EDERSchen Grube³⁾). Die gleichmäßige Ausbildung der *sulcatus*- und der unteren *planorbiformis*-„Sande“ bei PHARION und KOPP spricht dafür, daß der Klosterberg — wenigstens zum größten Teil — damals unter Wasser lag.

Daraufhin bildeten sich im O Diskordanzen, das Wasser vertiefte sich dort etwas in der *planorbiformis/trochiformis*- und *trochiformis*-Zeit, während das Auftreten von Landschnecken im W, im Verein mit starker Konkretionsbildung für eine Überwassersetzung des westlichen Klosterbergs sprechen.

Auch im unteren Teil der *oxystoma*-Klebsande finden sich eingeschwemmte Landschnecken neben *Gyr. trochiformis*. Die älteren „Sande“ liegen in der PHARIOSCHEN Grube, ziemlich mächtig geschichtet, in die feinen Klebsande eingeschwemmt. Der Klosterberg muß auch damals noch aus dem See herausgeragt haben.

Der Kampf um die Eroberung des Berges während der *oxystoma*-Zeit macht sich auch weiterhin bemerkbar an dem Wechsel von landschneckenfreien Schichten mit solchen, die Landschnecken, Säugerknochen und *trochiformis* führen.

In den obersten Klebsanden fehlen solche eingeschwemmten Körper. Die gleichartige Ausbildung der äußerst feinkörnigen oberen Klebsande am ganzen Klosterberg zeigen das Übergreifen der Schichten über den Klosterberg an, der während der Ablagerungszeit der jüngsten *oxystoma*-Schichten (Kieselkalke), der *revertens*- und *supremus*-Zone unter Wasser gelegen hat (Näheres s. im II. Teil).

Welche Faktoren sind nun für das wechselnde Trockenlegen und Überfluten des Klosterbergs verantwortlich zu machen? Folgende Möglichkeiten kommen in Betracht:

1. Der Wasserspiegel war permanent gleichmäßig hoch, der Klosterberg oszillierte dank tektonischer Bewegungen oder
2. der Klosterberg verhielt sich stabil, der Wasserspiegel stieg und sank oder
3. beide Faktoren wirkten zusammen.

Zwecks Erörterung dieser Fragen stelle ich die folgende Tabelle voran:

³⁾ Für einen baldigen Abtransport ins Wasser spricht die teilweise Erhaltung der Bänder der Landschneckenschalen, die gewöhnlich, der Luft und dem Sonnenlicht einige Zeit ausgesetzt, sehr bald verbllassen.

Zeit, durch folgende Fossilien gekennzeichnet	Petrogr. Charakter der Schichten		Aragonit		Störungen		Klosterberg	
	im Osten	im Westen	im Osten	im Westen	im Osten	im Westen	unt. Wasser (+) über Wasser (-)	
<i>laevis</i>	—	—	—	—	?	?	—	—
zwischen <i>laevis</i>								
<i>u. steinheimensis</i>	—	—	—	—	+	+	?	?
<i>steinheimensis</i> . .		Sande	—	?	—	—	+?	+?
<i>tenuis</i>	Sprud. K.	Sprud. K.?	+	+	—	—	+	+
<i>sulcatus</i>	Sande	Sande	+	+	—	—	+	+
<i>planorbiformis</i> .	Sande	Sande + Konkret.	+	+	—	—	+	+
<i>planorbif./trochiformis</i>	Sande	Sande + Konkret.	sehr +	wenig +	—	+?	+	—
zwischen <i>planorbif.</i> / <i>trochif.</i>								
<i>u. trochiformis</i> . .	Sande	Sande + Konkret.	sehr +	wenig +	Dis- kord.	—	+	—
<i>trochiformis</i> . . .	Sande	untergeord- nete Tuffe	Tuffe + Sande	makros- kop. + wenig	+?	—	z. T.	z. T.
untere <i>oxystoma</i>	Sande	Sande	+	+	—	—	—	—
mittl. <i>oxystoma</i> .	Klebsande	Klebsande	—	—	—	—	+	+
mit Schwem- mzonen	Sande	Sande	sekun- där +	sekun- där +	—	—	—	—
obere <i>oxystoma</i> .	Klebsande	Klebsande	—	—	+	+	+	+
<i>revertens</i>	SiO ₂	SiO ₂	—	—	?	?	+?	+?
<i>supremus</i>	?	?	—	—	?	?	+?	+?

Die Höhenlage des Wasserspiegels kann unmöglich permanent gleichmäßig hoch gewesen sein; sie hängt ab von der Niederschlagsmenge und der Quelltätigkeit. Da wir diese Bedingungen nicht nachkontrollieren können, so ist ein exakter Entscheid darüber, ob bei dem Über- und Unterwassersetzen des Klosterbergs der eine oder der andere Vorgang gewirkt hat, ausgeschlossen.

Was wir konstatieren können, ist, daß, wie oben auseinandergesetzt wurde, und wie es die Tabelle zeigt, der Klosterberg zuerst über, dann unter, hierauf wieder über und nochmals unter Wasser gelegen hat, wenn auch für die *steinheimensis*- bis *planorbiformis*-Zeit hinzuzufügen ist,

daß einzelne über dem Jura abgesetzte Sprudelkalkfelsen riffartig aus den warmen Wässern herausragten.

Ferner können wir feststellen, daß zwischen der *laevis*- und *sulcatus*-, zwischen der *planorbiformis/trochiformis*- und der *trochiformis*-Zeit und vor oder während der Ablagerung der kieselhaltigen *oxystoma*-Schichten Bewegungen am Klosterberg stattfanden, da wir die Entstehung der heißen, teils Aragonit, teils Kieselsäure absetzenden Quellen mit tektonischen Störungen in Zusammenhang bringen dürfen, ebenso wie das Auftreten der Diskordanzen im O des Klosterbergs.

Da immer dort, wo wir größere Quellwirkung konstatieren können, der Klosterberg unter, hingegen wo diese nachläßt (am Fehlen der Sprudelkalke kenntlich), über Wasser gelegen hat, so ist die Annahme berechtigt, daß Quellbildung und Überschwemmung des Berges meist Hand in Hand gingen. Eine Ausnahme machen die Ablagerungen der mittleren *oxystoma*-Zeit; die MEIGENSche Reaktion zeigt keinen Aragonitgehalt an; da Landschnecken fehlen und die Ausbildung im O und IW des Berges die gleiche ist, so spricht nichts dagegen, daß eine gleichförmige Überflutung desselben zur mittleren *oxystoma*-Zeit stattfand. Ob da Tagewässer in Frage kommen, die den in Ruhe befindlichen Berg unter Wasser setzten, oder ob dieser nach unten sank und so überflutet wurde, weiß ich nicht.

Groß waren die Niveaudifferenzen zwischen dem Seespiegel und der Insel nie, so daß geringe Bewegungen bzw. Wassermengen genügten, um sie untertauchen zu lassen.

b) Die Zangerbergschichten.

Die Zangerbergschichten zeichnen sich durch das fast vollkommene Fehlen von aragonitischen und kieselsäurehaltigen Gesteinen aus, setzen sich dafür zum größten Teil aus Sedimentbreccien und zuckerkörnigen Kalken zusammen. Sande beteiligen sich nicht in dem Maße am Aufbau, wie dies bei den Klosterbergschichten der Fall ist.

Leider sind die Aufschlüsse, namentlich am Grot und Birkel (Schellenberg) schlecht. Doch waren an beiden Stellen seinerzeit von BRANCA und FRAAS Grabungen vorgenommen, aber bald wieder zugeworfen worden; beim Begehen dieses Gebiets ist man auf herumliegende Gesteinsbrocken angewiesen. Herr Forstmeister GOTTSCHICK, der schon lange in Steinheim ist und jeden Gelegenheitsaufschluß sehen konnte, teilte mir seine Beobachtungen mit. Leider

ist an den genannten Stellen bei Grabungen nie das Streichen und Fallen gemessen worden.

Wir können zwei Tertiärgebiete unterscheiden:

a) den Grot, das Birkel und den Knill,

b) das Gebiet zwischen dem Hirschtal und der Hohen Steige, dasjenige am Zangerberg, Grillenbusch, Roßberg und an der Schafhalde.

a) zeichnet sich durch reichliche Sandführung, stellenweises Vorkommen von Aragonit und Kieselsäure und das Zurücktreten der Sedimentbreccien, b) durch das Vorherrschen der letzteren und das Zurücktreten der Sande aus.

a) Direkt beim Kronenwirtshaus am Grot liegt Sedimentbreccie auf Malm ζ . Diese führt unmittelbar über den *Kleini*-Schichten viele, bis 1 m große Rollstücke, die vielleicht von einem durch das Hirschtal fließenden Fluß herantransportiert wurden. Dort wurden bei Gelegenheitsgrabungen grobe Kalke ohne Aragonit mit *Gyr. planorbiformis* bloßgelegt. Am Grot fand GOTTSCHICK auch *oxyystoma* und *revertens*. Südöstlich der Feldlesmähde bei Höhe 590 treten kalkige, plattige, meist aber plumpe, spätere harte Gesteine zutage, in denen nur noch unbestimmbare Fossilabdrücke vorhanden sind. Bei der Feldlesmähde stehen gelbe tonige Mergel mit meist taubenei-, aber auch hühnerei-großen Gerölle ohne Fossilien an, die etwas weiter unten *Gyr. trochiformis* führen.

Da bereits an dem unteren Hauptkomplex *Gyr. trochiformis* lose herumliegt, der wohl nicht verschleppt ist, trotzdem man mit Verschleppung sehr zu rechnen hat, geht zwischen den Schichten an der Feldlesmähde und denen des vorderen Grot eine Störung durch.

Am Birkel (Schellenberg) kommen Sande, zuckerkörnige und plattige, feinkörnige Kalke, auch porös verwitternde Gesteine vor. *Gyr. tenuis*, *planorbiformis*, *trochiformis* wurden nachgewiesen.

Beim Aufstieg auf den Knill vom Ried aus findet man zuunterst dünnplattige, weiche, weiße Kalke ohne Fossilien. Weiter oben sammelt man *Gyr. tenuis*, *planorbiformis*, *trochiformis*. Hier ist der „Sand“gehalt bedeutend. Oberhalb der Äcker liegen dünnplattige Kalke mit Limmaeen, *Gyr. planorbiformis* und Fischresten, weiter oben klotzige Kalke mit Aragonit, *Gyr. trochiformis* führend, dann dünnplattige Kalke mit *Gyr. oxyystoma* herum. In dem Gestein mit Übergängen von *revertens* zu *supremus*

fand GOTTSCHICK leichte Aragonit ausscheidung. *Supremus*-Platten sind ebenfalls vorhanden. Am Gipfel stehen zuckerkörnige Kalke mit *Chara*, *Limnaeen* und *Gyr. tenuis* und wenig weiter unten am Südosthang Sedimentbreccien an. Diese Schichten liegen horizontal.

Die α -Sedimente haben mit den Klosterberg-Schichten große Ähnlichkeit.

β) Zwischen dem Hirschtal und der Hohen Steige stehen sehr wenig zertrümmerte Malm- ϵ - oder ζ -Kalke an. Westlich und südwestlich davon liegen geschichtete SW—NO streichende 40° SO fallende Sedimentbreccien, an die nach NW plattige Kalke des Malm ζ stoßen. Unter der Breccie stehen gelbe, feuersteinlose Malm- ζ -Kalke mit undeutlicher Schichtung an.

Zwischen der Hohen Steige und dem Zangerberg sind zuckerkörnige Kalke, ähnlich denen am Grot, aber auch plattige Gesteine vorhanden. Die ersten führen *Chara*, *Limnaeen* und *Gyr. planorbiformis*. Ganz oben liegen feinkörnige Sedimentbreccien herum.

Am Zangerberg stehen, prächtig aufgeschlossen, $0-10^{\circ}$ nach S einfallende, dickenbankige Sedimentbreccien an, deren Rollstücke bis 0,10 m Durchmesser besitzen können. Diese sind zum großen Teil Kieselknauer, fast immer sind sie kantig. Im westlichen Teil sind die Breccien fossilleer, doch führen die zuckerkörnigen Kalke westlich des Grillenbusch, die im Verband mit den Breccien stehen, Steinkerne von *Gyr. planorbiformis* und Landschnecken.

Die Verwitterung der Breccien ist eine karstartige. Kleine Höhlen und Löcher, labyrinthartig miteinander verbunden, entstehen dort, wo weichere Einlagerungen in den harten Breccien stecken (Lochbildung). Das Gelände fällt nicht beträchtlich; an der Depression stößt es mit einer kleinen Steilstufe ab.

Die Mächtigkeit dürfte 20—25 m betragen.

Am Ausgang des Grillenbuschtals zwischen 550 und 570 m vereinigen sich die zuckerkörnigen Kalke und die Sedimentbreccien zu großen, undeutlich geschichteten Felsen mit *Gyr. planorbiformis* und *Limnaeen*. Feuerstein scheint im östlichen Teil zu fehlen. Dort tritt der Sedimentbrecciencharakter stark zurück. Die Felsen werden von breiten und tiefen Klüften durchsetzt und bestehen zum Teil aus zertrümmerter Sedimentbreccie. Unter den Felsen kommt Malm in gestörter Lage heraus.

In herumliegenden Brocken fand GOTTSCHICK *Gyr. supremus*.

Am Rößberg befinden sich einige unzusammenhängende Tertiärfetzen. Die Aufschlüsse sind schlecht. Es liegen fein- bis mittelgroße Sedimentbreccien (mit wenig gerundeten, zum großen Teil aus eckigem Feuersteinmaterial bestehenden Komponenten) und mit ihnen in Verbindung stehende zuckerkörnige Kalke, sodann grauer mergeliger Kalk mit *Gyr. sulcatus* und gewundene Kalke mit Bänderung, ähnlich einigen Varietäten am Grot, herum.

Bei der Schafhalde beteiligen sich wiederum „Sande“ an der Zusammensetzung des Tertiärs, denn wir befinden uns in der Nähe des Knill. Zwischen 540 und 575 m Höhe findet man mittelgroße Sedimentbreccien, plattige Kalke mit *Gyr. sulcatus*, *Pseudamnicola* und Fischen. Diese Kalke sind den *sulcatus*-Kalken am Knill ähnlich. Es finden sich aber auch zuckerkörnige Kalke mit *Gyr. sulcatus*.

Etwa 25—30 m höher liegt ein kleines Tertiärvorkommen, auf das mich GOTTSCHICK aufmerksam machte. Sedimentbreccien mit meist kleinen (auch mittelgroßen) Komponenten, unter denen Kieselknauer fehlen, stellen sich über zuckerkörnigen und plattigen Kalken ein. Die Schichten führen *Gyr. sulcatus* und Limnaeen.

Die teilweise Übereinstimmung der südlichen und westlichen, wenig Breccien und viel Sand führenden Zangerberg-Schichten spricht für einen gewissen Zusammenhang zwischen den letzteren und den Klosterberg-Schichten.

Den Übergang von der nördlichen zur südlichen Fazies finden wir am Grot und an der Schafhalde.

GOTTSCHICK führt nach mündlicher Mitteilung das Überwiegen der Sedimentbreccien am nördlichen Rand gegenüber dem südlichen Ufer auf stärkeren Wellenschlag im N zurück, eine Ansicht, die starke Südwinde zur Voraussetzung hat.

Es kann diese Erscheinung aber auch mit einer intensiveren tektonischen Tätigkeit und damit verbundenen kräftigen Griesbildung im N gegenüber dem S zusammenhängen.

IV. Tektonik.

Um zur Erklärung der Entstehung eines Gebiets zu gelangen, muß man zuerst die tektonischen Linien des selben festlegen. Beziiglich der Genese des Steinheimer

Beckens wurden zum Teil Theorien aufgestellt, bevor man sich überhaupt eingehend mit der Tektonik beschäftigt hatte.

Es ist die Aufgabe dieses Kapitels, die Bruchlinien und ihr relatives Alter festzulegen. Ich werde dabei eine kleine Umgruppierung der Einteilung, wie ich sie im geologisch-morphologischen Teil gegeben habe, vornehmen, indem ich die peripherie Depression gesondert behandle.

1. Der Kern.

Wie im geologisch-morphologischen Teil gezeigt wurde, zerfällt der Kern des Steinheimer Kessels, der Klosterberg, in die zentrale Dogger-, die nördlich davon gelegene Malm- und die tertiäre Randscholle.

Durch den gewählten Begriff „Scholle“ soll ein tektonisches Moment zum Ausdruck gebracht werden: Es handelt sich um Erdstücke, die durch Verwerfungen voneinander getrennt sind, wie FRAAS und BRANCA bereits andeuten.

Dies muß näher erläutert werden.

Die zentrale Doggerscholle, die zum größten Teil aus *Opalinus*-Ton mit teilweise zerquetschten und zerbrochenen Belemniten und aus Murchisonschichten von Aalener Ausbildung besteht, von denen die letzteren in zwei Inseln zwischen den Höhen 260 und 270 m hervorragen und um den Klosterhof ω -förmig verbreitet sind, schneiden gegen N an einer etwa von W nach O laufenden Linie gegen Malm α und β ab. Der Liasfetzen am Nordausgang des Dorfes ist, da auf einer modernen Schicht liegend, als wurzellos anzusehen; seine Herkunft ist rätselhaft. Die genannte Linie ist auf jeden Fall eine tektonische, die Malm α und β gegen Unteren Dogger verwirft. (Vgl. Karte 1.)

Die Doggerscholle am Klosterhof scheint gegen die zentrale Doggerscholle durch einen Sprung von kleinem Ausmaß getrennt zu sein. Der Malm im N ist wohl seinerseits wiederum in einzelne Stücke zerschlagen.

Nach W schneiden Malm und Dogger scharf gegen Tertiär ab an einer etwa von SSO nach NNW streichenden Linie. Die *tenuis*- und *sulcatus*-Schichten zeigen in dem nördlichen Teil der PHARIOSCHEN Grube steiles Einfallen nach W (etwa 45°), sie liegen sehr nahe der genannten Linie. Wir müssen wohl für die Sprudelkalke mit *Gyraulus tenuis* und *sulcatus*, die unterhalb der Kurve 570 m anstehen, also südlich der südlichen Querverwerfung im PHARIOSCHEN Bruch, annehmen, daß sie ursprünglich über

den Berg hérübergegriffen haben und erst durch den erwähnten tektonischen Bruch gegen den Dogger abgeschnitten und in tiefere Lage gebracht wurden. Demgegenüber geben FRAAS und BRANCA an, daß die Sprudelkalke wohl noch in ihrer normalen Lage anstehen.

Das Tertiär im W mit unterliegendem Malm in der PHARIONSchen Grube ist ebenfalls zerbrochen, denn einmal grenzen die *oxystoma*-Schichten direkt an die *tenuis*- und *sulcatus*-Sprudelkalke, die sich plötzlich östlich einer von S nach N verlaufenden Linie scharf aus dem Gelände mit steilen Wänden herausheben, dann aber stoßen die *oxystoma*-Kieselschichten, die als die jüngere Abteilung der *oxystoma*-Stufe anzusehen sind, im PHARIONSchen Bruch an die *trochiformis*- und *planorbiformis*-Lagen an einer wohl quer durch die Grube verlaufenden Linie, die sich nach O an die vorhin genannten Sprudelkalke anlegt, hier die jüngeren Tertiärschichten nach N verwerfend. Vgl. den Riß des PHARIONSchen Bruchs (3. Teil).

Noch eine weitere Querstörung zieht durch diesen hindurch. Während an der Wand südlich des Felsklotz 4, westlich 2, die Schichten 12° nach W fallen, stürzen sie beim Block 1 (östlich und nördlich von diesem bis zum Ende des Aufschlusses), mit 45° nach W ein. Fels 3 besteht aus den verkieselten *oxystoma*-Kalken, die an der südlichen Querverwerfung ganz oben im Bruch anstehen; Steinblock 3 liegt hingegen an der Sohle desselben und hat scheinbar ein westliches Fallen, trotzdem sich dies wegen des petrographischen Gesteinshabitus nicht mit Sicherheit sagen läßt.

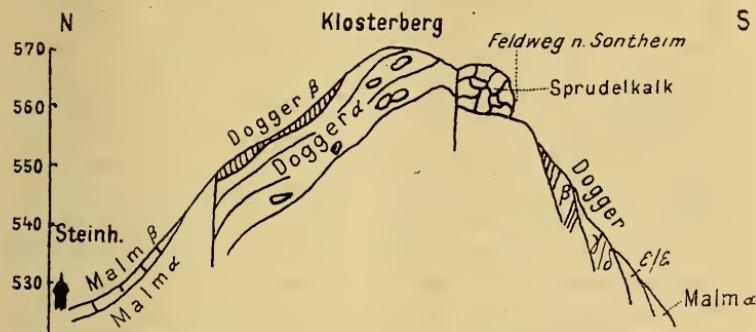
Daß bei der Entstehung der Störungen in der PHARIONSchen Grube ein Druck mitgewirkt hat, geht aus der muldenförmigen Anlage der Unterer *oxystoma*-Schichten im Südteil derselben hervor.

Nach S sind die Sprudelkalke auf dem *Opalinus*-Ton über eine kurze Strecke verrutscht. Die Störung *Opalinus*-Ton-Sprudelkalk läßt sich dann bis zum Sontheimer Feldweg verfolgen.

Diese Störung verwirft aber auch zu beiden Seiten des Feldweges jüngere Doggerschichten gegen Dogger α . Da, wie im geologisch-morphologischen Abschnitt bereits mitgeteilt wurde, die Reihenfolge Dogger β , γ , δ , ε , ζ und vielleicht auch Malm α vom oberen Teil des Berges nach seinem Fuß hin nachgewiesen wurde, so müssen wir Fallen nach S für diese Schichtfolge annehmen, d. h. entgegen-

gesetzt dem Fallen der zentral gelegenen *Opalinus*-Scholle (vgl. Prof. 6). Da auch nach O zu jüngere Doggerschichten und Unterer Malm vorkommen, zieht sich die Störung nach O hin fort. Sie ist wohl dieselbe, die später die Sprudelkalke und die jüngeren Tertiärschichten (bis zur *supremus*-Zone in der EEDERSchen Grube) gegen Dogger verworfen hat.

Die Tertiärscholle am Südhang wird im W und O gegen Dogger abgeschnitten an den Stellen, wo sich dieser zungenförmig vorstreckt. Diese entsprechen kleinen Horsten, denn



Profil 6. Durch den Klosterberg.

der viele Meter über den *Opalinus*-Ton herausragende Sprudelkalk am Gipfel 578,9 hat sicher ehemals auch auf ihnen gelegen.

Im O schneidet Tertiär gegen Dogger und Malm scharf ab. In der KOPPSchen Grube fallen die „Sande“ bis 45° an der Westwand gegen O ein. Also analoge Verhältnisse, wie wir sie in der PHARIONSchen Grube treffen.

In der KOPPSchen Grube steht ein Malmklotz, der etwa 60° nach W fällt, starke Vergriesung und die bei FRAAS und BRANCA abgebildeten Druckfiguren zeigt, die KRAZ als Bomben bezeichnet, wovon natürlich keine Rede sein kann. An diesem Klotz scheint die große O—W streichende Störung, die Malm gegen Dogger verwirft, durchzuziehen. Deshalb liegt in der KOPPSchen Grube Tertiär neben Malm.

Wir hätten mithin mit FRAAS und BRANCA den Klosterberg als eine stark zerschlagene Scholle aufzufassen, die jedoch nicht so wîr durcheinandergerüttelt ist, wie KRAZ meint. Zwei Hauptstreichenrichtungen sind dabei herr-

schend: eine O—W- bzw. WSW—ONO- und eine N—S- bzw. SOS—NWN-Richtung.

Diese Linien haben die zentrale Doggerscholle in einen, rings von Störungen eingefaßten Horst verwandelt, an den sich nach N Unterer Malm, nach O Dogger, Malm (?) und Tertiär, nach S Dogger, Malm und Tertiär, nach W Malm und Tertiär legen.

Bezüglich des Alters der Störungen ist das Folgende zu sagen:

In der PHARIONSchen Grube ruht Malm β , westlich des Feldwegs nach Sontheim Unterer Dogger, westlich der EDERSchen Grube Dogger und Malm, am Klosterhof Murchisonsschichten unter dem Tertiär. Nirgends befindet es sich auf jüngeren Juraschichten als Malm β . D. h. der Klosterberg muß vor Ablagerung der tertiären Süßwasserschichten zerhakt und stark abgewaschen worden sein, wenigstens trifft dies für seinen Rand zu. Wir dürfen aber wohl diese Tatsache auf die großen Störungen im Jura des Berges verallgemeinern, so daß der Schluß nicht zu umgehen ist, daß die ganze Schollenbildung vor dem Tertiär angelegt war. Sie ging nach demselben weiter.

Um wieviel lag nun der einstmals vorhandene Schnaitheimer Oolith des Klosterbergs höher als auf einer der umliegenden Höhen, etwa auf der Schafhalde im Osten?

Ich beziehe mich bei den folgenden Berechnungen auf ENGELS Angaben und auf die Erläuterungen zu Blatt Aalen (1912) der geognostischen Spezialkarte, wobei ich die von KRANZ (Das Problem des Steinheimer Beckens, 1914, S. 104) angegebenen Daten benutze.

Weiß Jura ϵ/ζ	Massen-, Plattenkalk, Brenztaloolith	130 m
Weiß Jura δ	Ammonitenkalkbänke	20—90 m
Weiß Jura γ	Planulatenton u. tonige Lacunosenkalke	30—57 m
Weiß Jura β	Biplexkalke	20—30 m
Weiß Jura α	<i>Impressa-</i> und <i>Transversarius</i> -Ton	40—71 m
Braun Jura ζ	Ornatenton, Lambertiknollen	8—10 m
Braun Jura ϵ	Parkinson- und Macroceph.-Ton, Kalk, Oolith	2 m
Braun Jura δ	Ostreenkalk und -ton	6—8 m
Braun Jura γ	Lowerbyikalk und -ton	5—10 m
Braun Jura β	Personatensandstein	30—54 m
Braun Jura α	<i>Opalinus</i> -Ton und -Kalk	110 m
Minimale Mächtigkeit:		381 m
Maximale Mächtigkeit:		572 m

Hiervon rechne ich den *Opalinus*-Ton und die ganzen Murchisonschichten ab, so daß wir auf die Murchisonschichten am Klosterberg

$$381 - 140 = 241 \text{ m bzw.}$$

$$572 - 164 = 408 \text{ m}$$

aufzusetzen hätten, um die einstmalige Erhöhung der Schnaitheimer Oolithe am Klosterberg (570 m, wo die Aalener Eisensande anstehen) über den entsprechenden Lager an der Schafhalde (2232 würt. Fuß = 637 m) herauszurechnen.

Berechnung mit den Minimalzahlen:

$$570 + 241 \text{ m} = 811 - 637 \text{ m} = 174 \text{ m}$$

Berechnung mit den Maximalzahlen:

$$570 + 398 \text{ m} = 968 - 637 \text{ m} = 331 \text{ m}$$

Nehmen wir einen mittleren Wert, der für die Steinheimer Gegend jedoch viel zu gering ist, so ergibt sich, daß der Brenztaoolith des Klosterbergs $505/2 = 252$ m über dem der Schafhalde gelegen haben muß. Diese Zahl wird uns später noch beschäftigen. FRAAS und BRANCA nehmen eine Emporhebung des Klosterbergs um etwa 150 m an.

Die Morphologie des Klosterbergs gibt im großen und ganzen die tektonischen Verhältnisse wieder. Nur die Störung Dogger/Malm kommt nicht zum Ausdruck.

Im geologisch-morphologischen Teil habe ich darauf verwiesen, daß ich die Erklärung zur Entstehung der beiden von N nach S verlaufenden Rinnen im Kapitel Tektonik liefern würde, was jetzt geschehen mag.

Wir sahen, daß im SO des Berges der Sprudelkalkgürtel an zwei Stellen unterbrochen wird, einmal östlich des Feldweges nach Sontheim, dann westlich vom Klosterhof. Dort lag aber der Sprudelkalk ehemals horstförmig gegenüber den benachbarten Kalken erhoben. Dadurch wurde er abgewaschen bis auf den weichen Dogger herunter, der nun morphologisch als Mulde hervortritt. In der Fortsetzung nach N haben sich die beiden Rinnen gebildet, von denen die östliche die schwächere ist. Von beiden entspricht die westliche in ihrem nördlichen Verlauf keiner tektonischen Linie, sie verdankt aber ihre Entstehung dem eben genannten Horst. Die östliche Rinne hängt vielleicht mit der Störung zusammen, die möglicherweise den Doggerkomplex am Klosterhof, dessen älteste Schichten der Murchisonsandstein zu sein scheint, gegen die Zentral-doggerscholle verwirft.

2. Das Randgebiet und die peripheren Depressionen.

a) Das südliche Randgebiet.

Zwischen Birkel (Schellenberg), Bürstel (Burgstall) und Knill einerseits und den Höhen von Kipfendorf im Süden andererseits zieht in W—O-Richtung das Stubental, das sich nach Heidenheim fortsetzt. Eine starke Zerklüftung und Vergriesung der Oberen Malm ϵ/ζ -Felsen findet sich besonders am Burgstall, weshalb die unteren Schichten derselben auf der alten geognostischen Karte als vergrieste „tertiäre Breccienkalke“ eingetragen sind.

Der Schellenberg besteht zuunterst aus den ruppigen ungeschichteten ϵ -Kalken, auf die sich Malm ζ legt. Fast bis auf den von O nach W streichenden Grat kommen von N die Tertiär-„Sande“ und Kalke mit *Gyraulus tenuis*, *planorbiformis* und *trochiformis* heran. Oben auf dem Malm geht man auf einem Grat, der nach dem Stubental sehr steil abfällt. Mit Sicherheit habe ich das Streichen und Fallen nicht konstatieren können, doch scheinen die Schichten wie am Birkel nach N zu fallen. Zahlreiche, oft recht breite Klüfte ziehen in O—W-Richtung über den Berg, steile Kluftwände sind nach dem Stubental gerichtet.

An der Westseite des Burgstall (Bürstel) ist ein großer Steinbruch angelegt, in dem zuunterst Kieselknauer zahlreich und wirr im meist ungeschichteten Kalk stecken. Oft schließen sie sich aber auch zu Schnüren zusammen. Weiter oben nimmt der Kieselgehalt ab, um gegen den Gipfel wieder stark zuzunehmen. Die oberen geschichteten Lager fallen nach N ein. Der Berg zeigt einen flachen Nord- und einen steilen Südhang. Vom Bruch streicht eine von W nach O gerichtete Kluft in den Hügel. Überhaupt sind Spalten parallel zum Stubental auf demselben nicht selten. Steile Kluftwände sind dem Tal zugekehrt. Die Vergriesung ist teilweise recht stark.

Am Knill zieht sich Tertiär in breiter Fläche auf den Malm hinauf. Dieser stürzt nach dem Tal steil und teilweise stark zerklüftet ab. Malm ζ stellt zum Teil einen etwa von N—S gerichteten Muldenflügel dar, denn ungefähr in der Mitte der nach dem Tal zu gelegenen Böschung kann man an zwei Stellen Einfallen des unteren, Kiesel führenden ζ ($= \epsilon$?) mit 35° nach O konstatieren. Am Nordostgipfel stehen *tenuis*-Schichten horizontal gelagert an (siehe den stratigraphischen Teil), gegen welche das nord-

westlich gelegene Tertiär abgesunken ist. Auf der Höhe findet sich vom letzten Ausläufer des Tertiärs nach O NO nur Plattenkalk mit unbekanntem Fallen. Die Vergriesung ist am Südhang besonders stark, aber nur im Jura, nicht im Tertiär. An ersterem macht sich weiter unten eine ziemlich breite Terrasse bemerkbar, das Tal nimmt an Breite zu. Auf ihr stehen Schnaitheimer Oolithkalke mit reicher Fossiliführung an. Der Nordosthang ist wiederum sehr steil; der Ostzipfel endigt unten im Tal als deutlich abgesetzte Terrasse aus Plattenkalken, die das Liegende des Schnaitheimer Kalkfetzen bildet. Am Nordosthang wird auf der alten Karte Schnaitheimer Kalk vermerkt, doch fand ich nur wenige Stücke. Es ist aber nicht ausgeschlossen, daß sie einstmals dort waren und abgebaut wurden. Streichen und Fallen ist leider am ganzen Nordostteil nicht zu konstatieren.

Das Bild, das sich aus den geschilderten Beobachtungen am Knill ergiebt, ist das folgende: Vor Ablagerung des Tertiärs, das keine Quetschbreccien, wohl aber konglomeratartige Bildungen mit Quetschbreccienmaterial führt, werden die ζ -Schichten am mittleren Knill nach O abgesenkt, zugleich aber etwas gehoben, denn die ϵ -Schichten (= unt. ζ ?) liegen an der Stelle, wo sie mit 50° östlich bzw. nordöstlich fallen, zu hoch gegenüber dem Weiß ζ am Südhang des Stubentals. Ob auch Nordfallen vorhanden ist, konnte ich nicht konstatieren. Anscheinend ist dies am westlichen Knill der Fall. Durch einen SSO—NNW-Sprung weiter im O wurden vielleicht die jüngeren ζ -Kalke (Plattenkalke) nach NO und durch eine Nordostverwerfung die Schnaitheimer Kalke nach SO verworfen.

Daß sich aber auch im Tertiär Störungen befinden, beweist das Folgende: Auf dem Ostgipfel liegen zuunterst, schon etwas am Südhang, Sedimentbreccien, auf denen zuckerkörnige Kalke mit Limnaeen und *Gyraulus tenuis* in horizontaler Lage anstehen. Direkt daneben findet man Bruchstücke von Kalken mit *Gyr. trochiformis* (mit Aragonit) und Kieselschichten mit *Gyr. oxystoma*, die aus den weiter nordwestlich gelegenen Feldern stammen. Geht man den Nordhang hinab, so trifft man *planorbiformis* und zuunterst *tenuis*. Wahrscheinlich fallen die Schichten flach nach N, wie es die morphologischen Verhältnisse zeigen. Zuoberst stoßen die *oxystoma*-Schichten an die horizontal gelagerten *tenuis*-Kalke, was nicht ohne Sprung zu erklären ist. Seinen Verlauf kenne ich nicht.

Daß das Bürstel gegen den Schellenberg und Knill gestört liegt, ist wahrscheinlich, aber nicht direkt nachweisbar. Es wurde einst gegenüber dem ζ des Kipfendorfer Hanges gehoben, da, wie am Knill, das ε (= unt. ζ ?) zu hoch liegt.

Der Beweis für die einstige Heraushebung des Bürstel und Knill (er gilt auch für das Bürgel) läßt sich folgendermaßen erbringen: Da am Bürstel kein Tertiär vorhanden ist, trotzdem dieser Hügel nur 550 m hoch ist, so muß er, wie auch das Bürgel (540 m), vor, während oder nach der Ablagerung der Süßwasserschichten, aus dem *sulcatus*-Niveau der Schafhalde (600 m) herausgeragt haben. Da aber die unteren Schichten der drei Berge, aus ε (= unt. ζ ?) bestehend, zutagetreten, so müssen diese erheblich höher gegenüber dem Kipfendorfer ζ (auf die Sohle im Hirschtal bezogen) gelegen haben.

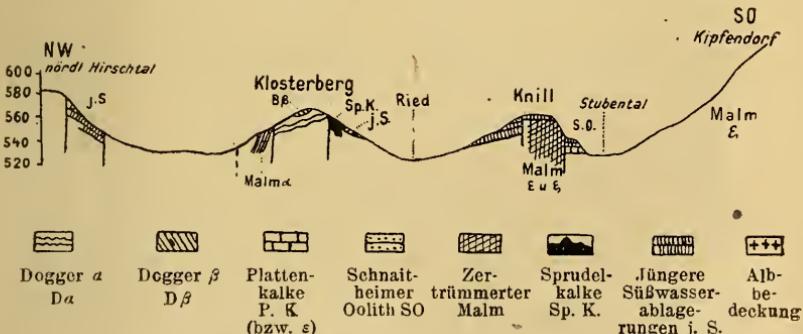
A u s d e m G e s a g t e n g e h e r v o r :

1. Zwischen Schellenberg, Burgstall, Knill einer- und den Höhen von Kipfendorf geht eine Störung durch.
2. Das Stubental ist vom Ostzipfel des Knill bis zum Schellenberg einschließlich, ein tektonisches Tal, das zum Teil Grabenbildung seine Entstehung verdankt (südlicher unterer Teil des östlichen Knill).
3. Die Richtung der Klüfte im Malm ist am östlichen Schellenberg W—O, ebenso am Birkel, am Südhang des Knill SW—NO bzw. WSW—ONO und senkrecht dazu. Die Schichten fallen am Bürstel nach N (ganz genau kann man dies kaum sagen), im Südwestabschnitt des Knill nach NW und plötzlich im mittleren Teil nach NO (35°). Am Nordostzipfel sind Streichen und Fallen nicht zu bestimmen; es spricht aber manches für ein Fallen nach NO. Am Knill kreuzen sich zwei senkrecht aufeinanderstehende tektonische Systeme.
4. Ob das Tertiär am Schellenberg gegen den Malm verworfen ist, kann nicht mit Bestimmtheit gesagt werden; es ist aber die Möglichkeit einer Störung nicht von der Hand zu weisen. Die *tenuis*-Schicht liegt am Knill horizontal dem gestörten (?) Malm ζ auf; die nordwestlichen jüngeren Tertiärschichten sind verworfen. Vielleicht stellt auch die NNW streichende Linie Knill—Richtung Bürgel, an der Tertiär und Malm ζ aneinander stoßen, eine tektonische vor.

In welcher Beziehung stehen nun diese geschilderten Berge zum Klosterberg?

Am Südhang des Schellenberg streichen die Malmklüfte von W nach O, die Grenze Tertiär gegen Malm, die womöglich tektonischer Natur ist, verläuft ähnlich, die tertiären „Sande“ stoßen im N des Berges längs einer ebenso gerichteten Linie an die ebene Sontheimer Depression. Gegenüber am Klosterberg verläuft die Störung, die die Sprudelkalke gegen den Unteren Dogger verwirft WNW—OSO. Da wir unmöglich annehmen können, daß der einstige, aus dem Hirschtal kommende Bach eine 600 m breite vollständig ebene Fläche geschaffen hat, so bleibt nur übrig, die Sontheimer Depression als Graben anzusehen.

Am Knill streichen die Klüfte im Malm von SW nach NO bzw. von WSW nach ONO, die Grenzlinie Tertiär gegen Malm verläuft ebenso, gegenüber am Klosterberg streicht die Störung Tertiär-Dogger von SW nach NO bzw. von WSW nach ONO, in der EDERSchen Grube fällt das Tertiär 12° SO, der größte Teil der am Nordwesthang gelegenen Süßwasserschichten dürfte ähnliches Fallen haben, eine ebene Fläche wie bei Sontheim, liegt nicht zwischen Knill und Klosterberg, so daß also der Tertiärkomplex zwischen beiden Bergen eine Mulde darstellt (Prof. 7). Da der supre-



Tafelerklärung zu den Profilen 7 und 8.

Profil 7. Durch den Klosterberg — Knill nach Kipfendorf.

mus-Horizont am Klosterberg und am Knill in 560 bis 570 m Höhe vorhanden ist, derselbe an ersterem Berg gegen den Jura abgesenkt ist, so dürfen wir dasselbe auch für die Verhältnisse am Knill annehmen (die Störung gegen den horizontal gelegenen *tenuis*-Horizont am Ostgipfel des Knill ist sicher). Die Tertiärmulde Knill—Klosterberg ist mit-

hin im NW und SÖ gegen Dogger bzw. Malm abgesunken, womöglich in der Mitte zerrissen.

2. Das östliche Randgebiet.

Als inselförmiger schmaler Fortsatz des Knill nach NNW schiebt sich das Bürgel in die östliche Depression vor.

QUENSTEDT hält das Gestein für tertiäre Breccie; auf der alten Karte ist es als solche gekennzeichnet. BRANCA und FRAAS möchten es für Malm δ bis ε ansprechen, das in Trümmermaterial umgewandelt wurde. GOTTSCHICK sieht es für die Übergangsschichten von Massen- zu Plattenkalken an, eine Ansicht, der ich mich anschließe. KRANZ zeichnet Nordweststrecken und Südwestfallen ein (20 bis 54°).

Es läge mithin umgekehrte Fallrichtung wie in der Mitte des Südosthangs des Knill (auf Malm ζ bezogen) vor, und wie es vermutlich an der Nordostseite desselben zu erwarten ist. Das spricht für eine Störung zwischen Knill und Bürgel. Dieses hat früher sicher höher gelegen, denn die Schnaitheimer Schichten der Schafhalde stehen in Höhe 637 m an, während die ζ-Kalke des Bürgel 540 m hoch liegen. Bestimmtes über Störungsmaße kann man jedoch nicht sagen, da die Schichten zum Teil fast auf dem Kopf stehen. Daß es aber entweder inselförmig aus dem Tertiärsee herausragte, also vorher hochgepreßt wurde, oder nach Ablagerung des Tertiärs über die Höhe des höchsten Tertiärvorkommens gehoben wurde (630 m), beweist das Fehlen des Tertiärs auf seinem Gipfel (540 m), (vgl. die Berechnung bei 1.). Ich möchte mich für den ersten Fall entscheiden, da wir sonst neben der Hebung vor der Ablagerung der Süßwasserschichten noch eine nachobermiocene annehmen müssen, wofür nichts spricht.

Auf der Ostseite des Bürgel sieht man breite Klüfte in den Berg hineinziehen, die Kluftflächen stehen steil nach der östlich von ihm gelegenen Depression an. Klüfte und West- und Ostrand streichen NNW—SSO.

Gegenüber am Klosterberg verläuft die Störung Jura-Tertiär ebenfalls SSO—NNW. Das Tertiär in der Koppischen Grube fällt ostnordöstlich bzw. östlich. Zwischen Bürgel und Klosterberg breitet sich eine bis 600 m breite Platte aus, die als Graben aufzufassen ist. Nach ihm senken sich scheinbar die tertiären Schichten des Knill. Die östliche Randverwerfung des Grabens am Westfuß des Bürgel findet im Süden ihre Fortsetzung in der nach SSO verlaufenden

Grenzlinie Malm-Tertiär am Knill, die wohl sicher eine Bruchlinie ist.

Die östlich des Bürgel gelegene Depression überquerend, kommt man an die Schafhalde (637 m, nach Angabe der alten Karte umgerechnet). Auf dem Gipfel des Berges liegen die Schnaitheimer Oolithe, die auf Plattenkalken ruhen. Nach W stößt man wiederum auf Schnaitheimer Schichten, die südöstlich des größeren Tertiärfetzen sehr stark vergriest sind. Eine sich scharf heraushebende Vergriesungszone streicht nach O und trägt oben unvergrieste plattige Kalke (auch Konglomerate), mit *Gyr. sulcatus* und Limnaeen (0 bis 5° Westfallen). An einer Stelle fallen verhältnismäßig wenig vergrieste Jurakalke 10 bis 20° westlich.

Am Südwesthang der Schafhalde, direkt an der Depression, sind die Schnaitheimer Schichten sehr stark vergriest, zum Teil vollkommen zerrieben. Die Hauptklüfte streichen NW. Im Wald sind deutliche Stufen vorhanden; oberhalb der Ziegelhütte schießen die Schichten steil nach SW ein; in zwei Steinbrüchen und oberhalb derselben, etwa in 600 bis 610 m Höhe, zeigen dieselben 50 bis 60° Einfallen nach SW. Der Hang ist äußerst steil. BRANCA und FRAAS messen diesen Verhältnissen keine besondere Bedeutung bei.

Gegenüber am Knill ist die Böschung der ζ -Kalke ebenfalls sehr steil, diese sind zum Teil vergriest.

Aus diesen Tatsachen ergibt sich:

1. Die Vergriesung, mithin die damit zusammenhängenden Störungen sind älter als die *sulcatus*-Schichten, (an der Schafhalde bei 600 m), denn diese liegen mit 0 bis 5° Fallen auf der Vergriesungszone. Die ζ -Kalke fallen 10 bis 20° bzw. 50 bis 60° südwestlich.

2. Die Depressionen zwischen Bürgel und Klosterberg einer- und der Schafhalde andererseits sind Gräben, angelegt vor der *sulcatus*-, ja vor der *tenuis*-Zeit.

3. Zwischen den vergriesten und steil fallenden Schnaitheimer Kalken am Südwesthang der Schafhalde und den normal gelagerten, oben am Gipfel der Schafhalde liegenden Plattenkalken mit aufgesetztem Schnaitheimer Oolith (ein Steinbruch nördlich der unteren Ziegelhütte zeigt die Plattenkalke in horizontaler Lage), zieht eine südsüdöstlich laufende Störung, die im S nach SO umbiegt.

Störungen, die nach Ablagerung der Süßwasserschichten aufgerissen wurden, beweist die gegenseitige Lage der *sulcatus*-Schichten in 600 m Höhe und der Tertiärscholle zwischen 540 und 575 m Höhe. Sie besteht aus mittelgroben Sedimentbreccien, plattigen und zuckerkörnigen Kalken mit *Gyr. steinheimensis*, *tenuis*, *sulcatus*, *Pseudamnicola pseudoglobulus* und Fischresten. Das Verwerfungsausmaß zwischen diesen Schichten und denen bei 600 m Höhe beträgt mindestens 25 m. Die Hauptstörung verläuft im großen und ganzen SO—NW, zu beiden Seiten wird die Scholle anscheinend von zwei etwa von W nach O streichenden Verwerfungen eingefaßt.

Nördlich des eben geschilderten größeren Tertiärfetzen liegt stark vergriester Malm ζ , der sich auf dem Hang zwischen Schafhalde und Roßberg gratartig heraushebt. Die Hauptkluftrichtungen sind SO—NW mit wenig Neigung nach OSO—WNW-Richtung (und SW—NO). Dies ist die Fortsetzung der Störung, die den nördlichsten Teil des größeren Tertiärfetzen der Schafhalde gegen Malm ζ ab schneidet. Am Roßberg fällt Malm ζ (Schnaitheimer Schicht!) 10° nach SW. Diese Schnaitheimer Schichten liegen etwa 87 m tiefer als an der Schafhalde, die *planorbis*-Schichten etwa 40 m tiefer als die *sulcatus*-Schichten an der Schafhalde (600 m), d. h. das Störungsausmaß beträgt für die Verwerfung vor Ablagerung des Tertiärs ganz roh berechnet 47 m gegenüber der Schafhalde. Dieses Sprungmaß trifft auch für das der Schnaitheimer Schichten am unteren Schafhaldenhang gegenüber der Höhe 637 (Schafhaldengipfel mit Schnaitheimer Oolith) zu. Auf dem Malm ζ des Roßbergs liegen fein- bis mittelgroße Sedimentbreccien, Zuckerkalk und grauer Mergelkalk mit *Gyr. sulcatus* herum.

Zwischen dem Roßberg und dem Klosterberg befindet sich die sehr breite flache Depression von 900 m Durchmesser. Da ein Bach oder Fluß unmöglich dieselbe geschaffen haben kann, so haben wir einen Graben anzunehmen, der ziemlich tief sein muß.

So stellt sich das Gebiet Roßberg—Schafhalde—östlicher Klosterberg mit dazwischen gelegener Depression als ein vor Ablagerung der Tertiärschichten angelegter Graben dar, dessen einer Horst der Klosterberg, dessen anderer Horst (bzw. Halbhorst) die Schafhalde ist. An ihr ziehen Staffelbrüche nach dem Graben zu. Geteilt wird der Graben durch das Bürgel. Der eine Grabenteil steigt zur Knillmulde, der andere zieht sich zum Stubental hin.

Neu belebt wurde die Grabenbildung nach Ablagerung des Tertiärs.

3. Das nördliche Randgebiet.

Westlich des Grillenbusch findet ein Wechsel im Streichen statt, indem die Schichten nicht mehr von SO nach NW, sondern von WSW nach ONO streichen und dementsprechend nach SO fallen, bzw. SSO, auch S.

Vom Zangerberg bis zum Hirschtal zieht mehr oder weniger gequetschter Malm, dem das Tertiär aufliegt. Dies stößt am Zangerberg in SW—NO-Richtung an die kieselknauerhaltigen Kalke des Unteren ζ (ϵ ?) und fällt bei Kurve 560 m 0—5° nach SSO, weiter unten bis 10° SO. Am Grillenbusch findet man in den zuckerkörnigen Kalken, die in die Sedimentbreccien eingelagert sind, *Gyr. sulcatus*. Das Tertiär zeigt am Südostende des Zangerbergs Auflagerung auf vergriesten Malm. Die Sedimentbreccien am Grillenbusch, die gerade im Winkel der WSW—ONO- und SO—NW-Störungen liegen, zeigen, was sonst selten vorkommt, Pressungserscheinungen; die oft breiten Klüfte streichen hauptsächlich in Süd-Nord-Richtung.

Südwestlich des Zangerberger Tertiärvorkommens liegt ein anderes, das zuunterst die *laevis*- und darüber die *planorbiformis*-Schichten trägt. Zu beiden Seiten liegt gequetschter und zerquetschter Malm ϵ (Untere Lage). Es fällt an einer Stelle beckeneinwärts.

Am linken Hirschtalausgang liegt auf ζ oder ϵ tertiäre Sedimentbreccie mit 40° Südostfallen, das scharf gegen Plattenkalke an einer Nordoststörung abschneidet.

Aus dem Gesagten ergibt sich:

1. Störungen vor Ablagerung des Tertiärs waren vorhanden, denn dieses liegt am Zangerberg auf zertrümmertem Malm ζ .

2. Nach Ablagerung des Tertiärs haben Störungen stattgefunden, denn es fällt erstens beckeneinwärts zum Teil mit 40°, zweitens steigt es nur bis 575 m an, während es an der Schafhalde bis 600 m hinaufgeht.

3. Ob auch im nördlichen Teil wie im S vor der Sedimentation der Süßwasserschichten Heraushebungen stattgefunden haben, ist schwer zu sagen, da man bei dem vergriesten Material über seine Zugehörigkeit oft im Zweifel ist.

Zwischen dem nördlichen Randgebiet und dem Unteren Malm des Klosterbergs zieht sich die Fortsetzung der unter 2.

geschilderten flachen Depression hin; sie ist nicht anders als ein Graben zu deuten.

4. Das westliche Randgebiet.

Am Grot liegen zuunterst die Laevisschichten, über ihnen jüngere Süßwasserschichten mit *Gyr. planorbiformis*, *trochiformis*, *oxystoma* und *revertens*. Diese lagern im nördlichen Teil auf zertrümmertem Malm ζ oder ϵ , während die älteren Süßwasserschichten an diesem abschneiden, d. h. zwischen der Ablagerung der älteren und jüngeren Schichten müssen tektonische Bewegungen stattgefunden haben (s. Prof. 8).

Im W wurde Tertiär von GOTTSCHICK bis 610 m Höhe nachgewiesen. Es schneidet scheinbar an einer etwa südnördlich streichenden Linie gegen Malm ζ ab, obschon man dies nicht mit voller Gewißheit sagen kann, da Lehm mit Kieselknollen die Grenze verdecken. Daß diese aber eine tektonische Linie ist, beweist das Vorkommen von *Gyr. trochiformis* bei der Feldlesmähde in 630 m Höhe.

Es ergibt sich:

1. Störungen haben zwischen der Ablagerung der älteren und jüngeren Süßwasserkalke stattgefunden.
2. Nach Ablagerung der letzteren.
3. Ältere Tektonik ist nicht nachweisbar, jedoch sicher vorhanden.

Gegenüber dem Grot streicht am Klosterberg eine Nordsüdverwerfung, die also in gleicher Richtung wie die Störung verläuft, die am Grot Tertiär gegen Oberen Malm verwirft. Dazwischen liegt eine ebene Depression, die ein Graben ist, der staffelförmig am Grot und am Klosterberg angelegt ist (vgl. Prof. 8).



Profil 8. Durch den vorderen Grot über den Klosterberg, das Bürgel nach der Schafhalde.
Erklärung wie bei Profil 7.

Ergebnis.

Nach dem im vorigen Gesagten stellt das Steinheimer Becken in der Hauptsache ein System von Gräben mit einem Zentralhorst, dem Klosterberg, vor.

Auch BRANCA und FRAAS (das kryptovulkanische Becken) kamen zu der Überzeugung, daß der Klosterberg ein Horst sei, doch stellen sie sich das Steinheimer Becken insgesamt als eine aufgebrochene Kuppel vor, deren Zentrum der Klosterberg sei, um den sich konzentrisch die Schollen des eigentlichen Beckens herumlegen, eine Ansicht, der sie durch das Profil S. 21 a. a. O. Ausdruck verliehen. Dieser Annahme kann ich mich jedoch, wie ich noch weiter unten ausführen werde, nicht anschließen.

Die zentral gelegene Doggerscholle des Klosterbergs verwirft nach N, O, S und W jüngere Schichten an im großen und ganzen von W nach O und von S nach N verlaufenden Störungen.

In der Hauptsache war er vor der Ablagerung der tertiären Schichten bereits so zerhackt, wie er sich jetzt zeigt, denn der Sprudelkalk liegt auf Dogger- und auf Malm schollen.

Weitere Störungen, jedoch von geringerem Ausmaß, traten während der Ablagerung des Tertiärs ein, wie die Diskordanzen in der KOPPSCHEN Grube (s. Prof. 5) zeigen. Dies beweisen auch die Lagerungsverhältnisse der älteren und jüngeren Süßwasserschichten am Grot.

Nach Ablagerung des Tertiärs fanden weitere tektonische Bewegungen statt, die vermutlich ältere Störungen benutzten.

Wie die Klosterbergstörungen haben auch die Gräben W—O- und S—N- bzw. SSW—NNO- und SSO—NNW-Richtung. Sie lassen sich zu den in der Vierzahl vorhandenen Hauptstörungen des Klosterbergs in Beziehung bringen. Wie dieser sind sie vor der Ablagerung der tertiären Schichten angelegt worden, ihre Fertigstellung ging während und nach der Sedimentation der letzteren vor sich. Stufen-, zum Teil auch muldenförmig fallen die Tertiärschollen vom Klosterberg und von der Schafhalde, dem Bürgel, Knill, Schellenberg, Grot und Zangerberg nach den Gräben ab.

Als äußere Gräben sind die zwischen Bürgel—Knill und Schafberg und einzelne zwischen den Höhen von Kipfendorf und dem Knill gelegenen Depressionen aufzufassen. Ein Teil des Knill und das Bürgel sind Horste. Ob das

ganze Stubental südlich des Steinheimer Beckens einen Graben darstellt, weiß ich nicht, Teile des Tales sind jedoch eingesunkene Schollen. Ein Störungstal ist es teilweise auf jeden Fall.

Die beiden Hauptlinien, die das Becken beherrschen, haben die O—W-Richtung des Stuben- und die S—N-Richtung des Brenztales; das letztere dürfte wohl, wenigstens teilweise, ein Störungstal sein, was weiter zu untersuchen ich mir vorbehalten möchte. Sein geradliniger unterer Verlauf weist auf Störungen hin.

Die morphologische Einteilung, wie ich sie im Kapitel: „Geologisch-morphologische Verhältnisse“ gab:

1. der Kern,
2. die peripherie Depression,
3. das Randgebiet

entspricht der tektonischen Einteilung in

1. der Zentralhorst,
2. die peripheren Gräben,
3. die Randschollen.

So läge der tektonische Plan des Steinheimer Beckens vor uns, und wir können nunmehr zur Erklärung und Aufsuchung der Ursachen übergehen, die diesen entworfen und ausgeführt haben.

Doch wollen wir dieses Kapitel nicht verlassen, bevor wir nicht noch zwei Fragen von großer Bedeutung ventiliert haben:

1. Welche Bedingung mußte erfüllt werden, damit sich auf dem Malmkalk die Wässer des Sees halten konnten?

2. Wie ist die Tatsache zu erklären, daß das Wasser, welches die unteren Süßwasserschichten absetzte, niedriger temperiert war als dasjenige, in welchem sich die höheren Lagen bildeten?

1. Es ist Tatsache, daß sich auf dem kalkigen Oberen Malm kein Wasser ansammeln kann, da die Tagewässer sofort versickern und erst im tonigen Weiß γ aufgefangen werden. Bäche und Flüsse fließen in der Alb unterirdisch, wenn nicht besondere Bedingungen, etwa die Wegschaffung des δ bis ζ oder die Bildung von lehmigen oder humosem Untergrund, erfüllt sind, damit sich die Wässer über Tag halten können. Sonst ist dies nur bei Hochwasser der Fall.

Die Depressionen des Steinheimer Beckens sind mit Lehm, Juraschutt und den darunter liegenden Süßwasserschichten angefüllt. Wenigstens spricht nichts dagegen, daß auch die letzteren vorhanden sein müssen. Sollte dies jedoch nicht der Fall sein, so befanden sie sich sicher einstmals dort — und dies ist das Wesentliche. Unter ihnen kann oder konnte wohl nur Oberer Malm anstehen, trotzdem noch keine Bohrung so tief abgeteuft wurde. Leider weiß man über die Arbeiten, die zwecks Wasserversorgung bei Sontheim ausgeführt wurden, und die vielleicht einen sicheren Aufschluß über die Lagerungsverhältnisse geben könnten, gar nichts. Doch ist es wahrscheinlich, daß die Pumpstation Sontheim ihr Wasser den Süßwasserschichten entnimmt, die wohl die Fortsetzung der miocänen Ablagerungen des Knill und Birkel sind. Wären diese unter Sontheim (bzw. am nördlichen Ausgang des Dorfes, wo die Pumpstation ist) nicht vorhanden, so hätte man die Stufen des Malm ζ — δ durchteufen müssen (abgesehen von den diluvialen Ablagerungen), die etwa 150 bis 200 m mächtig sind, wobei eine normale Mächtigkeit (δ + Massen- + Plattenkalke + Brenztaloolith) angenommen wird. Einer solchen tiefen Bohrung kann man sich in Sontheim nicht erinnern.

Die ganzen tektonischen Verhältnisse sprechen dafür, daß unter dem Diluvium Süßwasserschichten und darunter Oberer Malm liegen.

Wie konnte sich aber das Wasser des ältesten Sees halten, ohne im kalkigen Oberen Malm zu versickern?

Folgende Möglichkeit könnte in Betracht: Man könnte annehmen, daß nach der Bildung der Gräben, also bald nach der Aufpressung des Lakkolithen, die Tagewässer im γ aufgefangen wurden, wodurch sich der Grundwasserspiegel immer mehr erhöhte. Schließlich mußten die ersteren über den Malm ζ herüberlaufen und konnten so einen See bilden.

Doch wären hierzu sehr große Wassermengen nötig gewesen, denn die Schichtenmächtigkeit δ — ζ beträgt mindestens 150 m.

Ich möchte eher glauben, daß wir zur Erklärung die Heraushebung des Klosterbergs und dessen starke Abwäschung heranziehen müssen. Dieser Berg hatte ja bereits vor der Ablagerung der „Kaltwasserschichten“ existiert, seine Abtragung war bei deren Bildung schon stark vor-

geschritten, wie die schokoladenbraunen Lager in denselben zeigen, die mit den Aalener Schichten in Zusammenhang stehen.

Es scheint, daß das feuchte Klima der damaligen Zeit die intensive Abwaschung des Klosterbergs bewirkt hat, wodurch das mächtige, stark gestörte Schichtenpaket Malm $\zeta-\gamma$, bzw. Malm ζ —Dogger γ rasch in die Gräben befördert wurde. Anfangs versickerte natürlich viel Wasser im kalkigen Malm $\zeta-\delta$ der Depressionen, doch füllten namentlich die mergligen und tonigen Schichten des Malm α und γ , sodann diejenigen des Dogger die Spalten und Klüfte aus. Hierauf konnten sich Wässer über Tage in den Gräben eher halten und setzten die weichen, wasserundurchlässigen untersten Lagen der älteren Süßwasserschichten ab.

Die zweite Frage beschäftigt sich mit der merkwürdigen Tatsache, daß die Wässer des älteren (Laevis-)Sees kalt, die des jüngeren Sees hingegen warm waren. Hiermit hängt eine weitere Frage, nämlich die nach der Herkunft des Wassers, zusammen.

Daß die Schichten des älteren Sees in Wasser sedimentiert wurden, das kälter als das des jüngeren Sees war, geht aus dem Fehlen jeglichen Aragonitgehalts in den Laevis-Sedimenten hervor. Ich habe bereits verschiedentlich darauf hingewiesen, daß Tektonik und Warmwasserbildung beim Absatz der jüngeren Schichten Hand in Hand gingen. Schon FRAAS und BRANCA drücken sich dahin aus, daß als Folgewirkung des Vulkanismus am Klosterberg heiße Quellen ausströmten. Nun hatten bereits vor den Ablagerungen der älteren Sedimente tektonische Bewegungen stattgefunden, und so ist es von vornherein nicht zu verstehen, warum nicht schon damals Thermen entstanden.

Da möchte ich darauf hinweisen, daß der Laevis-See viel kleiner als derjenige war, der unter dem Einfluß der späteren heißen Sprudel gefüllt wurde. Dies dürfte wohl auf eine verschieden starke Auslösung der tektonischen Kräfte zurückgeführt werden. Diese hängen aber ziemlich sicher mit verschieden starken Intrusionen der lakkolithischen Massen zusammen, was ich im 2. Teil der Arbeit genauer ausführe.

Bei der Füllung des älteren Sees, der nur auf den westlichen Teil des Beckens beschränkt war, lag das Magma offenbar noch zu tief, um Thermalwasser bilden zu können.

Haben wir nun für das Wasser des Laevis-Sees unbedingt juvenile Herkunft anzunehmen?

Aus den anstehenden ε - oder ζ -Kalken des Malm am Rande des Beckens kounten ebensowenig wie heute so starke vadose Quellen ausfließen, daß sie den älteren See hätten zu füllen vermögen. Die beiden kleinen Quellen, die im Osten des Beckens bei der „Ziegelei“ am Südwesthang der Schafhalde austreten und ihre Existenz dem stark gestörten Oberen Malm verdanken, sind so schwach, daß sie zur Füllung eines Tropes, aber nicht eines, wenn auch verhältnismäßig kleinen Sees in Betracht kommen.

Es wäre nun daran zu denken, daß starke Regengüsse dafür verantwortlich zu machen sind. Doch liegt es näher, daß die damals schon existierenden Spalten am Klosterberg juveniles Wasser lieferten, das jedoch relativ kalt war, weil die lakkolithischen Massen noch ziemlich tief lagen.

Während dem Absatz der jüngeren Sedimente lösten sich die tektonischen Bewegungen in starkem Maße aus, wodurch das Steinheimer Becken in seiner Gesamtheit gebildet wurde. Diese Bewegungen waren durch eine kräftige Intrusion der magnatischen Massen am Klosterberg bedingt, wodurch die starken Thermen ins Leben gerufen wurden, welche den großen See füllen konnten.

Stärke der Tektonik, Lage des Lakkolithen, Menge und Temperatur des gelieferten Wassers stehen also in einem bestimmten Verhältnis zueinander. Unter Erkenntnis dieser Tatsache kommen wir der Erklärung der aufgeworfenen Fragen am nächsten.

V. Die Entstehung des Steinheimer Beckens.

Über die Entstehung des Steinheimer Beckens sind bereits verschiedene Ansichten geäußert worden. Ich will sie in chronologischer Reihenfolge vortragen und zum Schluß meine eigene Auffassung, wie sie sich aus meinen Untersuchungen ergibt, bringen.

Bei allen Hypothesen steht das Problem der geologisch hoch gelegenen Doggerscholle am Klosterberg im Brennpunkt des Interesses. Dogger β liegt, mit geringen Zalflenwerten gerechnet, etwa 250 m höher als der des benachbarten Schafberg (vgl. d. tekton. Teil S. 62).

1900. E. FRAAS (Der geolog. Aufbau d. Steinl. Beck.; Jahrh. d. Nat. Ver. f. Natk., Bd. 56; 1900) stellte sich die Doggerscholle als über unterliegenden Malm α/β überschoben vor. Doch, von wo soll denn dieser Dogger stammen?

Fernerhin gehört doch ein seitlicher Druck dazu, um ihn auf den Malm herüberzuschieben — und für dessen Annahme fehlt jegliches Anzeichen.

1905. W. BRANCA und E. FRAAS (D. Kryptovulk. Beck. von Steinheim) nehmen eine zentrale Aufpressung und peripherie Absenkung an. Die erstere soll durch einen Lakkolithen hervorgebracht sein, die Schichten sollen nach den Seiten in der Weise folgen, daß, wie bei einem Sattel, die ältesten Schichten im Kern, die jüngeren nach außen liegen. Deshalb geben die genannten Autoren für die Schichten am Bürgel Malm γ — ϵ an. Dieser müßte jedoch nach O fallen, und nicht, wie konstatiert wurde, nach W. Außerdem handelt es sich um Unteren Malm ζ bzw. ϵ . Ganz richtig verlegen sie die Zeit der Aufpressung vor die Ablagerungsperiode der Süßwasserschichten, da die Breccien (gemeint sind Sedimentbreccien), die aus den Quetschbreccien hervorgingen, Süßwasserfossilien enthalten.

Die Annahme FRAAS' einer Überschiebung der Doggerscholle am Klosterberg lassen sie fallen.

1913. BRANCA (Aufpressung u. Explos. od. nur Explos. im vulk. Ries b. Nördlingen; Mon.-Ber. d. D. Geol. Ges. 1913) meint, daß die Doggerscholle am Klosterberg doch über unterliegenden Malm herübergeschoben sein könnte durch Vereinigung von schwacher Aufpressung mit Kontaktexplosion. Hierdurch wird die 1905 aufgestellte Hypothese unklar und verschleiert.

1914. KRANZ (Das Problem des Steinheimer Beckens) vertritt bezüglich der Entstehung des Steinheimer Beckens, wie auch des Ries, eine andere Anschaunung als BRANCA und FRAAS.

Da die Hypothese ganz interessant ist, und auch von GOTTSCHICK (nach mündlicher Mitteilung) angenommen wird, so will ich sie nach dem „Problem des Steinheimer Beckens“ referieren.

Die „Sprengtheorie“ ist besonders deshalb von Interesse, weil sie von KRANZ auf Grund praktischer Erfahrungen im Pionierdienst und unterstützt durch einen Sprengversuch am „Riesmodell“ aufgestellt wurde. Die Vorgänge, die sich bei der Entstehung des Steinheimer Beckens abgespielt haben, sind eigentlich eine vor Anstellung von KRANZ' Sprengversuchen stattgehabte Wiederholung derselben.

Im jüngeren Oberiniocän erfolgten nach KRANZ kurz hintereinander zwei Sprengungen, von denen die erstere

auf einen treibenden, die zweite auf einen treibenden oder brisanten oder ein Mittelding von beiden zurückzuführen ist. Der Herd der ersten Explosion (zentrale, flachsitzende, vulkanische Sprengung) lag im Mittleren Malm, ein paar Zeilen weiter denkt KRANZ an den wasserführenden Horizont des Unteren Malm, den Oberen Horizont von Malm α . Der Herd der zweiten Explosion lag wahrscheinlich im Amaltheenton (weiter im Text: im Oberen Lias), und wurde durch vulkanische Gase im Gegensatz zur ersten Sprengung, die Wasserdampf ihre Entstehung verdankt, hervorgerufen. Nach dem Profil auf Figur 5 a. a. O. lagen alle Schichten unter und neben den direkt übereinanderliegenden Herden horizontal.

Die erste Sprengung schob das Bürgel und den Knill (Weiß ζ) auf der normal gelagerten Unterlage nach der Seite hin, wodurch, nach KRANZ, das normale Einfallen der ζ -Schichten beckeneinwärts zu erklären ist. Am Nordwestteil des Burgstall fallen diese, nach KRANZ, nach NO, am Südostteil nach WNW, was jedoch so zu erklären ist, daß dieser Berg zwischen zwei, nicht tiefliegenden Radialsprüngen von ihrem ursprünglichen Lagerungsort über normal gelagerten Malm α/γ verschoben und dabei zerrißt und zerquetscht wurde. Der Bogen des Stubental läßt sich vielleicht als „Konzentrischer Hauptsprung, nach dem Sprengversuch“, auffassen.

Die in der Peripherie des Kessels vorhandenen Breccien sind von der Explosion herrührender Sprengschutt. Zum Teil könnten sie aber auch aus Verwitterungs- und Anschwemmungsmaterial bestehen.

Kalkbrocken mit Druckfiguren, wie sie FRAAS und BRANCA (Das Kryptovulkanische Becken von Steinheim), abbilden, und wie sie auf einem Acker zwischen Burgstall und Knill und am Fuß der Schafhalde gefunden wurden, in der Körpschen Grube aber im zertrümmerten Malm β anstehen, sieht KRANZ als Bomben an!

Im zweiten Kapitel: Explosion oder langsame lakkolithische Aufpressung im Klosterberg? beschäftigt sich KRANZ mit den Lagerungsverhältnissen am Klosterberg.

KRANZ wendet sich gegen die Auffassung BRANCAS und FRAAS', daß ein Lakkolith den Klosterberg gehoben haben könnte, denn die Massen wären zu sehr gequetscht und ineinandergeschoben, was bei einer langsamen lakkolithischen Aufpressung nicht möglich sein soll. Warum eigentlich nicht, da doch ein aufdringender Lakkolith, ein

Schichtenpaket von Hunderten von Metern Mächtigkeit in die Höhe hebend, starke Verbiegungen und Verquetschungen, namentlich in den weichen Tonen hervorrufen mußte?

KRANZ meint, auf Untersuchungen HAUSSMANNs fußend, daß ein Magma-Reservoir unter dem Steinheimer Becken zu tief gelegen haben muß, um überhaupt für eine lakkolithische Hebung in Frage zu kommen. HAUSSMANN hingegen (Die erdmagnetischen Elemente von Württemberg und Hohenzollern, Stat. L. A., Stuttgart 1913) drückt sich vorsichtig dahin aus, daß die störenden unterirdischen Massen zwischen Heidenheim und Giengen am stärksten zu sein scheinen, es ließe sich aber aus der geringen Zahl von Messungen nicht erkennen, wie der Lakkolith mit seinen Apophysen verläuft und welchen Anteil er an der Bildung des Steinheimer Beckens gehabt hat.

KRANZ lehnt jegliche Lakkolithbildung ab, da amerikanische Lakkolithe (er zählt mehrere auf) die Schichtmäntel nicht so zertrümmert hätten, wie es beim Klosterberg der Fall ist. „Eine verhältnismäßig schwache Explosion im Niveau des Oberen Liashat bald nach der großen zentralen Aussprengung des flachen Beckens den tieferen Untergrund im mittleren Teil des Kessels aufgewühlt und kunterbunt im heutigen Trümmerhaufen des Klosterbergs—Steinhirt durch einander geworfen.“

Bezüglich der nachträglichen Störungen des Klosterbergs, meint KRANZ, daß die dortige schräge Lagerung des Tertiärs ohne jede tektonische und vulkanische Bewegungen, „durch natürliche Anlagerung an die Berghänge und Klippen, sowie durch nachträgliche Setzung und Gehängerutschung“ erklärt werden könne. Hebung des Klosterbergs, wie sie SANDBERGER, oder Senkung der Umgebung derselben, wie sie BRANCA und FRAAS nach der Sandablagerung annehmen, hält KRANZ für unwahrscheinlich.

Weiter gehe ich nun auf die Arbeit KRANZ' wegen Druckersparnis nicht ein. Doch möchte ich die folgenden Fragen aufstellen:

1. Wie stellt sich KRANZ die Ansammlung der Gewässer (deren Dämpfe die erste Explosion erzeugt haben sollen) im Malm α (oder γ ; Genaueres erfährt man nicht), der nach KRANZ (Fig. 5) vollkommen normal liegt, vor? Warum sammelten sich diese Gewässer gerade im Untergrund des heutigen Steinheimer Beckens?

2. Aus welchem Grunde nimmt KRAZ für die erste Explosion Wasserdampf, für die zweite Sprengung aber vulkanische Gase an?

3. Nach KRAZ liegt der Malm ζ des Bürgel auf Malm β , auf dem es, durch Dampf befördert, an eine entferntere Stelle gerutscht ist. Sind denn durch ein und dieselbe Explosion zuerst die Schichten des Malm γ/ϵ fortgeblasen worden (nach KRAZ' Profil etwa 600 m), so daß nur der ζ des Bürgel übrig blieb, und wurde dann durch dieselbe Sprengung dieser Berg + dem Knill + dem Burgstall (das ist eine Masse von etwa 2800 m Längenausdehnung) auf die Seite geschoben? Hätte denn die seitliche Kraft des Dampfes, der nach KRAZ' Profil unter ganz flachem Winkel aus dem Trichter herausströmte, überhaupt genügt, um eine solche Schiebung vorzunehmen?

4. Ist der Klosterberg-Jura wirklich durcheinandergerüttelt wie ein „Maulwurfshaufen“? Dogger β liegt doch ganz normal in zwei Inseln dem Dogger α auf. Gewiß, die Lagerung ist im allgemeinen sehr gestört, wie das bei einem emporgepreßten Berg, namentlich, wenn harte und weiche Schichten zusammen vorkommen, gar nicht anders möglich ist.

5. Spricht diese gestörte Lagerung gegen die Annahme eines Lakkolithen, nur weil die von KRAZ aufgezählten amerikanischen Lakkolithe weniger gestört zu sein scheinen? Bei einer ungleichmäßigen Aufpressung des Magmas in einem verhältnismäßig schmalen Schlot, mußten solche Störungen auftreten. Der Druck gegen die über dem Lakkolithen liegenden Schichtenkomplexe mußte harte und weiche Schichten ineinanderquetschen und verschieben. Gegen die Existenz eines Lakkolithen sprechen die wenigen Messungen HAUSSMANNs nicht, da sich dieser sehr vorsichtig über die Verbreitung desselben ausspricht.

So ergibt sich denn:

Die interessante Theorie KRAZ' baut sich aus Hypothesen auf, die durch nichts begründet sind. Sie können den Aufbau des Steinheimer Beckens nicht erklären.

Die Annahme eines Lakkolithen durch FRAAS und BRANCA, wird durch die Sprengtheorie nicht erschüttert. Eine kleine „Kontaktexplosion“, hervorgerufen durch den Kontakt von Wasser und Magma, kann neben der Aufpressung kryptovulkanischer Natur stattgefunden haben, wie

das ja FRAAS und BRANCA (s. FRAAS: Erwiderung auf W. KRANZ), „Das Problem des Steinheimer Beckens“, J.-Ber. u. Mitt. d. oberrh. Geol. Ver., N. F., Bd. 4; 1914, S. 113), auch annehmen (vgl. auch W. BRANCA, a. a. O., 1913).

Ich möchte noch den Widerspruch, der in KRANZ's Arbeit liegt, und den ihm FRAAS (Erwiderung, S. 115), auch vorwirft, hervorheben, wenn er sagt, daß Schmelzfluß unter dem Becken aufgestiegen sei, der doch wohl die Sprenggase zur zweiten Sprengung geliefert hat, wenn er andererseits erklärt, daß die Magmamassen zu tief gelegen haben müssen, um überhaupt für eine lakkolitische Hebung in Frage kommen zu können.

Zum Schluß möchte ich meine eigenen Anschauungen über die Entstehung des Steinheimer Beckens bringen, wie sie sich aus meinen Untersuchungen ergeben (vgl. die Profile 7 bis 9).

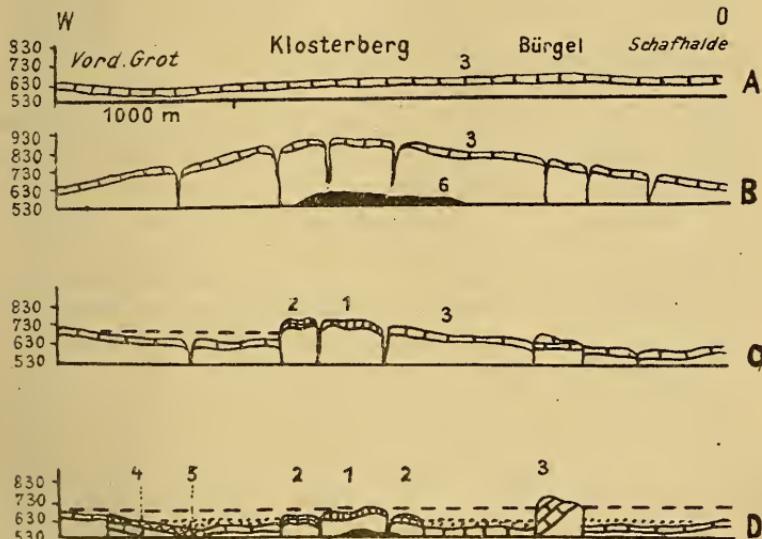
Erste tektonische Phase.

Vor der Ablagerung der älteren Süßwasserschichten macht sich eine Emporpressung an der Stelle des heutigen Beckens bemerkbar, die wohl am Klosterberg und am Bürgel, Knill- und Bürstelkomplex am bedeutendsten war. Diese sind wahrscheinlich en bloc gehoben worden, wofür die jetzt noch morphologisch zutage tretende Verbindung vom Knill nach dem Klosterberg spricht, welche im heutigen eigentlichen Becken durch die Wasserscheide angedeutet wird (s. Karte 1).

Die Emporpressung wurde durch den von BRANCA und FRAAS angenommenen Lakkolithen verursacht, der jedoch noch sehr tief im Erdinnern stak. Im Zusammenhang mit der Hebung wurden Spalten aufgerissen, welche den Verband der Schichten lockerten. Da sich die Hauptmasse des Lakkolithen auf einzelne Punkte konzentrierte (Klosterberg, Bürgel, Knill, Bürstel), so mußte an diesen das größte Hebungsmäß erreicht werden (vor allem am Klosterberg). Die Sedimente am Klosterberg wurden in der Mitte am meisten gehoben, wodurch sie eine flach dachförmige Lagerung erhielten (vgl. Prof. 9, B). Durch dieses Heraufzerren der Juraschichten am Klosterberg wurden diese von denen, die in den heutigen Gräben liegen, getrennt. Da zu gleicher Zeit durch die Konzentration des Magmas an bestimmten Stellen ein Wegführen desselben von der Peripherie stattfinden mußte, so konnten hier Einbrüche stattfinden. Es entstanden die Gräben (vgl. Prof. 9, C).

Von dem am meisten gehobenen Klosterberg wurden die jüngeren, zum Teil stark tonigen Juraschichten abgewaschen und in die Gräben befördert, wodurch der sonst für Wasser durchlässige Obere Malm, der ja wohl heute noch die Basis der Süßwasserschichten in den Depressionen bildet, undurchlässig wurde.

Soweit bis jetzt bekannt, füllte sich nur der westliche Teil des Beckens mit Wasser, das wohl vom Klosterberg stammte, und deshalb kalt war, weil der Lakkolith noch



Profil 9. A. Vor der Entstehung des Beckens. B. Die Empor-pressung des Lakkolithen. C. Die Bildung der Schollen, vor allem des Klosterbergs und des westlichen Grabens, der mit dem *laevis*-See angefüllt ist. D. Profil durch das Becken zur Zeit des *tenuis*- oder *sulcatus*-Sees. 1 = Unterer Dogger, 2 = Unterer Malm, 3 = Oberer Malm, 4 = *laevis*-Schichten, 5 = *steinheimensis*-Schicht, 6 = Lakkolith

ziemlich tief lag. Wahrscheinlich bestand eine Verbindung zwischen Klosterberg und Zangerberg und zwischen dem ersten und dem Knill, so daß die Wässer des westlichen Beckens nicht über diese Barriere treten konnten.

Nach einiger Zeit trocknete der See aus.

Zweite tektonische Phase.

Nach der Ablagerung der Kleinischichten lebten die tektonischen Bewegungen wieder auf, wobei sich die Gräben vertieften, wohl in Zusammenhang mit einer Senkung des Klosterbergs (vgl. Prof. 9, D). Hierbei fand

eine stärkere Intrusion der lakkolithischen Massen an diesem statt, wodurch die Thermen gebildet wurden, welche nun zur *steinheimensis* (?)—*tenuis*— bis zur älteren *planorbi-formis*-Zeit mächtige, submerse Tuffe absetzten und das ganze Becken mitsamt dem größten Teil des stark abgetragenen Klosterberg unter Wasser setzten.

Nach dem Versiegen der Thermen zur jüngeren *planorbi-formis*- und *planorb./trochiformis*-Zeit wurde der Wasserspiegel wieder niedriger. Hierauf traten weitere tektonische Bewegungen ein, welche Diskordanzen (KOPPSche Grube) schufen. Etwa gleichzeitig brachen (in der *trochiformis*-Zeit) neue Thermen auf, welche jedoch zu schwach waren, um den Klosterberg ganz unter Wasser setzen zu können (Landschnecken in den *trochiformis*-Tuffen!). In der älteren *oxystoma*-Zeit tauchte dieser ganz unter, wobei, wie ich später noch auseinandersetzen werde (3. Teil), die auf ihm sich aufhaltende Wirbeltierfauna zugrunde ging. Quellentätigkeit ist für diese Katastrophe nicht unbedingt verantwortlich zu machen, sondern starke, lang andauernde Regengüsse, vielleicht mit einem Absinken des Berges zusammenfallend, haben das Untertauchen veranlaßt.

Nach einiger Zeit war der Berg wieder frei und unterlag einer starken Abrasion, wodurch die im Profil 4 dargestellten Schwemmschichten entstanden, in denen wir auf sekundärer Lagerstätte zahlreiche Knochen der bei der oben erwähnten Katastrophe zugrunde gegangenen Säuger finden (Prof. 4, Schichten von 4—6 m).

Sodann wurde, wahrscheinlich wiederum unter dem Einfluß von Regengüssen, der Wasserstand erhöht. Bei der Ablagerung der Kieselkalke sind nach längerer Zeit tektonische Bewegungen im Spiel, wobei heiße Quellen von neuem sprudeln, und der Klosterberg endgültig unter Wasser gesetzt wird.

Dritte tektonische Phase.

Nach Ablagerung der *supremus*-Schichten reißen alte tektonische Linien von neuem auf, die Grabenbildung belebt sich wieder, das Tertiär wird zerstückelt. Hierbei vertieft sich auch der Graben zwischen Bürgel und Schafhalde; das erstere, eine Zeitlang gehoben (trotz seiner heutigen niedrigen Lage befindet sich auf ihm kein Tertiär), sinkt ab.

Am Rand des Beckens und am Klosterberg wird Tertiär gegen ältere Schichten verworfen. Ob nun auch zuletzt

der Klosterberg en bloc einsinkt, ist nicht zu entscheiden. Seine Süßwasserschichten liegen jedoch tiefer als an der Schafhalde (600 m).

So geht denn alles mit natürlichen Dingen zu. Überschiebungen und Explosionen sind zur Entstehungserklärung des Steinheimer Beckens ganz unnötig, wenn man die tektonischen Linien erkannt hat. Es handelt sich um nichts weiter als um einen Zentralhorst, den Klosterberg, und um ein System von peripheren Gräben, von denen der östliche durch die Bürgelscholle geteilt wird.

Bezüglich der Heraushebung des Klosterbergs halte ich an der Erklärung von BRANCA und FRAAS fest, daß ein Lakkolith, in der Tiefe stecken geblieben, diesen herausgehoben hat. Kleinere Explosionen, die aber von nebensächlicher Bedeutung sind, werden auch stattgefunden haben, sind aber nicht erwiesen.

Anhangsweise seien noch einige Momente hervorgehoben, welche die Unterschiede, die zwischen der Ansicht FRAAS' und BRANCAS von 1905 und des Verfassers bestehen, zeigen:

1. Die Sprudelkalke sollen in der PHARIOSCHEN Grube wurzellos sein. Dieser Ansicht kann ich mich nicht anschließen. Man vergleiche Profil 2, und man wird zugeben müssen, daß die Sprudelkalkfelsen gewachsen sind. Dasselbe gilt für die Klötze 1, 2 4, 6, wenn auch einzelne Felsen unbedeutend verrutscht sind.

2. Die Schnecken-„Sande“ sind nach der Ansicht FRAAS' und BRANCAS den Sprudelkalken an gelagert, ruhen aber nach meinen Beobachtungen auf den letzteren (vgl: Profil 2).

3. Tektonik soll am Saum des Beckens nicht vorhanden sein. Die steil gestellten Jurafetzen am Ausgang des Hirschtals, am Finkenbusch, in den Gemeindebrüchen am Ostrand des Beckens seien lokale Verrutschungen. Ich habe im Kapitel Tektonik gezeigt, daß die gestörte Lagerung der Jurafetzen an der Peripherie des Beckens (auch am Knill, im Stubental an der Schafhalde) mit der Tektonik derselben in engstem Zusammenhang steht.

4. Der Jura mit aufgelagertem Tertiär am Rand des Beckens soll gleichmäßig horizontal (also ungestört) liegen. Wegen der starken Vergriesung der Juraschichten und der ungünstigen Aufschlüsse ist die Bestimmung der Fallrichtung oft schwer bestimmbar. Doch am Roßberg,

Bürgel, an der Schafhalde und am Knill ist sie konstatierbar.

5. Die Sprudelkalke am Klosterberg sollen, abgesehen von kleinen lokalen Rutschungen, keine wesentlichen Störungen erlitten haben. Doch schneiden sie so scharf gegen den zentral gelegenen Jura ab, daß wir ein Absinken nach Ablagerung des Tertiärs annehmen müssen (s. Kap. Tektonik).

6. FRAAS und BRANCA nehmen Störungen vor und nach Ablagerung des Tertiärs an. Die tektonischen Linien verfolgen sie nicht. Ich zeigte, daß Störungen vor, während und nach dem Absatz der Tertiärschichten stattfanden. Die Spalten, welche vor der Sedimentation der Süßwasserschichten aufbrachen, haben im großen und ganzen bereits das heutige Relief geschaffen, das während und nach derselben weiter herausmodelliert wurde. Dabei spielen Nord-süd- und Ostwest-Störungen die Hauptrolle.

7. Mit FRAAS und BRANCA betrachte ich den Klosterberg als einen Horst, doch liegt m. E. im Untergrund der Depressionen kein Mittlerer, sondern Oberer Malm mit aufgelagertem Tertiär.

8. Mit den genannten Autoren sehe ich den Klosterberg als durch einen Lakkolithen emporgepreßt an. Doch kann ich mich nicht mit jener Theorie FRAAS' und BRANCAS befreunden, nach der ein sattelförmiges Profil entstand, indem die ältesten Schichten am Klosterberg, die jüngeren Formationsglieder nach außen auftreten (vgl. a. a. O. 1905, Querschnitt), denn an der Bürgelscholle liegt nicht Malm γ — ϵ , sondern unteres ζ bzw. ϵ , das aber nicht nach O, sondern nach W fällt, also umgekehrt, als es nach der Annahme der obigen Hypothese der Fall sein müßte. Die Entstehung der Depressionen können FRAAS und BRANCA nicht erklären. M. E. wurde das ganze Steinheimer Revier gehoben, und zwar in der Mitte am stärksten, wodurch ein weites, sehr flach fallendes Gewölbe entstand. Da kein Seitendruck für die Entstehung desselben angenommen werden kann, mußte eine Lockerung im Verband der Schichten und eine damit in Zusammenhang stehende Zerreißung eintreten (vgl. die Profile 9 A—D). Wegen der Konzentrierung des Hauptdrucks auf den Klosterberg nehme ich an, daß der Hauptteil des Magmas unter diesem vereinigt wurde, wodurch wiederum eine Verminderung desselben unter den heutigen Depressionen Hand in Hand ging. So konnten die Gräben einbrechen.

VI. Beziehungen der weiteren Umgebung des Steinheimer Beckens zu dessen Tektonik.

Bei der Besprechung der Beziehungen der weiteren Umgebung des Steinheimer Beckens zu dessen Tektonik sind zunächst zwei Linien, die auf der REGELMANNSchen Karte aus dem Ries in Südwestrichtung auf das Becken zulaufen, zu erwähnen.

Sodann macht BRÄUHÄUSER (Die Spielburgverwerfung, Jahrb. u. Mitt. d. oberrh. geol. V., N. F., Bd. 6, Heft 1, 1916) darauf aufmerksam, daß die Spielburgverwerfung Adelberg-Staufen in ihrer Richtung auf das Kryptovulkanische Becken hinweist, der genannte Autor vermutet einen Zusammenhang zwischen diesem und der erwähnten Störung. BRÄUHÄUSER fügt jedoch hinzu, daß ein Bruch auf der Oberfläche „nicht erweislich oder gar nicht vorhanden“ zu sein braucht. „Nach der Beobachtung der schon viel älteren, in der Tiefe im Erdinnern vorhandenen und vorgezeichneten alten Trennungsfläche und Sprunglinie bei Schramberg, kann doch vielleicht an einen gewissen, wenn auch entfernten Zusammenhang gedacht werden.“

Für die folgenden Auseinandersetzungen ist nun vor allem zu betonen, daß die Hauptstörungen des Steinheimer Beckens etwa nordsüdlich und ostwestlich, mit Abweichungen, orientiert sind. Es gibt nun in der weiteren Umgebung desselben zahlreiche Linien, welche dieselbe Richtung haben.

Auffallend ist nun zunächst, daß die dem Albafall abgekehrte Grenze des Malm ζ von Urach nach Höhenstadt SW—NO verläuft, um bei Geislingen Nord-südrichtung anzunehmen, und beim Schöneberg östlich Weissenstein in westöstlicher Richtung auf Königsbronn zu streichen. In diesen rechten Winkel passen sich nun die Hauptstreichrichtungen des Steinheimer Beckens ein. Dieser kommt dadurch zustande, daß die Jurasiche Schichten östlich der Linie Geislingen—Weissenstein weit nach N vorgelagert sind. Das gilt auch für die Tertiärschichten östlich Blaubeuren—Geislingen, die westlich dieser Linie fehlen, hingegen östlich davon nicht unbedeutende Teile der Alb bedecken.

Ähnlich steht es mit dem Malm ζ , der westlich der genannten Linie durch ϵ zurückgedrängt wird, während es östlich derselben, südlich Weissenstein—Königsbronn, umgekehrt ist.

Diese Verhältnisse sind nur durch tektonische Vorgänge zu verstehen, bei denen es jedoch nicht zu Zerreißungen zu kommen brauchte; es kann sich um Verbiegungen oder Flexuren, in seltenen Fällen um Verwerfungen handeln. Ob die Tektonik vor- oder nachmiocän ist, wage ich nicht zu entscheiden.

Die Anwesenheit solcher Störungen möchte ich durch die folgenden Zahlen belegen. Östlich des Eybuchs, an dem Geislingen liegt, ist zwischen diesem Ort und Treffelhausen Malm ζ weit verbreitet, während er westlich des Flusses fehlt. Dafür ist im Westen γ — δ mit aufgelagertem ϵ ohne ζ vorhanden. ϵ nimmt westlich des nordsüdlich verlaufenden Teils des Eybuchs folgende Höhen ein (vgl. Blatt Geislingen):

Berg, nördlich Stötten	734,7 m
Messelberg	749,0 m

Demgegenüber liegt ϵ auf der Ostseite des Eyb: westlich Steinenkirch (gegenüber d. Berg nördlich Stötten)	640 m
Kriegsburren, östlich Treffelhausen	708 m
südwestlich Trasenberg	630 m

Dies sind Unterschiede, die nicht durch ein unkonstatierbares Fallen nach O erklärt werden können. Es ist zum mindestens auffallend, daß die Eyb gerade an dieser nordsüdlich verlaufenden Trennungslinie von ϵ und ζ Nord-südrichtung hat.

Es gelang mir, östlich der Eyb eine Verwerfung nachzuweisen. Im Eybtal selbst liegt scheinbar keine Störung, denn die Schichten stehen auf der rechten und linken Seite in gleicher Höhe an.

Eine solche Störung geht zwischen dem ϵ des Kriegsburren und den Böhmenkircher Plattenkalken durch und verläuft bis zur Hart südöstlich Treffelhausen nach S. Zwischen Kriegsburren und Trasenberg kann man sie nicht nachweisen, weil die Plattenkalke keine Störungen erkennen lassen. Doch südwestlich Trasenberg ist eine Verwerfung konstatierbar, die längs eines kleinen Tälchens in Nordsüdrichtung verläuft. Kombiniert man alle Verwerfungsstellen, so ergibt sich eine N—S streichende Störung, die parallel der Eyb verläuft. Weiterhin habe ich sie noch nicht verfolgt.

Für unsere Zwecke ist nun das folgende von Bedeutung:

Wie das ζ von dem ϵ durch eine Nordsüdlinie getrennt wird, so ist dies auch in ähnlicher Weise für den Schnaitheimer Oolith der Fall, dessen westliche Grenze vom Kerbenhof westlich Zang nach Altheim verläuft. Auch im O ist seine Grenze nordsüdlich orientiert; sie verläuft etwa in der Linie Nattheim—Giengen. Zwischen den beiden Grenzlinien befindet sich fast in der Mitte die Brenz, die auf der entsprechenden Strecke von N nach S fließt.

SCHMIERER (Die Altersverhältnisse der Stufen ϵ und ζ des Weiß. Juras; diese Zeitschr., Bd. 54, 1902) meint, daß der Brenztaloolith in einer Mulde abgelagert wurde, eine Ansicht, der man beipflichten muß. Ich füge hinzu, daß diese Mulde Nordsüderstreckung hat. Der Oolith liegt teils auf ζ wie zwischen Schnaitheim und Heidenheim, teils auf ϵ wie im Täschental, teils auf beiden wie am Ugenhof westlich Böhlheim. SCHMIERER a. a. O. erklärt das so: der Oolith lagerte sich dort auf ζ , wo dieses das ϵ bereits bedeckt hatte, jedoch auf ϵ , wo dieses noch als Kuppen aus dem ζ heraussah. — Ob nicht auch andere Momente eine Rolle gespielt haben, soll dahingestellt bleiben.

Das eine scheint mir aber sicher, daß vor Ablagerung des Schnaitheimer Ooliths Erdbewegungen stattfanden, durch die die Schnaitheimer Oolithmulde geschaffen wurde. Wahrscheinlich handelt es sich um das, was GILBERT oder STRILLE einen epirogenetischen Vorgang nennen würde, eine Bemerkung, die nur von nebенsächlicher Bedeutung ist. Ob Störungen auch eine Rolle spielten, ist schwer zu sagen.

So haben wir denn bereits Merkmale, welche auf einen gemeinsamen Grundplan hinweisen, der die nordsüdlich gerichteten Grenzen bzw. Trennungslinien der Oberen Malmstufen und die ebenso verlaufenden Störungen im Steinheimer Becken anlegte. Der Nordsüdlauf des Eybachs und der Brenz sind wohl hierauf zurückzuführen.

Daß auch an anderen Stellen der Umgebung von Steinheim Störungen vorhanden sein müssen, geht aus dem folgenden hervor: Liegen gewöhnlich, was namentlich in der Böhmenkircher Gegend gut zu sehen ist, die Plattenkalke normal auf ϵ , so ändert sich dies scheinbar in der Gegend von Söhnsstetten. Geht man über die Böhmenkircher Platte nach Söhnsstetten zu, so gelangt man bei

Höhe 665 in ϵ . Zwischen Kilometer 19 und 20 trifft man wiederum Plattenkalke, die bis Höhe 640 anhalten, um von dem ruppigen ϵ abgelöst zu werden, das bis Höhe 585, wenige Schritte westlich Söhnstetten, anhält. Hier befindet sich ein ϵ -Bruch am Kutschenberg, in dem der vertikale Übergang von ϵ zu ζ gut zu sehen ist. Die Schichten fallen nach O und S und sind an der Ostseite zerklüftet und gequetscht. Eine kleine Störung ist deutlich sichtbar, die den östlichen gegen den westlichen Teil verwirft. In einer der Spalten hat sich graugrüner Ton gebildet. Von der genannten Stelle bleibt man in Plattenkalken, die östlich Söhnstetten am Stutz plötzlich von steil aufragendem ϵ mit aufgesetzten Korallen- ζ abgelöst werden.

Bezüglich der Westostlinien, ist nicht allzuviel zu sagen. Nur möchte ich noch einmal auf den westöstlich gerichteten Verlauf der ϵ/ζ -Trennungslinie von Weißenstein nach Königsbronn aufmerksam machen, die senkrecht zu der vorhin besprochenen Eybachlinie steht.

Auf die Anwesenheit weiterer Westostlinien, deutet die Angabe eines Steinbruchbesitzers der Böhmenkircher Gegend, wonach es den Steinbrechern schon lange bekannt ist, daß die Hauptspalten in den ζ -Plattenkalken W—O—bzw. WSW—ONO-Richtung haben.

Sodann möchte ich auf den WSW—ONO bis W—O gerichteten Verlauf des Stubentals hinweisen. Daß dieses am südlichen Rand des Steinheimer Beckens einer Störungslinie entspricht, habe ich bereits erwähnt; ob dies auch im unteren Teil bei Heidenheim der Fall ist, kann ich nicht sagen, denn, um dies konstatieren zu können, muß erst die Fertigstellung des Meßtischblatts Heidenheim abgewartet werden. Auf jeden Fall ist das Auftreten des Miocäns südlich des Stubentals gegenüber dem nördlich von diesem gelegenen Teil auffallend. Hierbei müssen wir natürlich von dem Tertiär im Steinheimer Becken absehen, da dieses für sich zu beachten ist.

Ergebnis.

In der weiteren Umgebung von Steinheim sind nord-südlich und ostwestlich gerichtete Linien vorhanden, die in einem rechten Winkel liegen, dessen Schenkel bei Weißenstein zusammenstoßen. Sie sind zum größten Teil als Verbiegungslinien bzw. Flexuren aufzufassen, wenn auch Störungen vorkommen.

In gleichem Sinne sind die tektonischen Linien des Steinheimer Beckens angeordnet, was auf einen gemeinsamen Grundplan hindeutet.

Wann dieser angelegt wurde, ist nicht zu sagen, womöglich geschah dies bereits bei der Ablagerung des Brenztalooliths.

Im Zusammenhang mit dem Steinheimer Becken stehen vielleicht die Spielburgverwerfung und die vom Ries nach diesem zulaufenden Linien.

Wir kommen mithin zu einem anderen Ergebnis als FRAAS und BRANCA, welche eine Tektonik in der Umgebung des Steinheimer Beckens leugnen.