auch zum Hangenden dünnschichtige, etwas sandige, stellenweise reichlich Kieselnester einschließende Plattenkalke, über welchen erst die dickbankigen Nummulitenkalke folgen. Diese bilden am Aufstieg von Gorica zu den Crljenicawänden, bezw. bei und oberhalb der türkischen Friedhöfe auf dem sog. Skok, hervortretende Rippen und mäßig hohe Staffeln, die über die Mergel kammartig aufragen und erst weiter oben bildet der Kalk die ansehnlichen Wände, welche den Absturz der Krug planina gegen Livno so steil gestalten. Von den Mergelbändern ist das dritte von unten das stärkste (ca. 35 m), von den Nummulitenkalken sind die hangendsten am mächtigsten entwickelt. Alle Schichten fallen i. M. nach 1^h (NNE) ein, unten, nahe der Straße, jedoch mit 21^0, unterhalb der Wände bei Podgreda aber mit 56^0 Neigung. Das Verflächen wird also von unten aufwärts immer steiler, weil der Eocänzug an den älteren Kalken und Dolomiten der Krug planina geschleppt ist. Diese älteren Schichten gehören zwischen der Borova glava und dem Polje von Glamoč teils der Trias, teils dem Jura, entlang des Livanjsko polje von Zastjene nordwestwärts aber der Kreide an. Dieses Grundgebirge ist über das Eocän überschoben, wohingegen die oligocänen Binnenlandmergel und Süßwasserkalke sich außer unterhalb der Bistricaquelle nur diskordant an das Eocän und weiterhin an die Kreide anlagern und entgegengesetztes, d. h. nicht nordostwärts unter die Krug planina, sondern südwestwärts in das Becken von Livno gerichtetes Einfallen besitzen.

Eine Überfaltung, wie sie v. Mojsisovics angenommen hatte, besteht bei Livno nicht, ebensowenig eine Überschiebung von Jura über Binnenlandoligocän.

Alle diese Verhältnisse wurden von A. Grund völlig verkannt oder falsch gedeutet. Von den unrichtigen Annahmen ausgehend, zog er aber über die Ausfüllung des Livnoer Beckens, über den Höhenstand des oligocänen Seespiegels, über die späteren tektonischen Vorgänge usw. weitgehende Schlüsse. Da die Voraussetzungen irrig sind, schweben natürlich alle darauf basierten geographischen Folgerungen in der Luft.

Und ähnlich wie im vorliegenden Falle verhält es sich leider auch an anderen Stellen von Grund's Arbeiten über Bosnien, welche eine Reihe von Beispielen der Übertreibung geologischer Betrachtungsweise in der Geographie bieten, die um so berechtigteren Widerspruch erwecken muß, je weniger gesichert die geologischen Grundlagen erscheinen.

Die Ceratiten des mittleren Hauptmuschelkalks Würzburgs.

Von **Otto Schlagintweit** in Berlin.

Literatur.

Sandberger, F.: Die Gliederung der Würzburger Trias und ihre Äquivalente. Würzburger Naturw. Zeitschr. 6. 1867.

— Die Lagerung der Muschelkalk- und Lettenkohlengruppe in Unterfranken. An typischen Profilen erläutert. Verh. Phys.-Med. Ges. Würzburg. N. F. 26. 1893.

Philippi, E.: Die Ceratiten des oberen deutschen Muschelkalks. Paläontol. Abh. 8 (N. F. 4). H. 4. 1901.

Fischer, H.: Über ein Vorkommen von Jugendformen des *Ceratites compressus* (Sandb.) E. Phil. bei Würzburg. Geogn. Jahresh. 21. 1906.

Schlagintweit, O.: *Ceratites spinosus* E. Philippi aus dem mittleren Hauptmuschelkalk Würzburgs. Sitz.-Ber. Phys.-Med. Ges. Würzburg 1911.

Stettner, G.: Beiträge zur Kenntnis des oberen Hauptmuschelkalks. Jahresh. d. Ver. f. vaterl. Naturk. in Württ. 69. 1913.

Riedel, A.: Beiträge zur Paläontologie und Stratigraphie der Ceratiten des deutschen oberen Muschelkalks. Jahrb. Kgl. Preuß. Geol. L. 37. 1. 1916. (Inaug.-Diss. München 1916.)

Stolley, E.: Über einige Ceratiten des deutschen Muschelkalks. Jahrb. Kgl. Preuß. Geol. L. 37. 1. 1916.

Seit ich im Jahre 1911 bei Würzburg das häufige Vorkommen von *Ceratites spinosus* und seine vertikale Verbreitung in engen Grenzen hatte feststellen können, hatte ich es mir zur Aufgabe gemacht, den Ceratiten zunächst einmal im „mittleren“ [1] Hauptmuschelkalk nachzugehen. Er ist in der nächsten Nähe Würzburgs durch Steinbrüche gut aufgeschlossen; früher freilich besser als jetzt. Insbesondere war es mir darum zu tun, Material zu der Frage nach der Horizontbeständigkeit und dem Leitwert der Ceratitenarten zu erlangen, worüber die Meinungen bekanntlich auseinandergehen. Notwendig hiezu sind Funde im Anstehenden, deren genauer Abstand von bekannten Leitbänken angegeben werden kann, oder wenigstens Funde, deren Lage möglichst eng abgegrenzt

[1] Ich gebrauche die Bezeichnung „mittlerer Hauptmuschelkalk“ im Sinne Sandberger's von 1893, gleichbedeutend ungefähr mit seinen „Bänken des *Pecten discites*“ von 1867 und gleichbedeutend mit Riedel's Mittleren Ceratitenschichten, lediglich um anzudeuten, daß sich die folgenden Ausführungen nicht auf die gesamte Schichtfolge zwischen Anhydritgruppe und Cycloidesbank beziehen, sondern nur auf den oberen Teil. Übrigens ist die Dreiteilung des Hauptmuschelkalks eine mißliche Sache. Besonders ist die „dicke Bank“ keineswegs eine gute Leitbank und nicht geeignet zu einer Trennung von unterem und mittlerem Hauptmuschelkalk.

werden kann. In den Beständen des Min.-Geol. Instituts in Würzburg fand ich leider keine genauer horizontierbaren Stücke vor, mit Ausnahme zweier schlecht erhaltener Exemplare in einem Gesteinsblock der Spiriferinenbank. Keine Etikette enthält nähere Angaben über die Lage der Funde. Überhaupt war die Zahl der Ceratiten, die die Sammlung beherbergte, auffallend gering; sie vermittelte nicht einmal eine Vorstellung von der Formenbreite der Ceratiten im unterfränkischen Muschelkalk. Ich war daher lediglich auf eigene Sammeltätigkeit angewiesen. Will man ein Material zusammenbringen, das nach Zahl, Erhaltungszustand und Sicherheit des geologischen Horizontes befriedigt, so erfordert dies bei den Verhältnissen in der unterfränkischen Trias viele Jahre, wenn man dabei nicht von anderen unterstützt wird. Der Krieg unterbrach die Arbeit des Suchens in den Steinbrüchen. Nach dem Kriege fand ich gerade jene Steinbrüche, die für meine Zwecke am günstigsten waren, teils verfallen, teils zugeschüttet, und bisher hat der Steinbruchsbetrieb im mittleren Hauptmuschelkalk noch nicht wieder in dem erwünschten Maße zugenommen. Wenn ich trotz seiner Dürftigkeit schon jetzt über mein Material berichte, so geschieht es deshalb, weil ich immerhin bereits zu gewissen Resultaten gelangt bin, und weil mir eine Beschäftigung mit anderen Dingen, fern von Würzburg, das Zusammentragen weiteren Materials unmöglich machen wird.

Bemerkungen über die Schichtfolge.

In der rasch wechselnden Schichtfolge von kristallinischen und dichten Kalkbänken, Mergeln und Schiefertonen zwischen der Hauptencrinitenbank und der Cycloidesbank ist die Spiriferinenbank eine willkommene Orientierungsbank. Nur ist sie leider nicht immer leicht erkennbar. Lithologisch unterscheidet sie sich kaum von anderen höheren oder tieferen Kalkbänken. *Spiriferina fragilis* ist nur lokal häufig; gewöhnlich ist sie spärlich in der Bank verteilt. Mühsames, langes Durchklopfen ist meist notwendig, um sie festzustellen. Dafür genügt aber fast immer das kleinste Schalenbruchstück (Punktierung!) zur Feststellung. Häufig sind Crinoidenstielglieder, weshalb Sandberger die Spiriferinenbank auch als „Encrinitenbank II“ bezeichnet hat. Auch die Crinoidenstielglieder sind nur lokal häufig und sind lediglich ein Hilfsmittel, die Spiriferinenbank aufzufinden. Niemals genügen Crinoidenstielglieder allein, denn solche sind keineswegs auf die beiden „Encrinitenbänke“ beschränkt. Dagegen ist in Unterfranken *Spiriferina fragilis* in anderen Horizonten des Hauptmuschelkalks bisher nicht bekannt sondern beschränkt auf die Spiriferinenbank.

Die Spiriferinenbank ist im Gebiete der im folgenden genannten Lokalitäten eine harte, kristallinische, etwas eisenschüssige Bank,

deren Mächtigkeit rasch zwischen 8 und 30 cm wechselt. Auf der kristallinen Bank liegen, durch dünne Tonlagen getrennt, ein bis zwei dichte, bis 2 cm dicke Kalkbänkchen. In der Umgebung von Höchberg liegen auf der Schichtoberfläche des oberen Kalkbänkchens bald wenige, bald sehr zahlreiche Spiriferinenschalen, die oft sehr hübsch herauswittern.

Erleichtert wird die Auffindung der Spiriferinenbank in guten Aufschlüssen durch die Ausbildung der Schichten über und unter ihr. Unter ihr liegt eine Schiefertonmasse von durchschnittlich 1,50 m, in deren oberen Teil geradgeschichtete Kalkbänke eingelagert sein können (schnelles Auskeilen und Wiedereinstellen dieser Bänke). Die tieferen Teile dieser Tone sind ausgezeichnet durch Einlagerung von Kalkknollen und Kalknieren, oft von ganz unregelmäßiger, bizarrer Gestalt. Diese Knollentone sind auffallende, sofort ins Auge springende Lagen. Doch treten ähnliche Kalkknollen auch in anderen Horizonten auf. Über der Spiriferinenbank folgt nach einem ungefähr 2,50 m betragenden Wechsel von Ton- und Kalkbänken eine Ceratitenpflasterbank, die von ungefähr 1 m mächtigen Tonen überlagert wird. In diese können oben sowohl wie unten mehr oder weniger reichlich Kalkbänke eingeschaltet sein, in der Mitte ist die Schiefertonmasse aber frei von Kalkbänken. Wiederum ein Hilfsmittel zur Auffindung der Spiriferinenbank.

Fundorte.

Die Fundorte, von denen das hier verwertete Material stammt, sind im folgenden mit I bis VI bezeichnet.

I. Ein Steinbruch östlich der vom NW-Ende Höchbergs nach Waldbüttelbrunn führenden Straße, zwischen Ort und Waldrand. Hier waren vor dem Kriege ca. 2 m unter und 8 m über der Spiriferinenbank aufgeschlossen. Jetzt verfällt der Bruch mehr und mehr, wird eingeebnet und bepflanzt. Von der Spiriferinenbank ist zurzeit nur noch in der Nähe des Brucheinganges ein kleines Stückchen sichtbar. Aus diesem Bruche stammen auch die von Fischer erwähnten Jugendformen. Auf seine Folgerungen komme ich noch zurück.

II. Ein Steinbruch unmittelbar nordöstlich neben I, zwischen I und dem nach Oberzell führenden Feldweg. Hier waren im Sommer 1914 5 m unter und 4 m über der Spiriferinenbank aufgeschlossen. Seither verfällt der Bruch mehr und mehr.

III. Der alte große Steinbruch von Höchberg, südlich des Wortes „Pulvermagazin“ der Karte 1:50000 (Topogr. Atlas von Bayern). In ihm reichen die Aufschlüsse immer noch von der Hauptencrinitenbank (die tiefste zurzeit aufgeschlossene Bank) bis ca. 9 m über die Spiriferinenbank. Wenn ich 1911 schrieb, die Aufschlüsse reichten bis zur Cycloidesbank, so beruhte das auf

der irrtümlichen Angabe, die mir damals im Würzburger Min.-Geol. Institut wurde, die Cycloidesbank liege an der höchsten, schwer zugänglichen Steinbruchskante. In Wirklichkeit liegt sie noch beträchtlich höher, wie sich aus dem Vorkommen von Bruchstücken in den Feldern über der Steinbruchskante ergibt, sowie aus der Lage der Cycloidesbank nördlich unter dem Pulvermagazin (IV). Die Bruchstücke in den Feldern bezeichnen die Lage der Cycloidesbank nicht bestimmt genug, und Aufschluß IV ist doch zu weit entfernt (störungsfrei?), um den Abstand Spiriferinenbank — Cycloidesbank genau angeben zu können. Doch dürfte mit 15—20 m ungefähr das Richtige getroffen sein. Als Abstand der Spiriferinenbank von der Hauptencrinitenbank habe ich behelfsmäßig, an nicht zusammenhängenden Aufschlüssen und unter Berücksichtigung einer dabei zu überschreitenden Störung im großen Höchberger Steinbruch 16—17 m ermittelt. Die Summe dieser Zahlen steht zwar im Einklang mit der Angabe Klughardt's (Verh. Phys.-Med. Ges. Würzburg. N. F. 44. 1915), der für seinen „mittleren" Hauptmuschelkalk in der Gegend von Veitshöchheim—Günthersleben 37 m angibt, d. i. für das Hangende der Hauptencrinitenbank bis zur Cycloidesbank einschließlich. Diese Zahl beruht offenbar nur auf den Höhenmessungen von Encrinitenbank, Spiriferinenbank und Cycloidesbank im Sendelbachgraben; aus diesen ergibt sich 25 m Unterschied für Hauptencrinitenbank — Spiriferinenbank und 12 m für Spiriferinenbank — Cycloidesbank. Doch sind diese Zahlen nicht zuverlässig, da das Vorhandensein flacher, ungestörter Lagerung nicht sicher ist; der Verlauf der Schichtgrenzen auf der Karte Klughardt's widerspricht sogar einer solchen Annahme. Daß die Mächtigkeitsangaben Sandberger's viel zu gering sind, ist eine bekannte, schon von Thürach (Geogn. Jahresh. 1900. p. 130, Anm.) betonte Tatsache. Andere Messungen für den Abstand Spiriferinenbank — Cycloidesbank liegen bisher nicht vor.

Ein neuer Steinbruch östlich des großen Höchberger Steinbruches entblößt zwar die Spiriferinenbank, hat mir aber noch keine Ceratiten geliefert, deren genaue Lage sich angeben ließe.

IV. Ein Steinbruch nördlich des Munitionsschuppens, nördlich des r von „Pulvermagazin" der Karte 1:50000, in dem sich nach NO zum Main hinuntersenkenden Hang. 1911 reichten die Aufschlüsse 6 m unter die Cycloidesbank und 2 m darüber. Der Bruch wurde damals bald wieder aufgelassen; jetzt ist er gänzlich verfallen und eingefüllt. Alte Steinbrüche in der Nähe, so Sandberger's „Hexenbruch", bieten schon längst keine Aufschlüsse mehr.

V. Ein alter Steinbruch südwestlich oberhalb des Gutes „Die Neue Welt", nördlich unter P. 360,8 (Nikolausberg, Frankenwarte). Er bot vor dem Kriege noch gute Aufschlüsse einige Meter von

der Cycloidesbank nach abwärts. Jetzt sind die Aufschlüsse einer städtischen Anlage zum Opfer gefallen.

VI. Ein aufgelassener Steinbruch an der äußeren Keesburgstraße, nahe den letzten Häusern der Stadt. Er bot Aufschlüsse wenige Meter unter und über der Cycloidesbank.

Die Arten.

Ceratites compressus E. Phil. emend. Riedel.

Exemplare aus Anstehendem, die sich mit Sicherheit als *Ceratites compressus* in der engeren Fassung Riedel's bestimmen ließen, besitze ich noch nicht. Vier Ceratiten, die ich unter der Spiriferinenbank fand, sind zu schlecht erhalten, als daß sie sich ganz sicher bestimmen ließen. Einer, 20 cm unter der Unterkante der Spiriferinenbank, aus III, gehört seiner Involubilität und seinem Querschnitt nach wohl zu *C. compressus* s. str. und läßt sich jedenfalls von dem höher liegenden *C. evolutus* unterscheiden. Ein Bruchstück, 1,10 m unter der Spiriferinenbank aus I, gehört seiner Involubilität nach ebenfalls hierher. Ein zweites aus I, 1,15 m unter der Spiriferinenbank, und eines aus III, 0,88 m unter der Spiriferinenbank, sind zu fragmentär, als daß sich einigermaßen Sicheres über ihre Artzugehörigkeit aussagen ließe. Ein weiteres Stück aus III, 0,85 m unter der Spiriferinenbank, zeigt nur einen Teil der gekammerten Schale mit kräftiger, binodoser Skulptur und starker Involubilität. Die drei der Beobachtung zugänglichen Seitenknoten sind wulstartig in die Länge gezogen. Das Stück läßt sich am besten mit Riedel's Abbildung Taf. 9 Fig. 3 von *C. compressus* var. *crassior* vergleichen.

Über der Spiriferinenbank habe ich *C. compressus* nicht angetroffen. Mag er vielleicht auch ein Weniges über die Spiriferinenbank hinausreichen, viel kann das bestimmt nicht sein. Aus Riedel's Bemerkung p. 102 könnte man meinen, *C. compressus* sei bei Würzburg auch über der Spiriferinenbank beobachtet worden. Dies ist jedoch nicht der Fall; Riedel ist hier offensichtlich ein Irrtum unterlaufen, oder er denkt an Fischer's Angaben. Was Fischer aus dem Steinbruch I von *C. compressus* über der Spiriferinenbank anführt, stammt vermutlich entweder nicht aus dem Anstehenden, oder — was mir wahrscheinlicher ist — es handelt sich um Exemplare von *C. evolutus*, die man dort früher häufig auf den Halden gefunden und welche nach Philippi, Taf. 38 Fig. 2, als *C. compressus* bestimmt worden sind. Überhaupt wird viel von dem, was in der Literatur unter dem Namen *C. compressus* geht, zu *C. evolutus* gehören. Letzterer ist in der Würzburger Umgebung viel häufiger als *C. compressus*, wird aber viel mit ihm zusammengeworfen. Frosch betont für die Gegend von Bayreuth (bei Riedel) ebenfalls die relative Seltenheit von *C. compressus*.

Ceratites evolutus Phil. emend. Riedel et var.

Vertreter aus dem Formenkreis des *Ceratites evolutus* sind häufig, viel häufiger als *C. compressus*, mit dem sie gewöhnlich verwechselt werden. Man findet hauptsächlich solche, die zwischen dem breitrückigen Typus Philippi's (Taf. 42 Fig. 1) mit quadratischem Querschnitt der Wohnkammer und der flacheren Varietät *tenuis* Riedel's stehen. Auf die große Formenmannigfaltigkeit und auf das Vorhandensein zahlreicher Übergänge hat Stolley hingewiesen. Das von Philippi auf Taf. 38 Fig. 2 von Höchberg bei Würzburg als *C.* cf. *compressus* abgebildete Exemplar gehört zu *C. evolutus*, eine Ansicht, zu der schon Riedel neigte. Seine Bedenken sind durch Stolley's Ausführungen über die Variabilität von *C. evolutus* hinfällig geworden.

Im Anstehenden fand ich *C. evolutus* in I 1,40 m über der Spiriferinenbank. Sein Wohnkammerquerschnitt steht zwischen Philippi's Typus und Riedel's Varietät *tenuis*. Die von Riedel p. 43 aus der Umgebung Würzburgs erwähnten Exemplare fanden wir zusammen ebenfalls in I 1,50 m über die Spiriferinenbank. Über Riedel's Meinung, daß niemals spinose Formen mit *C. evolutus* zusammen vorkämen, vgl. später.

An der gleichen Lokalität fand ich 1,25 m über der Spiriferinenbank ein schmalrückiges, allerdings etwas verdrücktes und verwittertes Stück. Die zwei ersten Rippen der Wohnkammer lassen, wie es Stolley von var. *subspinosa* beschreibt, deutlich eine schwache Einsenkung der Rippe und jenseits dieser ein Anschwellen zu einem Externknoten erkennen. Mit dieser knotenartigen Anschwellung enden die beiden Rippen, während sie sonst bei *C. evolutus*, mehr oder weniger stark sichelförmig nach vorn geschwungen, allmählich auf der Externseite auslaufen. Die folgenden vorderen vier Rippen der Wohnkammer meines Exemplares scheinen wieder die für *C. evolutus* typische Ausbildung besessen zu haben; leider ist der Erhaltungszustand wieder sehr schlecht.

Schon durch den Fund dieses Stückes, nur 1,25 m über der Spiriferinenbank, wird in Frage gestellt, ob Riedel's Meinung, daß *C. evolutus* var. *tenuis* niemals mit spinosen Formen zusammen auftrete, sich in ihrer vollen Schärfe wird aufrecht erhalten lassen. Hiezu kommen die Einschlüsse der Ceratitenpflasterbank, 2,50 m über der Spiriferinenbank. Leider sind die Ceratiten in den Stücken dieser Ceratitenpflasterbank, die ich einsammeln konnte, außerordentlich schlecht erhalten. Besonders ausgeprägt ist hier die Erscheinung, die man so oft im deutschen Muschelkalk beobachten kann, auf die Philippi und Riedel besonders hinweisen, daß die auf der Oberfläche der Bank liegenden Steinkerne stark aufgelöst sind, was offenbar, wie Philippi meint, schon während der Sedimentation geschehen ist. Die in der harten Kalkbank steckende

Seite von Ceratiten der Pflasterbank hat sich nicht befriedigend freipräparieren lassen. Die Formen der Ceratitenpflasterbank sind stark evolut. Zwei meiner Stücke (Bruchstücke) haben zweifellos Externdornen. Ich möchte also nach meinem, allerdings ergänzungsbedürftigen Material behaupten, daß in dem Ceratitenpflaster, 2,50 m über der Spiriferinenbank, Vertreter aus dem Formenkreis des *C. evolutus* und *C. spinosus* zusammenliegen. Im großen und ganzen trennt jedoch diese Bank die *Evolutus*- und die *Spinosus*-Zone.

Das Min.-Geol. Institut Würzburg besitzt aus Sandberger's Zeiten eine Platte der Spiriferinenbank vom Stein bei Würzburg, auf deren Schichtfläche zwei schlecht erhaltene Ceratiten liegen. So viel läßt sich wenigstens sagen, daß es sich um stark evolute, niedrigmündige Formen handelt, die ich zu *C. evolutus* stellen möchte. Andere generisch einigermaßen bestimmbare Ceratiten aus der Spiriferinenbank selbst sind mir bisher nicht bekannt geworden.

Ceratites spinosus und Verwandte.

Auf die Häufigkeit von spinosen Ceratiten bei Würzburg habe ich bereits 1911 hingewiesen. Das gilt auch über die nähere Umgebung Würzburgs hinaus. Die Variationsbreite ist beträchtlich. Kleine, flache, evolute Formen, deren Wohnkammerbreite nur langsam zunimmt, und große involutere, breitrückige Gestalten, deren Wohnkammer rasch an Breite zunimmt, sind die beiden Extreme, zwischen denen sich alle Übergangsstadien finden. Eine so scharfe Trennung in drei Arten: *Ceratites praespinosus*, *spinosus* und *postspinosus*, wie Riedel sie durchgeführt hat, erlaubt mein Material nicht. Merkmale, auf welche Riedel besonderen Wert legt, wie der stärkere oder schwächere Schwung der Rippen, die Schärfe derselben, die Größe der Depression, welche den Externknoten von der übrigen Rippe trennt, geben sich an meinem Material nicht als konstante Artmerkmale zu erkennen. Auch beobachtet man sowohl an kleinen, flachen, wie an großen, rasch an Rückenbreite zunehmenden Formen, daß die letzten Rippen nicht radial, sondern schief zur Nabelkante stehen, ein Merkmal, das Riedel für *C. postspinosus* besonders hervorhebt.

Zu den Stücken, die ich im Anstehenden fand, ist folgendes zu bemerken: In I fand ich 3 m über der Spiriferinenbank in den Schiefertonen über dem Ceratitenpflaster drei schlecht erhaltene, kleine, flache Formen, das größte mit 9 cm Durchmesser; dazu zwei Bruchstücke von etwas größeren Exemplaren. Höher oben fanden sich lose Stücke, von denen nach der Lage, in der sie gefunden wurden, so viel mit Bestimmtheit gesagt werden kann, daß ihr ursprüngliches Lager sich mindestens 4 m über der Spiriferinenbank befunden haben muß. Unter letzteren herrschen neben dem typischen *C. spinosus* in der Fassung Riedel's (seine Bemerkung p. 57, daß *C. spinosus* bei Würzburg 4—5 m über der Spiri-

ferinenbank liege, bezieht sich auf die Lokalität I) Formen vor, die größer und breitrückiger sind, Formen vom Typus des *C. postspinosus* Riedel.

Aus II besitze ich vier Bruchstücke von *C. spinosus*. Sie staken, 2,60 m über der Spiriferinenbank, in den Schiefertonen über der Ceratitenpflasterbank. Sie sind vom gleichen Habitus wie die aus der gleichen Lage in I.

In III fanden sich zahlreiche spinose Ceratiten; im östlichen Teil erkennt man, daß ihr Lager über der Spiriferinenbank sein muß (vgl. 1911). Von einem alten Steinbruchsarbeiter erhielt ich unter anderen mehrere breitrückige Stücke vom Typus *postspinosus*, die nach seiner glaubwürdigen Angabe aus Schichten über der ihm gut bekannten Spiriferinenbank stammen.

In IV fanden sich, 4,85 und 4,70 m unter der Cycloidesbank, vier 15—17 cm im Durchmesser haltende Exemplare, die jedoch, soweit es der nur halbseitige Erhaltungszustand festzustellen erlaubt, nicht extrem breitrückig sind. Von einer Reihe loser Stücke, *C. spinosus* typ. sowie solcher, die sich dem *C. postspinosus* Riedel's nähern, ist sicher, daß sie nicht tiefer als 6 m unter der Cycloidesbank gelegen haben können, da die Steinbruchssohle nicht tiefer hinabgereicht hat.

V lieferte mir und Riedel zusammen drei Bruchstücke, 3 m unter der Cycloidesbank, von denen schon Riedel eines als *C. spinosus* bestimmte (p. 57). Vier andere Bruchstücke fand ich ca. 5 m unter der Cycloidesbank. Sie passen gut zu Riedel's Fig. 2 auf Taf. 13.

Genauer, als ich es 1911 vermochte, vermag ich jetzt die vertikale Verbreitung von *C. spinosus* anzugeben: In den ersten Metern über der Spiriferinenbank fehlt er noch. Sein erstes Vorkommen liegt vielleicht in dem Ceratitenpflaster, 2,50 m über der Spiriferinenbank. 3 m über der Spiriferinenbank fand ich den tiefsten einwandfreien *C. spinosus*. Der höchste ist bis jetzt 3 m unter der Cycloidesbank festgestellt. Bis jetzt kenne ich aus Unterfranken keinen Fund eines spinosen Ceratiten über der Cycloidesbank. Mag auch einmal ein *C. nodosus* mit spinosen Enden einiger Rippen gefunden werden (Riedel, p. 47, Stolley, p. 134), soviel läßt sich doch heute schon sagen: mit der Cycloidesbank ist die Zeit der spinosen Ceratiten, einschließlich des *C. postspinosus*, zu Ende. Für die zahlenmäßige Mächtigkeit der *Spinosus*-Zone ergibt sich aus dem oben bei III über den Abstand der Cycloidesbank von der Spiriferinenbank Gesagten 15 m als Mittelwert; wenn man bis zur Cycloidesbank rechnet, 18 m.

Ceratites enodis (Quenst.) Philippi.

In VI fand ich lose einen *Ceratites enodis*, jedoch unter Umständen, aus denen sich ergab, daß sein ursprüngliches Lager nur knapp über oder knapp unter der Cycloidesbank sein konnte. In IV fand ich ein loses verdrücktes Fragment, dessen Zugehörigkeit zu *C. enodis* jedoch nicht zweifelhaft sein kann. Für sein Lager gilt das gleiche wie bei VI. An beiden Fundorten ergibt sich sicher nur die nächste Nachbarschaft der Cycloidesbank, wahrscheinlich aber ihr Hangendes als Lager dieser beiden Stücke. Ein Handstück der Cycloidesbank, das von Herrn Ewald bei Kartierungsarbeiten kürzlich bei Kist (Im Roth) gefunden wurde, enthält ein zur Bestimmung dieser leicht kenntlichen Art genügend gut erhaltenes Exemplar von *C. enodis*. Riedel fand bei Erfurt *C. enodis* dicht über der Cycloidesbank. Jedenfalls liegt bei Würzburg *C. enodis* an der Basis der oberen Ceratitenschichten, und Philippi's Vermutung erfährt durch die hiesigen Funde eine neue Bestätigung.

Stratigraphische Ergebnisse.

Nach meinen bisherigen Beobachtungen ergibt sich eine zeitliche Aufeinanderfolge von *Ceratites compressus*, *C. evolutus*, *C. spinosus* nebst Varietäten. Es läßt sich folgende Gliederung durchführen, mit der die Hauptverteilung der Ceratiten angegeben sein soll, aber nicht behauptet werden will, daß die vertikale Verbreitung der einzelnen Arten sich genau an die angegebenen Grenzen hielte:

Ceratites enodis. Vorkommen über der Cycloidesbank in Unterfranken sehr wahrscheinlich, aber noch nicht ganz sicher.

Cycloidesbank. Mit *C. enodis*.

C. spinosus u. a. spinose Arten.

Ceratitenpflaster mit Ceratiten aus dem Formenkreis *evolutus* und *spinosus*.

C. evolutus.

Spiriferinenbank mit *C.* cf. *evolutus*.

C. compressus.

↓? ↓?

Hauptencrinitenbank.

Eine *Spinosus*-Zone und eine *Postspinosus*-Zone zu unterscheiden, wie es sich nach Stolley (p. 135) in Norddeutschland überall durchführen läßt, ist mir nicht möglich gewesen.

Auch in der weiteren Umgebung Würzburgs sind die drei Haupttypen, *C. compressus*, *C. evolutus*, *C. spinosus*, besonders die beiden letzteren, in entsprechenden Aufschlüssen überall anzutreffen. Ich habe bisher den Eindruck gewonnen, daß überall die gleiche Reihenfolge und die gleiche, ziemlich scharfe Trennung vorhanden ist. Hier wollte ich mich auf jene Punkte in der nächsten Umgebung Würzburgs beschränken, wo ich Funde im Anstehenden gemacht und die genaue Lage habe feststellen können.

Meine Resultate decken sich im großen und ganzen mit den Angaben Stettner's über die württembergischen Ceratiten unter der Cycloidesbank. Was seine Angaben über das Vorkommen von *C. compressus* und cf. *compressus* hoch über der Spiriferinenbank betrifft, so möchte ich vermuten, daß es sich hiebei nicht um *C. compressus*, sondern um eine andere Art handelt. Im übrigen hält ja auch Stettner den *C. compressus* für „eine sehr tiefe Form, die nur wenig (wohl nur 2½ m) über die Spiriferinenbank hinaufgeht". Zwei getrennte, verschiedene Spiriferinenbänke, worüber Riedel eine Mitteilung Stettner's in Aussicht stellt, sind in Unterfranken nicht bekannt.

Gut stimmen auch Frosch's Beobachtungen (mitgeteilt bei Riedel) in der Gegend von Bayreuth mit den meinen überein.

Riedel's Ausführungen von Süddeutschland werden von meinen Untersuchungen nur bestätigt, mit Ausnahme der bereits oben behandelten Bemerkung, daß *C. compressus* bei Würzburg auch über der Spiriferinenbank vorkomme, wie Fischer dies behauptet hat.

Nicht beipflichten kann ich auch der Meinung Fischer's, wenn er schreibt: „Zu entscheiden wäre noch die Frage, warum gerade hier unter diesen ersten Ceratiten des fränkischen Muschelkalks so viele Jugendformen gefunden werden. Vielleicht läßt sich nachweisen, daß die Ceratiten sich erst den bionomischen Verhältnissen des germanischen Muschelkalkmeeres anpassen mußten, und daß bei diesem Kampf ums Dasein relativ viele Individuen frühzeitig zugrunde gegangen sind. Nachdem sich aber die neuen Formen den neuen Verhältnissen angepaßt hatten, konnte die Entwicklung der Ceratiten zu Formen von riesigen Dimensionen stattfinden, wie wir sie in dem letzten Ceratiten des Muschelkalks, dem *Ceratites semipartitus*, vor uns sehen." Denn weder ist das Auftreten von Jugendformen auf die Schichten unter der Spiriferinenbank beschränkt (ich glaube sogar, daß die von Fischer in I gesammelten Jugendformen aus dem Hangenden der Spiriferinenbank stammen), noch ist ihre Zahl im Verhältnis zu den ausgewachsenen Formen besonders groß, wie man nach Fischer meinen könnte. Sowohl in Unterfranken überhaupt, wie im besonderen in dem Steinbruch I tritt die Zahl der Jugendformen, die man im mittleren Hauptmuschelkalk findet, gegen die große Zahl von ausgewachsenen Individuen doch ganz bedeutend zurück. Auch sind es ja gar nicht die ersten Ceratiten des Hauptmuschelkalks, deren Jugendformen wir bei Würzburg in den Höchberger Steinbrüchen begegnen.

Abgeschlossen Würzburg, Dezember 1920.

Über Störungen der Linienabstände und der Linienbreite bei Debyediagrammen.

Von **Assar Hadding.**

Mit 3 Textfiguren.

Bei den röntgenographischen Untersuchungen nach der von Debye und Scherrer vorgeschlagenen Methode macht man eine photographische Aufnahme auf einem um das Präparat gebogenen Filmzylinder. Die Ausmessung des Abstands zwischen den Linien des exponierten Films[1], des Debyediagramms, läßt sich zwar selten mit größerer Präzision machen, aber die berechneten Fehler der Messung selbst sind doch nicht so groß, daß sie auf die Berechnung der Kristallstruktur störend einwirken könnten.

Trotzdem ergibt sich bei der Berechnung der Diagramme, daß die für Gitterkonstanten oder Glanzwinkel erhaltenen Werte nicht die Größenverhältnisse zeigen, die man hätte erwarten können, und die man in vielen Fällen im voraus aus den geometrischen Konstanten des Minerals berechnen kann. Da diese Umstände, soviel ich weiß, bisher nicht berücksichtigt worden sind, will ich sie hier kurz beleuchten. Abgesehen von den Störungen, die von fehlerhaften Messungen oder von Faktoren, die weiter unten besprochen werden, herrühren, zeigen die aus einem Debyediagramm erhaltenen Werte für die Abstände der Linien eine konstante Abweichung von den berechneten. Am besten wird dieses Verhältnis durch einige Beispiele erläutert. In den folgenden Tabellen werden teils die Werte angegeben, die bei Messung der Debyediagramme vom Steinsalz und Pyrit erhalten wurden, teils auch die entsprechenden, durch andere Untersuchungsmethoden erhaltenen Werte.

Betrachten wir die Tabelle über die Pyritlinien, werden wir bald bemerken, daß die bei Messung von den Außenkanten der Linien aus erhaltenen Werte durchweg größer sind als die berechneten. Abgesehen von einigen Unregelmäßigkeiten und ebenso von den fünf untersten Werten, worauf ich weiter unten zurückkomme, ist die Abweichung, die F_2-Werte, durchschnittlich 1,7 mm. Eine Messung an der Mitte der Linien liefert kleinere Werte für 4a als jene andere, diese Werte sind aber fortwährend größer als die berechneten. Die Abweichung, die F_1-Werte, ist, unter demselben Vorbehalt wie oben, für die kleineren Glanzwinkel am größten. Der Unterschied zwischen den aus den beiden Messungen erhaltenen

[1] Unter dem Abstande der Linien verstehe ich hier wie im folgenden den Abstand zwischen zwei von ein und demselben Strahlenkegel herrührenden Linien, d. h. den Abstand zwischen zwei im Verhältnis zu dem direkten Strahl symmetrisch liegenden Linien. Dieser Abstand ist in den Tabellen mit 4a bezeichnet.