

Untersuchungen über Harting'sche Körperchen.

Von

W. v. Nathusius.

Mit Tafel XXVIII.

In CARUS Zoologischem Anzeiger Nr. 252 und 253 von 1887 machte ich schon eine kurze Mittheilung über die sog. HARTING'schen Körperchen und ihre wesentliche Verschiedenheit von organischen Hartgebilden, namentlich gewissen Kalkkörperchen, welche in den sog. Überzügen von Vogeleischaalen vorkommen.

Über letztere bis dahin gänzlich übersehene Strukturen theilte ich Einiges in der zoologischen Sektion der 57. Naturforscherversammlung in Magdeburg 1884 mit (Tagebl. p. 89). Durch LEUCKART wurde dem entgegen in Zweifel gezogen, dass die Kalkkörperchen der Eischalenüberzüge organisirte Gebilde seien und auf die durch HARTING künstlich hergestellten Kalkkörperchen, als mit jenen Gebilden der Vogeleischaalen die größte Übereinstimmung besitzend, verwiesen.

Ähnliche Einwendungen waren mir schon früher von anderer Seite entgegengetreten: ja es hat HARTING selbst in seinen *Recherches de morphologie synthétique* (Sep.-Abdr. aus den *Public. d. Niederländischen Akad. d. Wissenschaften*. Amsterdam, van der Post, 1872) meinen älteren Untersuchungen über die Struktur der Eischalen die Ehre einer Erwähnung erzeigt, und geglaubt, die Eischale wenigstens mit einem Theil der von mir gefundenen Strukturen künstlich dargestellt zu haben (a. a. O. p. 45 ff. Taf. IV, Fig. 4 u. 5).

Schon lange lag es mir an, so interessante Objekte als die sog. HARTING'schen Körperchen einer näheren Untersuchung zu unterziehen, aber es gelang nicht, authentische Objekte zu erlangen. Erst vor zwei Jahren fand ich einige Muße, um einen Theil der HARTING'schen Experimente zu wiederholen, und wiederum sind zwei Jahre vergangen, bis

ich die dabei gemachten Beobachtungen in ihren Einzelheiten für die Veröffentlichung ausarbeiten kann.

Einer so vortrefflichen umfangreichen und mit musterhafter Sorgfalt durchgeführten Arbeit, als die HARTING'schen Recherches de morphologie synthétique sind, in einem kurzen Rückblick gerecht zu werden, ist kaum möglich. Auf einige Punkte muss ich vorweg eingehen, möchte dabei aber nicht verkannt sehen, dass, wo ich zu abweichenden Auffassungen gelange, ich dieselben nur ausspreche in dem vollen Gefühl des Dankes, welchen die Wissenschaft einem Forscher wie HARTING schuldet, und zu welchem ich mich besonders für die Anregung und Belehrung, welche ich seinem klassischen Werk über Mikroskopie von früher her verdanke, bekenne.

Dass so wichtige in die tiefsten Grundlagen wirklich philosophischer Naturbetrachtung gehende Untersuchungen in HARTING's Sinn von Anderen wieder aufgenommen und fortgeführt seien, habe ich nicht auffinden können; auf einige Arbeiten, welche sich mit ihnen mehr oder weniger berühren, komme ich zurück; aber sie scheinen für diejenigen Hypothesen ausgebeutet zu werden, die wir jetzt als monistische bezeichnen. Ob HARTING für diese Hypothesen empfänglich gewesen wäre, muss ich dahingestellt sein lassen. Jedenfalls hebt er (p. 79) scharf die Unterschiede hervor, welche die durch ihn dargestellten Gebilde von Organismen trennen. Er legt die Thatsachen klar und objektiv dar und bemüht sich, streng zu scheiden zwischen dem, was er durch seine Experimente als erwiesen betrachtet, und den mehr hypothetischen Schlussfolgerungen, deren Bedeutung er darauf beschränkt, dass sie zu weiteren Experimenten anregen sollen. Der Schlusssatz der schönen Arbeit geht dahin, dass sich damit dem Forscher ein sehr weites Feld eröffne, auf welchem kaum die ersten Schritte gethan seien.

Die weiteren Schritte haben, so viel mir bekannt, wenn ich von meiner bescheidenen, vor zwei Jahren erfolgten Mittheilung absehe, bis jetzt 17 Jahre auf sich warten lassen. Indess hat man, ganz entgegen dem Sinne HARTING's, seine Untersuchungen als etwas Abgeschlossenes behandelt, und sogar deren Resultate missverständlich dargestellt. Wenn z. B. PAGENSTECHE (Allgem. Zool. Berlin 1875. Bd. I. p. 84) von den Versuchen HARTING's anführt, sie haben ergeben, »dass kohlensaurer Kalk, wenn er bei Gegenwart von Eiweißkörpern aus dem gelösten Zustand in den festen übergeht, Calcosphäriten bildet, kugelig geschichtete Verkalkungen eines, dem Chitin nahestehenden Eiweißkörpers;« so wird dabei übersehen, dass HARTING (p. 58) bestimmt hervorhebt, dass diese chitinähnlichen Eiweißkörper auch da auftraten, wo keine Verbindung mit kohlensaurem Kalk stattgefunden hatte, und

dass HARTING überhaupt von der morphologischen Untersuchung von Niederschlägen kohlen-sauren Kalks ohne Gegenwart von Eiweiß oder sonstigen organischen Verbindungen ausging: dass er dabei häutige Niederschläge erhielt, welche allmählich in Gebilde übergingen, die in kugelig-er Gestalt, in radiärer und geschichteter Struktur vollständig mit den später dargestellten Calcosphäriten übereinstimmten (p. 5, Taf. I, Fig. 1). Der größte, so ohne Gegenwart von organischer Substanz durch Zusatz von kohlen-saurem Kali oder Natron zu einem löslichen Kalksalz erlangte und von HARTING abgebildete Calcosphärit, hatte nur 20 μ Durchmesser, konnte also die feinere Struktur nicht so deutlich zeigen als die später dargestellten bis über 400 μ gehenden.

Um in einem zäheren oder dickflüssigeren Medium langsamere Bildung der Körperchen und dadurch größere Dimensionen derselben zu erreichen, wurde ohne wesentlichen Erfolg Zusatz von Gummi, Kleister etc. versucht; wohl aber trat dieser Erfolg mit thierischen Substanzen, als Eiweiß, Blut, Galle etc. ein. Die eiweißartigen Substanzen gehen wirklich in die Substanz der sich bildenden Körperchen über, haben also auch, abgesehen von der Vergrößerung, einen unbestreitbaren Einfluss auf ihre Beschaffenheit; aber daraus, dass sich Calcosphäriten auch in Abwesenheit organischer Substanz mit derselben charakteristischen Struktur bilden, geht hervor, dass die morphologische Bedeutung der Eiweißstoffe überschätzt wird, wenn man diesen wichtigen Umstand übersieht und dem Gedanken Raum giebt, dass es sich hier um Quasi-Organismen oder um Übergänge in solche handeln könne. HARTING selbst tritt solchen Gedanken in seinen Schlussbemerkungen, wie schon bemerkt, entschieden entgegen.

Calcosphäriten, Conostaten und die scheinbar einen Übergang in eigentliche Krystallformen bildenden Körperchen habe ich in befriedigender Übereinstimmung mit HARTING's Beschreibungen und Abbildungen erhalten. Auf gewisse Abweichungen, sei es in der Beobachtung, sei es in deren Deutung, habe ich zurückzukommen; aber schon hier dürfte der Ort sein, dasjenige Bedenken geltend zu machen, welches ich gegen die Bedeutung eines Theils der HARTING'schen Befunde erheben muss.

Außer den erwähnten Körperchen sind auch Membranen und membranöse Gebilde dargestellt worden. Sie werden auf Taf. II, Fig. 3—12 abgebildet. Das von mir angewendete Verfahren gestattete nicht, diese Membranen anders als in einzelnen Fragmenten zu erhalten, welche indess genügen, um den Nachweis zu führen, dass die erwähnten Abbildungen im Wesentlichen Wahrheit darstellen, welcher Nachweis übrigens bei einem Beobachter wie HARTING kaum erforderlich

war. Wird indess angenommen, dass diese Membranen etwas bei dem angewandten Verfahren neu Entstandenes seien, so kann ich dieses als begründet nicht zugeben. Ich kann nur annehmen, dass es die im Hühnereiweiß schon vorher vorhandenen zarten Membranen sind, welche dadurch, dass sich kohlenaurer Kalk in und auf ihnen niedergeschlagen hat, deutlicher und konsistenter geworden sind.

Die Frage über die Präexistenz dieser Membranen in der Eihülle darf ich hier nicht erörtern. Zur Zeit der HARTING'schen Untersuchungen mochte die MELSENS'sche Meinung, welche sie, wenn durch Mischung des Hühnereiweiß mit Wasser dargestellt, für Kunstprodukte erklärte, noch eine gewisse Geltung haben. Jetzt dürfte ihre Präexistenz eine anerkannte sein, und hiermit harmonirt, dass HARTING nur in den Fällen, wo er das Weiße von Hühnereiern verwendete, membranöse Bildungen darstellen konnte, nicht aber wo Blutserum, Galle etc. angewendet wurden.

Am auffallendsten ist dieses Verkennen des Sachverhältnisses beim Experiment Nr. 7 (p. 13 ff. namentlich p. 19). Es waren in eine Schüssel von 25 cm innerem Durchmesser, welche das Weiße von sieben Hühnereiern enthielt, an den einen Rand Stücke von Chlorcalcium, an den entgegengesetzten eine krystallinische Kruste von Natronbikarbonat gelegt. Auf der Oberfläche bildeten sich Krusten, welche, aus den gewöhnlichen Calcosphäriten und Conostaten bestehend, hier nicht weiter berührt werden sollen. Das Chlorcalciumstück fand sich nach acht Wochen von einem membranösen, nur an einzelnen Stellen etwas Kalkkugelchen enthaltenden, sonst aber kalkfreien Cylinder umgeben, der an den Rändern die Härte des Knorpels an anderen Stellen aber doch eine der Sehnen gleiche Konsistenz, dabei aber auch eine große Widerstandsfähigkeit gegen Kalilösung hatte.

Vergegenwärtigt man sich die Menge der in der Eiweißhülle vorkommenden, wenn auch im Einzelnen zarten Membranen, so ist evident, wie die energische Anziehung des Wassergehaltes der zwischen diesen Membranen befindlichen Flüssigkeit erstere in der Umgebung des Chlorcalciumstücks verdichten und im Lauf der acht Wochen zu einer Masse, wie sie beschrieben wird, vereinigen musste. Von den leichter isolirbaren Eihäuten — Dotterhaut und Schalenhaut — ist bekannt, dass ihr chemisches Verhalten dem des Elastins nahe kommt. So ist dies ein einfacher physikalischer Vorgang, der neben der Bildung der Calcosphäriten hergehend keine Beziehungen zu dieser hat. Um das Natronsalz bildete sich gleichzeitig ein ähnlicher Ring, welcher aber aus brüchigen verkalkten Membranen bestand.

Ein weiteres Studium des Verhaltens dieser Membranen, wenn sie

der Einwirkung von Kalksalzen ausgesetzt werden, kann für die genauere Erkenntnis ihrer Struktur, welche wegen ihrer großen Zartheit und Quellbarkeit schwierig ist, vielleicht von Wichtigkeit werden. Für die sonst hier vorliegenden Fragen glaube ich diese ausscheiden zu können.

Nun zur vermeintlichen Reproduktion der Eischale. In dem 32ten Experiment (p. 45 ff.) wurden sechs Hühnereier, nachdem ihre Schale durch Salzsäure entkalkt war, mittels eines starken Wasserstrahles abgespült und dann drei Tage in eine konzentrierte Chlorcalciumlösung gelegt. Sie wurden dann wieder abgewaschen und in die Lösungen gelegt, welche allmählich das in das Ei eingetretene Kalksalz bei seinem Wiederaustritt niederschlagen sollten. Wir dürfen wohl annehmen, dass diese nicht näher bezeichneten Salze kohlen-saures und etwas phosphorsaures Natron waren.

HARTING giebt gewissenhaft unter Anführung einiger der hierfür allerdings nahe liegenden Gründe an, dass in keinem Fall eine der natürlichen ähnliche Schale entstanden sei; bildet jedoch auf Taf. IV, Fig. 4 B ab, wie sich auf einem Theil der Schalenhaut des einen Eies Calcosphäriten abgesetzt haben, wodurch eine gewisse oberflächliche Ähnlichkeit mit den Bildern entsteht, welche meine tangentialen Schliffe durch die Mammillenendungen von Eischalen zeigen. Dabei giebt er zu, dass die feineren von mir nachgewiesenen Strukturverhältnisse der Eischale fehlen.

H. LANDOIS und R. BLASIVS hatten vor mir die Struktur der Vogeleischalen an entkalkten Schalenstücken studirt. Ihren Resultaten hatte ich mich nach dem, was die Dünnschliffe der Schale ergaben, nicht anschließen können; das steht aber fest, dass die mit Säuren behandelte Schale ein ziemlich voluminöses Substrat hinterlässt. Namentlich bei diesen fest mit der Membrana testae verwachsenen Mammillenendungen ist es ziemlich derb. Auch wenn HARTING das entkalkte Ei mit einem starken Wasserstrahl abgespült hatte, konnte das nach der Entkalkung zurückbleibende Substrat nicht vollständig entfernt sein: am wenigsten die von den Fasern der Membrana testae durchwachsenen Mammillenendungen. Bekannt ist, dass krystallinische Absätze solche günstige Ansatzpunkte bevorzugen, leicht verständlich also, dass sich auch Calcosphäriten da absetzen, wo sich noch Reste von Mammillenendungen vorfinden, und so Bilder entstehen, welche eine gewisse äußere Ähnlichkeit mit Schalenschliffen haben; aber solche äußerliche Ähnlichkeiten werden durch mancherlei Nebenumstände bewirkt, und es ist unzulässig, aus ihnen Analogien zu entnehmen: es ist allein die feinere — die intime Struktur, auf welche es dabei ankommt, und in keinem der hier vorliegenden Fabrikate finde ich auch nur eins der mannigfachen und

interessanten Strukturverhältnisse, welche ich in den Vogeleischalen nachweisen konnte, glaube also die Annahme, dass hier wirkliche Analogien vorliegen, mit Entschiedenheit bestreiten zu können.

So ungern ich diesen kritischen Bemerkungen eine große Ausdehnung gebe, muss doch noch der Versuche, Knorpel-, Knochen- und Sehngewebe zu verkalken, gedacht werden (31stes Experiment p. 41 ff.). Sie sind wohl die am wenigsten gelungenen. Das eigentlich negative Resultat hat nach dem, was jetzt über die Rolle, welche die Osteoblasten bei der Knochenbildung spielen, und über die fibrilläre Struktur des Grundgewebes der Knochen bekannt ist, nichts Überraschendes.

Nach diesem allgemeineren Rückblick, welchen ich einer so hervorragenden Arbeit schuldig war, habe ich noch als mir bekannt gewordene Arbeiten, welche mit der HARTING'schen mehr oder weniger in Beziehung zu bringen sind, die folgenden zu erwähnen:

W. M. ORD, *The influence of colloids upon crystalline form and cohesion*. London 1879. Ein Referat von O. LEHMANN, welches auch die Abbildungen wiedergibt, findet sich in P. GROTH, *Zeitschr. f. Krystallographie und Mineralogie*, Bd. IV, 1880, pag. 619. ORD scheint die HARTING'sche Arbeit nicht gekannt zu haben, in dem Referat wird sie wenigstens nicht erwähnt; aber er gedenkt des von Anderen z. B. RAINEY aufgestellten Satzes, dass Krystalle in ihrer Ausbildung durch Colloidsubstanzen gehindert werden, und zwar um so mehr, je geringer die Löslichkeit der krystallisirenden Substanz, und je größer die Viscosität des Colloids ist. Die Experimente beziehen sich auf die im Urin stattfindenden Niederschläge. Dargestellt sind Harnsäure, harnsaurer Natron, oxalsaurer Kalk und phosphorsaure Magnesia. Als Medien sind Zucker, Gummi, Gelatine und Eiweiß benutzt. Die Darstellungsweise ist im Princip der HARTING'schen ähnlich. Es wurde z. B. eine mit einem Gelatinepfropf geschlossene Röhre in Chlorecaliumlösung gebracht und mit einer Lösung von oxalsaurem Ammoniak gefüllt. Die Abbildungen zeigen nur darin Ähnlichkeiten mit den HARTING'schen, dass Doppelkugeln (Zwillinge von Sphäroiden) und ganz kleine runde Körnchen vorkommen. Koncentrische Schichtung und radiäre Streifung ist nirgends angegeben: leider auch nicht der Maßstab der Abbildungen. Die vorkommenden entschiedenen Krystallformen können selbstverständlich mit den bei den HARTING'schen Experimenten erhaltenen Krystalloiden nicht verglichen werden, da ORD kohlen-sauren Kalk nicht dargestellt hat. Offenbar handelt es sich für ihn wesentlich um Methoden der Harnuntersuchung, wobei allerdings die Modifikation der Krystallformen von Wichtigkeit war. Dass auch andere Salze als kohlen-saurer Kalk unter

dem Einfluss der Colloide Sphäroide bilden, ist beachtungswerth, aber dieser Umstand scheint doch von ORD so wenig verfolgt, dass er hier nicht zu verwerthen ist. Überhaupt liegt das Interesse, welches die HARTING'schen Experimente erregt haben, in anderer Richtung.

Ferner ist die Arbeit von Dr. WILHELM EBSTEIN, Natur und Behandlung der Harnsteine (Wiesbaden, J. F. Bergmann, 1884) nicht mit Stillschweigen zu übergehen. Nach derselben besitzen sämtliche Harnsteine ein »organisches Gerüst«, welches nach Auflösung der Harnsäure resp. der Kalksalze zurückbleibt. Harnsäurekügelchen, welche sich schon in der Niere bilden, sollen »versteinerte« Epithelzellen der Harnwege sein (harnsaurer Infarkt der Niere Neugeborener) und radiale und concentrisch geschichtete Struktur zeigen. Erstere verschwinden nach Auflösung der Harnsäure, sei also krystallinisch, letztere bleibe als Struktur des organischen Gerüsts. Solche Nierensteinchen, aber auch Fremdkörper (Sperma) und katarrhalische Absonderungen können in der Blase die Bildung größerer Blasensteine verursachen, welche ebenfalls ein organisches Gerüst haben, das häufig versteinerte Zellen in großer Zahl einschließt.

Früher schon war ich auf die auffallende Ähnlichkeit, welche einige der EBSTEIN'schen Abbildungen mit Radialschliffen durch Straußeneier zeigen, aufmerksam gemacht, z. B. der Dünnschliff durch einen Oxalatstein Taf. III, Fig. 6a; aber diese Ähnlichkeit ist eine mehr zufällige. Der wesentliche Unterschied ist der, dass in den Harnsteinen, wie angeführt, die radiale Struktur als Ausdruck einer verwirrten Krystallisation bei Entfernung der inkrustirenden Substanz verschwindet, während sie bei der Eischale Ausdruck einer organischen Struktur ist und bei Auflösung der Kalksalze bleibt. Von der feineren Struktur der Eischale, namentlich von den Schalenkörperchen, ist nichts vorhanden; die Ähnlichkeit beschränkt sich also darauf, dass auch in den Harnsteinen wie beim Straußenei concentrische Schichtung vorhanden ist. Diese ist aber ein bei den allerverschiedensten Objekten und auf ganz verschiedenen Ursachen beruhendes Vorkommnis, so dass ich in dieser Beziehung den EBSTEIN'schen Befunden Bedeutung nicht beilegen konnte. Aber gerade in dem, was die Harnsteinstruktur von der der Eischalen unterscheidet, liegt eine Ähnlichkeit mit den HARTING'schen Körperchen. Auch in letzteren glaube ich, wie weiterhin auszuführen ist, gefunden zu haben, dass die radiäre Struktur nur der Ausdruck von Krystallisation ist.

Um die Harnsteine als Analoga der HARTING'schen Körperchen betrachten zu können, würden noch einige Fragen zu erledigen sein, welchen EBSTEIN, da ihm, wie erklärlich, die pathologischen Gesichtspunkte wichtiger als die naturphilosophischen erscheinen mussten, nicht näher

getreten ist. Überhaupt ist aus seiner Arbeit nicht zu ersehen, dass ihm die HARTING'schen Experimente bekannt waren. Abgesehen davon, dass zweifelhaft bleibt, ob die Art der concentrischen Schichtung der der HARTING'schen Körperchen entspricht, scheint es, dass er den Zellen, aus welchen die kleinen Steinchen entstehen und welche die größeren enthalten sollen, einen wesentlichen Einfluss zuschreibt. Würde dieser Einfluss als ein auf der Besonderheit der Zellenform beruhender betrachtet, so läge etwas Anderes als in den HARTING'schen Körperchen vor. Sollten diese Zellen aber lediglich, wie dies ja auch erklärlich wäre, nur das Motiv dafür sein, dass ein krystallinischer Niederschlag dort seine Ansatzstelle findet, wie dies z. B. auch geschah, als HARTING Calcosphäriten auf der entkalkten Schalenhaut des Eies entstehen sah, dann läge die Analogie mit den HARTING'schen Körperchen nahe.

Wie dem auch sei, so handelt es sich bei den Harnsteinen um Gebilde, welche, wenn sie auch innerhalb der Organe des menschlichen Körpers entstehen, zur Ausscheidung bestimmt sind, nicht aber, wenigstens für eine gewisse Zeit, dem Organismus wirklich zugehören sollen. In letzterem erst würde das Interesse liegen.

Endlich habe ich noch eines Vortrages zu erwähnen, welchen G. STEINMANN in der Sitzung vom 15. Mai 1889 der Naturforschenden Gesellschaft zu Freiburg i. B. über Schalen und Kalksteinbildung gehalten hat. Ein Bericht über denselben ist in Bd. IV, H. 5 der Berichte jener Gesellschaft veröffentlicht.

STEINMANN theilt als »bisher noch nicht beachtete Eigenschaft der Eiweißsubstanz« mit, dass sie auch ohne Zusatz von kohlensaurem Alkali Kalkkarbonat aus anderen Kalksalzen fälle. Das Wesentliche ist so kurz mitgetheilt und enthält so Auffallendes, dass ich vorziehe, wörtlich zu citiren: »Bringt man auf einen Objektträger einen Tropfen klaren, geruchlosen, aber schwach alkalisch reagirenden Eiweißes (aus einem Hühnerei entnommen) mit etwas concentrirter Chlorcalciumlösung oder mit Krystallen dieser Substanz zusammen, so scheiden sich sehr bald (nach 5—15 Minuten) zahlreiche kugelige Körper aus, welche eine Trübung der vorher klaren Flüssigkeit hervorrufen. Dieselben zeigen zwischen gekreuzten Nicols das schwarze Kreuz und häufig auch die Farbenringe einachsiger Sphärokrystalle mit negativem optischen Charakter, lösen sich in verdünnten Säuren unter Brausen auf und hinterlassen einen organischen Rückstand von gleicher Gestalt. Der Niederschlag erfolgt je nach der Concentration der Chlorcalciumlösung mehr oder minder rasch und reichlich. Wird der Versuch in größerem Maßstabe und mit verdünnter Chlorcalciumlösung angestellt, so bilden sich außer den regelmäßigen kugeligen ‚Calcosphäriten‘ (HARTING) Zwi-

lings- oder Viellingskörper, ‚Conostaten‘ (HARTING), feste Krusten oder größere Kugeln, die durch Zusammentreten der Calcosphäriten entstehen. Das Innere der größeren Kugeln wird nicht selten von einer Luftblase eingenommen. Die Eiweißsubstanz nimmt dabei den Charakter des Conchyolin an, sie wird weiß und fast ganz unlöslich in Alkalien wie in Säuren; nach längerem Stehen in mehrfach erneutem Wasser färbt sie sich bräunlich, wie die Conchyolinmassen, welche die unbeschalteten Körpertheile vieler Mollusken überziehen. Kurz es entstehen auf diese Weise dieselben Produkte, wie sie HARTING unter Zusatz von kohlensauren Alkalien erhielt.«

Weiterhin ergibt sich, dass es sich um die Einwirkung des durch Zersetzung des Eiweiß entstehenden kohlensauren Ammoniaks handle. Dass bei dieser Zersetzung, wie angeführt wird, Mikroorganismen eine Rolle spielen, ist eigentlich selbstverständlich. So hätten wir das einfache, zwar nicht überraschende, aber immerhin zu vermerkende Resultat, dass bei der Entstehung HARTING'scher Körperchen kohlensaures Ammoniak die anderen Alkalien ersetzen kann. Als eine »bisher nicht beachtete Eigenschaft der Eiweißsubstanz« wird dies wohl nicht zu betrachten sein.

Berichte über mündliche Vorträge müssen vorsichtig beurtheilt werden; indess ergibt der Heftumschlag, dass STEINMANN Mitglied der Redaktionskommission, das Veröffentlichte also als eine korrekte Wiedergabe zu betrachten ist. Dann muss ich als auffallend Einiges hervorheben:

1) Frisches Hühnereiweiß ist nicht tropfbar. Der Zersetzungsprocess muss schon ziemlich weit vorgeschritten sein, wenn sich seine Membranen verflüssigt haben. Dann ist allerdings auch ein größerer Gehalt an kohlensaurem Ammoniak zu erwarten.

2) Die Bildung von Calcosphäriten etc. schon nach 5—15 Minuten ist gänzlich neu, deshalb sehr zu bedauern, dass die Größenangabe der so gebildeten fehlt.

3) Unrichtig ist, dass HARTING die Zwillingskörper als Conostaten bezeichnet. Letzteres sind die halbkugligen in einen Trichter auslaufenden Schwimmkörperchen. Auf ein sorgfältiges Studium der HARTING'schen Arbeit lässt dies nicht schließen.

4) Neu ist ferner, dass das Innere der größeren Kugeln nicht selten von einer Luftblase eingenommen werde. Allerdings erwähnt HARTING p. 44 und bildet Pl. III, Fig. 3b, b ab, dass ganz kleine Körperchen ein sehr kleines, stark lichtbrechendes Kernchen enthalten können, welches vielleicht von der Entwicklung eines Bläschens von Kohlensäure herrühren könnte. Auch ich habe in Fig. 3g ein solches Körper-

chen abgebildet, das nur ca. 4μ Durchmesser hat; sein ganz schwach lichtbrechendes Kernchen wenig über 1μ . Bei solchen Dimensionen ist nicht zu entscheiden ob es sich um einen Luftraum oder einen mit einer anderen schwach lichtbrechenden Substanz ausgefüllten Hohlraum handelt. Bei größeren Kugeln ist mir nie Etwas entgegengetreten, was auf eine centrale Luftblase gedeutet werden könnte: auch die HARTING'schen Abbildungen ergeben dergleichen nicht.

5) Es war keine Veranlassung, statt der von HARTING eingeführten Bezeichnung *Calcoglobulin* für die noch einigermaßen hypothetische Albuminmodifikation, welche durch die Verbindung mit dem kohlen-sauren Kalk, aber auch schon durch den Kontakt mit Chlorcalcium entstehen soll, den Ausdruck »Conchyolin« zu gebrauchen. Dass ich letztere für die präexistirenden Eiweißmembranen halten muss, ist schon erwähnt.

Über die feinere Struktur der erhaltenen Produkte erwähnt STEINMANN nichts. Es ist zu bedauern, dass dem gegenüber bei dem Fehlen von Zeichnungen und dem gänzlichen Unterlassen irgend welcher Dimensionsangaben man Manchem mit gewissen Zweifeln gegenübersteht. Vielleicht hätte meine im Zool. Anz. v. 1887, Nr. 252 u. 253 erfolgte Publikation, wenn STEINMANN dieselbe gekannt hätte, Veranlassung sein können, etwas tiefer in den Gegenstand einzudringen.

Leider weiß ich bei dieser Sachlage seine Andeutungen nicht zu verwerthen, wollte sie aber doch erwähnen. Eben so wenig kann ich auf die Meinungen eingehen, welche er über die Bildung der Molluskenschalen äußert. Sie knüpfen zu wenig an Thatsachen an.

Auf die fernere Meinung über die Entstehung der marinen Kalksteine und Dolomite als Niederschlag aus löslichen Kalksalzen durch kohlen-saures Ammoniak, welches sich aus der Zersetzung thierischer Organismen entwickelt habe, gehe ich nicht ein, da dies gänzlich von meinem Thema abführen würde. Ich darf nun zu den Resultaten meiner eigenen Versuche übergehen.

In ein parallelpipedisches Glasgefäß von 20 cm Länge und 4,5 cm Breite wurde das Weiße von zwei frischen Hühnereiern gethan und oberflächlich zerrührt. In dieses wurde an der einen schmalen Seite getrocknetes Chlorcalcium, an der anderen schmalen Seite Natronbikarbonat, beides in gröblicher Zerkleinerung und in weißes Fließpapier einfach eingeschlagen, gebracht.

Ein nach acht Tagen entnommenes Pröbchen enthielt schon ziemlich große — bis 35μ Durchmesser — Calcosphäriten, aber mit höckeriger Oberfläche: auch eine große Zahl kleiner, bis unter 5μ heruntergehender Körperchen. Letztere nur selten mit erkennbarer Schichtung:

Alles durch die nicht abgewaschenen Eiweißmembranen in einem gewissen Zusammenhang.

Nach vierzehn Tagen vom Beginn des Experimentes wurde wieder ein Probestück von der sich in der Nähe des Chlorcalciums ansetzenden Masse entnommen, oberflächlich mit destillirtem Wasser abgewaschen und mit Goldchlorid gefärbt. Auf das Resultat komme ich zurück.

Stückchen der Kruste, die sich auf der Oberfläche gebildet hatten, waren schon einige Tage vorher entnommen. Schon jetzt bemerke ich, dass sie wesentlich aus eigenthümlichen halbkugeligen, in einen Becher auslaufenden Körperchen bestanden, welche HARTING als Conostaten bezeichnet hat. Sie waren aber noch wenig entwickelt, von nur ca. 26μ Durchmesser, bildeten keine zusammenhängende Kruste, sondern ließen erhebliche Lücken, welche durch eine in Goldchlorid sich schnell und stark in Purpur färbenden Membran ausgefüllt waren.

Endlich wurde nach 17 Tagen vom Beginn des Versuchs derselbe beendet. Der ganze Inhalt des Gefäßes wurde thunlichst in vier Theile fraktionirt.

1) Die schwimmenden Krusten, mit großen, vollständig entwickelten Conostaten. Der Kürze halber werde ich diese weiterhin mit α bezeichnen.

2) Die am Chlorcalcium abgesetzte Masse. Es ergibt sich, dass diese der bei Weitem größte Theil des ganzen Produktes ist. Ich bezeichne dieselbe mit β .

3) Die übrige Flüssigkeit nach Entfernung einer voluminösen, noch im Zusammenhang befindlichen Eiweißmasse, aus welcher sich nach der nun zu beschreibenden Behandlung nur ein sehr geringes Produkt ergab. Ich werde dasselbe mit γ bezeichnen.

HARTING schreibt vor, die Produkte, bevor sie getrocknet in Kanadabalsam gelegt werden, mit viel Wasser zu behandeln, um sie »so viel als möglich« von dem anhängenden Eiweiß oder anderen organischen Substanzen zu befreien. Vielleicht habe ich dies zu buchstäblich genommen. Da sich das Weiße der Hühnereier auch nach mehrtägiger Einwirkung von Wasser nicht eigentlich löst, sondern eine zusammenhängende Masse bleibt, habe ich die zu reinigenden Produkte β und γ nach Zusatz von Wasser gründlich mit einem Borstenpinsel bearbeitet und wiederholt mit frischem Wasser übergossen und dekantirt, bis die Flüssigkeit nicht mehr schäumte, und das Eiweiß vollständig entfernt war. Natürlich wurde α , um den Zusammenhang der Krusten nicht zu sehr zu zerstören, nur vorsichtig mit Wasser abgewaschen.

4) Auf dem Grunde des Gefäßes befand sich ein so fest adhären-

render Bodensatz, dass er durch Behandlung mit dem Borstenpinsel gewonnen werden musste. Ich bezeichne ihn mit δ .

Bevor ich zur Beschreibung der gewonnenen Produkte übergehe, will ich ein zweites Experiment erwähnen. Einer der von HARTING gegebenen Vorschriften ungefähr entsprechend, wurde in eine weithalsige Flasche mit eingeriebenem Stöpsel das Weiße eines Hühnereies gebracht, und ein gleiches Volum konzentrierter Lösung von Chlorcalcium zugesetzt. Diese sollten »gemischt« werden (vgl. a. a. O. Experiment 4 und 2 p. 10 u. 11). Eine Mischung war auch durch anhaltendes starkes Schütteln nicht zu bewirken. Die Eiweißhülle ist eben keine Flüssigkeit, die sich mit anderen Flüssigkeiten mischen ließe, sondern ein komplexes, aus Membranen, deren Maschen allerdings Flüssigkeit enthalten, bestehendes Gewebe. Das Eiweiß blieb als eine zusammenhängende Masse auf der Chlorcalciumlösung schwimmend. Es wurde nun gründlich mit der Schere zerschnitten, und dadurch eine theilweise Mischung erzielt. Einzelne Eiweißklümpchen fielen aus derselben noch zu Boden.

Es wurde nun getrocknetes, gröblich zerkleinertes Natronbikarbonat in weißes Fließpapier eingeschlagen in die Flüssigkeit gebracht, in welche sich diese Kapsel ziemlich tief einsenkte. Die Flasche wurde mit dem Stöpsel fest verschlossen. Auf der Oberfläche zeigten sich nach einiger Zeit Membranen, welche allmählich zu Boden fielen. Nach drei Wochen begann Schimmelbildung. Der Versuch wurde abgebrochen, und der Inhalt der Flasche fraktionirt und mit Wasser behandelt. Überall zeigten sich Fetzen von Membranen, dicht mit Körnchen von $\frac{1}{2}$ — $\frac{1}{3}$ μ Größe besetzt: nirgends größere Calcosphäriten.

Diesen somit misslungenen Versuch habe ich nur erwähnt, weil er auf die Rolle hinweist, welche das Eiweiß beim Gelingen des Versuchs spielt. Der HARTING'sche Ausdruck »Mischen« ist wohl ein missverständlicher. Wäre die Mischung des Eiweiß mit der Chlorcalciumlösung nicht durch das Zerschneiden des ersteren erzwungen und die Kapsel mit dem Natronbikarbonat auf die Eiweißmasse gelegt, so wäre der Zweck: die Verlangsamung der Berührung beider Salze, vermuthlich erreicht worden.

Ich gehe zur Beschreibung der erlangten Calcosphäriten über, wobei es sich wesentlich um Erläuterung der Abbildungen handelt, die, wo Anderes nicht angegeben, sämmtlich nach in Kanadabalsam liegenden Objekten bei durchfallendem Licht entworfen sind. Bei deren Herstellung konnte leider nicht durchgehend derselbe Maßstab gewählt werden. Bei complicirtem Bau kleinerer Objekte muss die Zeichnung, um deutlich zu sein, in stärkerer Vergrößerung, als der angewendeten,

ausgeführt werden. Was sich z. B. bei 600facher Vergrößerung auf 25 cm Sehweite ganz gut beobachten lässt, gestattet die Technik der Zeichnung erst bei 1200facher Vergrößerung in derselben genau darzustellen. Die größeren Objekte aber, deren Durchmesser bis über 200 μ geht, in so großem Maßstabe zu zeichnen, würde kaum ausführbar gewesen sein. Um die Größenverhältnisse etwas übersichtlicher zu machen, und das ermüdende Nachschlagen in der Figurenerklärung zu beschränken, sind deshalb neben den Figuren die wirklichen Größen und der Maßstab der Zeichnung angegeben.

Was die farbigen Figuren betrifft, so war bei Wiederholung der HARTING'schen Experimente mein ursprüngliches Ziel, die Produkte der Färbung mit Goldchlorid und anderen Färbemitteln zu unterwerfen, um die Resultate mit denjenigen zu vergleichen, welche sich bei den Eischalentüberzügen ergeben hatten. Letztere gingen, wie ich hier kurz bemerke, dahin, dass Goldchlorid in die Überzugskörperchen schnell eindrang, ihren Mittelpunkt und ihre inneren Schichten lebhaft färbte und dort gewisse Strukturverhältnisse bloßlegte, während die äußeren Schichten entweder ganz farblos oder verhältnismäßig schwach gefärbt blieben, woraus ich schloss, dass eine eigenthümliche, auf Organisation beruhende Verbindung der Kalksalze mit der thierischen Substanz bestehen müsse, welche die chemische Aktion des kohlensauren Kalks wesentlich modificire. Die Färbung durch eine wässrige Lösung von Methylgrün war eine zweifelhafte, jedenfalls schwache. Die HARTING'schen Körperchen färben sich dagegen in Methylgrün in blau oder violett stark, aber in so fern unregelmäßig, als in demselben Präparat ungefärbte neben stark gefärbten Körperchen bleiben.

Zur Goldfärbung ist gewöhnlich eine wässrige Lösung von säurefreiem Goldchlorid, die circa $\frac{1}{1000}$ Gold enthielt, angewendet. Die Länge der Einwirkung ist entscheidender als geringe Unterschiede im Goldgehalt. Man erkennt die genügende Einwirkung schon an der Gelbfärbung. Auch Goldchlorid-Natrium ist mit gutem Erfolg verwendet. Die Purpurfärbung scheint später einzutreten, aber schöner zu werden. Auch ist es bequemer, da man es in Krystallform in den Apotheken erhält, also den Goldgehalt der zu verwendenden Flüssigkeit leicht regeln kann. Indess habe ich als Regel Goldchlorid angewendet, da dieses bei den Eischalentüberzügen geschehen war, und es auf die Identität des Verfahrens ankam.

Wesentlich handelte es sich darum, festzustellen ob und wie die Goldfärbung auch in das Innere der HARTING'schen Körperchen eindringe. Die Oberfläche färbt sich fast immer, und ist die Färbung intensiv, so ist es schwer zu beurtheilen, ob sie auch in das Innere

gedrungen ist, wo sich häufig ein dunkler Kern befindet, z. B. wie bei Fig. 13 *a*. Um dieses zu entscheiden, habe ich dasselbe Objekt gleichmäßig von unten und oben beleuchtet. Dies Verfahren, welches das Hell und Dunkel der Refraktionseffekte eliminirt, ist sehr geeignet, um auch feinere Färbungen deutlich erkennen zu lassen, und in CABANIS' Journ. für Ornithologie, Jahrg. XXX, Nr. 159, Juli 1882 und meinen Untersuchungen von Eischalen ausführlich beschrieben. Neben Fig. 13 *a* ist derselbe Calcosphärit unter *b* in dieser Beleuchtung abgebildet. Die gleichmäßige, nur am Rande stärker erscheinende Farbe zeigt, dass das Innere wenigstens nicht stärker gefärbt ist.

Die deutlichsten Resultate ergeben sich, wenn ein Portiönchen vorher recht stark bis überstark gefärbter Körperchen fein zertrümmert wird, was durch Zerdrücken in einem Agatschälchen leicht geschieht. Werden sie nun in Kanadabalsam gelegt, so zeigen sich einzelne so feine Splitter von passender Form, dass sie deutlich erkennen lassen, wie nur eine äußere Schicht stark gefärbt ist, und eine nur schwache Färbung zuweilen in geringem Maße in das Innere eindringt (Fig. 15, 16 und 17).

Der Versuch, innere Strukturverhältnisse dadurch hervortreten zu lassen, dass Körperchen, nachdem sie zertrümmert waren, mit Goldchlorid behandelt wurden, misslang. Die Bruchflächen färbten sich schwach und gleichmäßig, wie dies auch bei Marmorsplintern und Kreidestückchen oberflächlich eintritt, wenn sie mit säurefreiem Goldchlorid behandelt werden. Danach ist anzunehmen, dass bei den von mir dargestellten Körperchen der äußeren sich so stark färbenden Schicht ähnliche im Inneren nicht vorkommen.

Schon Fig. 16 *b* lässt erkennen, dass diese stark gefärbte Außenschicht nicht starr ist, sondern gewissermaßen eine biegsame Membran darstellen kann. Dies zeigt Fig. 25 und 26 noch bestimmter. Sie stellen vergoldete Körperchen dar, welche mit schwacher Kalilauge mäßig erhitzt und dann in Wasser beobachtet sind. Es hat sich eine Schicht, welche man doch nur als eine Membran bezeichnen kann, stark gequollen abgehoben. Leider sind solche Präparate in Glycerin nicht zu konserviren, da darin die Membran wieder zusammenschrumpft.

Schon früher wurde erwähnt, dass ich 14 Tage nach Beginn des Versuchs eine Probe entnommen, diese nur flüchtig mit destillirtem Wasser abgewaschen und dann mit Gold gefärbt hatte. Hier zeigen sich auch nach dem Einlegen in Kanadabalsam (Fig. 18) vielfach membranöse oder faserige Anhänge an den Calcosphäriten, welche ich für aus den ursprünglich vorhandenen Eiweißmembranen entstanden halte. Vergleich mit Fig. 16 *b* legt wenigstens die Frage nahe: ob bei fort-

schreitender Entwicklung dieser kleinen Körperchen jene sie theilweise bekleidenden Membranen Theile derselben werden, und so zu der concentrischen Schichtung beitragen könnten? Ich möchte diese Frage verneinen, weil erstens ich mir einen Vorgang, durch welchen sich auf diese Weise geschlossene concentrische Schichten bilden könnten, nicht vorstellen kann, zweitens HARTING aus Galle, also einer membranfreien Flüssigkeit, Calcosphäriten mit derselben Schichtung erhielt (Taf. III, Fig. 7), als er sie aus Eiweiß abbildet (Taf. I, Fig. 4).

Wie meine Zeichnungen ergeben, weichen diese allerdings in der Darstellung der Schichtung wesentlich von den HARTING'schen, namentlich dem großen Calcosphärit *a* der eben erwähnten Figur, ab. Wo ich Schichtung sehe, finde ich stets, dass diese darin besteht, dass die Schichten verschiedene Brechungsindices haben und sich hierdurch, selten durch scharfe Linien abgrenzen. Die HARTING'schen Zeichnungen machen dagegen den Eindruck, als ob eine gleichartige Masse durch *Solutio continuis* in concentrische Kapseln gesondert sei. Dem entspricht auch der Text wenigstens theilweise p. 43 am Schluss: »*Quelque fois ces couches ont des contours bien circonscrits (a), comme s'il y-avait une veritable interruption dans la substance, mais souvent elles ne se distinguent que par une légère difference dans la refraction de la lumière transmise, sans être bordées par des contours distincts (t).*«

Leider kann ich *t* (Taf. I, Fig. 4) nicht auffinden, also nicht beurtheilen, wie in den HARTING'schen Abbildungen diese Verschiedenheit der Brechungsindices dargestellt ist. Bei den meinigen ist es der Natur entsprechend durch helleren und dunkleren Ton geschehen und, wo dies nicht ausdrücklich anders bemerkt ist, bei hoher Einstellung gezeichnet, denn es darf nicht vergessen werden, dass die bei hoher Einstellung heller erscheinenden stark lichtbrechenden Schichten bei tiefer Einstellung die dunkleren werden und umgekehrt. Die Technik der Zeichnung gestattet leider nicht, diese Abtönung in derjenigen Zartheit darzustellen, welche sie in der Natur besitzt. Der Deutlichkeit halber müssen die tieferen Töne dunkler wiedergegeben werden, als sie bei guter Beleuchtung in der Natur sind. Ich glaube nicht, dass meine Präparate sich wesentlich von den HARTING'schen in dieser Beziehung unterscheiden, da sie sonst fast bis in die kleinsten Einzelheiten übereinstimmen. Die schärfere Abgrenzung der Schichten, und dass ich niemals eine so große Zahl derselben (25, 30 und noch mehr) erhielt, mag ja besondere Gründe haben. Noch wichtiger ist mir aber folgende Differenz. HARTING zeichnet die radiäre Streifung so, dass zarte gerade Linien ununterbrochen von der Peripherie nach dem Centrum laufen und nirgends durch die Schichtung unterbrochen werden, und der Text

p. 14 und 50 spricht aus, dass es sich um eine Vereinigung von Pyramiden handle, die um ein gemeinsames Centrum gruppiert seien. Dieses werde bestätigt durch die Erscheinung kleiner polygonaler Feldchen auf der Oberfläche einiger Calcosphäriten: abgebildet Taf. III, Fig. 2. Das Fehlen der radiären Streifung bei den kleinen Calcosphäriten beweise nicht, dass deren Struktur homogen und amorph sei. Die Prismen seien dort nur äußerst dünn, namentlich im Mittelpunkt, und deshalb auch bei der stärksten Vergrößerung nicht zu erkennen. Um Krystallisation handle es sich hierbei nicht.

Hiergegen habe ich Mancherlei zu bemerken. Erstens sehe ich die radiäre Streifung schon mit so schwachen Objektiven als C von ZEISS. Dann habe ich niemals diese vom Centrum zur Peripherie durchgehenden Linien mit pyramidalen Zwischenräumen auch mit den stärksten Objektiven verfolgen können. Es ist entweder eine feine Strichelung, welche im Allgemeinen radiär gerichtet ist und gegen die Peripherie eben so eng steht, als gegen das Centrum, oder es sind gröbere und längere, aber keineswegs geradlinig verlaufende Streifen. Es giebt Fälle, wo in ziemlich kleinen, übrigens homogen erscheinenden Calcosphäriten vom Centrum aus bis nicht ganz an die Peripherie stark von der radialen Richtung abweichend einige, z. B. vier Fasern verlaufen, welche stärker lichtbrechend als die Grundsubstanz sind, also nur als der Anfang einer Krystallisation gedeutet werden können.

Wären in den kleinen Körperchen die vermeintlichen Prismengrenzungen nur wegen der Dünne der Prismen nicht sichtbar, so müsste dies eben so im Centrum der größeren und mittleren Körper der Fall sein; aber gerade bei letzteren ist, meist vom Centrum ausgehend, die radiäre Streifung dort deutlicher als an der Peripherie, falls nicht, wie zuweilen, ein dunkler Kern vorhanden ist.

Die auf HARTING'S Taf. III, Fig. 2 abgebildete Felderung der Oberfläche habe ich so nie gefunden. Sie mag vorkommen, da rauhe, höckerige Oberfläche etwas Häufiges ist und dieses sich je nach der Größe der Höckerchen und der Regelmäßigkeit, mit welcher sie die Oberfläche besetzen, in der verschiedensten Weise geltend machen kann. Ich habe sie stets unregelmäßiger und gröber gesehen. Dagegen ist das in Fig. 19 abgebildete Vorkommen häufig: dass nämlich beim allmählichen Heben des Tubus auf dem Scheitel des Körperchens eine deutliche und ziemlich regelmäßige helle Punktirung auf dunkelm Grunde erscheint, welche bei weiterer Hebung dunkel auf hellem Grunde steht (Fig. 19 B) und auf Grübchen zu deuten wäre, wenn nicht die sich im Profil zeigende Glätte der Oberfläche diese Deutung ausschliesse. Es müssen also schwächer lichtbrechende Körnchen oder Prismen sein.

Diese wären, wie in der Zeichnung von *A* angedeutet, in der äußeren Schicht enthalten; da letztere aber kaum $3\ \mu$ dick ist, dort nicht mit Sicherheit zu entscheiden, welches von Beiden vorliegt. Bei Calcosphäriten, welche diese charakteristische äußere Schicht besitzen, ist diese Punktirung als Regel nachweisbar; indess kommen auch Fälle vor, wo ohne dass diese dünne Schicht abgegrenzt ist, die Peripherie ein ähnliches Bild zeigt (Fig. 49 *C*), so dass eine gewisse Beziehung zu der allgemeineren radiären Streifung kaum zurückzuweisen ist, und dieselbe Punktirung, wie sie bei *B* gezeichnet ist, bei Einstellung auf den Scheitel des Körperchens hervortritt. Ohne diese Bilder deuten zu können, musste ich sie doch erwähnen, zumal sie einer als Regel anzunehmenden Felderung der Oberfläche direkt entgegenstehen. Allerdings spricht auch HARTING p. 44 von kleinen Prismen der äußeren Schicht, welche den radiären Fasern entsprechen und das Irisiren veranlassen sollen. Solche würden aber den Lichteffect von Höckern und nicht von Grübchen machen.

Dass es sich bei der radiären Streifung der Calcosphäriten in der That um Krystallisation handelt, dürfte aus Folgendem noch bestimmter hervorgehen.

Ein Portiönchen, aus den verschiedenen beim Hauptversuch gewonnenen Produkten zusammengesetzt, wurde im Platintiegel mit starker Kalilauge gekocht, und der Wasserverlust von Zeit zu Zeit ersetzt. Nach einer halben Stunde wurde die Lauge abgegossen und destillirtes Wasser zugesetzt, um den Rückstand auszuwaschen. Die Einwirkung des Kali zu mäßigen, war nicht bedacht, da die Körperchen in den Eischalentüberzügen so resistent gegen Kalilauge sind, dass man diese in schärfster Weise anwenden muss, um die Grundsubstanz so weit zu lösen, dass die Körperchen isolirt werden. Bei den HARTING'schen Körperchen zeigte sich jetzt schon der größte Theil vollständig zerfallen. Auf dem zugesetzten Wasser bildete sich ein Schwimmhäutchen, das sich auch nach 42 Stunden noch nicht gesenkt hatte. Es bestand größtentheils aus Büscheln von feinen Nadelchen, die sich spurlos in Essigsäure lösten. Der geringe Bodensatz bestand aus durch die Lauge stark angefressenen, theils gänzlich desaggregirten HARTING'schen Körperchen. Beim Legen in Glycerin genügte der Druck des Deckglases, um die Reste in Haufwerke von Nadeln und unregelmäßigen Stückchen zerfallen zu lassen. Hier sind also bei Auflösung der Grundsubstanz durch die Kalilauge die in derselben enthaltenen Krystallnadelchen (kohlen-saurer Kalk) isolirt, also ihr Vorhandensein nachgewiesen. Die eckigen, mehr den Eindruck von Krystallen machenden Körperchen, welche, wie

später erörtert werden wird, ebenfalls die radiäre Streifung zeigen, verhalten sich ganz so wie die Calcosphäriten.

Bei den radiär gestreiften Calcosphäriten weisen auch die Resultate der Färbung mit Methylgrün darauf hin, dass in eine tingirbare Grundsubstanz Krystallnadelchen eingebettet sind. Man vergleiche hierzu namentlich Fig. 7, 8 und 9. Und zwar bestätigen unbefangene und geübte Beobachter, welche diese Präparate mit neueren guten Systemen homogener Immersion gesehen haben, dass es die Grundsubstanz ist, welche sich gefärbt hat, während feine schmale Einschlüsse ungefärbt geblieben sind. Wie könnten derartige Färbungen eintreten, wenn wirklich die Streifen nur die Grenzlinien gleichartiger spitzer Pyramiden wären?

In dem Splitter Fig. 8 ist zugleich sehr schön zu bemerken, dass die concentrischen Schichten, wie ihre Lichtbrechung verschieden ist, sich auch durch Methylgrün verschieden stark färben. Es kann wohl nicht bezweifelt werden, dass die sich stärker färbenden mehr Eiweiß enthalten, die schwach oder gar nicht gefärbten mehr Kalksalze und dass letztere zugleich die stärker lichtbrechenden sind.

Wegen dieser Färbungen muss noch bezüglich Fig. 40 bemerkt werden, dass Methylgrün zwar tiefer in die Calcosphäriten eindringt als Goldchlorid, dass aber eine Färbung des Centrums der Regel nach nicht stattfindet. Bei Fig. 40 ist allerdings ein stark gefärbter Kern vorhanden, aber man sieht deutlich, dass es Spalten sind, welche dieses ausnahmsweise Vorkommen veranlasst haben.

Fig. 23 und 24, welche auf Platinblech schwach geröstete Körperchen darstellen, ergeben wiederum die verschiedene Beschaffenheit der Schichten, und zwar bei Fig. 23 auch in radiärer Richtung, was wiederum mit der HARTING'schen Auffassung nicht stimmt. Die eiweißhaltigeren Schichten müssen sich bei diesem mäßigen Hitzeegrad stärker bräunen (vgl. Erklärung der Abbildungen).

HARTING hat schon festgestellt, dass bei Lösung des kohlensauren Kalks mit Essigsäure die Gestalt und die concentrische Schichtung unverändert bleibt. Vermuthlich ist Letzteres nur unbeschadet dessen zu verstehen, dass sich das Verhältnis der Schichten dahin umkehrt, dass die früher stärker lichtbrechenden nun die schwächer lichtbrechenden werden. Dieses durch den Versuch zu beweisen, ist allerdings schwierig. Die mit Essigsäure entkalkten Körperchen bildet HARTING (Taf. I, Fig. 3' und 4') so ab, dass allerdings die häufig vom Centrum ausgehenden Spalten noch bemerkbar bleiben, nicht aber die eigentliche radiäre Streifung. Im Text habe ich hierüber keine Bemerkung finden können. Stellten die radiären Streifen wirklich die Grenzen, die Solutio continuis

zwischen den von ihm angenommenen Pyramiden dar, so wäre nicht recht abzusehen, wodurch sie bei Entfernung des Kalkgehaltes verschwinden sollten. Es kann indess nicht zugegeben werden, dass sie stets und vollständig verschwinden. Undeutlicher werden sie wohl immer, und wo sie bleiben, sind sie schwieriger von den einzelnen, vom Centrum ausgehenden Spalten zu unterscheiden. Dies harmonirt mit meiner Auffassung. Die durch Auflösung ganz feiner Krystallnadeln in einer schwächer lichtbrechend gewordenen Substanz entstehenden Lücken können sich der Beobachtung entziehen, und wo gröbere Krystalle Lücken gelassen haben, ist der Effekt dem der vorher existirenden Spalten ähnlicher.

Die Entkalkung vorher mit Goldchlorid gefärbter Körperchen bietet nichts Besonderes dar.

Bei der Erörterung der Entstehungsphasen der Körperchen habe ich auf mehrere dieser Figuren zurückzukommen. Zunächst bedürfen die nicht kugelförmigen Körperchen der Berücksichtigung.

Zwillinge, d. h. theilweis verwachsene Calcosphäriten, so wie ganze Reihen oder Lagen von solchen, hat HARTING beschrieben und abgebildet. Ihnen sind noch die Drillinge und die zu unregelmäßigen Klumpen verwachsenen hinzuzufügen. Ich gebe einige Abbildungen von Zwillingen in Fig. 14, 26 und 27 *F* und *G*. Diese Verwachsungen haben darin eine Bedeutung, dass sie erweisen, wie im Ganzen die Vergrößerung der Calcosphäriten durch Schichtenansatz von außen stattfindet. Übrigens kommen doch Fälle vor, wo solche semmelförmige Körper nur einen gemeinsamen Kern haben. Auch HARTING bildet solche Vorkommnisse Taf. I, Fig. 4 *l*; Taf. II, Fig. 15 *d* und Taf. III, Fig. 8 *e* ab. Meine Fig. 2 *a* deutet vielleicht auf ihre freilich nicht ganz verständliche Entstehung hin: auf eine andere mögliche Beziehung komme ich später zurück.

Besonderes Interesse nehmen in Anspruch die eigenthümlichen Fig. 19 *c* und Fig. 27 und 28 abgebildeten Gestalten. Sie kommen häufig vor. Bei HARTING sind mehrere abgebildet. Außer Taf. I, Fig. 4 *n* und *p* rechne ich auch *m* und *m'* derselben Figur dazu. Am deutlichsten ist die Gestaltung bei meiner Fig. 27 *B* ausgeprägt. Bei *A*, *C* und *D* derselben Figur scheint mir das Übereinandergreifen der inneren Linien nur auf Perspektive zu beruhen. Sie liegen in verschiedenen Ebenen. Ich habe die bei höherer Einstellung in den Focus tretenden mit α , die tiefer liegenden mit β bezeichnet. In einzelnen Fällen sieht man bei ganz hoher Einstellung von den Polen aus eine Art Wulst um das ganze Körperchen herumgehen, z. B. bei meiner Fig. 28. Auch HARTING bildet einen solchen Wulst auf seiner Taf. I, Fig. 4 *m'* ab. Auch hier ist die

Mannigfaltigkeit so groß, dass sich bei erneutem Durchsuchen der Präparate immer wieder Neues findet. Das in Fig. 27 E Dargestellte schien der Beachtung werth. Das Körperchen liegt in Glyceringallerte. So tritt die Refraktion stärker hervor, als dies in Balsam der Fall sein würde. Als Kern erkennt man ein ganz regelmäßig in der Form von Fig. 27 B ausgebildetes Körperchen. Die äußere Schicht lässt bei aller Unregelmäßigkeit doch noch Andeutungen dieser Form erkennen. Die im Inneren vorhandenen beiden dunklen Streifen entstehen durch die Refraktionswirkung eines Wulstes, welcher sich beim Senken des Tubus auf der unteren Seite des Körperchens deutlicher erkennen lässt.

Man sieht, dass es sich bei der Gestalt, die hier der Kern hat, nicht um zufällige Unregelmäßigkeiten handelt, sondern dass sie auf bestimmten Bildungsgesetzen beruhen muss, für welche mir aber der Schlüssel gänzlich fehlt. Als auffallend muss ich noch bemerken, dass Zwillinge vorkommen, in welchen ein gewöhnlicher Calcosphärit einer solchen eigenthümlichen Gestalt verwachsen ist. Fig. 27 F ist die Abbildung eines solchen. Die mit α und β bezeichneten, um den Gesamteffekt nicht zu stören, schwach angegebenen Linien erscheinen beim Heben des Tubus als Grenzen eines auf der Oberfläche liegenden Wulstes. Fig. 27 D ist ein zweiter ähnlicher Zwilling.

Dieser eigenthümlichen Gestalten erwähnt HARTING im Text nur kurz, und zwar als zu den Zwillingen gehörig, aber auch einen Übergang zu krystallähnlichen bildend. (Parmis ces corps doubles il y en a plusieurs, qui ont un aspect singulier, rendu dans les figures $m m'$ et n . La dernière de ces figures indique un passage aux formes p, p qui ressemblent déjà à des cristaux. p. 17.) Auf diese nur so kurz erwähnten krystallähnlichen Körperchen komme ich ausführlich zurück. In und zwischen meinen Fig. 27 und 28 und den eigentlichen Calcosphäriten, mit denen sie ja auch in Bezug auf Schichtung, radiäre Streifung und sonstiges Verhalten übereinstimmen, finden ganz allmähliche Übergänge statt. Auf diesem Untersuchungsfelde findet sich eben Vieles, das einfach zu registriren ist, in der Hoffnung, dass sich später vielleicht das Warum besser einsehen lässt.

Das gilt auch von den bei HARTING Taf. II, Fig. 18 abgebildeten hakenförmigen Ansätzen. Die auf Taf. III, Fig. 1 a gehören, wenn auch weniger auffallend, dazu. Diese sehr auffallenden von Calcosphäriten und Conostaten ausgehenden, krummen, spitzen, hornförmigen und unter Umständen mit ihrer Länge den Durchmesser des Körperchens, an welchem sie sitzen, weit überschreitenden Bildungen hat HARTING nur erhalten, indem er die Eiweißmasse, mit welcher er operirte, in einer konstanten Temperatur von $7-8^{\circ}$ erhielt (Exper. 9, p. 23). Die auf

Taf. III abgebildeten entstanden in einer Mischung von Gelatine mit Eiweiß, welcher einerseits Chlorcalcium mit etwas schwefelsaurer Magnesia, andererseits Natronbikarbonat mit etwas phosphorsaurem Natron zugefügt wurden.

Mein Versuch ergiebt, dass diese besonderen Verhältnisse nicht die nothwendige Bedingung zur Bildung solcher Gestalten sind, denn ich erhielt eine ziemliche Anzahl derselben, ohne Anderes als Hühner-eiweiß mit Chlorcalcium und Natronbikarbonat anzuwenden, und mein Versuch fand im Winter in einem geheizten Wohnzimmer, dessen Temperatur keine konstante war, sondern sich in der Nacht um mehrere Grade erniedrigte, statt.

Einige der dargestellten Körper sind Fig. 29, 30, 31 und 32 abgebildet: bei Fig. 30 *a* und *b* gelang es, durch Rollen in dem noch weichen Balsam denselben Körper von zwei verschiedenen Seiten zu betrachten. HARTING hat schon festgestellt, dass auch bei der Entkalkung mit Essigsäure diese Hörnchen oder Stacheln, eben so wie die Körperchen, von welchen sie ausgehen, ihre Form behalten. Ich kann, wie Fig. 31 zeigt, hinzufügen, dass sie sich auch bei der Färbung durch Goldchlorid dem Körperchen, zu welchem sie gehören, ähnlich verhalten.

Ich mache noch auf Fig. 20 aufmerksam. Als ich Fig. 20 *A* beobachtete und zeichnete, waren mir die scheinbar henkelförmigen Ansätze unerklärlich. Ich musste mich begnügen, sie in der Zeichnung möglichst genau wiederzugeben. Eine der Schwierigkeiten dieser Untersuchungen liegt ja darin, dass nur ein stark lichtbrechendes Medium die nähere Einsicht in die innere Struktur gestattet, und dass der als solches benutzte Kanadabalsam selten ermöglicht, das betreffende Objekt in mehreren Richtungen zu betrachten, was zur sicheren Beurtheilung mancher Gestaltungen nothwendig werden kann. Leider bin ich erst spät darauf gefallen, Anisöl als Medium zu verwenden, wo es eher gelingt, die Körperchen ihre Lage verändern zu lassen. Die Konservirung solcher Präparate ist dann allerdings schwierig.

Der vorliegende Fall wurde dadurch deutlicher, dass ich später ein ganz ähnliches Körperchen fand, welches, so weit zum Vergleich erforderlich, in Fig. 20 *B* skizzirt ist. Hier ist dadurch, dass es in reinem Profil erscheint, evident, dass der Ansatz einer dieser kürzeren gekrümmten Stachel oder Hörnchen ist, was bei *A* durch die Perspektive undeutlich blieb. Zugleich ergiebt diese Fig. 20 *B*, dass sogar die Schichtung der Calcosphäriten sich in das Hörnchen fortsetzt, zugleich aber, dass sich dieses Hörnchen erst aus der zweiten Schicht von außen her gerechnet gebildet hat, und der Calcosphärit bis zu deren Bildung einfach kugelförmig war.

Nun finden sich aber, obschon in meinen Präparaten viel seltener, gerade Stacheln vor, und zwar an den eckigen mehr Krystallen ähnlichen Körperchen. In Fig. 33 ist ein solches Vorkommen abgebildet. Das Körperchen erscheint als eine rhombische Platte, die einen undeutlichen dunklen Kern und schwache radiäre Streifung zeigt, und deren eingebogene Kanten und Ecken gebrochen sind. Außer dem etwas größeren Stachel, der von der unteren Ecke ausgeht, zeigt sich bei hoher Einstellung ein zweiter kleinerer, von der oberen Kante ausgehender. Ein zweites ähnliches Körperchen, bei welchem aber der eine ebenfalls an einer der spitzeren Ecken vorhandene Stachel die doppelte Länge des Körperchens hatte, ist beobachtet, leider nicht gleich genau gezeichnet.

Der Umstand, dass an diesen mehr geradlinigen Körperchen die Stacheln gerade, an den runden Körperchen gekrümmt, und zwar der Regel nach in annähernd ein und derselben Richtung gekrümmt sind, scheint der Beachtung werth. Anknüpfung an solche Punkte giebt vielleicht einige Hoffnung, den Bildungsgesetzen so sonderlicher Gestalten näher zu kommen.

Das letzte Objekt führte schon in die Reihe der Krystallformen sich wenigstens annähernden Körperchen. HARTING scheint sich nicht eingehend mit denselben beschäftigt zu haben, erwähnt ihrer indess zutreffend als nur krystallähnlich im Gegensatz zu wirklichen — mir allerdings nicht begegneten — Krystallen, und bildet Einiges, so weit es der kleine Maßstab gestattet, charakteristisch ab (Taf. II, Fig. 4 p u. p').

Nach der Richtung seiner Arbeit mussten ihn die den organischen Gestalten ähnlicheren mehr interessiren. Vielleicht sind sie auch in seinen Präparaten nicht so zahlreich enthalten gewesen, als in den meinigen, wo sie in erheblicher Zahl vorkommen.

Bevor ich die Fig. 34—42 näher erörtere, schicke ich voraus, dass alle solche Körperchen sich bei Behandlung mit Essigsäure genau so verhalten wie die eigentlichen Calcosphäriten, wie diese Goldfärbung der Oberfläche annehmen können, was aber noch öfter als bei jenen aus Mangel einer tingirbaren Hülle nicht eintritt, dass sie radiäre Streifung gewöhnlich zeigen und auch Kerne und concentrische Schichtung vorkommen können. Dies Alles entspricht dem Charakter eigentlicher Krystalle wenig. Betrachten wir nun die Gestalten im Einzelnen.

Über Fig. 34 ist wenig zu sagen. Man könnte darin einen Calcosphäriten sehen, dessen Auswüchse eine ziemlich regelmäßige Form haben. Fig. 35 machte zuerst den Eindruck eines Oktaeders mit konkaven Flächen und abgerundeten Ecken, in die Reihe der bei HARTING, Taf. I, Fig. 4 p p p abgebildeten viel kleineren Körper gehörend.

Es wäre vielleicht eher eine rhomboedrische Form zu erwarten. Der Übelstand, dass es bei festem Einschlusse in Kanadabalsam selten möglich ist, sich der Form durch Betrachtung von verschiedenen Seiten zu versichern, ist schon erwähnt. Die Verfolgung der einzelnen Kanten mit Objektivsystemen, die einen recht kurzen Focus haben, ist eine ziemlich gute Kontrolle. In diesem Falle schwindet dabei der Eindruck eines Oktaeders immer mehr. In der Figur sind die Linien, welche erst bei tieferer Einstellung scharf werden, schwächer, die bei hoher Einstellung scharf werden, stärker angegeben. Zu letzterer gehört auch die mit *a* bezeichnete. Desshalb ist auch diese stark ausgeführt, obgleich sie, keinen eigentlichen Umriss darstellend, in Wirklichkeit nur zart erscheint. Weiterhin werden Körperchen zu betrachten sein, die sich als Verschmelzung zweier dreieckiger Platten darstellen. Ich kann nicht umhin, eine gewisse Beziehung von Fig. 35 zu dieser zu sehen. Fig. 36 stellt dagegen unzweideutig einen schiefen Oktaeder vor. Hier sind die Linien, welche erst bei tiefer Einstellung hervortreten, punktiert angegeben. Leider erschwerte die Abrundung und Unregelmäßigkeit der Kanten die Beobachtung nicht unerheblich.

Deutlicher ließ sich das in Fig. 37 *A* dargestellte Objekt beobachten. Beim Senken des Tubus tritt in den Fokus zuerst die Ecke *a*, dann folgen *b* und *c*, ungefähr gleichzeitig aber auch *d* und *e*. Zuletzt folgt *f*; bei mittlerer Einstellung erscheint also fast nur das von den Kanten *bd*, *de*, *ec* und *cb* begrenzte unregelmäßige Parallelogramm. In der Zeichnung sind die Ecken *abc*, als zu der oberen Dreiecksfläche gehörig, stärker ausgeführt, die anderen schwächer. Konstruiere ich hier nach mit geradlinigen Kanten statt der eingebogenen diese Figur schematisch, wie dies in Fig. 37 *B* geschehen ist, so erhalte ich ein unzweifelhaftes, wohl etwas schiefes Oktaeder.

Wir gehen aber nun zu Fig. 38 über. Es handelt sich hier unzweifelhaft um zwei über einander liegende dreieckige Platten. Die Skizze Fig. 38 *b* zeigt sie in der Profilsicht nach einer flüchtigen Beobachtung. Ein solches Vorkommnis ist auch nicht ein einzelnes, auf einen besonderen Zufall zurückzuführendes. Diese eigenthümlichen Zwillinge kommen gar nicht selten vor. Auch HARTING bildet ein solches Körperchen Taf. I, Fig. 4 *p'* nur halb so groß, aber sonst fast genau mit meiner Zeichnung übereinstimmend ab. Dem HARTING'schen fehlt nur die eine Schicht, dagegen hat es radiäre Streifung.

Vergleichen wir nun Fig. 38 *a* mit Fig. 37 *A*, so ergibt sich, dass aus der letzteren eben so gut ein aus zwei über einander liegenden Dreiecksplatten bestehender Körper schematisirt werden kann, als das Oktaeder. Eben so lässt sich, wenn man sich die beiden Dreiecksplatten

weiter verschoben, und die aufliegenden Ränder etwas übergewachsen denkt, die Fig. 35 konstruiren.

Ich enthalte mich jeder Meinung darüber, welche von beiden Auffassungen die richtige ist, oder ob sie vielleicht beide in ein und dasselbe mir nicht erfassbare morphologische Motiv zusammenfallen.

Fig. 39 fällt meiner Auffassung nach offenbar mit Fig. 38 zusammen. Wechsel hoher und tiefer Einstellung zeigt auch hier, dass es zwei über einander liegende dreitheilige, aber stark ausgeschweifte Platten sind. Die obere hat nach außen kleine Auswüchse.

Das viel größere Körperchen Fig. 40 ist eine weitere Entwicklung dieser Verhältnisse. Hier sind die Auswüchse zahlreicher und das Ganze so verschmolzen, dass kaum noch eine Andeutung der Dreitheilung vorhanden ist, und eine sechstheilige Rosette vorliegt. Das häufige Vorkommen dieser Sechstheilung war mir schon aufgefallen, bevor ich die Ableitung aus den Dreiecksplatten fand. Die Übergänge von diesen Rosetten in mit kleinen Auswüchsen unregelmäßig bedeckte Sphäroide, also eigentliche Calcosphärite, sind so allmähliche, dass die Grenze nicht festzustellen ist.

Auch Fig. 41 führt wieder zu den Sphäroiden zurück. Bei flüchtiger Betrachtung erschien es als ein etwas unregelmäßig ausgebildeter Calcosphärit. Erst die Anwendung starker Objektivsysteme und wechselnde Einstellung ließ die beiden Platten erkennen. Die Ränder der oberen sind mit *aaa* bezeichnet und stärker ausgeführt, die der unteren mit *bbb* und schwächer gehalten. Die obere Platte hat einen kleinen an die früher erwähnten Stacheln erinnernden Ansatz *c*. Beachtungswerth ist, dass während die äußere Schichtung mit dem Rande der oberen Platte korrespondirt, die innere, den Rändern beider Platten entsprechend, einen sechseckig erscheinenden Kern einschließt.

Fig. 42 halte ich für ein ähnliches Körperchen, aber in der Profilansicht, und vermüthe in dem kleineren der von HARTING Taf. I, Fig. 4 mit *l* bezeichneten sein Analogon: vielleicht auch in dem größeren, ebenfalls dort mit *l* bezeichneten, womit dann das Vorkommen von Zwillingen mit nur einem Kern verständlich würde.

Es bleiben noch die von HARTING als Conostaten benannten, und auf Taf. I, Fig. 4 *ggg*, Taf. II, Fig. 4 abgebildeten, im Text namentlich p. 44 ff. ausführlich abgehandelten Formen. Ich gebe nur 2 Abbildungen, Fig. 43 und 44, obgleich mancherlei Modifikationen der Gestalt vorkommen. Sie ist im Wesentlichen die einer Halbkugel, welche in einen mehr oder weniger weit geöffneten Trichter übergeht. HARTING hat die Entstehung scharfsinnig und, wie mir scheint richtig, dadurch erklärt, dass ein kleiner, noch im Entstehen begriffener Calcosphärit,

auf der Oberfläche schwimmend, mit seinem Scheitel sich über die Flüssigkeit erhebt, und nun der weitere Ansatz nur auf die in derselben befindliche Fläche geschehen kann. Durch das bei fortschreitender Vergrößerung tiefere Einsinken bildet sich dann der Becher.

Hierbei vermisste ich nur den Grund für das ursprüngliche Obenaufschwimmen. Ist der Becher erst gebildet, dann könnte er freilich das Körperchen schwimmend erhalten, aber er soll sich doch erst dadurch bilden, dass ein bis dahin runder Körper, dessen spezifisches Gewicht größer als das der Flüssigkeit sein muss, schwimmt. Der Grund für dieses Schwimmen ist meiner Ansicht nach nicht weit zu suchen: er liegt in den präexistirenden Membranen des verwendeten Hühner-eiweiß. Dass HARTING deren Existenz übersehen hat, ist schon Eingangs berührt. In den Krusten, aus welchen der in Fig. 43 abgebildete Conostat sich löste (vgl. p. 612), bildeten letztere in der That keine zusammenhängende Schicht, sondern ließen erhebliche, theils ihre eigene Größe überschreitende Lücken, welche mit einer sich in Goldchlorid schnell und stark färbenden Membran ausgefüllt waren. Dieser Conostat hat erst 26μ Durchmesser der Halbkugel. Der in Fig. 44 abgebildete, mit Methylgrün gefärbte hat, eben so gemessen, schon 57μ . Der Durchmesser des Becherrandes ist aber 95μ . Die Halbkugeldurchmesser der von HARTING abgebildeten sind noch beträchtlicher. Je schneller sich die Lücken schließen, desto weniger wird die Schrägung des Bechers von der Senkrechten abweichen. Hierdurch erklärt sich einige Verschiedenheit der Gestalt leicht, zugleich aber, dass wenn der Schwimmkörper eine ihn tragende, auf der Oberfläche der Flüssigkeit befindliche Membran in diese durch sein zunehmendes Gewicht allmählich herabzieht, die Faltungen des Bechers entstehen können, welche HARTING abbildet. So bietet die Erklärung der regelmäßigen Entstehung einer so auffallenden Form bei Hunderten von Exemplaren aus rein mechanischen Gesetzen hier die geringste Schwierigkeit: die Anfangsbildung der zu Grunde liegenden Calcosphäriten vorausgesetzt.

Die Bildung der Calcosphäriten in ihren einzelnen Stadien zu verfolgen, wäre die Aufgabe einer erschöpfenden Untersuchung: leider eine schwierige! HARTING hat sich ihr nicht ganz entzogen und beschreibt (p. 48), wie, wenn man die entsprechenden Substanzen in einem flachen Glasschälchen unter das Mikroskop bringt, bei genügend starker Vergrößerung und geduldiger Beobachtung, die erste Bildung von Kalkkügelchen von nur $0,3 \mu$, die sich als schwarze Punkte darstellen, in der Mitte des Eiweiß beobachtet werden kann. Etwas später zeigen sie sich als Kügelchen, indem ihr Centrum Licht durchfallen lässt, und fahren nun fort, sich zu vergrößern.

Bis zu welchem Größenstadium diese Beobachtung verfolgt wurde, ist nicht gesagt. Jedenfalls wohl nicht so weit, dass die späteren Strukturverhältnisse erkennbar wurden. Hier liegt, abgesehen von der erforderlichen langen Zeit, die Schwierigkeit vor, dass zur Kenntlichmachung dieser Struktur die Einlegung in ein so stark lichtbrechendes Medium als Kanadabalsam erforderlich ist, welchem aber auch Glyceringallerte als ziemlich gut aufhellend zur Seite gestellt werden kann. Gerade auf die Art der Entwicklung der feineren Struktur kommt es an.

Von vorn herein ergibt die Beobachtung einer größeren Zahl von größeren und kleineren Calcosphäriten, welche letzteren doch im Allgemeinen die jüngeren sein müssen, dass neben der unbestrittenen Vergrößerung von außen auch ein innerer molekularer Umsatz stattfinden muss. Fast niemals finde ich die Struktur der kleineren Körperchen mit dem inneren Kern der großen übereinstimmend. Dieses müsste aber der Fall sein, wenn die größeren einfach durch Ablagerung neuer Schichten auf die kleineren entstanden. Es müssen also zugleich molekuläre Umsetzungen in den früher gebildeten Schichten eintreten. Welcher Art sind diese?

Noch bei der Eingangs erwähnten vorläufigen Mittheilung in CARUS Zool. Anzeiger war ich im Zweifel darüber, ob der geschichtete oder der ungeschichtete Zustand vorangehe: ob je nach Umständen nur der eine oder der andere eintrete. Wiederholtes Studium der, wie p. 612 angegeben, fraktionirten Präparate hat diesen Zweifel wesentlich behoben. Anzunehmen ist doch, dass die in dem nach 8 Tagen von der Oberfläche entnommenen Pröbchen enthaltenen kleineren und kleinsten Körperchen (Fig. 4) zu den jüngsten gehörten; dass dagegen der Bodensatz des Gefäßes (vgl. auf p. 612 Nr. 4) nach Schluss des Experimentes wesentlich ältere Körperchen enthalten musste. Es befinden sich aber unter den letzteren auch sehr viel kleine, welche Fig. 3 darstellt. Zu dieser sind allerdings die auffallendsten Schichtungen ausgewählt, dabei ist aber fast kein Objekt gefunden, das ohne alle Schichtung gewesen wäre. Bei den in Fig. 4 abgebildeten jüngern Körperchen verhält es sich ganz anders. Hier habe ich mit einiger Mühe nur das in *c* dargestellte Körperchen mit äußerlicher Schichtung herausfinden können. Alle übrigen zeigten sich ohne Schichtung, obgleich die größeren theilweis weit über die kleineren der Fig. 3 herausgehen. Zugleich mache ich darauf aufmerksam, dass in Fig. 4 mehr oder weniger in die Länge gezogene Sphäroide die Regel bilden: nur ganz ausnahmsweise finden sich Kugeln; bei den Körperchen aus dem Bodensatz ist es umgekehrt, wenigstens herrschen die Kugeln bei Weitem vor. Könnte mit

der Ausbildung der Schichtung eine solche Umänderung der Gestalt Hand in Hand gehen? Dieses dahingestellt werde ich also zu der Annahme gedrängt, dass bei der ersten Bildung der Calcosphäriten der kohlen saure Kalk und das Eiweiß sich in einer solchen Mischung niederschlagen, dass sie, wenn auch zuweilen einen etwas trüben Eindruck machend, homogen erscheint, und dass erst später eine Sonderung in schwächer und stärker lichtbrechende Schichten eintritt.

Nicht als ob ich annähme, dass eine Schichtensonderung immer einträte; aber das scheint mir erwiesen, dass die Calcosphäriten in den ersten Bildungsstadien ungeschichtet sind und erst später eine molekuläre Umsetzung, durch welche sich stärker und schwächer lichtbrechende Schichten sondern, eintreten kann und häufig eintritt.

Noch sicherer erweisbar scheint mir die Entstehung der radiären Streifung aus einer weiteren molekulären Umsetzung, welche in der Ausscheidung radiär gestellter Krystallnadeln von kohlen saurem Kalk aus der Grundsubstanz besteht. Die Fälle, wo vom Centrum ausgehend einzelne Krystallnadeln bemerkt werden können, habe ich schon erwähnt. Sonst lassen sich in den hier gegebenen Zeichnungen diese Vorgänge einigermaßen verfolgen.

Bei Fig. 4 B sind im Inneren schon Andeutungen von Krystallen, umgeben von einer Zone, in welcher nur Körnung ist, zu bemerken. Bei Fig. 4 A ist eine dichte, aber undeutliche Krystallisation schon weiter vorgeschritten. Von den häufigen Fällen, wo vom Centrum ausgehend die Krystallgruppe auch in ungeschichteten Calcosphäriten nicht bis zur Peripherie geht, habe ich keinen abgebildet. Bei HARTING findet sich ein solcher Taf. I, Fig. 4k. Dass die radiäre Streifung an einer oder mehreren äußeren Schichten Halt macht, ist häufig (Fig. 5 A, 9, 10, 12, 14, 20, 21 etc.); aber sie geht auch bis zur Peripherie (Fig. 7 B, 22, 24). Letzterenfalls geht wohl durch weitere Vergrößerung die reine Kugelform meistens verloren, und es entstehen mehr oder weniger unregelmäßige Sphäroide (Fig. 22 und 24).

Das Verhalten der Schichtung zu dieser Krystallisation ist verschieden. Bei Fig. 5 A bricht vor einer schmalen, stark lichtbrechenden Schicht die radiäre Streifung vollständig ab und fängt jenseits derselben wieder an: ähnlich bei Fig. 8. Dagegen können concentrische Schichten wie bei Fig. 4 nur in Andeutungen erhalten bleiben oder sie werden theilweis durchbrochen und unkenntlich (Fig. 9). Häufiger sind sie vollständig durchbrochen, machen sich aber noch als dunklere, aber nicht scharf begrenzte Ringe bemerkbar, als ob dort die Strichelung dichter wäre (Fig. 13 a, namentlich aber Fig. 22). Bei Fig. 24 ist, wie dies häufig auch in großen Calcosphäriten vorkommt, nichts von Schichtung

mehr zu bemerken. Dass sie überhaupt vorhanden gewesen, lässt sich freilich nicht erweisen.

Auf Fig. 21 mache ich besonders aufmerksam. Hebt man den Tubus, so erscheint im Centrum eine punktirte Area, die also einen der vier in der Profilansicht sich darstellenden Zapfen — oder wie man sie nennen will — entsprechenden, nach oben gerichteten Ansatz erkennen lässt. Dass auch ein eben solcher nach unten gerichteter vorhanden ist, darf wohl angenommen werden. Die Begrenzung dieser sechsspitzigen Figur macht denselben Eindruck als die von der Krystallisation durchwachsene concentrische Schichtung, wie z. B. in Fig. 22. Dass eine solche Gestalt körperlich präexistirt habe und um dieselbe sich ablagernde Schichten eine so regelmäßige Sphäre gebildet haben könnten, erscheint als eine unzulässige Annahme; diese Bildung müsste also erst innerhalb des Calcosphäriten nachträglich entstanden sein. Dass an eine Beziehung zu den früher erwähnten, allerdings zweifelhaften Oktaederformen gedacht werden könnte, sei wenigstens angedeutet.

Vielleicht noch bestimmter weisen Fig. 11 und 12 auf die in den Calcosphäriten nachträglich eintretenden inneren Veränderungen hin, zumal das hier Dargestellte etwas überaus häufig, wenn auch nicht immer so deutlich ausgeprägt Vorkommendes ist, während ich allerdings das in Fig. 21 Dargestellte nur einmal fand. Fig. 12 stellt nur den optischen Querschnitt dar: stereographisch ließ sich danach das Sachverhältnis nicht vollständig erkennen. Immerhin ist klar, dass die jetzt mit Krystallisation erfüllten Räume ohne die sie verbindende Hülle als ein zusammenhängender Körper nicht bestehen konnten, dass sie sich also nachträglich in demselben gebildet haben müssen. Bei Fig. 11 B sind bei scharfer Einstellung auf den Umriss des Körperchens nur *a* und *b* deutlich. *c* tritt nur bei tiefer, *d* bei hoher Einstellung scharf hervor. Hier liegen also die Verhältnisse so klar, dass sich ein genügendes Bild eines der Hilfslinie *ee* entsprechenden Durchschnittes konstruiren lässt. Dieses ist in der Skizze Fig. 11 B geschehen. Es liegen also diese Einschlüsse, welche offenbar gleicher Natur sind, obgleich nur in dem größeren *c* die radiäre Streifung deutlich zu erkennen ist, um eine gemeinsame Achse so gruppirt, dass sie von einander isolirt sind. Hierdurch ist ausgeschlossen, dass sie in früheren Stadien der Entwicklung vorhanden waren: ihre Bildung kann erst in dem bezüglich der Form im Wesentlichen fertigen Calcosphäriten stattgefunden haben; aber ich sage: im Wesentlichen. Offenbar sind die molekulären Umsetzungen so erheblich, dass in den größeren derartigen Körperchen Spannungen und in Folge derselben Spaltungen eintreten, mit welchen auch eine gewisse Änderung der äußeren Gestalt verbunden sein kann.

Neben der bei Fig. 12 von oben eindringenden Spalte stimmt der äußere Umriss, wie nach genauer Beobachtung in der Zeichnung wiedergegeben ist, auf beiden Seiten nicht mehr überein. Diese Spaltungen muss ich also als ein Resultat des inneren Umsetzungsprocesses betrachten. Sie treten bei den größeren, der Fig. 12 entsprechenden Körperchen so häufig ein, dass letztere sich in den in Balsam eingelegten Präparaten meist nur als Fragmente finden. Dies beweist freilich nicht, dass schon vorher immer ein vollständiges Auseinandersprenge- stattgefunden habe, mindestens aber, dass die Spalten den Zusammenhang so viel gelöst hatten, dass geringe Eingriffe die Sprengung vervollständigten.

Meine Auffassung der Entwicklung der Calcosphäriten kann ich also kurz dahin zusammenfassen, dass der sich in Kugelform niederschlagende kohlensaure Kalk dabei ein Gemenge mit dem im Medium enthaltenen Eiweiß bildet, dieses Gemenge sich bei durch Ansatz von außen erfolgender Größenzunahme in Schichten von verschiedener Lichtbrechung oder verschiedenem Kalk- resp. Eiweißgehalt sondert, und dass später der kohlensaure Kalk mehr oder weniger in radiär gerichteten Krystallnadeln ausgeschieden wird. Wie mir scheint, beruht sie auf guten Gründen.

Dass sie aber einen einigermaßen hypothetischen Charakter hat, ist zuzugeben. Wiederholung der Versuche mit Unterbrechung in verschiedenen Zeiträumen, sorgfältigere Fraktionirung der Produkte mag die Wahrscheinlichkeit erhöhen oder verringern; aber eine unanfechtbare Entscheidung würde nur die Verfolgung der Entwicklung an denselben Individuen geben. Ein mikrochemischer Apparat, mittels desselben die Entwicklung unter dem Mikroskop verfolgt werden könnte, ließe sich vielleicht konstruieren. Die schon erwähnte Schwierigkeit besteht allerdings darin, dass zur Aufhellung der Objekte die Anwendung eines stark lichtbrechenden Medium bis jetzt erforderlich scheint. Vielleicht werden sich aber doch, wenigstens in den früheren Stadien, Körperchen finden, welche in einem immerhin so stark lichtbrechenden Medium, als Eiweiß ist, Einblick in ihre Struktur gestatten.

Auch bei neuerdings gewonnener größerer Muße wird diese durch manche andere früher begonnene Arbeiten so in Anspruch genommen, dass ich in die vorliegende nicht von Neuem eintreten darf; aber einige Schlussfolgerungen gestattet wohl schon das bis jetzt Vorliegende.

Bezüglich der Aufgabe, welche ich mir ursprünglich stellte: Vergleich der HARTING'schen Körperchen mit den Gebilden, welche in einigen Eischalenüberzügen gefunden waren, haben sich wesentliche

Unterschiede zwischen beiden ergeben. Gänzlich verschiedenes Verhalten gegen Färbemittel, gegen Kalilösung, gegen polarisirtes Licht, weist schon auf Unterschiede in der innersten Beschaffenheit hin, welche sich auch in der feineren Struktur zeigen. Letzteres u. A. darin, dass in den Eischalenkörperchen niemals radiäre Streifung vorkommt. Dieses werde ich näher nachweisen, sobald ich die einzelnen Daten, welche die Untersuchung der letzteren ergab, mit den Abbildungen publiciren kann. Ich glaube also daran festhalten zu dürfen, dass sie organisirt sind.

Schon das tritt der Behauptung, dass sie Analoga der HARTING'schen Körperchen seien, auffallend entgegen, dass die Entwicklung der Eischale ein so schnell verlaufender Process ist, dass das Widerstreben, ihn als organisches Wachsthum anzuerkennen, dadurch erklärlicher wird. Für die Entwicklung der HARTING'schen Körperchen ist ein langer Zeitraum erforderlich.

Wenn unter den Letzteren Sphären und Sphäroide vorkommen, was die Eischalenkörperchen auch sind, wenn diese Sphäroide in naher Berührung durch ihre Vergrößerung bei beiden zu Zwillingen verwachsen, wenn bei Körpern, deren Größenzunahme durch äußeren Ansatz erfolgt, Schichtenbildung auftreten kann, so sind das doch so äußerliche auch in zahlreichen anderen Fällen auffindbare Ähnlichkeiten, dass daraus nicht auf Übereinstimmung des Wesens geschlossen werden darf.

Über sonstige Beziehungen zur Eischalenstruktur äußerte ich mich schon p. 606 und möchte nur Weniges hinzufügen. Dass die Eischale ein gewachsener Organismus sei, habe ich mich bemüht, in einer Reihe von Arbeiten nachzuweisen, auf welche hier nicht zurückgegriffen werden kann. Nur einen Blick auf ihre systematische Bedeutung. Neuerdings hat man *Struthio camelus* in drei Arten zu sondern Veranlassung gefunden. HENKE hat (Zeitschr. f. ges. Ornithologie) auf die wesentlichen Unterschiede aufmerksam gemacht, welche die Textur der Oberfläche der Eier, besonders die Mündungen der Porenkanäle bei den drei Arten schon dem bloßen Auge resp. der Lupenvergrößerung bieten. Ich habe (CABANIS, Journ. f. Ornith. 1885) diese Unterschiede in Schalenschliffen und unter dem Mikroskop verfolgt und abgebildet. Die Gruppierung und Verbindung der einzelnen Porenkanäle bei ihrer Ausmündung bietet bei den drei Arten so konstante und schlagende Unterschiede, dass sie meines Wissens in der Ornithologie als charakteristisch unbestritten anerkannt sind. Die HARTING'sche Arbeit ergiebt nun das Resultat, dass sich gleichzeitig und in derselben Mischung in ihren Einzelheiten ganz verschiedenartige Gestalten bilden, während andererseits in Mischungen,

zu welchen so verschiedenartige Stoffe, als Eiweiß, Galle, Serum etc. verwendet sind, und auch bei absichtlich angewendeten verschiedenen Temperaturgraden im Ganzen gleiche, d. h. in den einzelnen Verschiedenheiten wesentlich übereinstimmende Produkte erfolgen.

Stellt man sich nun vor, welche geringen chemischen Unterschiede in den Sekreten des Oviducts bei so nahe verwandten Species, als *Struthio camelus*, *molybdophanes* und *australis* sind, bestehen können, wie gering die physikalischen Unterschiede sein müssen, welche in ihren Organen einwirken, und mit welcher zweifellosen Konstanz die morphologischen Unterschiede ihrer Eischalen auftreten, so wäre es doch wohl mehr als gewagt, solche Unterschiede auf chemische und physikalische Aktionen, wie sie für die Bildung der HARTING'schen Körperchen bestimmend sind, zurückführen zu wollen.

Wir stehen eben mit solchen spezifischen morphologischen Unterschieden, wie sie an den Eischalen der drei Straußarten — und was das Bedeutsamste ist — schon in den ersten Stadien der Entwicklung des Individuums eintreten, vor dem großen Geheimnis des organischen Werdens, dessen Schleier schwerlich in solcher Weise gehoben werden kann.

Musste ich auf den organisirten Charakter der Eischale so weit eingehen, so darf ich vielleicht nicht unterlassen, der TARCHANOFF'schen Experimente zu gedenken, welche vor einigen Jahren ein gewisses Aufsehen erregten. Solche Dinge scheinen ein eben so zähes Leben, als die große Seeschlange erlangen zu können, und schleppen sich dann ohne nähere Prüfung während langer Perioden durch die Litteratur, so weit sie als bequeme Argumente gebraucht werden können.

TARCHANOFF's Untersuchungen (PFLÜGER's Archiv für Physiologie, Bd. XXXIII, 1884) sind in der Hauptsache auf die chemische oder physikalische Beschaffenheit des Eiereiweiß bei verschiedenen Vögelgruppen gerichtet. Schon VALENCIENNE und FREMY, auch JOHN DAVY sollen dieses Thema behandelt haben. Um das Sekret des Oviducts von Hühnern in größeren Mengen zu gewinnen, wurden in zahlreichen Fällen Fremdkörper operativ in denselben gebracht und der Oviduct dann meist oberhalb und unterhalb der Schnittwunde unterbunden. In einem einzigen Falle, wo der Fremdkörper ein Bernsteinkügelchen war, wurde, als das Huhn nach 24 Stunden gestorben war, ersteres von einer Hülle umgeben gefunden, die als ein »völlig formirtes Ei von normaler Form und Größe, umgeben von einer starken Schalenmembran« beschrieben wird. Nähere Untersuchung soll »vollkommen normal entwickelte Chälazen« ergeben haben. Außer der Angabe, dass die Eiweißschichten nach dem Bernsteinkügelchen zu »ganz wie beim Dotter« immer kom-

pakter gefunden seien — welche Angabe nebenbei ergibt, dass TARCHANOFF die wirkliche Beschaffenheit der normalen Eiweißhülle gar nicht kennt — fehlen alle einzelnen Thatsachen, aus welchen so merkwürdige Dinge abstrahirt sind. Von Resultaten der Prüfung mit dem Mikroskop wird nichts erwähnt, sie hat also offenbar nicht stattgefunden (anno 1884!). »Mehr als zehn« Wiederholungen des Versuchs hatten »keinen Erfolg«, wofür ein ganz ungenügender Grund angegeben wird. Das genügt vielleicht.

Mein verehrter Freund H. LANDOIS hatte hiertüber in der zool. Sektion der 57. Naturforscherversammlung zu Magdeburg 1884 (Tagebl. p. 94) kurz referirt, und den mit Recht als zu vage bezeichneten Angaben TARCHANOFF'S die Resultate seiner resp. WICKMANN'S Kontrollversuche hinzugefügt. Wo es bei diesen gelang, um einen in den Eileiter gebrachten Gummiball eine etwa 2 mm dicke organische Umhüllung zu erzielen, stimmten »die histologischen Elemente dieser Eihülle mit den Gebilden eines normalen Eies nichts weniger als überein, im Gegentheil fanden sich solche histologische Elemente vielfach darin vor, welche mir (i. e. LANDOIS) bis jetzt nicht zu Gesicht gekommen waren«.

Später sind mir durch WICKMANN'S Güte Präparate sowohl der erwähnten organischen Hülle, als der Schleimhaut des Oviducts zugegangen. Beide schienen mir so gut als identisch, und ich finde es nicht tiberraschend, dass bei so eingreifenden Läsionen selbstverständliche pathologische Zustände des Oviducts veranlasst wurden, welche zur Ablösung von Fetzen seiner inneren Gewebe führten, und diese dann dem Gummiball adhärirten. Hiermit verlasse ich die Beziehungen zur Eischale.

Treten neue und fremdartige Naturerscheinungen auf, so ist die Frage nach ihrem Warum unabweisbar. Zuweilen pflegt man das so auszudrücken, dass man sie »begreifen« möchte. Die solide, auf empirischer Basis fußende Naturforschung kann nirgends an die letzte Ursache der Dinge reichen. Dieses Begreifen kann also nur darin bestehen, dass sie in die bekannteren und gewohnteren Erscheinungen harmonisch eingereiht werden. Die letzten Ursachen auch der alltöglichsten Vorgänge sind der Erkenntnis durch die wissenschaftlichen Methoden unzugänglich, aber ihre Gesetzlichkeit kann erkannt und festgestellt werden. Diese ergibt sich auch für das Neue, wenn es dem Bekannten, so weit dessen Gesetzlichkeit festgestellt ist, angereiht werden kann. Dass HARTING, bei scharfer Betonung dessen, dass die nach ihm gerechter Weise benannten Körperchen nicht die Eigenschaften von Organismen haben¹, doch diese Anreihung an Gebilde versucht hat,

¹ In den molekulären Umsätzen, welche ich in der Entwicklung der HARTING'schen Körperchen gefunden zu haben glaube, liegt keine größere Annäherung an

welche nur in Organismen gefunden worden, ist befremdend. Es erklärt sich wohl daraus, dass in bestimmten Schulmeinungen Schwierigkeiten dem entgegentraten, diese, namentlich also die Hartgebilde der unteren Thierklassen, als Organismen anzuerkennen.

Wären ihre Bildungsgesetze, wären auch nur von ihrer Mehrzahl die intimen Strukturverhältnisse bekannt gewesen, so stand es anders, aber ein Unbekanntes durch Vergleich mit anderem Unbekanntem verstehen zu wollen, scheint Erfolg nicht zu verheißen. Hierin liegt kein Vorwurf gegen HARTING, der wiederholt hervorhebt, dass es sich um die ersten Schritte auf einem unbekanntem Felde handle, und weiteres Forschen auf demselben verlangt; aber wo man schon in diesen ersten Resultaten Material für weittragende Schlussfolgerungen gesehen haben sollte, muss daran erinnert werden, dass zwei Dinge nicht deshalb gleichartig sind, weil man von Beiden noch nicht viel weiß.

Dass auch in Organismen Vorgänge, wie die der Bildung der HARTING'schen Körperchen möglich seien, scheint unbestreitbar, sogar wahrscheinlich: kommen doch wirkliche Krystalle häufig in ihnen vor, freilich nicht als integrierender Theil ihrer eigentlichen Struktur; aber es handelt sich nicht darum ob HARTING'sche Körperchen in Organismen vorkommen können, sondern ob und wo ihr Vorkommen nachgewiesen ist.

Dass dieses bis jetzt geschehen, muss ich bestreiten. Unter den Hartgebilden niederer Thierklassen sind bis jetzt wohl die Muschel- und Schneckenschalen am eingehendsten untersucht: früher schon von BOWERBANK und CARPENTER. Sie vindiciren ihnen den Charakter der Organisation, den sie allerdings, meiner Ansicht nach mit Unrecht, auf celluläre Grundlagen zurückführen wollen. GUSTAV ROSE hat in einer trefflichen Specialarbeit zwar einzelne wahre krystallinische Einschlüsse von Molluskenschalen gefunden, aber Anderen gegenüber die eigentliche Struktur als die von Organismen erkannt. Ich habe wenigstens einige Arten sorgfältig mit Anfertigung von Dünnschliffen untersucht (Untersuch. ü. nicht celluläre Organismen, Berlin 1877), und dabei keine Struktur gefunden, die ich mit der der HARTING'schen Körperchen in Beziehung zu bringen wüsste. Diejenigen äußerlichen Ähnlichkeiten die Eigenschaften von Organismen oder gar an ein Wachstum durch Intussusception. Letzteres ist ein synthetischer Vorgang. Scheiden, wie bei den HARTING'schen Körperchen, aus einer lockeren Mischung gewisse Bestandtheile aus und nehmen besondere Gestalt an, so ist dies ein analytischer Vorgang, also das gerade Gegentheil. Ferner: Krystalle sind allerdings ihrem Wesen nach homogen, Organismen können nicht homogen sein. Die HARTING'schen Körper sind auch nicht homogen, aber viele anorganische Naturprodukte, z. B. die meisten Gesteine, sind, wie auch Fabrikate, was doch die HARTING'schen Körperchen sind, nicht homogen.

der Erscheinung, deren HARTING nur als Motive für weitere Forschung gedenkt, treffen nicht den Kern der Sache. Jene Untersuchungen haben mich in die schon alte Streitfrage des Wachsthum's der Muschelschale geführt und genöthigt, sie als einen durch Intussusception wachsenden Organismus anzuerkennen. Sie sind in der Litteratur, wo überhaupt beachtet, nicht günstig aufgenommen: vielleicht war ich etwas zu unvorsichtig gegenüber dem gewesen, was mir zu den von BACO als *idola theatri* bezeichneten Dogmen zu gehören schien. Thatsächliche Widerlegungen sind mir indess wenigstens nicht bekannt geworden, und vor nicht gar langer Zeit ist in einer sehr eingehenden Arbeit von Dr. FELIX MÜLLER (Über d. Schalenbildung bei Lamellibranchiaten in SCHNEIDER'S Zool. Beiträgen, I, 3, Breslau) das Wesentliche — das Wachsthum der Schale als Organismus — vollständig bestätigt. Mit einer gewissen Selbstüberwindung versähe ich mir das Eingehen auf einige Differenzen und Missverständnisse, als nicht hierher gehörig: nur darf ich wohl gegen das in Satz 5 der Resultate (p. 240) mir imputirte, *sine ira et studio*, Verwahrung einlegen. Dass meine Ausführungen dem entgegen seien, dass die organische Substanz der Schale ihrer Anlage nach aus der Zelle hervorgehe und ich sie als vollständig unabhängig von der Zelle annehme, enthält ungefähr das Gegentheil von dem, was ich gesagt habe. Dass die Struktur der Schale morphologisch nicht durch Zellgewebe bestimmt werde, ist allerdings meine Meinung, mit welcher die thatsächlichen Resultate MÜLLER'S auch in Harmonie stehen.

Ist die Kalkschale der Muscheln etc. ein gewachsener Organismus, so entfällt jede Veranlassung zu dem Versuch, sie mit den HARTING'SCHEN Körperchen in Beziehung zu bringen, und nur ungern gestatte ich mir eine speciellere Kritik des von HARTING über die Bildung der Prismen in der äußeren Schalenschicht von *Pinna*, *Ostrea*, *Margaritana* etc. (p. 74 ff.) Gesagten. Er denkt sich die Scheiben, in welche der Inhalt dieses Gewebes durch zarte Membranen gesondert ist, als Calcosphäriten, die sich gegen einander abgeplattet haben, und spricht dieses ziemlich positiv aus. Nun ist aber niemals in diesen Säulen oder den Scheiben, welche sie zusammensetzen, irgend etwas der Struktur der Calcosphäriten Ähnliches gefunden: weder concentrische Schichtung noch radiäre Streifung oder etwas Kernähnliches, wie Letzteres HARTING auch Taf. III, Fig. 6 *d* und Fig. 8 *g* in den Bildungen darstellt, auf welche er sich speciell als mit den Elementen der Prismen gleichbedeutend bezieht. Ja es sind sogar in Letzteren von Anderen Strukturverhältnisse dargelegt worden, welche mit der Struktur der Calcosphäriten unvereinbar sind. GUSTAV ROSE hat (Verh. der Akad. der Wissensch. zu Berlin, 1858,

Physik. Abh., p. 63 ff.) auf Schlißflächen der Prismen von *Pinna* und *Inoceramus* durch Ätzung wahre Krystallisation bloßgelegt. Dieses habe ich bei meinem Exemplar von *Pinna* zwar nicht bestätigen können, sondern statt dessen durch Ätzung ein zartes Netz eines organischen Substrates, das ebenfalls mit der Struktur der *Calcosphäriten* unvereinbar wäre, dargestellt (Nichtcelluläre Organismen, Taf. XIII, Fig. 66), übrigens auch bei *Meleagrina* in den Prismen Spaltflächen bemerkt, welche auf Krystallisation hindeuten. Das Vorhandensein einer solchen Krystallisation kann sehr leicht von verschiedenen Entwicklungsstadien abhängen.

Die Schicht, um welche es sich hier handelt, hatte ich Wabenschicht genannt, weil bei aller Abneigung gegen Anwendung neuer Bezeichnungen diese die Gestalt derselben ohne Präjudiz deutlich angiebt, und mir die sehr verschiedenen schon üblichen (Säulenschicht bei *PAGENSTECHER*, Prismenschicht, Faserschicht, Zellenschicht bei Anderen) auf unzutreffenden Anschauungen beruhend, nur Verwirrung zu verursachen schienen. Eine entsprechende Schicht kommt auch am Panzer der *Crustaceen* vor, und endlich ist das, was bei anderen Muscheln, z. B. *Mytilus*, als Epidermis bezeichnet wird, wiederum nur diese Wabenschicht, bei welcher aber hier die Lücken des *Conchiolingewebes* nicht mit Kalksalzen ausgefüllt sind.

Die Genesis dieser Schicht habe ich a. a. O. bei *Mytilus* und *Anodonta* ausführlich beschrieben und abgebildet, und *FELIX MÜLLER*, welcher den Namen Prismenschicht adoptirt hat, wohl weil er ihr Auftreten bei *Mytilus* nicht berücksichtigte, hat bei *Anodonta* meine Befunde bestätigt. Kurz gesagt entstehen bei *Anodonta* in einer kalkfreien *Conchiolinmembran* des wachsenden Schalenrandes kleine Gebilde aus Kalksalzen, welche sich allmählich vergrößern, bis in der Kalkmasse nur noch in radialer Richtung der Querschliffe ziemlich derbe, aber in der Fläche paralleler Richtung ganz zarte Membranen überbleiben, welche die Kalkschale septiren. Für diese *Conchiolinmembran* will ich die bequeme Bezeichnung als *Periostracum*, da sie allerdings in die Schalendecke übergeht, gern acceptiren, wenn darüber nicht vergessen wird, dass es sich wenigstens nach innen nur um die jüngste Schicht der wachsenden Schale handelt, welcher, während sich in ihr die Bildung der Kalkschale vollzieht, fortwährend neue *Conchiolin*-schichten aufwachsen.

Die Beobachtung an *Mytilus*, wo in der sog. Epidermis ein ähnliches Gefüge vorliegt, dessen Hohlräume aber nicht mit Kalkgebilden gefüllt sind¹, sondern Flüssigkeit oder Luft enthalten (a. a. O. Taf. V, Fig. 30), und meist irrigerweise als cellulär betrachtet wurde, ist

desshalb wichtig, weil sie ergibt, dass es nicht die Kalkgebilde sind, welche dafür das morphologische Motiv bieten, sondern dass dies in dem Periostracum selbst liegt.

Bei den Perlen nimmt HARTING die Übereinstimmung mit seinen Calcosphäriten mit überraschender Bestimmtheit in Anspruch: »Les perles, en effet, ne sont autre chose que des calcosphérites réguliers« (p. 62). Er deutet sogar die Wahrscheinlichkeit an, dieses industriell ausnutzen zu können.

Alle, welche die Perlen näher untersucht haben, stimmen wenigstens darin überein, dass in ihnen je nach Umständen die Struktur der verschiedenen Schalenschichten gefunden werden kann. In dem Schließmuskelansatz von *Mytilus* habe ich zwei Perlchen oder Halberlchen gefunden und a. a. O. Taf. XI, Fig. 56 abgebildet, deren Struktur derjenigen Schicht entspricht, auf welche ich meines Wissens zuerst aufmerksam machte, und welche stets und ausschließlich die Basis der Muskelansätze an die Schale bietet, resp. von da aus gangartig in das Perlmutter übergeht. Ich hatte diese Schicht als prismatische Schicht bezeichnet. FELIX MÜLLER, der ihr Vorkommen bestätigt hat, nennt sie Stäbchenschicht, da er für meine Wabenschicht die Bezeichnung als prismatische Schicht beibehält. Ich glaube mich von einem schönen, von Herrn v. SCHLICHT gefertigten Schliff einer ziemlich großen Perle bestimmt zu erinnern, dass hier ebenfalls diese Struktur vorlag, die allerdings eine entfernte Ähnlichkeit mit der der Calcosphäriten hat, welche aber, namentlich an der Schichtung bei näherer Prüfung verschwindet. Solche Perlen werden auch wohl HARTING vorgelegen haben, aber ich muss sie für Ausnahmen halten.

Im Anschluss an die vorliegende Arbeit beschaffte ich von einem Juwelier, der mich, mit lebhaftem Interesse an den Resultaten, bei der Auswahl unterstützte, sechs Perlen verschiedenen Aussehens, und verwandte sie zu theils centralen, theils tangentialen Dünnschliffen, welche Präparate mir noch vorliegen. Nur in einer dieser Perlen von etwas über 4 mm Durchmesser, zu trüb um zu Schmuck verwendbar zu sein, und als Elsterperle bezeichnet, also wohl von *Margaritana margaritifera*, fand sich diese prismatische (mihi) oder Stäbchenschicht (MÜLLER) aber nur im Wechsel mit ziemlich trüben Perlmutter-schichten, und nicht etwa in concentrischen geschlossenen Schichten, sondern nur platzweis und sich auskeilend in das Perlmutter verlaufend. Dieser Schichtenwechsel in demselben Radius der Perle kann bis viermal beobachtet werden. Hierbei kann ich im Vorübergehen die Bemerkung nicht unterdrücken, dass, wenn A. PAGENSTECHER (Allgem. Zoologie, Thl. IV, p. 490) diesen Schichtenwechsel nach der bekannten älteren Auffassung

als ein »Wanderbuch« der Perle bezeichnet, ich wirklich nicht weiß, wie hier die Wanderstraße liegen soll, auf welcher die verschiedenen Schichten derartig eingesprengt wurden. Die anderen fünf Perlen enthalten nichts von dieser Stäbchenschicht. Drei bestehen nur aus Perlmutter, abgesehen von den kleinen Unregelmäßigkeiten, welche das Centrum gewöhnlich zeigt: darunter eine Perle, welche der Juwelier als die klarste, beste orientalische Perle erklärte, welche er beschaffen könne. Eine von circa 4 mm längstem Durchmesser, aber ganz platt mit auffallend trübem, großem Kern, der sich unter dem Mikroskop als ein schwer zu beschreibendes unregelmäßiges Gewebe ergab; um diesen eine starke Schicht reinen Perlmutter. Endlich die letzte als »Schottisch« bezeichnet, also auch wohl von Margaritana, mit einer äußeren Perlmutter-schicht um einen röthlich scheinenden großen Kern, der aus charakteristischen Wabenschichten bestand. Aus einem sehr schönen MÖLLER'schen Präparat sind mir endlich von früher Schilfe von angeblich norwegischen, ganz dunklen Perlen bekannt, welche nur aus Wabenschicht bestanden. Sonach muss ich das eigentliche Perlmutter als den regelmäßigen Bestandtheil der Perlen betrachten. Ich kann hier nicht näher auf seine bekannte Struktur eingehen und muss mich mit der Bemerkung begnügen, dass seine Schichtung total von der der Calcosphäriten verschieden ist, und dass es eine diesen ähnliche radiale oder auf die Schalenfläche senkrecht gestellte Streifung nicht besitzt.

Wird die HARTING'sche Auffassung an jenen aus Wabenschichten bestehenden Perlen geprüft, so ergiebt sich ein eigenthümliches Resultat. Die Wabenschicht soll nach ihm, wie wir gesehen haben, aus sich gegen einander abplattenden Calcosphäriten bestehen, und doch soll die ganze Perle wieder einen einzigen Calcosphäriten darstellen. Der Widerspruch, der hierin liegt, bedarf einer weiteren Hervorhebung nicht.

Da ich nicht umhin konnte, auf die Perlenstruktur so weit einzugehen, bedarf es nur weniger Worte, um auf die Inkongruenz auch der älteren Theorien aufmerksam zu machen. Die Schale soll also eine von den Mantelzellen ausgehende »Cuticularbildung« sein. Ich will hier darauf verzichten, es zu bestreiten; aber auch die Perlen sollen eine solche Cuticularbildung sein. Allerdings ist es, da sie in allen Einzelheiten die Strukturen der Schale wiedergeben, unmöglich, für sie einen von der Schale verschiedenen Bildungsprocess zu statuieren. Nun wird ja, wie mir scheint, das Wort Cuticularbildung jetzt sehr frei gebraucht, dass aber das Mantelepithel nicht nur platte Schalenschichten, sondern auch sphärische, aus concentrischen Kapseln geschichtete Körper, wie die Perlen, absondern soll — dass solche Körper eine

» Cuticula « darstellen sollen, das scheint doch eine unstatthafte Behandlung der Logik.

Diese von der axiomatisch behandelten Voraussetzung aus, dass die Molluskenschale ein wachsender Organismus nicht sein könne, konstruirten Theorien scheitern leicht an unbeachtet gelassenen That-sachen. Die Sache liegt doch im großen Ganzen, wenn man sich von diesem willkürlich aufgestellten Axiom losreißt, ziemlich einfach. Die Bildung der Schale innerhalb des Periostracum ist für die Waben- oder Prismenschicht handgreiflich erwiesen: für das Perlmutter nicht ganz so handgreiflich, aber die Perle tritt hier bestätigend ein, da in ihr diese beiden Schichten in mehrfachem Wechsel auftreten können, also ihre Genesis in der Hauptsache dieselbe sein muss. Dass im Periostracum auch sphärische Körper wie Perlen wachsen, ist nicht befremdend: auch die ersten Kalkrudimente der Schale können kugelförmig sein. Im Einzelnen sind hier freilich noch viele Fragen zu erledigen, was aber nur durch Beobachtung und nicht durch Phantasie geschehen kann. Die aus Wabenschicht bestehenden Perlen sind evident von aus dem Periostracum stammenden Membranen durchzogen; um so näher liegt also der Gedanke, dass auch die Perle ein durch Intussusception wachsender Organismus sein kann.

Möge man also die vielen noch nicht erforschten Hartgebilde gründlicher darauf untersuchen, ob in ihnen den HARTING'schen Körperchen Gleiches vorkommt. Damit werden ja jedenfalls in der Wissenschaft bestehende Lücken ausgefüllt werden; näher liegend erscheint es mir, die Beziehungen zu verfolgen, welche jene Körperchen zu den Anorganismen haben. Für die eigentlichen Calcosphäriten liegt die Anknüpfung nah. Wie schon früher erwähnt, hatten die Niederschläge von kohlen-saurem Kalk, welche HARTING erhielt, ohne dass organische Verbindungen gegenwärtig waren, schon Gestalt und wesentliche Struktur der Calcosphäriten. Sphärenbildung, wo in anderer Richtung wirkende formbildende Ursachen nicht entgegetreten, beruht auf einem allgemeinen morphologischen Gesetz der anorganischen Natur. Es fällt mit der Gravitation zusammen. Die radiäre Streifung geht aus Krystallisation hervor. Es bliebe die concentrische Schichtung. Auch ohne Gegenwart von organischer Substanz sind die Calcosphäriten schwerlich reiner kohlen-saurer Kalk. Ich werde noch erörtern, dass der Annahme, dass sie eine gewisse Menge Mutterlauge einschließen — hier nur Chlorverbindungen enthaltend — nicht wohl auszuweichen ist. Dies macht die Bildung von Schichten mit verschiedener Lichtbrechung

verständlicher. Wo nicht nur Chlorverbindungen, sondern auch Eiweiß gegenwärtig, ist größere Veranlassung zu ausgesprochener Schichtung.

Nun aber jene eigenthümlichen Gestalten, von denen ich einige in Fig. 27—42 abgebildet habe! Lässt sich hier an Vorgänge anknüpfen, welche bei Krystallen schon beobachtet sind? Oder lässt sich bestimmter feststellen, in welcher Art die Gegenwart der Eiweißsubstanzen hier modificirend einwirkt? Das sind Fragen, deren Beantwortung auch für das Verständnis der eigentlichen Krystallisation von Bedeutung sein könnte. Das Gebiet der Krystallogie ist mir zu fremd, als dass ich wagen könnte, ihnen näher zu treten.

Für weitere Untersuchungen möchte ich mir aber doch den Hinweis darauf erlauben, dass es wesentlich sein dürfte festzustellen, ob unter den Anorganismen die Kalkverbindungen allein solche Resultate geben. Ferner: HARTING theilt (p. 48) eine Bestimmung des in Essigsäure unlöslichen Rückstandes der Körperchen mit. Er betrug 7,65%. In wie weit dies Verhältnis konstant ist, dürfte eine nicht unwichtige Frage sein. Daran schließt sich die Frage nach einem etwaigen Wassergehalt der frisch dargestellten Körperchen. Das Vorstehende gilt von getrockneten Körperchen.

Endlich ist, wie schon vorhin angedeutet, doch nicht anzunehmen, dass die Körperchen frei von Chlorverbindungen sind. Auch der eigentliche Krystall schließt Theile der Mutterlauge ein, von welchen er erst durch Umkrystallisiren befreit werden kann. Wie sollte es bei diesen Darstellungen ausbleiben, dass eine gewisse Menge von Chlor, sei es als Chlornatrium, sei es als Chlorcalcium, in den Calcosphäriten oder sonstigen Körperchen enthalten sei? Ob diesen Beimischungen ein morphologischer Einfluss zuzuschreiben, wäre festzustellen. Den summarischen Chlorgehalt auch bei kleinen Mengen zu bestimmen ist natürlich ein Leichtes. Zu einer quantitativen Bestimmung des Natron gehören freilich größere Proben, deren Darstellung aber nicht unthunlich ist. Soll indess festgestellt werden, welchen Einfluss ein Gehalt an Chlorverbindungen auf die Gestalt der krystalloiden Körperchen hat, so ist mit solchen summarischen Analysen allerdings wenig geschehen. Es handelt sich darum, ob der Chlorgehalt je nach den verschiedenen Gestaltungen ein verschiedener ist. Auch mit einem so charakteristischen Reagens, als die Silbersalze hier durch die Färbung bieten, werden mikrochemische Untersuchungen von großer Feinheit erforderlich sein, und es ist eine Schwierigkeit darin vorauszusehen, dass die verschiedenen Schichten der Regel nach verschiedene Zusammensetzung haben werden, auf ein tiefes Eindringen der Silberlösung nach den beim Gold gemachten Erfahrungen ohne Weiteres nicht zu rechnen ist,

und auch die organischen Substanzen durch Reduktion des Silbersalzes Färbungen verursachen möchten. Von Versuchen darf dies jedoch nicht abschrecken.

Solche Untersuchungen scheinen allerdings das Gebiet der Zoologie zu verlassen, indess haben diese Objekte thatsächlich für dieses Gebiet eine Bedeutung erlangt, welche die eingehendste Beschäftigung mit ihnen auch für die Zoologie werthvoll macht.

Zum Schluss eine Bemerkung, für welche sich kein rechter Platz fand: In früheren Arbeiten nahm ich an, dass die Erhaltung der Struktur bei Entfernung der Kalksalze durch Säuren der Beweis einer so innigen Verbindung derselben mit dem organischen Substrat sei, als sie nur in Organismen entstehen könne. So plausibel dies schien, hat es sich als irrig ergeben, dieses ohne Weiteres als Kriterium zu betrachten. Die HARTING'schen Körperchen haben gezeigt, dass besondere, allerdings noch näher zu begrenzende Verhältnisse vorliegen können, wo in Anorganismen die Struktur auch nach Auflösung der Kalksalze erkennbar bleibt.

Erst nachdem das Vorstehende zum Druck abgegangen war, kam durch die Güte von Herrn Professor EHLERS eine wichtige hier einschlagende Arbeit (A. FAMINTZIN, Studien über Krystalle und Krystallite a. Mem. de l'Acad. imp. d. sciences de St. Pétersbourg, T. XXXII, Nr. 10, 1884) zu meiner Kenntnis. Der günstige Leser wird entschuldigen, wenn bei der Untersuchung eines Gegenstandes, welcher von Physiologen, Zoologen, Botanikern und Mineralogen je nach ihrem Standpunkt behandelt ist, wobei sie häufig ohne Kenntnis von einander arbeiteten, ein vollständiger Überblick der betreffenden Litteratur so schwierig ist, dass ein kurzer Nachtrag erforderlich wird. Er wird ergeben, dass sich nun ein gewisser Abschluss gewinnen lässt, und ich gestatte mir Professor EHLERS hiermit besondern Dank dafür abzustatten, dass mir dies durch seine freundliche Bemühung ermöglicht ist.

FAMINTZIN reproducirt zunächst wörtlich eine von ihm schon 1869, also drei Jahre nachdem HARTING (Mikroskop 1866, Bd. II, p. 476) seine ersten Mittheilungen machte, in den Verh. d. naturhist. med. Ver. z. Heidelberg publicirte Arbeit: Amylonartige Gebilde des kohlen-sauren Kalks. Er bezieht sich in dieser Arbeit nicht nur auf HARTING, sondern auch auf ältere Arbeiten von FUNKE, LINK, ROSE und ROBIN und VERDEIL. Dem Letzteren kann ich, hierdurch aufmerksam geworden, gleich hinzufügen, dass ROBIN, auch in seiner Anatomie et Physiologie cellulaires (Paris 1873) die HARTING'schen Ansichten im Wesentlichen vertritt, wobei aber nicht ersichtlich ist, dass er selbständige Untersuchungen

darüber gemacht hat. Das Wesentliche der FAMINTZIN'schen älteren Arbeit besteht darin, dass er in einem besonders konstruirten kleinen Apparat kleine Mengen konzentrierter Lösungen von Chlorcalcium und kohlensaurem Kalk unter dem Mikroskop zusammengebracht und die Bildung von Sphäriten bis zur Größe der Stärkekörnchen der Kartoffel in der Art verfolgt hat, dass zuerst kaum sichtbare Kügelchen entstehen, die aber rasch an Größe zunehmen. Im Anfang war weder ein Kern noch Spuren von Schichtung zu sehen: erst in den beträchtlich vergrößerten Kugeln wurde dann das nachträgliche Auftreten von Kern und Schichtung direkt beobachtet. FAMINTZIN betont dann lebhaft die vermeintliche Analogie dieser Sphärite mit Stärkekörnchen, und erwähnt dabei auch der Inulinkörperchen, die in Inulin enthaltenen Pflanzentheilen durch Einlegen in Alkohol niedergeschlagen werden (SACHS, Bot. Zeitschr. 1864, p. 77). Radiäre Streifung scheint er in den von ihm erzielten Produkten nicht bemerkt zu haben.

In dem neueren Theil der Arbeit wird der HARTING'schen Untersuchungen von 1872 kurz gedacht, wobei auffallenderweise wieder die irriige Angabe vorkommt, dass HARTING »die Gegenwart gewisser organischer Verbindungen als eine nothwendige Bedingung für die Erzeugung von Sphärokrystallen betrachte«. Dann wird auf AD. HANSEN's Arbeit über Sphärokrystalle (Arb. d. bot. Instituts zu Würzburg, Bd. III, H. 1, p. 92, 1884) eingegangen. HANSEN hat im Parenchym verschiedener Pflanzen, nachdem sie länger in Weingeist aufbewahrt waren, »Sphärokrystalle aus einem löslichen Calciumphosphat bestehend« gefunden. Ursprünglich sollen sie als Tropfen durch den Alkohol aus dem Zelleninhalt niedergeschlagen und dann durch Krystallisation fest werden. Wachstum durch Auflagerung soll nicht stattfinden. Ebenso sollen sich Sphärokrystalle von Inulin als von einem festeren Häutchen umgebene Tropfen durch Alkohol abscheiden und eine den Calciumphosphatkörperchen ganz ähnliche Struktur gewinnen, d. h. eine dichte, deutlich krystallinische, aus radialen Nadeln bestehende Schale, welche einen amorphen, leichter löslichen Kern umgiebt. Koncentrische Schichtung durch deutlich krystallinische Schichten, welche amorphe Schichten einschließen, ist meist bemerkt. HANSEN hat ferner, auch außerhalb der Zellen, ähnliche Körperchen aus kohlensaurem und phosphorsaurem Kalk bestehend durch Zusatz von Calciumchlorid zu Hühnerweiß erzeugt, deren Entstehung ganz in derselben Weise verläuft.

Dem tritt FAMINTZIN so weit bei, dass die Schichtung nicht Folge von Wachstum durch Auflagerung sei, bestreitet aber, dass sie durch Krystallisation veranlasst werde: es soll sich nur um Spaltung einförmiger Masse parallel der Oberfläche handeln. Dabei wird auch auf die

Myelingeilde exemplificirt, und noch A. MEYER (Bot. Zeitung 1884, p. 327) herangezogen, welcher allen krystallisirenden Kohlenhydraten die Eigenschaft zuschreibt, aus unreinen Lösungen Sphärokrystalle zu bilden, dabei aber annimmt, dass die Volumzunahme durch Ablagerung mehr oder weniger krystallinischer Schichten auf den erstarrten Tropfen stattfindet. Letzteres giebt FAMINTZIN vorläufig nicht zu und schließt diese Erörterung mit dem Satze: »Ganz unabhängig davon, in welcher Weise diese Frage entschieden wird, bleibt doch der oben ausgesprochene Satz über die Schichtenbildung bei den von mir, HARTING und HANSEN beschriebenen Krystalliten, nämlich durch eine parallel der Oberfläche gehende Spaltung, welche erst nach der Erreichung der definitiven Dimensionen stattfindet, unangefochten bestehen.«

Darf ich nach diesen, dem botanischen Gebiet entnommenen Ergänzungen einen Rückblick auf die von mir erlangten Resultate werfen, so glaube ich Folgendes aussprechen zu können. Erstens möchte ich wünschen, dass der Ausdruck »Sphärokrystalle« künftig vermieden werde. Erstarrte Tropfen sind überhaupt keine Krystalle, auch wenn sich in ihnen sekundär eine Krystallisation, von welcher die sphärische Gestalt ja unabhängig ist, entwickelt hat. Leider wird auch die HARTING'sche Bezeichnung als Calcosphäriten als Allgemeine dadurch unanwendbar, dass Inulin und sonstige Kohlenhydrate zu berücksichtigen sind. Die einfache Bezeichnung als Sphäriten scheint mir aber vollständig zu genügen. LEITGEB wendet sie in der weiterhin zu erwähnenden Arbeit schon ausschließlich an.

Zweitens: Dass die Schichtung sekundär in der vorher gleichartig erscheinenden Masse auftrate, hatte ich, da mir leider die älteren FAMINTZIN'schen und HANSEN'schen Arbeiten unbekannt geblieben, zwar indirekt geschlossen, aber doch auf den Mangel direkter Beobachtung des Vorganges aufmerksam machen zu müssen geglaubt. Dies war also durch FAMINTZIN und HANSEN schon festgestellt, aber eine weitere Bestätigung wohl nicht überflüssig.

Der Annahme, dass die Schichtung ein einfacher Spaltungsvorgang einer gleichartigen Masse sei, muss ich bezüglich der HARTING'schen Körperchen auf das Bestimmteste widersprechen. Ich glaube nachgewiesen zu haben, dass sich dort die Schichtung durch Sonderung in Lagen von ganz verschiedenem Brechungsindex vollzieht: eigentliche Spaltung findet nicht statt.

Die Beziehungen der radiären Krystallisation zur Schichtung fand ich bei den fertigen Sphäriten der HANSEN'schen Darstellung entsprechend, aber allerdings auch viele deutlich geschichtete kleine Körperchen ohne jede Andeutung von Krystallisation, kann also letztere

nicht als das Motiv der Schichtung betrachten. FAMINTZIN berührt die doch so interessante Frage der radiären Streifung kaum.

Drittens: Dass HANSEN's Alkoholpräcipitate Ansatz von außen, nachdem Schichtung eingetreten war, nicht mehr zeigten, ist sehr erklärlich: das Bildungsmaterial war eben ausgefällt; aber bei dem HARTING'schen Verfahren, wo das Bildungsmaterial nicht erschöpft wird, findet Ansatz von außen auch noch bei vorhandener Schichtung statt. Hierauf muss schon aus den zu Platten vereinigten und dadurch polyedrisch gewordenen Sphäriten geschlossen werden. Die innere Schichtung ist dort den äußeren Flächen nicht parallel (HARTING, Taf. I, Fig. 4 B, Taf. IV, Fig. 7 A etc.). Noch unzweifelhafter tritt das Verhältnis bei den Conostaten auf, deren Bildung ohne Ansatz von außen undenkbar ist. Dasselbe gilt für die mit den eigenthümlichen Auswüchsen versehenen Körperchen (HARTING, Taf. II, Fig. 18, Fig. 20 und 29—32 bei mir).

Somit ist wohl Struktur und Genesis der Sphärite genügend klar gestellt. Ihr Auftreten, nicht nur bei der Fabrikation außerhalb von Organismen, sondern auch innerhalb derselben, ist in Pflanzenzellen erwiesen: freilich auch dort bis jetzt nur als Kunstprodukt. In thierischen Organismen scheint das natürliche Auftreten im Sekret der Nieren mindestens höchst wahrscheinlich; man wird es jedoch auch dort nicht als einen Vorgang der eigentlichen Lebensthätigkeit betrachten können. Wenn FAMINTZIN die Stärkekörner als Sphärite in Anspruch nehmen will, ja sogar die Zellhaut als Analogon heranzieht, so mag er sich darüber mit anderen Botanikern aus einander setzen. STRASSBURGER (Bau und Wachsthum der Zellhäute, Jena 1882) weist dies unter Aufrechthaltung der wesentlichen Übereinstimmung von Zellhaut und Stärkekorn zurück (a. a. O. p. 165). Nachdem, was über die sog. Stärkebildner vorliegt, scheint es mir unmaßgeblich eine der vagen Analogien zu sein, die mehr von gewissen Voraussetzungen aus, als auf Thatsachen hin zuweilen herangezogen werden, doch kann ich nicht unternehmen, ein so schwieriges Thema, als die merkwürdigerweise noch immer kontroverse Struktur des Stärkekorns, namentlich hier, abzuhandeln.

Die neueren Versuche FAMINTZIN's gehen auf Darstellungen von Krystallen aus gemischten Lösungen von phosphorsaurem Kali und schwefelsaurer Magnesia, welchen unter einem Deckglase Glycerin zugesetzt wurde. Die erhaltenen complicirten und theils abgerundeten Gestaltungen werden in zahlreichen Abbildungen dargestellt. Mir scheinen hier kaum Beziehungen zu den HARTING'schen Körperchen vorzuliegen, während das krystallographische Interesse ja evident ist. Warum in gemischten resp. unreinen Flüssigkeiten entstandene,

unregelmäßige Formen nur als »Krystallite« zu bezeichnen seien, ist mir nicht klar. Es sind doch echte Krystalle auch nach dem dort Mitgetheilten. Erörterung der Betrachtungen, welche im monistischen Sinn angeknüpft werden, würden mich weit abführen.

Für die eigenthümlichen von mir Fig. 27 und 28 abgebildeten Körperchen habe ich auch in der HANSEN'schen Originalarbeit und in der sonstigen mir zugänglichen botanischen Litteratur Analogien nicht finden können. Diese ist bezüglich der Sphärite nicht auf das von FAMINTZIN Angeführte beschränkt. Ein näheres Eingehen auf dieselbe würde mich zu weit führen. Die neueste Arbeit, die ich finden konnte, ist: LEITGEB, Über Sphärite, Mitth. d. Bot. Instituts in Graz, Jena 1888. In derselben sind die früheren Arbeiten angeführt.

Auch für die von HARTING und mir dargestellten polyedrischen Formen (Fig. 33—38) finde ich Analogien in der botanischen Litteratur nicht. Für beide Formen ist die radiäre Streifung, wenn auch bei letzteren nicht immer bemerkbar, charakteristisch. Bei keiner der von FAMINTZIN gegebenen Abbildungen ist sie vorhanden.

Darf für die Sphäriten nun als erwiesen betrachtet werden, dass die radiäre Streifung der Ausdruck einer Krystallisation ist, welche nachträglich in dem »Tropfen« eintrat, so weist sie darauf hin, dass auch diese polyedrischen Körperchen ursprünglich Tropfen waren, diese aber dann Gestalten annahmen, welche sich nur als krystallinische bezeichnen lassen. Das mag nicht auffallend sein, wohl aber, dass ihre innere Beschaffenheit dabei derartig bleibt, dass die sekundäre Krystallisation, welche die radiäre Streifung bewirkt, stattfinden kann. Solchen Gebilden möchte ich also die Bezeichnung als Krystalloide oder Krystallite einstweilen vorbehalten sehen und sie den Krystallographen zum weiteren Studium empfehlen.

Halle, November 1889.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel XXVIII.

Zur Vermeidung von Wiederholungen wird vorausgeschickt, dass, wo nichts Anderes bemerkt ist, die gezeichneten Objekte in Kanadabalsam liegen und bei durchfallendem Licht und hoher Einstellung gezeichnet sind.

Die HARTING'sche Bezeichnung als Calcosphärit ist fortgelassen, da sie theils überflüssig, auf gewisse Formen nicht anwendbar erscheint.

Der größte Theil der Abbildungen ist nach den nach 47 Tagen erhaltenen Produkten. Wie schon im Text angegeben, bezeichne ich der Kürze halber die aus

den schwimmenden Krusten mit α , die aus dem Absatz am Chlorcalcium mit β , die aus der übrigen Masse gewonnenen mit γ , die aus dem Bodensatz des Gefäßes mit δ .

Der Maßstab der Zeichnungen und die absolute Größe der Objekte ist auf der Tafel selbst angegeben.

Fig. 1. 8 Tage nach Beginn des Versuchs der Oberfläche des Eiweiß entnommen und nicht gewaschen. f ist eine noch durch Eiweißmembranen, die aber im Kanadabalsam nicht deutlich sind, zusammenhängende Gruppe.

Fig. 2. α . a scheint zu zeigen, dass Zwilling- oder Biskuitformen nicht bloß durch Zusammenwachsen von zwei Sphäriten entstehen. Der dunkle Streif leuchtet beim Senken des Tubus hell auf.

Fig. 3. δ . Feinerer Theil des Bodensatzes. Es sind die Objekte ausgewählt, welche Schichtung am auffallendsten zeigen, aber ganz ohne Schichtung ist fast keins.

Fig. 4. δ . Vergoldet.

Fig. 5. δ . Mit HARTNACK Nr. 40 Immersion beobachtet, aber in größerem Maßstab gezeichnet, um die Struktur bei A genau wiedergeben zu können. Bei B sind die schlaffen unregelmäßigen Formen charakteristisch, als sei es noch kein ganz starrer Körper: vielleicht beim Einlegen in den Balsam geschrumpft.

Fig. 6. δ . Mäßig stark vergoldet. Ebenfalls der Deutlichkeit halber in größerem Maßstab gezeichnet als der Beobachtung entspricht.

Fig. 7. δ . Mit Methylgrün in Wasser stark gefärbt und in Anisöl beobachtet. Der Farbenton ist bei allen so gefärbten Objekten in Wirklichkeit etwas mehr violett, bei Lampenlicht violett bis Purpur, aber um den Unterschied von den vergoldeten Objekten mehr hervorzuheben, in reinem Blau angegeben.

Fig. 8. δ . Mit Methylgrün und in Anisöl beobachtet. Ein nach der Färbung abgesplittertes Fragment eines Sphäriten. Solche Splitter zeigen die Art der Färbung des Inneren am deutlichsten.

Fig. 9. β . Mit Methylgrün. Hat sich sehr stark gefärbt. Der dunkle Ton im Centrum ist nur die Folge von Undurchsichtigkeit, wie Beleuchtung bei auffallendem Licht zeigt. Beobachtung mit ganz starken Systemen (GUNDLACH VIII Immersion und Oc. 2) ergibt sicher, dass die äußerste ungefärbte Schicht wirklich vorhanden, und nicht nur Refraktionseffekt ist.

Fig. 10. β . Mit Methylgrün sehr stark gefärbt. Die stärkere Färbung des Kernes ist die Folge des Eindringens der Tinktion durch die Spalten, welche die Abbildung zeigt.

Fig. 11. β . Mit Methylgrün. Bei scharfer Einstellung auf den Umriss sind bei A die Einschlüsse a und b deutlich. Bei tieferer Einstellung tritt c , bei höherer d hervor. Danach ist bei B der Durchschnitt der Hilfslinie ee von A entsprechend gezeichnet. Die Linie ff bei B ist die Gesichtslinie von A . Für nähere Erörterung dieser Verhältnisse siehe Text p. 629.

Fig. 12. β . Mit Methylgrün. Ebenfalls im Text p. 629 erörtert.

Fig. 13. β . Stark vergoldet. a ist in gewöhnlicher Weise bei durchfallendem Licht beobachtet. Die dunkle Zone und der dunkle Kern sind nicht gefärbt, sondern nur undurchsichtig, b zeigt dies bestimmt. Es ist derselbe Sphärit, aber von oben und unten gleichmäßig stark beleuchtet, wodurch die Refraktionseffekte wegfallen und nur der Farbenton hervortritt (vgl. Text p. 615).

Fig. 14. β . Stark vergoldet. Zwilling. Die stark gefärbte und scharf begrenzte äußere Schicht geht gleichmäßig auch über den kleinen Anwuchs hinweg. Dass die Färbung sich wesentlich auf die äußere Schicht beschränkt, zeigen Fig. 13

und 44, ob aber die inneren Schichten nur schwächer oder gar nicht gefärbt sind, bleibt zweifelhaft. Dies entscheiden die folgenden Figuren.

Fig. 45. β . Nach starker Vergoldung des Präparates sind die Körperchen in einer kleinen Agatschale zerdrückt und zerstampft. Unter den so entstandenen Splintern finden sich solche, bei welchen sicher festgestellt werden kann, dass die Färbung sich auf die äußere Schicht beschränkt und nicht in das Innere eindringt.

Fig. 46. Stark vergoldet. Ähnliche Splitter als in Fig. 45 gezeichnet. *a* und *b* sind β (aus dem 17tägigen Absatz am Chlorcalcium). Bei *b* zeigt sich die stark gefärbte Außenschicht als eine Art biegsamer Membran, und unter dieser ein schwaches Auslaufen der Färbung nach innen. *c* ist aus einer schon nach 44 Tagen entnommenen Probe.

Fig. 47. β . Stark vergoldet. Ganz feiner Splitter eines großen Sphäriten von circa 450—460 μ Durchmesser: zeigt verschieden starke Färbung äußerer Schichten und schwache Ausstrahlung der Färbung nach innen.

Fig. 48. Aus einer schon nach 44 Tagen entnommenen wenig gewaschenen stark vergoldeten Probe. Die anhängenden Fetzen scheinen Eiweißhäutchen zu sein.

Fig. 49. β . *A*. Sphärit mit eigenthümlicher, aber ziemlich häufig vorkommender äußerer Schicht. Beim Heben des Tubus erscheint dieselbe auf der Flächenansicht des Scheitels des Sphäriten als regelmäßige helle Punktirung auf dunklem Grunde, bei weiterem Heben als dunkle Punkte auf hellen Grunde, wie in *B* abgebildet. Das entspricht dem Bilde, welches Grübchen gewähren würden, da aber solche nach dem glatten Umriss nicht vorhanden sein können, zeigt es, dass Hohlräumchen oder wenigstens schwächer lichtbrechende Einschlüsse vorhanden sind (vgl. Text p. 617). *C* ist ein ähnliches Körperchen, wo aber diese Schicht gegen das Innere nicht scharf abgesetzt ist. Dieses Körperchen zeigt schon den Übergang in die Fig. 27 abgebildeter Gestalten.

Fig. 20. β . *A*. Die zweite Schicht von außen — hier bei hoher Einstellung dunkel — leuchtet beim Senken des Tubus hell auf. Sie veranlasst eine eigenthümliche fahlgelbe Färbung der von ihr umgebenen inneren Schichten. Um den Druck nicht zu compliciren, ist sie hier nicht durch Färbung, sondern nur durch dunklen Ton angegeben. Die Natur der äußeren Ansätze war hier durch die perspektivischen Effekte zweifelhaft. *B* ist die Skizze eines Theiles eines anderen ganz ähnlichen Sphäriten. Die reine Profilsansicht des Auswuchses gestattet hier zu erkennen, dass es sich um eine der in Fig. 29—32 abgebildeten Gestaltungen handelt. Dass der Auswuchs hier nur aus den äußeren Schichten hervorgeht, ist beachtungswerth.

Fig. 24. β . Eigenthümliche nur einmal beobachtete Form der Krystallisation (vgl. Text p. 629).

Fig. 22. γ . Sehr großer Sphärit (längster Durchmesser = 220 μ). Die Form ist, wie bei diesen großen Körperchen stets eintritt, unregelmäßig geworden: die frühere Schichtung in der Krystallisation noch erkennbar.

Fig. 23. δ . Leicht auf Platinblech geröstet. Die dadurch im Inneren entstandene braune Färbung ist in der Abbildung, um den Druck nicht zu compliciren, nur mit dunklem Ton wiedergegeben. Das verschiedene Verhalten der Schichten beim Rösten zeigt wieder ihren verschiedenen Eiweißgehalt.

Fig. 24. δ . Ebenfalls geröstet. In diesem großen, schon unregelmäßig gewordenen Sphäriten ist nichts mehr von Schichtung zu erkennen. Demgemäß verläuft die Bräunung des Inneren — hier ebenfalls nur durch dunklen Ton ausgedrückt —, allmählich in die weniger gebräunte äußere Schicht.

Fig. 25 und 26. Stark vergoldete Sphäriten mäßig in Kalilauge erhitzt, dann

24 Stunden in Wasser macerirt und darin beobachtet. Es hat sich eine stark gefärbte Membran in gequollenem Zustande abgehoben. Bei dem Zwilling Fig. 26 ist die Faltung derselben zu sehen.

Fig. 27 *A, B, C, D* aus β , in Balsam liegend. *E* und *F* ebenfalls aus β , aber in Glyceringallerte, wodurch die Refraktionseffekte stärker hervortreten. *G*, aus der nach 14 Tagen entnommenen wenig gewaschenen Probe, sehr stark vergoldet, in Kanadabalsam. *A, B, C, D* sind die eigenthümlichen Gestalten, von denen auch HARTING einige abgebildet hat, in verschiedener Ausbildung und Entwicklung. Auch Fig. 19 *C* zeigt eine solche. Bei *E* ist ein charakteristisch gestalteter solcher Kern. Beim Auswachsen des 129/120 μ großen Körperchens ist die Gestalt unregelmäßig geworden. *F* und *G* sind Zwillinge, wo ein solcher Körper mit einem gewöhnlichen Sphäriten verwachsen ist. Bei *F* bezeichnen *a* und *b*, die nur bei hoher Einstellung hervortreten, die Grenzen eines Wulstes, wie er auch bei *E* durch Refraktionseffekte erkennbar ist (vgl. Text p. 620 und 621).

Fig. 28. β . Zeigt ebenfalls diesen Wulst, der sich häufig noch deutlicher beobachten lässt. Auch HARTING giebt entsprechende Abbildungen.

Fig. 29—32. Sphäriten mit gekrümmten Auswüchsen, wie Fig. 20 *B*. Fig. 29 und 30 sind aus stark vergoldeten Präparaten, haben sich aber nicht merklich gefärbt. Eben so ist Fig. 32 aus einem mit Methylgrün gefärbten Präparat, ohne sich gefärbt zu haben; Fig. 31 hat sich aber nebst den Auswüchsen durch die Vergoldung gefärbt. Bei Fig. 30 ist *b* eine andere Ansicht als *a* desselben Körperchens, das beim Einlegen etwas gerollt war.

Fig. 33. β . Krystalloides Körperchen: scheint rhombische Platte mit gebrochenen Kanten mit zwei geraden Stacheln oder Auswüchsen.

Fig. 34—37. β . Krystalloide. Fig. 37 *B* ist ein Versuch, Fig. 37 *A* schematisch als Oktaeder deutlich zu machen (vgl. Erörterung im Text p. 623 und 624).

Fig. 38 *a, b*. Körperchen aus zwei dreiseitigen auf einander liegenden Platten mit gemeinsamem Kern bestehend. *b*, anscheinend ein ähnliches Körperchen in der Seitenansicht.

Fig. 39. β . Übergang aus Formen wie Fig. 38 in:

Fig. 40. β . Sechstheilige Rosette.

Fig. 41. β . Scheint ebenfalls aus zwei dreiseitigen, aber etwas verschobenen Platten zu bestehen.

Fig. 42. β . Wahrscheinlich ein ähnliches Körperchen als Fig. 41, aber von der Seite betrachtet. Für nähere Erörterung von Fig. 38—42 siehe Text p. 624 und 625.

Fig. 43. Vergoldet. Conostat aus einer feinen Schwimmkruste circa 10 Tage nach Beginn des Versuchs entnommen. Vgl. Text p. 625 und 626.

Fig. 44. β . Mit Methylgrün. Älterer Conostat.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie](#)

Jahr/Year: 1889-1890

Band/Volume: [49](#)

Autor(en)/Author(s): Nathusius Wilhelm von

Artikel/Article: [Untersuchungen über Harting'sche Körperchen.
602-648](#)