

Zur Kenntnis der $g\gamma 3$ -Schichten bei Hlubočep (Prag.)

Von Hugo Storm.

Ausgeführt mit Unterstützung der Deutschen Gesellschaft der Kunst und Wissenschaften für die Tschechoslowakische Republik.

Die Anregung zu dieser Arbeit geht auf den früheren Vorstand des geologischen Institutes der Deutschen Universität in Prag, Herrn Professor F. Wähner zurück. Seinerzeit wurde von ihm Kollege K. Mathe mit ihrer Durchführung betraut. Der Verlust des Gehöres machte eine Fortsetzung des Studiums unmöglich und verhinderte die Fortführung der in den Anfängen steckenden Arbeit. Um einem alten Wunsche Prof. Wähners nachzukommen, ist die Arbeit vom Verfasser zu Ende geführt worden. Von Mathes' Material waren 31 Dünnschliffe, 17 Heftblätter mit Zeichnungen ohne die dazugehörenden Bestimmungen und einige Literaturnotizen über Ovoiden vorhanden. Von dem Aufsammlungsmaterial des Verfassers wurden noch weitere 16 Schliffe angefertigt. Ursprünglicher Zweck der Arbeit war, die $g\gamma 3$ -Schichten in Bezug auf ihren Gehalt an Radiolarien zu untersuchen. Da chemische Präparationsmethoden versagten, wurde zu Dünnschliffen Zuflucht genommen.

Die höchsten Schichtglieder der altpalaeozoischen Ablagerungen im sogenannten Barrandien bilden die h-Schichten, wechsellagernde Tonschiefer, Grauwacken und Sandsteine, die im mittleren Teile quarzitische Form annehmen, mit geringem faunistischen Fossilinhalt, aber umso größeren Pflanzengehalt. Das Liegende dieser Schichten bildet eine Folge von dünnplattigen Kalken mit Hornsteinknollen und zwischengeschalteten dünnen Schieferlagen. In der Literatur führt sie die Bezeichnung $g\gamma 3$. Schon Wähner (28) spricht von Radiolarienhornsteinen. Stanczak (22) schreibt: „Doch kommen auch rundliche organische Überreste vor, die nach der teilweisen Erhaltung der Gitterstruktur als Radiolarien erkannt wurden.“ Nach Vortisch (27) kommt diesen Schichten die Bezeichnung Hornsteinknollenkalk zu.

Die ältesten bekannten Radiolarienreste aus Mittelböhmen beschrieb Rodić (19). Es sind Gitterschalen-Formen, mit Zentralkapsel, eventuell zwei „flügel förmigen Anhängen“, die den Spumellarien angehören. Die Gitterstruktur ist selten erhalten.

Mikropalaeontologischer Teil.

Bei der Bestimmung der einzelnen Radiolarienquerschnitte wurde große Vorsicht geübt, wie sie eben Querschnitten zukommen muß. Eine Speziesbestimmung wurde mit Rücksicht auf

die Ähnlichkeit der Schnitte verschiedener Formen nicht durchgeführt.

Radiolaria.

Legio Spumellaria. Ordo Sphaeroidea.
Familia Liosphaerida. Genus Cenospaera.

Die Gitterstruktur ist deutlich erkennbar. Der Durchmesser beträgt 0,075 mm. Sie entspricht den Abbildungen bei Rüst: Palaeontographica 1885, T. II, Fig. 2, S. 16 (C. pachyderma) und Parona: 1890, Rad. nei noduli selciosi del Calcare giurese di Cittiglio. T. I, Fig. 4. Vorkommen: Schliff No. 1245, 1242, selten.

Stigmosphaera.

Diese Form zeigt den inneren Aufbau von Stigmosphaera, wie sie Rüst in der Palaeontographica Bd. XXXVIII, T. 6, Fig. 11—12 abbildet. Die äußeren Skelettelemente stimmen nicht überein. Der Außenrand unserer Form ist kleinzackig. Die Gitterstruktur ist deutlich erkennbar. Durchmesser der Kugel 0,12 Millimeter. Vorkommen Schliff Nr. 1226, ein Exemplar.

Carposphaera.

Hierher gehört eine besonders schön erhaltene Form, die der Abbildung von H. Fox: Quart. Journal of Geolog. soc. Bd. 49, T. IV, Fig. 2, S. 216 sehr nahekommt. Der Außenrand ist sehr feinzackig, die Zentralkapsel deutlich zu erkennen; von den Radialstäben sind im Schlicke drei zu sehen. Durchmesser der Kugel: 0,16, Zentralkapsel 0,04 mm. Vorkommen: Schliff No. 1226, 1230, 1252, sehr selten.

Familia: Collosphaerida. Genus: Acrosphaera.

Typische Formen, wie sie Rüst zum Beispiel in der Palaeontographica Bd. XXXVIII, T. IX, Fig. 2, 3, S. 140 darstellt. Die Gitterstrukturen sind auch hier gut zu erkennen. Die Durchmesser zweier besonders schöner Exemplare betragen 0,14 mm und 0,35 mm, sind also sehr variabel. Vorkommen: Schliff No. 1234, 1229 und in vielen anderen Schliften in mehr oder weniger gutem Erhaltungszustande; sehr häufig.

Familia Staurosphaerida.

Genus Staurolonche.

Unsere Exemplare unterscheiden sich von der Rüstschenschen Form (Palaeontographica Bd. XXXI, T. IV., Fig. 3) dadurch, daß ihre Strahlen dünner sind. Eine braune bis braunschwarze Ausfüllungsmasse nimmt den Zentralteil ein und setzt sich in die

feinen Kanäle der Strahlen fort. Ganz ähnliche Gebilde belegt Degli Innocenti (4) mit demselben Namen, während Pantanelli (15) diese Form als *Actinomma* bestimmt. Breite des Zentralteiles: 0,05 mm, Länge der Strahlen 0,5 mm, Breite der Strahlen im distalen Teile 0,0075 mm. Vorkommen: Schliff No. 1230 sehr häufig in verschiedenst orientierten Schnitten, im Schliff No. 1252 weniger häufig, sonst sehr selten.

Familia *Astrophærida*. Genus *Haliomma*.

Die gefundenen Schnitte lassen sich gut mit den von Rüst (Palaeontographica Bd. XLV, T. IV, Fig. 1, 2) abgebildeten Formen identifizieren. Durchmesser: 0,21 (Zentralkapsel 0,1) und 0,13 mm. Vorkommen: Schliff No. 1239 zwei Exemplare, Schliff No. 1294 nicht selten.

Actinomma.

Diese Form weist auf die *Actinomma* von Häckel, „Die Radiolarien“, T. XXIII., Fig. 5, S. 441 hin. Die Gitterkugel zeigt in ihrem Schnitte eine sehr gut erhaltene Struktur und wird von drei durchstoßenden, aufeinander senkrecht stehenden Radialstrahlen gestützt. Einer dieser Strahlen wurde im Schliffe quer getroffen und zeigt einen stilettartigen Querschnitt. Kugeldurchmesser 0,09 mm. Vorkommen: Schliff No. 1240, ein Exemplar.

Familia: *Ellipsida*. Genus *Cenellipsis*.

Elliptische Formen mit verschiedenem Breiten-Längenverhältnis lassen sich leicht mit den Rüstschens Abbildungen (Palaeontographica Bd. XXXVIII, T. XV—XVI) identifizieren. Masse: Länge 0,15, Breite 0,11 mm (als Beispiel). Vorkommen: Schliff No. 1225, 1235, sehr selten.

Ellipsoxyphus.

Die Gitterstruktur ist deutlich erhalten. Die Form zeigt elliptischen Querschnitt; in der Richtung der kürzeren Achse sind an beiden Seiten je ein kurzer gedrungener Stachel sichtbar. Stimmt ausgezeichnet mit dem Rüstschens Bilde (Palaeontographica Bd. XLV, T. V, Fig. 1) überein, nur sind hier die Polarstacheln in der Richtung des größeren Durchmessers angebracht. Dieselbe Orientierung der Stachelfortsätze wie an unserem Exemplare sehen wir bei D'Innocenti: Boll. Soc. Geol. Ital., vol. XLVI, T. IX, Fig. 129. Masse: Längerer Durchmesser 0,095 mm, kürzerer Durchmesser 0,08 mm, Polarstachelnlänge 0,035 mm, Dicke der Gitterschale 0,01 mm. Vorkommen: Schliff No. 1231, ein Stück.

Legio Nasselaria. Familia Lithocampida.

Im Verlaufe der Schliffuntersuchungen fielen einige wenige Formen durch ihren Nasselarien-Typ auf. Es waren spitzmützige, kieselige Gebilde, welche gewöhnlich von einer bräunlichen Masse ausgefüllt waren, stellenweise die Gitterstruktur, manchmal auch die Einschnürung, im besten Falle die Beschaffenheit der Mündung erkennen ließen. Eine engere Genus-Bestimmung war daher wenig ratsam. Die Merkmale reichten nicht aus, um die Formen, sei es zu Dictyomitra, sei es zu Eucyrtidium oder Lithocampe zu stellen. Gemessen wurden: Längen 0,1, 0,17 mm, größte Breiten 0,06, 0,11 mm.

Der Erhaltungszustand der Radiolarien.

Jene Fälle, in welchen die Radiolarien ihre ursprüngliche Form erhalten haben, bilden eine verschwindende Minderheit gegenüber den durch äußere Einflüsse veränderten Formen. Ursachen dieser Veränderungen sind einerseits mechanische, andererseits chemische Vorgänge. Zertrümmerungen, Verquetschungen sind sehr häufig. In Schliffen mit massenhaften in das Bitumen lagenweis eingebetteten Spumellarien zeigen diese schichtungsorientierte Deformationen, so, daß die Beanspruchung senkrecht zur Schichtung erfolgte. Zertrümmerungserscheinungen machen sich naturgemäß in den empfindlichsten Teilen, an der Gitterstruktur, bemerkbar. Die amorphe Modifikation der Kieselsäure ist total verloren gegangen; Chalzedon und Quarzsubstanz in den viel selteneren Fällen sind an ihre Stelle getreten. In vielen Schliffen häufen sich helle ungefähr kugelige bis elliptische Flecke von kieseligem Charakter, an denen in den wenigsten Fällen noch die Gitterstruktur zu erkennen ist. Die Wahrscheinlichkeit, daß sie Radiolarien entsprechen, ist aber sehr groß. Anlagerungen von exogener Kieselsäure an die Skelette der Radiolarien sind keine Seltenheit. An anderen Exemplaren wurde ausgelöste Kieselsubstanz durch Kalkspat ersetzt.

Einige Schriffe, besonders solche mit hohem Bitumengehalt überraschten durch lagenweis angehäuften und schichtparallel orientierte Schnitte verschiedenster Fossilien. Foraminiferenquerschnitte sind infolge der gleichen Kammerart bei verschiedenen Arten unbrauchbar. Längsschnitte lassen sich besser verwenden und deuten auf Lagena und Nodosaria.

Skelettelemente der Spongien, ähnlich, wie sie Cayeux (2 a) abbildet, sind in gewissen Schliffen, wie No. 1244, 1300, 1301 verhältnismäßig häufig, als Bruchstücke mit deutlich sichtbarem Kanal, mehr oder weniger unversehrt. Es ist nicht schwer zu erkennen, daß sie dem triaxonen Typus zugehören. Ein besonders schönes Skelettelement gleicht in seinen Proportionen

(Strahlenlänge 1,35—1,5 mm, Durchmesser des Kreuzungsknoten 0,15 mm) ganz dem von Rauff (Palaeontographica Bd. XL, T. IV, Fig. 8, S. 260) unter dem Namen *Pyritonema fasciculus* M'Čoy abgebildeten Form aus dem Ober-Silur (Leptaenakalk von Ormundsberg und Kulsberg) von Schweden. Andere Schriffe enthalten viele Quer-, dagegen selten Längsschnitte von Spongienadeln. Die regelmäßig kreisrunden Schnitte zeigen deutlich den Achsenkanal, der entweder von Kieselsäure oder Detritus anderer Zusammensetzung erfüllt ist. Im allgemeinen konnte festgestellt werden, daß der Durchmesser des Achsenkanals mit dem Gesamtdurchmesser in direkt proportionalem Verhältnis steht.

Wenn das Gesteinsmaterial kalkiger wird, findet man auch Schnitte durch Crinoidenstielglieder, die einzeln oder noch im Stielverband sedimentiert wurden.

Andere Schnittbilder lassen sich gut mit den von Cayeux (2 a) widergegebenen Strukturschnitten von Brachiopoden und Trilobiten vergleichen. Hierher gehören elliptische Schnittformen mit Kalzit tafelförmig im Innern, die nach den Abbildungen von Cayeux als Ostrakoden anzusehen sind.

In den Schriffen No. 1297 und 1298 sind Tentakuliten in den verschiedensten Lagen getroffen worden. Ein besonders gut orientierter Längsschnitt liegt im Schliff No. 1297. Die Gesamtlänge beträgt 3,5 mm, die Breite im obersten Querboden 1 mm, die Länge der tropfenförmigen Embryonalblase 0,3 mm, ihre größte Breite 0,15 mm, die Dicke des obersten Querbodens 0,05 mm, die Dicke der Außenwand im obersten Teile 0,1 mm.

Sedimentpetrographischer Teil.

Eingangs sei um eine Wiederholung von Ergebnissen zu vermeiden auf die Beschreibung von Stanczak hingewiesen. Sie lautet: „Der g_{3γ}-Kalk (jetzt g₃) ist kein so dichter Kalkstein wie der vorige (damit ist der dichte, gebankte Kalkstein im Liegenden gemeint. Der Verf.). Die durchschnittliche Größe der Kalzitkörnchen beträgt 0,07 mm. Die Farbe ist grau, der Bruch ist flachmuschelartig. Im Auflösungsrückstande finden sich tonige Substanz, Muskowit- und etwas chloritisierte Biotit-Schüppchen und Feldspatreste, die dem Oligoklas nahestehen. Sie haben eine stärkere Lichtbrechung als Nelkenöl und verhalten sich optisch (—). Im Rückstande finden sich spärlich Turmalin in winzigen Säulchen, und Zirkon in rundlichen Körnern. Die im Kalke eingelagerten Hornsteine haben nur einen ganz geringen Gehalt an Kalkkarbonat. Der größte Teil besteht aus Chalzedon. Nicht nur die zahlreichen Organismenreste sind mit Chalzedon erfüllt, sondern das ganze Gestein ist damit in höchstem Grade

durchtränkt. Es sind Nester, Adern und abgeplattete Nieren von Chalzedon vorhanden, die vielfach nicht scharf begrenzt sind, sondern in die umgebende kieseligkalkige Masse übergehen. Manche Schliffe aus diesen Hornsteinen sind ganz mit Spongiennadeln erfüllt. Doch kommen auch rundliche organische Überreste vor, die nach der teilweisen Erhaltung der Gitterstruktur als Radiolarien erkannt wurden. Andere Schliffe sind wieder ganz mit rundlichen kleinen Gebilden erfüllt, die auch offenbar Radiolarien darstellen. Es müssen also nach diesen Resten zu schließen, Bildungen recht großer Meerestiefe vorliegen. Die Zwischenlagen der g3γ-Kalke sind ziemlich hart, dünnstief und haben nur eine geringe Mächtigkeit. Sie sind etwas bituminös denn bei Behandlung des gepulverten Materials mit Salpetersäure trat ein Geruch von Schwefelwasserstoff auf. Ihr Kalkgehalt ist gering. Sie bestehen hauptsächlich aus einer erdigen tonigen Masse, Beimengungen von Quarzkörnern, Muskowitschüppchen, Rutil in Körnchen und Nadelchen, Turmalinsäulchen und Anataskriställchen. Außerdem enthalten sie ziemlich viel organische Reste.“

Diesen Ausführungen von W Stanczak seien noch einige Betrachtungen über Auftreten und gegenseitiges Verhalten von CaCO_3 , SiO_2 und Bitumen angeschlossen.

Die meisten Schliffe zeichnen sich durch den mehr oder minder großen Gehalt an Bitumen aus. Von heller bis zur dunkelsten, schwarzbraunen Farbtonung kommt das Bitumen in Flitterform über den ganzen Schliff fein verteilt, Zusammenballungen oder in Lagen schichtparallel angeordnet vor. Eine Tatsache springt bei Durchsicht der Schliffe sofort in die Augen: Je kalkreicher der Schliff, oder die einzelnen Schliffpartien sind, desto mehr tritt das Bitumen zurück. Es gibt Schliffbilder, auf welchen wir ganz deutlich die Grenze zwischen kieseligen und kalkreicheren Teilen feststellen können. Diese Grenze ist auch die Scheidungslinie zwischen bitumenreicheren und -freieren Partien. Die Ursachen des Kieselsäurereichtums sind gehäuftes Vorkommen von Radiolarienskeletten — in bedeutend geringem Maße Spongiennadeln — und die Durchtränkung ganzer Gesteinspartien mit Chalzedon. Für das gegenseitige Verhalten von Bitumen und kieseliger Substanz liefert uns das Schliffmaterial folgende Kombinationen: viel Bitumen + viele Radiolarien; viel Bitumen + Kieselsäure + Radiolarien; viel Bitumen + Kieselsäure + wenig Radiolarien; viel Bitumen + Kieselsäure. (Wobei Kieselsäure anorganisch abgechiedene SiO_2 vorstellt.) Dazu kommt eine seltene fünfte Kombination: wenig Bitumen, Kieselsäure, Radiolarien. Daraus ist zu ersehen, daß die bituminöse Substanz vornehmlich an das Auftreten von SiO_2 gebunden

ist. Tritt das Bitumen mit dichten Radiolarienanhäufungen auf, dann ist es lagenförmig angeordnet und schmiegt sich an die Gitterkörperchen der Radiolarien. In Verbindung mit imprägnierender Kieselsäure finden wir es fein verteilt oder klumpig zusammengeballt, kleinere und größere unregelmäßige Flecken bildend. Es gewinnen also folgende Beziehungen an Wahrscheinlichkeit: Im allgemeinen besteht kein direktes Mengenverhältnis zwischen Radiolarien und organischer Substanz. Diese Ansicht wird noch durch die Feststellungen von Koutek (13) unterstützt, der bei Untersuchung der Lydite aus der Olmützer Gegend (nach Kettner (10) höchstwahrscheinlich oberes Oberdevon) folgende Beziehung fand: wenig kohlige Substanz + viel Radiolarien, viel kohlige Substanz mit genug Radiolarien, kohlige Substanz in Inseln + wenig Radiolarien. Die organischen Substanzen scheinen also vielmehr, wie aus unseren Schlibbildern der Hornsteine zu schließen ist, an die organisch abgeschiedene Kieselsäure gebunden zu sein. Diese kieselige Durchtränkungsmasse ist fast nur Chalzedon. Man müßte sich also vorstellen, daß die in kolloidalem Zustande zum Niederschlag gekommene Kieselsäure die organische Substanz mitgerissen hat. Während in den Hornsteinen das Bitumen mit der kieseligen Substanz eng verknüpft ist, sehen wir in den h-Schichten, die nicht mehr von der Durchtränkung mit Kieselsäure erfaßt wurden, daß sich die organischen Substanzen unabhängig von dem restlichen Sedimentationsmaterial niedergeschlagen haben.

Art und Vorgang der Verkieselung.

Das makroskopische Bild der Hornsteinknollen stellt sich unseren Augen folgendermaßen dar. Es sind Konkretionen von verschiedenster Form, ungefähr ellipsoidische Gebilde mit flacherem oder gewölbteren Querschnitt. Die größeren Ausdehnungen liegen in den Richtungen der Schichtflächen, während die kleineren, die Dickendimensionen, immerhin einen solchen Grad erreichen können, daß die liegenden und hangenden Schieferlagen durchgebogen werden und den Hornsteinknollen angepreßt sind. In den Zwischenlagen selbst treten keine Knollen auf. Vereinigen sich zwei oder mehrere Konkretionen, — aus dem Relief der Schichtflächen läßt sich das Gegeneinanderwachsen, das Vereinigungsbestreben der Knollen feststellen — entstehen die verschiedenartigsten Gebilde mit mehr oder weniger ausgeprägten lemniskatischen Querschnitten. Den zonaren Bau der Knollen kann man sehr gut beobachten, wenn sie angeschnitten und der Verwitterung ausgesetzt sind. Die härteren, silifizierten Lagen treten hervor.

Die kieselige Masse der Radiolarien, ihrer Ausfüllungen und der Imprägnationsmasse, ist Chalzedon. Von der ursprüngli-

chen Opalsubstanz ist nichts mehr zu bemerken. Der Chalzedon ist dort, wo er Hohlräume oder Sprünge ausfüllt, von größerem Charakter, als sonst. Die Fasern sind radialstrahlig, büschelförmig, pfeilerartig angeordnet, oder durch Verkürzung der Längsausdehnung als Flitterchen ausgebildet. Die Umwandlung der Opalmasse ist also noch nicht so weit fortgeschritten, wie zum Beispiel in den algonkischen Lyditen, die Rodič (19) beschrieben hat, und deren kieselige Substanz schon in der Quarzmodifikation vorhanden ist und das ehemalige Chalzedonstadium strukturell noch andeutet. Durch die Umwandlung zu Quarz, der in Körnern in den Lyditen vorliegt, sind natürlich auch die Gitterstrukturen verloren gegangen.

Der CaCO_3 -Gehalt der $g\gamma 3$ -Schichten ist sehr wechselnd. Dies gilt für die Knollenlagen, wie für die zwischengeschalteten dunklen Schiefer. Im allgemeinen sind gewisse Teile der ersten daran reicher, wie Prüfungen im Nordflügel, als auch im Südflügel beim Viadukt ergaben. Dort wie hier gibt es Partien, die von jedem CaCO_3 frei sind. Die Behandlung der Schiffe mit HCl zeigt deutlich dessen Verteilung. Mit der fast vollständigen Auflösung über lagen- oder fleckenweise Herauslösung bis zur totalen Immunität gegen Salzsäure sind alle Mengenverhältnisse zu beobachten.

Das Verhalten von SiO_2 zu CaCO_3 , das heißt ihr Mengenanteil und ihre räumliche Verteilung, Umrißgestaltung, Beschaffenheit der Grenzzonen und Ausscheidungsfolge bieten einige interessante Beobachtungsmöglichkeiten. Zuerst ist einmal eine Verdrängungstendenz der kalkigen Partien durch die Kieselsäure feststellbar. Dafür liefert uns der besonders schön im Längsschnitt getroffene Tentakulit ein Lehrbeispiel. Die Embryonalblase, Röhrenwand und Querböden sind gut erhalten, doch zum Teile von eingedrungener Kieselmasse erfüllt. Ein hergestellter Vergleichsschliff von *Tentaculites coronatus* Sow. aus dem Silur der Bukowina — es wurde gerade dieser verwendet, da er sich infolge seiner relativen Größe zum Schleifen als besonders geeignet erwies — zeigt uns deutlich die Strukturverhältnisse der Röhrenwand und Querböden. Die Schale setzt sich aus einer dichten stärkeren Außenschicht und einer längsgerichteten, aus parallelen Blättern bestehenden, dünneren Innenschicht zusammen. Diese bildet auch die Querböden. Der Vergleich beider Schnitte ergibt, daß die Kieselsäure dort, wo Außen- und Innenschicht, beziehungsweise die zur Querbödenbildung zusammenlaufenden Innenschichten aneinandergrenzen, also an den Flächen geringsten Widerstandes eindrang und den kalkigen Teil ersetzte. Daß eine Kieselimpregnation erfolgte, zeigen auch die mit größeren Chalzedonmassen ausgefüllten Querschnitte der Radiola-

rien. Aber auch an der Umgebungsmasse ist dieser Verdrängungsprozeß zu beobachten. Das reiche Schliffmaterial liefert uns eine Reihe von Beobachtungen. Wir unterscheiden kieselige und kalkige Partien und dort, wo sie aneinandergrenzen, eine Mischzone. Diese Mischzone demonstriert so richtig die Aktivität der die kalkigen Teile ersetzenden Kieselsäure. Sie dringt in die Kalkmasse ein, zerteilt sie, läßt sie zu immer kleiner werdenden Inselchen werden und lockert sie schließlich so auf, daß nur noch winzige von ihr umgebene Flitterchen übrigbleiben. In der Chalzedonmasse schwimmen kleine, wohlausgebildete Kalkspatrhomboeder. Wir beobachten also dieselben Erscheinungen, wie sie A. Winkler beschreibt. Vielleicht wäre der Winklersche Gedankengang geeignet, die Kalkspatrhomboeder in rezemem Radiolarienschlamm (André: Geologie d. Meeresboden) zu erklären. Auf das Auftreten von solchen Rhomboedern in kieseliger Grundmasse verwiesen schon Cayeux, Storz und Wetzel, um nur einige Namen zu nennen. Diese Vorgänge sind im Sinne von Storz (24) als Verkieselung zu bezeichnen.

Es liegt aber auch ein umgekehrter Vorgang vor, denn wir sehen zum Beispiel an manchen Radiolarienquerschnitten, so bei Haliomma an den äußeren Teilen die Kieselsubstanz durch Kalkspat ersetzt, während die inneren Partien noch von Chalzedonmasse, mit Bitumen vermischt, erfüllt sind. Außerdem treten noch Ausfüllungen anderer Schnitte mit tafelig ausgebildetem Kalkspate auf. Er kann aber auch in der Grundmasse schwimmen, wie es Winkler ebenfalls beobachtet hat.

Die Schliffbilder werden oft von Sprüngen in den verschiedensten Richtungen durchsetzt. Die Sprungbildung erfolgt also zu einer Zeit, als das Sediment sich schon in einem einigermaßen festeren Zustande befand. Die Ausheilungsmasse besteht einmal aus Chalzedon, das anderemal aus tafeligem Kalkspat. Mit der kieseligen Ausfüllungsmasse sind wieder Kalkspatrhomboeder verbunden, die meist an die Wände angelagert sind, seltener noch etwas in das Muttergestein eindringen. Die kieseligen Sprünge werden wieder von mit Kalkspat erfüllten dünnen Gängen durch- und stellenweise auch versetzt.

Der Schliff mit der Signatur 1241 zeigt folgendes: Eine vom Schnitt teilweise getroffene Konkretion zeigt von innen nach außen folgenden elliptisch orientierten Schalenbau: 1. Gemenge von Kalkspatkriställchen (vereinzelt), Kalkflitterchen und Kieselmasse; 2. kalkreichere Zone mit eingedrungener Kieselsäure; 3. Kalk von Kieselsubstanz stark aufgelockert; 4. Streifen dichter Kieselmassen mit viel Bitumen; 5. Kalk von SiO_2 durchsetzt. Diese zonare Anordnung scheint ihre Ursache in einem rhythmischen Prozesse zu haben. Wir kommen später noch darauf zurück.

Anschließend seien einige Ansichten über die Entstehung der Hornsteine und den Ablauf jener chemischen Prozesse, die dabei auftreten, gestreift.

Das Umundauf dieses Fragenkomplexes bildet der Zeitpunkt der Abscheidung der Kieselsäure zur Bildung der Konkretionen. Unter diesen lenkten, erklärlicher Weise, besonders die Feuersteine von Rügen die besondere Aufmerksamkeit der Forscher auf sich. Naumann (14) setzt voraus, daß SiO_2 gleichmäßig verteilt im Sediment vorkommt und später herausgelöst und frisch abgesetzt wird. Daß die Entstehung der Feuersteine in das Gebiet der Diagenese gehört, wird auch von Gelehrten der modernen Schule angenommen. So verweist Richardson (18) darauf, daß in England in den gleichem Alter entsprechenden Schichten mit und ohne Feuersteinen der Gehalt an SiO_2 fast der gleiche ist. Anschließend an diese Feststellung ist in der Chemischen Geologie von Behrend und Berg (1) die Mecklenburger Kreide erwähnt, mit gleichmäßig verteilter Kieselsäure, im Gegensatz zur Rügener Feuersteinkreide. Den Gegenpol zu Naumann bildet Hansen (8). Bei ihm stammt die Kieselsäure als Auflösungsprodukt der Skelette und Schalen von Organismen und wurde aus kolloidalem Zustande durch die Meerwassersalze gefällt. Er vertritt also den Standpunkt der primären Ausfällung; so auch Tarr (25), bei dem die Kieselsäure den Flüssen entstammt und von Elektrolyten im Meerwasser ausgefällt und geballt wird, eine Ansicht, die unter anderen in Twenhofels Treatise of Sedimentation 1926 vertreten wird. Auch diese Erklärung fand Gegner. Klähn (11) nimmt für die Feuersteinbildung reiche Zufuhr von dem Kaolinisierungsprozesse (humid-tropisches, resp. humid-subtropisches Klima) entstammender Kieselsäure an und nimmt folglich für einen großen Teil der SiO_2 der Feuersteine anorganogenen Charakter an. Über die Verdrängung von CaCO_3 durch SiO_2 schreibt er (11): „Es spielt nicht nur die Kohlensäure und eventuell Ammoniak eine Rolle, es kommen vor allem auch die bei der Verseifung der Fette und bei dem Abbau der Eiweißstoffe entstehenden Säuren in Betracht. Diese müssen auf die Kalkschale lösend wirken, wobei ebenfalls Kohlensäure entsteht. In die bei der Lösung gebildeten Hohlräume kann dann die Kieselsäure einwandern.“ Die Mecklenburger Kreide bezeichnet er küstenferner Entstehung bei Wasserzufuhr mit geringerem Kieselsäuregehalt. Im Jahre 1929 (11) schreibt er über die Bildung von Kieselknollen in Karbonatgesteinen, daß die Kieselsäure als Verwitterungsprodukt dem Meere zugeführt wird. Bei genügend hoher Konzentration (auch die Verdunstung spielt eine Rolle) wird sie durch die Kationen Ca und Mg ausgeflockt. Die Besiedlung von Organismen

mit kieseligen Schalen- und Skelettelementen hängt von einer dem Optimum entsprechenden SiO_2 -Konzentration ab. Auch Wetzel (30) spricht von einer ausnahmsweis großen Kieselsäurezufuhr durch Flüsse für gewisse Gegenden. Correns (3) nimmt als Optimum der Ausflockung geringe Alkalität der Lösung und für die Herkunft der Kieselsäure Verwitterungslösungen an. G. Silberstein (21) erklärt die „Periodizität der Feuer- und Hornsteinbildung“ mit den Konzentrationsverhältnissen von H_2CO_3 , CO_2 , dann H und HCO_3 , resp. CO_3 , die einen rhythmisch wechselnden Ausfall von SiO_2 und CaCO_3 bewirken. Winkler (31) zieht aus seinen Untersuchungen an mesozoischen Hornsteinen folgende Schlüsse: Die Kieselsäure ist nicht primär auf organischem oder anorganischem Wege ausgefällt worden, sondern hat den Kalk im Verlaufe der Diagenese imprägniert. Diese Imprägnation erfolgte, wie die Bänderung an Hornsteinlinsen zeigt, in rhythmischen Ausfällungen der SiO_2 , die aus den mehr oder minder gleichmäßig verteilten Chalzedonausfällungen der Radiolarien und Foraminiferen stammt. Für die sekundäre Konzentration der Kieselsäure sprechen die subzentrale Lage der Hornsteinbänder- und linsen und deren Form, die den Liesegang'schen Diffusionsfiguren ähneln. Schließlich führten die angestellten Schliiffuntersuchungen zu derselben Erkenntnis. Diese Konzentration erfolgte, so wie die damit verbundene Abfuhr des gelösten Kalkes, in einem „mittleren Stadium der Diagenese“, nachdem „die einzelnen Schichtbänke auch im Hangenden durch die aufgelagerte Mergellage einen Abschluß erfahren hatten“. Der Kieselsäure-Kalziumkarbonataustausch wird mit Hilfe der Rauff'schen Hypothese erklärt. „Dieser Auffassung zufolge beruht die rhythmische Ausfällung der Kieselsäure (Hofbildung, Imprägnationssaum) auf dem Gegeneinanderdiffundieren von neugebildetem Kalksilikat und CO_2 und dem Absatz der SiO_2 in der Reaktionszone beider Stoffe.“ Die Kieselsäure entstammt „aufgelöstem kieseligem Plankton in Form gelatinöser Kieselsäureflocken“, wobei ein gewisser Anteil von direkt dem Meerwasser entzogener Kieselsäure anorganischer Herkunft nicht ausgeschlossen wird.

Die Entstehung unserer Hornsteinknollenkalke von Hlubočep können wir uns also folgendermaßen vorstellen: Die im Verlaufe der Sedimentation niedergeschlagene Kieselsäure ist mehr oder weniger gleichmäßig verteilt, wobei es schon zu Zusammenballungen von kolloidaler SiO_2 in Anlehnung an Organismenreste kommen kann. (Siehe Andréé: Geologie d. Meeresbodens. S. 358.) Für die Herkunft der SiO_2 können wir einmal mit Rücksicht auf die unmittelbar über den γ_3 -Schichten einsetzenden terrigenen Ablagerungen Zufuhr vom Lande annehmen. Soweit

es die spärlichen Kenntnisse über die klimatischen Verhältnisse erlauben, dürfte auch mit dem Freiwerden größerer Mengen von Kieselsäure bei der Verwitterung zu rechnen sein. Es kommen aber auch Auflösungsvorgänge der kieseligen Skeletteile in Betracht. Auffällig ist, daß feingitterige Formen äußerst selten, dagegen derbe Gitterformen, wie *Cenosphaera* oder *Acrosphaera* in gehäufteren Mengen auftreten. Als älteste sekundäre Kieselsäureabscheidung haben wir ähnlich, wie es Winkler tut, die Ausfüllungen der Hohlräume von Radiolarien und anderen Fossilien mit grobem Chalzedon anzusehen. Bei diesem Vorgange wurden die Gitterschalen teilweise oder sogar ganz aufgelöst. Im weiteren Verlauf der Diagenese dürfte der rhythmische Platz-austausch, wie ihn Winkler beschreibt, eingesetzt haben. Für die Auflösungsprozesse des Kalkes sprechen die Kalkspatrhombeder, die sich zu einer Zeit, da die Kieselsäure noch nicht verfestigt war, schon abschieden, da sie in der kieseligen Substanz schwimmen. Für die Auflösung der Kieselsäure und Ausfüllung der entstandenen Hohlräume mit Kalkspat sind die kalkigen Partien bei *Haliomma* beweisend. Als das Sediment schon einigermaßen verfestigt war, wurden die sich bildenden Sprünge von Chalzedon ausgefüllt. Jüngere Risse, als die eben erwähnten, versetzen oder durchkreuzen diese und sind mit Kalkspat verheilt. Daraus dürfen wir mit Berechtigung schließen, daß die letzten Ausscheidungen aus kalkigen Lösungen erfolgten.

Der Zeitpunkt der Entstehung der Hornsteinknollen ist nach unten und oben durch folgende Überlegungen gut fixierbar. Sie waren zu Zeiten der Ablagerung der schiefrigen Zwischenschichten noch nicht vorhanden, da das Sediment der Schiefer sich an den Knollen nicht absetzt, sondern im Gegenteil durch diese so verdrückt wurden, daß sie sich den Formen der Knollen anpassen mußten. Die jüngste Ausscheidung, der Chalzedon der Risse und Sprünge, ist vor Ablagerung der h-Schichten erfolgt, da diese von den Sprüngen nicht mehr betroffen wurden. Die Kalkspatgänge sind ausgeheilte Risse und Sprünge, die durch die Gebirgsbildung entstanden und in den ganzen Schichtserien auftreten.

Die Grenze gegen die hangenden h-Schichten.

Bei Katzer (9) ist der Übergang „manchmal ein ganz allmählicher, indem die Kalkschichten zunächst mit dünnen Schieferschichten wechsellagern, diese letzteren weiterhin mächtiger, jene aber schwächer werden oder sich in Kalklinsen auflösen, welche endlich ausbleiben. An anderen Stellen dagegen ist die Grenze zwischen beiden Stufen eine scharfe“ Wähner (28) sieht ebenfalls den Übergang als Wechsellagerung an. Über die „Radiolarienhornsteine“ schreibt er: „Manchmal treten solche Horn-

steine noch im tiefsten Teile der H-Schiefer auf, die dann jenen Teil von $G_{3\gamma}$ vertreten mögen. Jedenfalls bezeichnen die Radiolarienhornsteine die Grenze zwischen $G_{3\gamma}$ und H und es ist nichts dagegen einzuwenden, wenn man die Übergangsschichten schon zur Stufe H rechnet.“ Woldřich (32) schreibt, daß westlich Kote 232 beim Viadukt ein schöner Aufschluß ist „und man kann daselbst auch den allmählichen Übergang zur Stufe H verfolgen“ Kodym (12) führt an, daß in den h-Schichten keine kalkigen Einlagen und Hornsteine sind.

In dem Eisenbahneinschnitt am Südennde von Hlupočep können wir sehen, daß die gy_3 -Schichten in die h-Schichten nur insofern übergehen, als die dunklen schiefrigen Lagen beiden gemein sind, während die Hornsteinknollen haarscharf abschneiden. Sehr auffällig ist der Gegensatz im Schlibfbilde. Während ein Schlibf, der der obersten Knollenschicht angehört, deutlich die Vorgänge verrät, welche zur Knollenbildung führten und hier die Kieselsäure als Chalzedon vertreten ist, zeigt jeder Schlibf aus dem unmittelbaren Hangenden, daß hier Quarz in Form mehr oder weniger kantiger Körner neben dem Kalkspat, der in Körnern und Täfelchen ausgebildet ist, liegt, ohne daß Spuren eines Stoffaustausches zu beobachten sind. Viel tonige und organische Substanz ist lagenweis angehäuft. Gegen das Hangende nimmt der Quarz zu und der Kalkgehalt ab. Wenn schon dem obersten Drittel der gy -Schichten der Name Hornsteinknollenkalk oder Kalk mit Hornsteinknollen und ähnliches mehr geben wird, dann wird einfacher die Grenze dort gezogen, wo die letzte Hornsteinbank auftritt.

Sind die Hornsteine als Radiolarienhornsteine zu bezeichnen? André (Geol. d. Meeresb.), Twenhofel (26), Walther (29) u. a. schließen sich der Definition des Radiolarienschlammes der Challengerexpedition an, womit bei 20 % Anteil an Radiolarienskeletten die Bezeichnung Radiolarienschlamm einsetzt. Dieser Radiolarienschlamm ist das Ausgangsmaterial für die Radiolarite bzw. Radiolarienhornsteine. Darunter versteht man nach Steinmann (23) ein fast ton- und karbonatfreies Kieselgestein mit angehäuften Radiolarienschalen. Da der Anteil der Radiolarien an der Zusammensetzung des Gesteins in unserem Falle ein geringer ist und das ursprüngliche Mengenverhältnis nicht feststellbar ist, auch in den anderen Punkten die Bedingungen nicht erfüllt sind, kommt der Name Radiolarienhornstein den Hornsteinknollenablagerungen der gy_3 -Schichten zu Unrecht zu. Richtiger ist es, nach dem von Vortisch (27) aufgestellten Schema die Bezeichnung Hornsteinknollenkalk zu verwenden.

Mit dem Vorkommen von Radiolarien verbindet sich unmittelbar die Frage, welche Absatztiefe diesen Sedimenten zukommt. Von der Voraussetzung ausgehend, daß die Radiolarien-

skelette in ihrem Lebensbezirk sedimentiert wurden, wären es keine Tiefseeablagerungen, wofür das bedeutende Überwiegen der Spumellarien und das Fehlen von ausgesprochenen Tiefseeformen sprechen. Abgesehen davon, daß Radiolarien selbst in küstennahen Ablagerungen bis zu 3 % der Gesamtmenge ausmachen können, wissen wir, daß aber auch ausgesprochene Radiolarite in geringeren Absatztiefen entstehen können. J. Walther sieht in den Radiolariten von Oran und Barbados z. B. litorale Planktonbildungen. Die in den Schliften gefundenen Skelettelemente von Hexactinelliden weisen, wenn wir die Ausführungen Dieners (5) über Spongien berücksichtigen, auf die 200-m-Linie, die Grenze von Neritikum und Bathyal hin. Mit Hilfe der Makrofauna lassen sich unsere Schichten schon gar nicht als Tiefseeablagerungen erklären. Betrachten wir das Liegende und das Hangende der Hornsteinknollenkalke, z. B. bei dem Eisenbahneinschnitt und beim unmittelbar benachbarten Viadukt, wo die Grenze nach beiden Seiten hin aufgeschlossen ist, stellen wir folgendes fest: Der Übergang von den dickbankigen $g\gamma_2$ -Kalken zu $g\gamma_3$ erfolgt allmählich durch Wechsellagerung, so daß die Kalkbänkchen immer dünner werden, bis sie ganz verschwinden und die Knollenkalke herrschen. Mit den Knollenkalken setzen auch die schiefrigen Zwischenlagen ein. Gegen h schneiden die Hornsteinknollenkalke scharf ab, während das Zwischenmittel sich in die h-Schiefer fortsetzt, wo es mächtiger wird und später mit festeren Sandsteinbänkchen wechsellagert. Diese Schichtfolge trägt ihrer petrographischen und Fossilführung entsprechend schon den Charakter eines küstennahen Sedimentes. Durch diese Umstände gewinnt die Vorstellung, daß von $g\gamma_2$ bis h ein Abnehmen der Absatztiefe, wobei $g\gamma_3$ das Zwischenglied bildet, erfolgt, stark an Boden. Wir glauben also, nicht fehlzugehen, wenn wir entgegen der Ansicht älterer Autoren, zu dem Schlusse kommen, daß sich der Absatz der $g\gamma_3$ -Schichten ungefähr von der 200-m-Linie aufwärts abgespielt hat und kommen damit Bubnoff (2) am nächsten, welcher die Sedimente tiefneritisch bis bathyal nennt.

Sich auf den Jahn'schen Fund von Stringocephalus Burtini aus den tiefsten Lagen der h-Schichten stützend, kommt Kodym (12) zu dem Schlusse, daß die Mittel-Oberdevongrenze gar nicht hoch über der Basis der Etage h liegt. Daher spielten sich also jene Bewegungen, die zur Verseichung des Meeres führten, im Mitteldevon und unteren Oberdevon ab.

Regionale Bedeutung kommt unseren Hornsteinknollenkalke keine zu. Derartige Verkieselungen sind aus den verschiedensten Horizonten des Mittel- und Oberdevon bekannt.“

Verzeichnis der wichtigsten benützten Literatur.

- (1) Behrend-Berg: Chemische Geologie, Stuttgart, 1927.
 - (2) Bubnoff, v. S.: Geologie von Europa 2. Bd. I. Teil, 1930.
 - (2a) Cayeux, L.: Roches sédimentaires 1916.
 - (3) Correns, C. W.: Jahrb. f. Min. Abt. A. Bd. 52. 1925 und ad 1.
 - (4) Degli Innocenti: Boll. Soc. Geol. Ital. vol. XLVI.
 - (5) Diener, C.: Grundzüge d. Biostratigraphie, Leipzig u. Wien, 1925.
 - (6) Fox, H.: Quart. Journal of Geol. vol. 49.
 - (7) Haeckel, E.: Die Radiolarien, Berlin, 1862.
 - (8) Hansen, H.: ad 1 und ad 31.
 - (9) Katzer, F.: Geologie v. Böhmen, Prag, 1902.
 - (10) Kettner, R.: Věstník stát. geol. ústavu, 1932.
 - (11) Klähn, H.: ad 1.
 N. Jahrb. f. Min. BB. 52, Abt. B.
 N. Jahrb. f. Min. BB. 61, Abt. B.
 - (12) Kodym, O.: Knihovna stát. geol. ústavu, Bd. I, 1921.
 - (13) Koutek, J.: Věstník stát. geol. ústavu, Bd. IX, 1933.
 - (14) Naumann, C. F.: ad 1.
 - (15) Pantanelli: Atti de Lincei Mem. Cl. sc. fis. ser. 3a, vol. 8.
 - (16) Parona: Rad. nei noduli selciosi d. calcare giurese di Cittiglio Boll.
 soc. geol. Ital. Bd. 46.
 - (17) Rauff, H.: Palaeontographica Bd. 40.
 - (18) Richardson: ad 1.
 - (19) Rodič, I.: „Lotos“, Prag, 1931.
 - (20) Rüst: Palaeontographica Bd. XXXI, XXXVIII, XLV.
 - (21) Silberstein, G.: Centralblatt f. Min. u. Geol. Abt. A., 1928.
 - (22) Stanczak, W.: Dissertation unveröff., Prag.
 - (23) Steinmann: Geol. Rundsch., 1925.
 - (24) Storz, M.: Die sek. authigene Kieselsäure 1928.
 - (25) Tarr: ad 1 und ad 26.
 - (26) Twenhofel, W. H.: Treatise on Sedimentation, 1926.
 - (27) Vortisch, W.: Jahrb. d. geol. Bundesanst., Wien, 1930.
 - (28) Wähner, F.: Jahrb. d. k. k. geol. R. A., 1916.
 - (29) Walther, J.: Allgemeine Palaeontologie, 1927.
 - (30) Wetzell, W.: N. Jahrb. f. Min. Bd. 47.
 - (31) Winkler, A.: Tschermaks min. u. petrogr. Mitt. Bd. 38.
 - (32) Woldřich, J.: Jahrb. d. k. k. geol. R. A., 1918.
-

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Lotos - Zeitschrift fuer Naturwissenschaften](#)

Jahr/Year: 1935

Band/Volume: [83](#)

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

Artikel/Article: [Zur Kenntnis der gy3-Schichten bei Hlubocep \(Prag.\) 11-25](#)