

26.303

167

Толл

8218

3-30

Замечен

улице в саду

коро 05-89

С-Т.

1869

Ойротский	областной	краеведческий
	музей	

4801

А. Сушлов
 ГОМ $\frac{82}{18}$
 167

ЗАПИСКИ

264303
 332. ИМПЕРАТОРСКАГО С.-ПЕТЕРБУРГСКАГО

МИНЕРАЛОГИЧЕСКАГО ОБЩЕСТВА.

ВТОРАЯ СЕРИЯ.

ЧАСТЬ ЧЕТВЕРТАЯ.

(Съ 17 таблицами и 25 гравюрами въ текстѣ.)

VERHANDLUNGEN

DER

RUSSISCH-KAISERLICHEN MINERALOGISCHEN GESELLSCHAFT

zu ST.-PETERSBURG.

ZWEITE SERIE.

VIERTER BAND.

(Mit 17 Tafeln und 25 Holzschnitten im Text.)

САНКТПЕТЕРБУРГЪ, 1869.

ТИПОГРАФІЯ ИМПЕРАТОРСКОЙ АКАДЕМІИ НАУКЪ.

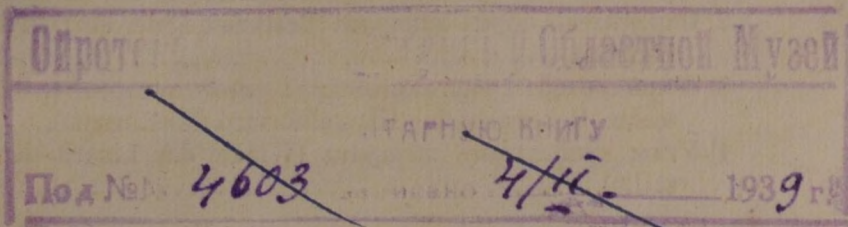
(Вас. Остр. 9 лн., № 12.)

Горно-Алтайский
 ОБЛАСТНО-КРАЕВЕДЧЕСКИЙ МУЗЕЙ
 БИБЛИОТЕКА
 Инв. № 1428

Ойротский Музей

105
 1428
 4801-4802

Напечатано по распоряженію Императорскаго С.-Петербургскаго Минералогическаго Общества. С.-Петербургъ, 26 марта 1869 года.



ОГЛАВЛЕНИЕ.

1. МЕМУАРЫ (ABHANDLUNGEN).

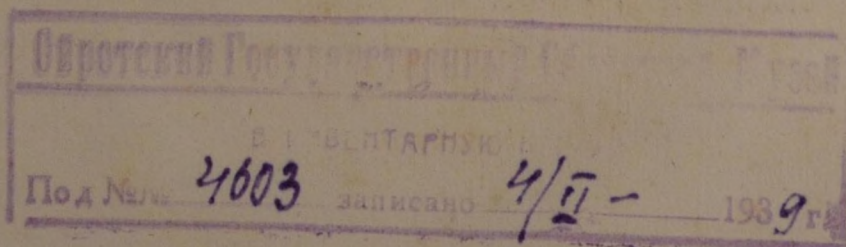
СТРАН.

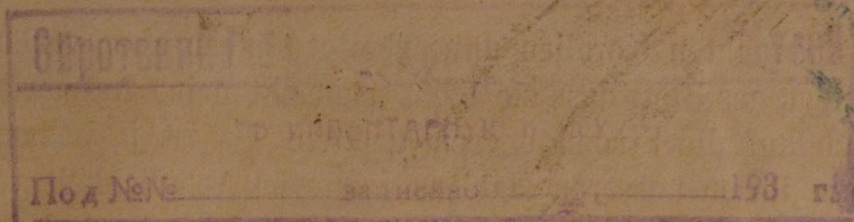
I. Ueber die Natur der Stromatoporen und über die Erhaltung der Hornfaser der Spongien im fossilen Zustande. Von Baron F. Rosen. (О природѣ строматопоръ. Барона Розена).....	1
II. О слѣдахъ лабиринтодонтовъ. Академика А. Э. Миддендорфа. (Ueber die Fusstapfen der Labirintodonten. Von A. Midden-dorff).....	99
III. Выводъ всѣхъ кристаллографическихъ системъ и ихъ подраз- дѣлений изъ одного общаго начала. Генераль-Майора А. Га- долина. (Ableitung aller krystallographischen Systeme und ihrer Unterabtheilungen aus einem und demselben Principe. Von A. Gadolin).....	112
Обзоръ содержанія этой статьи.....	195
IV. Замѣчательные экземпляры ильменорутила, титанистаго желѣз- няка и шпинели изъ Уральскихъ горъ. П. Еремѣева. (Be- merkenswerthe Exemplare vom Ilmenorutil, Titaneisen und Spinell. Von P. Jeremejew).....	201
V. Ueber Schmidtia und Acritis, zwei neue Brachiopoden-Gattungen. Von Dr. A. von Volborth. (О Schmidtia и Acritis, двухъ но- выхъ родахъ брахиоподовъ. Д-ра А. Фольборта).....	208
1. Schmidtia nob.....	—
2. Acritis antiquissima nob.....	212
Erklärung der Taf. XVII.....	217
VI. Eine physiologisch-paläontologische Studie. Von Dr. Gustav Jenzsch. (Физиолого-палеонтологическое изслѣдованіе. Д-ра Густава Йенцша).....	218

№ 4801-432

	СТРАН.
VII. О кристаллах линарита. Н. Кокшарова. (Ueber Linaritkrystalle. Von N. Kokscharow).....	221
1) Результаты точныхъ измѣреній кристалловъ линарита (Resultate der genauen Krystallmessungen des Linarits).	221
2) Опредѣленіе формъ линарита (Bestimmung der Formen des Linarits).....	229
3) Общій обзоръ кристаллическихъ формъ линарита (Allgemeine Uebersicht der Krystallformen des Linarits).....	278
4) Углы кристалловъ линарита (Winkel der Linarit-Krystalle).....	285
VIII. Изслѣдованіе Брагинскаго метеорита. А. Иностранцева. (Untersuchung des Meteorits aus Bragin).....	307
IX. Ueber Wolfram und Scheelit aus Fundörtern Russlands. Von W. Beck und N. Teich. (О вольфрамѣ и шелитѣ изъ русскихъ мѣсторожденій. В. Бека и Н. Тейха).....	312
I. Wolfram (вольфрамъ).....	312
1) Wolfram vom Adun-Tschilon (вольфрамъ изъ Адунъ-Чилона).....	314
2) Wolfram von Baewa (вольфрамъ изъ Баева).....	315
3) Wolfram vom Altay (вольфрамъ изъ Алтая).....	317
4) Wolfram vom Onon (вольфрамъ изъ Онона).....	317
II. Scheelit aus Pitkaranta (шелитъ изъ Питкаранта).....	321
X. Краткая замѣтка о непрочности цвѣта фенакита. Н. Кокшарова. (Kurze Notiz über die Entfärbung des Phenakits. Von N. Kokscharow).....	322
2. Протоколы засѣданій Императорскаго С.-Петербургскаго Минералогическаго Общества въ 1868 году. Составлены Секретаремъ Общества Профессоромъ П. А. Пузыревскимъ. (Protocolle der Sitzungen der Kaiserlichen Mineralogischen Gesellschaft zu St.-Petersburg, im Jahre 1868).	
Годовое засѣданіе 7 января 1868 года.....	323
Обыкновенное » 30 » — »	330
» » 13 февраля — »	333
» » 12 марта — »	336
» » 9 апрѣля — »	340
» » 23 » — »	345
Приложеніе: протоколъ засѣданія редакціонной геологической комиссіи, 17 августа 1868 г.	347
Обыкновенное засѣданіе 10 сентября 1868 года.....	348
» » 8 октября — »	349
» » 29 » — »	353
» » 19 ноября — »	356
» » 10 декабря — »	359

3. Приложенія къ протоколамъ засѣданій Императорскаго С.-Петербургскаго Минералогическаго Общества (Zusätze zu den Protocollen der Kaiserlichen Mineralogischen Gesellschaft zu St.-Petersburg).	369
Приложение I: Рецензии о сочиненіяхъ, поступившихъ на конкурсъ для соисканія преміи Общества по Геологін (Receptionen über die Werke, welche zur Concurrenz des geologischen Preises der Gesellschaft eingesandt waren)	369
Приложение II: Отчеты по приходу и расходу суммъ Императорскаго С.-Петербургскаго Минералогическаго Общества (Berichte über die Einnahmen und Ausgaben der Kaiserlichen Mineralogischen Gesellschaft zu St.-Petersburg)	389
а) Отчетъ за 1866 годъ (Bericht für 1866)	389
b) » » 1867 » (» » 1867)	392
c) » » 1868 » (» » 1868)	395
Приложение III: Отчеты въ расходахъ по изданіямъ Императорскаго С.-Петербургскаго Минералогическаго Общества (Ausgaben, betreffend die von der Kaiserlichen Mineralogischen Gesellschaft herausgegebenen Werke)	399
4. Составъ Дирекціи Императорскаго С.-Петербургскаго Минералогическаго Общества (Bestand der Direction der Kaiserlichen Mineralogischen Gesellschaft im Jahre 1868).	418
5. Списокъ лицъ, избранныхъ въ Члены Императорскаго С.-Петербургскаго Минералогическаго Общества въ 1868 году (Liste der Personen, welche im Laufe des Jahres 1868 als Mitglieder der Kaiserlichen Mineralogischen Gesellschaft erwählt wurden).	418





I.

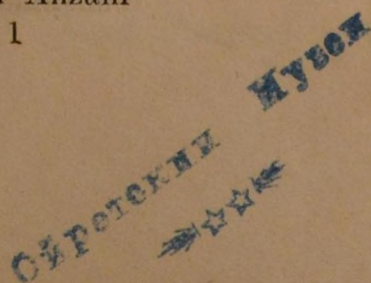
Ueber die Natur der Stromatoporen und über die Erhaltung der Hornfaser der Spongien im fossilen Zustande.

Von

Friedrich Baron Rosen.

Mit 11 lithographischen Tafeln und 12 Holzschnitten im Text.

Im Sommer 1863 machte ich in Gesellschaft unseres ausgezeichneten Geologen Herrn Mag. Friedrich Schmidt einen Ausflug in das silurische Gebiet Ehstlands und der Insel Oesel. Mein Zweck war, die geognostischen Verhältnisse besonders der obersilurischen Formation genannter Gegenden aus eigener Anschauung kennen zu lernen und eine möglichst vollständige Sammlung von silurischen Korallen zusammenzubringen, die einen werthvollen Beitrag zu der im mineralogischen Cabinet der Universität Dorpat befindlichen liefern sollte. Es hatte nämlich zu jener Zeit ein junger Gelehrter eine Monographie der Korallen des silurischen Bodens der Ostseeprovinzen in Aussicht gestellt und war bereits vor meiner Abreise mit seinen Untersuchungen so weit vorgedrungen, dass in mir der Wunsch wachgerufen wurde, ihm durch Vergrößerung des bereits in der Universitätsammlung vorhanden gewesenen Materials nach Kräften nützlich zu sein. Leider fand ich aber nach meiner Rückkehr von der Reise den jungen Forscher nicht mehr in Dorpat, da besondere Umstände ihn mittlerweile zwangen, die Stadt zu verlassen und den Abschluss der begonnenen Arbeit auf unbestimmte Zeit aufzuschieben. Und so blieben denn die von mir in grosser Anzahl



mitgebrachten Korallen unbearbeitet, haben aber vorläufig den Nutzen gestiftet, dass sie beim Sammeln meine Aufmerksamkeit auch auf die Stromatoporen lenkten. Es ist ja bekannt, dass diese ihrem äusseren Habitus nach viel Aehnlichkeit von manchen Korallen haben, und weil diese in den obersilurischen Schichten der Inseln Oesel und Dago und des Festlandes von Ehstland meistens mit Stromatoporen vergesellschaftet vorkommen, so wird man beim ausschliesslichen Suchen der ersteren oft auch eine Stromatopore, in der Meinung eine Koralle vor sich zu haben, in die Hand nehmen und sie einer mehr eingehenden Betrachtung, als es sonst zu geschehen pflegt, würdigen. Eben weil es bis jetzt der Wissenschaft nicht gelungen war die eigentliche Natur der Stromatoporen aufzuklären, so hatten dieselben in den Augen der meisten Sammler keinen Werth und wurden entweder vollständig ignorirt, oder nur gelegentlich in kleinen Exemplaren oder Bruchstücken mitgenommen, die in den Sammlungen meistens bald den einen, bald den anderen der beiden stereotyp gewordenen Namen *Str. concentrica* und *Str. polymorpha* erhielten. Mir erging es beim Sammeln der Stromatoporen auch nicht um vieles besser als den meisten anderen Sammlern, die Gelegenheit hatten die Fundörter derselben zu besuchen; Tausende von Exemplaren sah ich auf Feldern, in Steinbrüchen und am Fusse natürlicher Felsentblösungen zerstreut liegen, oder im Zusammenhange förmliche Riffe bilden, aber nur wenigen schenkte ich an Ort und Stelle meine Aufmerksamkeit, und noch weniger wurden von mir mitgenommen. Und wie sollte es auch anders sein? Bei einem oft so massenhaften Auftreten der Stromatoporen, bei ihrer oft bedeutenden Grösse, folglich auch bedeutenden Schwere wird man dieselben erst dann mit Vortheil sammeln können, wenn man wissen wird, was sie eigentlich sind, wie man gute Exemplare von schlechten zu unterscheiden und worauf man hauptsächlich sein Augenmerk bei der Untersuchung derselben zu richten hat. Man wird mit einem Worte am Orte ihres Vorkommens mit Sinn und Verstand zu entscheiden haben, welche Stücke mitzunehmen sind und welche nicht. Denn im entgegengesetzten

Falle könnte man, der Sammellust allein nachgehend, Gefahr laufen, Stromatoporen pudweise zu sammeln, ohne dadurch irgend einen erheblichen Nutzen für die Wissenschaft zu stiften. Daher wurden von mir bei der Korallenlese hauptsächlich nur solche Stücke von Stromatoporen mitgenommen, die wenigstens bei oberflächlicher Betrachtung mir in irgend einer Beziehung bemerkenswerth erschienen. Uebrigens lag es damals keineswegs in meiner Absicht, ernstliche Untersuchungen an den gesammelten Exemplaren anzustellen; die Anregung dazu verspüre ich erst nach dem Aufstellen der Sammlung! Viel eher kann ich behaupten, die Stromatoporen mit jenem wissenschaftlichen Bewusstsein gesammelt zu haben, mit welchem gewisse Dilettanten der Mineralogie Kieselsteine am Fluss- oder Meeresufer zu sammeln pflegen. Ungeachtet dessen war es fast ausschliesslich nur meine Sammlung, die das Material zu den vorliegenden Untersuchungen lieferte, weil das Uebrige, was ich an Stromatoporen in den Sammlungen der Universität und des Naturforschervereins zu Dorpat vorfand, entweder zu schlecht erhalten war, oder nicht die erforderliche Grösse und Form hatte, um mit Vortheil zum Zwecke der Untersuchung verwendet zu werden.

Nachdem es mir bereits im Jahre 1863 gelungen war, eine ziemlich klare Einsicht in die Natur der Stromatoporen zu gewinnen, wurde ich nach Kasan berufen, wodurch meine Untersuchungen eine Unterbrechung erlitten und nicht eher als im Sommer 1866 fortgesetzt werden konnten. Wohl fühlte ich das Bedürfniss, nachdem der Gegenstand meiner Forschung mir ganz besonders lieb geworden war, meinen Vorrath an Stromatoporen durch einen neuen Besuch des silurischen Gebiets von Ebstland und Oesel zu bereichern, wohl mangelte es nicht an dem Wunsche, die Stromatoporen des genannten Gebiets monographisch zu bearbeiten, aber alle diese Wünsche scheiterten an der Unmöglichkeit, dieselben in meiner gegenwärtigen Stellung durchzuführen. Daher hielt ich es für angemessen, mich mit dem 1863 gesammelten Materiale zu begnügen und mit dem Veröffentlichen der bereits erzielten Resultate nicht länger zu zögern, um so mehr als die letzteren, meiner Meinung nach,

schon so weit gediehen sind, dass zur weitem Bearbeitung des Gegenstandes andere Forscher sich ihrer mit Vortheil bedienen können. Und so gehe ich denn nach diesen Vorbemerkungen zur Lösung der eigentlichen Aufgabe über, der Aufgabe nämlich, die Natur der Stromatoporen so weit aufzuklären, als die mir zu Gebote stehenden Mittel es gestatten.

Wenn die Palaeontologen schon im dritten Decennium dieses Jahrhunderts recht gut Stromatoporen von anderen dem äussern Habitus nach ähnlichen Versteinerungen zu unterscheiden verstanden, so konnten sie denselben, wegen einer völligen Unkenntniss des innern Baues, keine feste Stelle im Systeme sichern, wie man dieses schon daraus ersieht, dass die Stromatoporen bald zu den Schwämmen, bald zu den Korallen, bald zu den Bryozoen gestellt wurden. Meine eigenen Untersuchungen haben mich gelehrt, dass die Stromatoporen wahre Hornspongien sind, die sich aber von allen übrigen Schwämmen der Gegenwart und Vergangenheit durch eine unbegrenzte Aufeinanderfolge von dünnen Lamellen unterscheiden, von denen eine jede den eigentlichen Schwamm repräsentirt; die Stromatoporen sind somit im vollen Sinne des Wortes zusammengesetzte Schwämme. Eine gute Definition der Schwämme im Allgemeinen giebt Bronn ¹⁾, indem er sagt: «Die Schwämme sind formlose ²⁾ Wasser-Thiere aus lose vereinigten kontraktilen Zellen ³⁾, innerlich unterstützt und getragen von einem aufgewachsenen netzartig verwebten Fibroinfaser-Gerüste und gewöhnlich auch noch von Kiesel- oder Kalk-Nadeln. Sie haben keine besonderen Organe, sondern die ganze Zellen-Masse (Sarcode) besitzt Assimilations-, Bewegungs-, Empfindungs- und Fortpflanzungs-Vermögen; doch lassen zahlreiche enge Einmündungs-Poren der Oberfläche das umgebende Wasser mit seinen feinsten Nahrungskörperchen nach dem Innern zu, welches von verzweigten wandlosen Kanälen durchzogen ist, die durch eine

¹⁾ Die Klassen und Ordnungen des Thier-Reichs 1859. Bd. 1, pag. 22.

²⁾ Dieser Ausdruck wird wohl zu beschränken sein, da gewisse Kalkschwämme (*Sycon*, *Ute*, *Dunstervillia*) eine entschieden reguläre und constante Form haben.

³⁾ Detaillirte Untersuchungen über Zellen, Sarcode und andere Gebilde der Schwämme findet der Leser in Oskar Schmidt's Supplement der Spongien des Adriatischen Meeres. 1864.

geringere Anzahl grösserer Oeffnungen wieder nach aussen münden. Besondere Zellen-Gruppen wandeln sich in Wimper-Schläuche um, um die Zirkulation in den Kanälen zu fördern; andere werden zu Saamen-Fäden, Eiern (?) und Keimen». Im Folgenden wird der Leser der Beweise genug finden, um die Ueberzeugung zu gewinnen, dass der Bau der Stromatoporen vollkommen der eben angeführten Definition entspricht, und dass somit kein anderer Ausweg übrig bleibt, als dieselben für Schwämme anzuerkennen. Es versteht sich von selbst, dass solche Theile wie die Sarcode und die verschiedenen Zellengebilde im fossilen Zustande nicht erhalten werden konnten, wohl aber das Gerüste mit seinen Fasern und zahlreichen Kanälen, mit seinen Einmündungsporen und Ausflussöffnungen auf der Oberfläche.

Aeussere Form. Die einfachste Form einer Stromatopore ist eine in horizontaler Ausdehnung unbestimmt begrenzte, mehr oder weniger dicke Lamelle, die alle Bildungselemente eines Hornschwammes in sich aufnimmt. Durch eine unbeschränkte Uebereinanderschichtung solcher selbstständigen Lamellen entstehen aber zusammengesetzte Gehäuse oder Stöcke, die nicht selten eine bedeutende Grösse erreichen (bei kugelichten Formen bis 2' im Durchmesser) und an keine bestimmte Form gebunden sind. Meistentheils sind sie unregelmässig kugelig, oder knollen-, fladen-, schüssel- und plattenförmig, oder bilden flache Ueberrindungen. Seltener treten fächerförmige (Tab VII, Fig. 4) und ästige Gestalten auf, oder massige Formen mit knollen- und fingerförmigen Fortsätzen (Tab. XI, Fig. 1 und 2); dagegen werden solche mit lappenförmigen Fortsätzen öfter beobachtet. Weil die vielgestaltigen Stromatoporenstöcke nur das Produkt einer vielfach wiederholten Auflagerung von Lamellen sind, von denen eine jede zum Aufbau des Ganzen beitragend ihre Selbstständigkeit dennoch nicht einbüsst, so haben wir, ehe wir zur Betrachtung der Erscheinungen, die die zusammengesetzten Gehäuse bieten, schreiten, erst den Bau der isolirten Lamelle in Augenschein zu nehmen.

Das Gewebe. An drei Stromatoporen-Arten ist mir gelungen, die Gegenwart von Fasern nachzuweisen, die ursprünglich

jedenfalls eine ähnliche Beschaffenheit gehabt haben müssen, wie die Fasern der Hornschwämme überhaupt. Zum Zwecke unserer Betrachtung wollen wir zuerst die auf Tab. I, Fig. 1 und 2 abgebildete Art in Augenschein nehmen, da man an ihr die Form des Gewebes ganz besonders schön studiren kann. In Fig. 1 ist der Querschnitt einer Lamelle, in Fig. 2 dagegen der Längsschnitt mehrerer zusammenhängenden Lamellen, so wie sie im durchfallenden Lichte bei dreissigmaliger Vergrösserung erscheinen, dargestellt. Die durch die Verwachsung von Fasern entstandenen Maschen haben hier beinahe die Form von Quadraten, und die Verwachsungsstellen der Fasern werden durch Anschwellungen bezeichnet, die den Querschnitten der Lamellen (Fig. 1), bei gehöriger Vergrösserung, ein getüpfeltes Ansehen verleihen. Bei einem Durchmesser von 0,019 Mm. übertreffen diese Anschwellungen die Dicke der Fasern wenigstens um das Doppelte. Die letztern sind äusserst kurz, indem ihre Länge, oder was dasselbe ist, die Distanz zwischen zwei Verwachsungspunkten meistentheils 0,02 Mm. nicht übertrifft und nur aus-

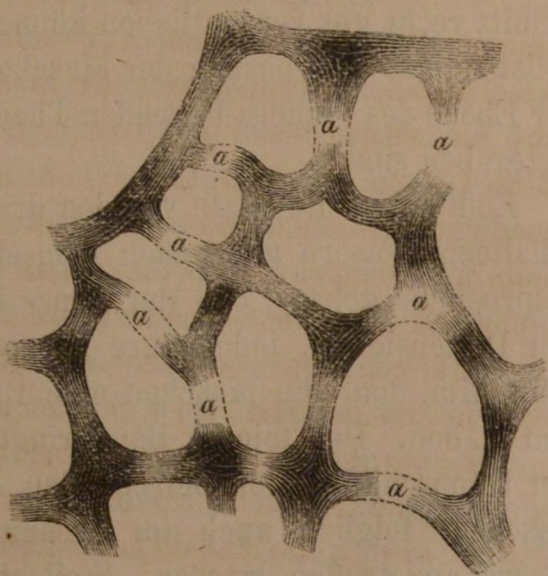


nahmsweise das Doppelte beträgt. Weil der Grad der Pellucidität der Versteinerungsmasse der betreffenden Stromatopore bei der mikroskopischen Untersuchung stärkere als dreissig- bis vierzigmalige Vergrösserungen nicht zulässt, so können die zwischen den Verwachsungspunkten ausgespannten Fasern bei oberflächlicher Betrachtung leicht übersehen und nur die ersteren in Form von Tüpfeln bemerkt werden. Uebrigens kommt es nicht selten vor, dass von den Fasern nur die verdickten Theile stehen geblieben sind, indem die übrigen Theile beim Versteinerungsprocesse zu Grunde gingen. Nicht zu übersehen ist auch der Umstand, dass die in Rede stehenden Anschwellungen ganz besonders deutlich in Querschnitten, nicht aber in Längsschnitten zu beobachten sind.

Im durchfallenden Lichte betrachtet erscheinen die Fasern in allen ihren Theilen in den Exemplaren, die mir zu Gebote stehen, braun; im auffallenden Lichte dagegen weiss. Das Umgekehrte findet mit der die Fasern einschliessenden Kalkstein-

masse statt, indem dieselbe im durchfallenden Lichte farblos, im auffallenden aber schwarz erscheint. Alles deutet darauf hin, dass die Anordnung der kleinsten Theile in der umgewandelten Schwammmasse eine wesentlich andere ist als in der dieselbe einschliessenden Kalksteinmasse.

Eine von der eben beschriebenen abweichende Form der Maschen fand ich bei zwei anderen Stromatoporen-Arten, von denen jedoch nur eine auf Tab. IV, (Fig. 1 und 2) und Tab. V, (Fig 1 und 2) abgebildet wurde. Obgleich die Fasern dieser Art verhältnissmässig dick sind (etwa 0,03 Mm.) und die Maschen eine Breite von 0,095 bis 0,114 Mm. erreichen, so kann die Form des Gewebes selbst nur durch ein sorgfältiges Studium aufgeklärt werden. Freilich erblickt man bei einer fünfmaligen Vergrösserung (s. Tab. V, wo Fig 1 den Querschnitt, Fig. 2 den Längsschnitt, fünfmal vergrössert, darstellt) ein zierliches Netzwerk von rundlichen Maschen, aber erst eine dreissigmalige Vergrösserung des Quer- oder Längsschnitts wird uns zeigen, dass die Maschen meistens nicht scharf begrenzt erscheinen, weil der Zusammenhang der Fasern öfter unterbrochen wird. Zum näheren Verständnisse der Ursache dieser Erscheinung wird der hier beigefügte, nach der Natur in einem sehr grossen Massstabe gezeichnete Holzschnitt beitragen. Weil die Fasern der fraglichen Stromatopore sich nicht nur in der Horizontal- und Vertical-Ebene, wie in der früher betrachteten Art, sondern nach allen möglichen Richtungen ausdehnen, so ist es klar, dass in einem Präparate, das die Form einer dünnen Platte hat, nur Bruchtheile von Fasern zur Anschauung kommen können. Dieses Ver-



hältniss soll uns eben der Holzschnitt versinnlichen, indem an allen mit *a* bezeichneten Stellen der Zusammenhang der Fasern unterbrochen erscheint, weil hier die Theile von Fasern, die über oder unter den beiden Schnittflächen der Platte zu liegen kamen und den Zusammenhang herstellten, durch den Schnitt entfernt wurden. Aus dem Holzschnitte ist auch zu ersehen, dass die Fasern an den Verwachsungsstellen eine Verdickung erleiden, obgleich nicht in dem auffallenden Grade wie in der früher betrachteten Art. Ausserdem ist zu bemerken, dass die angeschwollenen Theile der Fasern im durchfallenden Lichte dunkler gefärbt als die übrigen Theile derselben erscheinen, was nur eine Folge ihrer grössern Dicke sein kann. Weil der Zusammenhang der Fasern in solchen Platten oder Dünnschliffen, die zur mikroskopischen Untersuchung verwandt werden, mehr oder weniger unterbrochen erscheint, so wird dadurch die Bestimmung der Form der Maschen erschwert. Wenn man sich aber in der Vorstellung die zur Herstellung des Zusammenhanges fehlenden Theile zwischen benachbarten Fasern hinzudenkt, was nicht schwer fällt, wenn man den Verlauf der stehengebliebenen Theile mit Aufmerksamkeit verfolgt, so wird man unwillkürlich zu der Ueberzeugung gebracht, dass die Maschen der betreffenden Stromatoporen-Art eine unregelmässig-polygonale, zum Rundlichen sich neigende Form haben. Das eben Gesagte wird der Holzschnitt recht gut verdeutlichen können, da auf demselben die zur vollständigen Begrenzung der Maschen fehlenden und ausserhalb der Ebene des Papiers liegenden Theile von Fasern durch Punkte angegeben sind.

Endlich ist die letzte von den drei Stromatoporen-Arten mit erhaltenen Fasern ganz nach demselben Typus wie die zuletzt besprochene gebaut, und der ganze Unterschied besteht nur in den Dimensionen, indem ihre Fasern nur eine Dicke von etwa 0,02 Mm. und die Maschen eine Breite von 0,038 bis 0,057 Mm. haben. Der feinere Bau bringt es aber mit sich, dass in den Dünnschliffen der betreffenden Art öfter scharf begrenzte Maschen, folglich auch im Zusammenhange stehengebliebene Fasern angetroffen werden. Weil aber hier die Form des Ge-

webes dieselbe und nur die Dimensionen der Gewebeelemente verschieden von der auf Tab. IV und V abgebildeten Art sind, so wurde eine besondere Zeichnung nicht ausgeführt.

Nachdem ich die beiden mir bekannt gewordenen Modalitäten des Fasergerüsts der Stromatoporen beschrieben habe, fühle ich mich veranlasst den Beweis zu führen, dass dieses Gerüste nur aus Hornfasern und nicht aus Nadeln bestehen konnte. Die Nothwendigkeit einen solchen Beweis zu liefern wird um so grösser, als von den meisten Forschern, die sich mit fossilen Schwämmen beschäftigt haben, an der Möglichkeit der Erhaltung der Hornschwämme im fossilen Zustande gezweifelt wird. So finden wir z. B. in Adolph Roemer's Werke «Die Spongitarien des Norddeutschen Kreidegebirges 1864» auf pag. 1 Folgendes gesagt: «Die Seeschwämme oder Spongien unterscheiden sich nach der Substanz ihres Gewebes, indem dieses bei einigen weich, hornartig, bei andern fest, kieselig oder kalkig ist; erstere hat man Spongiaria, letztere Spongitaria genannt. Die Spongiarien bilden die grosse Mehrzahl der lebenden Schwämme, haben sich aber fossil noch nicht gefunden, weil sie sich nach dem Ableben zu leicht zersetzen oder aber erst in der jetzigen Periode geschaffen sind. Desto häufiger finden wir in einzelnen Gebirgsschichten die Spongitarien etc.» Auch Bronn giebt die Hoffnung auf, dass es uns jemals gelingen könnte, Reste von Horn-Spongien zu entdecken, indem er in seinen «Untersuchungen über die Entwicklungs-Gesetze der organischen Welt während der Bildungs-Zeit unserer Erd-Oberfläche 1858» auf pag. 4 Folgendes sagt: «Im Gebiete der fossilen Organismen vermehren sich die Schwierigkeiten die Gesetze ihrer geologischen und geographischen Erscheinung und Verbreitung so wie ihre Beziehungen zur jetzigen Welt zu erkennen sehr beträchtlich. Denn es gibt ganze Familien, Ordnungen und selbst Klassen von organischen Wesen, die vermöge ihrer chemischen Zusammensetzung, oder ihrer unbedeutenden Grösse durchaus nicht geeignet sind sich im fossilen Zustande zu erhalten. Wir haben keine Hoffnung jemals Reste von Horn-Spongien, von nackten Infu-

sorien, Polypen und Mollusken, von Quallen, Rotatorien, Ringel- und Eingeweide-Würmern zu entdecken, welche einst gelebt und theils gewiss als Parasiten anderer Thiere existirt haben, theils als Futter derselben unentbehrlich gewesen sind». Weil im fossilen Zustande jedenfalls nur die Form und nicht die Substanz der Hornfasern erhalten werden konnte, so haben wir uns auch in den Fällen, wo es gilt zu entscheiden, ob ein fossiler Schwamm Hornfasern enthielt oder nicht, hauptsächlich an die Form zu halten. Nun sind aber die Kalk- und Kieselkörper einer grossen Zahl lebender Schwämme eingehend untersucht, und haben wir besonders Bowerbank ¹⁾ und Oscar Schmidt ²⁾ eine sehr reichhaltige Zusammenstellung von Formen zu verdanken. Nach dieser Zusammenstellung geht hervor, dass die Kalk- und Kieselkörperchen entweder eine nadelförmige (die Nadeln sind oft etwas gebogen und mehr oder weniger dornig und zuweilen drei- bis vierstachlig) oder eine ankerförmige (indem ein Stiel und drei Haken oder Spitzen vorhanden sind), oder eine hakenförmige (wobei, wie Oscar Schmidt sich ausdrückt, das Thema des Hakens in allen erdenkbaren Varietäten dargestellt wird), oder endlich eine schildförmige, sternförmige und selbst kuglige Gestalt haben. Was die Anordnung der Kalk- und Kieselkörperchen in den Schwämmen betrifft, so ist dieselbe verschieden, je nachdem die Körperchen einzeln nach allen Richtungen durch und über einander liegen, oder sich neben und hinter einander zu Bündeln und Stäbchen ordnen, die das Parenchym in netzartigen Zügen durchsetzen. Diese Körperchen werden entweder von den Fasern, falls solche im Schwamme vorkommen, eingeschlossen, oder sie lagern in und zwischen den Faserbündeln in der Sarcode. Sind aber keine Fasern im Schwamme vorhanden, so werden die Nadeln nur durch die Sarcode allein zusammengehalten und häufen sich zuweilen in solchen Massen an, dass das Quantum der organischen Materie dagegen sehr zurücktritt. Nichts Aehnli-

¹⁾ On the anatomy and physiology of Spongiadae. Philosophical transactions of the royal society of London 1858.

²⁾ Die Spongien des Adriatischen Meeres. 1862 und Supplement 1864.

ches, das an die Kalk- und Kieselkörperchen der Schwämme erinnern sollte, finden wir in den Stromatoporen. Dass die Stromatoporen keine Kieselgebilde enthalten konnten, beweist schon ohne Weiteres der Umstand, dass die meisten derselben aus einer Kalksteinmasse bestehen, die nach der Auflösung in Salzsäure keine Kieselnadeln hinterlässt. In den verhältnissmässig seltenen Fällen, wo die ganze Masse einer Stromatopore aus Quarz besteht, ist die Kieselsäure jedenfalls später als Versteinerungsmaterial hinzugetreten. Denn abgesehen davon, dass solche aus Quarz bestehende Stromatoporen nur in einigen wenigen Localitäten vorkommen, kann für das Gesagte als Beweis der Fall angeführt werden, dass eine Stromatoporen-Art, die später beschrieben werden soll, an verschiedenen Stellen ihres Vorkommens auch verschiedenartig versteinert, d. h. bald verkieselt, bald verkalkt angetroffen wird. Dass das Gerüste der Stromatoporen nicht aus Kalknadeln bestand, beweist der innere Bau desselben. Wenn das Gewebe der auf Tab. I, (Fig. 1 und 2) abgebildeten Art in dieser Beziehung noch eine Meinungsverschiedenheit hervorrufen könnte, indem die Fasern desselben auch für gitterförmig angeordnete Nadeln erklärt werden könnten, obgleich kein triftiger Grund zu Gunsten einer solchen Ansicht anzuführen wäre, so verscheucht die Form des Gewebes der auf Tab. IV und V abgebildeten Art (so wie einer anderen, nicht abgebildeten, aber dieser sehr ähnlichen Art) jeglichen Gedanken an die Möglichkeit einer ursprünglich kalkigen Natur desselben. Denn es giebt nicht unter den lebenden Formen solche Kalkschwämme, deren Gerüste nicht aus Kalknadeln, sondern aus anastomosirenden Kalkfasern bestehen sollte, ebenso wie es keine Kieselschwämme mit Kieselfasern giebt ¹⁾. Ungeachtet dessen finden wir in einem der neuern Werke auf dem Gebiete der Palaeontologie eine Eintheilung fossiler Schwämme, die z. Th. auf dem Vorhandensein oder Nichtvorhandensein von Kalk-

¹⁾ Es giebt freilich einige wenige Kieselschwämme (wie z. B. *Esperia Contarenii* s. O. Schmidt, Spongien. p. 54), deren Kieselkörperchen sich zu faserartigen Formen gruppieren, die aber stets für das, was sie eigentlich sind, erkannt werden können.

und Kieselfasern beruht. Ich meine darunter das Werk von Fr. Ad. Roemer, betitelt: «Die Spongitarien des Norddeutschen Kreide-Gebirges. Cassel 1864». Nach einer schon früher aus diesem Werke angeführten Stelle hiess es, dass die s. g. Spongiarien, d. h. Schwämme mit hornartigem Gewebe, sich fossil noch nicht gefunden haben, dagegen um so häufiger die s. g. Spongitarien, d. h. Schwämme mit kieseligem oder kalkigem Gewebe. Weiter, auf derselben Seite lesen wir: «Das Gewebe der Spongitarien ist wieder der Form nach verschieden: gitterförmig, oder wurmförmig. Das gitterförmige Gewebe besteht aus sehr dünnen, glatten, immer aus Kieselsäure gebildeten Stäbchen, welche nach allen drei Richtungen gitterförmig verwachsen sind und am Verwachsungspunkte einen kleinen, bisweilen oktaëderförmigen Knoten bilden. Das wurmförmige Gewebe besteht bald aus Kieselerde, bald aus Kalk; im ersteren Falle kann es dem gitterförmigen sehr ähnlich werden ¹⁾, die Stäbchen sind aber auch dann stachelig und bilden am Verwachsungspunkte keine Knoten; gewöhnlich sind die Fasern gebogen, oft dichotom, anastomosirend, an den Seiten oft stachelig ²⁾; im wurmförmigen Gewebe liegen häufig walzenförmige, einfache, oder sternförmig verwachsene, kieselige Nadeln (*spiculae*), welche bisweilen fast den ganzen Schwamm zusammensetzen ³⁾. Die Verschiedenheit des Gewebes lässt sich gewöhnlich leicht untersuchen, wenn man ein Stückchen des Schwammes mit verdünnter Salzsäure behandelt; bisweilen zerfällt aber das Kieselskelett bei der Lösung, in welcher dann ein feines, oft von Eisenoxydhydrat

¹⁾ Dabei weist der Autor auf die Abbildung der *Cupulospongia cribrosa* hin, die aber weder beschrieben noch abgebildet wird. Da unter den sämtlichen vom Autor beschriebenen Cupulospongien die *Cupulospongia rimosa* (pag. 51, Taf. XVII, Fig. 8) die einzige ist, die ein der gegebenen Beschreibung entsprechendes Gewebe hat, so wird sie auch wohl der Autor gemeint haben.

²⁾ Wenn dabei auf die Abbildung der *Siphonocoelia annulata* hingewiesen wird, so ist zweifelsohne die *Eudea annulata* pag. 26, Taf. XI, Fig. 2 darunter zu verstehen, da weiter hin im Texte kein Schwamm, der den ersten Namen tragen sollte, angeführt wird.

³⁾ Der Autor weist dabei auf *Siphonocoelia spiculigera* und *texta* hin, von denen die erstere nicht beschrieben wird, wohl aber eine *Cupulospongia spiculigera* pag. 52, die der Autor auch ohne Zweifel im Sinne hatte.

gefärbtes Kieselpulver sich abscheidet». Leider scheint der Autor dieses Pulver unter dem Mikroskope nicht untersucht zu haben, das aller Wahrscheinlichkeit nach aus Kiesel-Nadeln bestand, die er, was von Wichtigkeit wäre, hätte abbilden und beschreiben sollen.

Wer den Fortschritten in der Kenntniss der Organisation lebender Schwämme mit Aufmerksamkeit gefolgt ist, der wird auch gewiss die Art und Weise, wie der Autor die Natur der fossilen Schwämme deutet, als eine irrige betrachten. Wenn der letztere behauptet, dass Schwämme mit einem hornartigen Gewebe sich fossil noch nicht gefunden haben, und weiterhin die uns bekannt gewordenen Ansichten über den Bau der Schwämme an den Tag legt, so wird es auch begreiflich, dass bei solchen Ansichten jede Möglichkeit, jemals fossile Horn-Spongien zu entdecken, selbst wenn diese zu Tausenden vorkommen sollten, von vorneherein abgeschnitten wird. Wir sehen, dass selbst der Autor von Fasern spricht, die oft dichotom und anastomosirend sein sollen; wir sehen endlich dass im «wurmformigen Gewebe», welches auch die dichotomen und anastomosirenden Fasern mitbegreift, nach seiner Angabe häufig kieselige Nadeln von verschiedener Form vorkommen sollen, also ein von dem einschliessenden Fasergewebe ganz verschiedenes Gebilde. Wenn aber, trotz allen diesen Beobachtungen, von ihm das Vorhandensein von fossilen Schwämmen, die ursprünglich ein hornartiges Gewebe besaßen, geleugnet und dagegen behauptet wird, dass nur Schwämme mit kieseligem oder kalkigem Gerüste bis jetzt fossil gefunden worden sind ¹⁾, so kann eine derartige Behauptung, Angesichts der gemachten Beobachtungen, nur durch eine mangelhafte Kenntniss der Organisation lebender Schwämme gerechtfertigt werden. Denn um die Natur fossiler Schwämme richtig zu deuten, dazu ist jedefalls die Kenntniss der Natur lebender

¹⁾ Es wird doch Niemand behaupten wollen, dass es in der Vorwelt keine Baumstämme mit Holzfasern gab, weil die den letzteren der Form nach ähnlichen Gebilde der fossilen Baumstämme nicht aus Cellulose, sondern aus einer Steinmasse bestehen.

Spongien erforderlich, die nicht umgangen werden darf, wenn man sich der Gefahr nicht aussetzen will, bei der Beurtheilung der ursprünglichen Beschaffenheit fossiler Formen unter sich allen Grund und Boden zu verlieren und in eine rathlose Lage zu gerathen.

Nun wissen wir, dass unter den lebenden Schwämmen noch nie einer gefunden wurde, dessen Fasern aus einer Kalk- oder Kieselmasse bestehen sollten; wohl finden wir aber eine beträchtliche Anzahl von Schwämmen in den heutigen Meeren, deren Hornskelet regelmässig in den Schwämmen selbst entstandene Kieselnadeln enthält. Sollten wir also vor uns einen fossilen Schwamm haben, der ausser Nadeln, wenn solche überhaupt vorhanden, auch derartige Gebilde aufweist, die der Form nach nur mit Fasern lebender Schwämme zu vergleichen sind, so werden wir unwillkürlich zu dem Schlusse gebracht, dass der Schwamm einstens ein Hornskelet besass, mögen Nadeln zugegen sein oder nicht, dessen Structur durch den Versteinerungsprocess erhalten blieb. Die weitere Folgerung würde sein, dass Schwämme mit einem hornartigen Fasergewebe der Erhaltung im fossilen Zustande fähig sind, und dass die entgegengesetzte Behauptung nur auf einer vorgefassten Meinung beruht, die ihre Stütze nicht in der Beobachtung und Erfahrung, sondern in dem aprioristischen Satze sucht: die Hornfasermasse der Schwämme ist zu vergänglich, als dass sie Spuren ihrer früheren Existenz hinterlassen könnte.

Diese vorgefasste Meinung war es, die selbst die Vermuthung nicht aufkommen liess, dass verschiedene Arten von Hornschwämmen möglicherweise einen sehr verschiedenen Widerstand den zerstörenden Einflüssen entgegensetzen könnten, was, wenn es der Fall wäre, von ihren chemischen Eigenschaften und Structurverhältnissen abhängen würde, und dass die Verhältnisse unter denen Schwämme in Gebirgsschichten abgelagert, so wie die Solutionen, von denen die letztern durchtränkt wurden, von sehr verschiedener Art sein konnten, so dass in gewissen Fällen ein und derselbe Schwamm mehr oder weniger vollkommen erhalten werden konnte, in anderen dagegen zu Grunde

gehen musste. In erster Beziehung giebt uns Oscar Schmidt manchen beachtenswerthen Fingerzeig. So führt er unter Anderm an, dass das Skelet der *Aplysinen* sich durch die fast vollkommene Unlöslichkeit in kochender Kalilauge auszeichnet¹⁾, und dass das Gerüst von *Cacospongia scalaris* von Kalilauge kaum angegriffen wurde, als ein zugleich in den Tiegel gethanes Stück Badeschwamm schon vollständig aufgelöst war²⁾. «Uebrigens», sagt er weiter, «ist die Widerstandsfähigkeit nur eine graduelle, denn ausser *Aplysina aerophoba* wurden alle probirten Hornspongien, die einen früher, die anderen später aufgelöst.» Wenn aber, füge ich hinzu, sich eine Verschiedenheit in der Widerstandsfähigkeit gegen ein so kräftiges Agens, wie die Kalilauge es ist, herausstellt, so wird sich gewiss eine solche Verschiedenheit auch den zerstörenden Einflüssen der freien Natur gegenüber geltend machen, und wir uns daher nicht zu verwundern haben, wenn sich herausstellen sollte, dass es Hornschwämme gab, die der Fähigkeit nicht ermangelten, unter günstigen Umständen, lange Zeit nach dem Absterben ihr Gerüst in einem mehr oder weniger unversehrtem Zustande zu bewahren, so dass ein Versteinerungsprocess eingeleitet und zum Abschlusse gebracht werden konnte. Dass es aber in der That solche Hornschwämme gab, davon konnte ich mich nicht nur allein durch die Untersuchung der Stromatoporen, sondern auch fossiler Schwämme der Kreideformation von Saratow (an der Wolga), die im Sommer 1866 vom Hrn. Stud. Sinzow gesammelt wurden, überzeugen. Seiner Gefälligkeit habe ich es zu verdanken, dass mir die ausgezeichnete Gelegenheit geboten wurde, wichtige Aufschlüsse über die Art und Weise der Erhaltung der Hornschwämme im fossilen Zustande zu erlangen. Denn seine, obgleich nicht grosse Sammlung von Schwämmen, vereinigt in sich so ziemlich Alles, was dazu nöthig erscheint und gewährt zugleich eine klare Einsicht in die Fossilisirungsprocesse, denen Hornschwämme im Laufe der Zeit unterlagen.

¹⁾ Spongien pag. 25.

²⁾ Ibidem pag. 26.

Nach der Art der Erhaltung lassen sich die Saratow'schen Kreideschwämme in folgende 4 Gruppen bringen:

1) Schwämme, deren Canäle und feinsten Zwischenräume des Gewebes von einem dichten Kalksteine ausgefüllt werden; die Fasern sind verschwunden, haben aber Hohlräume hinterlassen, die ihre Form auf das Treueste wiedergeben.

2) Schwämme, wie die vorigen, nur mit dem Unterschiede, dass stellenweise verkieselte Fasern angetroffen werden.

3) Schwämme, deren Hornskelet vollständig verkieselt ist. Die Maschen und Canäle werden gleichfalls von einem dichten Kalksteine ausgefüllt, nach dessen Entfernung durch Salzsäure das Kieselgerüste in allen seinen Theilen blosgelegt werden kann.

4) Schwämme, deren äussere Form erhalten, deren innere Structur aber gänzlich verloren gegangen ist. Das Versteinerungsmaterial ist ein Sandstein, dessen Körner durch kohlen-sauren Kalk cementirt werden.

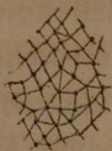
Es thut mir leid, hier nicht gleich eine ausführliche Beschreibung des beobachteten Materials folgen lassen zu können, weil dieselbe nicht wenige Abbildungen — die zu liefern, ich jetzt nicht im Stande bin — fordern und unsere Aufmerksamkeit zu sehr von dem Hauptgegenstande der vorliegenden Abhandlung ablenken würde.

Ohne mich also auf die Beschreibung von Einzelheiten einzulassen, will ich hier das untersuchte Material nur so weit berücksichtigen, als es geeignet erscheint, uns Aufschlüsse über die Vorgänge, die bei der Fossilisirung der Hornschwämme stattfanden, zu gewähren.

Zu dem Grunde wollen wir unsere Aufmerksamkeit zuerst den Schwämmen der ersten Gruppe zuwenden, weil diese sich am meisten dazu eignen, uns mit den wichtigsten Bedingungen, unter welchen einem Hornschwamme beim Versteinerungsprozesse die organische Structur erhalten wird, bekannt zu machen. Weil die besagten Schwämme eigentlich das negative Bild der einst lebenden Schwämme vorstellen, indem die Maschen und alle Canäle von einer dichten Kalksteinmasse ausgefüllt

werden, dagegen alle Räume, die früher von Fasern eingenommen wurden, jetzt leer erscheinen, so beweist dieses, dass die Schwämme von einem feinen Kalkschlamme eingehüllt wurden, der alle Zwischenräume des Fasergewebes ausfüllte und dasselbe wenigstens so lange vor einer Zersetzung schützte, bis er erhärtete. Die später erfolgte Zerstörung der organischen Materie der Faser musste somit ohne Einfluss auf die Erhaltung der Form der letzteren bleiben, da ein Abdruck derselben im Gesteine bereits gegeben war. Eine vollkommen entgegengesetzte Erscheinung sehen wir dagegen bei den Schwämmen der vierten Gruppe. Weil das Versteinerungsmaterial derselben ein durch kohlen sauren Kalk cementirter Sandstein ist, so konnte das Fasergerüste ursprünglich nicht so dicht wie im vorhergehenden Falle eingehüllt werden; die Fasern mussten verhältnissmässig schnell in Verwesung übergehen, und da sie ausserdem von einer nichts weniger als plastischen Masse umgeben wurden, so konnten sie auch keine Spuren ihres früheren Daseins hinterlassen. Aus der Art der Erhaltung der beiden mit einander verglichenen Gruppen von Schwämmen ergibt sich somit, dass die Form der Faser erhalten werden kann, wenn der Schwamm von einer Schlamm Masse umschlossen wird, die in alle Zwischenräume des Gewebes dringt und dieselben dicht ausfüllt, und wenn der Anfang des Zerfallens der Fasersubstanz der Erhärtung des Schlammes zum Gestein nicht vorausgeht.

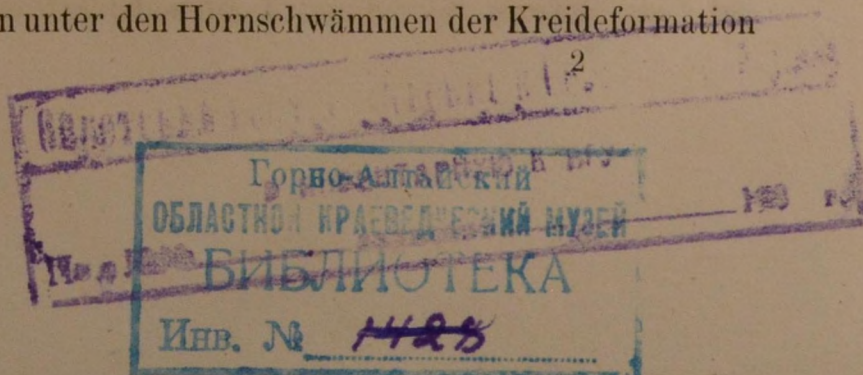
Unter den Schwämmen der ersten Gruppe kommen mehrere Arten vor, deren Gewebe ungemein demjenigen der auf Tab. I abgebildeten Stromatopore gleicht. Die Maschen haben die Form von Rhomben, Dreiecken und zuweilen von Fünfecken, und die Verwachsungsstellen der schnurgeraden Fasern werden durch punktähnliche Anschwellungen bezeichnet (vergl. die beistehende



Zeichnung mit der auf pag. 6). Wenn somit das Fasergewebe der auf Tab. IV und V abgebildeten Stromatoporen-Art sich mehr dem gewöhnlichen Typus des Schwammgewebes (siehe Holzschnitt pag. 7) nähert,

so findet in gleicher Beziehung die auf Tab. I abgebildete Stromatopore ein Analogon unter den Hornschwämmen der Kreideformation

IV.



von Saratow, und wir sehen somit die Richtigkeit der Annahme, dass Stromatoporen wahre Hornschwämme sind, durch neue Belege unterstützt. Wollte man aber selbst bezweifeln, dass das durch geradlinige hohle Fäden und vier- und dreieckige Maschen ausgezeichnete Gewebe einiger Arten der Kreideschwämme von Saratow von verschwundenen Hornfasern herrührt und dagegen behaupten, dass es eben so gut von im Laufe der Zeit aufgelösten Kalk- oder Kieselnadeln herrühren könnte, so fiel es uns nicht schwer, eine derartige Einwendung auf immer zu beseitigen. Schon der Umstand allein, dass mit den in Rede stehenden Schwämmen auch solche vorkommen, deren feine und gleichfalls hohle Gewebeelemente der Form nach nur mit Hornfasern zu vergleichen sind, würde zu Gunsten unserer Ansicht sprechen. Aber selbst davon abstrahirt, sind wir im Stande zu beweisen, dass die besagten Hohlräume weder von Kalk- noch Kieselnadeln herrühren können. Denn denken wir uns einen Schwamm mit Kalknadeln von einer Gesteinsmasse dicht umschlossen, so ist es klar, dass nur unter der Bedingung ein scharfer Abdruck der Nadeln nach ihrer Auflösung erfolgen könnte, wenn das Lösungsmittel nur auf die Nadeln und nicht auf das Gestein einwirken würde. Folglich können die scharf begrenzten, gitterartig angeordneten Hohlräume einiger Kreideschwämme von Saratow unmöglich von Kalknadeln herrühren, weil das Gestein, das die Zwischenräume des Gewebes ausfüllt, der Hauptsache nach aus kohlen-saurem Kalke besteht; die Nadeln und das Gestein würden sich gegen das Lösungsmittel gleich verhalten haben und an scharfe Abdrücke der ersteren wäre nicht zu denken. Dasselbe liesse sich sagen, falls die Voraussetzung gemacht werden sollte, dass die besagten Hohlräume ihre Entstehung aufgelösten Kieselnadeln zu verdanken haben. Schon die Schwerlöslichkeit der Kieselerde würde eine derartige Entstehung sehr unwahrscheinlich machen; ausserdem ist aber der Silicat-Antheil des Gesteins, neben zahlreichen Quarzkörnern nicht unbedeutend; das Lösungsmittel würde auf ihn gleichfalls eingewirkt und scharfe Abdrücke unmöglich gemacht haben.

Wohl sehen wir aber, dass bei den Kreideschwämmen von Saratow die entgegengesetzte Erscheinung stattgefunden hat, indem entweder nur ein Theil der hohlen Fäden, oder die Gesamtmasse derselben durch später hinzugetretene Kieselsäure ausgefüllt wird. Beweisend für das spätere Eindringen der Kieselsäure sind aber

- 1) die Form der Gewebeelemente und
- 2) in Fällen, wo die Form allein nicht entscheidet, das gleichzeitige Auftreten von hohlen und von mit Kieselerde ausgefüllten Fäden.

Das Auftreten der Kieselerde als Versteinerungsmaterial der Hornschwämme muss für den Palaeontologen eine sehr willkommene Erscheinung sein, denn sie erleichtert ungemein das Studium des inneren Baues fossiler Schwämme. Man braucht nur den verkieselten Schwamm auf einige Zeit in Salzsäure zu legen, um später, nach erfolgter Auflösung der anhängenden Kalksteinmasse, vor sich ein in der vollkommensten Weise erhaltenes Schwammgerüste zu haben. Bei der Betrachtung solcher Präparate gewinnt man erst recht die Ueberzeugung, dass der Grund der vielen Irrthümer, die in der Literatur über fossile Schwämme herrschen, nicht so viel in der schlechten Erhaltung der letzteren, als in den folgenden zwei Umständen zu suchen ist:

- 1) in der mangelhaften Kenntniss der Organisation lebender Schwämme und
- 2) in der völligen Unkenntniss der Prozesse, die zur Erhaltung der Schwämme im fossilen Zustande beitragen.

Denn nur durch die Kenntniss der Organisation lebender Schwämme und der Fossilisirungsprozesse, denen ausgestorbene Arten unterlagen, kann es uns erst möglich werden, aus der gegenwärtigen Erscheinungsweise die frühere Beschaffenheit der vorweltlichen Schwämme abzuleiten.

Nun ist aber in Betreff des ersten Punktes zu bemerken, dass die Kenntniss der Organisation lebender Schwämme in den letzten Jahren bedeutende Fortschritte gemacht hat, so dass es Zeit ist, den Versuch zu machen, dieselben Grundsätze, die bei der Beschreibung der lebenden Arten befolgt werden, auch bei

den fossilen, so weit es geht, in Anwendung zu bringen. Was dagegen den zweiten Punkt betrifft, so können wir nur bedauern, dass zur Erforschung der Prozesse, die zur Erhaltung der ausgestorbenen Schwämme im fossilen Zustande beitrugen, bis jetzt so wenig gethan und dadurch das nähere Verständniss der Organisationsverhältnisse dieser Schwämme unmöglich gemacht wurde. Dass aber die Kenntniss des Fossilisirungsprozesses bei der Deutung vieler fossilen Formen von der grössten Wichtigkeit ist, davon überzeugte sich schon vor zwölf Jahren Schleiden, indem er bei Gelegenheit der Untersuchung verkieselter Hölzer, Folgendes sagt¹⁾: «Ich kann den Zweck der Untersuchung fossiler Pflanzen und Thiere nicht wohl in etwas Anderem finden, als dass ihre Kenntniss dazu beitragen soll, uns das Bild vergangener Zustände und Vorgänge auszuzeichnen, für welches wir nur so ausserordentlich schwer die einzelnen charakteristischen Züge mit Sicherheit zusammenbringen können. In dieser Beziehung wird uns aber auch vor Allem der Fossilisirungsprozess wichtig, der ohne Zweifel über die Naturverhältnisse, unter denen er stattfand, wichtige Andeutungen zu geben im Stande ist. Gerade darauf scheint mir bis jetzt noch viel zu wenig Rücksicht genommen zu sein, und ich halte eine brauchbare *Flora fossilis* (so wie ich eine brauchbare *Spongiologia fossilis*) zur Zeit noch für völlig unmöglich, wenn sie nicht auf den wesentlichen Charakter ihres Objects, auf das *Fossilsein*, die sorgfältigste Rücksicht nimmt. Hat man sich hierüber erst genauer unterrichtet, so kommt man bald auf die Vermuthung, dass gar manche fossile Pflanzen (dasselbe, füge ich hinzu, könnte man auch von gar manchen fossilen Schwämmen sagen) nur getrennt sind, weil sie in verschiedener Weise beim Fossilwerden verändert wurden und gar manche nur deshalb identificirt werden, weil sie mit dem gleichen Charakter desselben Fossils auf einem Fundorte beisammen liegen.»

Weil ich durch die Untersuchung der Organisationsverhältnisse der Stromatoporen und der Kreideschwämme von Saratow zur

1) E. E. Schmidt und M. J. Schleiden. Ueber die Natur der Kieselhölzer. Jena, 1855, pag. 26.

Erforschung der Fossilisirungsprozesse, denen diese Schwämme unterworfen waren, geleitet wurde, so will ich in Folgendem die in dieser Richtung erlangten Ergebnisse meiner Forschung kurz mittheilen, damit die Lücke in der Kenntniss dieser Prozesse einigermaßen ausgefüllt und neue Anhaltspunkte für eine richtige Beurtheilung der Natur fossiler Schwämme gewonnen werden.

Seitdem es mir gelungen war, in mehreren Schwämmen der Kreideformation von Saratow die Gegenwart von äusserst feinen, unter einander anastomosirenden röhrenförmigen Hohlräumen zu entdecken und ihre wahre Natur zu erkennen, seitdem wurde es mir auch klar, unter welchen Umständen ein Hornschwamm (wenigstens in der Mehrzahl der Fälle) am vollkommensten im fossilen Zustande erhalten werden kann. Ich fand nämlich, dass die Erhaltung jedesmal um so vollkommener ist, je feiner der jetzt zum Gesteine erhärtete Schlamm ist, von dem der Schwamm einst eingehüllt wurde. Die Ursache davon ist nicht schwer einzusehen, da, wie es sich von selbst versteht, ein feiner Schlamm vollkommener alle Lücken des Schwammgerüsts ausfüllen und daher auch besser dasselbe vor einer Zersetzung schützen wird, als ein grober.

Betrachtet man mit Aufmerksamkeit die gut erhaltenen Exemplare der Saratow'schen Kreideschwämme unter einem Vergrößerungsglase, wobei es sich gleich bleibt, ob die von Hornfasern herrührenden Hohlräume von Kieselerde ausgefüllt werden oder nicht, so wird man bemerken, dass die Ausfüllungsmasse der grösseren Canäle deutlich sichtbare Quarzkörner und kleine Bruchstücke von Silicaten beigemischt enthält, die Ausfüllungsmasse der feineren Zwischenräume des Fasergewebes dagegen vollkommen homogen erscheint. Endlich in den Fällen, wo an den gut erhaltenen Schwämmen anhängendes Gestein zu beobachten ist, erscheint dasselbe stets grobkörniger als die Ausfüllungsmasse derselben.

Aus diesen Wahrnehmungen geht aber hervor, dass ein in Schlamm begrabener Schwamm die Function eines Siebes verrichten muss, indem er die feineren Theile des Schlammes in

die Maschen und feineren Verzweigungen des Canalsystems, die gröberen dagegen nur in die grösseren Canäle gelangen lässt; was selbst in diese nicht passt, das bleibt ausserhalb des Schwammes liegen. Diese Sonderung der Schlammtheilchen ist aber auch der Grund der stets feineren Beschaffenheit des Gesteins der Ausfüllungsmasse des gut erhaltenen Schwammes als der Schicht, die ihn beherbergt. Diejenigen Kreidschwämme von Saratow, deren äussere Form allein erhalten blieb (indem jede Spur einer organischen Structur zu Grunde ging), bestehen aus einer Sandsteinmasse, die vermuthen lässt, dass die betreffenden Schwämme im Schlamm zu einer Zeit begraben wurden, wo sie bereits stark in Verwesung übergegangen waren; sie konnten nicht mehr wie ein Sieb auf den Schlamm einwirken, sondern mussten alle seine Bestandtheile ohne Unterschied aufnehmen. Die grobkörnige Beschaffenheit der Schlammmasse verhinderte aber die Entstehung von Abdrücken, die die unversehrten Theile des Gewebes hätten noch erzeugen können, und so musste jede Spur einer organischen Structur zu Grunde gehen. Uebrigens könnten Schwämme mit einem sehr grobmäschigen Gewebe demselben Schicksale unterliegen, falls der einschliessende Schlamm grobkörnig sein sollte.

Da die gut erhaltenen Hornschwämme der Kreideformation von Saratow ein in seinen Gewebeelementen bald hohles, bald mit Kieselerde entweder ganz oder nur zum Theil ausgefülltes Netzgeflecht aufweisen, so haben wir hier — nachdem uns bekannt geworden, dass die hohlen Fäden Abdrücke von Hornfasern sind — die Ursachen zu besprechen, die den Absatz der Kieselerde bedingten. Diese Ursachen können aber nur von zweierlei Art gewesen sein, denn entweder drang eine kieselhaltige Solution in die hohlen Abdrücke der Fasern und setzte in denselben nach und nach Kieselerde ab, oder es fand eine allmälige Verdrängung der Hornfasersubstanz durch Kieselerde statt. Wir hätten somit im ersten Falle ein Ausfüllungs-, im zweiten dagegen eine Verdrängungs-Pseudomorphose. Der erste Fall findet seines Gleichen in der Ausfüllung mit Kieselerde von Hohlräumen aller Art im Gebirgsgestein, der zweite in der Verkieselung der Höl-

zer; wie das Eine, so auch das Andere sind aber sehr oft zu beobachtende Erscheinungen.

In der Sammlung der Kreideschwämme von Saratow habe ich keine solchen Exemplare finden können, deren Hornfaser-substanz durch kohlsauren Kalk ersetzt wäre; eine Erscheinung, die wir um so häufiger bei den Stromatoporen antreffen. Weitere Nachforschungen werden aber zweifelsohne erweisen, dass sich diese Erscheinung auch bei anderen fossilen Schwämmen wiederholt. Die Prozesse, die in diesem Falle den Absatz des kohlsauren Kalkes herbeiführten, können gleichfalls nur von zweierlei Art gewesen sein. Entweder gelangte der kohlsaure Kalk in die von Hornfasern herrührenden Hohlräume durch Infiltration, oder es fand eine Wechselwirkung zwischen der Substanz der noch nicht zerfallenen Hornfasern und einer Kalklösung statt. Dass eine Substitution der organischen Materie durch kohlsauren Kalk stattfinden kann, das beweisen die durch den letzten versteinerten Hölzer, die nach Göppert fast eben so häufig als die verkieselten vorkommen sollen. Welche chemischen Prozesse aber die Verdrängung der organischen Substanz durch kohlsauren Kalk mitten im Meerwasser bewirken können, darüber giebt uns Gustav Bischof Bescheid. In seinem Lehrbuche der chemischen und physikalischen Geologie (I. Bd., 2. Aufl., pag. 816) lesen wir nämlich:

«Fragen wir, durch welche Bestandtheile des Meerwassers die organische Materie der versteinerten Hölzer so zersetzt wurde, dass sie fortgeführt werden konnte, so können wir keine anderen als die schwefelsauren Salze finden. Da diese Salze durch organische Substanzen auf nassem Wege desoxydirt werden, so ist erklärlich, wie der Kohlenstoff und Wasserstoff dieser Substanzen, wovon der erstere der directen Oxydation durch den vom Meerwasser absorbirten Sauerstoff widersteht, auf indirectem Wege oxydirt und als Kohlensäure und Wasser ausgeschieden werden. Vom schwefelsauren Kalk ist eine solche Desoxydation entschieden nachgewiesen, nicht aber von der schwefelsauren Magnesia. Der schwefelsaure Kalk ist daher für das

Mittel zu halten, dessen sich die Natur bedient, die organische Materie bei den Versteinerungen gänzlich fortzuführen.

Schwefelcalcium wird durch Kohlensäure zersetzt. Lässt man dieses Gas durch eine concentrirte Lösung desselben strömen, so entsteht ein reichlicher Niederschlag von kohlen-saurem Kalk. Das durch Zersetzung des schwefelsauren Kalks entstandene Schwefelcalcium wird also durch die gleichzeitig gebildete Kohlensäure in kohlen-sauren Kalk umgewandelt, und auf diese Weise lässt sich die Verdrängung der Holzsubstanz durch kohlen-sauren Kalk erklären». Indem wir der von Gustav Bischoff gegebenen Erklärungsweise für die Verkalkung der Hölzer beitreten und der Meinung sind, dass bei der Verkalkung der Hornschwämme und der Hölzer gleiche oder wenigstens sehr ähnliche Processe stattfanden, haben wir hier zu bemerken, dass bei versteinerten Schwämmen die organische Structur jedenfalls nur dann erhalten werden konnte, wenn dem eigentlichen Versteinungsprozesse eine Einhüllung in Schlamm vorausging.

Dem es ist kaum vorauszusetzen, dass die Hornsubstanz der Schwämme, mag sie sich in ihren Eigenschaften bei verschiedenen Arten noch so sehr verschieden erweisen, so lange der Verwesung als die Holzsubstanz widerstehen könnte. Dagegen, durch eine dichte Bedeckung vor einer schnellen Zersetzung geschützt, konnte die Hornfaser sehr wohl eine allmälige Verdrängung durch kohlen-sauren Kalk in Schichten erleiden, die vom Meerwasser, das stets schwefelsauren Kalk aufgelöst enthält, durchtränkt wurden.

Hier ist der Ort, um einer Erscheinung zu gedenken, die sich sehr oft bei den Stromatoporen wiederholt, ja beinahe zur Regel wird. Es wurde nämlich von mir früher aus der Art und Weise der Erhaltung der Kreideschwämme von Saratow der Schluss gezogen, dass die Schwammfaser im fossilen Zustande erhalten werden kann, wenn der Schwamm von einer Schlamm-masse in der Weise umschlossen wird, dass auch die Zwischenräume des Gewebes dicht von ihr ausgefüllt werden. Wir sehen auch in der That, dass die Beschaffenheit der undurchsichtigen Ausfüllungsmasse der besagten Schwämme von der Art ist, dass sie eben

nur für einen erhärteten Kalksschlamm gehalten werden kann. Bei der Mehrzahl der Stromatoporen finden wir dagegen, dass die Ausfüllungsmasse des Wassergefässsystems aus einem mehr oder weniger durchsichtigen Kalkspathe besteht, was zu Gunsten einer Infiltration des kohlensauren Kalkes in die inneren Hohlräume der Stromatoporenstöcke spricht. Untersucht man dagegen bei den letzteren die Ausfüllungsmasse der der Oberfläche der Gehäuse am nächsten liegenden Canäle, so wird man oft bemerken, dass dieselbe aus einer erhärteten Schlammmasse besteht, die stets undurchsichtig ist. Aus allem geht aber hervor, dass beim Versteinern der Stromatoporen der Fossilisirungsprozess in der Weise von statten ging, dass anfänglich das Gehäuse dicht vom Schlamme umhüllt wurde (ohne dass dieser zu gleicher Zeit tief in das Innere der Hohlräume drang, sondern meistentheils nur die Ausgänge derselben verstopfte, was bei dem äusserst feinen Baue der Stromatoporen sehr natürlich erscheint), späterhin aber eine Ausfüllung der Canäle und aller Zwischenräume des Gewebes durch infiltrirten kohlensauren Kalk erfolgte. Einen derartigen Versteinerungsprozess werden jedenfalls auch andere fossile Schwämme, deren Ausfüllungsmasse aus Kalkspath oder Quarz (nur nicht als Sandstein) besteht, durchlaufen haben. Mag aber der besagte Prozess so oder anders ausgefallen sein, immerhin werden die ursprünglichen chemischen und physikalischen Eigenschaften, so wie die Structurverhältnisse der Schwämme einen grossen Einfluss auf den Grad der Erhaltung im fossilen Zustande ausgeübt haben, so dass in dieser Beziehung zwei verschiedene, aber auf einer Lagerstätte befindliche Formen sich sehr verschieden verhalten können, was ich auch in der That bestätigt fand.

Dass die Unkenntniss der Fossilisirungsprozesse, denen Schwämme unterworfen waren, zu irrigen Ansichten über die Entstehung gewisser Schichten führen kann, beweist die folgende Stelle aus Quenstedt's Handbuch der Petrefaktenkunde 2 Aufl. pag. 811: «Der plötzliche Mangel an Schwämmen in Schichten unter dem weissen Jura fällt sehr auf. . . Auch das Tertiärgebirge zeichnet sich durch Mangel von Schwämmen aus, kaum

dass hin und wieder einige angeführt werden. . . . Unter den lebenden würden sich gleichfalls die meisten wohl nicht zur Fossilität eignen, da das Hornige und Lederartige im Gewebe vorherrscht; wenn Kalk und Kiesel vorkommt, so lagern sich beide meist in besondern Nadeln ab, gallerartige Masse überzieht die Höhlungen, welche fortwährend Wasser durchströmt. Die vortreffliche Erhaltung der Kreide- und Juraschwämme beweist dagegen, dass Kalk ein wesentlicher Gehalt der Faser war, sonst müsste von ihnen viel weniger übrig geblieben sein, jedenfalls könnten sie nicht so wesentlich zur Vermehrung der Kalkgebirge beigetragen haben, als die Schwämme im weissen Jura, die in dieser Beziehung selbst den Sternkorallen aller Formationen gleichkommen, ja sie oft noch übertreffen».

In Betreff dieser Schlussfolgerung muss ich bemerken, dass die vortreffliche Erhaltung der Kreide- und Juraschwämme nicht als Beweis dafür dienen kann, dass Kalk schon von jeher ein wesentlicher Bestandtheil der Faser war. Gerade den gut erhaltenen Exemplaren der Kreideschwämme von Saratow kann ich es ansehen, dass der in denselben reichlich enthaltene kohlen saure Kalk seine Entstehung gar nicht den Schwämmen, sondern ganz anderen Ursachen zu verdanken hat. Denn wir finden ihn nur in den Maschen und Canälen abgelagert, indem das Fasergewebe selbst aus hohlen oder aus Kieselerde bestehenden Fäden zusammengesetzt wird. Je nachdem aber das Eine oder das Andere stattfindet, sind die Erscheinungen, die man an diesen Schwämmen in Folge der Verwitterung beobachtet, wesentlich verschieden. Diejenigen von den Schwämmen, deren Gerüste verkieselt ist, verlieren beim Verwittern allmählig den in den Maschen und Canälen abgelagerten Kalk, wodurch das Kieselskelet, von der Ausfüllungsmasse befreit, zum Vorschein kommt und die Canäle als Hohlräume erblicken lässt. Bei den anderen Schwämmen findet dagegen das Entgegengesetzte statt, indem hier das in seinen Gewebeelementen hohle Gerüste nach der Zerstörung der Ausfüllungsmasse der Canäle durch die Verwitterung gleichfalls zu Grunde geht. Dabei geschieht es, dass die Ausfüllungsmasse der grösseren Canäle der

Verwitterung wegen des grösseren Umfanges länger als die der kleineren Canäle und der Maschen widersteht und daher nicht selten leistenförmig auf der Oberfläche der Schwämme hervortritt. Alle diese an den Kreideschwämmen von Saratow gemachten Beobachtungen zeigen aber zu Genüge, dass die Fasersubstanz derselben zur Vermehrung des Kalkgehaltes der Schichten, in denen sie vorkommen, keineswegs beitragen konnte; der kohlen saure Kalk muss demnach als Detritus abgesetzt worden und als feiner Schlamm in das Innere der Schwämme gelangt sein. Wenn in der Sammlung der Schwämme von Saratow keine Exemplare mit verkalkten Hornfasern vorkommen, so beweist diess nur, dass dieselben sich unter Verhältnissen befanden, die für einen Ersatz der Schwammsubstanz durch kohlen sauren Kalk nicht günstig waren. In vielen anderen Fällen konnte aber eine derartige Substitution stattfinden, wie wir dieses unter Anderm an den Stromatoporen verwirklicht sehen.

Da Prof. Quenstedt der Meinung ist, dass Kalk ein wesentlicher Gehalt der Faser der Kreide- und Juraschwämme war, weil sonst von diesen viel weniger übrig geblieben wäre und sie nicht so wesentlich zur Vermehrung der Kalkgebirge beitragen könnten als die Schwämme im weissen Jura, so haben wir darauf aufmerksam zu machen, dass die vortreffliche Erhaltung dieser Schwämme (mögen sie selbst schon ursprünglich aus Kalkfasern bestanden haben) gerade nicht zu Gunsten einer Vermehrung der Kalkgebirge durch dieselben spricht. Denn alle Schwämme ohne Unterschied, mögen sie Kalk-Kiesel-oder Hornschwämme, sein, sind zu zarte Gebilde, als dass sie ohne das Hinzutreten einer Masse, die alle Hohlräume des Schwammgerüsts zeitig ausfüllte, dem Drucke mächtiger Schichten, ohne Verlust der Form und organischen Structur, widerstehen könnten. Weil aber das Gesamtvolumen aller grossen und kleinen Hohlräume, die das Wassergefässsystem eines Schwammes zusammensetzen, bedeutend dasjenige aller festen Theile überwiegt¹⁾, so geht daraus

¹⁾ Wenigstens in der Mehrzahl der Fälle: vielleicht bilden die s. g. Kautschukschwämme eine Ausnahme davon.

hervor, dass zur wesentlichen Vermehrung der Kalkgebirge, in denen vortrefflich erhaltene Schwämme in grosser Menge vorkommen, nicht so viel das starre Gerüste, als die Ausfüllungsmasse des Wassergefässsystems (der Canäle und aller Zwischenräume des Gewebes) derselben beigetragen hat.

Da endlich Prof. Quenstedt solchen Kreide- und Juraschwämmen die Vermehrung der Kalkgebirge zuschreibt, deren Gewebe aus Fasern zusammengesetzt wird, so ziehen wir daraus den Schluss, dass gewisse Kreide- und Juraschichten ihren Reichthum an Kalk nicht den in denselben in grosser Menge vorkommenden Schwämmen, sondern anderen bereits früher erwähnten Umständen zu verdanken haben, weil solche Gewebelemente, die der Form nach nur mit Hornfasern zu vergleichen wären, den wahren Kalkschwämmen fremd sind; dagegen steht uns nichts im Wege, die Kalkfasern der in Rede stehenden fossilen Schwämme für Abgüsse oder Petrificate von Hornfasern anzuerkennen, wodurch die Rolle, die wir diesen Schwämmen bei der Schichtenbildung zuschreiben, eine wesentlich andere als die von Prof. Quenstedt ihnen zugemuthete wird. Nach unserer Ansicht haben die betreffenden Schwämme der Hauptsache nach nur zur besonderen Ausbildungsweise und nicht, wie Prof. Quenstedt es meint, zur Vermehrung der Gesteinsmasse der Schichten, in welchen sie vorkommen, beigetragen.

Nachdem ich den Leser auf das Vorkommen von fossilen Hornschwämmen und auf die Prozesse, die zu ihrer Erhaltung beitragen, aufmerksam gemacht habe, kann ich wieder auf den Hauptgegenstand meiner Abhandlung — auf die Stromatoporen — zurückkommen und die unterdess unterbrochenen Betrachtungen über die Organisationsverhältnisse derselben hier fortsetzen.

Es wurde bereits früher erwähnt, dass unter sämtlichen mir zu Gebote stehenden Arten von Stromatoporen nur drei mit erhaltenen Fasern vorkommen, und nun habe ich hier noch hinzuzufügen, dass in zahlreichen anderen Fällen nur die äussere Form der Faserbüschel und nicht ihr Gewebe erhalten blieb. Diese Faserbüschel begrenzen die zahllosen grossen und kleinen Canäle, von denen sie, falls das Versteinerungsmaterial kohlen-

saurer Kalk ist, durch eine andere Färbung scharf abstechen, wie man dieses auf Querschnitten Tab. II, Fig. 4, Tab. III, Fig. 1 und 2, Tab. IX, Fig. 3, Tab. X Fig. 4, leicht sehen kann. Ist aber das Versteinerungsmaterial Quarz, so sind die Canäle meistens hohl, die Faserbüschel dagegen solid. Der Grund der Nichterhaltung der Fasern der meisten Stromatoporen wird hauptsächlich in der ausserordentlichen Feinheit derselben zu suchen sein. Wir wissen dass der Durchmesser der Anschwellungen, die an den Verwachsungsstellen der Fasern der Stromatopore Tab. I, Fig. 1 entstehen, 0,019 Mm. beträgt, dass aber der Durchmesser der eigentlichen Fasern nicht einmal die Hälfte dieser Grösse erreicht. Ungeachtet der geringen Dimensionen, können wir die Fasern der betreffenden Art bei 30 bis 40maliger Vergrösserung noch deutlich unterscheiden, was z. Th. durch die ziemlich bedeutenden gegenseitigen Abstände der Fasern ermöglicht wird. Werden aber die Dimensionen dieser Abstände, so wie die der Fasern selbst geringer, so wird eine Unterscheidung der letzteren unmöglich, und die von ihnen gebildeten Faserbüschel müssen vollkommen homogen erscheinen.

Wir haben uns darüber um so weniger zu verwundern, als es auch unter den lebenden Schwämmen solche giebt, deren Masse auf den ersten Blick amorph erscheint, und deren Fasern nur durch gewisse Hilfsoperationen, und nicht durch feine Schnitte allein zur Anschauung gebracht werden können. Ich meine die Gummi- oder Kautschukschwämme, deren wahre Structur Oscar Schmidt (Spongien des Adriatischen Meeres pag. 37) lange verborgen blieb, bis es ihm einfiel dieselben mit kochender Kalilauge zu behandeln, wodurch die feinen, ungefähr 0,0081 Mm. starken Fäden an gerissenen Stücken und an feinen, mit Nadeln zerzaseten Schnitten sichtbar gemacht wurden. Derartige Operationen können wir aber mit Stromatoporen nicht vornehmen und sind daher auch nicht im Stande, den äussersten Grad der Feinheit, die die Fasern derselben erreichten, zu bestimmen. Wir können nur auf Grund sehr geringer Dimensionen der Faserbüschel mehrerer Arten den Schluss ziehen, dass die äussersten

Grenzen der Feinheit, die von Hornfasern der Schwämme überhaupt erreicht werden, auch von den Fasern der Stromatoporen erreicht wurden. So beträgt z. B. der Durchmesser des mittlern Theils der Faserbündel der Str. Tab. IX, Fig. 1, auf Längsschnitten derselben (Tab. IX, Fig. 4) gemessen, 0,038 Mm.; wie fein müssen daher die Fasern selbst gewesen sein!

Es ist weiterhin zu vermuthen, dass bei der äussersten Feinheit der Faser das Gewebe mancher Stromatoporen aus verfilzten Fäden bestand, wenigstens macht diesen Eindruck auf Querschnitten unter Anderm ganz besonders die Stromatopore Tab. III, Fig. 2.

Einströmungsöffnungen. Auf der Oberfläche vieler Exemplare von Stromatoporen (Tab. I, Fig. 3, Tab. VIII, Fig. 2, Tab. IX, Fig. 1) bemerkt man zahlreiche feine Poren, die nicht selten schon mit dem unbewaffneten Auge wahrgenommen werden können. Offenbar sind diese Poren nichts Anderes als die sogenannten Einströmungsöffnungen. Sie liegen mitten im Schwammgewebe, das die obere Lage der Lamellen bildet und das im Inneren derselben befindliche Canalsystem überdeckt. Die feine Gewebelage mit den Einströmungsporen wird nicht selten durch die Verwitterung zerstört, wodurch die unter ihr befindlichen Canäle blosgelegt werden. Aber auch künstlich lässt sich dieses bewerkstelligen, indem es in einigen Fällen gelingt, die in Rede stehende Lage wegzusprennen, oder durch Betupfen mit Säure aufzulösen. Um die Canäle zur Anschauung zu bringen, genügt es oft, die Porenlage mit Wasser zu benetzen, wodurch sie hinreichend durchsichtig gemacht wird, um die unter ihr liegenden Theile der Lamelledurchschimmern zu lassen.

Zwischen den Poren einiger Stromatoporen-Arten sieht man schon bei schwacher Vergrößerung feine Rinnen verlaufen (s. Tab. I, Fig. 3 und Tab. VIII, Fig. 2), die der Oberfläche der Lamellen ein granulirtes Ansehen verleihen; anderen Arten scheinen sie dagegen gänzlich gefehlt zu haben, wie unter Anderm z. B. der Stromatopore Tab. IX, Fig. 1.

Ausströmungsöffnungen. Ausser den Einströmungsöffnungen können bei mehreren Stromatoporen auch Ausströmungs-

öffnungen wahrgenommen werden, obgleich in der Mehrzahl der Fälle diese so fein zu sein scheinen, dass sie von den ersteren nicht zu unterscheiden sind. Besonders deutlich treten die Ausströmungsöffnungen auf den Gipfeln der Höcker der *Stromatopora polymorpha* (Tab. VI, Fig. 1) auf. Bei anderen Exemplaren derselben Art (Tab. VI, Fig. 3) umgeben sogar mehrere Reihen von Oeffnungen ein grösseres Loch. In gleicher Weise sind die kreuzförmig gestellten Oeffnungen auf der Oberfläche der Stromatopore Tab. I, Fig. 3 nichts Anderes als Ausströmungsöffnungen.

Andere Arten von Stromatoporen lassen vermuthen, dass eine jede von den sternförmigen Canal-Gruppen nur eine Ausflussöffnung hatte, und zwar von einer sehr unbedeutenden Grösse. So beobachtet man schon mit blossem Auge in Dünnschliffen, die parallel der Oberfläche der Stromatopore Tab. II, Fig. 2 und 3 geschnitten sind, dass ein jedes System von Radial-Canälen eine centrale Oeffnung umgibt (Tab. II, Fig. 4).

In Querschnitten (Tab. III, Fig. 1 und 2) der Stromatopore Tab II, Fig. 8 sieht man gleichfalls die Canäle in den Centra der sternförmigen Systeme zusammenstossen, was für ein jedes System nur eine Ausströmungsöffnung voraussetzen lässt, obgleich hier die betreffenden Oeffnungen in Dünnschliffen nicht durch eine scharfe Contour wie in der vorhergehenden Art ausgezeichnet werden. Dasselbe lässt sich von den auf Tab. II, Fig. 6 und 7 und Tab. IV, Fig 1 abgebildeten Stromatoporen sagen; die Canäle durchkreuzen sich in gemeinschaftlichen Mittelpunkten, ohne dass dabei scharf umschriebene Ausflussöffnungen zur Ausbildung kommen. Unter den Stromatoporen, deren Canäle keine Anordnung in gesonderte Gruppen wahrnehmen lassen, ist mir nur ein Fall bekannt, wo Ausströmungsöffnungen zu beobachten sind; es ist nämlich die auf Tab. VIII, Fig 1 abgebildete Stromatopore, deren Höcker zuweilen auf dem Scheitel eine kraterförmige Oeffnung tragen. Aus Allem geht aber hervor, dass Ausströmungsöffnungen den Stromatoporen nicht gefehlt haben, dass aber dieselben durch den Versteinerungsprozess in vielen Fällen unkenntlich gemacht wurden, oder auch so kleine Dimen-

sionen haben, dass sie von den Einströmungsöffnungen nicht zu unterscheiden sind. Sehen wir ja doch selbst bei gewissen lebenden Schwämmen, dass es nicht immer leicht fällt die Ausflussöffnungen nachzuweisen. So berichtet Oscar Schmidt (Spongien des Adriatischen Meeres pag. 44), dass bei den Schwämmen der Gattung *Tethya* die Ausströmungsöffnungen oft nicht wahrzunehmen sind. Bei der Betrachtung der zahlreichen, gleich den Maschen eines Netzes an einander stossenden Oeffnungen, die die Rindenschicht der *Steletta discophora* durchbohren, ist O. Schmidt im Ungewissen, ob er sie für Ausströmungs- oder für Einströmungsöffnungen halten soll (l. c. pag. 47).

Von den Ausströmungsöffnungen der Schwämme der Gattung *Geodia* sagt O. Schmidt, dass mit blossem Auge wahrnehmbare nicht vorhanden zu sein scheinen; wenigstens konnte er bei zahlreichen Exemplaren, die er in Händen hatte, keine bemerken (l. c. pag. 49). Sollten wir uns nach dem wundern, dass bei Schwämmen von einem so feinen Baue wie die Stromatoporen es sind, und die noch dazu nur im versteinerten Zustande angetroffen werden, deutlich ausgebildete Ausströmungsöffnungen nicht immer zu beobachten sind?

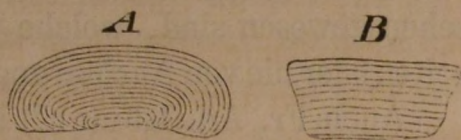
Epitheca. Die Unterseite der Stromatoporengehäuse wird nicht selten von einer dünnen Hautschicht bedeckt, die allem Anscheine nach eine structurlose Membran gewesen zu sein scheint. Sie ist besonders an den Theilen der Unterfläche der Stromatoporengehäuse deutlich ausgebildet, wo eine Anheftung nicht stattfand. Die Oberfläche dieser Hautschicht ist im Grossen meistentheils concentrisch-runzelig, im Kleinen dagegen glatt; Poren sind ihr gänzlich fremd. Weil sie ihrem Ansehen nach lebhaft an die sogenannte *Epitheca* gewisser Korallen erinnert, so wollen wir auch für sie diese Benennung beibehalten, um so mehr als dieselbe schon seit längerer Zeit für ähnliche Gebilde anderer fossilen Schwämme gebraucht wird.

Die *Epitheca* der Stromatoporen ist sehr dünn, so dass sehr oft durch Benetzen mit Wasser die darüber befindlichen Canäle sichtbar gemacht werden können. Nicht selten wird sie durch die Verwitterung ganz oder zum Theil zerstört, wodurch die

Canäle und die dieselben begrenzenden Faserbüschel zum Vorschein kommen; dabei fand ich, dass in den meisten Fällen die grösseren Canäle vorherrschend winkelrecht gegen die concentrischen Runzeln der *Epitheca* verlaufen.

Erwähnt muss es werden, dass bei einigen Exemplaren von Stromatoporen, deren einzelne Lamellen und Lamellencomplexe nicht in der Weise verlaufen, dass das Ausgehende derselben im unteren Theil des Gehäuses von der *Epitheca* bedeckt wird (wie es graphisch in der beistehenden Fig. A dargestellt ist), sondern seitlich ihr Ende nehmen (Fig. B),

die Seiten des Gehäuses von einer dünnen runzeligen Haut überzogen werden, die sehr der *Epitheca* gleicht, aber im Gegensatze



zu dieser von zahlreichen feinen Oeffnungen durchbohrt wird ¹⁾.

Diese Oeffnungen, verschieden von den Einströmungsporen, sind, wie mich eine genaue Untersuchung belehrte, die seitlichen Ausgänge der grösseren Canäle. Sie sind auch in keinem Falle mit den s. g. Ausflussöffnungen zu verwechseln, die, wenn vorhanden, stets auf der Oberseite der Lamellen und dabei nie in grosser Zahl auftreten. Ich hege die Vermuthung, dass die Haut, die das Ausgehende der Lamellen auf den Seitenflächen der Stromatoporengehäuse bedeckt, ursprünglich auch die seitlichen Ausgänge der Canäle bekleidete, beim Versteinerungsprozesse aber an den Stellen, wo sie nicht vom Fasergewebe getragen wurde, zu Grunde ging, oder auch, falls das Letztere nicht stattgefunden haben sollte, durch die Verwitterung an den besagten Stellen leichter als anderwärts zerstört wurde. Wenn solches zugegeben werden sollte, so würde natürlich der Unterschied zwischen ihr und der *Epitheca* schwinden, und die hautartigen Ueberzüge der Unterseite und der Seitenflächen der Stromatoporengehäuse müssten dann für gleichartige Bildungen anerkannt werden.

¹⁾ Ganz besonders auffallend ist die Ausbildung dieser Haut, so wie der zahlreichen seitlichen Oeffnungen an einem Exemplare, das aus dem Steinbruche von Piep in Ehstland herrührt; leider ist die innere Structur dieser Stromatopore sehr schlecht erhalten, so dass sie hier keine weitere Berücksichtigung finden kann.

Die *Epitheca* der fossilen Schwämme wollen einige Forscher als ein Gebilde ansehen, das den lebenden Schwämmen gänzlich abgeht. So sagt z. B. Bronn¹⁾, indem er einige Unterschiede zwischen den lebenden und den ausgestorbenen Schwämmen aufzufinden sucht, Folgendes:

«Vielleicht lässt sich als Unterschied noch beifügen, dass es früher Arten gegeben hat, die von ihrer Basis an mehr oder weniger weit aufwärts runzelig inkrustirt (Mammillipora etc.), auch öfter mit regelmässig oder unregelmässig vertheilten, oberflächlichen Vertiefungen dieser Kruste (manche Scyphiae etc.) versehen gewesen sind, welche wohl nie von Eintritts-Poren und selten oder nie von Ausführungs-Kanälen durchbohrt gewesen ist».

Auch Fr. Ad. Römer²⁾ betont das Fehlen der *Epitheca* bei den Schwämmen der jetzigen Meere. Dennoch glaube ich, dass eine gewisse Analogie zwischen der *Epitheca* der ausgestorbenen Schwämme und gewissen membraneusen Ausbreitungen der lebenden zugelassen werden kann. Die Beschreibung dieser Ausbreitungen wollen wir hier mit den Worten Oscar Schmidt's³⁾ folgen lassen:

«Bei vielen Schwämmen, namentlich den Hornspongien, geht die flüssige Sarcode an manchen Stellen, besonders an den Rändern, wo der Schwamm auf fremden Körpern aufsitzt, in einen starren Zustand über. Es bilden sich dünne, häutige Ausbreitungen, deren unmittelbaren Uebergang in die mit veränderlichen Poren versehene Sarcode man sieht. Diese nicht contractilen Membranen theilen mit der flüssigen Sarcode auch noch die Eigenschaft, dass in ihnen Körnchen und Körnchenconglomerate vertheilt sind; sie sind elastisch und verhalten sich in ihren physikalischen Eigenschaften im Ganzen gleich den Fasern..... Wenn diese Membranen oder Platten sich ganz ungehindert in der Fläche ausbreiten können, sind sie streckenweise vollkommen glatt. In anderen Fällen bilden sich mehr oder minder regel-

1) Die Klassen und Ordnungen des Thier-Reichs. Bd. I, pag. 27.

2) Die Spongitarier des Norddeutschen Kreide-Gebirges, pag. 2.

3) Die Spongien des Adriatischen Meeres. Supplement pag. 2.

mässige Faltungen, die oft sogar das Aussehen regelmässig geschichteter Fasern annehmen. Man bemerkt diese Faserung sehr oft bei den Kieselschwämmen, wo die Nadeln gleichsam als Zellstangen erscheinen, zwischen denen die Häute aufgezogen sind; die Falten und Fasern scheinen zu entstehen, indem die partiellen Strömungen durch die Fixirung an den Nadeln in eine bestimmte Richtung gewiesen werden. Bei den Hornschwämmen treten statt der Nadeln die fertigen Hornfasern ein.» Mit diesen Worten Oscar Schmidt's beschliessen wir unsere Betrachtungen über die Natur der Epitheca und wenden uns zu dem Wassergefässsystem der Stromatoporen. Wenn durch die Verwitterung die Gewebelage mit den Einströmungsöffnungen, oder die Epitheca mit den anliegenden Theilen des Gerüstes zerstört wird, so treten, wie es bereits früher erwähnt wurde, die vordem verdeckt gewesenen Canäle zum Vorschein. Die Wirkung der Verwitterung auf die Porenlage äussert sich dabei gewöhnlich in der Weise, dass zuerst die Ränder der Poren verändert, späterhin aber einzelne Theile von Canälen (s. Tab. VI, Fig. 5) und endlich ganze Systeme der letzteren blosgelegt werden (s. Tab. VI, Fig. 1 und 2). Diese, ihrer Bedeckung beraubten Canäle erscheinen dann auf der Oberfläche der Stromatoporengehäuse als rinnenartige Vertiefungen (s. Tab. VI, Fig. 6, die einen Theil der so veränderten Oberfläche der *Str. polymorpha* 30mal vergrössert, darstellt), die, je nach der Art der Stromatopore, verschiedenartig angeordnet sein können. Die Wirkung der Verwitterung beschränkt sich übrigens nicht nur auf die Zerstörung der Porenlage allein, sondern sie greift oft viel tiefer ein, indem sie Theile mehrerer im Zusammenhange stehender Lamellen zerstört. Dabei geht sie gewöhnlich von den erhabenen Stellen des Gehäuses aus und greift beim Vordringen in die Tiefe auch seitlich um sich, indem sie die neuentstandenen Ränder der Lamellen benagt. Dadurch entstehen jene so oft zu beobachtenden concentrischen Zeichnungen auf der Oberfläche der Stromatoporengehäuse, die auf Tab. IX, Fig. 1, 5mal vergrössert, dargestellt sind. Ihre Entstehung kann auch sehr gut durch das beistehende Diagramm, auf welchem die punktirten Linien die

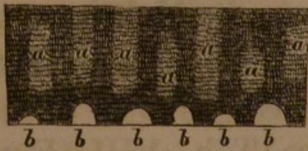
durch die Verwitterung zerstörten Theile der einzelnen Lamellen anzeigen, versinnlicht werden.



Die lamellöse Structur der Stromatoporenhäuse bringt es mit sich, dass die Verwitterung öfters den Zusammenhang einzelner Lamellencomplexe, zuweilen aber auch einzelner Lamellen, mehr oder weniger auflockert, wodurch es in vielen Fällen möglich wird, Stromatoporenhäuse in eine grosse Anzahl von Platten zu spalten, deren Seiten parallel den Lamellen verlaufen. Dabei geschieht es, dass die Spaltungsflächen entweder auf der Grenzfläche zweier benachbarten Lamellen verlaufen — so dass dadurch von der einen die Porenlage, von der anderen die untere Fläche zur Anschauung gebracht wird — oder zwischen der oberen und unteren Fläche einer Lamelle, so dass dadurch die inneren Theile derselben, folglich auch die Canäle blosgelegt werden. So sind z. B. Tab. I, Fig. 3, Tab. VIII, Fig. 1 und 2 Spaltungsstücke mit blosgelegter Porenlage, Tab. II, Fig. 1, 2 und 6, und Tab. VIII, Fig. 3 dagegen Spaltungsstücke mit blosgelegten Canälen.

Die verschiedenartige Wirkung der Verwitterung auf die Stromatoporenhäuse erleichtert ungemein das Studium der Organisation derselben; ungeachtet dessen muss man aber, um ein möglichst vollständiges Bild vom inneren Baue der Stromatoporen zu gewinnen, seine Zuflucht zu Dünnschliffen nehmen, von denen die einen parallel, die anderen vertical zur Oberfläche der Lamellen geschnitten werden müssen. Die Abbildung, Tab. I, Fig. 1, stellt einen solchen Dünnschliff 30mal vergrössert vor und entspricht dem Querschnitte der auf Tab. II, Fig 1 abgebildeten Stromatopore. Auf Tab. I, Fig. 1 sieht man in der Mitte, so wie oben und unten links, grosse, sternförmig gruppirte Canäle; sie führen zu den Ausflussöffnungen, die aber im Bilde nicht zur

Darstellung kommen konnten, weil sie über der Ebene desselben liegen. Zwischen den grossen Canälen, die wir Ausflusscanäle nennen wollen, wird man zahlreiche runde Oeffnungen bemerken, die nichts Anderes sind als Querschnitte der Zuführungscanäle, die ihren Anfang von den Einströmungsöffnungen nehmen. An den meisten Stellen des Dünnschliffs sieht man diese Oeffnungen unter einander so wie mit den Ausflusscanälen durch feine Canäle in Verbindung gesetzt; in der unteren Hälfte der linken Seite der Abbildung steht aber eine grössere Anzahl dieser Oeffnungen vollkommen isolirt, was davon herrührt, dass an der betreffenden Stelle die die Verbindungscänälchen verdeckende Gewebeschicht durch das Schleifen nicht entfernt wurde. In Längsschnitten der Stromatopore, die jetzt unsere Aufmerksamkeit in Anspruch nimmt, erblickt man die Zuführungscanäle als längliche, jetzt mit Kalkspath ausgefüllte Hohlräume, die mehr oder weniger senkrecht zur Oberfläche der Lamellen stehen. Von den Ausflusscanälen sieht man dagegen nur die Querschnitte, die zwischen den Längsschnitten der Lamellen in Form von rundlichen, reihenweise angeordneten Oeffnungen auftreten. Diese sind sehr deutlich auf der Abbildung Tab. I, Fig. 2 zu sehen, die Zuführungscanäle dagegen können nur auf der rechten Seite der zweiten und dritten Lamelle, von oben gezählt, wahrgenommen werden. Um dieselben in grösserer Zahl zu sehen, darf man die zur Untersuchung dienenden Platten nicht zu dünn schleifen. Die Fig. 2 auf Tab. I stellt aber gerade ein äusserst dünnes Ende (an dem man daher die Form des Gewebes unterscheiden kann) einer schwach keilförmig zugeschnittenen Platte dar, die weiterhin, wo sie dicker wird, die Zuführungscanäle in grosser Menge erblicken lässt, und zwar in der Weise, wie es der beistehende Holz-



schnitt zeigt. *a* sind die Zuführungscanäle, *b* die Querschnitte der Ausflusscanäle.

Wenn in der Stromatopore Tab. I, Fig. 1 die Zuführungscanäle leicht von den Ausflusscanälen zu unterscheiden sind, so kann man dieses von anderen mir zu Gebote stehenden Stroma-

toporen gerade nicht behaupten. Man betrachte z. B. Fig. 4, Tab. II und Fig. 1 und 2, Tab. III, so wird man wohl kleinere Canäle in grössere münden sehen, aber isolirte, oder in Verbindung stehende Querschnitte von Zuführungscanälen wird man nicht bemerken. Der Grund davon ist darin zu suchen, dass der Durchmesser der Zuführungscanäle der auf Tab. I, Fig. 1 abgebildeten Stromatopore grösser als derjenige der von ihnen ausgehenden Verbindungscanälchen ist, was bei den anderen Stromatoporen nicht warzunehmen ist, indem hier die Durchmesser der beiden Arten von Canälen gleiche Grösse haben. Im Uebrigen findet kein merklicher Unterschied in der Ausbildungsweise des Wassergefässsystems der auf Tab. I und der auf Tab. II Fig. 4 und Tab. III abgebildeten Stromatoporen statt. Anders verhält es sich aber mit den Stromatoporen Tab. VIII, Fig. 1 und Tab. IX, Fig. 1, indem die Ausflusscanäle derselben sich nicht sternförmig gruppieren, sondern ohne irgend eine bestimmte Anordnung einfach als Zwischenräume der neben einander liegenden Faserbüschel auftreten. Sehr gut kann man diese Ausbildungsweise des Systems der Ausflusscanäle an den verkieselten Exemplaren der auf Tab. VIII, Fig. 1 abgebildeten Stromatopore verfolgen, weil solche sich sehr oft in die einzelnen sie zusammensetzenden Lamellen zerlegen lassen. Dabei geschieht es nicht selten, dass beim Spalten die untere Gewebelage irgend einer Lamelle sich ablöst, wodurch die Faserbüschel und die zwischen ihnen verlaufenden Canäle blossgelegt werden. Solche, ihrer Unterlage beraubten Canäle und Faserbüschel sieht man auf Fig. 3, Tab. VIII, 5mal vergrössert, und man könnte sich die einen und die anderen sehr gut in der Weise versinnlichen, dass man etwa Mohnkörner auf ein Stück Papier streuen und dafür Sorge tragen würde, dass dieselben nahe neben einander zu liegen kämen; die Mohnkörner würden dann die Faserbüschel, die zwischen ihnen befindlichen Räume aber die Canäle vorstellen.

Die Zuführungscanäle der Stromatopore Tab. VIII, Fig. 1 und 2, ebenso wie der auf Tab. IX, Fig. 1 abgebildeten können am Besten an den durch den Bruch entstandenen Rändern der Lamellen mit Hülfe einer guten Loupe wahrgenommen wer-

den. Sie haben die Form äusserst kurzer Cylinder, die senkrecht zur Oberfläche der Lamellen gestellt, die Verbindung zwischen dem Innern der letzteren und den Einströmungsöffnungen herstellen.

Weil die meisten der verkieselten Exemplare der Stromatopora Tab. VIII, Fig. 1 sich mehr oder weniger leicht in einzelne Lamellen zerlegen lassen, so wurde ich dadurch in den Stand gesetzt, auch die untere Fläche der Lamellen genau zu untersuchen. Es ergab sich, dass dieselbe ebenso wie die obere Fläche von feinen Oeffnungen oder Poren durchbohrt wird.

Wenn uns dieses schon die Betrachtung der Lamellen im auffallenden Lichte zeigt, so gestattet die Untersuchung der isolirten Lamellen im durchfallenden Lichte die Wahrnehmung zu machen, dass unter einer jeden Einströmungsöffnung in gerader Richtung eine Pore auf der unteren Fläche der Lamelle zu liegen kommt, indem die in die von der Versteinerungsmasse nicht verstopften Oeffnungen eintretenden Lichtstrahlen ungehindert auf der anderen Seite der Lamelle austreten. Durch diese siebartige Beschaffenheit der Stromatoporen-Lamellen konnte die Lebensthätigkeit der unteren Lagen, bei noch so gesteigerter Vielfältigung der oberen, nicht unterdrückt werden, denn das Wasser hatte zu allen Theilen des Gehäuses freien Zutritt.

Hier ist auch der Ort, um eines ausgezeichneten Falles zu gedenken, der mir gestattete, die Beschaffenheit der unteren Fläche einer Lamelle zu untersuchen, die auf einer Koralle angewachsen war. Die letztere ist die plattenförmige, mit unzähligen Höckern bedeckte *Labechia conferta*, die Stromatopore dagegen, die auf Tab. I in ihren verschiedenen Theilen abgebildete Art. Ungeachtet der äusserst unebenen Oberfläche der Koralle liess sich die angewachsene Stromatopore mit der grössten Leichtigkeit abheben; ihre Anwachsfläche war ein treuer Abdruck der *Labechia conferta*. Mit Wasser benetzt, liess diese Fläche unter der Loupe Hunderte von Poren wahrnehmen, die dieselbe Grösse und Lage wie die der oberen Fläche (Tab. I, Fig. 3) haben. Daraus geht aber hervor, dass die untere Fläche der auf fremden Körpern angewachsenen Stromatoporen-Lamellen in

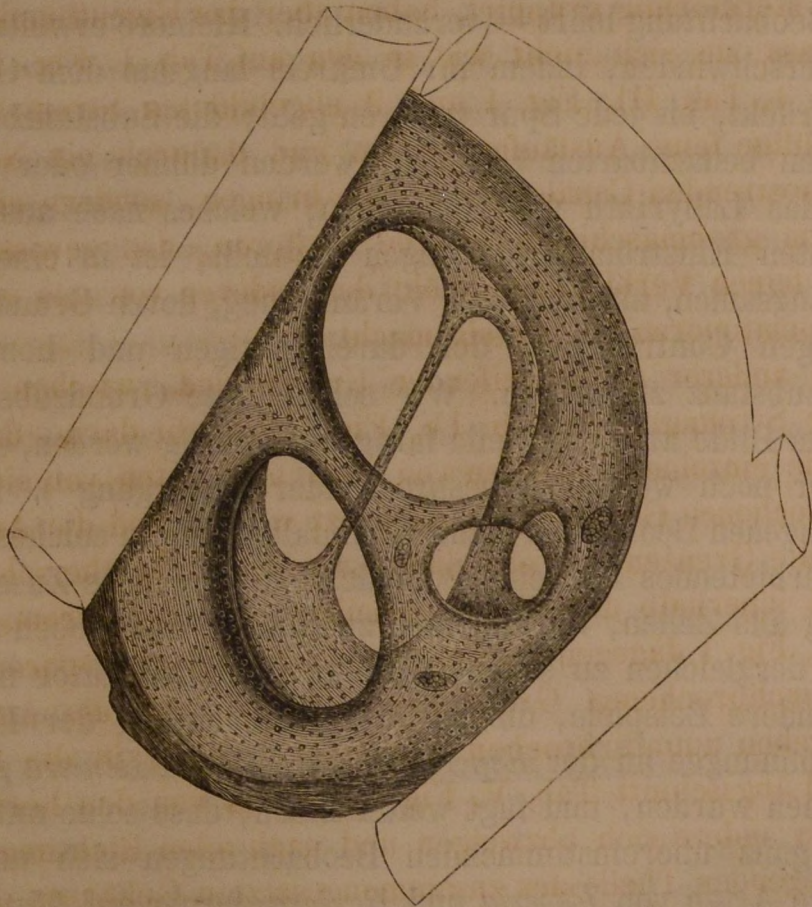
derselben Weise wie die obere Porenfläche beschaffen ist, nur mit dem Unterschiede, dass ihr die Ausflussöffnungen fehlen.

Einen eigenthümlichen, in mancher Beziehung von den anderen uns bekannt gewordenen Stromatoporen abweichenden Bau zeigt die auf Tab. IV, Fig. 1 abgebildete Art. Die Form ihres Fasergewebes ist von uns schon früher besprochen worden (s. pag. 7), und haben wir hier gelegentlich zu erwähnen, dass dieses Fasergewebe nie, wie bei den anderen Stromatoporen, Büschel bildet, was mit der besonderen Ausbildungsweise des Canalsystems zusammenhängt. Die grossen Ausflusscanäle sind zwar hier (s. den Querschnitt Tab. V, Fig. 1) wie in manchen anderen Species sternförmig gruppirt, haben aber das Eigenthümliche an sich, dass sie sich nicht wie in den auf Tab. I, Fig. 1, Tab. II, Fig. 4, Tab. III, Fig. 1 und 2 abgebildeten Stromatoporen in unzählige feine Ausläufer spalten und dadurch ein Netz von anastomosirenden Canälen zu Stande bringen, sondern sich allmählig im grobmaschigen Gewebe verlieren, das gewissermassen die feinen Verbindungsanäle der anderen von uns erwähnten Stromatoporen überflüssig macht.

Ein anderer durchgreifender Unterschied zwischen diesen und der Stromatopore Tab. IV, Fig. 1 besteht darin, dass bei jenen die einzelnen Lamellen von oben und unten von siebartig durchbrochenen Gewebelagen begrenzt werden und die Ausflusscanäle die Grenzen der einzelnen Lamellen nicht überschreiten, sondern innerhalb derselben verbleiben, bei der Stromatopore Tab. IV, Fig. 1 dagegen werden die von Einströmungsporen siebartig durchbrochenen Grenzlagen vermisst, und die Ausflusscanäle gehen ununterbrochen aus einer Lamelle in die andere (s. den Längsschnitt Tab. V, Fig. 2), indem von den horizontal liegenden andere sich abzweigen und nach allen Richtungen die tiefer liegenden Theile des zusammengesetzten Gehäuses durchschwärmen.

Weil das vortrefflich erhaltene Exemplar der Stromatopore Tab. IV Fig 1, das ich besitze, eins von denjenigen ist, die sich sehr leicht in der Richtung der Schichtungsflächen spalten lassen, so konnte ich mich von dem Fehlen der an feste Stellen

gebundenen Einströmungsöffnungen auf das Bestimmteste überzeugen. Daher sind wir auch berechtigt anzunehmen, dass einst veränderliche Einströmungsöffnungen in der Masse der Sarcode, die die Zwischenräume des Gewebes ausfüllte, entstanden und zwar in der Weise, wie es Oscar Schmidt an vielen lebenden Schwämmen beobachtete, daher ich auch hier mit seinen Worten die Beschreibung des Phänomens folgen lasse. Er sagt nämlich ¹⁾: «Bringt man einen feinen Schnitt eines ganz frischen Badeschwammes (*Spongia adriatica*) unter das Mikroskop (s. beistehende Figur), so wird man in der Regel einen Complex von



Einströmungslöchern sehen als neben und über einander befindliche Oeffnungen einer weichen, an den Hornfasern haftenden

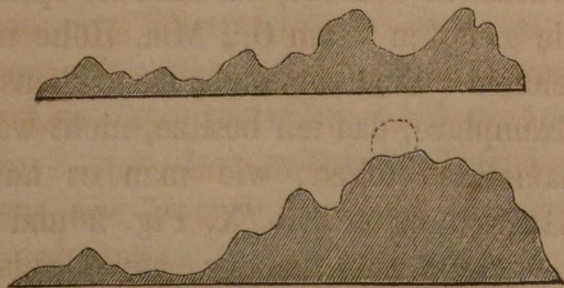
¹⁾ Supplement der Spongien des Adriatischen Meeres pag. 1.

Masse. Eben so oft, als diese Masse durch Anhäufung von Körnchen, grünlichen und ungefärbten, und von Körnchenballen ein schwer zu entwirrendes Bild giebt, eben so oft hat man ein klares, über dessen Deutung ich nicht lange in Zweifel gewesen bin. Wir finden eine homogene sehr durchsichtige Grundsubstanz mit eingestreuten Körnchen und einzelnen Haufen oder Paketen eigenthümlicher Zellen, wenn letztere nicht etwa in dem Objecte zufällig ganz fehlen. Die Ränder der Maschen oder Einströmungslöcher sind wohl contourirt, indem die Grundsubstanz von sehr zäher Beschaffenheit ist. Die Grösse der Löcher ist sehr verschieden und, wie eine einigermaßen anhaltende und aufmerksame Beobachtung lehrt — veränderlich. Kleinere erweitern sich oder verschwinden, indem ihr Umkreis langsam dem Centrum näher rückt, bis jede Spur verloren geht; die Substanzbrücken, zwischen benachbarten Löchern, werden dünner oder dicker: kurz, das Labyrinth von Höhlungen, welches nach aussen die bekannten Einströmungsöffnungen darstellt, ist in einer zwar sehr langsamen, aber stetigen Veränderung, deren Grund in der allseitigen Contractilität der durchsichtigen und homogenen Grundsubstanz zu suchen. Wir sehen diese Grundsubstanz in unserem Bilde an einer Stelle faltig und streifig werden, ein sehr häufiger noch weiter zu besprechender Uebergang ¹⁾. Keinem unbefangenen Beobachter kann es einfallen, in ein solches häufig sich darbietendes Bild eine Complication, etwa eine Zusammensetzung aus Zellen, hineindeuten zu wollen; es ist eben absolut nichts dergleichen zu sehen». Hieran reiht der Autor noch einige andere Beispiele, die aus der Beobachtung der Einströmungsöffnungen an der *Esperia Contarenii* und *Reniera palmata* gewonnen wurden, und fügt weiter hinzu, dass seine unter einander ganz übereinstimmenden Beobachtungen sich noch auf mehrere Arten von *Esperia* und *Reniera*, ferner auf *Myxilla veneta* und *Esperii*, auf *Spongelia elegans*, *Hircinia typica*, *Halisarca*

¹⁾ Es wird nämlich (Supplement pag. 7) vom Autor die Entstehung der Fasern aus der Sarcodien nachgewiesen und die Fältelung der letzteren als ein Uebergang zu den Fasern erklärt.

gutula u. a. ausdehnen und ihn zur Aufstellung des Satzes berechtigen, «dass bei allen Spongien mindestens die äussere, durch die Einströmungslöcher charakterisirte Schichte, sofern sie weich bleibt, aus dieser Sarcode besteht».

Ueber die Art und Weise der Verwachsung der Lamellen in den zusammengesetzten Gehäusen der Stromatoporen. Die mir zu Gebote stehenden Stromatoporen lassen sich nach der Art und Weise der Verwachsung der Lamellen in zwei Gruppen bringen, je nachdem die Lamellen mit einander mit der ganzen oberen und unteren Fläche oder nur mit einem Theil derselben verwachsen. Von sämmtlichen mir bis jetzt bekannt gewordenen Stromatoporen gehören nur zwei Arten der zweiten Gruppe an, von denen die eine auf Tab. IX, Fig. 5 und 6 und die andere auf Tab. X, Fig. 1, 2 und 3 dargestellt ist. Die Abbildung auf Tab. IX, Fig. 5 stellt etwa den vierten Theil des Exemplars vor, dessen Besitz ich der Güte des Herrn Baron Ungern von Sternberg zu Birkas verdanke. Die Oberfläche dieser bemerkenswerthen Stromatopore zeichnet sich durch viele höckerartige Erhabenheiten von sehr verschiedener (bis $\frac{1}{2}$ Zoll Höhe) Grösse aus und könnte sehr gut mit einem Berglande verglichen werden, aus dessen vielfach undulirten Terrain sich Hügel und Berge erheben. Um die Beschaffenheit der Oberfläche im Bilde möglichst vollständig wiederzugeben, habe ich der Abbildung Tab. IX, Fig. 5 noch die beiden beistehenden Profile hinzugefügt; dabei muss ich bemerken, dass die Gipfel der grösseren Erhabenheiten, die am Exemplare vorkommen, meistens abgebrochen sind.



Alle Vertiefungen und Erhabenheiten der Oberfläche dieser Stromatopore sind mit kleinen, etwa 0,25 Mm. hohen, kegelförmigen Wärzchen bedeckt, zwischen denen man zahlreiche

äusserst feine Poren, die nichts Anderes als die Einströmungsöffnungen sein können, wahrnimmt. Ein vertical zur Oberfläche gemachter Schnitt (s. Tab. IX Fig. 6) zeigt, dass die undulirten Lamellen nicht in concordanter Lagerung ununterbrochen auf einander folgen, sondern stellenweise zu dickern, stellenweise zu dünnern Lagen zusammenfliessen, in deren Masse man hin und wieder Spuren einer Schichtung, aber keine Canäle wahrnimmt. Derselbe Längsschnitt zeigt auch, dass an den Stellen, wo diese Lagen unter stumpfen Winkeln zusammenstossen und mit den höher und tiefer liegenden z. Th. verwachsen, eine stärkere Entwicklung der Schwammmasse als anderwärts stattfindet, ein Umstand der die Veranlassung zur Bildung der höckerartigen Erhabenheiten giebt, die der Oberfläche ein so sehr von allen übrigen Stromatoporen abweichendes Ansehen verleihen. In gleicher Weise, wie die obere Lage des Gehäuses, sind auch die tiefer liegenden (s. Tab. IX, Fig. 6) von kegelförmigen Wärzchen bedeckt, die nur den dünnsten, innerhalb der grossen (jetzt mit Kalkspath ausgefüllten) Hohlräume sich ausdehnenden, vielfach undulirten Lamellen entweder gänzlich fehlen, oder so klein sind, dass sie leicht übersehen werden können.

Gewissermassen ein Uebergangsglied zwischen der eben beschriebenen und denjenigen Formen, deren Lamellen ohne Unterbrechung auf einander folgen, bildet die auf Tab. X, Fig. 1 abgebildete Stromatopore. Die Oberfläche der einzelnen Lagen ist, ebenso wie bei der vorher betrachteten Art, von kegelförmigen Wärzchen bedeckt, nur sind sie spitzer und etwas kleiner, indem die grössten kaum 0,2 Mm. Höhe und Breite (an der Basis) erreichen. Einströmungsporen, ebenso wie Canäle sind an dem Exemplare, das ich besitze, nicht wahrzunehmen. Die einzelnen Lamellen stehen, wie man es auf den 30mal vergrösserten Längsschnitten Tab. X, Fig. 2 und 3 sehen kann, stellenweise recht weit auseinander, stellenweise aber verwachsen sie mit den höher und tiefer liegenden zu mehr oder weniger dicken Schichten, deren Mächtigkeit überhaupt grossen Schwankungen unterworfen ist. Durch das Auseinandertreten der Lamellen entstehen im Innern des Gehäuses grössere und kleinere Cavernen,

die aber im Ganzen nicht so stark wie in der vorher beschriebenen Art entwickelt sind. Dadurch nähert sie sich aber dem äusseren Habitus nach den Stromatoporen der anderen Gruppe, und nur eine eingehende Untersuchung konnte ihre Verwandtschaft mit der auf Tab. IX, Fig 5 und 6 abgebildeten Stromatopore nachweisen.

Obgleich an den Exemplaren der beiden Arten Canäle nicht wahrgenommen werden können, so ist damit noch nicht gesagt, dass diese von jeher gefehlt haben, denn sie können äusserst fein gewesen und durch den Versteinerungsprozess unkenntlich gemacht worden sein. Jedenfalls sind aber weitere Untersuchungen und zwar an einem reichern als mir zu Gebote stehenden Materiale erforderlich, um klare Einsicht in die Organisationsverhältnisse der beiden Arten zu gewähren, die vorläufig insofern ein Interesse bieten, als sie die einzigen von allen uns bis jetzt bekannt gewordenen Stromatoporen sind, deren Lamellen nicht ununterbrochen auf einander folgen, sondern öfter durch grössere und kleinere Hohlräume auseinander gehalten werden.

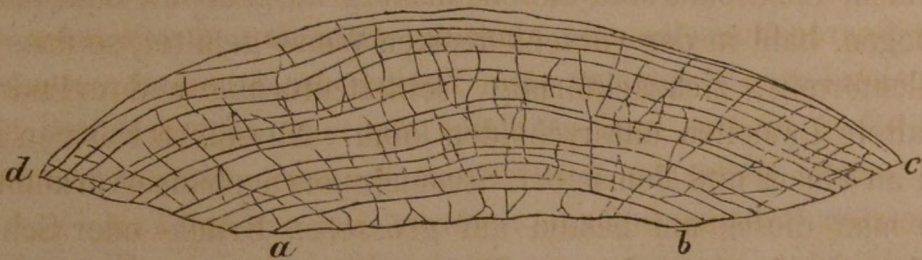
Bei den Stromatoporen mit ununterbrochen auf einander geschichteten Lamellen verwachsen diese dermassen eng unter einander, dass eigentliche Schichtungsfugen zwischen ihnen nicht wahrgenommen werden, sondern es sind meistens nur die in Längsschnitten der Gehäuse reihenförmig angeordneten Querdurchschnitte der Ausflusscanäle, die die Schichtung anzeigen (vergl. Tab. II, Fig. 5, Tab. VII, Fig. 3, Tab. VIII, Fig. 4, Tab. IX, Fig. 4). Nun wurde aber schon früher mitgetheilt, dass an manchen Exemplaren der Stromatoporen Spaltungsflächen erzeugt werden können, die nicht selten auf der Grenzfläche zweier benachbarten Lamellen verlaufen, indem von irgend einer Lamelle die obere, von der zunächst höher liegenden aber die untere Porenlage blosgelegt wird. Folglich ist das Vorhandensein einer wirklichen Grenze zwischen den einzelnen Lamellen, wenigstens in der Mehrzahl der Fälle, nur auf mechanischem Wege nachzuweisen. Ich sage in der Mehrzahl der Fälle, weil in der Stromatopore, deren Längsschnitt auf Tab. V, Fig. 2 fünfmal vergrössert dargestellt ist,

die Grenzflächen einzelner Lamellen durch eine Aenderung in der Färbung des Gewebes angedeutet werden. Auch die auf Tab. I abgebildete Stromatopore liefert Längsschnitte (s. Fig. 2), an denen scharf gezogene Grenzlinien zwischen den einzelnen Lamellen wahrgenommen werden können. Diese Längsschnitte machen den Eindruck, als wenn von je zwei zusammenhängenden Lamellen die Ausflusscanäle der höher liegenden unmittelbar auf die Gewebelage mit den Einströmungsöffnungen der tiefer befindlichen zu liegen kämen. Nun haben wir aber gerade an dieser Stromatopore die untere Fläche eines auf *Labechia conferta* aufgewachsenen Exemplars untersuchen können und gefunden, dass diese untere Fläche in gleicher Weise wie die obere Fläche der Lamellen durch unzählige Poren charakterisirt wird. Es unterliegt daher kaum einem Zweifel, dass bei der in Rede stehenden Stromatopore nur die unterste Lamelle des Gehäuses mit einer besondern unteren Porenlage versehen ist, indem diese in einer jeden höher liegenden gewissermassen durch die obere Porenlage der zunächst tiefer befindlichen Lamelle vertreten wird.

Der organische Zusammenhang unter den Lamellen eines Stromatoporengehäuses. Wir haben bereits Gelegenheit gehabt zu zeigen, dass, in Folge der porösen Beschaffenheit der Begrenzungselemente einzelner Lamellen, das Wasser einen ungehinderten Zutritt zu allen Theilen des Stromatoporengehäuses haben musste, und es bleibt uns noch zu betrachten übrig, auf welche Weise der Austritt des Wassers aus dem zusammengesetzten Gehäuse befördert wurde. Bei der auf Tab. IV, Fig. 1 abgebildeten Stromatopore ist der Weg, den das Wasser beim Austritte zurücklegen musste, sehr leicht zu verfolgen. Ein Längsschnitt von ihr (Tab. V, Fig. 2) zeigt auf das Deutlichste, dass die grossen Ausflusscanäle ununterbrochen aus einer Lamelle in die andere treten, wodurch dem Wasser eine freie aufsteigende Bewegung von den tiefsten bis zu den höchsten Schichten des Gehäuses gestattet wurde. Besonders gut kann ich an einer Reihe von zusammenhängenden Schichtenköpfen, die in eine Fläche fallen und dadurch gewissermassen einen von der Natur

selbst hergestellten Längsschnitt darstellen, die vertical die Schichten durchsetzenden Canäle mit ihren Abzweigungen verfolgen. Die letzteren sind unter sehr verschiedenen Winkeln zu den vertical aufsteigenden Canälen geneigt und gehen endlich, wenn der Neigungswinkel ein rechter wird, in die parallel der Oberfläche der Lamellen verlaufenden Canäle über, die auf Tab. V, Fig. 1 fünfmal vergrößert dargestellt sind.

Die Abbildung auf Tab. IV, Fig. 1 stellt in natürlicher Grösse die untere Fläche eines Bruchstücks der in Rede stehenden Stromatopore dar, und die dem Beobachter zugekehrte durch sternförmig gruppirte Canäle ausgezeichnete Seite ist nichts Anderes als ein Theil einer Lamelle, die von drei Seiten von einem etwa einen Zoll breiten Saume umgeben wird, der von Schichtenköpfen, die in eine Fläche fallen, gebildet wird. Auf diesem Saume beobachtet man eben jene, schon mit blossem Auge wahrnehmbaren, verticalen Canäle mit ihren Abzweigungen, von denen die Rede war. Um dem Leser die Anordnung der Lamellen und die Entstehung des breiten Saumes im abgebildeten Bruchstücke zu veranschaulichen, füge ich hier noch die Abbildung eines Längsschnitts in natürlicher Grösse und normaler Stellung hinzu. *a b*



ist die Basis, *a d* und *b c* der Saum und *d c* die convexe obere Fläche, die in gleicher Weise wie die Basis durch sternförmig gruppirte Canäle charakterisirt wird.

Unter den anderen mir zu Gebote stehenden Stromatoporen ist es die *Stromatopora polymorpha*, an deren Längsschnitten man nicht selten einen durch mehrere Lamellen setzenden Ausflusscanal verfolgen kann. Diese Stromatopore ist eine von jenen

Formen, deren Oberfläche von Höckern besetzt wird, die als Sammelplatz für grosse Canäle dienen und daher die Möglichkeit gewähren, solche Längsschnitte zu machen, in deren Bereich auch durch mehrere Schichten oder Lamellen gehende Canäle gerathen. Auf Tab. VII, Fig. 1 ist ein solcher Längsschnitt, wie er im auffallenden Lichte bei 15maliger vergrößerung erscheint, dargestellt; das Nähere darüber findet der Leser bei der Beschreibung der Art selbst.

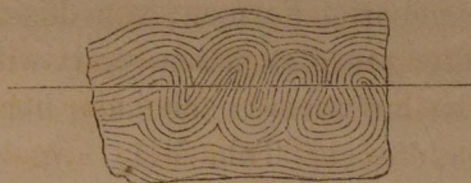
Obgleich die übrigen von mir untersuchten Stromatoporen bis jetzt keine solche Längsschnitte geliefert haben, an denen durch mehrere Lamellen setzende Canäle wahrzunehmen wären, so ist doch zu vermuthen, dass in irgend einer Weise ein Zusammenhang zwischen den unter einander befindlichen Ausflussöffnungen bestand, wodurch dem Wasser eine aufsteigende Bewegung durch die Gesamtmasse der Lamellen gestattet wurde. Fortgesetzte Forschungen haben übrigens diesen Punkt noch aufzuklären.

Ueber die Form der Stromatoporenlamellen und die Form und Structur der Stromatoporengehäuse. In Betreff der Form lassen die die Gehäuse der Stromatoporen zusammensetzenden Lamellen nicht wenige Verschiedenheiten wahrnehmen, denn bald sind sie ebenflächig ausgedehnt, bald einfach gebogen, bald in der verschiedensten Weise gefaltet, so dass man wellenförmig, zickzackförmig, schleifenförmig und cylindrisch gefaltete Lamellen unterscheiden kann. Alle diese Formen können an einem und demselben Stromatoporengehäuse vorkommen, wie man dieses am besten auf grösseren Bruch- oder Schnittflächen beobachten kann. Sind die Lamellen nur ebenflächig ausgedehnt, so entstehen plattenförmige Stromatoporenstöcke. Ein ausgezeichnetes Beispiel einer solchen Form bietet die auf Tab. II, Fig. 8 abgebildete Art, von der ich eine $1\frac{1}{2}$ Zoll dicke, 1 Fuss breite und $\frac{1}{2}$ Fuss lange Platte besitze. Sind dagegen die Lamellen einfach gebogen, d. h. haben sie nur eine einzige, stetig ausgebildete Krümmung, so entstehen scheiben-, teller- und schüsselförmige Formen, wobei zu bemerken ist, dass in den meisten Fällen die aufwärts convexe Seite die obere Fläche des

Gehäuses ist. Als Beispiel für einfach gebogene Lamellen kann die auf Tab. IV, Fig. 1 abgebildete Stromatopore dienen, deren Längsschnitt fünfmal vergrössert auf Tab. V, Fig. 2 und in natürlicher Grösse auf Seite 47 dargestellt ist.

Einer grösseren Mannigfaltigkeit ist die äussere Form der Stromatoporengehäuse fähig, sobald die dieselben zusammensetzenden Lamellen verschiedenartig gefaltet sind, was auch am häufigsten stattfindet. Von den mancherlei Formen, von denen die kugeligen und halbkugeligen die gewöhnlichsten sind, will ich hier ein Paar Formen, die selten aufzutreten scheinen, hervorheben. Die eine von diesen ist die auf Tab. VII, Fig. 4 abgebildete Art; die Lamellen sind auf das Verschiedenartigste gewunden, und es verlaufen über die Oberfläche des ganzen Gehäuses grosse, fächerförmig-divergirende Falten, die dem Gehäuse ein fächerartiges Ansehen verleihen. Die Abbildung stellt nur den dritten Theil des ganzen Exemplars und zwar um die Hälfte verkleinert vor. Bemerkenswerth ist auch im äusseren Habitus dieser Stromatopore das freie Hervorragen der Lamellenränder, wodurch die Oberfläche des Gehäuses ein sehr rauhes Ansehen erhält. Eine nicht weniger merkwürdige Form ist die auf Tab. XI, Fig. 1 und 2 abgebildete Stromatopore. Fig. 1 stellt die obere Hälfte des Exemplars in natürlicher Grösse, Fig. 2 dagegen das ganze Exemplar, nur von der anderen Seite und um die Hälfte verkleinert, vor. Auffallend sind hier die fingerförmigen Fortsätze, die aber öfters anschwellen, indem sie eine knollen- und kolbenförmige Gestalt annehmen. Ihre Enden sind an mehreren Stellen des Exemplars abgebrochen, und an diesen Stellen sieht man, dass die Lamellen cylinderförmig in einander stecken (s. Fig. 2). Fig. 3 auf Tab. XI ist ein kolbenförmiger Fortsatz von derselben Stromatoporen-Art, der aber bereits abgebrochen vorgefunden wurde. Diese finger- und kolbenförmigen Fortsätze, die oft in massige und unregelmässige Gestalten übergehen, erklären uns vollständig die Art und Weise der Entstehung der mancherlei Windungen und Biegungen der Lamellen, die an Schnitt- oder Bruchflächen, oder auch an z. Th. verwitterten Exemplaren so mancher Stromatoporengehäuse zu beobachten sind. Diese Win-

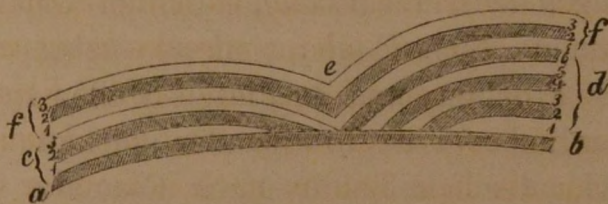
dungen und Biegungen entstanden nämlich in vielen Fällen dadurch, dass die Räume zwischen den einzelnen Fortsätzen, die zu irgend einer Zeit als solche bestanden, im Laufe des weiteren Wachstums des Gehäuses durch fortgesetzte Neubildung von Lamellen ausgefüllt wurden, wie dieses durch den beistehenden Holzschnitt versinnlicht wird. Man wird wohl begreifen,



dass auf diese Weise Stromatoporengehäuse entstehen konnten, deren Schichten in der Form von Trichtern, Cylindern und Kolben in einander stecken, und dass auf dem Querbruche oder Schnitte

solcher Gehäuse man Flächen erhalten wird, die durch eine Reihe von concentrischen neben einander liegenden Kreisen ausgezeichnet werden (vergl. Tab. XI, Fig. 2).

Die mancherlei Windungen der Lamellen sind nicht selten auch dadurch entstanden, dass an verschiedenen Stellen der Oberfläche des Gehäuses die Neubildung von Lamellen nicht in gleicher Weise fortschritt, wie dieses durch den unten stehenden Holzschnitt versinnlicht wird. *ab* stellt den Durchschnitt einer Lamelle dar, die einst als die oberste des Gehäuses bestand, und zwar vor der Bildung der mit *c* und *d* bezeichneten Lamellen-complexe. Die Lamellen *c* (1) und *d* (1) sind gleichzeitig, aber



unabhängig von einander entstanden, und ihre Ränder berühren sich nicht. Die später hinzugetretenen Lamellen *c* (2) und *d* (2), *c* (3) und *d* (3) sind mit ihren Rändern schon näher an einander gerückt. Späterhin entstanden nur die Lamellen *d* (4), *d* (5) und *d* (6) allein, indem nach *c* (3) keine mehr folgten, bis endlich die Lamelle *f* (1) zur Ausbildung kam und die beiden Lamellencom-

plexe *c* und *d* überdeckte; sie musste aber nothwendig bei *e* eine Fältelung erleiden, die ihren Einfluss auch auf die höher liegenden ausübte. Dass diejenigen Stromatoporen, bei denen die Oberfläche mit Höckern besetzt ist, nothwendig solche Durchschnitte der Gehäuse liefern, die eine mehr oder weniger starke Undulation der Lamellen je nach der Grösse der Höcker anzeigen, versteht sich von selbst und bedarf keiner weiteren Erläuterung.

Da wir eben die Structur der Stromatoporengehäuse betrachtet haben, so sei hier auch gelegentlich bemerkt, dass eine der wichtigsten Bedingungen zur Erreichung befriedigender Resultate bei der mikroskopischen Untersuchung der Querschnitte von Stromatoporen darin besteht, dass man sich Stücke aussucht, die aus möglichst ebenflächigen Lamellen zusammengesetzt werden. Denn dadurch wird es möglich, sich Querschnitte von Lamellen in Form von Dünnschliffen zu verfertigen, die ein ungetrübtes Bild von der Form, Lage und Vertheilung der Canäle, der Faserbüschel und einzelner Fasern geben. Zur Verfertigung von Längsschnitten können dagegen auch solche Stücke dienen, deren Lamellen selbst bedeutenden Undulationen unterworfen sind. Aus dem Gesagten geht aber hervor, dass man beim Sammeln von Stromatoporen sein Augenmerk besonders auf solche Exemplare zu richten haben wird, die wenigstens stellenweise aus ebenflächigen Lamellen zusammengesetzt werden.

Zum Zersägen grösserer Stücke, so wie zum Schleifen und Poliren der Platten wird man sich am zweckmässigsten einer Drehbank bedienen, die im Wesentlichen mit der des Kunststeinschneiders oder Steingravers übereinstimmt. Die Dünnschliffe müssen aber mit canadischem Balsam nach bekannter Weise auf Objectgläser befestigt werden, wobei es rathsam wäre, die Präparate auch mit Deckgläschen zu versehen.

Ueber die Unterlage der Stromatoporengehäuse und über fremdartige Einschlüsse in denselben. Es gelingt nicht selten, die Beobachtung zu machen, dass eine Muschel, eine Schnecke, oder, und zwar am häufigsten, eine Koralle zur ersten

Grundlage für das Stromatoporengehäuse gedient hat. Dabei geschieht es, dass die Stromatopore in Form eines dünnen Ueberzuges entweder einen Theil, oder die ganze Oberfläche eines fremden Körpers überzieht. Ist aber der Umfang des Gehäuses beträchtlich und der des fremden Körpers verhältnissmässig gering, so erscheint der letztere entweder als Anhängsel auf der unteren Fläche oder als Einschluss im Innern des Gehäuses. So fand ich z. B. einmal mitten in der Masse eines solchen Gehäuses, nachdem ich es durch einen Schlag mit dem Hammer in zwei Hälften gesprengt hatte, einen Polypenstock der *Calamopora Gotlandica* von der Grösse eines Hühnereies. Es kommt auch vor, dass der incrustirte Körper einen Abdruck im unteren Theil, oder einen Hohlraum im Innern des Gehäuses hinterlässt. So rühren die Oeffnungen auf der Oberfläche der Stromatopore Tab. XI, Fig. 1 und 3 nur davon her, dass eine baumartig verzweigte Koralle anfangs von der Stromatopore incrustirt, späterhin aber aufgelöst wurde. Man könnte bei oberflächlicher Betrachtung verleitet werden, diese Oeffnungen für Ausflussöffnungen zu halten. Eine genaue Untersuchung zeigt aber, dass die jetzt mit Kalkspath ausgefüllten Hohlräume, zu denen die besagten Oeffnungen führen, in keiner organischen Beziehung zu der übrigen Masse des Gehäuses stehen; sie kommen zwar an einzelnen Stellen des Gehäuses in grosser Menge vor, fehlen aber auch auf bedeutenden Strecken ganz. Tab. X, Fig. 4 ist ein Querschnitt, Fig. 5 ein Längsschnitt von der auf Tab. XI, Fig. 3 abgebildeten Stromatopore. Die von der Koralle herrührenden cylindrischen Hohlräume sind schräg durchschnitten und ihre Umgebung wird durch eine etwas dunklere Färbung als die der übrigen Masse des Gesteins ausgezeichnet; die eigentlichen Wandungen der Koralle sind aber gänzlich verschwunden bis auf eine Stelle, wo es mir gelang, Reste derselben aufzufinden.

Die eben betrachtete Erscheinung bietet einen ausgezeichneten Beweis für die Richtigkeit unserer Annahme, dass Stromatoporen Hornschwämme sind. Denn sollte ihr Gerüste schon ursprünglich aus kohlensaurem Kalke bestanden haben, so könnte un-

möglich die Koralle aufgelöst werden, ohne dass zugleich auch das Stromatoporengehäuse zu Grunde ginge.

Die Einzelindividuen der Stromatoporen. Dass die Stromatoporengehäuse zusammengesetzte Schwämme sind, geht schon daraus hervor, dass sie meistentheils aus einer grossen Menge von Lamellen bestehen, von denen eine jede in eine organische Verbindung mit den übrigen tritt, ohne dabei ihre Selbstständigkeit einzubüssen.

Es fragt sich nun, ob man diese Lamellen wegen ihrer Selbstständigkeit für Einzelindividuen, oder aus anderen Gründen für Colonien zu halten habe.

Die Beantwortung dieser Frage fällt mit der Beantwortung der Frage zusammen, ob die Schwämme überhaupt für Einzelindividuen, oder in gewissen Fällen auch für Colonien gelten können. In dieser Beziehung giebt uns Oscar Schmidt die ausführlichste und zur Zeit die befriedigendste Antwort, aus welchem Grunde ich keinen Anstand nehme, dieselbe hier mit seinen eigenen Worten anzuführen¹⁾: «So lange man annahm, der Leib der Spongien bestehe ganz aus nicht mit einander verschmelzenden Zellen, und gestützt auf das amöbenartige Auftreten theils wirklich discreter Zellen, theils von Spongienfragmenten, die sich mit Zellen vergleichen liessen, war es nicht recht möglich, sich zu entscheiden, ob man die Schwämme für Einzelindividuen, oder Colonien zu halten habe. Die äussere Form giebt Anhaltspunkte für das Eine und das Andere. Die Kalkspongien der Gattungen *Sycon*, *Ute*, *Dunstervillia*, die regelmässig kugeligen Arten von *Tethya*, auch *Caminus*, wiewohl nicht in allen Exemplaren, machen durchaus den Eindruck von Individuen. Die strauchartigen Gestalten vieler Halichondrien, welche sich mit grosser Leichtigkeit durch Sprossen, Absenker, Wurzelwucherungen, kurz auf ungeschlechtlichem Wege vergrössern und vermehren, würden auf Colonien schliessen lassen. Man hat bisher immer nur die Alternative erwogen, muss sich aber ganz ernstlich den drit-

1) Supplement der Spongien des Adriatischen Meeres, pag. 16.

ten Fall zur Beantwortung vorlegen, ob nicht der eine Theil der Spongien als Einzelindividuen, der andere als polyzoe Stöcke aufzufassen sei. Die oben genannten Kalkschwämme sind Individuen, weil nicht nur ihre reguläre Form, sondern weil namentlich die Anordnung ihrer Theile einer organischen Einheit entspricht. Wenn Gegenbaur meint (vergl. Anat., S. 44), der radiäre Typus fehle durchaus bei den Poriferen, so hat er an diese Kalkschwämme nicht gedacht, welche sehr ausgeprägt radiär sind. Ihre Theile und Organe umgeben ganz regelmässig die einfache grosse Körperhöhle, welche mit dem einen centralen, bei mehreren Gattungen von einem wahren Strahlenkranze umstellten Ausströmungsloche endigt. Der Körper lässt sich durchaus nicht in Abschnitte zerlegen, welche mit Individuen zu vergleichen wären; denn dass die Wimperkörbe und die Eierstöcke nicht unter die Rubrik des Polymorphismus fallen, ist einleuchtend. Die Concentrirung der Lebenserscheinungen dieser Spongien spricht sich also darin aus, dass das Wassergefässsystem, diese für den Spongientypus jedenfalls fundamental wichtige Einrichtung, ein einheitliches ist. Mit demselben Rechte, womit man eine Actinie, eine Qualle, einen Seestern für einen einheitlichen Organismus hält, sind diejenigen Schwämme, welche regelmässig nur eine Ausströmungsöffnung besitzen, als Einzelindividuen aufzufassen.

Es folgt von selbst, was von Arten mit mehreren oder vielen Osculis zu halten. In der That, jedes Osculum mit seinen Umgebungen enthält alle wesentlichen Bestandtheile eines Individuum: eine genügende Menge Sarcode für die Bewegung und Ernährung, die Wimperorgane, die selbstständig bleibenden Zellen, ein vollständiges Wassercanalsystem.

Es wird also kaum etwas einzuwenden sein, in den Spongien mit mehreren oder vielen Ausströmungsöffnungen Thiercolonien zu erblicken. Dass die Sarcode ein gemeinschaftliches Band oder Organ des ganzen Stockes, dass Fasergestüt und Wassercanäle continuirlich in einander übergehen, kann diese Auffassung um so weniger beeinträchtigen, als andere

Thierklassen, z. B. die Polypen, und vor allen die zusammengesetzten Radiolarien, ganz ähnliche Erscheinungen darbieten. Im Gegentheil, unsere Art zu sehen rückt mit einem Male die Spongien dem Verständniss näher und lässt sie systematisch handhaben. Mit einem Worte: es giebt einfache und zusammengesetzte Spongien. Bei den ersteren tritt nie, oder nur ausnahmsweise eine Vermehrung durch Theilung und Knospung ein; die letzteren vergrössern sich, nächst ihrer Vervielfältigung durch Schwärmosporen, durch Knospung. Jeder Theil des Exemplares, an welchem sich ein eigenes Osculum öffnet, vereinigt die Bedingungen und die Kennzeichen der Individualität in sich. Man darf sich hierbei nicht dadurch beirren lassen, dass häufig, z. B. bei vielen Sorten der Badeschwämme, die Oscula sehr nahe bei einander stehen, sondern hat nicht zu vergessen, dass der Begriff der Individualität bei den zusammengesetzten niederen Organismen gar sehr beschränkt wird. Die Abgrenzung der Individuen an den zusammengesetzten Spongien ist somit eine sehr unvollkommene; die Centra der den Individuen gleichwerthigen Bezirke sind fest, die Peripherien lassen sich um ganze Linienbreite willkürlich verrücken. Bei den zusammengesetzten Polypenstöcken arbeiten die Individuen für sich und durch Vermittelung des den Stock durchziehenden Canalsystems für das Ganze. In den Spongien mit mehreren Ausströmungslöchern ist namentlich die Sarcode das vermittelnde Prinzip; ihre Strömungen und ihr Wechsel sind aber so träge, dass die verschiedenen Oscula-bezirke einen Substanztausch im Grossen kaum eingehen». Wollte man, ohne eine Abänderung zu treffen, die von Oscar Schmidt gegebene Definition der Individualität der Schwämme auf Stromatoporen anwenden, so müsste man in einer jeden Stromatoporenlamelle so viele Einzelindividuen unterscheiden, als es auf der Oberfläche derselben einzelne Ausflussöffnungen giebt. Bei denjenigen Stromatoporen (wie z. B. Tab. II, Fig. 4, Tab. III, Fig. 1), wo jedesmal ein System von Radial-Canälen nur eine Oeffnung umgiebt, wird man auf keine Schwierigkeiten stossen, wenn man die Individualität der Schwämme im Sinne von Oscar Schmidt auffasst; eine jede sternförmige Gruppe von Canälen

mit einer Ausflussöffnung in der Mitte würde ein Einzelindividuum bezeichnen. Wenn aber, wie in der Stromatopore Tab. I, Fig. 3 eine jede sternförmige Gruppe von Canälen mit 4 bis 5 Ausflussöffnungen endigt, oder wie in der *Stromatopora polymorpha*, wo zuweilen (Tab. VI, Fig. 3) mehrere Reihen von Oeffnungen ein grösseres Loch umgeben, da wäre es, wie ich glaube, viel naturgemässer, die Zahl der Einzelindividuen in einer Lamelle nicht nach den einzelnen Ausströmungsöffnungen, sondern nach den einzelnen Gruppen derselben festzustellen.

Bei den Stromatoporen mit sternförmig gruppirten Canälen ist die Individualität, selbst wenn die Ausströmungsöffnungen nicht wahrzunehmen sind, durch die radiäre Anordnung der Canäle scharf ausgeprägt; bei den anderen dagegen, wo eine derartige Anordnung nicht stattfindet, verwischt sich das Gepräge der Individualität um so mehr, als deutlich ausgebildete Ausströmungsöffnungen selten zu beobachten sind.

In denjenigen Stromatoporen, deren Einzelindividuen den radiären Typus nicht verkennen lassen, liegen die Centra der den Individuen gleichwerthigen Bezirke ungleich weit auseinander. So beträgt die gegenseitige Entfernung der Mittelpunkte der sternförmigen Canalgruppen in der Stromatopore Tab. II, Fig. 1: 4, $4\frac{1}{2}$, $4\frac{3}{4}$, 5, $5\frac{1}{2}$, 6, 7, 8, 9, $9\frac{3}{4}$ Mm., in der Stromatopore Tab. II, Fig. 2 und 3: 3, $3\frac{1}{2}$, 4, $4\frac{1}{2}$, 5, 6, 7, 8, 9 Mm., in der Stromatopore Tab. II, Fig. 8: 6, $7\frac{1}{2}$, $9\frac{3}{4}$, 10, $10\frac{1}{2}$, 11 Mm., in der Stromatopore Tab. II, Fig. 6: $9\frac{1}{2}$, $10\frac{1}{2}$, 12, $12\frac{1}{4}$, 14, $14\frac{1}{2}$, $19\frac{1}{2}$, 21, $21\frac{1}{2}$, 23 Mm., in der Stromatopore Tab. IV, Fig. 1: 9, 10, 11, $11\frac{1}{2}$, 13, 14 Mm.

Ueber die systematische Stellung der Stromatoporen. Die Untersuchung der feineren Theile der Stromatoporen hat uns gelehrt, dass dieselben wahre Hornschwämme sind, und wir hätten hier noch zu bestimmen, welche andere fossile Formen, da es unter den lebenden keine nahen Verwandten giebt, den Stromatoporen am nächsten stehen

Nun wissen wir aber, wie traurig es mit der Kenntniss fossiler Schwämme bestellt ist, und haben daher von vorn herein

jeden Versuch, irgend einen Vergleich anzustellen, abzuweisen. So viel sei nur gesagt, dass unter sämtlichen, mir aus Abbildungen und Beschreibungen bekannt gewordenen fossilen Schwämmen es nur einige Arten aus den Schichten von St. Cassian sind, die nach äusseren Merkmalen eine gewisse Aehnlichkeit von Stromatoporen haben. Ich meine darunter die von G. C. Laube in den Denkschriften der Kais. Akademie der Wissenschaften zu Wien, 1865, auf T. II, Fig. 1, 2, 6 und 16 abgebildeten und unter dem Namen *Stellispongia stellaris* und *variabilis* pag. 289, *Actinofungia astroites* pag. 243 und *Stromatofungia porosa* p. 244 beschriebenen Formen. Uebrigens beschränkt sich die ganze Aehnlichkeit in den drei ersten Arten nur auf die sternförmig gruppirten Furchen, die von den Oscularöffnungen ausstrahlen, da von der Beschaffenheit der feineren Theile dieser Schwämme uns nichts Näheres mitgetheilt wird. Ob die Radialfurchen wirklich nur als solche, oder als ihrer oberen Bedeckung durch die Verwitterung beraubten Canäle zu betrachten sind, kann ich, ohne die Exemplare in der Hand gehabt zu haben, nicht entscheiden. Einen höheren Grad von Aehnlichkeit scheint die zuletzt genannte *Stromatofungia porosa* zu haben, wie man dieses nicht nur aus der Abbildung, sondern auch aus der Beschreibung, die uns Laube giebt, entnehmen kann, und die ich daher hier mit seinen eigenen Worten folgen lasse:

«Das vorliegende, sehr beschädigte Exemplar gehört einem vielgestaltigen, aus flachen Individuen über einander gehäuften Schwamme an, der aus mannigfach gebogenen, sich regelmässig folgenden Gewebsschichten zusammengesetzt ist, wie dies die eine abgeriebene Seite zeigt, wodurch er lebhaft an *Stromatopora polymorpha* Gfs. sp. aus den Devonien erinnert. Die Gewebsmasse ist aus feinen Fasern gebildet, jedoch bei weitem nicht so regelmässig, wie es Klipstein's vergrösserte Abbildung zeigt (Beiträge zur geologischen Kenntniss der östlichen Alpen 1843, pag. 287, Tab. XIX, Fig. 18), doch bedauert der erwähnte Autor (l. c. pag. 287), dass die Zeichnung nicht naturgetreu genug wiedergegeben und die Gestalten zu regelmässig geworden seien. Da mir aus dem grossen Material der KK. geologischen Reichs-

anstalt dieses einzige Exemplar bekannt wurde, war es mir leider nicht möglich, noch mehr Vergleiche und Forschungen über diese Art anstellen zu können.»

Beschreibung der Arten.

Im Folgenden sollen einige von den untersuchten Arten, so weit sie uns bekannt sind, beschrieben werden. Es kann nicht in unserer Absicht liegen, eine Monographie der Stromatoporen zu liefern, da das uns zu Gebote stehende Material zu dem Zwecke viel zu unbedeutend ist; wir beschränken uns daher nur auf ein Allgemeinbild, das zu einem näheren Verständnisse der Natur der Stromatoporen im Allgemeinen dienen soll, und hoffen, dass eine monographische Bearbeitung der letzteren in der Zukunft nicht ausbleiben wird. Wenn aber im Folgenden einige Arten aufgestellt und beschrieben werden, so geschieht es hauptsächlich in der Absicht, dem Leser das Hauptmaterial, das uns zu den vorliegenden Untersuchungen gedient hat, übersichtlich in Wort und Bild vorzulegen und ihn mit manchen Details bekannt zu machen, die in den allgemeinen Theil dieser Abhandlung, ohne der Uebersicht zu schaden, nicht aufgenommen werden konnten.

Stromatopora typica n.

Tab. I. Fig. 1. Querschnitt im durchfallenden Lichte, 30-mal vergrößert.

Fig. 2. Längsschnitt im durchfallenden Lichte, 30-mal vergrößert.

Fig. 3. Die Oberfläche mit den Ein- und Ausströmungsöffnungen, 5mal vergrößert.

Tab. II. Fig. 1. Ein Spaltungsstück mit aufgedeckten Canälen, in natürlicher Grösse.

Die ausgezeichnete Erhaltung und die deutlich ausgeprägten Beziehungen der verschiedenen Theile veranlassen mich, diese Art als eine typische zu betrachten. Das Gerüste besteht aus sehr feinen und zu gleicher Zeit sehr kurzen Fasern, durch deren Verwachsung Maschen von der Form eines Quadrats entstehen (s. den Holzschnitt auf pag. 6). Die Verwachsungsstellen der Fasern werden durch Anschwellungen oder Knoten bezeichnet, die den Querschnitten der Lamellen (Tab. I, Fig. 1) ein getüpfeltes Ansehen ertheilen. Der Durchmesser dieser Anschwellungen, die etwa 0,02 Mm. weit aus einander liegen, beträgt 0,019 Mm. und übertrifft den der Fasern wenigstens um das Doppelte.

Das Fasergerüste wird von zahlreichen Zuführungs- und Ausflusscanälen durchbrochen; die ersteren nehmen ihren Anfang von den Einströmungsöffnungen der Oberfläche und verlaufen in der Masse der einzelnen Lamellen in einer mehr oder weniger verticalen Richtung; die Ausströmungscanäle entspringen dagegen den Zuführungsgefässen; sie werden um so breiter, je mehr sie sich den Ausströmungsöffnungen nähern. Sie gruppiren sich zu sternförmigen Systemen und durchlaufen die Lamellen in einer schwach geneigten, beinahe horizontalen Lage, indem sie sich gegen die Ausströmungsöffnungen hin etwas erheben. Diese sind gleichfalls in besondere Gruppen abgetheilt, von denen eine jede meistens 4 ins Kreuz gestellte (s. Tab. 1, Fig. 3), zuweilen aber auch 5 Oeffnungen zählt, die die Scheitel unbedeutender Erhabenheiten ¹⁾ (die den Höckern anderer Stromatoporen entsprechen) umgeben. Zwischen den zahlreichen Einströmungsöffnungen verlaufen auf der Oberfläche gut erhaltener Exemplare unzählige feine Rinnen, die der Oberfläche ein granulirtes Ansehen ertheilen. Der Umstand, dass man in der *Stromatopora typica* mit Leichtigkeit den Verlauf der Ein- und Ausströmungscanäle verfolgen kann, hat seinen Grund in der verhältnissmässig starken Ausbildung der Fasergewebebeschicht oberhalb und unterhalb der beinahe wagerechten Ausflusscanäle. Nur da-

1) Leider ist die Abbildung Tab. I, Fig. 3 vom Lithographen nicht treu nach der Handzeichnung wiedergegeben worden, indem die unbedeutenden Erhabenheiten viel zu gross dargestellt sind.

durch, dass der Schnitt die dicke Fasergewebeschicht in ungleichen Abständen von ihrer oberen und unteren Grenze traf, wurde es möglich, im Dünnschliff Tab. I, Fig. 1 den einen Theil der Querschnitte der Einströmungscanäle isolirt, den anderen dagegen in Verbindung mit den Ausführungsgängen zu erhalten. In gleicher Weise haben wir nur der Dicke der Fasergewebeschicht zu verdanken, wenn in Längsschnitten nicht nur die rundlichen Querschnitte der Ausflusscanäle, sondern auch die mehr oder weniger verticalen Zuführungscanäle sichtbar gemacht werden können (siehe Tab. I, Fig. 2 und den Holzschnitt auf pag. 37). Die Mächtigkeit der einzelnen Lamellen ist grossen Schwankungen unterworfen, wie man dieses aus folgenden Massangaben ersehen kann: 0,608, 0,532, 0,475, 0,285, 0,190 und 0,152 Mm. Der Durchmesser der Ausflusscanäle beträgt in der Nähe der Verbindung mit den Zuführungscanälen etwa 0,03 Mm., in der Nähe der Ausströmungsöffnungen dagegen 0,152 Mm. Die Entfernung der Mittelpunkte zweier benachbarten sternförmigen Canalgruppen schwankt zwischen 4 und $5\frac{1}{2}$ Mm.; grössere Entfernungen kommen selten vor. Das Versteinerungsmaterial des einen Theils der Exemplare, die ich besitze, ist ein feinkrystallinischer hellbrauner, des anderen Theils dagegen ein weisser Kalkstein. Die Canäle sind mit Kalkspath, zuweilen aber auch von einer feinen, hellgrauen Thonmasse ausgefüllt. Die Fasern und die an den Stellen ihrer Verwachsung befindlichen Knoten erscheinen im durchfallenden Lichte braun, im auffallenden dagegen weiss gefärbt; das Umgekehrte findet mit der Ausfüllungsmasse der Canäle und der Maschen statt, sobald dieselbe aus Kalkspath und nicht aus Thon besteht.

Fundort. Ein Steinbruch der obersilurischen Zone 8 beim Gute Hoheneichen auf der Insel Oesel; das Gestein desselben zeichnet sich durch einen Reichthum an wohlerhaltenen Petrefakten aus, unter denen Korallen und Stromatoporen vorherrschen. Man verwechsele diesen Steinbruch nicht mit einem anderen, der keine Versteinerungen enthält und einige hunderte Schritt südlicher, dicht beim Gute, gelegen ist.

Stromatopora variolaris. n.

Tab. II. Fig. 2. Ein der unteren Porenlage beraubtes Spaltungsstück, in natürlicher Grösse.

Fig. 3. Ein Bruchstück mit der erhaltenen oberen Porenlage, in natürlicher Grösse.

Fig. 4. Querschnitt im durchfallenden Lichte, 30mal vergrössert. In der Abbildung ist nur ein Theil einer sternförmigen Canalgruppe dargestellt.

Fig. 5. Längsschnitt im durchfallenden Lichte, 5mal vergrössert.

Die Exemplare, die ich von dieser Art besitze, sind in Betreff der Erhaltung weit davon entfernt, einen Vergleich mit der vorhergehenden Art auszuhalten, da das Fasergewebe sich nicht erhalten hat, wohl aber die Faserbüschel und die zahlreichen Canäle (s. Tab. II, Fig. 4). Die natürliche Oberfläche (Tab. II, Fig. 3) ist von flachen Höckern bedeckt, von denen ein jeder eine sternförmige Canalgruppe beherbergt, die durch Betupfen irgend eines Höckers mit Säure zur Anschauung gebracht werden kann. Den flachen Höckern entsprechen auf der unteren Fläche einer jeden Lamelle flache Vertiefungen (Tab. II, Fig. 2), auf deren Grunde bei fehlender unterer Porenlage die sternförmig gruppirten Canäle leicht wahrgenommen werden können. Die Centra der benachbarten Canalgruppen liegen meistentheils nicht weiter als 3 bis 5 Mm. von einander. In Querschnitten, und zwar am schärfsten unter der Loupe, sieht man im durchfallenden Lichte, dass eine jede sternförmige Canalgruppe mit einer von Faserbüscheln ringförmig eingefassten Ausströmungsöffnung endigt. Die grösste Breite der Canäle dürfte 0,19 Mm. nicht übertreffen; die Mächtigkeit der Lamellen schwankt dagegen zwischen 0,2 bis 0,033 Mm. Ueberhaupt ist aber in dieser Stromatopore die Breite der Canäle im Vergleiche zur Dicke ihrer Wandungen, wie man dieses besonders gut in Längsschnitten (Tab. II, Fig. 5) sehen kann, so bedeutend, dass die Masse des Gewebes sehr gegen den Umfang des Wassercanalsystems zurücktritt.

Fundort. Die *Stromatopora variolaris* scheint weit verbreitet vorzukommen, denn ich besitze von ihr Exemplare von St. Johannis auf Oesel (obersilurische Formation, untere Oesel'sche Gruppe oder Zone 7) und von Warrang und Erinal (obersilurische Formation, Borealis-Bank oder Zone 4) in Ehstland. Die ersteren bestehen aus einem grauen, die letzteren aus einem weissen krystallinischen Kalksteine.

Stromatopora astroites. n.

Tab. II. Fig. 6. Ein Spaltungsstück in natürlicher Grösse, mit blosgelegten Canälen.

Fig. 7. Die natürliche Oberfläche, mit einer verdeckten, aber erhaben hervortretenden sternförmigen Canalgruppe, 5mal vergrössert.

Die vorhandenen Exemplare lassen weder Fasern noch Faserbüschel wahrnehmen, und nur die Betrachtung der Längsschnitte im durchfallenden Lichte lässt vermuthen, dass der Schwamm aus einem äusserst feinen Gewebe bestand, dessen näheren Verhältnisse leider aber nicht zu ermitteln sind. Aus diesem Grunde würde ich die Art hier nicht aufgestellt haben, sollte mich nicht dazu die eigenthümliche Ausbildung der Oberfläche bewegen haben. Man bemerkt nämlich an Stücken, deren obere Fläche unversehrt ist, die grossen sternförmigen Canalgruppen erhaben hervortreten, eine Erscheinung, die ich bis jetzt bei keiner anderen Stromatopore beobachtet habe. Meistentheils springt aber beim Spalten der Stücke die obere Bedeckung der Canäle ab, so dass diese dadurch, wie in Tab. II, Fig. 6, blosgelegt werden. Die Mittelpunkte der benachbarten Canalgruppen sind ungleich weit, und zwar in einem recht auffallenden Grade, von einander gelegen, wie man dieses aus folgenden Angaben ersehen kann: $9\frac{1}{2}$, $10\frac{1}{2}$, 12, $12\frac{1}{4}$, $12\frac{1}{2}$, 14, $14\frac{1}{2}$, $19\frac{1}{2}$, 21, $21\frac{1}{2}$ bis 23 Mm. Die gesammelten Exemplare bestehen aus einem bräunlich weissen, feinkrystallinischen Kalksteine, der in Dünnschliffen beinahe weiss erscheint.

Fundort. Kaugatoma-Pank beim Gute Ficht auf Oesel (obersilurische Formation, obere Oesel'sche Gruppe oder Zone 8).

Stromatopora elegans. n.

Tab. II. Fig. 8. Ein Bruchstück in natürlicher Grösse.

Tab. III. Fig. 1. Querschnitt im durchfallenden Lichte, 5mal vergrössert.

Fig. 2. Desgleichen, 30mal vergrössert. Zur Darstellung kam nur ein kleiner Theil einer sternförmigen Canalgruppe.

Von dieser bemerkenswerthen Art besitze ich ein plattenförmiges Exemplar von circa 1' Länge, $\frac{1}{2}$ ' Breite und $1\frac{1}{2}$ " Höhe. Die eine von den breiten Begrenzungsflächen ist von anhängendem Gestein bedeckt und nur stellenweise davon befreit; welche aber von den beiden Flächen die obere und welche die untere ist, konnte bis jetzt nicht ermittelt werden.

Auf der vom Gestein befreiten Fläche (s. das in natürlicher Grösse abgebildete Bruchstück Tab. II, Fig. 8) verlaufen mehrere, meistentheils weit auseinander liegende Querfalten oder Absätze, die in Folge einer ungleichen Länge und Breite der übereinander lagernden Lamellencomplexe entstanden sind. Die Canäle sind sternförmig gruppiert und treten erst dann deutlich zum Vorschein, wenn die Oberfläche des Exemplars mit Wasser benetzt wird. Aeusserst zierliche Präparate liefern die Querschnitte und einen solchen stellt die vortrefflich ausgeführte Abbildung auf Tab. III, Fig. 1, 5mal vergrössert, vor. Die Faserbüschel scheinen aus verfilzten Fasern bestanden zu haben, wenigstens machen sie bei gehöriger Vergrösserung diesen Eindruck (vergl. Tab. III, Fig. 2, wo nur der centrale Theil einer sternförmigen Canalgruppe nebst einigen Ausläufern, 30mal vergrössert, dargestellt wird).

Merkwürdiger Weise ist in den Längsschnitten keine deutlich ausgeprägte organische Structur wahrzunehmen; man beobachtet wohl eine Schichtung, aber von den feineren Theilen ist so gut wie nichts zu sehen. Ungeachtet dieses Umstandes wird die *Stromatopora elegans* hinreichend gut durch die Querschnitte

allein charakterisirt, so dass man sie leicht selbst in sehr kleinen Bruchstücken erkennen kann.

Die Abstände zwischen den Mittelpunkten der benachbarten Canalgruppen sind auch in dieser Art Schwankungen unterworfen, wie man dieses aus folgenden Massangaben ersehen kann: 6, $7\frac{1}{2}$, $9\frac{3}{4}$, 10, $10\frac{1}{2}$ bis 11 Mm. Die Versteinerungsmasse des vorliegenden Exemplars ist ein ziemlich grobkrystallinischer hellgrauer Kalkstein.

Fundort. Klein-Ruhde in Ehstland. Obersilurische Formation, Zone des vorherrschenden *Pentamerus ehstonus* oder Zone 6.

Stromatopora Schmidtii n.

Hrn. Mag. Friedrich Schmidt zu Ehren.

Tab. IV. Fig. 1. Die untere Fläche eines Bruchstücks in natürlicher Grösse. Der breite abschüssige Saum wird durch das Zusammenfallen der Lamellenränder in eine Fläche gebildet (vergl. den Holzschnitt auf pag. 47).

Fig. 2. Querschnitt im durchfallenden Lichte, 30mal vergrössert.

Tab. V. Fig. 1. Desgleichen, 5mal vergrössert.

Fig. 2. Längsschnitt im durchfallenden Lichte, 5mal vergrössert.

Die *Str. Schmidtii* ist eine von denjenigen Arten, die uns wichtige Aufschlüsse über die Natur der Stromatoporen geliefert haben. Da wir bereits schon früher alle Theile dieser Art einer eingehenden Betrachtung unterworfen haben, so wollen wir hier in aller Kürze nur die wesentlichsten Charaktere derselben hervorheben. Die verhältnissmässig dicken (etwa 0,03 Mm.) Fasern bilden, indem sie mit einander anastomosiren, unregelmässig-polygonale oder rundliche Maschen (s. den Holzschnitt auf pag. 7), die auf Quer- und Längsschnitten der Lamellen ein vollkommen gleiches Aussehen haben. An den Verwachsungsstellen schwellen die Fasern unbedeutend an und erscheinen daher hier im durchfallenden

Lichte betrachtet, meistentheils etwas dunkler gefärbt als an anderen Stellen. Bemerkenswerth ist jedenfalls der Umstand, dass die Fasern dieser Species sich nicht, wie bei den meisten anderen Stromatoporen, zu Büscheln gruppieren, sondern nur ein grossmaschiges Netzwerk zu Stande bringen, dass von den grossen Ausflusscanälen nach allen möglichen Richtungen durchbrochen wird (s. Tab. IV, Fig. 2, Tab. V, Fig. 1 und 2). Auf der oberen und unteren Fläche der Spaltungsstücke sind die Canäle sternförmig gruppirt; ihre grösste Breite beträgt 0,5 Mm. An feste Stellen gebundene Einströmungsöffnungen scheinen der *Str. Schmidtii* stets gefehlt zu haben, wie dieses schon früher ausführlich besprochen wurde (s. pag. 40—43).

An Verticalschnitten ¹⁾ (Tab. V, Fig. 2), so wie an den natürlichen in eine Fläche fallenden Rändern einer grösseren Reihe von Lamellen (s. Tab. IV, Fig. 1) ist deutlich zu sehen, dass die Ausflusscanäle ununterbrochen durch eine grosse Anzahl von Lamellen gehen, die nicht immer scharf von einander getrennt und in Betreff ihrer Dicke gleichfalls, wie die Lamellen vieler anderen Stromatoporen, Schwankungen unterworfen sind.

Das Versteinerungsmaterial ist ein marmorartiger weisser Kalkstein.

Fundort. Kaugatoma-Pank beim Gute Ficht auf Oesel. Obersilurische Formation, obere Oesel'sche Gruppe oder Zone 8.

Stromatopora polymorpha. Goldfuss.

Petrefacta Germaniae 1826—1833. Bd. I, pag. 215. Tab. LXIV, Fig. 8c, 8d, 8δ, 8f, 8y.

Lonsdale. Transactions of the Geological Society of London. Second series Vol. V. Part the third. 1840. Tab. 58, Fig. 2.

Tab. VI, Fig. 1, nach Goldfuss (Fig. 8d). Ein Exemplar in natürlicher Grösse. Die Lage mit den Einströmungsöffnungen ist durch die Verwitterung zerstört und die Ausführungscanäle liegen zu Tage. Die Höcker tragen auf dem Scheitel nur eine Ausströmungsöffnung.

¹⁾ S. die Bemerkung auf pag. 95.

- Fig. 2, nach Goldfuss (Fig. 8 δ). Ein Höcker von Fig. 1, schwach vergrössert.
- Fig. 3, nach Goldfuss (Fig. 8 f). Ein Exemplar in natürlicher Grösse mit auffallend grossen Höckern. Die Lage mit den Einströmungsöffnungen ist noch vorhanden und hat nur an wenigen Stellen durch die Verwitterung gelitten. Auf dem Scheitel eines jeden Höckers befindet sich eine grössere Ausströmungsöffnung, die von mehreren kleinern umgeben wird.
- Fig. 4, nach Goldfuss (Fig. 8 c). Ein Exemplar in natürlicher Grösse mit grossen Höckern. Weder Ein- noch Ausströmungsöffnungen werden wahrgenommen. Die Ausführungscanäle sind durch die Verwitterung nur zum Theil blosgelegt worden.
- Fig. 5, nach Goldfuss (Fig. 8 y). Die Lage mit den Einströmungsöffnungen in einem stark verwitterten Zustande, schwach vergrössert.
- Fig. 6. Ein Theil der Oberfläche eines Höckers bei fehlender Porenlage, 30mal vergrössert.
- Fig. 7. Horizontalschnitt einer Lamelle im auffallenden Lichte, 30mal vergrössert. Der um denselben beschriebene Kreis entspricht der Grenze des Gesichtsfeldes des Mikroskops.
- Tab. VII, Fig. 1. Ein in verticaler Richtung durchschnittener kleiner Höcker, 15mal vergrössert und so dargestellt, wie er im auffallenden Lichte erscheint.
- Fig. 2. Ein gemischter Schnitt im auffallenden Lichte, 10mal vergrössert.
- Fig. 3. Ein Verticalschnitt durch mehrere horizontal ausgebreitete Lamellen im auffallenden Lichte, 30mal vergrössert.

Unter der Benennung «*Stromatopora polymorpha*» hat Goldfuss augenscheinlich mehrere Arten zusammengemengt, und wenn er behauptet, dieselben wären durch Uebergänge mit einander

verbunden, so beruht dieses auf einem Irrthume, den wir später im Capitel mit der Ueberschrift «Frühere Arbeiten über Stromatoporen» näher besprechen wollen. Im Folgenden soll die Art, für die ich den alten Namen behalten wissen will, beschrieben werden, wenn auch die Zahl der Exemplare, die ich von ihr besitze, nicht gross ist. Es werden daher andere Forscher, denen ein besseres Material zu Gebote stehen sollte, manche Lücke in meiner Beschreibung auszufüllen und ein vollständigeres Bild von der Art zu entwerfen haben.

Weil die Copien Tab. VI, Fig. 1, 2, 4, 5 recht gut das Wesentlichste im äusseren Charakter der Exemplare, an denen ich meine Untersuchungen anstellte, wiedergeben, so hielt ich es für überflüssig die Goldfuss'schen Abbildungen durch neue zu ersetzen. Dagegen muss ich bemerken, dass Exemplare mit so grossen Höckern wie Tab. VI, Fig. 3 mir bis jetzt nicht vorgekommen sind; überhaupt ist aber die Grösse der Höcker grossen Schwankungen unterworfen, indem dieselben in ihren ersten Anfängen, bei jugendlichen Exemplaren, kaum die Grösse eines Stecknadelkopfes übertreffen, späterhin aber, bei zunehmendem Umfange des ganzen Gehäuses, viel grössere Dimensionen erreichen, wie man dieses an den auf Tab. VI abgebildeten Exemplaren sehen kann. Auch die gegenseitigen Abstände der Höcker sind sehr ungleich, indem dieselben bald dicht neben einander, bald weit aus einander liegen, wie ich dieses besonders gut an einem Exemplare, das eine Koralle überzieht, sehen kann. An demselben Stücke ist auch leicht wahrzunehmen, dass die kleineren Höcker weiter aus einander stehen als die grösseren, und dass der gegenseitige Abstand der Höcker überhaupt im umgekehrten Verhältnisse zu ihrer Grösse steht.

Richten wir unsere Aufmerksamkeit auf die obere Fläche der Gehäuse von *Stromatopora polymorpha*, so werden wir bemerken, dass dieselbe in unverwitterten Exemplaren, in gleicher Weise wie bei vielen anderen Stromatoporen, von einer dünnen Lage gebildet wird, die sich durch unzählige feine Einströmungsöffnungen auszeichnet. Tab. VI, Fig. 5 stellt die Porenlage schwach vergrössert in z. Th. verwittertem Zustande vor; die

Poren selbst sind grösser als an unverwitterten Exemplaren, und einzelne Theile der Ausflusscanäle liegen zu Tage.

In den Fällen, wo die Lage mit den Einströmungsöffnungen durch die Einwirkung der Atmosphärien zerstört wurde, kann man stets wahrnehmen, dass vom Scheitel eines jeden Höckers rinnenförmige Vertiefungen auslaufen, die natürlich nichts Anderes sein können, als die von wallförmig sich erhebenden Faserbüscheln eingefassten Ausströmungscanäle. Je mehr sich diese vom Scheitel entfernen, um so mehr spalten sie sich in Nebenzweige, die mit einander anastomosiren und ein Netzwerk bilden, dessen Maschen von Faserbüscheln ausgefüllt werden. Ausserdem beobachtet man, dass die die Canäle begrenzenden Faserbüschel öfters von Oeffnungen durchbohrt werden, die von andern, aus tiefer liegenden Theilen des Gehäuses, oder von der Seite kommenden Canälen herrühren. Zum besseren Verständnisse der hier besprochenen Verhältnisse dient die Abbildung Tab. VI, Fig. 6, die die Oberfläche eines Höckers in der Nähe seines Scheitels, so wie sie bei 30maliger Vergrösserung und bei fehlender Porenlage erscheint, darstellt. Um sich eine klare Vorstellung von der Beschaffenheit der Oberfläche (gleichfalls bei fehlender Porenlage) jener, mehr oder weniger flachen Theile, die sich zwischen den Höckern ausbreiten, zu machen, so denke man sich die wallförmigen Erhabenheiten (d. h. die Faserbüschel) viel öfter als auf Tab. VI, Fig. 6 durch Querrinnen (Quercanäle) in ihrem Zusammenhange unterbrochen, und man wird dann eine Zeichnung, die dieses vorstellen sollte, leicht entbehren.

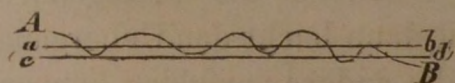
Wenn man auch, ohne der Horizontalschnitte in Form von Dünnschliffen zu bedürfen, den inneren Bau der Lamellen von *Stromatopora polymorpha* in der Weise kennen lernen kann, dass man die Oberfläche solcher Exemplare, die der oberen Porenlage durch die Verwitterung beraubt wurden, mit Hülfe einer Loupe und eines Mikroskops untersucht, so wird man seine Zuflucht doch zu Dünnschliffen nehmen müssen, so bald es gilt, den Zusammenhang, der zwischen den Canälen einer grösseren Reihe von Lamellen stattfindet, mit Hülfe von Verticalschnitten zu ermitteln. Bei der Beurtheilung der Erscheinungen, die ein Längs-

schnitt bietet, darf man nicht aus dem Auge verlieren, dass derselbe die Canäle in zweierlei Weise treffen kann, nämlich der Quere oder der Länge nach. Im ersten Falle werden dieselben als rundliche Oeffnungen, im zweiten als mehr oder weniger gestreckte Hohlräume erscheinen, die leicht für das, was sie sind, erkannt werden können. Weiter wäre zu berücksichtigen, dass die Verticalschnitte, je nach dem sie in den Bereich der Höcker oder ihrer flachen Umgebungen fallen, ein sehr verschiedenes Ansehen haben werden. Denn jene Theile der Lamellen, die die Höcker zusammensetzen, werden — im Gegensatze zu den flach ausgebreiteten — durch eine gestreckte Form der Canäle und Faserbüschel charakterisirt, was natürlich nicht ohne Einfluss auf das Ansehen der Verticalschnitte bleiben kann. Um sich davon zu überzeugen, so vergleiche man auf Tab. VII die Fig. 1 mit Fig. 3, von denen die erstere den Verticalschnitt eines Höckers, die letztere den Verticalschnitt der flachen Umgebung desselben darstellt. In Figur 1 sieht man eine Reihe von Canälen von unten nach oben aufsteigen, in Figur 3 dagegen nur rundliche Oeffnungen, die mit ihren Scheidewänden dem Verticalschnitte ein gitterförmiges Ansehen ertheilen. Bei der Betrachtung der Figur 1 allein könnte man verleitet werden zu glauben, dass der Höcker aus einer ungeschichteten, von aufsteigenden Canälen durchbohrten Masse besteht, was freilich, wenn es der Fall wäre, die Structur der Höcker wesentlich von der der flachen Theile des Gehäuses, die stets deutlich geschichtet sind, unterscheiden würde. Um sich aber von der lamellosen Structur der Höcker zu überzeugen, muss man ihre Verticalschnitte im Zusammenhange mit gleichnamigen Schnitten der anliegenden flachen Theile untersuchen. Man wird dann leicht den Uebergang der einen Art der Verticalschnitte in die andere verfolgen können und schliesslich zu dem Resultate kommen, dass der ganze Unterschied zwischen der einen und der anderen nur darin besteht, dass in den Höckern durch die Concentration der grossen und langgestreckten, durch viele Lamellen gehenden Canäle die lamellöse Structur zum Theil verdeckt und unkenntlich gemacht wird.

Will man die Art und Weise der Vertheilung der Canäle und Faserbüschel der *Stromatopora polymorpha* durch die Untersuchung der Horizontalschnitte ermitteln, so stösst man auf ein Hinderniss, das darin besteht, dass man in Form von Dünnschliffen, wegen der vielen Undulationen, denen die Lamellen unterworfen sind, keine Horizontalschnitte von grösserer Ausdehnung, sondern nur gemischte Schnitte, die aus neben einander liegenden Horizontal- und Verticalschnitten bestehen, erhält, was natürlich dem Ungeübten sehr das richtige Verständniss der verschiedenen Theile eines Dünnschliffs erschweren muss. Auf Tab. VII, Fig. 2 ist ein solcher gemischter Schnitt, so wie er im auffallenden Lichte bei 10maliger Vergrösserung erscheint, dargestellt; diejenigen Stellen desselben, die durch langgestreckte Canäle bezeichnet werden, entsprechen dem Horizontalschnitte einer Lamelle, die durch runde Oeffnungen (Querdurchschnitte der Canäle) — dem Verticalschnitte mehrerer zusammenhängenden Lamellen.

Auf Tab. VI, Fig. 7 ist der Horizontalschnitt einer Lamelle, und zwar so viel von ihm im Gesichtsfelde des Mikroskops bei 30maliger Vergrösserung zu übersehen war, abgebildet. Man sieht, dass hier die grösseren Canäle einerseits unmittelbar in einander münden, andererseits aber durch äusserst feine Canälchen mit einander in Verbindung gesetzt werden ¹⁾.

Ausserdem wird man auf derselben Figur bemerken, dass im Dünnschliffe öfters nur einzelne Theile von grösseren Canälen, nach bestimmten Richtungen angeordnet, zur Anschauung kommen, was seine Erklärung darin findet, dass die Canäle nicht einen geradlinigen, sondern einen mehr oder weniger geschlängelten Verlauf haben. Man denke sich nur (s. die beistehende Figur) unter *AB* einen geschlängelten Canal, so ist klar, dass zwischen den beiden geschliffenen



1) Werden diese Verbindungscanälchen quer durchschnitten, so erscheinen sie bei zweckmässiger Vergrösserung als feine Tüpfel, die im durchfallenden Lichte durch hellere, im auffallenden dagegen durch dunklere Färbung sich von der sie umgebenden Masse der Faserbüschel unterscheiden (s. Tab. VI, Fig. 7 und Tab. VII, Fig. 2).

Seiten der Platte, die in der Figur durch die Linien *ab* und *cd* vorgestellt werden, nur einzelne Theile des Canals Platz finden werden, die im auffallenden Lichte als dunkle, im durchfallenden dagegen als helle Stellen, falls sie mit Kalkspath ausgefüllt sind, erscheinen werden.

Hier folgen einige Massangaben für die verschiedenen Theile der *Stromatopora polymorpha*. Die grösste Breite der Ausströmungscanäle beträgt 0,5 Mm.; der Durchmesser der Oeffnungen (der Querdurchschnitte der Canäle) in den Verticalschnitten (wie Tab. VII, Fig. 3) — 0,285 bis 0,095 Mm.; der Durchmesser der feinen Verbindungscanälchen dürfte nicht unter 0,019 Mm. stehen. Die Breite der Scheidewände (Faserbüschel) in den Verticalschnitten (wie Tab. VII, Fig. 3) schwankt zwischen 0,19 bis 0,045 Mm., die Dicke der Lamellen dagegen zwischen 0,38 und 0,19 Mm. Das Versteinerungsmaterial der von mir untersuchten Exemplare, die aus den devonischen Schichten von Refrath bei Cöln herrühren, ist ein graulich- und röthlich-weisser Kalkstein; die Ausfüllungsmasse der Canäle — ein bräunlicher Kalkspath, der in Dünnschliffen beinahe farblos und durchsichtig erscheint.

Stromatopora mammillata. Fr. Schmidt.

Untersuchungen über die silurische Formation von Ehstland, Nord-Livland und Oesel. Dorpat, 1858. Aus dem Archiv für die Naturkunde Liv-, Ehst- und Kurlands, 1. Série, Bd. II, (pag. 1—248) besonders abgedruckt, pag. 234, Archiv pag. 232.

Tab. VIII, Fig. 1. Ein Bruchstück in natürlicher Grösse, mit der oberen Fläche zum Beobachter gekehrt.

Fig. 2. Ein Höcker, 5mal vergrössert, auf dessen Oberfläche man unzählige Einströmungsöffnungen wahrnimmt.

Fig. 3. Eine der unteren Porenlage beraubte Lamelle, 5mal vergrössert, die die Form und die Vertheilung der Faserbüschel und der Canäle

zur Anschauung bringt. An einer Stelle ist sie zerstört und die Faserbüschel einer anderen Lamelle werden dadurch sichtbar; die Form der Faserbüschel ist aber durch unzählige mikroskopisch kleine Quarzkrystalle verunstaltet¹⁾.

Fig. 4. Ein Verticalschnitt von mehreren auf einander folgenden Lamellen im auffallenden Lichte, 30mal vergrössert.

Fig. 5. Ein Kieselhäutchen, 30mal vergrössert, das zuweilen als ein secundäres Erzeugniss zwischen den Faserbüscheln auftritt.

Die zahlreichen von mir untersuchten Exemplare dieser Art sind, bis auf ein einziges, welches aus Siuge bei Habbat (Zone 3) in Ehstland stammt und aus einem graulich-weissen krystallinischen Kalksteine besteht, verkieselt und wurden von mir bereits im Jahre 1856 und schon früher von Mag. Fr. Schmidt aus dem Steinbruche von Borkholm in Ehstland (untersilurische Formation, Borkholm'sche Schicht oder Zone 3) nach Dorpat gebracht. Das Versteinerungsmaterial ist ein auf frischen Spaltungs- und Bruchflächen blendend weisser Quarz. Die meisten von den verkieselten Exemplaren dieser Art lassen sich ziemlich leicht in die einzelnen sie zusammensetzenden Lamellen zerlegen, wodurch diese auf das Genaueste auf ihre Beschaffenheit untersucht werden können.

Eine jede einzelne Lamelle der *Stromatopora mammillata* besteht aus folgenden Theilen:

1) aus einer oberen Grenzlage mit Einströmungsöffnungen, zwischen welchen feine Rinnen oder Furchen verlaufen;

2) aus einer unteren Grenzlage, die gleichfalls von feinen Oeffnungen durchbohrt wird, von denen eine jede in gerader Richtung unter eine Einströmungsöffnung der oberen Fläche zu liegen kommt;

1) Bemerkte muss hier werden, dass die Abbildung insofern nicht ganz richtig ist, als die Abstände zwischen den Faserbüscheln zu gross ausgefallen sind.

3) aus Faserbüscheln, die in Form von unregelmässigen und zerstreut liegenden Körnchen (s. Tab. VIII, Fig. 3), die obere Grenzlage mit der unteren verbinden und

4) aus Canälen, die, ohne eine bestimmte Anordnung in Gruppen zu zeigen, eigentlich nichts Anderes als die von den Faserbüscheln und den beiden Porenlagen der Lamellen begrenzten Räume sind (s. Tab. VIII, Fig. 3, auf der aber die Faserbüschel zu weit aus einander liegen, wodurch die Canäle viel zu breit erscheinen).

Die unregelmässige Form der Faserbüschel bedingt die unregelmässige Form der Querschnitte von Canälen auf Verticalschnitten (Tab. VIII, Fig. 4) und Bruchflächen der Gehäuse. In den Exemplaren von Borkholm werden die Canäle nicht selten von Quarz ausgefüllt, meistens sind sie aber im Innern hohl. Die Schärfe ihrer Contouren wird aber öfters dadurch beeinträchtigt, dass mikroskopisch-kleine Quarzkrystalle in mehr oder weniger dicken Lagen die Faserbüschel überziehen. Ausser den krystallinischen Ueberzügen werden zuweilen, gleichfalls als ein späteres Erzeugniss, feine, zwischen den Faserbüscheln ausgespannte Kieselhäutchen angetroffen (Tab. VIII, Fig. 5), die sich mit Hülfe einer Nadel abheben lassen; die Oeffnungen, die man in ihnen wahrnimmt, rühren von Faserbüscheln her, die in ihnen steckten.

Auf der oberen Fläche der Lamellen der *Stromatopora mammillata* erheben sich in ungleichen Abständen zahlreiche Höcker von verschiedener Grösse (s. Tab. VIII, Fig. 1), denen auf der unteren Fläche der Lamellen gleich grosse Vertiefungen entsprechen (s. Tab. VIII, Fig. 3). Die Dicke einzelner Lamellen bleibt sich so ziemlich gleich und beträgt im Durchschnitt 0,209 Mm.

Als Fundort für die *Stromatopora mammillata* wird von Mag. Fr. Schmidt ausser Borkholm (Zone 3) irrthümlicher Weise noch die Borealis-Bank von Errinal und Udenküll (Zone 4) angeführt; eine nähere Uutersuchung ergab nämlich, dass die hier vorkommende Stromatopore eine andere Art ist, und zwar unsere *Stromatopora variolaris*.

Stromatopora regularis n.

- Tab. IX, Fig. 1. Ein Bruchstück 5mal vergrößert. Die concentrisch verwitterten Lamellen tragen unzählige Einströmungsöffnungen.
- Fig. 2. Ein Horizontalschnitt im durchfallenden Lichte, 5mal vergrößert, der z. Th. durch mehrere schwach aufgerichtete Lamellen geht. Die durch den Schnitt erzeugten Ränder geben die Veranlassung zu den concentrischen Kreisen, die man auf der Figur wahrnimmt. Die Tüpfel entsprechen den Querschnitten der Faserbüschel.
- Fig. 3. Ein Horizontalschnitt im durchfallenden Lichte, 30mal vergrößert.
- Fig. 4. Ein Verticalschnitt im durchfallenden Lichte, 30mal vergrößert; die mit *a* bezeichneten Lamellen keilen sich aus.

Bezeichnend für diese Art ist der Umstand, dass die Dicke der Lamellen (0,138 Mm.) so gut wie keinen Schwankungen unterworfen ist, und dass der Durchmesser der Canäle innerhalb sehr enger Grenzen variirt, wie man dieses in Verticalschnitten des Gehäuses (Tab. IX, Fig. 4) sehen kann. Im Durchschnitt beträgt der Durchmesser der Canäle 0,1 Mm.; die Breite der Faserbüschel, im mittleren Theil ihrer Höhe auf Verticalschnitten wie Tab. IX, Fig. 4 gemessen, ebenso wie die Dicke der Grenzlagen der Lamellen, übertrifft nicht 0,038 Mm. Gleichfalls bezeichnend für die Art ist die rundliche Form der Querschnitte der Faserbüschel (vergl. Tab. IX, Fig. 3), die im durchfallenden Lichte betrachtet dunkler gefärbt erscheinen, als die zwischen ihnen verlaufenden Canäle. Das Versteinerungsmaterial ist ein hellgrauer krystallinischer Kalkstein, die Ausfüllungsmasse der Canäle — ein beinahe farbloser Kalkspath.

Fundort. Klein-Ruhde in Ehstland. Obersilurische Formation, Zone des vorherrschenden *Pentamerus ehstonus* oder Zone 6.

Stromatopora Ungerni n.

Hrn. Baron Ungern von Sternberg zu Birkas zu Ehren.

Tab. IX, Fig. 5. Die Oberfläche eines Bruchstücks in natürlicher Grösse.

Fig. 6. Ein Verticalschnitt im durchfallenden Lichte 5mal vergrössert,

und *Stromatopora dentata* n.

Tab. X, Fig. 1. Ein Theil des Gehäuses 5mal vergrössert.

Fig. 2 und 3. Verticalschnitte im durchfallenden Lichte, 30mal vergrössert

wurden von uns schon früher beschrieben, daher ich den Leser auf pag. 43—45 verweise. Obgleich die näheren Verhältnisse der Organisation dieser beiden Arten uns noch nicht bekannt sind, so ist der äussere Habitus derselben so einzig in seiner Art, dass sie selbst in kleinen Bruchstücken leicht erkannt werden können.

Das Versteinerungsmaterial der *Stromatopora Ungerni*, die bei Grossenhof (auf der Insel Dago in Ehstland, obersilurische Formation, Zone 4) vorkommt, ist ein dichter gelblicher und gelblich-bräunlicher Kalkstein; die Ausfüllungsmasse der Hohlräume — ein farbloser Kalkspath.

Die *Stromatopora dentata* ist von mir am Meeresstrande von St. Johannis auf Oesel (obersilurische Formation, untere Oesel'sche Gruppe oder Zone 7) gefunden und besteht aus einem hellgrauen feinkrystallinischen Kalksteine; die Ausfüllungsmasse der Hohlräume ist gleichfalls Kalkspath.

Die *Stromatopora* Tab. XI, Fig. 1, 2 und 3, an der Landstrasse bei Neu-Merjama (obersilurische Formation, Zwischenzone oder Zone 5) gefunden, und von der auf Tab. X, Fig. 4 und 5 ein Horizontal- und Verticalschnitt abgebildet wird, ist, ebenso wie die *Stromatopore* Tab. VII, Fig. 4 (von Grossenhof auf Dago, Zone 4) nicht hinreichend gut erhalten, um charakteristische Merkmale zur Aufstellung einer Art abzugeben.

Frühere Arbeiten über Stromatoporen.

Bei dem häufigen Auftreten der Stromatoporen in den Schichten der silurischen und devonischen Formation mussten dieselben unwillkürlich die Aufmerksamkeit der Paläontologen auf sich lenken. Wir sehen auch in der That eine nicht geringe Anzahl von Forschern bemüht, die Natur dieser Versteinerungen aufzuklären; ihre Bemühungen sind aber bis jetzt ohne Erfolg geblieben, und das von ihnen Veröffentlichte ist mehr geeignet einen unbefangenen Forscher zu verwirren, als ihm bei der Lösung des Problems irgend welche feste Anhaltspunkte zu gewähren.

Es wurde bereits früher von uns erwähnt, dass die Stromatoporen bald zu den Schwämmen, bald zu den Korallen, bald zu den Bryozoen gestellt und je nach dem beschrieben wurden. Bemerkenswerth ist aber jedenfalls der Umstand, dass diejenigen Forscher, die die Stromatoporen für Schwämme ausgeben, von einem netzförmigen Fasergewebe derselben sprechen, ohne dabei ein Wort über das Wassergefässsystem zu erwähnen; dieses erklärt sich aber sehr einfach. Es war nämlich bis jetzt keinem Forscher eingefallen, Horizontalschnitte in Form von Dünnschliffen in der Art wie die auf Tab. I, Fig. 1, Tab. II, Fig. 4, Tab. III, Fig. 1 und 2, Tab. IV, Fig. 2, Tab. V, Fig. 1, Tab. VI, Fig. 7 abgebildeten, herzustellen und unter der Loupe oder dem Mikroskope zu untersuchen. Man begnügte sich im günstigsten Falle mit Verticalschnitten allein, die ausserdem unter einer sehr schwachen Vergrösserung untersucht wurden. Man sah dann Bilder in der Art wie Tab. II, Fig. 5, Tab. VII, Fig. 3, Tab. IX, Fig. 4, Tab. X, Fig. 5 und erklärte das Gesehene für ein netzförmiges Fasergewebe, ohne zu ahnen, dass das, was man für Fasern hielt, Faserbüschel und einzelne Theile der Grenzlagen der Lamellen sind, und dass die vermeintlichen Maschen Durchschnitte von Canälen darstellen. Ausserdem, wenn man auch öfters Gelegenheit hatte, solche Exemplare von Stromatoporen zu sehen, deren sternförmig gruppirte Canäle auf der Oberfläche des Gehäuses durch die Einwirkung der Verwitterung blösgelegt waren, so hielt man diese Canäle, eben weil man keine künstliche Horizontalschnitte herstellte,

für oberflächliche Bildungen — für Furchen und Risse. Aus Allem geht aber hervor, dass man bis jetzt eigentlich nichts von der Organisation der Stromatoporen wusste, und dass der äussere Habitus derselben das einzige Merkmal war, durch welches sie bis jetzt erkannt und von anderen Versteinerungen unterschieden wurden.

Wie bekannt, war es Goldfuss, der 1826 die Stromatoporen, (von Στρώμα, Schichte, πόρος, Pore), die vor ihm mit dem Namen «blättrige Fungiten, *Fungitae superficiei foliaceae*» bezeichnet wurden, zu einer besondern Gattung erhob. Die erste Veranlassung zur Aufstellung der Gattung gaben ihm Exemplare aus dem Eifel'er Kalksteine, die er als eine Art unter dem Namen «*Stromatopora concentrica*» beschreibt (*Petrefacta Germaniae* 1826—1833, Ier Theil pag. 21). Späterhin, auf pag. 215 seines Werkes, giebt er bei der Beschreibung seiner *Stromatopora polymorpha* die anfänglich aufgestellten Charaktere der Gattung auf, indem er Folgendes sagt: «Als wir bei der Darstellung der *Str. concentrica* die Charaktere dieser Gattung aufstellten, glaubten wir, dass ein Wechsel dichter und lockerer Schichten des Fasergewebes wesentlich zu derselben gehöre, und dass jener Zoophyt in die Reihe der porösen Kalkkorallen, zwischen die Milleporen und Madreporen gestellt werden müsse. Bei der Untersuchung der hier abgebildeten Art» (d. h. der *Str. polymorpha*) «gewinnt man die Ueberzeugung, dass die Stromatoporen schwammartige Zoophyten gewesen sind, deren netzförmiges Fasergewebe sich als Ueberzug auf andern Seekörpern ansetzte, und sich in gleichförmigen oder ungleichförmigen, mehr oder weniger zahlreichen Schichten über einander legte». Damit war Goldfuss der Wahrheit freilich um einen Schritt näher getreten, aber das Verhalten der *Str. concentrica* zu der *Str. polymorpha* hat er dadurch nicht aufgeklärt, und wie sollte es auch anders sein, da das eigentlich Wesentliche in der Organisation der Stromatoporen von ihm gänzlich übersehen wurde. Uebrigens ist die Goldfuss'sche *Stromatopora concentrica* nicht mehr als eine bestimmte Art anzusehen, da der Abbildung und der Beschreibung gerade alles das, was zur Feststellung einer Art unumgänglich nöthig ist, abgeht. Ausserdem ist nicht schwer

aus der Abbildung und Beschreibung zu ersehen, dass Goldfuss die untere Fläche des Gehäuses seiner *Str. concentrica* für die obere, und umgekehrt, die obere für die untere Fläche gehalten hat. Bei der Beschreibung seiner *Str. polymorpha* vereinigt er mit dieser die beiden früher von ihm aufgestellten Arten: *Tragos capitatum* (l. c. pag. 13, Tab. V, Fig. 6 ab) und *Ceriopora verrucosa* (l. c. pag. 33, Tab. X, Fig. 6 abc). Wenn es auch ganz richtig ist diese beiden Arten für Stromatoren anzusehen, so begeht Goldfuss einen Fehler, wenn er sie für eine Art erklärt. Denn *Tragos capitatum* hat eine ebene, *Ceriopora verrucosa* dagegen eine mit Höckern besetzte Oberfläche; beiden Formen fehlen aber die sternförmig gruppirten Ausflusscanäle der *Str. polymorpha*. Wenn Goldfuss auch behauptet, dass alle diese Formen durch zahlreiche Uebergänge mit einander verbunden sind, «so dass man willkürliche Grenzen feststellen müsste, wenn man sie als verschiedene Arten betrachten wollte», so beruht diese Behauptung auf einem leicht zu begreifenden Irrthume. Goldfuss hat nämlich, ebenso wie andere Forscher, nur Verticalschnitte, und nicht zugleich Horizontalschnitte von Stromatoporen unter der Loupe untersucht, und hielt daher auch die Faserbüschel und die durchschnittenen Theile der Grenzlagen der Lamellen für Fasern, die Durchschnitte der Canäle aber für Maschen. Weil aber die Verticalschnitte verschiedener Arten von Stromatoporen, besonders bei schwacher Vergrößerung, grosse Aehnlichkeit von einander haben, und weil die sternförmig gruppirten Canäle von ihm für Risse, also für etwas Unwesentliches gehalten wurden, so hat er sich durch eine falsche Analogie verleiten lassen, und, wie es nicht selten geschieht, Verschiedenes für Gleiches gehalten.

Ob Fig. 8 e Tab. LXIV von Goldfuss auch zur *Str. polymorpha* gerechnet werden kann oder nicht, kann ich, ohne das Original in Händen gehabt zu haben, nicht entscheiden; dasselbe liesse sich auch von Fig. 8 β sagen. Jedenfalls ist aber Fig. 8 a und α eine andere Art, da ihr die Höcker und die sternförmig gruppirten Canäle gänzlich abgehen.

In dem Manuel d'Actinologie (1834) von Blainville finden

wir auf Tab. LXX, Fig. 1 die Goldfuss'sche *Str. concentrica* im verkleinerten Massstabe wieder abgebildet und für ein *Polyparium* ausgegeben, dessen kleine Zellen (unter welchen, aller Wahrscheinlichkeit nach, die Oeffnungen gemeint sind, die man auf Verticalschnitten und Bruchflächen der Stromatoporengehäuse wahrnimmt, und die, wie wir wissen, nichts Anderes als Querschnitte der Canäle sind) zwischen den einzelnen Lagen von unbekanntem Thieren bewohnt wurden. Blainville hat übrigens Gelegenheit gehabt, das Original der Goldfuss'schen *Str. concentrica* im Bonn'er Museum zu untersuchen, was ihm die Veranlassung zur folgenden Bemerkung gab: «En l'examinant, nous avons douté si ce ne serait pas un morceau de sphérulite plutôt qu'un véritable polypier». Auf pag. 674 theilt er uns die Ansicht von Ehrenberg mit, nach welchem die besagte Stromatopore möglicher Weise ein *Porites* sein könnte, verwandt mit *Porites stromatopora* von Ehrenberg.

In den «Memoires de la Société Géologique de France, T. I^{er}, 2^{ième} partie. 1834, pag. 347», beschreibt Steininger mehrere Stromatoporen aus dem Kalksteine der Eifel und vertheilt die von ihm aufgestellten Arten unter den beiden Lamarck'schen Schwammgattungen *Spongia* und *Alcyonum*, wodurch aber für die Wissenschaft nichts gewonnen wurde. Auf Tab. XX, Fig. 11, 11 *a* wird von ihm eine neue Art (*Alcyonum echinatum*) mit mittelgrossen Höckern und mit deutlich sichtbaren Einströmungsporen abgebildet.

In Murchison's «Silurian System 1839» finden wir auf Tab. XV, Fig. 31—31 *d* und Fig. 32—32 *a* zwei Stromatoporen abgebildet, die die Namen *Str. concentrica* und *numismalis* erhalten. Es verdient hervorgehoben zu werden, dass die Fig. 31 *b*, die den verticalen Durchschnitt eines Gehäuses in natürlicher Grösse darstellt, meisterhaft ausgeführt ist.

In den «Transactions of the geological society of London, second series, Vol. V, part. 3. 1840» bildet Lonsdale auf Tab. LVIII, Fig. 2 den Durchschnitt eines Stromatoporengehäuses in natürlicher Grösse ab, der vollkommen den Durchschnitten von Gehäusen entspricht, die wir von der *Stromatopora polymorpha*

besitzen. An einzelnen Stellen der besagten Abbildung sieht man deutlich sternförmig gruppirte Canäle, die aber von Lonsdale für unregelmässige und divergirende Röhren gehalten werden, da er die von ihm ganz richtig als *Str. polymorpha* bestimmte Form zu den Korallen stellt. Weiterhin beschreibt ¹⁾ und bildet (Tab. LVIII, Fig. 5) Lonsdale eine Versteinerung ab, welcher er den Namen *Coscinopora placenta* giebt, die aber, wie dieses schon im Jahre 1844 ganz richtig von Prof. Ferd. Roemer bemerkt wurde (Das Rheinische Uebergangsgebirge pag. 57), nichts Anderes als eine von Korallen durchwachsene Stromatopore ist.

John Phillips stellt in seinem Werke: «Figures and descriptions of the palaeozoic fossils of Cornwall, Devon and West-Somerset, 1841», die Stromatoporen gleichfalls zu den Korallen und beschreibt unter den Namen *Str. polymorpha* und *concentrica* zwei Arten, die aber schlecht abgebildet werden. Das Charakteristische in seiner Auffassung der Organisation der Stromatoporen besteht darin, dass er die Faserbüschel, so wie man sie auf Verticalschnitten der Gehäuse sieht, für dünne und gerade Röhren hält, die die dünnen concentrischen Lamellen durchbrechen sollen. Für die Lonsdal'sche *Coscinopora placenta* stellt Phillips die neue Gattung *Caunopora* auf, die aber aufgegeben werden muss, da, wie es bereits erwähnt wurde, die *Coscinopora placenta* selbst nichts Anderes als eine von Korallen durchwachsene Stromatopore ist.

Ad. Roemer führt in seinem Werke: «Die Versteinerungen des Harzgebirges 1843» die Steininger'sche Art *Alcyonium echinatum*, die, wie wir wissen, eine wahre Stromatopore ist, unter den *Amorphozoen*, die anderen Stromatoporen des Harzes dagegen, die von ihm als *Str. polymorpha* und *concentrica* bestimmt werden, unter den Korallen auf. In der *Str. polymorpha* glaubt er Zellen und Scheidewände wahrzunehmen, und die *Str. concentrica* wird von ihm als eine aus haarförmigen, dicht an einander abgelagerten Röhren mit zahlreichen senkrechten

¹⁾ Die Beschreibung ist in einem besondern Abschnitte ohne Seitenzahl, mit der Ueberschrift «Explanation of the plates and Wood-cuts» gegeben.

Scheidewänden zusammengesetzte Koralle beschrieben. Die von Ad. Roemer gegebenen Abbildungen dienen wohl zur Erläuterung seiner Ansichten über den Bau der Stromatoporen, können aber gegenwärtig nur einen geschichtlichen Werth beanspruchen.

In den «Wissenschaftlichen Beobachtungen auf einer Reise in das Petschora-Land im Jahre 1843» beschreibt Graf Al. Keyserling (pag. 179—180) zwei Stromatoporen, von denen die eine (von ihm als *Str. concentrica* bestimmt) häufig in dem silurischen Kalke des Timangebirges, am Flüsschen Waschkina, die andere (als *Str. polymorpha* bestimmt) in grossen Mengen in den devonischen Schichten an der Uchta vorkommen soll. Graf Keyserling stellt die Stromatoporen zu den Korallen und ist der Meinung, dass die Gattung von *Alveolites Lam.* den Charakteren nach kaum verschieden ist.

Einer eingehenden Betrachtung unterwirft die Stromatoporen Hall in seinem grossen Werke «Paleontologie of New-York, 1847—52, 2. Th.» Seiner Ansicht nach sind die Stromatoporen gleichfalls Korallen und bestehen aus sehr kleinen cylindrischen Röhren mit bedeutenden Zwischenräumen. Die blättrige Structur der Stromatoporen wird nach ihm durch dünne Kalklagen bedingt, die die Röhren einschliessen und die Räume zwischen ihnen ausfüllen. Oeffnungen, die ihrer Lage nach den Röhren entsprechen sollten, hat Hall, wie er erwähnt, nicht wahrnehmen können. Er ist der Meinung, dass die Gattung *Stromatopora* mit *Tubipora* verwandt ist, und dass der Unterschied im Wesentlichen darin besteht, dass bei *Stromatopora* die parallelen Lamellen sich gegenseitig berühren und auf diese Weise eine massive Form erzeugen. Es ist nicht schwer einzusehen, dass Hall demselben Irrthume, wie manche andere Forscher verfällt, indem er die Faserbüschel, so wie sie in Verticalschnitten der Stromatoporengehäuse erscheinen, für Röhren hält. Von seinem Standpunkte aus beschreibt er zwei Arten, von denen die eine den alten Namen *Str. concentrica* behält (Bd. 2, pag. 136, Pl. 37, Fig. 1 a—f und pag. 325, Pl. 73, Fig. 2—2b), die andere aber, und zwar mit Recht, als eine neue Art mit dem Namen *Str. constellata* (Bd. 2, pag. 324, Pl. 72, Fig. 2a, b) angeführt wird.

Diese Stromatopore gehört zur Zahl derjenigen, deren Canäle sich radienförmig gruppieren; Hall verkennt aber gänzlich die wahre Natur der blogelegten Canäle, indem er sie einfach nur für unregelmässige sternförmige Eindrücke mit undulirten und gespaltenen Strahlen hält.

In Betreff der Abbildungen, die uns Hall giebt, ist Folgendes zu bemerken: Fig. 1*a* und 1*f* auf Tab. 37 stellen die Oberfläche von ganzen Gehäusen in einer Weise dar, wie sie sehr oft an verschiedenen Stromatoporenarten zu beobachten ist und daher für denjenigen, der keine Gelegenheit hatte, Stromatoporengehäuse zu sehen, recht belehrend. Dasselbe liesse sich auch von Fig. 1*g* sagen, die die untere Fläche eines Gehäuses mit mehreren Ansatzstellen darstellt. Der nicht vergrösserte Verticalschnitt Fig. 1*d* zeigt die concentrische Anordnung der Schichten, die aber deutlich nicht nach einzelnen Lamellen, sondern nach ungleich grossen Lamellencomplexen abgetheilt sind. Fig. 1*e*, die eine schwache Vergrösserung desselben Verticalschnitts vorstellen soll, ist jedenfalls wegen einer falschen Auffassung des Gegenstandes nicht richtig ausgeführt. Von den Figuren 1*b* und 1*c* ist nicht viel zu sagen, da sie nur die Poren der Oberfläche vergrössert darstellen.

Die Abbildung der *Str. constellata* auf Tab. 72, Fig. 2*a* kann im Allgemeinen recht gut zur Veranschaulichung des äusseren Habitus von Stromatoporen mit beinahe horizontalen Lamellen und sternförmig gruppirtten Canälen von mittlerer Grösse dienen. Dagegen sind Fig. 2, 2*a* und 2*b* auf Tab. 73 Abbildungen von schlecht erhaltenen Stromatoporen und verdienen daher keine weitere Berücksichtigung. Das Gegentheil kann man aber von Fig. 1*a* auf Tab. 37*A* sagen, die den äusseren Charakter der *Epitheca* der Stromatoporen auf das Vortrefflichste wiedergiebt.

Eine besondere Beachtung verdient wegen des verhältnissmässig frühzeitigen Auftretens in der silurischen Schichtenreihe eine verkieselte Stromatopore, die von Hall den Namen *Stromatocerium rugosum* (l. c. Bd. 1, pag. 48, Pl. 12, Fig. 2—2*b*) erhielt. Ohne im Stande gewesen zu sein, ihren Bau aufzuklä-

ren, sah Hall sich veranlasst, für sie wegen des häufigen Vorkommens provisorisch die neue Gattung *Stromatocerium* aufzustellen. Ganz richtig bemerkt Prof. Ferd. Roemer (*Lethaea Geognostica*, 3. Auflage, Bd. 1, pag. 167), dass Hall's Gattung *Stromatocerium* augenscheinlich mit *Stromatopora* identisch ist. Uebrigens hat schon früher d'Orbigny in seinem «*Prodrome de Paléontologie stratigraphique universelle*,» Bd. 1, pag. 26, *Stromatocerium rugosum* zu den *Stromatoporen* gestellt. Jetzt, wo uns die Natur der letzteren kein Räthsel mehr ist, erkennen wir auf den ersten Blick, dass die Fig. 2 und 2b auf Tab. 12 den verticalen Bruchflächen eines *Stromatoporengehäuses* entsprechen. Wenn Hall glaubt, in seinem *Stromatocerium rugosum* eine schwache Andeutung von Röhren oder Zellen zu sehen und in diesem Sinne auch ein Bruchstück desselben vergrössert (Tab. 12, Fig. 2a) abbildet, so beruht das auf demselben Irrthume, den er auch bei der Erläuterung der Structur anderer *Stromatoporen* begeht.

Im «*Prodrome de Paléontologie stratigraphique universelle*» von d'Orbigny, Bd. I, pag. 26, 51 und 109 finden wir die *Stromatoporen*, freilich ohne Angabe der Beweggründe, unter den Schwämmen angeführt. Die von d'Orbigny aufgestellten Arten können für uns so lange keine Bedeutung haben, bis die ihnen zu Grunde liegenden Exemplare nicht näher untersucht worden sind. Weiterhin wäre noch zu bemerken, dass die d'Orbigny'sche Gattung «*Sparsispongia*», die *Stromatoporen* mit Ausflussscanälen umfassen soll, aufzugeben ist, da sie einerseits ganz überflüssig ist, andererseits aber auf einem ziemlich unwesentlichen Merkmale beruht. Dass die ihr beigezählten Arten gleichfalls jeder Begründung ermangeln, braucht hier kaum erwähnt zu werden.

Die Gebrüder Sandberger (die Versteinerungen des Rheinischen Schichtensystems in Nassau, 1850—56, pag. 380) betrachten die Gattung *Stromatopora* als zu den *Bryozoen* gehörig und glauben, das Charakteristische für dieselbe in elliptischen Röhren zu sehen, die viele über einander liegende Schichten durchbrechen sollen und deren Mündungen auf der ganzen Oberfläche

zu Tage treten. *Stromatopora concentrica* und *polymorpha* von Goldfuss werden von ihnen für eine Art gehalten und auf Tab. XXXVII, Fig. 9, 9a und 9b wird unter dem ersten Namen eine Art abgebildet, die augenscheinlich mit keiner von den bei Goldfuss abgebildeten zu identificiren ist.

Prof. Ferd. Roemer (*Lethaea Geognostica*, 3. Auflage, Bd. 1, pag. 166) ist gleichfalls der Ansicht, dass Stromatoporen Bryozoen sind und spricht sich darüber folgendermassen aus: «Die Gattung wird von Goldfuss zu den Schwämmen (Spongien) gerechnet und in der That ist die Art des äusseren Wachstums ähnlich wie bei dieser. Allein die Zusammensetzung aus concentrischen augenscheinlich nach einander und über einander abgelagerten dünnen Schichten und die Abwesenheit aller durch die Masse des Polypenstocks hindurch gehenden Canäle¹⁾ trennt die Gattung doch bestimmt von den Spongien. Beide Merkmale passen dagegen zu den Bryozoen, unter denen ja viele z. B. manche Arten von *Cellopora* ähnliche aus dünnen concentrischen Lagen gebildete knollenförmige Massen darstellen. Der Umstand, dass in dem übrigens sehr regelmässigen Faserewebe deutliche Zellen nicht erkennbar sind, erklärt sich vielleicht aus der sehr geringen Grösse derselben und aus einer besonders leichten Zerstörbarkeit der Zellenwandungen». Uebrigens wird das eben Mitgetheilte weiterhin in einer Anmerkung so gut wie aufgegeben, denn es heisst: «Nachdem das Vorstehende geschrieben war, ist mir ein Exemplar der *Str. polymorpha* aus der Eifel zugekommen, welches eine andere Stellung für die Gattung zu fordern scheint. An diesem Exemplare sehe ich nämlich den Korallenstock aus sehr feinen prismatischen Röhren mit Querscheidewänden, wie bei *Chaetetes* zusammengesetzt und glaube wahrzunehmen, dass die für die Gattung bezeichnenden concentrischen Lagen durch das Zusammenfallen der Querscheidewände aller Röhren in dasselbe Niveau hervorgebracht werden. Bestätigt sich diese Beobachtung, so muss die Gattung neben *Chae-*

1) Ich glaube, derartige Behauptungen durch die in dieser Abhandlung niedergelegten Beobachtungen auf immer widerlegt zu haben.

tetes und *Calamapora* in der Section der *Zoantharia tabulata* ihren Platz erhalten». Dass Prof. Ferdinand Roemer hier ganz demselben Irrthume, wie Hall und Philipps verfällt, ist einleuchtend, und haben wir den Grund davon gleichfalls in dem Umstande zu suchen, dass die genannten Forscher nur Verticalschnitte allein untersuchten; was aber Goldfuss für Fasern hielt, wurde von ihnen für Röhren angesehen.

Zum Schluss habe ich noch zu erwähnen, dass auf Tab. I, Fig. 13 *ab* und Tab. V, Fig. 20 *abc* der «*Lethaea rossica ou Paléontologie de la Russie, 1859*», von Eichwald, zwei Stromatoporen abgebildet werden, von denen die eine (von Eichwald als *Str. polymorpha var. stellata*, pag. 345, bestimmt) zu den Schwämmen, die andere aber (*Ceriopora gibbosa* Eichw.) zu den Bryozoen gestellt wird. In Betreff der kurzen Beschreibung der beiden Arten ist nichts mehr zu sagen, als dass sie ausser alten Irrthümern nichts Bemerkenswerthes enthält.

Geologische Entwicklung der Stromatoporen.

Die Stromatoporen bilden einen der wichtigsten Bestandtheile der Fauna der silurischen und devonischen Formation, indem sie nicht nur häufig angetroffen werden, sondern an manchen Localitäten, besonders der obersilurischen Formation, sich in so grossen Massen anhäufen, dass sie wesentlich zur Bildung der Schichten beitragen.

Auf dem Festlande von Ehstland treten sie zuerst in einer Art (*Str. mammillata*) in der höchsten untersilurischen Etage auf, d. h. in der sogenannten Borkholm'schen Schichte oder Zone 3¹⁾

¹⁾ Wegen der Gliederung der silurischen Formation der Ostseeprovinzen verweise ich den Leser auf Herrn Fr. Schmidt's «*Untersuchungen über die silurische Formation von Ehstland, Nord-Livland und Oesel. Dorpat, 1858*». Aus dem «*Archiv für die Naturkunde Liv-, Ehst- und Kurlands, erster Serie, Bd. II, (pag. 1—248)*» besonders abgedruckt.

und zwar im obersten Theil derselben, in einem weissen dichten Kalksteine. Von hier an werden sie in allen höher liegenden Zonen angetroffen. In den Zonen 4, 5 und 6, von welchen die letztere die Gruppe der glatten Pentameren (einem Aequivalente der Llandovery-Gruppe) umfasst, beobachtete ich Stromatoporen an mehreren Localitäten. So bei Errinal und Warrang, in der sogenannten Borealis-Bank oder Zone 4 (von hier die *Str. variolaris*); auf der Insel Dago, in den Steinbrüchen der Umgebung von Pühhalep und Grossenhof, Zone 4 (von hier stammt auch die seltene *Str. Ungerni*, so wie die *Stromatopora sp.* Tab. VII, Fig. 4); bei Herküll, in der sogenannten Jörden'schen Schicht (gleichfalls zur Zone 4 gehörig); bei Neu-Merjama (von hier die auf Tab. XI abgebildeten Exemplare) und auf der Insel Kassar bei Dago, in der sogenannten Zwischenzone oder Zone 5 und endlich in den Steinbrüchen von Kattentack und Klein-Ruhde, die im Bereiche der Zone des *Pentamerus ehstonus* oder Zone 6 liegen (von hier die *Str. elegans* und *regularis*). Ausserdem hat Alexander v. Schrenck im krystallinischen Kalksteine der Steinbrüche von Kirrimäggi und Wenden, die der Zone 4 angehören, ausser *Pentamerus borealis*, Calamaporen und Cyathophyllen, auch Stromatoporen beobachtet ¹⁾.

Ganz besonders interessant ist aber wegen des massenhaften Auftretens der Stromatoporen, das von ihm geschilderte, der 5ten Zone angehörige Korallen- und Stromatoporenriff von Raiküll in Ehstland (l. c. pag. 54—55). Die häufigen Steinbrüche und Felsenentblössungen derselben Zone, westlich von Merjama nach Schloss Lode und der Kirche Goldenbeck zu, sind gleichfalls nach ihm (l. c. pag. 56—57) durch zahlreiche Stromatoporen nebst Calamaporen ausgezeichnet. Dasssbe gilt für die ausgedehnten Entblössungen zwischen Pühhat und Ridaka (Fr. Schmidt, Untersuchungen etc., pag. 152) so wie für die oberste Bank des grossen Steinbruchs von Linden (Schrenck, Uebersicht etc.,

¹⁾ Uebersicht des obern silurischen Schichtensystems Liv- und Ehstlands vornehmlich ihrer Inselgruppe, pag. 58. Aus dem Archiv für die Naturkunde Liv-, Ehst- und Kurlands, erster Serie, Bd. I, (pag. 1—112) besonders abgedruckt, Dorpat, 1854.

pag. 60), dessen Schichten von Mag. Fr. Schmidt der 5ten Zone beigezählt werden (l. c. pag. 150). Im östlichen Theil der Zone 5 ist Pajus an der Pahle, oberhalb Oberpahlen zu nennen, wo in dichtem Kalke von Mag. Fr. Schmidt (l. c. pag. 143) ebenfalls Stromatoporen gefunden wurden. Auffällender Weise ist die Zone 7 oder die sogenannte untere Oesel'sche Gruppe, ein Aequivalent der Wenlock-Gruppe, sehr arm an Stromatoporen, denn so weit es mir bekannt ist, wurden in ihr bis jetzt auf dem Festlande noch keine Stromatoporen gefunden, wohl aber in einer geringen Anzahl von Exemplaren am Mustel-und Surico-Pank so wie bei Taggamois und St. Johannis (*Str. variolaris* und *dentata*) auf Oesel.

Desto grossartiger ist die massenhafte Entwicklung der Stromatoporen in den Schichten der oberen Oesel'schen Gruppe oder Zone 8, einem Aequivalente der Ludlow-Gruppe. So treffen wir an einer Stelle der Küste im Süden der Taggamois'schen Halbinsel, Jaga-rahhu genannt, einen niedrigen Felsendamm, der beinahe nur aus Stromatoporengehäusen besteht. Einen noch imposanteren Anblick gewährt die Felsenküste bei Hoheneichen, der sogenannte Kattri-Pank, der in seinem oberen Theil ein wahres Stromatoporenriff darstellt. Millionen von kugeligen Stromatoporengehäusen von bedeutender Grösse sieht man hier an einander gereiht und in ihren Zwischenräumen nicht selten verzweigte Formen der Koralle *Laceripora cribrosa* Eichw. Man muss unwillkürlich bei der Betrachtung dieses Riffs über die massenhafte Anhäufung von Schwammgehäusen, die ihres Gleichen nur in der Jura- und Kreideformation findet, staunen, besonders wenn man den zarten Bau der Stromatoporenstöcke im Auge behält. Ausser dem Kattri-Pank werden noch andere Punkte in der Gegend von Hoheneichen angetroffen, die sich durch einen Reichthum an Stromatoporen auszeichnen. Zwar findet man beim Gute Hoheneichen einen Steinbruch, dessen graulicher, plattenförmig brechender fester Kalkstein keine Versteinerungen enthält, aber einige hundert Schritt weiter nach Norden liegt ein anderer Steinbruch, der überaus reich an wohlerhaltenen Korallen und Stromatopo-

ren ist. Von hier stammt auch die wunderbar erhaltene *Str. typica*.

Reich an Korallen und Stromatoporen ist auch der Kaugatoma-Pank, am Westufer der Landenge, welche das Festland von Oesel mit der Halbinsel Sworbe verbindet. Besonders am Fusse dieser Felsentblössung hat sich durch die Einwirkung des Meeres eine ansehnliche Menge von Versteinerungen angehäuft, unter denen Korallen und Stromatoporen vorherrschen. Von hier habe ich auch die *Str. Schmidtii* und *astroites*. Als Fundorte für Stromatoporen, die mir aus eigener Anschauung bekannt geworden, wären ferner noch zu nennen: das Gut Attel, wo in kleinen Entblössungen ein aus Korallen und Stromatoporen bestehender Kalkstein ansteht, ebenso wie das Gesinde Wita beim Gute Rotzikküll, wo über dem plattenförmigen, dichten Gestein mit *Eurypterus remipes* ein breccienartiger Korallenkalk ansteht. Die Steinbrüche bei der Laose-Mühle, südwestlich von Kielkond, auf dem Wege nach Höheneichen, so wie die Entblössungen im Dorfe Koggul (13 Werst nordwestlich von Arensburg) enthalten gleichfalls Stromatoporen. Besonders zahlreich stellen sie sich aber auf den Feldern von Koggul ein. Ueberfüllt von Stromatoporen sind die Steinbrüche von Ohla, Lämpik und Pechel, nördlich von Arensburg, die ich aber nicht Gelegenheit hatte, selbst zu besuchen. Bei dem Gesinde Ohlo werden gelbe Dolomite, wie Alexander v. Schrenck (l. c. pag. 78) berichtet, «von einem krystallinischen, harten, grauen Kalkstein bedeckt, der jenem der benachbarten Steinbrüche entspricht, jedoch hier durch eine Unzahl von Stromatoporenstämmen sich auszeichnet, die dem Gestein den Charakter eines Korallenkalks ertheilen. Die Sohle des gelben Dolomits bilden graue Bänke desselben Gesteins, das übrigens weder in den einen noch in den andern eine Spur von organischen Einschlüssen aufnimmt. Völlig dieselben Verhältnisse zeigen die noch ein paar Werst weiter nördlich gelegenen Steinbrüche von Lämpik und Pechel. Das Kalklager hat nur $1\frac{1}{2}'$ bis $2'$ Mächtigkeit und ist stets von Stromatoporenstämmen überfüllt, deren sphäroidische Massen zuweilen bis nahe einen Fuss im Durchmesser erreichen und den ausgehenden Schichtenköpfen

das Ansehen von Conglomeratbänken geben. Die Stellung der einzelnen Stämme in den Schichten weist offenbar darauf hin, dass sie an demselben Orte vegetirten, wo sie in dem Gestein angetroffen werden. Mit ihnen gesellschaftlich finden sich grosse Orthoceratiten: *O. imbriatum* Wahl., nebst *Murchisonia cingulata* (His) und *Rostellaria obtecta* n. sp., seltener *Cypridina baltica* (His), eine Leitmuschel der Kalksteinstraten, die nur selten bis in den Dolomit hinabsteigt, — im Ganzen eine einförmige, doch durchaus eigenthümliche und an Individuenzahl jedenfalls reiche Fauna». Weiterhin von Ohlo und Pechel nach Kolga, Ansiküll und Irras zu, nehmen die Stromatoporen, wie Herr Fr. Schmidt (l. c. pag. 176) berichtet, an Zahl und Masse ab.

Wenden wir uns jetzt zu der benachbarten Insel Gotland, die in ihren Schichten gleichfalls Stromatoporen beherbergt, von denen einige Exemplare von Mag. Fr. Schmidt im Jahre 1858 nach Dorpat gebracht und später von mir in Augenschein genommen wurden. Leider sind aber die meisten von diesen Exemplaren entweder kleine Bruchstücke oder bestehen aus so stark verbogenen Lamellen, dass sie nicht mit Vortheil auf ihre innere Structur untersucht werden können. So viel konnte ich aber ersehen, dass sie im Allgemeinen recht gut erhalten und zugleich andere Arten sind, als die von mir von der Insel Oesel mitgebrachten. Sie wurden von Mag. Fr. Schmidt hauptsächlich an drei Punkten gesammelt: den Karlsinseln (Carlsöar), die den vollständigsten Durchschnitt der mittleren Zone (2) Fr. Schmidt's ¹⁾ enthalten, (d. h. in denen die Zone (2 a) des *Pentamerus chstonus* mit der Zone (2 b) des *Pentamerus conchidium* vereinigt vorkommt), weiter an dem Glint von Etelhem (Zone 2 b) und endlich bei Hoburg, dessen Schichten der südöstlichen oder Ludlow-Zone (3) angehören. Es ist überhaupt zu vermuthen, dass, sobald man anfangen wird, auf die Stromatoporen mehr zu achten, als es bis jetzt zu geschehen pflegte, Gotland sich als ein an Stromatoporen reiches Land erweisen wird.

¹⁾ S. dessen Beitrag zur Geologie der Insel Gotland etc. Aus dem Archiv für Naturkunde Liv-, Ehst- und Kurlands, erster Serie, Bd. II, (p. 403—4) besonders abgedruckt. Dorpat 1859.

In der silurischen Formation von England sind die Stromatoporen nur auf die Wenlock-Gruppe beschränkt, wenn man Murchison's Silurian System (1839) pag. 680 folgen will. Im Wenlockkalk sollen sie an folgenden Localitäten vorkommen: Dudley, Lincoln Hill, Benthall Edge, Wenlock, Conygree Wood, Lolbury, Malvern, Winslow Mill, Woolhope, Crews' Hill bei Alfrick, Worcestershire, Mathon Lodge; ausserdem werden noch citirt Haven und Lye bei Aymestry. Endlich sollen im Wenlocksschiefer Stromatoporen am Südeude von Lower Lickey vorkommen.

In Europa kommen silurische Stromatoporen noch im Timan-gebirge, am Flüsschen Waschkina vor, das sich in das Eismeer ergiesst (s. Al. Graf Keyserling, Wissenschaftliche Beobachtungen auf einer Reise in das Petschora-Land im Jahre 1843, pag. 179).

Von grossem Interesse ist die mündliche Mittheilung von Hrn. Fr. Schmidt, die er mir im Anfange dieses Jahres auf der Rückkehr von seiner zweiten sibirischen Reise machte. Er beobachtete nämlich Stromatoporenbänke in grosser Ausdehnung an der Mündung der unteren Tunguska in den Jenissei wie auch an dem Jenissei selbst, auf einer Strecke von hundert Werst aufwärts von der genannten Stelle. Unter- und oberhalb der besagten Bänke fand er obersilurische Korallen und Trilobiten; wo aber die Stromatoporen vorkommen, da sollen sie die Alleinherrschaft haben.

In der silurischen Formation von Nord-Amerika kommen nach Hall Stromatoporen nicht nur in der oberen, sondern auch in der unteren Abtheilung vor. In der obersilurischen Formation ist es der untere Theil des Niagara-Kalksteins, wo Stromatoporen in grosser Menge (besonders bei Lockport) auftreten; weniger zahlreich sind sie in der Provinz Orlean und bei Rochester, dagegen sehr gemein im Kalkstein von Schoharie ¹⁾.

In der untersilurischen Formation sind die Stromatoporen (wenn man nämlich zu diesen Hall's *Stromatocerium rugosum*

¹⁾ Die Schichtengruppe von Schoharie wird wohl als ein Vertreter der Niagara-Gruppe zu betrachten sein.

rechnet), so weit es Hall bekannt ist, auf den Blackriver-Kalkstein und auf die schwarzen Lagen mit *Columnaria*, die mit dem Vogelaugen-Kalksteine (Birdseye-Limestone) wechsellagern, beschränkt. In grosser Menge finden sie sich über der *Maclurea magna*; auch im Marmor, der auf der Ostseite von Ile la Motte gebrochen wird, kommen sie vor. Ausser den eben genannten Localitäten werden noch Chazy und Watertown mit dem Zusatze «und andere Orte» angeführt. Das Vorkommen von Stromatoporen schon im Blackriver- und Vogelaugen-Kalkstein, zweien Etagen, die wahre Aequivalente des Vaginatenkalksteins (Zone 1) von Ehistland sind—da in allen dreien *Lituites convolvens* und *Illaeus crassicauda* angetroffen werden, und auch der für den Vaginatenkalk so bezeichnende *Orthoceras duplex* dem Blackriver-Kalkstein nicht fehlt — muss uns um so mehr auffallen, als in Ehistland nie eine Stromatopore tiefer als in der Borkholm'schen Zone (3) gefunden wurde. Das verhältnissmässig tiefe geognostische Niveau der Stromatoporen von Nord-Amerika hat für uns eine um so grössere Bedeutung, als dadurch, wenn man die anderen silurischen Schwammgattungen in Betracht zieht, das Gesetz der im Grossen und Ganzen stattfindenden Vervollkommnung der Organismen in aufsteigender Reihenfolge der Sedimente, auch für die Schwämme, wie wir es bald sehen werden, seine Geltung nicht verliert.

Fast Alles, was wir bis jetzt mit Ausnahme der Stromatoporen über die Schwämme der silurischen Formation wissen, haben wir den Bemühungen des Prof. Ferd. Roemer zu verdanken, der in seinen beiden Werken «Die Silurische Fauna des westlichen Tennessee, Breslau 1860» und «Die fossile Fauna der Silurischen Diluvial-Geschiebe von Sadewitz bei Oels in Niederschlesien, Breslau 1861» auch den Spongien seine Aufmerksamkeit schenkt. Die allgemeinen Resultate, zu denen er in Betreff der Schwämme der silurischen Formation gekommen ist, fasst er in folgende Worte zusammen (Die fossile Fauna von Sadewitz pag. 1): «Das Vorkommen von Spongien in Silurischen Schichten überhaupt ist im Ganzen ein sehr beschränktes, namentlich wenn man es mit der Häufigkeit dieser Körper in

manchen jüngeren Formationen, besonders der Jura- und Kreideformation, und in den Meeren der Jetztwelt vergleicht. Die Silurischen Geschiebe von Sadewitz und die Silurischen Schichten im Staate Tennessee sind die einzigen Silurischen Gesteine, aus denen bisher eine grössere Anzahl von Formen in deutlicher Erhaltung bekannt geworden ist. . . . Die an den Spongien der Silurischen Schichten von Tennessee zuerst gemachte Beobachtung, dass sie sämmtlich im Gegensatz zu den Spongien der jüngeren Formationen und der Jetztwelt frei, d. i. nicht an fremde Körper festgewachsen waren, hat sich in gleicher Weise an denjenigen von Sadewitz bestätigt. Jedes auf der Unterseite deutlich erhaltene Exemplar zeigte diese völlig gerundet und ohne eine Spur einer Anwachsstelle. Es darf daher vorläufig als allgemeiner Erfahrungssatz gelten, dass die Spongien der Silurischen Schichtenreihe und der paläozoischen Gesteine überhaupt im Gegensatze zu den Spongien der jüngeren Bildungen und der Jetztzeit einer Anheftungsstelle entbehren und deshalb frei im Meere lebten. Durch diesen freien Zustand ist augenscheinlich auch die durchgängig regelmässig kreisrunde Gestalt der Silurischen Spongien bedingt, welche mit der unregelmässig knolligen Form der späteren Seeschwämme auffallend kontrastirt. Jenes Verhältniss der Silurischen Schwämme erscheint besonders bei der Erwägung bemerkenswerth, dass in den niederen Thierklassen allgemein der frei bewegliche Zustand als Zeichen einer höheren Organisationsstufe, die Anheftung des Körpers an fremde Körper als Zeichen einer niedrigeren angesehen wird. Nach der im Grossen und Ganzen jedenfalls geltenden Vervollkommnung der Organismen mit dem Aufsteigen in der Reihenfolge der sedimentären Gesteine sollte gerade das entgegengesetzte Verhalten erwartet werden».

«Das geognostische Niveau der Spongien von Sadewitz betreffend, so ist es das tiefste, in welchem überhaupt sicher als solche bestimmbare Seeschwämme bisher beobachtet wurden. Denn nach der früher gegebenen Darlegung (l. c. pag. XIV) gehören die Sadewitzer Geschiebe in ein Niveau an der oberen

Grenze der Unter-Silurischen Schichtenreihe ¹⁾, die Schichten dagegen, in denen im westlichen Tennessee die zahlreichen Spongien gefunden werden, entsprechen eben so wie diejenigen, in welchen auf der Insel Gotland *Astylospongia praemorsa* vorkommt, dem Englischen Wenlock-Kalk und gehören dem Centrum der Ober-Silurischen Schichtenreihe an.» Durch den gelieferten Nachweis, dass die Stromatoporen wahre Schwämme sind, verlieren die von Prof. Ferd. Roemer gezogenen Schlüsse an allgemeiner Gültigkeit. Wir sind jetzt vollkommen berechtigt zu sagen, dass das Vorkommen von Spongien in silurischen Schichten überhaupt etwas sehr Gewöhnliches ist und zwar in dem Masse, dass sie selbst den Schwämmen der Jura- und Kreideformation in Betreff der massenhaften Anhäufung die Spitze bieten können.

Eine weitere Schlussfolgerung wird sein, dass in der silurischen Formation die an fremde Körper festgewachsenen Spongien im Vergleiche mit solchen, die einer Anheftungsstelle entbehren, der Masse nach bedeutend vorwiegen, so dass dadurch der von Prof. Ferd. Roemer aufgestellte Gegensatz zwischen den Spongien der silurischen Formation und solchen der jüngeren Bildungen und der Jetztzeit nicht mehr als allgemeine Regel gelten kann. Weil andererseits in der silurischen Formation von Nord-Amerika die Stromatoporen in ein tieferes geognostisches Niveau reichen als die einer Anheftungsstelle ermangelnden Spongien der Sadewitzer Geschiebe, so wird dadurch der Widerspruch, auf den Prof. Roemer aufmerksam macht, dass höher organisirte Schwämme niedriger organisirten vorausgingen, aufgehoben und das normale Verhalten wieder hergestellt. Es darf übrigens nicht übersehen werden, dass Eichwald in seiner «Lethaea rossica» oder «Paléontologie de la Russie, 1859» mehrere Schwämme aus dem Orthoceren-Kalke der Umgebung

¹⁾ Näher bestimmt ist das Niveau, in welches die Sadewitzer Geschiebe gehören, die Lyckholm'sche Schicht (2 a) in Ebstland, eine Unterabtheilung der Zone 2 von Fr. Schmidt, wie es auch von Prof. Roemer angegeben wird (l. c. pag. XIV).

von St.-Petersburg abbildet und beschreibt, die von den Stromatoporen ganz verschieden, sich vielmehr durch das Fehlen einer Schichtung dem Typus der Sadewitzer Schwämme nähern. Aus diesem Grunde kann aber, selbst wenn wir die Nord-Amerikanischen Stromatoporen unberücksichtigt lassen, das geognostische Niveau der Sadewitzer Geschiebe oder, was dasselbe ist, die Lyckholm'sche Schicht (2a) nicht mehr für den tiefsten Horizont gelten, in welchem überhaupt noch Seeschwämme angetroffen werden. Stellen wir demnach einen Vergleich zwischen dem ersten Auftreten der Stromatoporen und dem der ungeschichteten Schwämme an, so gelangen wir nach den bisherigen Erfahrungen zu dem Schlusse, dass die einen wie die anderen sich so ziemlich gleichzeitig einstellen. Bemerkenswerth ist aber jedenfalls der Umstand, dass dort wo die einen, wenigstens in grösserer Menge, vorkommen, die anderen fehlen, was dadurch zu erklären sein wird, dass die Lebensbedingungen, unter welchen die Stromatoporen und die ungeschichteten silurischen Schwämme ihr Fortkommen fanden, von ungleicher Art waren. So ist noch nie eine Stromatopore in der Zone 2 der silurischen Formation von Ebstland gefunden worden, wohl aber andere Schwämme, die in manchen Localitäten, wie z. B. Neuenhof bei Kosch, Kirna, Türpsal, gerade keine Seltenheit sind. Zum Schluss über die Verbreitung der silurischen Stromatoporen muss ich bemerken, dass dieselben in Ebstland und Livland sehr oft als Geschiebe angetroffen werden; als solche sollen sie auch in der Mark Brandenburg und Schlesien, wie Prof. Roemer berichtet ¹⁾, nicht selten vorkommen.

Gleichfalls weit verbreitet kommen die Stromatoporen in der devonischen Formation vor. So im Kalke der Eifel und in den gleichstehenden Kalk-Bildungen in Belgien (Chimay), Westphalen (Bensberg und Paffrath bei Cöln, Elberfeld, Iserlohn u. a. O.), Nassau (Villmar, Hadamar, Diez, Limburg, Vierfurter Hof, Odersbach, Freienfels und Cubach bei Weilburg in Stringocephalenkalk und dem Dolomite desselben, Steinlache und Löhn-

¹⁾ Das Rheinische Uebergangsgebirge. Hannover 1844, pag. 57.

berger Weg bei Weilburg, Balduinstein bei Diez in Schalsteinconglomerat ¹⁾, am Harze (Grund, Elbingerode, Mandelholz), in England im südlichen Devonshire (Dartington bei Totness, Chudleigh, Torquay, Plymouth, Newton Bushel, Appleyway). In Betreff der Häufigkeit des Vorkommens, wenigstens in der devonischen Formation Deutschlands, erfahren wir durch Prof. Ferd. Roemer (*Lethaea geognostica* 3 Aufl. Bd. I, pag. 168), dass die oft sehr grossen knollenförmigen Massen der Stromatoporen einen wesentlichen Antheil an der Zusammensetzung der devonischen Korallen-Bänke nehmen, wie man, nach den Worten desselben Forschers, «an jeder angewitterten Felswand und an jedem geschliffenen Stücke dieser im frischen Bruche oft ganz gleichförmig aussehenden kompakten Kalksteinbänke wahrnimmt».

Auch in der devonischen Formation Russlands kommen die Stromatoporen an mehreren Orten vor. So berichtet Graf Al. Keyserling (l. c. pag. 180), dass im Petschoralande in den Schichten an der Uchta, einem linken Zuflusse der Ischma, Stromatoporen (nach ihm *Str. polymorpha*) in grossen Mengen vorkommen. Zwischen den devonischen Schichten an der Welikaja, oberhalb des Sürotzky-Kloster bei Pleskau (Pskow) kommt eine über 1½' mächtige Stromatoporenbank vor, die zuerst von Prof. C. Grewingk entdeckt wurde. Von letzterem ist auch die Gegenwart von Stromatoporen in den Schichten an der Pedetz im Neuhausen'schen in Livland und in der oberen Dolomit-Abtheilung an der Düna nachgewiesen worden ²⁾.

Bemerkung. Als der Druck dieser Abhandlung bereits bis zum fünften Bogen (d. h. bis pag. 65) vorgeschritten war, bemerkte ich zu meinem nicht geringen Verdruss, dass ich mich zur Bezeichnung der verschiedenen durch Stromatoporengehäuse und einzelne Lamellen geführten Schnitte zweier Ausdrücke bedient hatte,

¹⁾ Nach Sandberger. Die Versteinerungen des Rheinischen Schichtensystems in Nassau. 1850—56, pag. 380.

²⁾ Geologie von Liv- und Kurland mit Inbegriff einiger angrenzenden Gebiete. Aus dem Archiv für die Naturkunde Liv-, Ehst- und Kurlands, erster Serie, Bd. II, (pag. 479—774) besonders abgedruckt. Dorpat 1861 pag. 36 und 37.

deren Anwendung im gegebenen Falle nicht zu rechtfertigen ist. Es wurden nämlich von mir die Schnittrichtungen auf die Axe bezogen, um welche sich die Ausführungscanäle eines Stromatoporen-individuums sternförmig gruppieren, und dem gemäss die Schnitte, je nachdem sie parallel der Axe oder rechtwinkelig zu ihr geführt waren als «Längs»- und «Querschnitte» benannt. Da aber diese Ausdrücke sowohl auf die Schnitte durch diejenigen Stromatoporengehäuse, deren Ausführungscanäle einer Anordnung in bestimmte Gruppen ermangeln, als auch insbesondere auf Schnitte durch die einzelnen Lamellen nicht gut anwendbar sind, so wünschte ich sie durch die Bezeichnungen «Vertical- und Horizontalschnitte» ersetzt zu wissen. Es ist daher von pag. 6 bis 65 in allen den Fällen wo sich die Schnitte auf Gehäuse und einzelne Lamellen (nicht aber auf Canäle und Faserbüschel) beziehen, statt der Ausdrücke «Quer»- und «Längsschnitt» — «Horizontal»- und «Verticalschnitt» zu lesen.

Erklärung der Tafeln.

Tab. I. *Stromatopora typica* pag. 58.

- Fig. 1. Horizontalschnitt 30mal vergrössert.
Fig. 2. Verticalschnitt 30mal vergr.
Fig. 3. Die Oberfläche mit den Ein- und Ausströmungsöffnungen 5mal vergr.

Tab. II. *Stromatopora typica* pag. 58.

- Fig. 1. Ein Spaltungsstück mit aufgedeckten Canälen. Natürl. Gr.

Stromatopora variolaris pag. 61.

- Fig. 2. Ein der unteren Porenlage beraubtes Spaltungsstück. Natürl. Gr.
Fig. 3. Ein Bruchstück mit erhaltener oberen Porenlage. Natürl. Gr.
Fig. 4. Horizontalschnitt 30mal vergr.
Fig. 5. Verticalschnitt 5mal vergr.

Stromatopora astroites pag. 62.

- Fig. 6. Ein Spaltungsstück mit blosgelagerten Canälen. Natürl. Gr.
Fig. 7. Eine auf der Oberfläche erhaben hervortretende Canalgruppe 5mal vergr.

Stromatopora elegans pag. 63.

Fig. 8. Ein Bruchstück. Natürl. Gr.

Tab. III. *Stromatopora elegans* pag. 63.

Fig. 1. Horizontalschnitt 5mal vergr.

Fig. 2. Desgleichen 30mal vergr.

Tab. IV. *Stromatopora Schmidtii* pag. 64.

Fig. 1. Ein Bruchstück. Natürl. Gr.

Fig. 2. Horizontalschnitt 30mal vergr.

Tab. V. *Stromatopora Schmidtii* pag. 64.

Fig. 1. Horizontalschnitt 5mal vergr.

Fig. 2. Verticalschnitt 5mal vergr.

Tab. VI. *Stromatopora polymorpha* pag. 65.

Fig. 1. Ein Exemplar in natürl. Gr.

Fig. 2. Ein Höcker schwach vergr.

Fig. 3 und 4. Verschiedene Exemplare in natürl. Gr.

Fig. 5. Die Lage mit den Einströmungsöffnungen in einem stark verwitterten Zustande schwach vergr.

Fig. 6. Ein Theil der Oberfläche eines Höckers bei fehlender Porenlage 30mal vergr.

Fig. 7. Horizontalschnitt 30mal vergr.

Tab. VII. *Stromatopora polymorpha* pag. 65.

Fig. 1. Ein vertical durchschnittener Höcker 15mal vergr.

Fig. 2. Ein gemischter Schnitt 10mal vergr.

Fig. 3. Verticalschnitt 30mal vergr.

Stromatopora sp.? pag 49 und 75.

Fig. 4. Ein Theil des Gehäuses um die Hälfte verkleinert.

Tab. VIII. *Stromatopora mammillata* pag. 71.

Fig. 1. Ein Bruchstück in natürl. Gr.

Fig. 2. Ein Höcker 5mal vergr.

Fig. 3. Eine der unteren Porenlage beraubte Lamelle 5mal vergr.

Fig. 4. Verticalschnitt 30mal vergr.

Fig. 5. Ein Kieselhäutchen 30mal vergr.

Tab. IX. *Stromatopora regularis* pag. 74.

- Fig. 1. Ein Bruchstück 5mal vergr.
- Fig. 2. Horizontalschnitt 5mal vergr.
- Fig. 3. Horizontalschnitt 30mal vergr.
- Fig. 4. Verticalschnitt 30mal vergr.

Stromatopora Ungerni pag. 75.

- Fig. 5. Die obere Fläche eines Bruchstücks. Natürl. Gr.
- Fig. 6. Verticalschnitt 5mal vergr.

Tab. X. *Stromatopora dentata* pag. 75.

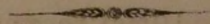
- Fig. 1. Ein Theil des Gehäuses 5mal vergr.
- Fig. 2 und 3. Verticalschnitte 30mal vergr.

Stromatopora sp.? pag. 52 und 75.

- Fig. 4. Horizontalschnitt
 - Fig. 5. Verticalschnitt
- } von der auf Tab. XI abgebildeten Art.

Tab. XI. *Stromatopora sp.?* pag. 49, 52 und 75.

- Fig. 1. Ein Exemplar in natürl. Gr.
- Fig. 2. Ein Exemplar um die Hälfte verkleinert.
- Fig. 3. Ein Exemplar in natürl. Gr.



II.

О слѣдахъ лабиринтодонтовъ.

Академика А. Ф. Миддендорфа.

Къ числу самыхъ занимательныхъ отраслей палеонтологіи принадлежитъ безъ сомнѣнія и та, которая въ новѣйшее время отличена особеннымъ названіемъ «Ихнологія» (Ichnology). *Слѣдовденіе* это, преслѣдуя задачи строгой науки, напоминаетъ съ другой стороны всю заманчивость, которою увлекается истый охотникъ, неутомимо слѣдя за странствованіями какого-либо звѣря, угадывая по внимательному разсмотрѣнію однихъ только слѣдовъ, что онъ дѣлалъ, куда онъ стремился, даже что онъ думалъ, и не зная покоя, пока не удастся наконецъ обложить и добыть этого звѣря.

Ихнологъ гоняется за слѣдомъ простывшемъ уже тысячулѣтія тому назадъ. Не зная откуда пришелъ, не зная куда ушелъ его звѣрь, не имѣя никакой надежды когда-либо увидѣть его, ихнологъ разбираетъ первобытныя гравюры отпечатавшіяся въ книгѣ природы, въ огромномъ фоліантѣ древнѣйшей исторіи ея, т. е. въ пластахъ коры земнаго шара, и на основаніи одного лишь отпечатка слѣда животнаго, проскользнувшаго мимоходомъ нѣсколько тысячъ лѣтъ тому назадъ, долженъ выводить свои заключенія о видѣ, и даже о внутреннемъ устройствѣ этого животнаго. Но все это дается лишь послѣ продолжительнаго, неутомимаго изученія. Шагъ за шагомъ распознаются и эти слѣды, и прилежное наблюденіе группируетъ около нихъ наконецъ даже

отпечатки дѣйствія физическихъ и метеорологическихъ явленій того первобытнаго міра, давно предшествовавшаго появленію человѣческаго рода на земномъ шарѣ. Мы различаемъ не только наплески волнъ, при шумѣ которыхъ гуляли тѣ звѣри, мы различаемъ даже слѣды дождей павшихъ въ то время, различаемъ крупныя капли дождей проливныхъ, отъ слѣдовъ дождей падавшихъ равномерно и продолжительно изъ сѣрыхъ облаковъ туманнаго неба; мы различаемъ даже солнпекъ, послѣдовавшій за дождями въ слѣдахъ трещинъ, пробороздившихъ тину, по которой бродили неуклюжія животныя того періода.

Не болѣе какъ тридцать лѣтъ тому назадъ, Кеслеръ и Зиклеръ ¹⁾ удивили ученый свѣтъ обнаруженіемъ своей находки. Слѣды найденные ими столь разительно выказывали одинъ крайній палець, отдѣляющійся отъ четырехъ прочихъ, на подобіе руки человѣческой, что названіе — *Chirotherium* — данное ими животному, которому мы должны приписывать эти слѣды, нельзя не признать весьма удачнымъ. И въ самомъ дѣлѣ это названіе имѣетъ безсомнѣнное преимущество въ историческомъ отношеніи, и слѣдовательно по правиламъ строгой систематики.

Не смотря на то, мы сами въ заглавіи этой статьи дали преимущество названію придуманному Оуеномъ (Owen) гораздо позже, и входящему нынѣ въ употребленіе болѣе и болѣе, вопреки правиламъ строгой систематики, относительно первенства. Мы избрали именно это названіе, дабы тѣмъ уже впередъ обозначить направленіе, въ которомъ написана настоящая статья.

Первые изслѣдователи этихъ первобытныхъ пятипалыхъ слѣдовъ, не могли не находить большаго сходства между ними и слѣдами большихъ млекопитающихъ, блуждающихъ и нынѣ по земному шару. Основательный знатокъ млекопитающихъ, покойный Вигманъ ²⁾, немедленно подтвердилъ мнѣніе Кеслера и Зиклера, и не смотря на то, что эти слѣды встрѣчались въ красномъ песчаникѣ, предшествовавшемъ, какъ всѣ полагали, появленію млекопитающихъ, объявилъ, что «равно образованіе мясистой по-

¹⁾ Kessler und Sickler, Die vorzüglichsten Fährten-Abdrücke Urweltlicher Thiere im bunten Sandstein von Hildburghausen, 1836.

²⁾ Archiv für Naturgeschichte, 1835, Band I, p. 127.

дошвы заднихъ ногъ, какъ и столь явно отдѣлившійся большой палецъ не позволяютъ приписывать эти слѣды другому животному, кромѣ двуутробки, близко подходящей къ роду *Didelphys*».

Каупъ послѣдовалъ также Вигману, прибавляя, что эта двуутробка имѣла сродство съ животнымъ *Opossum* нашего времени.

Не смотря на то Вигманъ уже замѣтилъ, что другаго рода, а именно четырехпалый слѣдъ, шедшій на песчаникахъ Гильдбурггаузена, на встрѣчу тому Хиротеріуму, былъ вооруженъ острыми когтями, что пальцы вѣроятно были соединены между собою плавательною перепонкою, и что слѣдовательно, принимая также во вниманіе широкое разстояніе между слѣдами той и другой стороны животнаго, слѣдъ этотъ необходимо долженъ быть приписываемъ не млекопитающему, а пресмыкающемуся подобному крокодилу.

Извѣстно, что въ послѣдствіи открыто большое число мѣсто-нахожденій подобныхъ слѣдовъ, преимущественно въ Сѣверной Америкѣ, но также во Франціи и въ Англіи, гдѣ тѣ же слѣды встрѣчаются въ томъ же красномъ песчаникѣ, какъ и въ Гильдбурггаузенѣ. Въ тѣхъ же самыхъ пластахъ найдены были кости животныхъ, которыхъ, въ слѣдствіе точнѣйшихъ сличеній, остроумный Оуенъ призналъ близко подходившими къ лягушкамъ нашего времени, но съ примѣсю нѣкоторыхъ признаковъ крокодиловъ, ящерицъ и рыбъ ганоидовъ. Оуенъ далъ этимъ животнымъ, преимущественно отличающимся особеннымъ строеніемъ зубовъ, названіе Лабиринтодонтовъ, считая ихъ ящероподобными лягушками низшаго образованія, довольно близкими къ рыбамъ и вѣроятно имѣвшими по наружности своей много сходства съ саламандрами нашего времени. Не только по находженію этихъ костей въ тѣхъ же песчаникахъ Англіи, и въ послѣдствіи также и Гильдбурггаузена, въ которыхъ встрѣчаются и слѣды Хиротеріума, не только по сходству въ величинѣ, но преимущественно и по тому, что у саламандры также наружный палецъ короче, и подъ прямымъ угломъ отстоитъ отъ прочихъ пальцевъ, Оуенъ приписываетъ слѣды Хиротеріума своему Лабиринтодону, и та-

кимъ образомъ соединяетъ въ одно цѣлое, много до него разрозненныхъ свѣдѣній.

Не забудемъ однако, что ученые принимавшіе Хиротеріумъ за млекопитающее, принимали и должны принимать палець отдѣляющійся отъ прочихъ за *внутренній*; а Оуенъ съ послѣдователями ¹⁾ за *внѣшній*.

Этимъ мы наведены на одно изъ разногласій, которыя не могутъ разрѣшиться иначе какъ посредствомъ наблюдений въ тѣхъ каменоломняхъ, въ которыхъ встрѣчаются эти слѣды: Кеслеръ и Зиклеръ уже при первомъ открытіи различали переднія лапы Хиротеріума отъ заднихъ; они нашли что первыя были почти въ половину меньше, и въ сидячемъ положеніи животнаго ставились близко (на половину длины переднихъ лапъ) передъ задними. Замѣтивъ что заднія лапы Хиротеріума постоянно сильнѣе отпечатались чѣмъ переднія, Вигманъ заключилъ что это животное при хожденіи преимущественно налегало на заднія ноги. На ходу слѣды этого животнаго идутъ гусемъ, въ одинъ рядъ, на подобіе волчьяго слѣда. Ни то, ни другое не соотвѣтствуетъ пріемамъ свойственнымъ саламандрамъ. Вотъ почему Жирандъ ²⁾, желая устранить это затрудненіе, заставлялъ саламандру передвигаться впередъ по покрытой пылью дорогѣ, и дѣйствительно животное вовсе перемѣнило свой образъ походки. Сильно скривляясь въ спинѣ на каждомъ шагу, то въ ту то въ другую сторону, саламандра оставляла почти такимъ же образомъ расположенный слѣдъ, какъ у Хиротеріума. И такъ перевѣсъ вѣроятности остался, хотя съ трудомъ, на сторонѣ предположеній Оуена.

Остается еще одинъ способъ разъясненія этого дѣла: точнѣйшее изслѣдованіе отпечатковъ слѣдовъ, для отысканія примѣтъ, указывающихъ на устройство покрововъ лапъ. Въ рѣдкихъ случаяхъ песокъ морскаго берега, по которому бродили тѣ животныя, достигалъ въ высшей степени всѣ свойства лучшихъ песча-

¹⁾ Link, Graf Münster и новѣйшіе англійскіе и сѣвероамериканскіе ученые.

²⁾ Girard, Neue Untersuchungen über Thierspuren, die man auf Chirotherium bezogen hat. Vergl. Froriep's Neue Notizen aus d. Gebiete der Natur- und Heilkunde, 1846, p. 246.

ныхъ составовъ употребляемыхъ въ техникѣ на приготовленіе снимковъ для формъ. На отпечатавшихся въ такомъ пескѣ слѣдахъ можно различать мелчайшія неровности покрововъ лапъ, если за первымъ счастливымъ случаемъ надлежащей пластичности песка, послѣдовалъ еще второй, т. е. нанесеніе волнами тончайшаго равномернаго слоя жидкой глины, какъ-бы для смазыванія формы, дабы за тѣмъ каменная масса наполняющая углубленную въ пескѣ форму слѣда, не прилипла бы къ формѣ.

На эти-то нѣжнѣйшіе оттиски на поверхности отпечатковъ первобытныхъ слѣдовъ, по сію пору, кажется, не обращено еще надлежащее вниманіе. Большая часть рисунковъ такихъ слѣдовъ слишкомъ грубо исполнена.

Если не первымъ, то однимъ изъ первыхъ писавшихъ о мелкихъ неровностяхъ на поверхности отпечатковъ, былъ Гичкокъ ¹⁾. Ему представился случай наблюдать необыкновенное множество такихъ отпечатковъ слѣдовъ, въ Сѣверной Америкѣ. Онъ различалъ до 49 видовъ разныхъ животныхъ, между которыми были навѣрное 12 четвероногихъ, а именно, какъ онъ полагаетъ, 4 ящерицы, 2 черепахи и 6 лягушекъ. Въ новѣйшее время Динъ ²⁾ успѣлъ въ песчаникахъ Коннектикута различить слѣды по крайней мѣрѣ двадцати видовъ первобытныхъ лягушекъ и ящерицъ, и кромѣ слѣдовъ разныхъ птицъ, открытыхъ Гичкоккомъ, даже и слѣды ракообразныхъ. Онъ, также какъ и предшественникъ его, не могъ не замѣтить, что слѣды переднихъ лапъ постоянно гораздо (до четырехъ разъ) меньше заднихъ и нерѣдко вовсе не отпечатывались.

Гичкокъ упоминаетъ вообще о томъ, что неровности покрововъ лапъ иногда замѣтны на отпечаткахъ, и говоря о своемъ четырехпаломъ *Otozoum*, котораго онъ считаетъ либо двуутробкою, либо — и вѣроятноѣ — двуногою лягушкою, прибавляетъ: что покровы подошвы были шероховаты и *неправильно покрыты* бу-

¹⁾ Hitchcock, An Attempt to discriminate and describe the animals that made the fossil footmarks... of New England, 1848, p. 129, 161, 214, Pl. XII, fig 1.

²⁾ Deane, On the sandstone fossils of Connecticut-river, Journal of the Academy of Natural science of Philadelphia, Vol. III, Second series, 1855—1858, p. 173. Tab. 18—20.

горками (papillose). На рисункѣ эти бугорки представляютъ совершенно такой-же видъ какъ и бугорки предъявленные десять лѣтъ спустя Эли-де-Бомономъ Парижской Академіи¹⁾, на слѣдахъ найденныхъ г-номъ Добре въ департаментѣ Haute-Saône.

Между тѣмъ все болѣе и болѣе брало верхъ убѣжденіе, что сообразивъ всѣ эти признаки слѣдуетъ приписать слѣды, о которыхъ тутъ идетъ рѣчь, огромнымъ гадамъ первобытнаго міра. Но относительно упомянутыхъ бугорковъ на подошвѣ слѣдовъ самъ Оуенъ въ новѣйшемъ своемъ изданіи²⁾ остался въ нѣкоторомъ сомнѣніи, останавливаясь на томъ, что эти бугорки указываютъ на покровъ такого рода, «который встрѣчается у нѣкоторыхъ млекопитающихъ, но также и на подошвѣ нѣкоторыхъ ящерицъ рода Геко».

Внимательнѣе всѣхъ своихъ предшественниковъ разбиралъ Добре³⁾ въ новѣйшее время бугорки, о которыхъ мы теперь говоримъ. Убѣдившись въ томъ, что найденные имъ въ департаментѣ Haute-Saône (близъ Saint Volbert) отпечатки слѣдовъ встрѣчаются въ тѣхъ-же самыхъ пластахъ какъ у Гильдбургаузена, и что они произошли отъ тѣхъ-же животныхъ какъ и тамъ, зная далѣе о мнѣніи Оуена, приписывавшаго эти слѣды огромнымъ лягушкамъ, и имѣя наконецъ передъ глазами еще и другую находку подобнаго рода, представленную лишь годомъ раньше Парижской Академіи г-мъ Жерве⁴⁾, принявшемъ этихъ животныхъ также за гадовъ, Добре въ особенности тщательно разобралъ свойство означенныхъ бугорковъ. Они покрываютъ, какъ и видно на отличныхъ изображенныхъ имъ рисункахъ, правильнымъ, густымъ насажденіемъ всю подошву, какъ переднихъ, такъ и заднихъ ногъ, и самыя большіе изъ числа этихъ бугорковъ не достигаютъ одного миллиметра въ діаметрѣ. Приготовивъ себѣ въ глинѣ, раздѣляющей слои того-

¹⁾ Comptes rendus de l'Académie de Paris, 1857, p. 765.

²⁾ Palaeontology, Edinburgh, 1860, p. 165.

³⁾ Daubrée, Découverte de traces de pattes de quadrupèdes dans le grès bigarré. Mémoires de la Société des Sciences naturelles de Strasbourg, T. V, 1858, p. 27.

⁴⁾ Comptes rendus de l'Académie de Paris, 1857, p. 763. Находка сдѣлана близъ «Lodève».

же краснаго песчаника, отпечатки лапъ множества млекопитающихъ, медвѣдей, кенгуру, крокодиловъ, ящерицъ и т. д., онъ убѣдился что волоса на лапахъ млекопитающихъ не видны на отпечаткахъ; что бугорки первобытныхъ слѣдовъ совершенно походятъ на бугорки подошвъ млекопитающихъ, напр. собакъ; что подошва ногъ гадовъ или покрыта чешуйками равномерно уменьшающимися по мѣрѣ приближенія къ концамъ оконечностей, или гладкимъ покровомъ, покрытымъ морщинами либо изрѣдка бороздочками, расположенными по извѣстнымъ линіямъ. Ни у одного вида лягушекъ или черепахъ нынѣ обитающихъ земной шаръ, по мнѣнію Добре, бугорки не бываютъ ни столь малыхъ размѣровъ, ни столь равномерно расположены какъ на отпечаткахъ слѣдовъ первобытнаго міра.

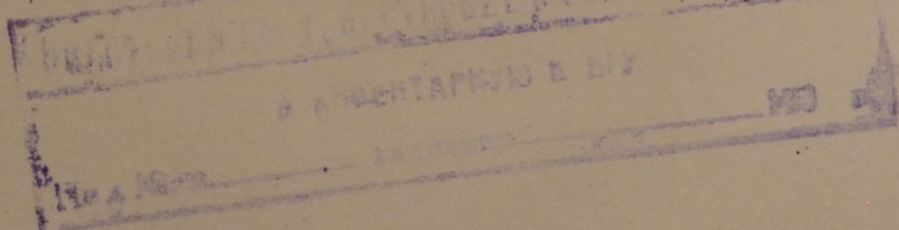
Всѣ эти подробности приводятъ Добре къ тому заключенію, что слѣды найденные имъ, нельзя не принять за слѣды млекопитающихъ, въ подтвержденіе такого-же убѣжденія, высказаннаго уже прежде многими учеными.

Этому рѣшенію по тому именно слѣдуетъ дать особенное значеніе, что Добре выводитъ изъ него, какъ изъ несомнѣннаго факта, присутствіе млекопитающихъ въ древнѣйшія времена, а именно во времена образованія низшихъ ярусовъ тріаса, которые по общему доселѣ убѣжденію геологовъ предшествовали появленію млекопитающихъ на земномъ шарѣ.

И въ самомъ дѣлѣ, полагаясь на выводы г-на Добре, мы конечно должны допустить существованіе млекопитающихъ даже во времена образованія каменноугольной формации. Лейелъ, убѣдившійся въ послѣдствіи въ томъ, что на берегахъ морей Сѣверной Америки въ настоящее время отпечатки слѣдовъ образуются точно также какъ и образовались въ первобытномъ мірѣ¹⁾, описалъ слѣды, во всякомъ случаѣ весьма похожіе на слѣды Хиротеріума²⁾. Эти слѣды встрѣчаются въ Пенсилваніи въ каменноугольной формации. Подъ ними и надъ ними стелются представители флоры этой формации, *Lepidodendron*, *Sigillaria*, *Stigmara*, *Calamites*

¹⁾ Quarterly Journal of the Geological society of London, 1849, p. 314. Notes on some recent foot-prints in Nova-Scotia.

²⁾ The American Journal of Science and Arts, 1846, II, p. 25.



и проч. Оуень ¹⁾ далъ животному, оставившему эти слѣды названіе *Batrachopus*, и въ самомъ дѣлѣ есть различія, указывающія на особенный родъ, потому что на переднихъ лапахъ было не болѣе четырехъ развитыхъ пальцевъ, эти лапы были сравнительно больше чѣмъ у Хиротеріума, и туловище было шире, потому что ноги лѣвой и правой стороны отставлены далѣе въ сторону.

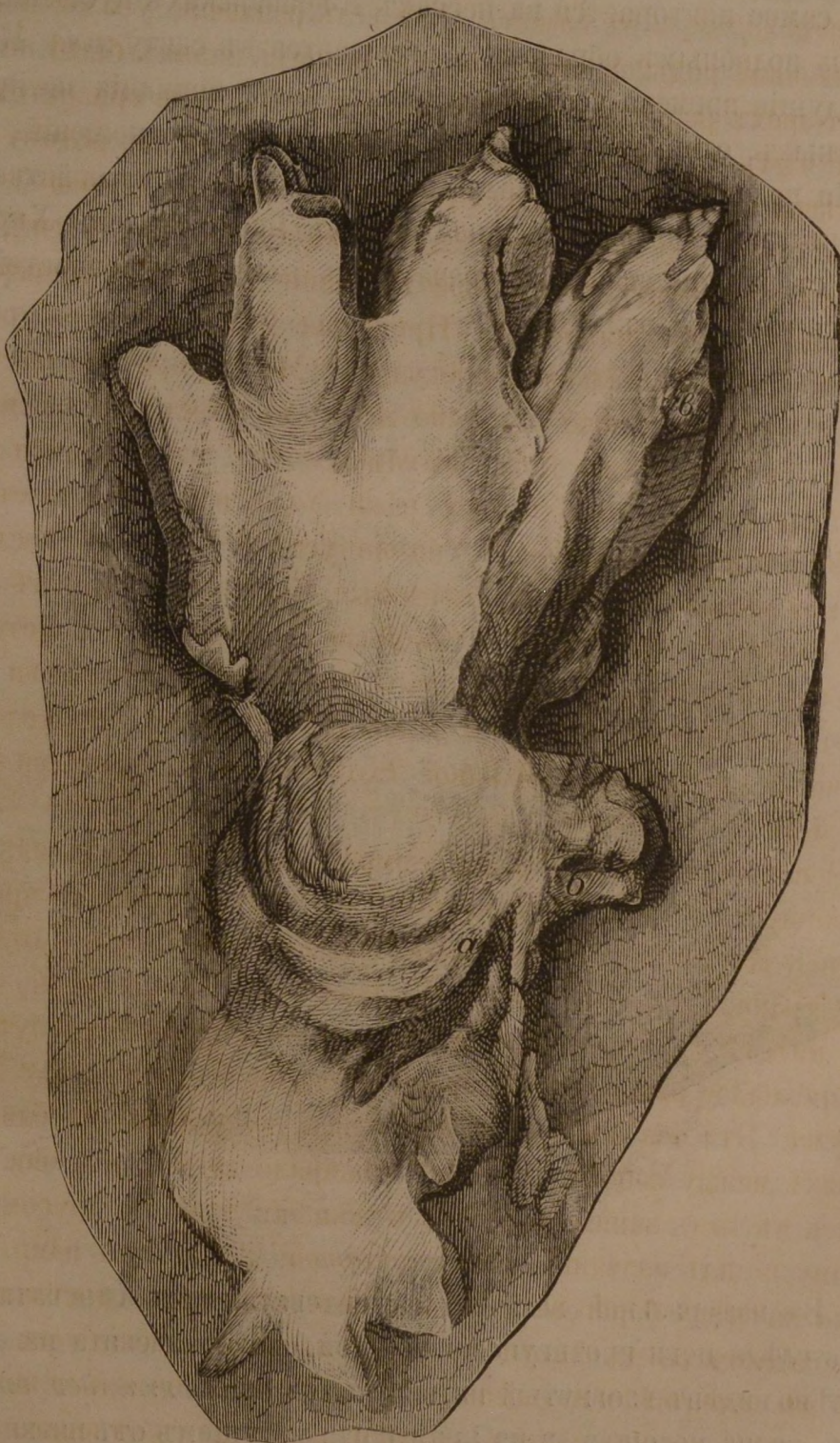
Въ 1861 году я лѣчился теплыми водами въ Киссингенѣ, отъ недуговъ захваченныхъ при преслѣдованіи слѣдовъ Сибирскихъ животныхъ настоящаго міра. Привычка молодыхъ лѣтъ требовала ежедневныхъ дальнихъ прогулокъ. Между прочими мѣстностями я посѣтилъ также мѣстечко *Аура*, въ разстояніи около 10 верстъ отъ Киссингена. Роясь въ каменоломнѣ, находящейся противъ Аура, на крутомъ берегу рѣки *Зале*, я попалъ на отличнѣйшіе слѣды *Хиротеріума*, но не успѣлъ обозрѣть послѣдовательно цѣлый рядъ такихъ слѣдовъ. Красный песчаникъ оказался слишкомъ крѣпкимъ. Тутъ были и слѣды лапъ Хиротеріума, и слѣды другаго четырехпалаго животного, и отпечатки дѣйствія волнъ на томъ берегу, и отпечатки разсѣлинъ отъ солнопекка, иногда принимавшіе большое сходство съ отпечатками пальцевъ птицъ.

Я сообщаю здѣсь вѣрный снимокъ одного изъ этихъ слѣдовъ, хранящагося у меня. Онъ ровно въ половину уменьшенъ противъ природы. Когти, которыхъ часто отрицали, отпечатались отлично.

Странно, и конечно не безъ значенія то, что и здѣсь, опять таки вмѣстѣ съ Хиротеріумомъ явился постоянный его спутникъ, четырехпалое животное, которое прошло на встрѣчу слѣду Хиротеріума. Эти оба животныя находились непременно въ близкихъ связяхъ между собою. Или одно пожирало другое, или они находились въ томъ занимательномъ отношеніи одно къ другому, которому я далъ названіе *трапезничества*. Точно такъ напр. слѣдъ *песца* на снѣгу береговъ и льдинъ Ледовитаго моря постоянно сопровождаетъ слѣдъ *блага медвѣдя*, извиваясь около него. Первый въ качествѣ покорнѣйшаго, но при томъ довольно безстыднаго слуги, сопровождаетъ втораго, выжидая счастливаго улова,

¹⁾ Стр. 167.

Фиг. 1.

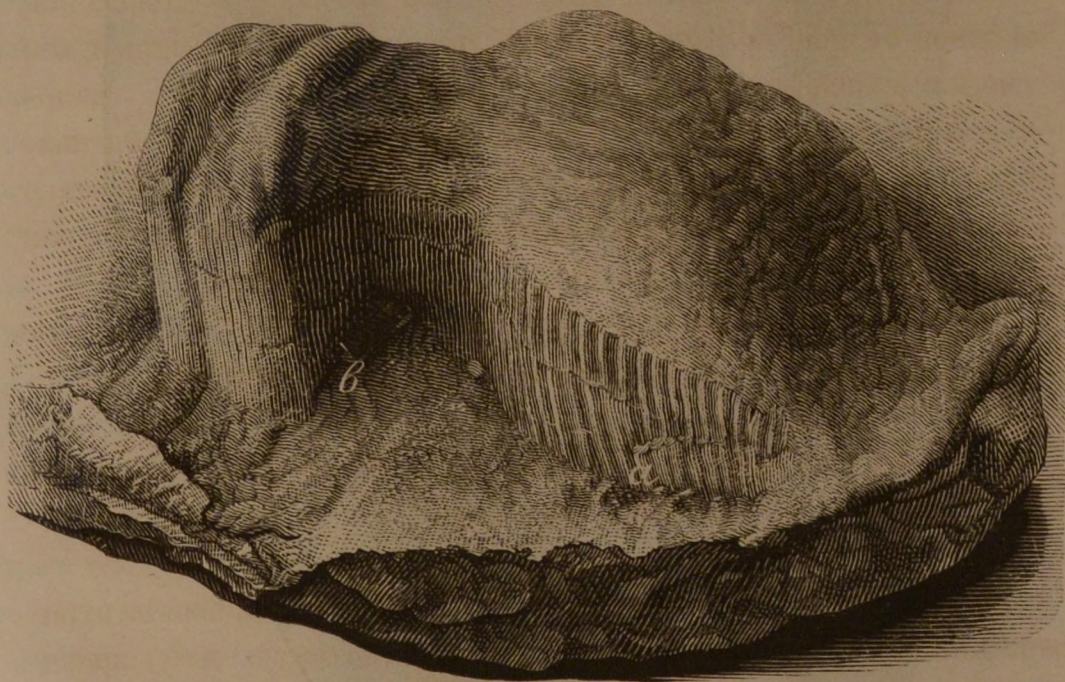


Слѣдъ имѣеть длины болѣе 8-ми, ширины до 5-ти и глубины до $1\frac{3}{4}$ русск. дюйм.

дабы пользоваться крошками, убирая трапезу могучаго ловца. Тоже самое повторяется на пескахъ Африканскихъ пустынь, гдѣ *шакалз* подобнымъ образомъ записывается въ свиту *льва*. Когда въ будущія времена успѣютъ обратить болѣе вниманія на нравы животныхъ, откроется цѣлый рядъ подобныхъ соотношеній.

На подошвѣ лапъ не видно никакихъ слѣдовъ устройства покрововъ; но на одномъ изъ найденныхъ мною слѣдовъ *Хиротериума* съ рѣдкою ясностію отпечатались оттиски неровностей боковыхъ частей лапъ.

Фиг. 2.



Въ натуральной величинѣ здѣсь снята часть отпечатка другаго слѣда ноги противоположной той, которая снята на Фиг. 1. Налѣво видѣнъ изогнутый пятый *палецъ отдѣляющійся*, отъ прочихъ, видна подошва, и на краѣ ноги, ведущемъ отъ пятки къ пятому пальцу (на мѣстѣ соответствующемъ буквамъ *a* и *b* перваго рисунка) (Фиг. 1, *в*), ясно выказывается рядъ жолобовъ — *a*,

(фиг. 2), отстоящихъ каждый отъ сосѣдняго на 2 миллиметра. Между жолобками этими тянутся ряды возвышенностей, представляющихъ на поперечномъ разрѣзѣ дугообразныя фигуры.

Длина этихъ возвышенностей и жолобковъ, раздѣляющихъ ихъ, достигаетъ $\frac{3}{4}$ дюйма, и соотвѣтствуетъ глубинѣ, до которой завязло животное.

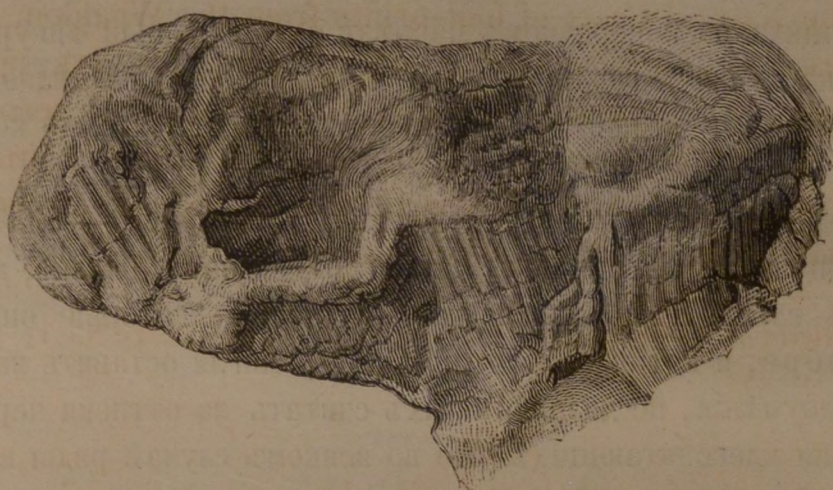
Предположимъ, что ряды мелчайшихъ жолобковъ — *b* (фиг. 2.) на обращенномъ назадъ бока пятаго, отдѣльнаго, пальца, могли бы быть слѣды тѣхъ маленькихъ бугорковъ, которые описаны г-мъ Добре, и которые даже по Оуену могли оставить насъ въ томъ недоумѣніи, не должно ли ихъ считать за оттиски неровностей кожи млекопитающихъ. Но во всякомъ случаѣ ряды возвышенностей — *a* (фиг. 2) не допускаютъ того-же предположенія. Они вдвое больше прежнихъ и столь равномерны и отчетливы, что не могли произойти отъ кожистыхъ покрововъ; лекало, помощію котораго вытягивались эти фигуры въ моментъ вытягиванія лапы изъ тины, непременно было твердое вещество, и всего вѣроятнѣе, — рядъ чешуйчатыхъ покрововъ окаймлявшихъ край подошвы.

Слѣдовательно животное, которое оставило эти слѣды, не было млекопитающее, но по всей вѣроятности изъ ящероподобныхъ гадовъ.

По этому на присутствіе такихъ слѣдовъ нельзя основать заключеніе о появленіи млекопитающихъ въ періодъ триаса и даже каменноугольной формации.

Въ доказательство тому, что эти чешуйчатые покровы не ограничивались одною тою мѣстностію лапы, на которую мы указывали, мы сообщаемъ здѣсь еще одинъ рисунокъ, изображающій жолобки того-же самаго рода и снятый въ натуральную величину съ другаго мѣста того слѣда, а именно съ края четвертаго пальца обращеннаго къ пятому (*b*, фиг. 1). Но здѣсь жолобки отпечатались гораздо неправильнѣе, и даже менѣе рѣзко чѣмъ показано на рисункѣ.

Фиг. 3.



Обративъ особенное вниманіе на литературу первобытныхъ слѣдовъ, я напалъ на коротенькое сообщеніе Румфа о подобныхъ слѣдахъ, найденныхъ священникомъ мѣстечка Аура, г-мъ Форбекомъ ¹⁾. Мѣстонахожденіе ихъ осталось неизвѣстнымъ, но должно быть это было то-же самое, на которое я наткнулся. Весьма любопытно, что крайне грубый рисунокъ сообщенный г-мъ Румфомъ и изображающій четырехпалый слѣдъ, заставляетъ предполагать, что и на этихъ слѣдахъ видны были впечатлѣнія чешуекъ. Экземпляры были сданы въ коллекцію Вирцбургскаго университета, и слѣдовало-бы ихъ сличить.

При невозможности слѣдить за литературою живя въ провинціи и къ тому въ деревнѣ, предоставляю другимъ пополнить мое сообщеніе въ этомъ отношеніи. Изъ извѣстныхъ мнѣ книгъ я не могъ достать: 1) Isaac Lea, Fossil footmarks in the red sandstone of Pottsville, Philadelphia, 1855; 2) Proceedings of the American Philosoph. Society, 1849, p. 91 — 94; 3) Trans-

¹⁾ Jahrbuch für Mineralogie, 1842, p. 450.

actions of the American Philosoph. Soc. 1852, X, 31; 4) London, Edinb. and Dublin Philosophical Magazine, 1862, p. 325, On some Natural Casts of foot-prints from the Wealden.

Фишера *Chirotherium minus* ¹⁾, будто-бы изъ краснаго песчаника (grès bigarré) Лифляндіи, найденъ либо въ девонскомъ песчанникѣ, либо вовсе не въ Лифляндіи. Съ тѣхъ поръ много занимались изслѣдованіемъ прибалтійскихъ горныхъ породъ, но подобныхъ слѣдовъ никѣмъ не найдено.

¹⁾ Bulletin de la Société Imp. des Natural. de Moscou, 1839, No. 11, p. 129.

III.

Выводъ всѣхъ кристаллографическихъ системъ и ихъ подраздѣленій изъ одного общаго начала.

Генераль-маіора **А. Гадолина**, дѣйствительнаго члена Общества.

ВВЕДЕНІЕ.

Изслѣдованіе природныхъ кристалловъ показало, что кромѣ нѣкоторыхъ общихъ законовъ, обнимающихъ всѣ извѣстныя формы (плоскій видъ граней, постоянство угловъ и раціональность отношенія параметровъ по каждой данной оси), существуютъ еще относительно расположенія граней нѣкоторые частные законы, изъ которыхъ каждый обнимаетъ только извѣстную группу кристалловъ. Мы здѣсь имѣемъ въ виду такъ называемыя кристаллическія системы и подраздѣленія ихъ на группы голоэдрическія, геміэдрическія, тетартоэдрическія и гемиморфныя. Группы эти были созидаемы кристаллографами по мѣрѣ надобности, такимъ образомъ, чтобы возможно было всякій кристаллическій рядъ, подвергнувшійся изслѣдованію, отнести къ одной изъ этихъ группъ. Нѣкоторые ученые шли даже далѣе, и, основываясь на извѣстныхъ аналогіяхъ, предсказывали существованіе новыхъ группъ, еще не открытыхъ, и эти предсказанія въ нѣкоторыхъ случаяхъ оказались удачными. Возможность подобныхъ предсказаній, а также и очевидныя аналогіи, существующія не только между голоэдрическими, геміэдрическими и тетартоэдрическими формами данной системы, но и между различными системами, возбудили въ насъ мысль отыскать одно общее начало, изъ котораго можно

было бы не только вывести, какъ послѣдствіе, всѣ уже образовавшіяся въ кристаллографіи группы, но и предсказать всѣ группы, которыя еще можетъ быть придется образовать по мѣрѣ новыхъ открытій науки. Изложеніе этого начала и его послѣдствій составляетъ предметъ настоящей статьи.

Давно извѣстна связь существующая между формою кристалловъ и физическими ихъ свойствами. Главный характеръ этой связи заключается въ томъ, что если два направленія одинаково расположены относительно граней наружной формы, то по этимъ двумъ направленіямъ и физическія свойства одинаковы. И до настоящаго времени при классификаціи кристаллическихъ рядовъ, физическія свойства кристалловъ играли немаловажную роль; не мало извѣстно примѣровъ, въ которыхъ окончательное причисленіе кристалловъ какого нибудь тѣла къ той или другой системѣ, сдѣлано на основаніи физическихъ ихъ свойствъ. По многимъ однако причинамъ, было бы весьма неосновательно положить одни только физическія свойства, въ томъ смыслѣ какъ обыкновенно понимаютъ это слово, въ основаніе при классификаціи кристалловъ. Но если принять во вниманіе, что особенности въ наружной формѣ кристалловъ зависятъ отъ особенностей въ дѣйствіи частичныхъ силъ, то мы можемъ и эти особенности причислить къ физическимъ свойствамъ.

Это соображеніе объясняетъ намъ упомянутую выше связь между наружною формою и физическими свойствами, которыя вообще всѣ зависятъ отъ проявленія частичныхъ силъ. Въ слѣдствіе этого особенную важность принимаетъ разсматриваніе направленій одинаково расположенныхъ относительно кристаллическихъ граней; для краткости выраженія, такія направленія будемъ называть *равными*. Наша классификація кристалловъ на этомъ основана, такъ что мы относимъ въ одну и ту же группу всѣ тѣ кристаллы, въ которыхъ число и расположеніе равныхъ направленій одинаково. Мы ниже докажемъ, что при допущеніи закона рациональнаго отношенія между параметрами, такихъ группъ возможно составить только ограниченное число. Большинство изъ числа группъ, образованныхъ этимъ чисто теоретическимъ путемъ, тождественны съ тѣми группами, которыя уже въ настоящее

время образовались въ наукѣ, и нѣтъ ни одной такой группы, существованіе которой въ природѣ можно было бы считать неоспоримымъ, и которая не совпала бы съ одною изъ вышеупомянутыхъ теоретическихъ группъ. За этимъ остаются изъ этихъ теоретическихъ группъ еще нѣкоторыя, къ которымъ еще не найдены въ природѣ соответствующія формы. Это можетъ происходить отъ двоякой причины: или эти формы невозможны въ природѣ, или же онѣ существуютъ, хотя онѣ еще и не были найдены. Если нѣкоторыя изъ этихъ формъ дѣйствительно невозможны, то причиною такого отсутствія должно быть какое нибудь начало, которое еще остается отыскать. Пока такое начало не найдено, то эти недостающія группы остаются предсказанными. Предсказанія подобныя дѣлалъ и Науманъ, руководствуясь при этомъ частными аналогіями, основанными на морфологическомъ характерѣ кристаллографическихъ группъ, уже установленныхъ. Отъ подобныхъ предсказаній невозможно было ожидать, чтобы они были полны; въ любой день могла бы быть открыта новая группа, не предсказанная Науманомъ, и отъ такого событія вѣроятность другихъ его предсказаній нисколько не пострадала бы. Если же эти предсказанія будутъ сдѣланы на основаніи одного общаго начала, подобнаго тому, которое мы имѣемъ въ виду установить, и если начало это справедливо, то помощію его можно предсказать всѣ группы, существованіе которыхъ возможно, такъ что съ открытіемъ новой группы, которая не можетъ быть выведена изъ этого общаго начала, вмѣстѣ съ тѣмъ и самое это начало должно упасть. Нѣкоторыя изъ нашихъ группъ согласны съ группами предсказанными Науманомъ; другія изъ группъ предсказанныхъ Науманомъ и еще не найденныхъ въ природѣ, не проистекаютъ изъ нашего общаго начала, и наконецъ нѣкоторыя изъ предсказанныхъ нами группъ не приведены у Наумана.

ГЛАВА I.

О равенствѣ направленій.

§ 1. Мы называемъ *равными направленіями* въ кристаллѣ, два направленія A и B (фиг. 1) *), имѣющія то свойство, что къ двумъ какимъ нибудь гранямъ кристалла a и b , можно отыскать двѣ *грани соотвѣтствующія* a' и b' , такія чтобы онѣ какъ между собою, такъ и съ направленіемъ B образовали углы одинаковые съ тѣми, которые образуютъ грани a и b между собою и съ направленіемъ A . (Въ частномъ случаѣ одна изъ граней a и b можетъ сливаться или съ соотвѣтствующею ей гранью изъ a' и b' или съ другою изъ этихъ граней.) И такъ для равенства направленій A и B должны быть равны слѣдующія дуги:

$$Aa = Ba', \quad Ab = Bb', \quad ab = a'b'.$$

Равенство двухъ направленій можетъ быть двухъ родовъ: *равенство совмѣщенія* и *равенство симметричное*. Равенство совмѣщенія (фиг. 1) имѣетъ мѣсто, если грани a и b относительно направленія A расположены въ одну и ту же сторону, какъ соотвѣтствующія имъ грани a' и b' относительно направленія B **); симметричнымъ же равенствомъ мы называемъ такое, при которомъ грани a' и b' относительно направленія B расположены въ

*) См. объясненіе чертежей.

**) Чтобы точнѣе объяснить, что мы здѣсь разумѣемъ подъ выраженіями: расположены въ одну или въ противоположную сторону относительно двухъ данныхъ направленій,— представимъ себя стоящими вдоль по направленію A , такъ, чтобы ноги находились въ центрѣ шара, голова въ точкѣ A на поверхности шара, а лице обращено къ точкѣ a . Если при этомъ точка b будетъ, положимъ, на правой сторонѣ, и если за тѣмъ стать такимъ же образомъ по направленію B лицомъ къ точкѣ a' , и при этомъ точка b' окажется также на правой сторонѣ, то говорится, что грани a и b расположены въ одну и ту же сторону относительно направленія A , какъ и грани a' и b' относительно B . Если же стать въ A и B , какъ объяснено, и въ одномъ положеніи грань b будетъ на правой сторонѣ, а въ другомъ положеніи b' на лѣвой сторонѣ, тогда говоримъ, что грани a' и b' относительно направленія B расположены въ сторону, противоположную противъ расположенія соотвѣтствующихъ имъ граней относительно направленія A .

противуположную сторону, нежели грани a и b относительно направления A (фиг. 2).

Ниже мы рассмотримъ различные случаи распредѣленія равныхъ направлений, того или другаго рода, которые могутъ имѣть мѣсто при существованіи закона раціональнаго отношенія между параметрами.

ГЛАВА II.

Объ осяхъ совмѣщенія.

§ 2. Если между двумя направленіями въ кристаллѣ существуетъ равенство совмѣщенія, то я говорю, что кристаллъ можно повернуть около нѣкоторой оси на нѣкоторый уголъ, такъ чтобы каждая грань кристалла въ новомъ положеніи совмѣстилась съ соотвѣтствующею ей гранью, оставленною въ прежнемъ положеніи. (Мы говоримъ что двѣ грани совмѣщаются, если онѣ сдѣлались параллельными и если при этомъ перпендикуляры, къ нимъ проведенные во внутрь тѣла кристалла, направлены въ одну и ту же сторону.) Проведемъ черезъ середины дугъ AB и aa' (фиг. 1) большіе круги, DC и EC , перпендикулярные къ этимъ дугамъ. Если повернемъ кристаллъ около прямой C пересѣченія плоскостей этихъ круговъ на уголъ ACB , такъ чтобы точка A совмѣстилась съ точкою B , то всѣ грани кристалла въ новомъ положеніи совмѣстятся съ соотвѣтствующими гранями оставленными въ прежнемъ ихъ положеніи. Въ самомъ дѣлѣ, такъ какъ по построенію $AC = CB$, $aC = a'C$, и вслѣдствіе равенства направлений A и B , $Aa = Ba'$, то треугольники aAC и $a'BC$ равны, такъ что углы aCA и $a'CB$ равны. Вслѣдствіе этого и уголъ $aCa' = ACB$, такъ что при поворотѣ около оси C на уголъ ACB , когда A совмѣстится съ B , то и a совмѣстится съ a' . Докажемъ теперь, что въ то же время и b совмѣстится съ b' . Изъ равныхъ треугольниковъ aAC и $a'BC$ мы имѣемъ, что углы CaA и $Ca'B$ равны; отнимая отъ нихъ равные углы baA и $b'a'B$, мы получимъ равные углы baC и $b'a'C$. Но въ треугольникахъ baC и $b'a'C$ и стороны прилежащія къ этимъ угламъ равны, а потому и треугольники эти равны. Изъ

этого слѣдуетъ равенство какъ сторонъ bC и $b'C$, такъ и угловъ aCb и $a'Cb'$, послѣ чего уже ясно видно, что при поворотѣ около прямой C на уголъ $ACB = bCb'$, когда прямая A совпадетъ съ прямою B , то и b совпадетъ съ b' . Но такъ какъ b есть перпендикуляръ къ какой угодно грани кристалла, то очевидно, что при поворотѣ около прямой C на уголъ ACB , такъ чтобы A совмѣстилась съ B , каждая грань кристалла совмѣщается съ соотвѣтствующею ей гранью.

Мы назовемъ *осью совмѣщенія* прямую, около которой надобно повернуть кристаллъ на данный уголъ, называемый *угломъ совмѣщенія*, для того чтобы каждая грань въ новомъ положеніи совмѣстилась съ соотвѣтствующею ей гранью оставленною въ прежнемъ положеніи.

Очевидно, что если совмѣщеніе производится при поворотѣ около данной оси на уголъ α , то произойдетъ также совмѣщеніе граней съ другими группами граней имъ соотвѣтствующихъ при поворотѣ около той же оси на уголъ 2α , 3α , или вообще на уголъ $n\alpha$, гдѣ n цѣлое число. Въ самомъ дѣлѣ, при поворотѣ на уголъ α , когда группа граней a, b повернутаго кристалла слилась съ группою a', b' не повернутаго (фиг. 1), въ это же время группа a', b' повернутаго слилась съ какими нибудь гранями a'', b'' не повернутаго кристалла, и съ этими то гранями сольются a и b повернутаго кристалла, когда уголъ поворота будетъ 2α и т. д. Также очевидно, что если совмѣщеніе происходитъ при поворотѣ въ одну сторону на уголъ α , то оно произойдетъ также при поворотѣ въ противоположную сторону, на тотъ же уголъ.

Изъ вышесказаннаго видно, что нужно обратить особенное вниманіе на *наименьшій уголъ*, на который слѣдуетъ повернуть кристаллъ около данной оси для того чтобъ произвести совмѣщеніе граней. Этотъ то наименьшій уголъ мы преимущественно и будемъ называть *угломъ совмѣщенія*, и по немъ будемъ называть самую ось совмѣщенія; такъ напр. названіями: ось въ 60° или 90° мы будемъ обозначать такія оси, при которыхъ наименьшій уголъ совмѣщенія составляетъ 60° или 90° .

Но трудно также видѣть, что равенство совмѣщенія двухъ направленій въ кристаллѣ, влечетъ за собою равенство всѣхъ

тѣхъ направленій, которыя сливаются при поворотѣ около оси совмѣщенія на уголъ совмѣщенія.

Приступая къ изслѣдованію свойствъ осей совмѣщенія, мы сначала должны доказать слѣдующую теорему:

§ 3. *Нѣсколько возможныхъ кристаллографическихъ осей, направленныхъ вдоль по ребрамъ правильной пирамиды, могутъ существовать только тогда, если косинусъ центрального угла основанія этой пирамиды есть рациональная величина.*

Пусть (Фиг. 3) OA, OB, OC, OD, OE , представляютъ нѣсколько смежныхъ ребръ правильной пирамиды. Вообразимъ плоскость $ABCDE$, проведенную черезъ любую точку C , взятую на одной изъ ребръ OC , перпендикулярно къ оси OM пирамиды, т. е. въ прямой образующей равные углы со всѣми ребрами пирамиды. Эта плоскость, пересѣченіемъ своимъ съ гранями пирамиды, образуетъ правильный многоугольникъ $ABCDE$, центръ котораго есть M , основаніе перпендикуляра OM . Если всѣ ребра пирамиды суть возможные кристаллографическія оси *), то всякая плоскость, проходящая черезъ два какія нибудь ребра пирамиды, а слѣдовательно и плоскость AOD , есть возможная кристаллическая плоскость. Такъ какъ эта плоскость проходитъ черезъ прямую AD параллельную прямой BC , заключающейся въ плоскости BOC , то пересѣченіе этихъ плоскостей между собою параллельно этимъ прямымъ, такъ что если черезъ точку C провести плоскость параллельную AOD , то пересѣченіе ея съ плоскостью BOC будетъ по прямой BC . Проведемъ еще черезъ точку C плоскость параллельную плоскости DOE , которая также есть кристаллографически возможная плоскость. Чтобы построить пересѣченіе этой плоскости съ плоскостью BOC , то, продолжая стороны основанія BC и DE до пересѣченія въ точкѣ K , замѣтимъ что прямая OK есть пересѣченіе плоскостей BOC и DOE , и что плоскость, проведенная черезъ C параллельно DOE , должна съ плоскостью BOC пересѣкаться по прямой CH параллельной OK . Мы найдемъ параметръ OH этой плоскости по оси OB изъ треугольника OBK ,

*) См. приложение А.

разсѣченнаго параллельно основанію. Мы имѣемъ

$$\frac{OB}{OH} = \frac{BK}{CK}.$$

Если центральный уголъ многоугольника BMC назовемъ α и радиусъ описаннаго круга $BM = r$, то имѣемъ:

$$\frac{1}{2} BC = r \sin \frac{1}{2} \alpha, \quad \frac{1}{2} BC + CK = r \cos \frac{1}{2} \alpha \operatorname{tang} \alpha$$

и слѣдовательно:

$$BK = r \sin \frac{1}{2} \alpha \left(\frac{2 \cos^2 \frac{1}{2} \alpha}{\cos \alpha} + 1 \right) = r \sin \frac{1}{2} \alpha \frac{[1 + 2 \cos \alpha]}{\cos \alpha}$$

$$\text{и } CK = BK - BC = \frac{r \sin \frac{1}{2} \alpha}{\cos \alpha}$$

откуда

$$\frac{OB}{OH} = 1 + 2 \cos \alpha.$$

Это есть отношеніе между параметрами двухъ возможныхъ кристаллическихъ плоскостей по одной и той же оси; оно можетъ быть рационально только въ такомъ случаѣ, если $\cos \alpha$ рационально. Приведенное выше доказательство не примѣняется, если въ пирамидѣ нашей меньше 5-и ребръ; этотъ случай имѣетъ мѣсто, если $\alpha = 90^\circ$ или $\alpha = 120^\circ$. Но такъ какъ $\cos 120^\circ$ и $\cos 90^\circ$ оба рациональны, то мы все таки имѣемъ право заключить, что невозможны всѣ системы осей направленныхъ по ребрамъ правильной пирамиды, при которой центральный уголъ основанія не имѣетъ рациональнаго косинуса.

§ 4. На основаніи предыдущихъ §§ легко доказать, что при существованіи оси совмѣщенія, *уголъ совмѣщенія можетъ имѣть только нѣкоторыя определенныя значенія, а именно 60° , 90° , 120° и 180° .*

Для этого докажемъ сначала, что уголъ совмѣщенія непременно составляетъ цѣлую часть отъ 360° . Пусть α будетъ наименьшій уголъ совмѣщенія около оси A (фиг. 4), которую мы себѣ воображаемъ перпендикулярною къ плоскости бумаги. Пусть AB будетъ какая нибудь прямая перпендикулярная къ оси A , и которая вращается вмѣстѣ съ кристаллическими плоскостями око-

ло оси A . Пусть $B, B', B'', B''', B^{IV}, B^V, B^{VI}, B^{VII}$, будутъ послѣдовательныя положенія, которыя принимаетъ эта прямая при послѣдовательныхъ поворотахъ кристалла на уголь α . Если α не есть цѣлая часть отъ 360° , то мы всегда можемъ найти такое цѣлое число n , что $(n - 1)\alpha < 360^\circ$ и $n\alpha > 360^\circ$. Если тогда повернуть кристаллъ вмѣстѣ съ прямою AB n разъ около оси A на уголь α , то отъ этого прямая AB займетъ нѣкоторое положеніе напр. B^{VII} между первыми двумя положеніями ея B и B' , и въ такомъ случаѣ, чтобы совмѣстить систему кристаллическихъ плоскостей съ однимъ изъ прежнихъ ея положеній, надобно повернуть кристаллъ на уголь $B^{VII}AB'$ меньшій чѣмъ α . Но это противурѣчитъ нашему заданію, что α есть наименьшій уголь совмѣщенія около оси A . Изъ этого мы заключаемъ, что наименьшій уголь совмѣщенія, соотвѣтствующій данной оси, есть цѣлая часть отъ 360° .

Такъ какъ съ другой стороны какая нибудь грань, пересѣкающаяся съ осью совмѣщенія подъ угломъ не прямымъ, при послѣдовательныхъ поворотахъ на уголь α около оси совмѣщенія, совмѣщается съ гранями правильной пирамиды, центральный уголь основанія которой есть α , и ребра которой, какъ пересѣченія двухъ кристаллическихъ плоскостей суть кристаллографическія оси, то изъ этого слѣдуетъ, согласно § 3, что $\cos \alpha$ есть рациональная величина. Въ приложеніи B доказано, что цѣлыя части отъ 360° могутъ имѣть рациональныя косинусы только тогда, если эти косинусы имѣютъ одно изъ значеній $0, \pm \frac{1}{2}, \pm 1$, изъ чего видно, что уголь α , наименьшій уголь совмѣщенія около данной оси совмѣщенія, можетъ имѣть только слѣдующія величины: $60^\circ, 90^\circ, 120^\circ$ и 180° .

§ 5. Приступая къ опредѣленію относительнаго положенія осей совмѣщенія, когда ихъ существуетъ нѣсколько въ одномъ и томъ же кристаллическомъ ряду, покажемъ сначала, что углы между осями совмѣщенія могутъ имѣть только нѣкоторыя опредѣленныя значенія. При этомъ мы разсмотримъ по порядку углы между осями совмѣщенія въ $180^\circ, 90^\circ$, и 60° , различные случаи совокупленія ихъ между собою и съ осями въ 120° и наконецъ совокупленія между собою однѣхъ осей въ 120° .

§ 6. Покажемъ сначала, что существованіе двухъ осей въ 180° , 90° или 60° , одноименныхъ или разноименныхъ, наклоненныхъ другъ къ другу подъ угломъ α , влечетъ за собою существованіе оси совмѣщенія въ 2α , имъ перпендикулярной.

Путь A и B (фиг. 5) будутъ оси въ 180° и дуга $AB = \alpha$. Путь a будетъ перпендикуляръ къ какой-нибудь грани кристалла; положеніе этой грани опредѣляется угломъ $aAB' = \beta$ и дугою $Aa = b$. При поворотѣ на 180° около A , грань a должна совмѣститься съ другой гранью a_1 , причемъ $BAa_1 = \beta$ и $Aa_1 = b$. При поворотѣ около B на 180° , ось A совмѣстится съ прямою A' , точки a и a_1 съ точками a' и a'_1 , которыя вслѣдствіе этого будутъ обозначать перпендикуляры къ существующимъ гранямъ. При этомъ углы $BA'a'_1 = B'A'a' = \beta$ и дуги $A'a' = A'a'_1 = b$. Если C есть точка отстоящая отъ круга AB на 90° , то $CA = CA' = 90^\circ$ и уголъ $ACA' = 2\alpha$. Если кристаллъ повернемъ около прямой C на уголъ 2α , то точка A совпадетъ съ точкою A' , a съ a'_1 и a_1 съ a' . Изъ этого видно, что какая бы ни была на кристаллѣ грань a , то непременно найдется другая, съ которою она совмѣщается при поворотѣ кристалла около прямой C на уголъ 2α ; слѣдовательно прямая C есть ось совмѣщенія въ 2α .

Такъ какъ 2α есть уголъ совмѣщенія, то изъ величинъ непревосходящихъ 180° , онъ можетъ имѣть только слѣдующія значенія: 60° , 90° , 120° и 180° . Изъ этого слѣдуетъ, что: углы не превосходящіе 90° между осями совмѣщенія въ 180° могутъ имѣть только слѣдующія значенія: 30° , 45° , 60° и 90° .

Такъ какъ при осяхъ совмѣщенія въ 60° и 90° совмѣщеніе происходитъ также при поворотѣ на 180° , то все сказанное въ этомъ параграфѣ объ осяхъ въ 180° примѣняется и къ осямъ совмѣщенія въ 60° и 90° .

§ 7. Если разсужденія предыдущаго § сдѣлать въ обратномъ порядкѣ, то легко видѣть, что справедливо и обратное предложеніе, т. е., что если существуетъ ось совмѣщенія A въ 180° , 90° или 60° и другая ось совмѣщенія C въ 2α , перпендикулярная къ первой, то кромѣ осей совмѣщенія перваго рода отстоящихъ другъ отъ друга на угловое разстояніе 2α , будутъ существовать еще оси въ 180° раздѣляющія пополамъ углы между ними.

§ 8. Ось въ 90° съ другою осью въ 180° , 90° или 60° можетъ образовать только два различныхъ угла: 45° или 90° . Положимъ что B (Фиг. 6) есть ось въ 90° и A другая ось въ 180° , 90° или 60° . Если уголъ $ABA' = 90^\circ$ и дуга $BA' = BA$, то A' есть также ось совмѣщенія одного названія съ A . Мы имѣемъ:

$$\cos AA' = \cos^2 AB.$$

Дуги AA' и AB могутъ согласно § 6 принимать только значенія: 30° , 45° , 60° и 90° и дополненія этихъ угловъ до 2-хъ прямыхъ; въ слѣдствіе этого косинусы этихъ угловъ могутъ принимать только значенія: $\pm \frac{1}{2} \sqrt{3}$, $\pm \frac{1}{2} \sqrt{2}$, $\pm \frac{1}{2}$ и 0. Не трудно видѣть, что при приведенной выше зависимости между двумя косинусами существуютъ только двѣ системы величинъ удовлетворяющихъ этой зависимости, а именно:

$$\cos AA' = + \frac{1}{2}, \cos AB = \pm \frac{1}{2} \sqrt{2}$$

и
$$\cos AA' = 0, \cos AB = 0,$$

такъ что уголъ AB можетъ принимать только значенія: 45° , 135° и 90° . Изъ этихъ трехъ случаевъ однако первый и второй совпадаютъ, потому что углы 45° и 135° суть дополнительные до 180° .

§ 9. При оси въ 60° другая ось въ 60° , 90° или 180° можетъ съ ней образовать только уголъ прямой.

Если B (Фиг. 6) есть ось въ 60° и A другая ось въ 60° , 90° или 180° , и если уголъ $ABA' = 60^\circ$ и дуга $BA' = BA$, то A' будетъ ось совмѣщенія однородная съ A . Мы имѣемъ:

$$\cos AA' = \cos^2 AB + \frac{1}{2} \sin^2 AB = \frac{1}{2} (\cos^2 AB + 1)$$

откуда:

$$\cos^2 AB = 2 \cos AA' - 1.$$

Согласно § 6, $\cos AB$ и $\cos AA'$ могутъ имѣть только слѣдующія значенія: $\pm \frac{1}{2} \sqrt{3}$, $\pm \frac{1}{2} \sqrt{2}$, $\pm \frac{1}{2}$ и 0. Не трудно видѣть, что изъ этихъ значеній одна только система удовлетворяетъ выше приведенной зависимости, а именно: $\cos AA' = \frac{1}{2}$,

$\cos AB = 0$, т. е. что къ оси B въ 60° другая A въ 60° , 90° или 180° можетъ быть наклонена только подъ угломъ въ 90° .

§ 10. Изъ предыдущихъ параграфовъ не трудно вывести заключеніе о всѣхъ возможныхъ совокупленіяхъ между собою осей совмѣщенія въ 60° , 90° и 180° .

1) *Совокупленія, въ которыхъ входитъ ось въ 60° .*

Согласно § 9 прочія оси должны быть ей перпендикулярны, но такъ какъ при этомъ одноименныя оси будутъ образовывать между собою углы въ 60° , то эти оси не могутъ быть ни въ 60° (§ 9) ни въ 90° (§ 8). Остается, значитъ, единственное совокупленіе осей въ 60° съ осями въ 180° . Послѣднія заключаются все въ плоскости перпендикулярной къ первой, и ихъ всего будетъ 6 (§ 7), при чемъ углы между двумя смежными изъ нихъ 30° . См. фиг. 44 *).

2) *Совокупленія, въ которыхъ нѣтъ осей въ 60° , но входитъ ось въ 90° .*

А) Если при этомъ будетъ другая ось въ 90° , то она должна быть перпендикулярна къ первой. Въ самомъ дѣлѣ, если A и B (фиг. 6) двѣ оси въ 90° , и если уголъ $ABA' = 90^\circ$ и $AB = A'B$, то A' должна быть третья ось въ 90° . Треугольникъ ABA' даетъ

$$\cos AA' = \cos^2 BA$$

Согласно § 8, BA и AA' могутъ имѣть только значенія въ 45° или 90° ; если $BA = 45^\circ$, то $\cos AA' = \frac{1}{2}$, значеніе невозможное, по этому BA , а слѣдовательно и AA' , суть 90° . И такъ, при двухъ осяхъ въ 90° будетъ еще 3-ья ось 90° , и всѣ эти три оси между собою перпендикулярны. При этомъ согласно § 7 необходимо существуетъ еще 6 осей въ 180° раздѣляющихъ пополамъ углы между осями въ 90° ; относительное положеніе всѣхъ этихъ осей, изображенное въ стереографической проекціи на фиг. 7, можемъ сдѣлать нагляднѣе, представивъ себѣ кубъ, въ которомъ оси въ 90° соединяютъ середины граней; тогда оси въ 180° будутъ соединять середины двухъ параллельныхъ ребръ, или если оси въ 90° соотвѣтствуютъ главнымъ осямъ правильной кристаллической системы, то оси въ 180° будутъ направлены по ромбическимъ

*) См. объясненіе чертежей.

осямъ. Двѣ оси въ 180° одного и того же октанта шара, какъ напр. оси A и A' (фиг. 7) образуютъ между собою уголъ въ 60° (выше въ семъ же § при $AB = 45^\circ$, мы получили $AA' = 60^\circ$), изъ чего слѣдуетъ (§ 6), что по необходимости существуетъ еще ось совмѣщенія C въ 120° перпендикулярная къ плоскости проходящей черезъ оси A и A' . Но эта плоскость, проходящая еще черезъ ось A'' и точку A''' находящуюся на другомъ концѣ оси A , параллельна къ плоскости октаэдра, и перпендикулярна къ діагонали куба или къ тригональной оси правильной кристаллической системы. По этой линіи направлена по этому ось въ 120° ; такихъ осей будетъ всего 4 направленные по 4-мъ діагоналямъ куба, или что все равно по 4-мъ тригональнымъ осямъ.

И такъ мы видѣли, что существованіе двухъ осей въ 90° влечетъ за собою существованіе 3-ей оси въ 90° , шести осей въ 180° и 4-хъ осей въ 120° . Относительное положеніе всѣхъ этихъ осей такое же какъ и между главными, ромбическими и тригональными осями правильной кристаллической системы. (См. фиг. 27).

В) Если при оси 90° существуетъ ось въ 180° , образующая съ ней уголъ въ 45° (§ 8), то будетъ и другая ось въ 90° , и по этому случай этотъ совпадаетъ съ только что разсмотрѣннымъ.

Остается разсмотрѣть случай, когда при оси въ 90° существуетъ ось въ 180° ей перпендикулярная. Тогда будутъ всего 4 оси въ 180° , заключающіяся въ плоскости перпендикулярной къ оси въ 90° , причемъ углы между двумя смежными осями въ 180° будетъ 45° (§ 7) см. фиг. 32.

3. Совокупленія, въ которыхъ не существуетъ ни оси въ 60° ни оси въ 90° .

Существованіе двухъ осей въ 180° всегда влечетъ за собою, существованіе оси совмѣщенія имъ перпендикулярной (§ 6). Поэтому, для того чтобы этотъ случай не совпалъ съ однимъ изъ предыдущихъ, необходимо чтобы наименьшій уголъ между осями въ 180° былъ или 90° или 60° .

А) Если наименьшій уголъ между двумя осями въ 180° есть 90° , то будетъ существовать третья ось въ 180° перпендикулярная къ первымъ (§ 6), такъ что всего будутъ три оси въ 180° взаимно перпендикулярныя (фиг. 38).

В) Если угол между двумя осями въ 180° есть 60° , то будетъ *такихъ осей въ одной плоскости 3, пересѣкающихся подъ углами въ 60° , и ось въ 120° имъ перпендикулярная* (§ 6, Фиг. 47).

Надобно доказать, что къ этому случаю новыхъ осей въ 180° прибавить невозможно, не сведя этого случая на одинъ изъ предыдущихъ. Очевидно новая ось въ 180° не можетъ образовать со всѣми прежними одни только углы въ 60° , такъ что съ одного изъ нихъ она непременно должна образовать уголъ въ 90° . Но въ такомъ случаѣ, согласно § 6, будетъ существовать новая ось въ 180° перпендикулярная къ двумъ первымъ, то есть будутъ 3 взаимно перпендикулярныя оси въ 180° , чтобы этотъ случай не совпалъ съ однимъ изъ предыдущихъ, нужно чтобы остальные оси въ 180° образовали съ этими тремя взаимно перпендикулярными осями углы или въ 90° или въ 60° . Ось образующая съ одною изъ нихъ уголъ въ 90° , падаетъ въ плоскости двухъ другихъ, при чемъ, если она совпадаетъ съ одною изъ нихъ, то это не будетъ новая ось, если же она падаетъ между ними и образуетъ съ одною уголъ 60° , то она образуетъ съ другою уголъ въ 30° , что противно нашему положенію. Остается значить положить, что новая ось образуетъ съ первыми тремя углы въ 60° . Положимъ, что эта ось D (Фиг. 8) падаетъ внутри какого нибудь октанта шара, углы котораго образуются первыми тремя взаимно перпендикулярными осями въ 180° . Замѣтимъ, что ни одна изъ дугъ DA , DC и DB не можетъ быть 120° , потому что онѣ всѣ меньше 90° , такъ что онѣ всѣ должны быть 60° . Принимая въ расчетъ равенство ихъ между собою, а также что $AC = 90^\circ$ и уголъ $ADC = 120^\circ$ мы получимъ:

$$\cos^2 AD - \frac{1}{2} \sin^2 AD = 0$$

откуда:

$$\cos^2 AD = \frac{1}{3},$$

но мы имѣемъ

$$\cos^2 60^\circ = \frac{1}{4}$$

изъ чего видно, что AD не есть 60° . Такъ какъ по этому ни одна изъ остальныхъ осей не можетъ быть расположена согласно поставленнымъ нами условіямъ, то мы заключаемъ, что прибавле-

ніе къ случаю 3-му B (фиг. 47) новой оси въ 180° сводить этотъ случай на одинъ изъ предыдущихъ.

§ 11. Кромѣ 5-и возможныхъ случаевъ совокупленія между собою осей въ 180° , 90° и 60° , каждая изъ этихъ осей можетъ еще существовать отдѣльно. Въ предыдущемъ параграфѣ мы также обратимъ вниманіе на расположеніе тѣхъ осей въ 120° , которыя необходимо должны существовать вмѣстѣ съ нѣкоторыми извѣстными совокупленіями осей въ 180° , 90° и 60° . Спрашивается, нельзя ли еще совокупить оси въ 120° съ осями въ 180° , 90° и 60° , различнымъ образомъ? Для этого замѣтимъ, что если ось въ 120° B (фиг. 6) существуетъ вмѣстѣ съ осью A въ 180° , 90° или 60° , то при поворотѣ дуги AB около B на 120° , мы получимъ другую ось A' одного рода съ A . Изъ этого слѣдуетъ, что ось въ 120° можетъ существовать съ осью въ 180° , 90° и 60° только тогда, если этихъ осей будетъ нѣсколько; но въ такомъ случаѣ онѣ должны образовать одно изъ 5-и совокупленій разсмотренныхъ въ предыдущемъ параграфѣ. Желая теперь изучить, къ какимъ изъ этихъ 5-и случаевъ можно присоединить еще ось въ 120° , мы замѣтимъ, что при этомъ не слѣдуетъ предполагать для новой оси въ 120° такое положеніе, которое къ существующимъ уже осямъ въ 180° , 90° и 60° , прибавило бы еще новыя такія же оси, потому что тогда разсматриваемый случай или сводился бы на одинъ изъ прочихъ 4-хъ случаевъ предыдущаго параграфа, или же былъ бы совершенно невозможенъ. Для того же чтобъ ось въ 120° не влекла бы за собою новыхъ осей въ 180° , 90° и 60° , необходимо чтобы каждая изъ этихъ осей съ двумя одноименными съ ней образовала равносторонній треугольникъ, по серединѣ котораго будетъ проведена новая ось въ 120° . При разсматриваніи съ этой точки зрѣнія 5-и случаевъ предыдущаго §, легко убѣдиться въ томъ, что при одномъ только случаѣ 3-мъ A трехъ осей въ 180° взаимно перпендикулярныхъ (фиг. 38) можетъ быть прибавлена новая ось въ 120° . Но если существуетъ одна такая ось, то совмѣщеніемъ около осей въ 180° легко убѣдиться, что ихъ должно существовать 4, причемъ относительное положеніе осей будетъ такое, какъ если бы *оси въ 180° совпали съ главными осями правильной кристаллической*

системы, а оси въ 120° направлены по тригональнымъ осямъ (Фиг. 29).

§ 12. Кромѣ исчисленныхъ въ §§ 10 и 11, шесть случаевъ совокупленія между собою осей совмѣщенія, 4-хъ случаевъ, въ которыхъ какая нибудь изъ осей 60° , 90° , 180° или 120° существуетъ отдѣльно отъ другихъ, и наконецъ случая, въ которомъ нѣтъ ни одной оси совмѣщенія, другихъ случаевъ не можетъ быть. Чтобы доказать это, остается только показать, что при одновременномъ существованіи 2-хъ осей въ 120° , непременно должна существовать какая нибудь ось разноименная съ ними; если это будетъ доказано, тогда понятно, что при одновременномъ существованіи 2-хъ осей въ 120° мы будемъ имѣть одинъ изъ случаевъ уже разсмотренныхъ выше. Пусть будутъ A и B (Фиг. 9) два конца осей въ 120° , образующихъ между собою уголъ не больше прямого. Пусть a будетъ перпендикуляръ къ какой нибудь кристаллической грани; если $Aa = Ab = Ac$, и углы $aAb = bAc = cAa = 120^\circ$, то b и c будутъ перпендикуляры къ гранямъ, съ которыми a совмѣщается при вращеніи около оси A . Пусть, при поворотѣ около оси B на уголъ $ABD = 120^\circ$, A совмѣщается съ D , и грани a, b, c , съ гранями a', b', c' . Все эти грани должны существовать по необходимости, какъ скоро существуетъ грань a . Я говорю, что если черезъ точки A и D провести два большихъ круга AE и DE , такимъ образомъ, чтобы образовался сферическій четырехугольникъ $ABDE$, въ которомъ одинъ уголъ $B = 120^\circ$ и два угла A и D 60° , то E будетъ ось, около которой производится совмѣщеніе при поворотѣ на уголъ AED . Чтобы доказать это, надобно только показать, что произвольно взятая грань кристалла a при этомъ поворотѣ совмѣщается съ какою нибудь другою гранью кристалла. Въ самомъ дѣлѣ легко видѣть, что при этомъ поворотѣ грань a должна совмѣститься съ гранью b' . Назвавъ уголъ aAB черезъ α , мы имѣемъ уголъ $aAE = 60^\circ + \alpha$, уголъ $BDa' = \alpha$, $BDb' = 120^\circ + \alpha^*$, и если изъ послѣдняго вычестъ $BDE = 60^\circ$, то получимъ уголъ $EDb' = 60^\circ + \alpha =$ углу $EАa$. Притомъ такъ какъ $AE = ED$, то при

*) Здѣсь подразумѣвается уголъ обращенный къ E , который можетъ быть и больше 180° .

поворотѣ около оси E на уголъ AED , дуга Aa совмѣщается съ дугою Db' , и такъ какъ эти дуги равны, то и точка a совмѣщается съ точкою b' . Покажемъ, что уголъ совмѣщенія AED не есть 120° или кратное отъ него. Для этого, замѣтивъ, что дуга BE раздѣляетъ пополамъ углы ABD и AED , мы имѣемъ $AEB = \frac{1}{2} AED$ и изъ треугольника AEB :

$$\cos AEB = -\frac{1}{4} + \frac{3}{4} \cos AB,$$

откуда

$$\cos AB = \frac{4 \cos AEB + 1}{3}$$

Для угла AEB можно указать на нѣкоторые предѣлы, между которыми должна находиться величина этого угла. Во первыхъ нечего искать для него значеній больше 180° , потому что въ сферическомъ треугольникѣ AEB , одинъ уголъ котораго $E > 180^\circ$, противоположная сторона AB также $> 180^\circ$, между тѣмъ какъ по соглашенію AB не больше 90° . Далѣе, такъ какъ $\cos AB$ не можетъ быть отрицателенъ, то наименьшее значеніе $\cos AEB$ будетъ $-\frac{1}{4}$. Поэтому уголъ AEB во всякомъ случаѣ меньше 120° . Съ другой стороны, такъ какъ сумма суммъ трехъ угловъ въ сферическомъ треугольникѣ непремѣнно больше 180° , то AEB непремѣнно больше 60° . Итакъ

$$120^\circ > AEB > 60^\circ.$$

Но AEB есть половина угла AED , а потому

$$240^\circ > AED > 120^\circ.$$

Но AED есть уголъ, при которомъ можетъ происходить совмѣщеніе, а потому онъ можетъ имѣть значенія $60^\circ, 90^\circ, 120^\circ, 180^\circ$ и цѣлыхъ кратныхъ отъ нихъ. Но изъ всѣхъ сихъ угловъ существуетъ одинъ только, именно 180° , который заключается въ данныхъ выше предѣлахъ. По этому уголъ $AED = 180^\circ$. Но такъ какъ при углѣ $AED = 180^\circ$, дуги AE и DE , опредѣляющія своимъ пересѣченіемъ положеніе оси E , сливаются, то кажется, что въ этомъ случаѣ положеніе оси E будетъ неопредѣленное; не трудно однако убѣдиться въ томъ, что въ этомъ слу-

чаѣ середина дуги AED опредѣлитъ положеніе оси совмѣщенія въ 180° . И такъ одновременное существованіе двухъ осей въ 120° влечетъ за собою существованіе оси совмѣщенія въ 180° , что и требовалось доказать.

ГЛАВА III.

О законахъ симметріи.

§ 13. Окончивъ разборъ различныхъ случаевъ, представляющихся при равенствѣ совмѣщенія, перейдемъ къ ближайшему разсмотрѣнію симметричнаго равенства, упомянутаго въ § 1. Пусть A и B (фиг. 2.) будутъ два симметрично равныя направленія, и a' и b' грани соотвѣтствующія гранямъ a и b . Если продолжать направленіе B , а также и перпендикуляры a' и b' по другую сторону центра шара, то получимъ при этомъ направленіе B_1 , противоположное направленію B , и перпендикуляры a'_1 и b'_1 , соотвѣтствующіе плоскостямъ, параллельнымъ гранямъ a' и b' , но находящимся на другой сторонѣ кристалла. Очевидно, что *если эти плоскости a'_1 и b'_1 были бы дѣйствительныя грани кристалла*, то между направленіями A и B_1 имѣло бы мѣсто равенство совмѣщенія, и ихъ можно было бы совмѣстить поворотомъ, около какойнибудь оси C на нѣкоторый уголъ α .

При построеніи, описанномъ въ приложеніи A и служащемъ для повѣрки закона раціональнаго отношенія между параметрами, каждая грань сливается съ параллельною ей, изъ чего мы заключаемъ, что если какаянибудь грань есть возможная кристаллическая плоскость, то и грань ей параллельная также будетъ возможна. Изъ этого слѣдуетъ, что хотя можетъ быть грани a' и b' , на самомъ дѣлѣ не существуютъ въ кристаллѣ, но *онѣ должны быть возможны*, для того чтобы могли существовать грани a' и b' имъ параллельныя. Но возможность граней a' и b' , обусловливается возможностью такой оси совмѣщенія C , при поворотѣ около которой на уголъ α , A совмѣщается съ B_1 , и грани a и b съ воображаемыми гранями a'_1 и

b'_1 , или, другими словами, дѣлаются параллельными дѣйствительнымъ гранямъ a' и b' , лежащимъ противъ нихъ на другой сторонѣ кристалла. На этомъ основаніи мы можемъ вывести, какіе возможны различные случаи расположенія симметрично-равныхъ направлений въ кристаллѣ. Уголъ, при которомъ производится совмѣщеніе A съ B_1 , можетъ имѣть значенія $0, 60^\circ, 90^\circ, 120^\circ, 180^\circ$. Разсмотримъ каждый изъ этихъ случаевъ отдѣльно:

1) $\alpha = 0$; это значитъ, что A совпадаетъ съ B_1 и что слѣдовательно безъ всякаго поворота a параллельно a' и b параллельно b' . Каждое направленіе симметрично равно противоположному ему направленію и каждой грани кристалла соотвѣтствуетъ другая ей параллельная. Этотъ законъ для краткости будемъ называть *закономъ параллельности граней*.

2) $\alpha = 180^\circ$ (мы представляемъ здѣсь два чертежа фиг. 10 и 11; первый изъ нихъ представляетъ проекцію на плоскость проходящую черезъ воображаемую ось совмѣщенія, а второй—проекцію на плоскость перпендикулярную къ этой оси). Если существуетъ грань a выше бумаги *), то при поворотѣ около оси совмѣщенія C на 180° , эта точка попадетъ въ a'_1 (ниже бумаги на фиг. 10 и выше бумаги на фиг. 11) и будетъ существовать грань ей параллельная a' (выше бумаги на фиг. 10 и ниже бумаги на фиг. 11). Такимъ же образомъ грань b влечетъ за собою существованіе соотвѣтствующей ей грани b' . Очевидно, каждая грань съ соотвѣтствующею ей расположены симметрично относительно плоскости перпендикулярной къ воображаемой оси совмѣщенія C (на фиг. 10 плоскость симметріи есть KK , а на фиг. 11 плоскость бумаги). Симметричное положеніе двухъ граней, относительно т. н. плоскости симметріи обуславливается тѣмъ, что онѣ съ ней пересѣкаются по одной и той же прямой (или по параллельнымъ прямымъ) и что уголъ между перпендикулярами къ этимъ плоскостямъ раздѣляется пополамъ плоскостью симметріи.

Ниже же мы этотъ случай обозначимъ тѣмъ, что будемъ говорить, что *существуетъ такая то плоскость симметріи*. Очевидно

*) См. объясненіе чертежей.

но, при этомъ будутъ симметрично равны каждыя два направленія, симметрично расположенныя относительно плоскости симметріи.

3) $\alpha = 90^\circ$. Если воображаемая ось совмѣщенія будетъ C (фиг. 12), и существуетъ грань a , то при поворотѣ на 90° точка a сливается съ верхнею точкою a' , и будетъ существовать грань a'' , параллельная воображаемой грани a' . При поворотѣ еще на 90° грань a'' сольется съ нижнею гранью проектирующеюся въ точкѣ a , и будетъ существовать поэтому грань ей параллельная a''' верхняя; при поворотѣ еще на 90° точка a''' сольется съ верхнею точкою a' , и будетъ существовать нижняя грань a'' , параллельная воображаемой грани a . Итакъ, существованіе одной грани a влечетъ за собою существованіе еще трехъ граней. Эти грани такимъ образомъ расположены, что двѣ верхнія грани сливаются между собою при поворотѣ около оси C на 180° ; тоже самое имѣетъ мѣсто съ двумя нижними гранями, такъ что ось C есть дѣйствительная ось въ 180° . Положеніе же нижнихъ граней относительно верхнихъ такое, что двѣ грани, параллельныя нижнимъ, образуютъ съ верхними гранями правильную 4-хъ гранную пирамиду. Этотъ родъ симметріи мы будемъ называть *сфероидальною симметріею*. При этомъ равенство совмѣщенія имѣетъ мѣсто между какими угодно двумя направленіями, которыя сливаются при поворотѣ около оси C на 180° , а имъ симметрично равны будутъ два направленія, противоположныя тѣмъ направленіямъ, съ которыми сливаются первыя при поворотѣ около C на 90° .

4) $\alpha = 60^\circ$. Пусть будетъ C (фиг. 13) воображаемая ось совмѣщенія, и a какая нибудь существующая грань. При поворотѣ около оси C на 60° , a совпадаетъ съ верхнею точкою a' , и будетъ существовать нижняя грань a'' параллельная воображаемой грани a' . При поворотѣ еще на 60° , грань a'' сливается съ нижнею гранью a' , и будетъ существовать грань ей параллельная, верхняя a''' . При новомъ поворотѣ на 60° грань a''' сливается съ верхнею гранью a' , и будетъ существовать грань ей параллельная, нижняя a'' . При новомъ поворотѣ на 60° , эта грань совпадаетъ съ нижнею a' , и будетъ существовать грань ей параллельная, верхняя a''' , которая при новомъ поворотѣ на 60° сливается съ верх-

нею гранью a' , и будетъ существовать грань ей параллельная, нижняя грань a'' . Итакъ существованіе одной грани влечетъ за собою существованіе еще 5-ти граней, всѣ вмѣстѣ онѣ образуютъ двойную правильную 3-хъ гранную пирамиду. Этотъ законъ симметріи тождественъ съ закономъ, даннымъ одновременнымъ существованіемъ плоскости симметріи и оси совмѣщенія съ 120° , ей перпендикулярной. Совмѣстимо равными здѣсь будетъ каждыя три направленія, совмѣщающіяся при поворотѣ около оси C на 120° , а имъ симметрично равны три направленія, расположенныя симметрично съ первыми относительно плоскости перпендикулярной къ оси C .

5) $\alpha = 120^\circ$. Пусть C (фиг. 14) будетъ воображаемая ось совмѣщенія, и a какая нибудь существующая грань. При поворотѣ на 120° эта грань сливается съ a'' и будетъ существовать параллельная ей грань a' , которая при новомъ поворотѣ на 120° сольется съ нижнею гранью a' , вслѣдствіе чего будетъ существовать верхняя грань a'' параллельная воображаемой грани a' . При новомъ поворотѣ на 120° грань a'' сольется съ a , вслѣдствіе чего будетъ существовать нижняя грань a''' ей параллельная; эта же послѣдняя при новомъ поворотѣ на 120° сольется съ a' , вслѣдствіе чего будетъ существовать верхняя грань a'' , которая въ свою очередь влечетъ за собою существованіе нижней грани a' параллельной уже существующей грани a'' . Итакъ, совокупностью всѣхъ 6-и плоскостей, по необходимости существующихъ вмѣстѣ, образуется ромбоэдръ. Этотъ законъ симметріи можно замѣнить одновременнымъ существованіемъ оси совмѣщенія въ 120° съ закономъ параллельности. Какое нибудь направленіе будетъ симметрично равно съ направленіемъ прямо ему противоположнымъ и совмѣстимо равно съ тѣми направленіями, съ которыми оно совмѣщается при поворотѣ около оси C на 120° .

§ 14. Для того чтобы посмотрѣть, какія возможны совокупленія законовъ симметріи съ осями совмѣщенія, мы одиннадцать случаевъ §§ 10, 11 и 12 сначала совокупимъ съ закономъ параллельности и, получивъ при этомъ одиннадцать новыхъ случаевъ, мы всѣ 22 случая совокупимъ съ плоскостью симметріи всѣми возможными способами, и за этимъ прибавимъ законъ сфенойдаль-

ной симметріи къ тѣмъ изъ прежде полученныхъ случаевъ, къ которымъ этотъ законъ можетъ быть прибавленъ. Такимъ образомъ мы получимъ всѣ возможные случаи совокупленія осей совмѣщенія съ законами симметріи. О законахъ симметріи 4 и 5 предыдущаго § намъ при этомъ заботиться нечего; такъ какъ они суть не что иное, какъ совокупленіе плоскости симметріи или закона параллельности съ осью совмѣщенія, то они сами собою взойдутъ въ полученные вышеизложеннымъ способомъ совокупленія.

§ 15. Приступая къ вышеизложенному совокупленію осей совмѣщенія съ законами симметріи мы замѣтимъ что:

1) *Ось совмѣщенія въ 180° , 90° или 60° вмѣстѣ съ закономъ параллельности даютъ плоскость симметріи, перпендикулярную къ оси совмѣщенія.* Въ самомъ дѣлѣ, если C (фиг. 15) есть ось совмѣщенія въ 180° , 90° или 60° , то существованіе верхней грани a влечетъ за собою существованіе другой верхней грани a' ; если при этомъ имѣетъ мѣсто законъ параллельности, то будутъ существовать и нижнія грани a и a' . Слѣдовательно существуетъ и плоскость симметріи перпендикулярная къ оси C .

2) *Существованіе плоскости симметріи и оси совмѣщенія въ 180° , 90° или 60° къ ней перпендикулярной, влечетъ за собою законъ параллельности.* Въ самомъ дѣлѣ, если существуетъ верхняя грань a (фиг. 15), то вслѣдствіе плоскости симметріи будетъ существовать и нижняя грань a , а вслѣдствіе существованія оси въ 180° , 90° или 60° и верхняя и нижняя грани a' , которыя и будутъ параллельны обѣимъ гранямъ a .

3) *Существованіе двухъ плоскостей симметріи, пересѣкающихся подъ угломъ α , влечетъ за собою существованіе оси совмѣщенія въ 2α направленной по прямой ихъ пересѣченія.* Пусть будутъ двѣ плоскости симметріи BAV' и SAC' (фиг. 16), пересѣкающихся подъ угломъ $BAC = \alpha$. Существованіе грани a влечетъ за собою существованіе другой грани a' , симметрично съ ней расположенной относительно плоскости BAV' , такъ что a и a' лежатъ на одномъ и томъ же маломъ кругѣ, котораго центръ есть A . Грани a'' и a''' , симметрично съ ними расположенныя относительно плоскости SAC' лежатъ на томъ же маломъ кругѣ, и легко

убѣдиться въ томъ, что при поворотѣ около оси A на уголъ 2α грань a совмѣстится съ гранью a'' и грань a' съ гранью a''' . Изъ этого слѣдуетъ, что прямая A есть ось совмѣщенія въ 2α .

4) Легко понятна также и справедливость обратнаго предложенія, — что существованіе оси совмѣщенія въ 2α и плоскости симметріи через нее проходящей влечетъ за собою существованіе другой плоскости симметріи, проходящей через ту же ось совмѣщенія и образующей съ первою плоскостью уголъ α .

§ 16. Вслѣдствіе § 15, 1 при совокупленіи закона параллельныхъ съ различными случаями расположенія осей совмѣщенія, исчисленныхъ въ §§ 10, 11 и 12, мы получимъ плоскости симметріи перпендикулярныя къ каждой изъ осей совмѣщенія въ 180° , 90° и 60° .

1) Случай § 10, $2A$ (Фиг. 27) даетъ 9 плоскостей симметріи, изъ которыхъ три проходятъ черезъ оси въ 90° , а остальные 6 черезъ каждыя 2 оси въ 120° . (Фиг. 28. ¹)

2) Случай § 11 (Фиг. 29) даетъ три плоскости симметріи взаимно перпендикулярныя, проходящія черезъ оси въ 180° въ равномъ разстояніи отъ осей въ 120° . (Фиг. 30.)

3) Случай § 10, $2B$ (Фиг. 32) даетъ 5 плоскостей симметріи, изъ нихъ 4, проходящія черезъ ось въ 90° и по одной оси въ 180° , пересѣкаются подъ углами въ 45° , а пятая, проходящая черезъ ось въ 180° , къ нимъ перпендикулярна. (Фиг. 33.)

4) Случай § 12 (Фиг. 35), въ которомъ одна только ось въ 90° , даетъ плоскость симметріи перпендикулярную къ этой оси въ 90° . (Фиг. 36.)

5) Случай § 10, $3A$ (Фиг. 38) даетъ три плоскости симметріи, взаимно перпендикулярныя, проходящія черезъ оси въ 180° . (Фиг. 39.)

6) Случай § 12 (Фиг. 41), въ которомъ всего одна ось въ 180° даетъ плоскость симметріи перпендикулярную къ этой оси въ 180° . (Фиг. 42.)

7) Случай § 10, 1 (Фиг. 44) даетъ 7 плоскостей симметріи,

¹) Пересѣченія плоскостей симметріи съ шаромъ мы обозначили толстыми черными линіями.

изъ которыхъ 6, пересѣкающихся подъ углами въ 30° , проходятъ черезъ ось въ 60° и по одной оси въ 180° , а 7-я къ нимъ перпендикулярна. (Фиг. 45.)

8) Случай § 12 (фиг. 50), въ которомъ существуетъ всего одна ось въ 60° , даетъ плоскость симметріи перпендикулярную къ этой оси въ 60° . (Фиг. 51.)

9) Случай § 10, 3B (фиг. 47) даетъ 3 плоскости симметріи, пересѣкающіяся подъ углами въ 60° , проходящія черезъ ось въ 120° и по серединѣ между двумя осями въ 180° . (Фиг. 48.)

10) Случай § 12 (фиг. 53), въ которомъ всего одна ось въ 120° , не даетъ вовсе плоскости симметріи; это есть 5-й случай симметріи § 13, который мы и тамъ представили просто какъ совокупленіе осей въ 120° съ закономъ параллельности. (Фиг. 56.)

11) Случай § 12 (фиг. 58), въ которомъ нѣтъ вовсе осей совмѣщенія, даетъ случай характеризующійся однимъ только закономъ параллельности. (Фиг. 57.)

§ 17. Изъ § 13 видно, что плоскость симметріи только тогда возможна, когда возможна ось въ 180° къ ней перпендикулярная. По этому къ вышеприведеннымъ 22 случаямъ §§ 10, 11, 12 и 16, мы въ правѣ прибавлять только такія плоскости симметріи, которыя перпендикулярны къ возможнымъ осямъ въ 180° . Если же прибавимъ плоскость симметріи перпендикулярную къ дѣйствительно существующей оси въ 180° (90° или 60°), то мы попадаемъ въ повторенія, потому что тогда въ слѣдствіе § 15, 2 будетъ имѣть мѣсто законъ параллельности, который уже былъ разсмотренъ въ совокупленіи съ осями совмѣщенія. Также нечего прибавлять плоскостей симметріи къ 11-и случаямъ предыдущаго параграфа, въ которыхъ существуетъ уже законъ параллельности, потому что отъ прибавленія новой плоскости симметріи прибавится новая ось въ 180° , а соединенія всѣхъ возможныхъ совокупленій осей совмѣщенія съ закономъ параллельности уже были разсмотрены. Остается, значитъ, прибавлять плоскости симметріи только къ такимъ случаямъ, §§ 10, 11 и 12, которые отъ прибавленія новыхъ осей въ 180° могутъ переходить въ другіе изъ этихъ же случаевъ. Мы тогда должны прибавлять плоскости симметріи перпендикулярно къ такимъ осямъ въ 180° , которыя

могли бы быть, хотя на самомъ дѣлѣ онѣ не существуютъ. Рассматривая съ этой точки зрѣнія случаи §§ 10, 11 и 12 мы видимъ:

1) Что случай § 11 (фиг. 29) переходитъ въ случай § 10, 2А (фиг. 27) отъ прибавленія осей въ 180° , направленныхъ по ромбическимъ осямъ. Если прибавимъ плоскость симметріи перпендикулярную къ одной изъ этихъ осей, то въ слѣдствіе существованія осей въ 120° , мы будемъ имѣть *6 такихъ плоскостей симметріи, изъ которыхъ каждая будетъ перпендикулярна къ одной изъ ромбическихъ осей.* (Фиг. 31.)

2) Случай § 12, въ которомъ существуетъ всего одна ось въ 90° (фиг. 35), отъ прибавленія оси въ 180° , переходитъ въ случай § 10, 2В (фиг. 32). Прибавляя плоскость симметріи перпендикулярную къ этой оси, мы получимъ, въ слѣдствіе существованія оси въ 90° на основаніи § 15, 4, *четыре плоскости симметріи пересѣкающихся по этой оси въ 90° , каждыя двѣ смежныя подъ углами въ 45° .* (Фиг. 37.)

3) Случай § 10, 3А (фиг. 38) отъ прибавленія оси въ 180° , раздѣляющей пополамъ уголъ между двумя уже существующими осями въ 180° , обращается въ случай § 10, 2В (фиг. 32). Если прибавить плоскость симметріи перпендикулярную къ этой воображаемой оси въ 180° , то въ слѣдствіе § 15, 4, получимъ всего *такихъ плоскостей симметріи двѣ, пересѣкающихся по одной изъ осей въ 180° и раздѣляющихъ пополамъ углы между двумя другими.* (Фиг. 40.)

Къ этому случаю § 10, 3А (фиг. 38), мы могли бы прибавить и другія оси въ 180° и, значитъ, плоскости симметріи имъ перпендикулярныя; но дѣйствительно существующія оси въ 180° случая § 10, 3А, не будутъ расположены симметрично относительно такихъ плоскостей симметріи, а потому существованіе ихъ влекло бы за собою дѣйствительное существованіе новыхъ осей совмѣщенія, изъ чего видно, что случаи, которые мы можемъ получить этимъ путемъ, совпадутъ съ случаями полученными изъ другихъ комбинацій осей совмѣщенія отъ прибавленія такихъ плоскостей симметріи, которыя не влекутъ за собою существованіе **новыхъ осей совмѣщенія.**

4) Случай § 12, въ которомъ существуетъ одна только ось въ 180° (фиг. 41), отъ прибавленія оси въ 180° къ ней перпендикулярной переходитъ въ случай § 10, 3А (фиг. 38). Прибавляя плоскость симметріи перпендикулярную къ этой воображаемой оси въ 180° , мы получимъ въ слѣдствіе § 15, 4 еще и *другую плоскость симметріи, также проходящую черезъ существующую ось въ 180° перпендикулярно къ первой.* (Фиг. 43.)

Если прибавить еще плоскость симметріи, проходящую черезъ эту ось, то въ слѣдствіе § 15, 3 ось въ 180° измѣняетъ свой характеръ (т. е. переходитъ или въ ось въ 90° и въ 60°) и случай этотъ совпадаетъ съ однимъ изъ тѣхъ, которые получаются другимъ путемъ. Прибавлять же плоскости симметріи не проходящія черезъ существующую ось въ 180° также нечего, на основаніи замѣчанія, сдѣланнаго при предыдущемъ пунктѣ.

5) Къ случаю § 12, въ которомъ не существуетъ ни одна ось совмѣщенія (фиг. 58), мы можемъ прибавить произвольную *плоскость симметріи* и получимъ случай фиг. 46.

Другой плоскости симметріи, кромѣ этой прибавлять нечего, потому что тогда явится и ось совмѣщенія. (§ 15, 3.)

6) Если къ случаю § 10, 3В, (фиг. 47) прибавить ось въ 180° , раздѣляющую пополамъ уголъ между существующими осями, то мы получимъ случай § 10, 1 (фиг. 44). Изъ этого видно, что здѣсь можно прибавить плоскость симметріи, которая будетъ проходить черезъ ось въ 120° и одну существующую ось въ 180° ; въ слѣдствіе свойства оси въ 120° такихъ *плоскостей симметріи будетъ 3, проходящихъ каждая черезъ ось въ 120° и одну изъ осей въ 180° и въ слѣдствіе § 15, 4 будетъ существовать еще 4-я плоскость симметріи, перпендикулярная къ тремъ первымъ и проходящая черезъ всѣ оси въ 180° .* (Фиг. 49.)

Къ этому случаю, на основаніи сдѣланныхъ выше замѣчаній, также нечего прибавлять плоскостей симметріи, относительно которыхъ существующія оси не будутъ расположены симметрично. Плоскость симметріи же, проведенная черезъ оси въ 180° влечетъ за собою существованіе трехъ другихъ плоскостей, проходящихъ черезъ ось въ 120° , такъ что это есть случай уже разсмотрѣнный въ семь же пунктѣ.

7) Отъ прибавленія къ случаю § 12, въ которомъ существуетъ одна ось въ 60° (Фиг. 50), оси въ 180° этотъ случай переходитъ въ случай § 10, 1 (Фиг. 44). Здѣсь возможно по этому прибавить плоскость симметріи, проходящую черезъ ось въ 60° , и такихъ *плоскостей симметріи* тогда по необходимости будетъ 6 (§ 15, 4) *пересекающихся все по оси въ 60° , такъ что уголъ между двумя смежными плоскостями будетъ 30°* . (Фиг. 52.)

8) Отъ прибавленія къ случаю § 12, въ которомъ существуетъ всего одна ось въ 120° (Фиг. 53), оси въ 180° совпадающей съ осью въ 120° , мы получимъ случай § 12, въ которомъ всего одна ось въ 60° (Фиг. 50). Поэтому мы имѣемъ право къ этому случаю прибавить *плоскость симметріи перпендикулярную къ оси въ 120°* и получимъ случай симметріи § 14, 4. (Фиг. 54.)

9) Отъ прибавленія къ тому же случаю § 12, въ которомъ всего одна ось въ 120° (Фиг. 53), оси въ 180° ей перпендикулярной, мы получимъ случай § 10, 3B (Фиг. 47), мы по этому вправѣ здѣсь прибавить плоскость симметріи, проходящую черезъ ось въ 120° ; такихъ *плоскостей симметріи* тогда по необходимости будетъ *три пересекающихся по оси въ 120° подъ углами въ 60°* . (Фиг. 55.)

Прибавленіе другихъ плоскостей симметріи влечетъ за собою существованіе новыхъ осей совмѣщенія.

Отъ прибавленія къ случаю (Фиг. 32) оси въ 180° , раздѣляющей пополамъ уголъ между осью въ 90° и одною осью въ 180° , случай этотъ переходитъ въ изображенный на Фиг. 27. Прибавленіе плоскости симметріи перпендикулярной къ новой оси въ 180° влечетъ за собою новую ось въ 90° , изъ чего видно, что этотъ случай уже долженъ быть полученъ другимъ путемъ.

Остальные два случая совокупленія осей совмѣщенія, а именно: § 10, 2A (Фиг. 27) и § 10, 1 (Фиг. 44), суть такія, къ которымъ новыхъ осей въ 180° прибавить невозможно, а потому и нельзя къ нимъ прибавить плоскостей симметріи, не влекущихъ за собою закона параллельности.

§ 18. Остается комбинировать съ предыдущими случаями сферической симметрію § 13, 3. Для этого замѣтимъ, что этотъ законъ можетъ существовать только тамъ, гдѣ существуетъ ось

въ 180° , которая можетъ обратиться въ ось въ 90° . Изъ различныхъ комбинацій осей совмѣщенія этотъ случай имѣетъ мѣсто только въ комбинаціяхъ § 11 (фиг. 29), § 10, 3А (фиг. 38) и случая § 12, въ которомъ одна только ось въ 180° (фиг. 41) и въ случаяхъ отъ нихъ производимыхъ прибавленіемъ плоскостей симметріи, (фиг. 31, 40, 43), или закона параллельности, (фиг. 30, 39, 42). Покажемъ сначала, что если комбинировать сфенойдальную симметрію съ случаемъ § 10, 3А, трехъ взаимно перпендикулярныхъ осей въ 180° (фиг. 38), то получимъ случай § 17, 3, (фиг. 40). Въ самомъ дѣлѣ по закону сфенойдальной симметріи, если ось въ 180° C (фиг. 17), будетъ осью этой симметріи, то будутъ существовать вмѣстѣ 4 грани a, a', a'' и a''' . Существованіе другой оси DD въ 180° перпендикулярной къ оси C , влечетъ за собою существованіе 4-хъ новыхъ граней b, b', b'' и b''' . Эти 8 граней очевидно расположены симметрично относительно двухъ плоскостей FF и GG , проходящихъ черезъ ось сфенойдальной симметріи C и раздѣляющихъ пополамъ углы между двумя другими осями въ 180° . Итакъ, прибавленіе сфенойдальной симметріи къ случаю § 10, 3А, даетъ намъ случай § 17, 3 (фиг. 40), уже полученный другимъ путемъ.

Такъ какъ въ случаѣ § 11 (фиг. 29), также существуютъ три взаимно перпендикулярныя оси въ 180° , то прибавленіе къ нему закона сфенойдальной симметріи также даетъ намъ двѣ плоскости симметріи, проходящія черезъ оси въ 120° ; по свойству же этихъ послѣднихъ осей, такихъ плоскостей всего будетъ 6 и мы получимъ случай § 17, 1, (фиг. 31), уже прежде найденный. Тутъ всѣ оси въ 180° уже обратились въ оси сфенойдальной симметріи, такъ что дальнѣйшее прибавленіе къ этому случаю этой симметріи не возможно. Къ случаю же § 17, 3, (фиг. 40), мы еще можемъ прибавить сфенойдальную симметрію относительно другой оси въ 180° , но тогда очевидно и этотъ случай обратится въ случай § 17, 1, (фиг. 31).

Единственный новый случай мы получимъ, прибавляя сфенойдальную симметрію къ случаю § 12, въ которомъ всего одна ось въ 180° (фиг. 41); мы тогда получимъ чистую сфенойдальную симметрію безъ всякихъ прибавленій. (Фиг. 34).

Къ случаямъ, происшедшимъ отъ выше рассмотренныхъ трехъ (фиг. 29, 38 и 41), прибавленіемъ закона параллельности, нечего прибавлять сфенойдальной симметріи, потому что эта симметрія въ соединеніи съ закономъ параллельности даетъ ось совмѣщенія въ 90° . Также не трудно видѣть, что прибавленіе сфенойдальной симметріи къ случаю § 17, 4 (фиг. 43) даетъ случай уже полученный § 17, 3 (фиг. 40).

ГЛАВА IV.

Обзоръ кристаллографическихъ группъ.

§ 19. Для лучшаго обзора установленныхъ нами 32 кристаллографическихъ группъ, соединимъ въ болѣе обширныя группы или *системы* тѣ изъ нихъ, которыя обладаютъ извѣстными сходными качествами. Эти системы, соединяющія въ себѣ по нѣскольку изъ нашихъ группъ будутъ тѣ же самыя, которыя вообще устанавливаются въ кристаллографіяхъ подъ названіемъ кристаллическихъ системъ.

Такимъ образомъ 5 группъ (фиг. 27, 28, 29, 30 и 31), характеризуемая присутствіемъ болѣе одной оси въ 120° , образуютъ *правильную кристаллографическую систему*. 7 группъ (фиг. 32, 33, 34, 35, 36, 37 и 40), характеризуемая присутствіемъ одной только оси въ 90° или сфенойдальной симметріи, ее замѣняющей, составляютъ *квадратную кристаллографическую систему*. 3 группы (фиг. 38, 39 и 43), характеризуемая присутствіемъ трехъ взаимно перпендикулярныхъ осей въ 180° или плоскостей симметріи, замѣняющихъ оси въ 180° имъ перпендикулярныя, или существующихъ вмѣстѣ съ ними, составляютъ *ромбическую систему*. 3 группы (фиг. 41, 42 и 46), характеризуемая присутствіемъ одной только оси въ 180° или плоскости симметріи перпендикулярной къ этой оси и существующей или вмѣстѣ съ этою осью или ее замѣняющей—составляютъ *систему моноклиноэдрическую*. Двѣ группы (фиг. 57 и 58), характеризуемая отсутствіемъ всякой оси совмѣщенія и плоскости симметріи, составляютъ *триклинноэдриче-*

скую систему. 12 группъ (Фиг. 44, 45, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55 и 56), характеризуемая присутствіемъ не болѣе одной оси въ 120° или въ 60° составляютъ *гексагональную систему*.

§ 20. Покажемъ теперь, какимъ образомъ группы, составляющія каждую изъ этихъ системъ, соотвѣтствуютъ принятымъ вообще въ кристаллографіяхъ подраздѣленіямъ системъ. Въ этихъ подраздѣленіяхъ мы будемъ употреблять терминологию Наумана, какъ наиболѣе развитую. При этомъ мы обратимъ вниманіе на означенныя на нашихъ фигурахъ грани, составляющія общую простую форму, или совокупность всѣхъ граней, которыя должны существовать вмѣстѣ съ одною какою нибудь данною гранью ¹⁾.

А. Правильная система.

1) Фиг. 28 соотвѣтствуетъ голоэдрическимъ формамъ этой системы. Общая форма есть 48-и гранникъ. Совмѣстимо равны между собою 24 направленія, расположенныя какъ перпендикуляры къ 24-мъ попеременно-мъ гранямъ, а имъ симметрично равны направленія прямо имъ противоположныя.

2) Фиг. 27 соотвѣтствуетъ попеременно-плоскостной геміэдри. Общая форма есть пентагональный 24-хъ гранникъ, получаемый изъ 48-и гранника пропусканіемъ попеременно-мъ плоскостей. Совмѣстимо равны между собою тѣ же направленія какъ и въ предыдущей группѣ, т. е. направленія расположенныя какъ перпендикуляры къ гранямъ основной формы. Симметрично равныхъ направленій вовсе нѣтъ. Геміэдриа эта, хотя и приводится у Наумана, но въ природѣ она еще не открыта.

¹⁾ На фигурахъ совмѣстимо равныя направленія обозначены одинаковыми буквами, или *a* или *b* и притомъ такимъ образомъ, что направленія *a* совмѣстимо равны между собою, а имъ симметрично равны направленія *b*, которыя въ свою очередь, также совмѣстимо равны между собою. Направленія, проведенныя изъ центра къ нижней половинѣ шара, обозначены *a'* и *b'*. Въ тѣхъ фигурахъ, гдѣ проекціи верхняго и нижняго направленія совпадаютъ въ одну точку, знаки ихъ поставлены рядомъ. Тѣ самыя точки, которыя обозначаютъ равныя направленія, обозначаютъ также и точки касанія съ шаромъ граней простой общей формы, причемъ тѣ изъ этихъ точекъ, которыя проходятъ выше бумаги, обозначены крестикомъ, а приходящіяся ниже — кружкомъ. Если же точки касанія верхней и нижней плоскости совпадаютъ, то такая точка обозначена крестикомъ, обведеннымъ кружкомъ.

3) Фиг. 31 соотвѣтствуетъ тетраэдрической геміэдріи. Общая форма есть гексакись-тетраэдъ, получаемый изъ 48-и гранника пропусканіемъ попеременно-нхъ октаэдрическихъ группъ граней. Совмѣстимо равны между собою половинное число направленій противъ предыдущей группы, или 12 направленій расположенныхъ какъ перпендикуляры къ попеременно-нмъ гранямъ общей формы, и симметрично равны предыдущимъ другія 12 направленій, расположенныхъ какъ перпендикуляры къ другимъ 12-и гранямъ общей формы, т. е. такія направленія, которыя въ голоэдрическихъ формахъ также были симметрично равны первымъ направленіямъ, но которыя въ попеременно-плоскостной геміэдріи имъ вовсе не были равны.

4) Фиг. 30 соотвѣтствуетъ додекаэдрической геміэдріи. Общая форма есть діакись-додекаэдръ (или ломанный пентагональный додекаэдръ), получаемый изъ 48-и гранника пропусканіемъ паръ плоскостей, лежащихъ у попеременно-нхъ среднихъ ребръ. Совмѣстимо равны между собою тѣ же направленія, какъ и въ тетраэдрической геміэдріи, но симметрично имъ равны другія, а именно направленія прямо противоположныя первымъ.

5) Фиг. 29 соотвѣтствуетъ тетартоэдріи. Общая форма есть тетраэдрической пентагональный додекаэдръ, который можно получить изъ 48-и гранника пропусканіемъ попеременно-нхъ октаэдрическихъ группъ граней, и въ остающихся группахъ еще попеременно-нхъ граней. Совмѣстимо равны между собою тѣ же самыя направленія, какъ и тетраэдрической и пентагональной геміэдріи; но симметрично имъ равныхъ направленій вовсе нѣтъ.

Б. Квадратная система.

1) Фиг. 33 соотвѣтствуетъ голоэдрическимъ формамъ. Общая форма есть двойная дитетрагональная или 8-и сторонняя пирамида. Совмѣстимо равны между собою 8 направленій, расположенныхъ, какъ перпендикуляры къ попеременно-нмъ плоскостямъ основной формы, или, если выразиться иначе, 4 направленія совмѣщающіяся при поворотѣ на 90° , около оси совмѣщенія въ 90° и 4 другихъ направленія, находящихся съ первыми въ одинаковыхъ

расстояніяхъ отъ одного и того же конца какой нибудь оси въ 180° , и отъ противоположныхъ концовъ оси въ 90° . Симметрично равны этимъ 8-и направленіямъ другія 8 направленій, прямо противоположныя первымъ.

2) Фиг. 32 соотвѣтствуетъ трапецоэдрической геміэдріи. Общая форма есть тетрагональный трапецоэдръ. Совмѣстимо равны между собою тѣ же самыя направленія какъ и въ голоэдрическихъ формахъ, но направленій симметрично равныхъ вовсе нѣтъ.

3) Фиг. 40 соотвѣтствуетъ сфенойдальной геміэдріи. Общая форма есть тетрагональной скаленоэдръ. Совмѣстимо равны 4 направленія, расположенныя симметрично относительно оси сфенойдальной симметріи и относительно одной изъ другихъ осей въ 180° , и симметрично равны первымъ, 4 направленія расположены симметрично съ первыми относительно одной изъ плоскостей симметріи. Другими словами, совмѣстимо равныя направленія расположены одинаково съ перпендикулярами къ двумъ парамъ граней, пересѣкающихъ по противоположнымъ среднимъ ребрамъ, тогда какъ симметрично имъ равныя, расположены какъ перпендикуляры къ прочимъ гранямъ общей формы.

4) Фиг. 36 соотвѣтствуетъ пирамидальной геміэдріи. Общая форма есть 4-хъ или гранная квадратная пирамида. Совмѣстимо равны будутъ какія нибудь 4 направленія, которыя совмѣщаются при поворотѣ около оси въ 90° на 90° , и имъ симметрично равны 4 направленія, расположенныя съ первыми симметрично относительно плоскости симметріи. Другими словами, 4 равныя направленія расположены какъ перпендикуляры къ гранямъ верхней или нижней пирамиды, а симметрично равныя имъ направленія какъ перпендикуляры къ гранямъ противоположной пирамиды.

5) Фиг. 34 соотвѣтствуетъ сфенойдальной тетартоэдріи. Общая форма есть тетрагональный сфенойдъ. Совмѣстимо равны два направленія симметрично расположенныя относительно оси сфенойдальной симметріи, и симметрично равны первымъ два направленія, которыя прямо противоположны тѣмъ направленіямъ, съ которыми совпадаютъ первыя два направленія при поворотѣ около оси симметріи на 90° . Другими словами, совмѣстимо рав-

ныя направленія будутъ расположены какъ перпендикуляры къ двумъ гранямъ сходящимся къ одному концу этой оси, а симметрично имъ равныя какъ перпендикуляры къ гранямъ, сходящимся къ другому концу.

6) Фиг. 37 соотвѣтствуетъ гемиморфіи голоэдрическихъ формъ. Общая форма есть одна половина дитетрагональной пирамиды, въ которой сохранены грани сходящіяся на одной изъ концевъ оси въ 90° . Совмѣстимо равны 4 направленія, совмѣщающіяся при поворотахъ около оси въ 90° на 90° , и симметрично равны имъ 4 направленія, расположенныя симметрично первымъ относительно плоскостей симметріи. Другими словами, совмѣстимо равныя направленія расположены какъ перпендикуляры къ попеременнымъ гранямъ основной формы, а имъ симметрично равныя какъ перпендикуляры къ остальнымъ гранямъ.

7) Фиг. 35 соотвѣтствуетъ гемиморфіи пирамидальной и трапецеидальной геміэдріи. Основная форма есть половина квадратной пирамиды, въ которой сохранены плоскости, сходящіяся на одномъ концѣ оси въ 90° . Совмѣстимо равны суть 4 направленія, совмѣщающіяся при поворотахъ на 90° около оси въ 90° . Эти направленія расположены какъ перпендикуляры къ гранямъ основной формы. Направленій симметрично равныхъ вовсе нѣтъ.

Примѣчаніе. Изъ приведенныхъ выше группъ, трапецеэдрическая геміэдрія имѣетъ въ природѣ одного только представителя, а именно Вульфенитъ, который, по всей вѣроятности, кристаллизуется по закону этой геміэдріи. Для сфеноидальной же тетартоедріи и двухъ родовъ гемиморфій въ природѣ, представителей не открыто. Эта тетартоедрія, однако, приводится Науманомъ, но объ гемиморфіяхъ онъ умалчиваетъ, вѣроятно, не потому, что онъ ихъ считаетъ невозможными, но вообще на гемиморфіи онъ обращаетъ мало вниманія. За то приводится Науманомъ еще нѣсколько группъ квадратной системы, которыя мы считаемъ невозможными; формы же къ нимъ причисляемыя мы считаемъ принадлежащими къ другимъ системамъ. Эти группы суть:

1) Ромботинная геміэдрія, формы которой мы причисляемъ къ ромбической системѣ. Главнымъ представителемъ этой геміэдріи считался гармотомъ, который однако нынѣ Descloizeaux (Man. de

Minér. I, 413) по новымъ своимъ изслѣдованіямъ причисляетъ къ ромбической системѣ ¹⁾. Къ этой же геміэдріи Guiscardi (Kenggott, Uebersicht. 1859, 85) причисляетъ гуаринитъ; оптическія свойства этого минерала однако не изслѣдованы, а потому принадлежность его къ квадратной системѣ подвержено сомнѣнію. Такъ какъ въ кислотѣ фосфорнокислотѣ натрѣ, причисляемомъ Митчерлихомъ къ ромбической системѣ (Rammelsberg, Kryst. Chemie, 129), отношеніе макродіагонали къ главной оси въ одномъ изъ видоизмѣненій этой соли есть какъ 2 : 1, то можно было бы и эту соль причислить къ ромботипной геміэдріи квадратной системы. Этого однако никто не дѣлаетъ, и оптическія изслѣдованія по всей вѣроятности показали бы, что форма эта ромбическая.

2) Ромботипная тетартоэдрія, которая по нашему есть не что иное, какъ сфенойдальная геміэдрія ромбической системы. Не открыто пока тѣлъ, которыя можно было бы причислить къ этой тетартоэдріи.

3) Гемиморфія сфенойдальной геміэдріи, которая по нашему есть не что иное какъ гемиморфія голоэдрическихъ формъ ромбической системы. Къ этой гемиморфіи относитъ Вертеръ (Journ. f. prakt. Chemie 35, 51) мочевины, въ которой однако гемиморфизмъ проявляется только относительно основной плоскости, рѣдко встрѣчающейся, тогда какъ сфенойдъ и призма 1-го рода являются всегда съ полнымъ числомъ граней, что противно характеру этой гемиморфіи. Поэтому исчезаніе одной изъ основныхъ плоскостей надобно считать случайностью и относить формы мочевины къ сфенойдальной геміэдріи до тѣхъ поръ, пока не будетъ доказано, что кристаллы мочевины по физическимъ своимъ свойствамъ, а именно относительно появленія электрической полярности при нагрѣваніи, имѣютъ характеръ гемиморфической. Сказанное здѣсь о мочевины примѣняется и къ тому видоизмѣненію рутила, которое согласно Гайдинггеру (Kokscharof, Materialien IV, 36), является сфенойдальною геміэдріею съ гемиморфнымъ проявленіемъ основной плоскости.

4) Особенная мероздрія, которая по нашему есть не что иное,

¹⁾ См. ниже о ромбической системѣ.

какъ голоэдрія моноклиноэдрической системы. Мероэдрія эта была установлена на основаніи изслѣдованій Густава Розе надъ сульфаминовымъ аммоніемъ (Pogg. Ann. 47, 476), но измѣренія представляютъ слишкомъ малую точность, чтобы доказать, что форма дѣйствительно можетъ быть отнесена къ осямъ квадратной системы, и при томъ нѣтъ оптическихъ изслѣдованій, подтверждающихъ принадлежность этой формы къ квадратной системѣ.

В. Гексагональная система.

1) Фиг. 45 соотвѣтствуетъ голоэдріи. Общая форма есть дигексагональная пирамида. Совмѣстимо равны 12 направленій, изъ которыхъ 6 совмѣщаются при послѣдовательныхъ поворотахъ на 60° около оси въ 60° , а другія 6 расположены симметрично съ первыми относительно осей въ 180° ; симметрично равны первымъ другія 12 направленій имъ прямо противоположныхъ. Совмѣстимо равныя направленія расположены какъ перпендикуляры къ попеременнымъ гранямъ основной формы, а симметрично имъ равныя какъ перпендикуляры къ остальнымъ гранямъ этой формы.

2) Фиг. 44 соотвѣтствуетъ трапецоэдрической геміэдріи. Общая форма гексагональный трапецоэдръ. Совмѣстимо равныхъ направленій 12, расположенныхъ точно также какъ и въ голоэдрическихъ формахъ; симметрично равныхъ направленій вовсе нѣтъ. Эта геміэдрія приводится Науманомъ, хотя въ природѣ не найдено тѣлъ кристаллизующихся въ формахъ къ ней принадлежащихъ.

3) Фиг. 48 соотвѣтствуетъ ромбоэдрической геміэдріи. Общая форма есть гексагональный скаленоэдръ. Совмѣстимо равны 6 направленій, изъ которыхъ три совмѣщаются при поворотахъ на 120° около оси въ 120° , а три другія расположены симметрично съ первыми относительно осей въ 180° ; симметрично равны этимъ 6-и направленіямъ другія 6 прямо имъ противоположныхъ. Совмѣстимо равныя направленія расположены какъ перпендикуляры къ парамъ граней, лежащихъ у попеременныхъ среднихъ ребръ скаленоэдра, а симметрично имъ равныя какъ—перпендикуляры къ остальнымъ гранямъ этой формы.

4) Фиг. 51 соответствует пирамидальной геміэдріи. Общая форма есть гексагональная пирамида 3-го рода. Совмѣстимо равны 6 направлений, совмѣщающихся при послѣдовательныхъ поворотахъ на 60° около оси въ 60° , и симметрично имъ равны 6 другихъ направлений, расположенныхъ симметрично первымъ относительно плоскости симметріи. Первые расположены какъ перпендикуляры къ гранямъ общей формы, сходящимся къ одному изъ концовъ оси въ 160° , а симметрично имъ равныя какъ перпендикуляры къ гранямъ, сходящимся къ другому концу оси въ 60° .

5) Фиг. 49 соответствуетъ тригонотипной геміэдріи. Общая форма есть дитригональная пирамида. Совмѣстимо равны 6 направлений, изъ которыхъ три совмѣщаются при поворотахъ на 120° , а прочія три расположены симметрично съ первыми относительно осей въ 180° ; симметрично имъ равны другія 6 направлений, расположенныхъ симметрично съ первыми относительно одной изъ плоскостей симметріи. Совмѣстимо равныя направленія расположены какъ перпендикуляры къ попеременнымъ плоскостямъ основной формы, а симметрично имъ равныя какъ перпендикуляры къ остальнымъ гранямъ этой формы. Эта геміэдрія приводится у Наумана, хотя представителей въ природѣ для нея не найдено.

6) Фиг. 56 соответствуетъ ромбоэдрической тетартоэдріи. Общая форма есть ромбоэдръ (3-го рода). Совмѣстимо равны суть три направленія совмѣщающіяся при поворотахъ на 120° около оси въ 120° , а симметрично имъ равны три направленія прямо противоположныя первымъ. Совмѣстимо равныя направленія расположены какъ перпендикуляры къ тремъ гранямъ общей формы, сходящимся къ одному концу оси въ 120° , а симметрично имъ равныя какъ перпендикуляры къ тремъ гранямъ, сходящимся къ другому концу оси въ 120° .

7) Фиг. 47 соответствуетъ трапецоэдрической или тригонотипной тетартоэдріи. Общая форма есть тригональный трапецоэдръ. Совмѣстимо равны 6 направлений, изъ которыхъ три совмѣщаются при поворотахъ на 120° около оси въ 120° , а прочія три расположены симметрично съ первыми относительно осей

въ 180° . Направленія эти расположены какъ перпендикуляры къ гранямъ основной формы. Симметрично равныхъ направленій нѣтъ.

8) Фиг. 54 представляетъ тетартоэдрию, которую мы можемъ называть пирамидальною. Общая форма есть тригональная пирамида, которую можно называть тригональною пирамидою 3-го рода. Совмѣстимо равны три направленія, совмѣщающіяся при поворотахъ около оси въ 120° на 120° , и симметрично имъ равны три другія направленія, расположенныя симметрично съ первыми относительно плоскости симметріи. Совмѣстимо равныя направленія расположены какъ перпендикуляры къ гранямъ основной формы, сходящимся у одного изъ концовъ оси въ 120° , между тѣмъ, какъ симметрично равныя имъ направленія расположены какъ перпендикуляры къ гранямъ, сходящимся у другаго конца оси въ 120° . Въ природѣ эта тетартоэдриа представителей не имѣетъ, у Наумана она также не приводится. Причина, отчего она у него не явилась, очевидна изъ слѣдующихъ его словъ ¹⁾. «Также какъ «при геміэдриі *кажется* и при тетартоэдриі слѣдуетъ разсматривать разчлененіе упомянутое въ началѣ § 121, такимъ образомъ «что изъ каждой группы 4-хъ граней, соотвѣтствующихъ одному «секстанту основанія, одна остается, между тѣмъ какъ другія три «исчезаютъ. Но при этомъ *предположеніи* возможны только два вида тетартоэдриі». Заключение это весьма вѣрно, но мы оспариваемъ предположеніе, на которомъ оно основано; пирамидальная тетартоэдриа получается, если сохранить по двѣ грани, вездѣ правыя или вездѣ лѣвыя, въ *поперемѣнныхъ* секстантахъ. Мы не можемъ вполне понять, отчего Науманъ счелъ нужнымъ непременно сохранять, по крайней мѣрѣ, по одной плоскости въ каждомъ секстантѣ. Кажется, что симметрія гексагональной системы (понимая это слово такъ, какъ его употребляетъ Науманъ) не страдаетъ оттого, если пропустить поперемѣнные секстанты, потому что въ такомъ случаѣ изъ 4-хъ секстантовъ, прилежающихъ къ каждой изъ побочныхъ осей, мы пропускаемъ два, и у всѣхъ побочныхъ осей мы дѣлаемъ ~~тоже~~ самое. Надобно, наконецъ, помнить, что для даннаго кристаллическаго ряда

¹⁾ Naumann, Elemente der theoretischen Krystallographie 1856 стр. 215.

во всѣхъ гексагональныхъ формахъ мы можемъ совершенно произвольно выбирать между двумя системами побочныхъ осей, изъ которыхъ оси одной системы раздѣляютъ пополамъ углы между осями другой системы. Что же насъ заставляетъ, въ формахъ тригонотипной геміэдріи и трапецоэдрической тетартоэдріи, выбрать именно ту систему осей, при которой будетъ справедливо упомянутое выше предположеніе Наумана? Если выбрать другую систему осей, то получаются другіе секстанты, которые точно также какъ и первые должны быть подвержены правиламъ гексагональной симметріи; но между тѣмъ тогда, для полученія упомянутыхъ видовъ геміэдріи и тетартоэдріи, приходится пропустить всѣ грани попеременныхъ секстантовъ. О характерѣ формъ вновь установленной здѣсь тетартоэдріи мы скажемъ подробнѣе въ главѣ VI.

9) Фиг. 52 соотвѣтствуетъ гемиморфіи голоэдрическихъ формъ. Общая форма есть половина дигексагональной пирамиды, въ которой сохранены всѣ грани, сходящіяся къ одному изъ концовъ оси въ 60° . Совмѣстимо равны 6 направленій совмѣщающихся при послѣдовательныхъ поворотахъ на 60° около оси въ 60° , симметрично имъ равны 6 направленій, расположенныхъ симметрично первымъ относительно плоскостей симметріи. Совмѣстимо равныя направленія расположены какъ перпендикуляры къ попеременнымъ гранямъ общей формы, а симметрично имъ равныя какъ перпендикуляры къ остальнымъ гранямъ. Въ этой гемиморфіи кристаллизуется гренокитъ.

10) Фиг. 50 соотвѣтствуетъ гемиморфіи трапецоэдрической и пирамидальной геміэдріи. Общая форма есть половина гексагональной пирамиды (3-го рода), въ которой сохранены всѣ грани, сходящіяся къ одному изъ концовъ оси въ 60° . Совмѣстимо равны 6 направленій, совмѣщающихся при послѣдовательныхъ поворотахъ на 60° около оси въ 60° . Направленія эти расположены, какъ перпендикуляры къ гранямъ основной формы. Симметрично равныхъ направленій вовсе нѣтъ; гемиморфія эта не имѣетъ представителей въ природѣ и Науманомъ не упоминается.

11) Фиг. 55 соотвѣтствуетъ гемиморфіи ромбоэдрической и тригонотипной геміэдріи. Общая форма есть половина скаленоэдра

или тригониальной пирамиды, въ которыхъ сохранены всѣ грани, сходящіяся къ одному изъ концовъ оси въ 120° . Совмѣстимо равны три направленія, совмѣщающіяся при поворотахъ около оси въ 120° на 120° , и симметрично имъ равны направленія, расположенныя симметрично первымъ относительно плоскостей симметріи. Совмѣстимо равныя направленія расположены какъ перпендикуляры къ попеременнымъ гранямъ общей формы, а симметрично имъ равныя какъ перпендикуляры къ остальнымъ гранямъ этой формы.

12) Фиг. 53 соотвѣтствуетъ гемиморфіи всѣхъ тетартоэдрій. Общая форма есть половина тригональной пирамиды (3-го рода), въ которой сохранены три грани, сходящіяся къ одному изъ концовъ оси въ 120° . Совмѣстимо равны три направленія, совмѣщающіяся при поворотахъ на 120° около оси въ 120° . Направленія эти расположены какъ перпендикуляры къ гранямъ основной формы. Симметрично равныхъ направленийъ вовсе не имѣется. Гемиморфія эта представителей въ природѣ не имѣетъ и Науманомъ она не приводится.

Г. Ромбическая система.

1) Фиг. 39 соотвѣтствуетъ голоэдрическимъ формамъ. Общая форма есть ромбическій октаэдръ. Совмѣстимо равныхъ направленийъ 4, расположенныхъ симметрично относительно осей въ 180° ; симметрично имъ равны 4 другихъ направленія имъ прямо противоположныя. Совмѣстимо равныя направленія расположены какъ перпендикуляры къ попеременнымъ гранямъ основной формы, а симметрично имъ равныя какъ перпендикуляры къ остальнымъ гранямъ.

2) Фиг. 38 соотвѣтствуетъ сфеноидальной геміэдріи. Общая форма есть ромбическій сфеноидъ. Совмѣстимо равны тѣ же направленія какъ и въ голоэдріи. Симметрично равныхъ же вовсе нѣтъ. Совмѣстимо равныя направленія расположены какъ перпендикуляры къ гранямъ основной формы.

3) Фиг. 43 соотвѣтствуетъ гемиморфіи голоэдрическихъ формъ. Общая форма есть половина ромбическаго октаэдра, въ которой

сохранены тѣ грани, которыя сходятся къ одному концу одной изъ осей въ 180° . Совмѣстимо равны два направленія, расположенныя симметрично относительно оси въ 180° , и симметрично имъ равны два другія направленія, расположенныя симметрично первымъ относительно плоскостей симметріи. Совмѣстимо равныя направленія расположены какъ перпендикуляры къ попеременнымъ гранямъ общей формы, а симметрично имъ равныя какъ перпендикуляры къ остальнымъ гранямъ.

Примѣчаніе. Науманъ причисляетъ къ ромбической системѣ еще слѣдующія двѣ группы:

1) Мероэдрія съ моноклиноэдрическимъ характерамъ формъ. Эта мероэдрія по нашему есть не что иное какъ голоэдрія моноклиноэдрической системы. Главными представителями этой группы Науманъ считаетъ датолитъ и вольфрамъ. Что касается до датолита, то принадлежность его къ моноклиноэдрической системѣ сдѣлана вѣроятно уже по измѣреніямъ угловъ, произведеннымъ Шредеромъ (Pogg. Ann. T. 94 стр. 235) и Дауберомъ (Pogg. Ann. T. 103 стр. 116), и воззрѣніе это подтверждено оптическими изслѣдованіями Деклоазо (Manuel de Minéral. T. 1 стр. 170). Что же касается до вольфрама, то нѣкоторые кристаллографы и теперь уже относятъ его къ моноклиноэдрической системѣ, но такъ какъ этотъ минералъ непрозраченъ, то, вѣроятно, долго придется ждать подтвержденія этого воззрѣнія изъ изслѣдованія физическихъ свойствъ сего минерала. Къ этой группѣ причислялись также прозопитъ и красное синильное кали, которые однако по оптическимъ изслѣдованіямъ Деклоазо оказались принадлежащими, первый къ триклиномѣрной, а второй къ моноклиномѣрной системѣ. Различными авторами причислялись сюда еще и кристаллы слѣдующихъ тѣлъ: калиевая слюда, теноритъ, винно-кислый аміачный стронцій, хлористое желѣзо, между тѣмъ какъ нѣкоторыя изъ этихъ тѣлъ другими авторами относятся къ моноклиноэдрической системѣ. Пока мы не будемъ имѣть болѣе точныхъ измѣреній угловъ, или пока принадлежность ихъ къ моноклиноэдрической системѣ не будетъ доказана по оптическимъ ихъ свойствамъ, до тѣхъ поръ мы не будемъ имѣть опытнаго рѣшенія этого вопроса. Мы впрочемъ здѣсь уже замѣтимъ, что если даже

въ этихъ формахъ оказались три дѣйствительно взаимно перпендикулярные пояса, то мы этого не считаемъ нисколько доказательствомъ принадлежности ихъ къ ромбической системѣ; доводы наши по этому предмету будутъ ясно выражены въ ниже слѣдующихъ главахъ.

Мы должны здѣсь сказать нѣсколько словъ о гармотомѣ, который Деклуазо (Manuel de Minéralogie T. 1. p. 413) причисляетъ къ ромбической системѣ, приписывая формамъ его геміэдрию моноклиноэдрическую. По нашему мнѣнію существуетъ гораздо болѣе основанія причислить кристаллы гармотома къ моноклиноэдрической системѣ, принимая ортодіагональ перпендикулярною къ гранямъ p . Грани $b\frac{1}{2}$ будутъ тогда полупирамидою, и грани m двѣ полуортодомы, черезъ что объяснятся также геміэдрическія свойства этихъ граней. Если принять въ расчетъ, что въ этомъ минералѣ не найдено трехъ взаимно перпендикулярныхъ пинакоидовъ или поясовъ, и что, значитъ, принадлежность кристалловъ къ ромбической системѣ основывается единственно на возможности отнесенія формъ къ тремъ прямоугольнымъ осямъ, и если при томъ еще брать въ расчетъ, что углы кристалловъ этого минерала до сихъ поръ не могли быть измѣрены съ большою точностью, то оказывается, что доводы, по которымъ они причислены къ ромбической системѣ, довольно шатки. Замѣчательно, что именно для этого минерала оказывается недѣйствительнымъ то средство, которое при другихъ обстоятельствахъ могло бы служить для рѣшенія о принадлежности его къ той или другой системѣ; разсѣяніе оптическихъ осей вовсе не могло быть открыто въ этомъ минералѣ ¹⁾.

2) Гемиморфія сфенойдальной геміэдриі. Къ этой группѣ можно было бы причислить: винно-кислое кали, винно-кислое аміачное кали, яблочно-кислый аміакъ и молочный сахаръ. Въ первомъ

¹⁾ По словесному сообщенію г-ну Деклуазо вышеизложеннаго результата, онъ изслѣдовалъ вновь оптическія свойства гармотома и нашелъ въ оптическихъ осяхъ его несомнѣнные признаки повороченной дисперсіи, ясно доказывающей принадлежность кристалловъ этого минерала къ моноклиноэдрической системѣ. Подобная геміэдрия, встрѣченная также на кристаллахъ вѣлерита, причисляемыхъ также къ ромбической системѣ, заставила Деклуазо изслѣдовать вновь оптическія свойства и этого минерала, причемъ найдено, что также и его формы принадлежатъ къ моноклиноэдрической системѣ.

изъ этихъ тѣлъ открыты даже полярныя электрическія явленія. Надобно замѣтить впрочемъ, что за большую точность измѣреній, сдѣланныхъ надъ этими тѣлами, ручаться нельзя; мы полагаемъ что тѣ изъ нихъ, въ которыхъ гемиморфизмъ не есть случайность, надобно причислить къ гемиморфизму моноклиноэдрической системы.

Д. Моноклиноэдрическая система.

1) Фиг. 42 соотвѣтствуетъ голоэдріи. Общая форма есть моноклиноэдрическая полупирамида. Совмѣстимо равны два направленія, симметрично расположенныя относительно оси въ 180° , а имъ симметрично равны направленія имъ прямо противоположныя. Совмѣстимо равныя направленія расположены какъ перпендикуляры къ двумъ гранямъ, сходящимся къ одному концу оси въ 180° (или ортодіагонали), а симметрично равныя имъ направленія какъ перпендикуляры къ двумъ другимъ гранямъ.

2) Фиг. 46 соотвѣтствуетъ геміэдріи. Общая форма есть половина полупирамиды, въ которой сохранены двѣ грани, симметрично расположенныя относительно плоскости симметріи. Симметрично равны два направленія, симметрично расположенныя относительно плоскости симметріи, т. е. такимъ же образомъ какъ перпендикуляры къ гранямъ общей формы. Совмѣстимо равныхъ направленій вовсе нѣтъ. Геміэдрія эта представителей въ природѣ не имѣетъ и у Наумана она не приводится.

3) Фиг. 41 соотвѣтствуетъ гемиморфіи. Общая форма есть половина полупирамиды, въ которой сохранены двѣ грани, сходящіяся къ одному изъ концовъ оси въ 180° (или ортодіагонали). Совмѣстимо равны два направленія, симметрично расположенныя относительно оси въ 180° ; такимъ же образомъ расположены и перпендикуляры къ гранямъ основной формы. Симметрично равныхъ направленій вовсе нѣтъ.

Примѣчаніе. Науманъ (Elem. d. Theoret. Kryst. стр. 325) выразится, какъ будто бы геміэдрія, замѣченная Пастеромъ, происходила по другому закону нежели гемиморфія, замѣчаемая напр. на тростниковомъ сахарѣ. Мы однако не можемъ видѣть, въ чемъ состоитъ различіе гемиморфіи отъ геміэдріи Пастера.

Пастеръ не разсматриваетъ какъ необходимость одновременное существованіе всѣхъ плоскостей его такъ называемаго тетраэдра (сфенойда), онъ приводитъ много примѣровъ, въ которыхъ существуютъ всего двѣ плоскости одного изъ тетраэдровъ, и наконецъ, въ одномъ мѣстѣ онъ выражается объ этомъ предметѣ довольно опредѣлительно, говоря: «il suffirait de l'existence de l'un ou de l'autre de ces couples de faces pour qu'il y eût hémiedrie non superposable.» (Ann. de Chim. et de Phys. III Sér. T. 38, p. 448.)

Е. Триклиноэдрическая система.

1) Фиг. 57 соотвѣтствуетъ голоэдри. Общая форма состоитъ изъ двухъ параллельныхъ плоскостей. Симметрично равны два направленія прямо противоположныя, т. е. расположенныя какъ перпендикуляры къ гранямъ основной формы. Совмѣстимо равныхъ направленийъ вовсе нѣтъ.

2) Фиг. 58 соотвѣтствуетъ геміэдри. Общая форма есть одна отдѣльная грань. Равныхъ направленийъ вовсе нѣтъ. Геміэдриа эта у Наумана не упоминается. Между тѣмъ существуетъ тѣло, кристаллы котораго, по всей вѣроятности, надобно причислить къ этой группѣ; это есть кислый винно-кислый стронціанъ, описанный Скакки (Pogg. Ann. Bd. CIX стр. 313). Изъ граней этихъ кристалловъ три, хотя и встрѣчаются вмѣстѣ съ своими параллельными, но онѣ отличаются отъ параллельныхъ имъ, способомъ нарастанія на нихъ другихъ кристалловъ или кривизною, происходящею отъ такого нарастанія, или же тѣмъ, что нѣкоторыми изъ этихъ граней кристаллы сами нарастаютъ, другими же нѣтъ. Прочія же 5 граней или во всѣхъ замѣченныхъ случаяхъ, или же только при извѣстныхъ обстоятельствахъ являются безъ параллельныхъ имъ.

Примѣчаніе. Многіе авторы признаютъ существованіе еще 7-ой кристаллической системы, такъ называемой диклиноэдрической. Система эта была основана Митчерлихомъ въ 1826 году при описаніи формъ сѣрноватисто-кислой извести. Характеристика ея состоитъ въ томъ, что двѣ изъ координатныхъ плоскостей образуютъ между собою прямой уголъ и что призмы, параллельныя

оси, направленной по прямой пересѣченія этихъ плоскостей, являются съ полнымъ числомъ своихъ граней; во всемъ же прочемъ система эта имѣетъ характеръ триклинноэдрической. Въ 1862 году, однако, Цефаровичъ изслѣдовалъ вновь кристаллы сѣрноватисто-кислой извести (Sitzungsbericht der Math. Naturw. Classe der Acad. der Wiss. in Wien Bd. XLV p. 499) и нашелъ, что форма ея триклинноэдрическая, какъ потому, что уголъ между координатными плоскостями отличается отъ прямого на $12' 20''$, такъ и потому, что упомянутая выше призма не постоянно встрѣчается съ полнымъ числомъ граней, и одна пара параллельныхъ граней ея постоянно болѣе развита и болѣе блестяща нежели другая. Грани, найденныя на кристаллахъ, изслѣдованныхъ Цефаровичемъ (всего 15 паръ), тѣ же самыя, какъ и на кристаллахъ, описанныхъ Митчерлихомъ, кромѣ одной, которая Цефаровичемъ не была найдена. Многіе углы также одинаковы съ точностью до $1'$ и $2'$, но въ другихъ есть разности, доходящія въ одномъ случаѣ до $56'$. Цефаровичъ не считаетъ себя, однако, вправѣ сомнѣваться въ вѣрности измѣреній, сдѣланныхъ Митчерлихомъ, и останавливается на предположеніи, что соль изслѣдованная Митчерлихомъ не совершенно одинакова съ тою, которую онъ самъ изслѣдовалъ. Нельзя, однако, не сознаться въ томъ, что послѣ изслѣдованій Цефаровича, является нѣкоторое сомнѣніе въ томъ, правъ ли былъ Митчерлихъ, основывая новую кристаллическую систему на особенностяхъ въ формѣ сѣрноватисто-кислой извести. Послѣ изслѣдованій Митчерлиха были зачислены въ диклинноэдрическую систему еще и формы нѣкоторыхъ другихъ тѣлъ, а именно: хлорнокислый цинконинъ въ 1849 году (Dauber. Ann. der Chemie und Pharm. T. 71. p. 66), салициловокислая окись цинка, въ 1858 г. (Grailich, Krystallographisch-Optische Untersuchungen, p. 185), тройко-ванадіево-кислый стронціанъ въ 1859 г. (Handl, Sitzungsbericht der Acad. der Wiss. in Wien T. XXXVIII, 391) и куминовая кислота въ 1862 г. (Schabus, Pogg. Ann. CXVI, 412). О принадлежности къ этой системѣ хлорно-кислаго цинконина Дауберъ заключаетъ, видно потому только, что существуетъ плоскость (которая вмѣстѣ съ тѣмъ есть плоскость спайности), которая прямо притупляетъ острия ребра

ромбической призмы; между тѣмъ, если принять въ расчетъ, что плоскости, названныя Дауберомъ двояко-косыми конечными плоскостями, на обоихъ концахъ призмы одинаково наклонны какъ къ правымъ такъ и къ лѣвымъ гранямъ призмы у тупаго угла послѣдней, то изъ этого слѣдуетъ, что въ разсматриваемой формѣ существуетъ ось совмѣщенія въ 180° , перпендикулярная къ плоскости спайности, и что кристаллы эти слѣдуетъ причислить къ гемиморфii моноклиноэдрической системы. Что касается до салицилово-кислой окиси цинка, то единственное основанiе, на которомъ Грайлихъ полагаетъ, что можно было бы кристаллы ея причислить къ диклиноэдрической системѣ, состоитъ въ томъ, что двѣ изъ граней ея оказались взаимно перпендикулярными; призмы же параллельной ребру между этими гранями вовсе нѣтъ. Такое данное могло бы заслуживать нѣкоторое вниманiе только въ такомъ случаѣ, если бы углы были измѣрены съ большою точностью, чего нѣтъ причины предполагать, такъ какъ Грайлихъ говоритъ, что кристаллы были почти микроскопичны, и такъ какъ для одного изъ измѣренныхъ угловъ приводятся двѣ величины, отличающіяся другъ отъ друга на $11'$. На какомъ же основанiи Гандль могъ причислить кристаллы трояко-ванадіево-кислаго стронціана къ диклиноэдрической системѣ, это для насъ совершенно непонятно. Въ своей статьѣ онъ не приводитъ никакихъ данныхъ относительно осей, кромѣ того что говоритъ въ одномъ мѣстѣ, что оси двухъ поясовъ (параллельныя двумъ изъ кристаллографическихъ осей) перпендикулярны другъ къ другу. Если же по вычисленнымъ угламъ опредѣлить, къ какимъ осямъ грани были отнесены для сдѣланнаго имъ вычисленія, то окажутся углы между плоскостями осей $A = 88^\circ 3'$, $B = 84^\circ 59'$, $C = 89^\circ 50'$, (углы между осями: $(bc) = 88^\circ 4'$, $(ac) = 84^\circ 59'$, $(ab) = 90^\circ$, размѣры осей $c = 1$, $\log a = 0,60311 - 1$, $\log b = 0,69083 - 1$). Хотя одинъ изъ угловъ между плоскостями осей отличается отъ прямого только на $10'$, но такую разность нельзя приписать ошибкѣ, потому что если одновременно и этотъ уголъ и одинъ уголъ между осями будутъ прямыми, то непременно одна изъ плоскостей осей будетъ перпендикулярна къ двумъ другимъ (какъ въ моноклиноэдрической системѣ), и такому положенiю совершенно противурѣчатъ

данные Гандлемъ знаки граней и углы между ними. Кромѣ того, что нѣтъ прямого угла между плоскостями осей, также и призма параллельная оси *C* является только двумя параллельными гранями. Что же касается, наконецъ, до куминовой кислоты, то Шабусъ считаетъ вѣроятнымъ, что кристаллы ея принадлежатъ къ диклиноэдрической системѣ на томъ основаніи, что на этихъ кристаллахъ найдены два пинакойда, образующіе между собою прямой уголъ. Между тѣмъ не доказано, что уголъ этотъ прямой; Шабусъ самъ говоритъ, что въ слѣдствіе несовершенства плоскостей одного изъ этихъ пинакойдовъ углы между ними и другими плоскостями не могли быть точно измѣрены, и для вышеупомянутаго угла, который Шабусъ считаетъ прямымъ, были найдены при измѣреніяхъ величины, заключающіяся между $89^{\circ} 15'$ и $90^{\circ} 20'$. Къ этому надобно, кромѣ того, замѣтить, что открыты были двѣ полупризмы, параллельныя прямой пересѣченія упомянутыхъ двухъ пинакойдовъ, но каждая изъ этихъ полупризмъ является только двумя параллельными гранями.

Итакъ мы видѣли, что въ настоящее время намъ неизвѣстно ни одного тѣла, кристаллы котораго можно было бы съ достовѣрностью причислить къ диклиноэдрической системѣ. Мы идемъ далѣе и говоримъ, что если бы даже существовали тѣла, въ кристаллическихъ формахъ которыхъ были бы выполнены всѣ условія требуемыя для диклиноэдрической системы, то для нихъ все таки не слѣдуетъ образовать особенной системы; дальнѣйшія объясненія по этому вопросу, мы однако отложимъ до послѣдней нашей главы. Но мы не можемъ не прибавить уже здѣсь, что эти замѣчанія, сдѣланныя нами относительно диклиноэдрической системы, съ такимъ же правомъ распространяются одинаково и на всѣ подраздѣленія системъ, принятыя различными кристаллографами, но не входящія въ число установленныхъ нами 32 кристаллографическихъ группъ. Ни одного также нѣтъ тѣла, кристаллы котораго можно было бы положительно причислить къ одному изъ названныхъ подраздѣленій, правильность установленія которыхъ мы бы оспаривали даже и тогда, если бы были открыты кристаллы, обладающіе всѣми признаками, характеризующими эти подраздѣленія системъ.

ГЛАВА V.

О расположеніи и равенствѣ кристаллографическихъ осей.

§ 21. Намъ остается рѣшить довольно важный вопросъ относительно тождественности формъ, произведенныхъ по даннымъ выше правиламъ совмѣщенія и симметріи, съ тѣми формами, которыя производятся по методу принятому до сихъ поръ въ кристаллографіи. Этотъ методъ, какъ извѣстно, состоитъ въ томъ, что задаютъ извѣстныя системы осей, съ извѣстными свойствами, и затѣмъ выводятъ кристаллическія формы, полагая въ основаніе эти заданныя свойства осей. Не трудно убѣдиться въ томъ, что въ формахъ, произведенныхъ по сему послѣднему методу, будутъ существовать тѣ же самыя оси совмѣщенія, плоскости симметріи проч., посредствомъ которыхъ мы характеризовали каждую изъ исчисленныхъ выше кристаллографическихъ группъ. Надобно однако посмотрѣть, будутъ ли и обратно во всѣхъ формахъ, повинующихся установленнымъ нами законамъ симметріи и совмѣщенія, существовать, съ приписываемыми свойствами, тѣ кристаллографическія оси, которыя по второму методу полагаются въ основаніе при выводѣ кристаллическихъ формъ. При этомъ разборѣ окажется, что дѣйствительно въ нѣкоторыхъ группахъ не существуютъ по необходимости оси съ предполагаемыми для нихъ свойствами, и что значитъ употребленный до сихъ поръ въ кристаллографіи методъ заключаетъ въ себѣ скрытое предположеніе, исключаящее возможность нѣкоторыхъ формъ. Необходимо въ точности выставить на видъ это предположеніе и разобрать, какія мы можемъ имѣть доводы для его допущенія.

§ 22. Докажемъ сначала, *что ось совмѣщенія въ 180° , 90° или 60° вмѣстѣ съ тѣмъ непременно будетъ возможною кристаллографическою осью.*

Возможная кристаллографическая ось, наклонная къ оси совмѣщенія, послѣ поворота на 180° совмѣщается съ прямою, которая, очевидно, также будетъ возможною кристаллографическою

осью. Эта ось вмѣстѣ съ первою осью и съ осью совмѣщенія будутъ находиться въ одной плоскости, которая будетъ кристаллографически возможная плоскость. Другая кристаллографическая ось, наклонная къ оси совмѣщенія и не лежащая въ выше упомянутой плоскости дастъ намъ, такимъ же образомъ, другую кристаллографически возможную плоскость, проходящую также черезъ ось совмѣщенія, которая, какъ пересѣченіе двухъ возможныхъ плоскостей, должна быть возможною кристаллографическою осью. Это доказательство однако не полно, пока мы не доказали существованіе двухъ осей наклонныхъ къ оси совмѣщенія и не находящихся съ нею въ одной плоскости. Вотъ почему мы должны вопросъ этотъ разобрать подробнѣе.

Для того чтобы законъ рациональнаго отношенія между параметрами имѣлъ смыслъ, необходимо чтобы существовали, по крайней мѣрѣ, три грани не параллельныя одной общей прямой. Если черезъ какую нибудь точку проведемъ три плоскости параллельныя этимъ гранямъ, то пересѣченіе этихъ плоскостей будетъ имѣть мѣсто по тремъ прямымъ не лежащимъ въ одной плоскости. Если черезъ эту же точку проведемъ прямую параллельную оси въ 180° , 90° или 60° , и если одно изъ пересѣченій плоскостей совпадаетъ съ этою осью, то она будетъ возможною кристаллографическою осью. Если же такого совпаденія не будетъ, такъ какъ всѣ три пересѣченія не могутъ совпасть съ плоскостью перпендикулярною къ оси въ 180° , 90° или 60° , то непременно одно изъ нихъ будутъ имѣть положеніе наклонное къ этой оси. Пусть A и B (фиг. 18) будутъ такія двѣ плоскости, пересѣченіе которыхъ a наклонно къ оси совмѣщенія O . При поворотѣ около оси O на 180° плоскости A и B совпадутъ съ плоскостями A' и B' , которыя по этому также возможны и которыя пересѣкутся по той прямой a' , съ которою совпадаетъ прямая a при поворотѣ около оси O на 180° . Я говорю, что прямая пересѣченія b плоскостей A и B' не будетъ перпендикулярна къ оси O . Въ самомъ дѣлѣ, въ этомъ случаѣ прямая b сливалась бы съ прямыми пересѣченія c и d плоскостей A и B' съ плоскостью, перпендикулярною къ оси O , и всѣ четыре плоскости A , B , A' и B' имѣли бы общую прямую пересѣченія b , перпендикулярную къ оси O , что противо-

рѣшить заданію. При поворотѣ на 180° около оси O , прямая b сливается съ прямою пересѣченія b' плоскостей A' и B . Плоскость проходящая черезъ a и a' , также какъ и плоскость, проходящая черезъ b и b' обѣ кристаллографически возможны, такъ какъ каждая изъ нихъ проходитъ черезъ двѣ возможныя кристаллографическія оси. Если обѣ эти плоскости не совпадаютъ, то прямая ихъ пересѣченія, которая есть ось O , будетъ кристаллографическою осью.

Если же прямыя b и b' падаютъ въ одной плоскости съ a и a' , то прямыя b и b' должны совпасть съ прямыми a и a' , потому что безъ этого плоскости A и B совпали бы, что противурѣчило бы заданію. Если же прямыя b и b' совпадаютъ съ прямыми a и a' , то одна изъ плоскостей A или B проходитъ черезъ ось совмѣщенія O (фиг. 19). Я говорю, что въ этомъ случаѣ должна существовать еще кромѣ плоскостей A , B и B' , одна возможная плоскость, проходящая или черезъ ось совмѣщенія, или къ ней наклонная. Въ самомъ дѣлѣ, для того чтобы законъ раціональнаго отношенія между параметрами имѣлъ смыслъ, должны существовать кромѣ трехъ граней, не параллельныхъ одной и той же прямой, еще двѣ грани не параллельныя ни одной изъ прочихъ 4-хъ граней. Если одна изъ этихъ двухъ граней перпендикулярна къ оси совмѣщенія, то другая C уже не можетъ быть перпендикулярна къ этой прямой и должна 1) или проходить черезъ нее, не совпадая однако съ плоскостью A , или 2) пересѣкать ось O подъ угломъ косымъ, не совпадая ни съ гранью B ни съ B' . Въ первомъ случаѣ ось совмѣщенія будетъ возможная кристаллографическая ось, такъ какъ черезъ нее проходятъ двѣ возможныя плоскости, плоскость A и еще другая плоскость C . Во второмъ случаѣ мы будемъ имѣть двѣ грани B и C , наклонныя къ оси совмѣщенія подъ косымъ угломъ и не сливающимся при поворотѣ одной изъ нихъ около оси совмѣщенія на 180° . Если общее пересѣченіе этихъ граней есть прямая, также наклонная къ оси совмѣщенія, то, согласно доказанному выше, эта ось есть кристаллографическая ось. Если же во всемъ кристаллическомъ ряду нѣтъ двухъ граней наклонныхъ къ оси совмѣщенія и пересѣкающихся по прямой, также наклонной къ этой оси, то эта ось можетъ и не быть

кристаллографической осью. Въ этомъ случаѣ возможны только слѣдующія грани: 1) двѣ грани параллельныя между собою и параллельныя оси совмѣщенія. 2) Неограниченное число граней, всѣ параллельныя одной и той же прямой, перпендикулярной къ оси совмѣщенія. Такую ось совмѣщенія въ 180° , которая не есть возможная кристаллографическая ось, мы будемъ называть ирраціональною осью въ 180° .

При ирраціональной оси въ 180° , грань перпендикулярная къ ней невозможна. Въ самомъ дѣлѣ, пусть (фиг. 20) плоскость бумаги будетъ возможная грань, проходящая черезъ ось въ 180° ah ; пусть далѣе al и ap будутъ пересѣченія съ этою плоскостью двухъ соотвѣтствующихъ граней, наклонныхъ къ оси совмѣщенія. Эти двѣ грани пересѣкаются между собою по нѣкоторой прямой перпендикулярной къ оси совмѣщенія и лежащей внѣ плоскости бумаги; прямую эту будемъ называть aA . Прямыя ap и al , образующія съ осью совмѣщенія равные углы, будутъ возможными кристаллографическими осями. Условіе возможности различныхъ граней заключается въ томъ, чтобы эти грани были параллельны прямой aA , и при томъ имѣли бы такое положеніе, что если черезъ любую точку l , взятую на кристаллографической оси al , проведемъ плоскости имъ параллельныя, то параметры этихъ плоскостей по оси ap будутъ находиться въ раціональныхъ отношеніяхъ между собою. Замѣтимъ, что грань перпендикулярная къ оси совмѣщенія имѣетъ по ap параметръ $ap = al$, въ то время когда грань параллельная aA и оси совмѣщенія будетъ имѣть по этой же оси параметръ $ag = -al$, такъ что возможность грани перпендикулярной къ оси совмѣщенія влечетъ за собою возможность также грани параллельной оси совмѣщенія и отличной отъ грани, заключающейся въ плоскости бумаги. Въ этомъ случаѣ ось совмѣщенія, какъ пересѣченіе двухъ возможныхъ граней, будетъ вмѣстѣ съ тѣмъ и кристаллографическою осью.

Только что разсмотрѣнный случай, что ось совмѣщенія не есть кристаллографическая ось, не можетъ имѣть мѣста при оси въ 90° и въ 60° , потому что, при этихъ осяхъ, какой нибудь грани, проходящей черезъ ось совмѣщенія, соотвѣтствуетъ другая, проходящая черезъ эту ось, пересѣкающаяся съ первой по оси со-

вмѣщенія подѣ угломъ въ 90° или въ 60° , и что въ этомъ случаѣ ось совмѣщенія, какъ пересѣченіе двухъ возможныхъ граней, будетъ кристаллографическою осью.

§ 23. Докажемъ теперь, что *всегда возможна грань перпендикулярная къ оси въ 90° или въ 60° , а также и къ рациональной оси въ 180° .*

Замѣтимъ, что пересѣченіе двухъ граней, сливающихся при поворотѣ около данной оси на 180° , имѣетъ мѣсто по прямой перпендикулярной къ этой оси. Въ слѣдствіе этого пересѣченіе какой нибудь возможной кристаллической плоскости, наклонной къ оси совмѣщенія, съ плоскостью перпендикулярною къ этой оси непремѣнно есть возможная кристаллографическая ось. Поэтому, если при оси въ 60° , 90° или 180° будутъ двѣ возможные грани, наклонныя къ этой оси и пересѣкающіяся съ плоскостью перпендикулярною къ этой оси по различнымъ прямымъ, то плоскость черезъ нихъ проведенная, перпендикулярная къ оси совмѣщенія, будетъ кристаллографически возможная плоскость. Остается разобратъ, будутъ ли всегда существовать двѣ такія возможные грани. Припомнимъ, что должны существовать, по крайней мѣрѣ, три грани не параллельныя одной общей прямой, такъ что должна существовать, по крайней мѣрѣ, одна грань не параллельная оси совмѣщенія. Если же грань не перпендикулярна къ этой оси (что удовлетворило бы нашимъ требованіямъ), то она должна быть наклонна къ ней. При оси въ 60° и 90° эта грань наклонная и та, съ которою она совмѣщается при поворотѣ около оси совмѣщенія на 60° или 90° пересѣкаются съ плоскостью перпендикулярною къ этой оси по различнымъ прямымъ, и требованія наши будутъ удовлетворены. При оси же въ 180° возможно слѣдующее совокупленіе граней: 1) неограниченное число граней, параллельныхъ одной и той же прямой перпендикулярной къ оси совмѣщенія и 2) одна пара граней параллельныхъ оси совмѣщенія. Пусть (фиг. 20) ah будетъ ось совмѣщенія, al и ap пересѣченія двухъ соответствующихъ граней съ возможною плоскостью, проходящею черезъ ось совмѣщенія, то al и ap будутъ возможными кристаллографическими осями. Если ось совмѣщенія есть возможная кристаллографическая ось, то возможна еще и плоскость, проходя-

щая черезъ прямую ah и общую прямую пересѣченія плоскостей наклонныхъ къ оси совмѣщенія. Если черезъ произвольную точку l на прямой al провести плоскость параллельную этой послѣдней плоскости, то параметръ ея по оси ap будетъ $ag = al$. Такъ какъ по этому отношенія между параметрами по двумъ осямъ al и ap раціональны, то возможна плоскость, имѣющая параметры al и $ap = al$ и параллельная общей прямой пересѣченія плоскостей наклонныхъ къ оси совмѣщенія. Но эта послѣдняя прямая, также какъ и lp перпендикулярны къ оси совмѣщенія, а потому и возможная плоскость имѣ параллельная также перпендикулярна къ оси совмѣщенія.

Въ случаѣ ирраціональной оси въ 180° , мы уже видѣли въ предыдущемъ, что грань къ ней перпендикулярная невозможна.

§ 24. При оси совмѣщенія въ 90° или въ 60° , а также и при раціональной оси въ 180° , двѣ кристаллографическія оси, которыя совмѣщаются при поворотѣ около оси совмѣщенія на 180° , равномѣрны ¹⁾.

Пусть ah (фиг. 20) будетъ ось совмѣщенія въ 180° , 90° или 60° и al возможная кристаллографическая ось; очевидно прямая ap , съ которою al совмѣщается при поворотѣ около ah на 180° , также будетъ возможною кристаллографическою осью. Такъ какъ ah тоже есть кристаллографическая ось, то будетъ возможна какая нибудь плоскость пересѣкающаяся съ плоскостью чертежа по прямой ah ; параметры al и ag этой плоскости по двумъ осямъ al и ap равны, откуда и слѣдуетъ равномѣрность осей al и ap .

§ 25. Непремѣнно существуетъ возможная кристаллографическая ось перпендикулярная къ оси совмѣщенія въ 60° или 90° , и прямая съ которою она совмѣщается при поворотѣ около оси совмѣщенія на 60° и 90° , будетъ неперемѣнно кристаллографическою осью равномѣрною съ первою.

Мы уже видѣли, что при оси въ 60° или 90° неперемѣнно возможна плоскость перпендикулярная къ этой оси; какая нибудь другая возможная плоскость пересѣкается съ первою по прямой, которая

¹⁾ Мы называемъ равномѣрными двѣ кристаллографическія оси, если параметры по одной изъ этихъ осей находятся въ раціональномъ отношеніи къ параметрамъ по другой оси.

и будетъ по этому кристаллографическою осью. При поворотѣ на 60° или 90° , эта ось совмѣщается съ прямою, которая также будетъ кристаллографическою осью, потому что она есть пересѣченіе двухъ возможныхъ плоскостей; остается доказать, что эти двѣ оси равнобѣрны. Пусть A (фиг. 21) будетъ ось совмѣщенія перпендикулярная къ плоскости чертежа, Ab первая кристаллографическая ось и Ac вторая, съ которою она совмѣщается при поворотѣ около A на 60° или 90° . Если ось совмѣщенія A будетъ въ 60° , то доказательство нашей теоремы не встрѣчаетъ затрудненія, потому что тогда будетъ также кристаллографическою осью прямая Ad , съ которою совмѣщается Ac при поворотѣ на 60° въ ту же сторону, въ которую надобно поворачивать кристаллъ для совмѣщенія Ab съ Ac . Въ слѣдствіе этого будетъ возможна плоскость, проходящая черезъ ось совмѣщенія A и прямую Ad ; но параметры этой плоскости по двумъ осямъ Ab и Ac будутъ равны, чѣмъ и доказывается равнобѣрность этихъ осей.

При оси въ 90° теорема относительно равнобѣрности совмѣщающихся осей будетъ по необходимости справедлива только тогда, если существуетъ хоть одна грань наклонная къ этой оси. Припомнимъ, что ось совмѣщенія A сама есть кристаллографическая ось, и черезъ любую точку взятую на ней проведемъ эту наклонную грань и другую, съ которою первая совмѣщается при поворотѣ около оси совмѣщенія на 90° . Первая изъ этихъ граней пересѣкается непременно съ одною изъ прямыхъ Ab или Ac , другая плоскость, съ которою первая совмѣщается, пересѣкается съ другою осью въ томъ же разстояніи отъ точки A , откуда и слѣдуетъ равнобѣрность двухъ осей Ab и Ac .

§ 26. Если при оси совмѣщенія въ 90° не будетъ ни одной грани наклонной къ этой оси, то будутъ возможны только грани параллельныя этой оси, и пара граней къ ней перпендикулярная. Всѣ кристаллографическія оси заключаются въ одной плоскости перпендикулярной къ оси совмѣщенія, по оси же совмѣщенія будутъ возможны только два параметра, одинъ безконечность, а другой произвольная величина. При ирраціональной оси въ 180° , мы такимъ же образомъ имѣемъ только одинъ поясъ граней, и пару граней пересѣкающихся ось этого пояса. Всѣ кристаллогра-

фическія оси будутъ также въ плоскости параллельной этой парѣ граней, и лежащая внѣ этой плоскости ось пояса будетъ кристаллографическою осью только въ такомъ отношеніи, что по ней возможны всего два параметра: безконечность и произвольная величина. Кромѣ этихъ двухъ случаевъ, выказавшихся при нашихъ разсужденіяхъ въ предыдущихъ §§, какъ исключенія отъ общихъ свойствъ осей въ 180° и 90° , можно вообразить и другіе случаи, опредѣляемые вообще тѣмъ, что кромѣ осей, лежащихъ въ одной плоскости существуетъ одна лишь ось нележащая въ этой плоскости, и по которой мы допускаемъ только два параметра, одинъ безконечность и другой произвольный. Такъ напр. при осяхъ въ 180° , 60° и 120° мы можемъ себѣ вообразить поясъ параллельный этой оси и одну грань, перпендикулярную къ этой оси; при трехъ взаимно перпендикулярныхъ осяхъ въ 180° мы можемъ себѣ представить поясъ параллельный одной изъ этихъ осей, и пару граней параллельныхъ двумъ другимъ осямъ въ 180° , и наконецъ, при отсутствіи оси совмѣщенія, мы можемъ себѣ представить поясъ граней, параллельныхъ произвольной прямой, и произвольную пару граней, пересѣкающихъ эту прямую. Во всѣхъ этихъ случаяхъ законъ раціональнаго отношенія между параметрами примѣняется не вполнѣ, потому что нѣтъ трехъ осей не лежащихъ въ одной плоскости, и по которымъ всѣ параметры граней находились бы въ раціональныхъ отношеніяхъ къ какому нибудь основному параметру, такъ какъ по оси, не лежащей въ одной плоскости съ прочими, основнаго параметра нѣтъ. Ни одинъ изъ этихъ случаевъ въ природѣ не имѣетъ мѣста, изъ чего мы заключаемъ, что всегда существуютъ три оси, по которымъ хоть одинъ параметръ имѣетъ опредѣленную величину, отличную отъ нуля и безконечности. Такъ какъ плоскость, проведенная черезъ концы этихъ параметровъ возможна, то этотъ законъ, обнимающій всѣ кристаллическія формы, можно выразить и такимъ образомъ: *во всякомъ кристаллическомъ ряду существуютъ четыре грани, параллельныя гранямъ трехсторонней пирамиды.*

§ 27. По установленіи изложеннаго въ предыдущемъ § начала, замѣченныя нами отступленія отъ теоріи §§ 22, 23, 24 и 25 исчезаютъ, и мы должны вообще заключить:

1) Что всякая ось совмѣщенія въ 180° или 60° вмѣстѣ съ тѣмъ есть возможная кристаллографическая ось.

2) Что двѣ возможныя кристаллографическія оси, совмѣщающіяся при поворотѣ на 180° , около оси совмѣщенія въ 180° , равноупрны между собою.

3) Что всегда возможна грань, перпендикулярная къ оси совмѣщенія въ 180° , 90° или 60° и

4) Что существуетъ непременно возможная кристаллографическая ось, перпендикулярная къ оси совмѣщенія въ 60° или 90° , и прямая, съ которою она сливается при поворотѣ около оси совмѣщенія на 60° или 90° , есть также возможная кристаллографическая ось, равноупрная съ нею.

§ 28. Оси въ 120° имѣютъ свойства отличныя отъ другихъ осей совмѣщенія въ томъ отношеніи, что не будутъ непременно кристаллографическими осями. Для разбора этихъ свойствъ вообразимъ плоскость наклонную къ оси совмѣщенія въ 120° и другія двѣ плоскости, съ которыми первая совмѣщается при поворотахъ около оси совмѣщенія на 120° . Прямыя пересѣченія этихъ трехъ плоскостей будутъ кристаллографическими осями, которыя образуютъ равные углы между собою и одинаково наклонены къ оси въ 120° ; назовемъ эти оси черезъ A , B и C . Пусть будетъ грань которая по этимъ осямъ имѣетъ параметры a , b и c . Послѣ поворота на 120° эта плоскость будетъ имѣть по осямъ A , B и C параметры b , c и a , и послѣ втораго поворота на 120° въ ту же сторону параметры c , a и b . Послѣднія двѣ плоскости перемѣстимъ параллельно самимъ себѣ такъ, чтобы всѣ три плоскости имѣли по оси A одинъ и тотъ же параметръ a . При перемѣщеніи плоскости параллельно самой себѣ, всѣ параметры ея измѣняются въ одинаковой пропорціи. Такимъ образомъ при упомянутомъ перемѣщеніи параметры второй и третьей плоскостей измѣняются въ пропорціяхъ $\frac{a}{b}$ и $\frac{a}{c}$. Итакъ, послѣ перемѣщенія, параметры нашихъ плоскостей будутъ:

По оси A : a, a, a

» » B : $b, \frac{ac}{b}, \frac{a^2}{c}$

По оси C : $c, \frac{a^2}{b}, \frac{ab}{c}$

Возможность существованія этихъ плоскостей обусловливается раціональностью отношеній параметровъ ихъ по одной и той же оси; т. е. раціональнаостью отношеній $\frac{b^2}{ac}, \frac{a^2}{bc}$ и $\frac{c^2}{ab}$. Отсюда слѣдуетъ раціональность отношенія $\frac{a^3}{b^3}$; положимъ $\frac{a^3}{b^3}$ и $\frac{b^2}{ac}$ равными произвольнымъ раціональнымъ величинамъ ρ и ρ_1 :

$$\frac{a^3}{b^3} = \rho, \quad \frac{b^2}{ac} = \rho_1$$

мы имѣемъ:

$$\frac{a}{b} = \sqrt[3]{\rho}, \quad \frac{b}{c} = \rho_1 \sqrt[3]{\rho}, \quad \frac{a}{c} = \rho_1 \sqrt[3]{\rho^2}.$$

§ 29. Мы рассмотримъ теперь два случая: первый, когда ρ есть единица или кубъ раціональнаго числа, и второй, когда ρ не есть кубъ раціональнаго числа. Въ первомъ случаѣ отношеніе между a, b и c раціонально и мы можемъ принять основные параметры по тремъ осямъ A, B и C равными. Я говорю, что *въ этомъ случаѣ ось въ 120° есть кристаллографическая ось*. Въ слѣдствіе равенства параметровъ по осямъ OA, OB и OC (фиг. 22) возможна плоскость ABC , которая по тремъ осямъ имѣетъ равные параметры OA, OB и OC ; но въ такомъ случаѣ мы можемъ за оси координатъ принять BA, BO и BC , и основные параметры по этимъ осямъ будутъ BA, BO и BC . Изъ этого очевидно, что возможны плоскости AOD и COE , имѣющія параметры по этимъ осямъ, первая BA, BO и $\frac{1}{2}BC$, а вторая BC, BO и $\frac{1}{2}BA$. Эти двѣ плоскости пересѣкаются по оси въ 120° , которая по этому есть кристаллографическая ось. Замѣтимъ здѣсь также, что пересѣченіе этихъ плоскостей съ плоскостью перпендикулярною къ оси въ 120° происходитъ по двумъ прямымъ пересѣкающимся подъ угломъ въ 60° , и что эти двѣ прямыя суть кристаллографическія оси. Далѣе, такъ какъ пересѣченіе F , оси совмѣщенія съ плоскостью CAB , есть центръ равносторонняго треугольника ACB , то $FD = FE$ такъ что двѣ оси FE и FD равномѣрны; имъ же равномѣрна еще третья ось, проведенная черезъ точки B и F , и пересѣкающая первыя двѣ подъ угломъ въ 60° .

Докажемъ также и обратное предположеніе, что *если ось въ 120° есть возможная кристаллографическая ось, то три совмѣщающіяся оси A , B и C равномѣрны*. Въ самомъ дѣлѣ, вообразимъ кристаллическую плоскость, пересѣкающую ось въ какойнибудь точкѣ, отличной отъ начала координатъ. При вращеніи на 120° въ ту и другую сторону эта плоскость совмѣщается съ другими плоскостями, которыя, проходятъ черезъ ту же точку на оси въ 120° . Но такъ какъ ось въ 120° есть въ то же время и кристаллографическая ось, то послѣднія двѣ плоскости имѣютъ по осямъ B и C параметры одинаковые съ параметромъ первой плоскости по оси A , изъ чего слѣдуетъ равномѣрность осей A , B и C .

§ 30. Изъ вышесказаннаго само собою слѣдуетъ, что если ρ не есть кубъ раціональнаго числа, т. е. если совмѣщающіяся оси неравномѣрны, то ось въ 120° не есть возможная кристаллографическая ось. Столь же очевидна справедливость и обратнаго предположенія. Въ природѣ подобныя оси въ 120° не встрѣчаются, или по крайней мѣрѣ еще не были найдены. Мы замѣтимъ также, что *при нихъ законъ раціональнаго отношенія тангенсовъ угловъ между гранями одного пояса не можетъ имѣть мѣста*. Въ самомъ дѣлѣ для существованія этого закона требуется, чтобы находились въ раціональныхъ отношеніяхъ произведенія, составленныя изъ двухъ основныхъ параметровъ на синусы угловъ, которые они образуютъ съ третьею осью и на косинусъ угла между координатными плоскостями у третьей оси. Такъ какъ углы между совмѣщающимися осями равны, и углы между плоскостями, проходящими черезъ эти оси, также равны, то отношеніе между двумя вышеупомянутыми произведеніями приводится къ отношенію между двумя основными параметрами, которое, какъ мы выше видѣли, не есть раціональное.

§ 31. Разсмотримъ теперь отдѣльно каждую изъ кристаллографическихъ группъ, исчисленныхъ въ IV главѣ, чтобы рѣшить существуютъ ли въ этихъ группахъ возможныя кристаллографическія оси такія, какія обыкновенно принимаютъ въ кристаллографіи.

А. Группы правильной системы.

1 и 2) (Фиг. 28 и 27). Въ этихъ группахъ, соответствующихъ голоэдри и попеременно-плоскостной геміэдри, существуютъ три взаимно перпендикулярныя оси совмѣщенія въ 90° ; онѣ же суть возможные кристаллографическія оси и притомъ равномерныя согласно § 27, пункты 1 и 4.

3) (Фиг. 31). Въ этой группѣ, соответствующей тетраэдрической геміэдри, перпендикуляры къ плоскостямъ симметріи раздѣляютъ пополамъ углы между осями въ 180° . Перпендикуляры эти, въ слѣдствіе замѣчанія сдѣланнаго въ § 13 въ отношеніи абсолютной величины параметровъ играютъ ту же роль какъ оси въ 180° . Въ слѣдствіе этого, существующія въ этой группѣ оси въ 180° , которыя вмѣстѣ съ тѣмъ суть кристаллографическія оси, равномерны между собою, какъ оси совмѣщающіяся при поворотѣ на 180° около перпендикуляровъ къ плоскостямъ симметріи. (§ 27, пунктъ 2).

4 и 5) (Фиг. 30 и 29). Въ этихъ двухъ группахъ, соответствующихъ додекаэдрической геміэдри и тетартоэдри, существуютъ три взаимно перпендикулярныя кристаллографическія оси, совпадающія съ осями совмѣщенія въ 180° , но эти оси будутъ равномерны только въ такомъ случаѣ, если оси въ 120° также суть кристаллографическія оси (§ 29).

Въ этомъ случаѣ группы эти по свойствамъ своимъ совершенно совпадаютъ съ группами, описанными въ кристаллографіяхъ подъ названіемъ додекаэдрической геміэдри и тетартоэдри. Въ случаѣ же, если оси въ 120° не суть кристаллографическія оси, то основные параметры по тремъ взаимно перпендикулярнымъ кристаллографическимъ осямъ находятся въ ирраціональныхъ между собою отношеніяхъ. Въ этомъ случаѣ, кромѣ общихъ формъ этихъ группъ, возможны только пентагональные додекаэдры и кубъ, прочіе же формы, въ которыхъ параметры по двумъ осямъ равны, невозможны (см. § 30).

Б. Группы квадратной системы.

1 и 2) (Фиг. 33 и 32). Въ группахъ этихъ, соответствующихъ голоэдри и трапецоэдрической геміэдри, ось въ 90° , а также и перпендикулярныя къ ней оси въ 180° суть кристаллографическія оси; изъ сихъ послѣднихъ оси взаимно перпендикулярныя равномѣрны между собою (§ 27, пунктъ 1 и 4).

3) (Фиг. 40). Въ этой группѣ, соответствующей сфенойдальной геміэдри, три оси въ 180° будутъ тремя взаимно перпендикулярными кристаллографическими осями, изъ которыхъ двѣ равномѣрны, потому что углы между ними раздѣляются пополамъ перпендикулярами къ плоскостямъ симметріи, которые, какъ мы замѣтили выше, имѣютъ нѣкоторыя свойства осей въ 180° . (§ 27, пунктъ 1 и 2).

4 и 7) (Фиг. 36 и 35). Въ этихъ группахъ, соответствующихъ пирамидальной геміэдри и ея гемиморфії, ось въ 90° есть кристаллографическая ось и согласно § 27, пунктъ 4, перпендикулярно къ ней существуютъ двѣ взаимно перпендикулярныя и равномѣрныя оси, которыя могутъ быть выбраны параллельно горизонтальнымъ ребрамъ любой изъ квадратныхъ пирамидъ, или же по прямымъ раздѣляющимъ пополамъ углы между этими ребрами. Въ первомъ случаѣ выбранная пирамида будетъ втораго рода, и во второмъ случаѣ перваго рода.

5) (Фиг. 34). Въ общей формѣ этой группы, соответствующей сфенойдальной тетартоэдри, существуютъ четыре грани параллельныя четыремъ гранямъ квадратной пирамиды, такъ что ось сфенойдальной симметріи въ отношеніи къ абсолютной величинѣ параметровъ будетъ имѣть одинаковыя свойства съ осью совмѣщенія въ 90° . Итакъ, ось сфенойдальной симметріи есть кристаллографическая ось, и къ ней перпендикулярны двѣ другія оси взаимно перпендикулярныя и равномѣрныя между собою. Эти послѣднія оси могутъ быть выбраны или параллельно пересѣченіямъ граней какого нибудь сфенойда съ плоскостью перпендикулярной къ оси сфенойдальной симметріи, или же по прямымъ, раздѣляющимъ пополамъ углы между этими пересѣченіями. Въ

первомъ случаѣ выбранный сфеноидъ будетъ второго рода, и во второмъ случаѣ перваго рода.

6) (Фиг. 37). Въ группѣ этой, соотвѣтствующей гемиморфіи голоэдрическихъ формъ, ось совмѣщенія есть кристаллографическая ось, къ которой будутъ перпендикулярны четыре другія оси (перпендикуляры къ плоскостямъ симметріи), изъ которыхъ взаимно перпендикулярныя равномѣрны между собою.

В. Группы гексагональной системы.

1, 2, 4, 9 и 10) (Фиг. 45, 44, 51, 52 и 50). Въ этихъ группахъ, соотвѣтствующихъ голоэдри, трапецоэдрической и пирамидальной геміэдри, и гемиморфіямъ голоэдри и трапецоэдрической или пирамидальной геміэдри, ось совмѣщенія въ 60° есть кристаллографическая ось, къ которой перпендикулярны три другія оси, пересѣкающіяся подъ угломъ въ 60° и равномѣрныя между собою (§ 27, пункты 1 и 4). Для того чтобы побочныя оси были расположены такъ, какъ ихъ принимаетъ Науманъ, надобно во первыхъ двухъ группахъ принимать эти оси по переменнымъ осямъ совмѣщенія въ 180° , въ гемиморфіи голоэдрической по переменнымъ перпендикулярамъ къ плоскостямъ симметріи, а въ пирамидальной геміэдри и ея гемиморфіи параллельно или перпендикулярно сторонамъ основанія какой нибудь гексагональной пирамиды; въ первомъ случаѣ пирамида эта будетъ перваго рода, а во второмъ случаѣ втораго рода.

3, 5 и 7) (Фиг. 48, 49 и 47). Въ группахъ этихъ, соотвѣтствующихъ ромбоэдрической и тригонотипной геміэдриамъ и трапецоэдрической тетартоэдри, плоскость проходящая черезъ оси въ 180° кристаллографически возможна (§ 27, пунктъ 1), и такъ какъ эта плоскость перпендикулярна къ оси совмѣщенія въ 120° , то эта ось будетъ кристаллографическою осью (§ 29), при чемъ кристаллографическія оси, направленные по осямъ въ 180° , равномѣрны между собою.

11) (Фиг. 55). По сходству въ свойствахъ перпендикуляровъ къ плоскостямъ симметріи съ осями совмѣщенія въ 180° , сказанное о трехъ послѣднихъ группахъ примѣняется и къ этой группѣ,

соотвѣтствующей гемиморфїи ромбоэдрической и тригонотипной геміэдрїи.

8) (Фиг. 54). Въ группѣ этой, соотвѣтствующей пирамидальной тетартоэдрїи, перпендикуляръ къ плоскости симметріи совпадаетъ съ осью въ 120° ; но такъ какъ перпендикуляръ къ плоскости симметріи въ слѣдствіе сходства, которое онъ имѣетъ съ осью въ 180° , есть кристаллографическая ось, то здѣсь ось въ 120° есть кристаллографическая ось, и въ слѣдствіе § 29 существуютъ три оси къ ней перпендикулярныя, пересѣкающіяся подъ углами въ 60° и равномѣрныя между собою, при чемъ, если оси эти будутъ выбраны такъ, какъ мы это дѣлали въ § 29, то есть перпендикулярно къ пересѣченіямъ граней какой нибудь тригональной пирамиды съ плоскостью перпендикулярною къ оси въ 120° , то пирамида эта будетъ втораго рода.

6 и 12) (Фиг. 56 и 53). Въ группахъ этихъ, соотвѣтствующихъ ромбоэдрической тетартоэдрїи и гемиморфїи тетартоэдрической, ось въ 120° не есть по необходимости кристаллографическая ось, такъ что въ этихъ двухъ группахъ не существуетъ по необходимости система осей характеристическая для гексагональной системы. Если ось совмѣщенія въ 120° есть кристаллографическая ось, то эта система осей будетъ существовать, и въ этомъ случаѣ разсматриваемыя группы совершенно тождественны съ ромбоэдрическою тетартоэдріею и гемиморфіею тетартоэдрїи гексагональной системы. Если же ось въ 120° не есть кристаллографическая ось, то и nebudeтъ осей къ ней перпендикулярныхъ, невозможны призмы и пинакоидъ, такъ что единственная возможная форма есть ромбоэдръ или въ гемиморфїи полуромбоэдръ, и при томъ, при данномъ ромбоэдрѣ, дополнительный ему невозможенъ.

Г. Группы ромбической системы.

1, 2 и 3) (Фиг. 39, 38 и 43). Въ первыхъ двухъ группахъ, соотвѣтствующихъ голоэдрїи и сфенойдальной геміэдрїи, оси совмѣщенія въ 180° , а въ третьей группѣ, представляющей гемиморфію голоэдрическую, кромѣ того еще перпендикуляры къ плоскостямъ симметріи суть кристаллографическія оси взаимно пер-

пендикулярныя. Вообще оси эти неравномѣрны, но случайно онѣ могутъ быть и равномѣрны.

Д. Группы моноклиноэдрической системы.

1, 2 и 3) (Фиг. 42, 46 и 41). Въ этихъ группахъ, соответствующихъ голоэдри, геміэдри и гемиморфи, ось въ 180° или перпендикуляръ къ плоскости симметріи есть одна кристаллографическая ось (ортодіагональ), и такъ какъ всегда возможна плоскость къ ней перпендикулярная (§ 27, пунктъ 3), то другія кристаллографическія оси опредѣляются двумя какими нибудь пересѣченіями съ нею другихъ кристаллическихъ граней. Такимъ образомъ послѣднія двѣ оси (главная ось и клинодіагональ) перпендикулярны къ первой оси (ортодіагонали), между тѣмъ какъ онѣ между собою образуютъ уголъ, который можетъ быть и косою и прямою.

Е. Группы триклиноэдрической системы.

1 и 2) (Фиг. 57 и 58). Въ этихъ группахъ, соответствующихъ голоэдри и геміэдри, кристаллографическими осями будутъ три пересѣченія какихъ нибудь кристаллографическихъ граней, не параллельныхъ одной прямой. Двѣ изъ плоскостей, проходящихъ черезъ эти оси, могутъ быть между собою перпендикулярны, двѣ изъ осей могутъ быть перпендикулярны въ третьей, или же наконецъ всѣ три оси перпендикулярны между собою. Известно, что если законъ рациональнаго отношенія тангенсовъ угловъ между гранями одного и того же пояса имѣетъ всеобщее примѣненіе, то во всякомъ триклиномѣрномъ ряду можно выбрать оси такъ, чтобы онѣ представили любой изъ исчисленныхъ выше случаевъ перпендикулярности.

§ 32. Такимъ образомъ мы видѣли, что вообще во всѣхъ кристаллографическихъ группахъ, нами установленныхъ, существуютъ по необходимости возможные кристаллографическія оси, такимъ же образомъ расположенныя и въ тѣхъ же случаяхъ равномѣрныя, какъ это вообще принимается въ кристаллографіи, въ

въ шести кристаллографическихъ системахъ. Исключенія изъ этого дѣлаютъ только нѣкоторыя изъ тѣхъ группъ, въ которыхъ встрѣчаются оси въ 120° , а именно: додекаэдрическая геміэдрія (фиг. 30) и тетартоэдрія (фиг. 29) правильной системы и ромбоэдрическая тетартоэдрія (фиг. 56) и гемиморфія тетартоэдрій (фиг. 53) гексагональной системы. Въ этихъ группахъ будутъ существовать оси, одинаковыя съ осями прочихъ группъ тѣхъ системъ, къ которымъ онѣ принадлежатъ, только въ такомъ случаѣ, если оси въ 120° суть возможные кристаллографическія оси, что имѣетъ мѣсто всегда, если справедливъ законъ раціональнаго отношенія тангенсовъ угловъ между гранями одного и того же пояса. Если же оси въ 120° не суть кристаллографическія оси, то въ двухъ группахъ правильной системы, хотя и будутъ существовать три взаимно перпендикулярныя оси, но отношенія между параметрами по нимъ будутъ ирраціональны; въ двухъ же группахъ гексагональной системы обыкновенное расположеніе осей этой системы (такъ какъ оно приминмается у Наумана) вовсе не имѣетъ мѣста, между тѣмъ какъ существуютъ три оси, направленные какъ оси ромбоэдрической системы Миллера, но основные параметры по нимъ опять таки находятся въ ирраціональныхъ отношеніяхъ.

Вышеуказанное отсутствіе въ природѣ формъ, характеризующихъ осями въ 120° , которыя не суть кристаллографическія оси, кажется должно служить однимъ изъ самыхъ сильныхъ доводовъ въ пользу всеобщей справедливости закона раціональности отношенія тангенсовъ угловъ между гранями одного и того же пояса. Въ самомъ дѣлѣ, безъ этого, какія мы имѣемъ средства для повѣрки справедливости этого закона? Средства эти состоятъ только въ томъ, чтобы повѣрять, дѣйствительно ли всегда тангенсы извѣстныхъ смѣренныхъ угловъ находятся въ отношеніи, которое можно представить дробью, въ которомъ числитель и знаменатель выражаются числами не очень большими. Такая повѣрка только тогда позволяетъ намъ вывести заключеніе въ высшей степени вѣроятное о справедливости повѣряемаго закона, если бы въ огромномъ большинствѣ случаевъ получались весьма простыя дроби, выражающія отношенія между тангенсами измѣренныхъ угловъ, съ

точностью, падающею внутри предѣловъ возможныхъ погрѣшностей, зависящихъ отъ неточности измѣреній. Для отношеній между параметрами граней по кристаллографическимъ осямъ такая простота дробей дѣйствительно имѣетъ мѣсто, и потому этотъ законъ и могъ быть основательно повѣренъ этимъ путемъ. Дробь же, выражающія отношенія между тангенсами, выходятъ гораздо болѣе сложными, и не трудно убѣдиться въ томъ, что такъ и должно быть, даже если упомянутый выше законъ абсолютно справедливъ. Вотъ что значительно затрудняетъ повѣрку этого закона. Тѣ же самыя замѣчанія касаются и до другаго способа, заключающагося въ томъ, чтобы повѣрять на числахъ, удовлетворяютъ ли размѣры осей и углы между ними тѣмъ условіямъ, которыя необходимо должны существовать для возможности вышеозначеннаго закона. Здѣсь конечно нельзя предвидѣть à priori, что должны получиться числа, выраженные довольно сложными дробями, но между тѣмъ во многихъ случаяхъ получаются именно такія числа; кромѣ того затруднительна при этомъ способѣ оцѣнка погрѣшностей, зависящихъ отъ неточности наблюдений. Вотъ почему весьма важно имѣть повѣрку этого закона независимо отъ измѣреній угловъ. Эта повѣрка заключается, какъ мы выше могли замѣтить въ томъ:

1) Что мы не знаемъ ни одного тѣла кристаллизующагося въ додекаэдрической геміэдріи правильной системы, въ которомъ не встрѣчается октаэдръ, ромбическій додекаэдръ, трапецоэдръ или пирамидальный октаэдръ.

2) Что единственное тѣло, кристаллизующееся сколько известно въ тетартоэдріи правильной системы, представляетъ грани тетраэдра и ромбическаго додекаэдра.

3) Что во всѣхъ тѣлахъ, кристаллизующихся въ ромбоэдрической тетартоэдріи гексагональной системы, существуютъ или пинакоиды или призмы.

Если законъ раціональности отношенія между тангенсами угловъ между гранями одного и того же пояса не имѣлъ бы общаго примѣненія, то весьма вѣроятно, что въ числѣ тѣлъ, кристаллизующихся въ приведенныхъ выше группахъ были и такія, на которыхъ не встрѣчались бы никогда тѣ простыя формы, которыя

невозможны при такихъ осяхъ въ 120° , которыя не суть вмѣстѣ съ тѣмъ кристаллографическія оси.

ГЛАВА VI.

Описаніе нѣкоторыхъ кристаллографическихъ группъ.

§ 33. Въ IV главѣ мы сдѣлали обзоръ установленныхъ нами кристаллографическихъ группъ. Въ этой главѣ мы войдемъ въ ближайшее разсмотрѣніе нѣкоторыхъ изъ нихъ, которыя прежде нигдѣ не были разсмотрѣны подробнѣе. Для лучшей связи въ этой же главѣ мы разсмотримъ всѣ вообще группы, называемыя гемиморфическими. Полагая, что лучшее средство для обзора формъ геміэдрическихъ, гемиморфныхъ и тетартоэдрическихъ состоитъ въ томъ, чтобы показать, какимъ образомъ эти формы можно производить изъ формъ другихъ группъ, преимущественно голоэдрическихъ, мы ниже укажемъ на отношеніе простыхъ формъ разсматриваемыхъ группъ къ соотвѣтствующимъ формамъ голоэдрическимъ.

Б. Квадратная система.

6) (Фиг. 37). *Гемиморфія голоэдрическихъ формъ.* Изъ простыхъ формъ голоэдрическихъ всѣ пирамиды и пинакойды сохраняютъ только половинное число своихъ граней, а именно тѣ, которыя сходятся къ одному какому нибудь концу главной оси. Всѣ призмы голоэдрическія остаются съ полнымъ числомъ своихъ граней.

7) (Фиг. 35). *Гемиморфія пирамидальной или трапецоидальной геміэдриі* получается, если въ дитетрагональной пирамидѣ предыдущей гемиморфіи пропустимъ попеременныя грани, или же въ формахъ пирамидальной и трапецоэдрической геміэдриі пропустимъ грани, пересѣкающіяся съ однимъ какимъ нибудь концомъ главной оси. Черезъ это дитетрагональная пирамида обращается въ квадратную полупирамиду третьяго рода, квадратныя пирамиды

перваго и втораго рода обращаются въ квадратныя полупирамиды перваго и втораго рода, пинакоидъ въ полупинакоидъ, дитетрагональная призма въ тетрагональную призму третьяго рода, призмы же перваго и втораго рода остаются безъ измѣненія.

В. Гексагональная система.

8) (Фиг. 54). *Пирамидальная тетартоэдрія*. Формы этой тетартоэдріи получаютъ, если въ дигексагональной пирамидѣ мы сохранимъ однѣ только правыя или однѣ только лѣвыя грани въ попеременнѣнныхъ секстантахъ, пропуская вовсе грани прочихъ секстантовъ. По этому правилу дигексагональная пирамида распадается на четыре тригональныя пирамиды третьяго рода, гексагональная пирамида перваго рода распадается на двѣ тригональныя пирамиды перваго рода, гексагональная пирамида втораго рода на двѣ тригональныя пирамиды втораго рода, дигексагональная призма на четыре тригональныя призмы третьяго рода, гексагональная призма перваго рода на двѣ тригональныя призмы перваго рода и гексагональная призма втораго рода на двѣ тригональныя призмы втораго рода, между тѣмъ какъ пинакоидъ остается безъ измѣненія. Итакъ, въ этой тетартоэдріи всѣ пирамиды и призмы тригональны.

9) (Фиг. 52). *Гемиморфія голоэдрическихъ формъ* совершенно соотвѣтствуетъ подобной же гемиморфіи квадратной системы, такъ что будемъ имѣть дигексагональныя полупирамиды, гексагональныя полупирамиды перваго и втораго рода и полупинакоидъ, при чемъ всѣ призмы остаются съ полнымъ числомъ граней.

10) (Фиг. 50). *Гемиморфія трапецоэдрической и пирамидальной геміэдріи* совершенно соотвѣтствуетъ подобной же гемиморфіи въ квадратной системѣ, такъ что будемъ имѣть гексагональныя полупирамиды и гексагональныя призмы перваго, втораго и третьяго рода и полупинакоидъ.

11) (Фиг. 55). *Гемиморфія ромбоэдрической и тригонотипной геміэдріи*, получается пропусканіемъ, въ каждой простой формѣ соотвѣтствующихъ геміэдрій, граней пересѣкающихся съ однимъ изъ концовъ главной оси. Такимъ образомъ изъ формъ ромбоэд-

рической геміэдріи скаленоэдръ обращается въ дитригональную полупирамиду, ромбоэдръ въ тригональную полупирамиду перваго рода, гексагональная пирамида втораго рода въ гексагональную полупирамиду втораго рода, пинакоидъ въ полупинакоидъ, дигексагональная призма въ дитригональную призму, гексагональная призма перваго рода въ тригональную призму перваго рода, между тѣмъ какъ гексагональная призма втораго рода остается безъ измѣненія. Для сохраненія названій пирамидамъ и призмамъ перваго и втораго рода такими, какъ мы ихъ привели, надобно при переходѣ отъ тригонотипной геміэдріи къ ея гемиморфіи принять оси, промежуточные между осями, принимаемыми для этой геміэдріи Науманомъ.

12) (Фиг. 53). *Гемиморфія тетартоэдріи*. Формы ея получаютъ изъ формъ ромбоэдрической или пирамидальной тетартоэдріи, пропуская грани пересѣкающія одинъ изъ концовъ главной оси. Такимъ образомъ, изъ формъ ромбоэдрической тетартоэдріи, ромбоэдры перваго, втораго и третьяго рода обращаются въ тригональныя полупирамиды перваго, втораго и третьяго рода, пинакоидъ въ полупинакоидъ, между тѣмъ какъ гексагональныя призмы перваго, втораго и третьяго рода обращаются въ тригональныя призмы перваго, втораго и третьяго рода.

Г. Ромбическая система.

3) (Фиг. 43). *Гемиморфія голоэдрическихъ формъ*. Простыя формы этой гемиморфіи получаютъ изъ голоэдрическихъ пропусканіемъ граней, пересѣкающихъ одинъ изъ концовъ одной изъ осей, одной и той же для всѣхъ формъ. Если ось эту примемъ за главную, то будемъ имѣть формы слѣдующихъ названій: ромбическая полупирамида, главная ромбическая призма, полумакродома и полубрахидома, главный полупинакоидъ, макропинакоидъ и ортопинакоидъ.

Д. Моноклиноэдрическая система.

2) (Фиг. 46). *Геміэдрія*. Въ голоэдрической полупирамидѣ сохранена пара граней, пересѣкающихся съ клинодіагональнымъ

сѣченіемъ по одной общей прямой, такъ что полупирамида обращается въ четверть пирамиды. По тому же закону главная призма и клинодома обращаются въ полупризму и въ полудому, полуортодома въ четверть ортодомы, главный пинакоидъ и ортопинакоидъ въ полупинакоиды, между тѣмъ какъ клинопинакоидъ остается безъ измѣненія.

3) (Фиг. 41). *Гемиморфія*. Изъ четырехъ граней голоэдрической полупирамиды пропущены двѣ, пересѣкающіяся съ однимъ изъ концовъ ортодиагонали (или оси въ 180°). Такимъ образомъ полупирамида обращается въ четверть пирамиды, главная призма въ полупризму, клинодома въ полуклинодому, полуортодома, главный пинакоидъ и ортопинакоидъ остаются безъ измѣненія, между тѣмъ какъ клинопинакоидъ обращается въ полуклинопинакоидъ.

Е. Триклиноэдрическая система.

2) (Фиг. 58). *Геміэдрія*. Въ голоэдріи всѣ простыя формы имѣютъ по одной только парѣ граней, которыя между собою параллельны; геміэдрическія формы получаютъ пропусканіемъ одной изъ этихъ граней въ каждой простой формѣ.

ГЛАВА VII.

Заключеніе.

Въ естественныхъ наукахъ всякая классификація дѣлается съ тою цѣлью, чтобы по возможности облегчить обзоръ частныхъ свойствъ предметовъ ею обнимаемыхъ. Надобно признать лучшею ту классификацію, въ которой каждая отдѣльная группа составлена изъ такихъ предметовъ, которые имѣютъ наивозможно большее число сходныхъ свойствъ. Намъ кажется, что въ этомъ отношеніи предложенная въ этой статьѣ классификація кристалловъ представляетъ нѣкоторое преимущество передъ тѣми способами группировки ихъ, которые до сихъ поръ служили въ кристаллографіи. Мы признаемъ отдѣльными группами только такія, которыя числомъ и расположеніемъ равныхъ направленій отличаются

отъ другихъ группъ, и если справедливо общее начало, что направленія, одинаково расположенныя относительно граней наружной формы, вмѣстѣ съ тѣмъ и обладаютъ одинаковыми физическими свойствами, между тѣмъ какъ по направленіямъ, неодинаково расположеннымъ относительно наружной формы, могутъ проявляться физическія свойства различныя, тогда наша классификація будетъ столько же физическою сколько геометрическою. Намъ также кажется, что выраженіе того начала, которое мы положили въ основаніе нашей классификаціи, и на которое мы только что указали въ немногихъ словахъ, не заключаетъ въ себѣ ничего неопредѣлительнаго или неточнаго, и что подробности этой классификаціи суть не что иное какъ необходимыя послѣдствія, полученные путемъ чисто математическаго вывода изъ этого начала, въ совокупности съ закономъ раціональнаго отношенія между параметрами. Я долженъ даже признать, что трудъ мой по этому предмету есть ни что иное какъ результатъ той внутренней борьбы, въ которой съ перваго шага моихъ занятій я постоянно находился, борьбы противъ неопредѣлительности тѣхъ понятій, которыя я могъ извлечь изъ различныхъ сочиненій, касательно началъ, положенныхъ въ основаніе для сгруппированія кристалловъ въ системы и подраздѣленія сихъ послѣднихъ на болѣе тѣсныя группы¹⁾. Исслѣдованія наши привели къ результату, нѣсколько различному отъ классификаціи нынѣ общепринятой въ кристаллографіи. Такъ, сравнительно съ группами, приведенными г. Науманомъ, мы указываемъ на возможность семи новыхъ группъ, а именно: двухъ гемиморфій квадратной системы, пирамидальной тетартоэдріи и гемиморфій пирамидальной геміэдріи и тетартоэдрій гексагональной системы, симметрической геміэдріи моноклиноэдрической и геміэдріи триклиноэдрической системы, между тѣмъ какъ мы отвергаемъ существованіе въ видѣ отдѣльныхъ группъ слѣдующихъ семи: геміэдріи и тетартоэдріи ромботипныхъ, гемиморфій сфеноидальной

¹⁾ Я считаю своею обязанностью объявить здѣсь, что первымъ побужденіемъ къ предпринятію настоящей работы служило замѣчаніе, сдѣланное о плоскостяхъ симметріи бывшимъ моимъ ученикомъ Г. Н. Феодоровымъ, нынѣ завѣдующимъ химическою лабораторіею Михайловской Артиллерійской Академіи.

геміэдріи и мероэдріи съ моноклиноэдрическимъ характеромъ квадратной системы, мероэдріи съ моноклиноэдрическимъ характеромъ и гемиморфіи сфенойдальной геміэдріи ромбической системы и всей системы диклиноэдрической. Основанія, по которымъ мы считаемъ себя вправѣ установить только что исчисленныя новыя группы, уже достаточно были выяснены въ этой статьѣ; что же касается до семи группъ, существованіе которыхъ мы отвергаемъ, то мы считаемъ умѣстнымъ здѣсь еще прибавить нѣкоторыя замѣчанія. Уже изъ того обстоятельства, что группы эти не вошли отдѣльными группами въ нашу классификацію, видно, что числомъ и расположеніемъ равныхъ направленій онѣ не отличаются отъ другихъ группъ, нами установленныхъ. Остается за этимъ разобратъ, въ чемъ состоятъ тѣ особенности, которыми отличаются эти группы отъ тѣхъ группъ, къ которымъ по нашему мнѣнію слѣдовало бы ихъ присоединить. Послѣ того надобно рѣшить достаточно ли важны эти особенности для того, чтобы группы эти считать самостоятельными съ отнесеніемъ ихъ къ другимъ кристаллографическимъ системамъ, нежели къ какимъ онѣ, по нашему мнѣнію, принадлежать. Съ этою цѣлью мы разберемъ каждую группу отдѣльно. Ромботипная геміэдрія квадратной системы отличается отъ голоэдріи ромбической системы только тѣмъ, что основные параметры по двумъ изъ взаимно перпендикулярныхъ кристаллографическихъ осей равны между собою или находятся въ простомъ раціональномъ отношеніи. Спрашивается, въ чемъ заключается важность подобнаго обстоятельства, если съ нимъ не связаны какія нибудь другія свойства кристалловъ? Между разсматриваемою группою и голоэдріею ромбической системы нѣтъ различія въ законѣ расположенія граней, и такъ какъ число и расположение равныхъ направленій въ обѣихъ группахъ то же самое, то нѣтъ причины ожидать различія въ характерѣ физическихъ свойствъ. Если притомъ нѣтъ опыта, который указалъ бы на такое различіе въ физическихъ свойствахъ, то спрашивается, что же у насъ остается, чтобы оправдать причисленіе этой группы къ квадратной системѣ? Если допустить причисленіе къ ромбической системѣ формъ, въ которыхъ отношеніе между параметрами по двумъ изъ осей можетъ быть до крайности разнообразно, отчего

непремѣнно дѣлать исключеніе для простаго раціональнаго отношенія? И что такое, наконецъ, *простое* раціональное отношеніе, — развѣ можно дать этому понятію точное опредѣленіе? Все, что мы сказали по сравненію этой геміэдриі съ голоэдриею ромбической системы, примѣняется также слово въ слово къ сравненію ромботипной тетартоэдриі квадратной системы съ сфеноидальною геміэдриею ромбической системы, отъ которой она не отличается ни закономъ расположенія граней, ни числомъ и расположеніемъ равныхъ направленій. Тѣ же самыя замѣчанія примѣняются также и къ сравненію гемиморфіи сфеноидальной геміэдриі квадратной системы съ гемиморфіею голоэдрическихъ формъ ромбической системы, съ единственною только разницею, что для того чтобы получить оси ромбической системы надобно вмѣсто двухъ побочныхъ осей принятыхъ Науманомъ принять двѣ другія, раздѣляющія пополамъ углы между первыми осями. Что же касается до мероэдриі квадратной системы, которую Г. Г. Розе считалъ себя вправѣ установить на основаніи своихъ измѣреній кристалловъ сульфаминоваго аммонія, то мы уже выше замѣтили, что измѣренія эти не были въ такой степени точны, чтобы не могло остаться сомнѣнія относительно того, дѣйствительно ли въ формѣ этихъ кристалловъ существуютъ тѣ особенности, которыя считались достаточными для причисленія ихъ къ квадратной системѣ. По нашему мнѣнію эти кристаллы представляютъ комбинацію $oP, +P, (P \infty)$ моноклиноэдрической системы, къ которой ихъ слѣдуетъ причислить даже и тогда, если дѣйствительно главная ось была бы перпендикулярна къ клинодіагонали и кромѣ того основные параметры по клинодіагонали и по ортодіагонали были бы равны. Мы знаемъ, что всѣ моноклиноэдрическія формы могутъ быть отнесены къ прямоугольнымъ осямъ (это-то, что дѣлалъ г. Вейсъ и что всегда можетъ быть сдѣлано, коль скоро справедливъ законъ раціональности отношеній тангенсовъ угловъ между гранями одного и того же пояса); если вообще при прямоугольныхъ осяхъ координатъ знаки граней выходятъ болѣе сложными чѣмъ при известной системѣ косоугольныхъ осей, мы не видимъ причины, отчего въ частномъ случаѣ эти знаки не могутъ выходить простѣйшими для данной системы осей прямоугольныхъ. Если зна-

ченіе въ 90° угла между двумя осями не связано съ какими либо другими свойствами кристалловъ, то мы не видимъ, чѣмъ такое значеніе болѣе замѣчательно нежели всякое другое частное значеніе этого угла. Что же касается до равенства основныхъ параметровъ по двумъ осямъ, намъ остается только припомнить то, что мы сказали выше по этому поводу при разсматриваніи другихъ группъ квадратной системы, существованіе которыхъ мы оспариваемъ. Моноклиноэдрическая геміэдрія ромбической системы не должна по нашему составить группы, отдѣльной отъ голоэдріи моноклиноэдрической системы даже и въ томъ случаѣ, если кристаллы къ ней причисляемые представили бы пинакоидъ, дѣйствительно перпендикулярный къ ребрамъ вертикальной призмы; по изложеннымъ выше причинамъ мы не можемъ смотрѣть на величину этого угла въ 90° иначе какъ на частный случай, которому не слѣдуетъ приписать особенной важности. То же самое замѣчаніе примѣняется также и къ гемиморфіи сфеноидальной геміэдріи ромбической системы, которой по нашему мнѣнію не слѣдуетъ отдѣлить отъ гемиморфіи моноклиноэдрической системы. Въ примѣчаніи, сдѣланномъ въ концѣ IV главы, мы старались показать, что довольно сомнительно существованіе кристалловъ, дѣйствительно обладающихъ тѣми признаками, которые считаются характеристическими для диклиноэдрической системы. Но, допустивъ даже, что существуютъ подобные кристаллы, мы все-таки должны отвергать существованіе диклиноэдрической системы какъ отдѣльной группы, и причислить формы, сюда относящіяся, къ голоэдріи триклиноэдрической системы. Отличіе отъ сей послѣдней заключается только въ перпендикулярности двухъ изъ плоскостей осей, и въ томъ, что призма, грани которой параллельны пересѣченію этихъ плоскостей, является всегда всѣми своими четырьмя гранями вмѣстѣ. Что касается до перпендикулярности плоскостей, все, что мы сказали въ этой главѣ о перпендикулярности осей, примѣняется и здѣсь. Мы бы не были вправѣ сказать этого, если дѣйствительно съ этою перпендикулярностью было бы связано проявленіе призмы съ полнымъ числомъ граней. Мы однако никогда не были въ состояніи понимать, чтобы такое проявленіе призмы было слѣдствіемъ перпендикулярности двухъ изъ плоско-

стей осей. Плоскости эти раздѣляютъ пространство на четыре части равныя по объему, равныя относительно расположенныхъ въ нихъ угловъ между гранями этой призмы и двумя взаимно перпендикулярными плоскостями осей; между тѣмъ какъ эти пространства не равны относительно расположенныхъ въ нихъ угловъ между этими же гранями призмы и третьею плоскостью координатъ, и во всѣхъ другихъ отношеніяхъ. Но если и проявленіе призмы, всѣми своими четырьмя гранями вмѣстѣ, не можетъ быть выведено à priori изъ того, что уголъ между двумя изъ плоскостей осей есть прямой, то все-таки одновременное существованіе этихъ двухъ признаковъ могло бы быть обусловлено закономъ природы. Изъ данныхъ, сообщенныхъ нами въ примѣчаніи, помѣщенномъ въ концѣ главы IV, однако видно, что принятіе такого закона не можетъ быть оправдано, потому что на одномъ единственномъ примѣрѣ нельзя основать закона, тѣмъ менѣе что и этотъ примѣръ нѣсколько сомнителенъ. Въ самомъ дѣлѣ изъ всѣхъ кристалловъ причисляемыхъ къ диклиноэдрической системѣ, призма является съ полнымъ числомъ своихъ граней въ одной только соли, первоначально изслѣдованной Митчерлихомъ, соли, которая въ послѣдствіи не могла быть воспроизведена съ тѣми свойствами, которыя ей приписываетъ Митчерлихъ. Наконецъ мы должны замѣтить, что постоянное проявленіе въ одной какой-нибудь соли призмы, со всѣми своими четырьмя гранями вмѣстѣ, не представило бы ничего удивительнаго, въ особенности когда соль эта добывается одними только извѣстными путями и при извѣстныхъ обстоятельствахъ. Такихъ примѣровъ болѣе или менѣе постоянного сочетанія извѣстныхъ простыхъ формъ мы знаемъ нѣсколько. Кому неизвѣстно, въ какой степени рѣдко въ кварцѣ встрѣтить ромбоэдръ безъ дополнительнаго ему и безъ граней призмы перваго рода; между тѣмъ число кристалловъ кварца, попавшихъ въ руки кристаллографовъ и минералоговъ, несравненно болѣе значительно, и обстоятельства, подъ которыми эти кристаллы образовались, несравненно болѣе разнообразны, чѣмъ это имѣетъ мѣсто для химическаго продукта не совсѣмъ обыкновеннаго, какъ сульфаминоваго аммонія.

Приложение А.

Законъ рациональнаго отношенія между параметрами кристаллическихъ граней.

Какъ извѣстно, законъ этотъ состоитъ въ томъ, что возможно выбрать три оси координатъ, не лежащія въ одной плоскости, такія, что если провести плоскости параллельныя гранямъ какого-нибудь кристаллическаго ряда черезъ произвольную точку, взятую на одной изъ осей координатъ, или черезъ точки пересѣченія одной изъ сихъ плоскостей съ другою осью координатъ, то параметры всѣхъ этихъ плоскостей по каждой изъ осей координатъ находятся между собою въ рациональныхъ отношеніяхъ. Мы будемъ называть *возможною* кристаллическою плоскостью даннаго ряда, такую плоскость, параметры которой, находясь въ рациональномъ отношеніи къ параметрамъ прочихъ плоскостей по всѣмъ тремъ осямъ координатъ, удовлетворяютъ вышеизложенному закону.

Я говорю, что этотъ самый законъ будетъ удовлетворенъ для даннаго кристаллическаго ряда также и тогда, когда въ замѣнѣ первоначальныхъ плоскостей координатъ мы возьмемъ какія-нибудь три возможныхъ кристаллическія плоскости, и что прежнія плоскости координатъ суть также возможныхъ кристаллическія плоскости. Въ самомъ дѣлѣ пусть OA , OB и OC (фиг. 23) будутъ три оси координатъ, относительно которыхъ законъ рациональнаго отношенія между параметрами удовлетворенъ. Докажемъ сначала, что одну изъ плоскостей координатъ, на примѣръ BOC , можно замѣнить οποю плоскостью кристаллическаго ряда. Положимъ сначала, что эта плоскость PMN не параллельна оси OC , такъ что она пересѣкается съ ней въ точкѣ N . Новыя оси координатъ будутъ PO , PN и PM . Черезъ точку O проведемъ плоскость параллельную любой изъ прочихъ плоскостей кристаллографическаго ряда на примѣръ плоскости $PN'M'$. Пересѣченіе этой плоскости съ плоскостью OPN имѣетъ мѣсто по прямой ON , параллельной PN' ; вслѣдствіе этого треугольники PNN' и ONN , подобны, и мы имѣемъ:

$$NN_1 : PN = ON : NN'$$

Такъ какъ второе отношеніе (отношеніе параметра къ разности двухъ параметровъ по оси OC) рационально, то и первое отношеніе рационально, изъ чего слѣдуетъ, что отношеніе параметра по оси PN какой-нибудь кристаллической плоскости къ параметру по этой же оси прежней плоскости координатъ есть рациональное число. Если же новая плоскость координатъ PNM параллельна оси OC (фиг. 24), то одна изъ новыхъ осей координатъ PN параллельна прежней OC , и параметръ плоскости BOC по этой оси будетъ безконечность. Не трудно въ этомъ случаѣ доказать, что параметры по оси PN какихъ-нибудь двухъ кристаллическихъ плоскостей непараллельныхъ этой оси, находятся между собою въ рациональныхъ отношеніяхъ. Въ самомъ дѣлѣ пусть будутъ двѣ плоскости $PN'M'$ и $PN''M''$, параметры которыхъ ON' и ON'' по оси OC находятся въ рациональномъ отношеніи. Для полученія параметровъ ихъ по оси PN проведемъ черезъ точку O двѣ прямыя ON'_1 и ON''_1 , параллельныя PN' и PN'' ; пересѣченія этихъ прямыхъ съ осью PN въ точкахъ N'_1 и N''_1 , опредѣляютъ параметры PN'_1 и PN''_1 по оси PN плоскостей, параллельныхъ $PN'M'$ и $PN''M''$, и такъ какъ эти параметры по абсолютной величинѣ равны параметрамъ ON' и ON'' по оси OC , то они находятся въ рациональныхъ отношеніяхъ. И такъ мы доказали, что во всѣхъ случаяхъ, параметры всѣхъ кристаллографически возможныхъ плоскостей, а также и старой плоскости координатъ по оси PN находятся въ рациональныхъ отношеніяхъ между собою. Такимъ же порядкомъ можно доказать, что то же самое имѣетъ мѣсто и по оси PM , такъ что законъ рациональнаго отношенія между параметрами будетъ справедливъ и для новыхъ осей PO , PN и PM . Въ вышеприведенномъ доказательствѣ мы опредѣлили положеніе плоскостей относительно новыхъ осей координатъ тѣмъ, что черезъ произвольную точку O , взятую на одной изъ осей мы провели плоскости имъ параллельныя, которыя пересѣченіемъ своимъ съ двумя другими осями координатъ PN и PM опредѣлили параметры плоскостей по этимъ осямъ. Этотъ способъ не годится для опредѣленія положенія плоскостей параллельныхъ оси PO , возможность которыхъ при старыхъ осяхъ опредѣляется такимъ образомъ, что черезъ точку пересѣченія M (фиг. 25) какой-ни-

будь другой плоскости съ осью OB мы приводимъ плоскость $SMN'T$ параллельную разсматриваемой, при чемъ параметръ ON' этой плоскости по оси OC долженъ находиться въ рациональномъ отношеніи къ какому нибудь другому параметру ON по этой оси. Такимъ же образомъ мы должны также повѣрять, будетъ ли законъ рациональнаго отношенія между параметрами удовлетворенъ для этой плоскости и при новыхъ осяхъ. Параметръ одной изъ плоскостей при новыхъ осяхъ будетъ PM , по этому при новыхъ осяхъ мы можемъ плоскость $SMN'T$ оставить въ прежнемъ положеніи, и найдемъ параметръ ея по оси PN , если продолжимъ прямую $N'T$, параллельную OP , до пересѣченія съ PN въ точкѣ U . Подобіе треугольниковъ NOP и $NN'U$ показываетъ, что если ON и ON' находятся въ рациональномъ отношеніи, то и PN и PU будутъ въ такомъ же отношеніи.

Итакъ мы видѣли, что если законъ рациональнаго отношенія между параметрами будетъ справедливъ для данныхъ трехъ осей координатъ, то онъ будетъ также справедливъ еще, если одну изъ плоскостей координатъ замѣнить какою нибудь изъ граней кристаллическаго ряда. Но такимъ же образомъ мы можемъ еще и другую и третью плоскость координатъ замѣнить какими нибудь плоскостями разсматриваемаго кристаллическаго ряда, изъ чего слѣдуетъ, что всякое пересѣченіе двухъ кристаллическихъ плоскостей можетъ быть осью координатъ, обладающею тѣмъ свойствомъ, что если черезъ любую точку, взятую на другой оси мы проведемъ плоскости, параллельныя всѣмъ гранямъ кристалла, то параметры всѣхъ этихъ плоскостей по первой оси будутъ въ рациональныхъ отношеніяхъ между собою. Мы будемъ называть *возможною кристаллографическою осью* всякую прямую пересѣченія двухъ возможныхъ плоскостей кристаллографическаго ряда. Такимъ образомъ мы доказали, что параметры по каждой возможной кристаллической оси находятся между собою въ рациональныхъ отношеніяхъ.

При предыдущемъ доказательствѣ, замѣняя одну изъ плоскостей координатъ, мы, для удобства построенія, перемѣнили и начало координатъ; не трудно понять, что можно этого не дѣлать, и что теорема наша будетъ справедлива и тогда, если новыя оси

координатъ перенести, параллельно самимъ себѣ, въ прежнее начало координатъ. Для того, чтобы убѣдиться въ этомъ, стоитъ только вообразить себѣ два отдѣльныхъ построения: въ одномъ пусть плоскости будутъ размѣщены такимъ образомъ, какъ это нужно для повѣрки закона рациональнаго отношенія между параметрами по прежнимъ осямъ, а въ другомъ же, плоскости, параллельныя первымъ будутъ размѣщены такъ какъ это нужно для повѣрки этого же закона относительно новыхъ осей координатъ. За этимъ перенесемъ второе построение такъ, чтобы плоскости остались параллельными прежнимъ своимъ положеніямъ и такъ чтобы начало координатъ втораго построения совпало бы съ началомъ координатъ перваго. Такимъ образомъ, если черезъ какую нибудь точку провести плоскости параллельныя всѣмъ возможнымъ гранямъ даннаго кристаллическаго ряда, то всѣ прямыя пересѣченія этихъ плоскостей можно разсматривать какъ оси координатъ, которыя будутъ имѣть то свойство, что если черезъ любую точку, взятую на одной изъ нихъ, проведемъ плоскости параллельныя всѣмъ возможнымъ гранямъ разсматриваемаго ряда, то получаемые по каждой изъ этихъ осей отрѣзки или параметры будутъ находиться въ рациональныхъ отношеніяхъ.

Докажемъ также еще, что всякая плоскость, проведенная черезъ двѣ возможные кристаллографическія оси, есть возможная кристаллическая плоскость. Пусть ось OA (фиг. 26) есть пересѣченіе плоскостей P и Q и ось OA' пересѣченіе плоскостей P' и Q' . Я беру за плоскости координатъ P, P' и еще какую нибудь плоскость. Черезъ какую нибудь точку M , взятую на прямой пересѣченія плоскостей P и P' проведемъ плоскости параллельныя гранямъ Q и Q' ; эти плоскости пересѣкутся съ P и P' по прямымъ MS и MT , параллельнымъ OA и OA' . Очевидно плоскость MST , параллельная плоскости проведенной черезъ OA и OA' , имѣетъ по осямъ OS и OT параметры OS и OT , одинаковые съ параметрами по этимъ осямъ одной изъ плоскостей Q и Q' , и что вслѣдствіе этого плоскость MST параллельна возможной кристаллической плоскости. Если одна изъ точекъ S или T , на примѣръ S , совпадаетъ съ O , тогда теорема также справедлива, потому что тогда плоскость MST обращается въ возможную плоскость $МО$.

Если наконецъ одновременно и S и T совпадаютъ съ O , то и этотъ случай не представляетъ исключенія изъ нашей теоремы, потому что тогда обѣ оси OA и OA' сливаются въ одну, такъ что теорема до этого случая не относится.

Приложеніе В.

Доказать, что $\cos \frac{2\pi}{n}$, гдѣ n число цѣлое, есть количество соизмѣримое только тогда, когда абсолютная величина его равна

$$0, \text{ или } 1, \text{ или } \frac{1}{2}^*).$$

Знаемъ, что

$$(1) 2^{2n-1} \cos^{2n} x = \cos 2nx + (2n)_1 \cos(2n-2)x + (2n)_2 \cos(2n-4)x + \dots + (2n)_{n-1} \cos 2x + \frac{1}{2} (2n)_n,$$

$$(2) 2^{2n} \cos^{2n+1} x = \cos(2n+1)x + (2n+1)_1 \cos(2n-1)x + (2n+1)_2 \cos(2n-3)x + \dots + (2n+1)_n \cos x;$$

здѣсь подъ обозначеніемъ m_k разумѣется биномиальный коэффициентъ: $\frac{m(m-1) \dots (m-k+1)}{1 \cdot 2 \dots k}$.

Полагая n послѣдовательно равнымъ 1, 2, 3 и проч., изъ (1) и (2) мы можемъ по порядку опредѣлить $\cos 2x$, $\cos 3x$, $\cos 4x$, въ функціяхъ отъ $\cos x$. Эти функціи будутъ такого вида:

$$(3) \cos 2mx = A_{2m} \cos^{2m} x + A_{2m}^{(1)} \cos^{2m-2} x + A_{2m}^{(2)} \cos^{2m-4} x + \dots + A_{2m}^{(m-1)} \cos^2 x + A_{2m}^{(m)};$$

$$(4) \cos(2m+1)x = B_{2m+1} \cos^{2m+1} x + B_{2m+1}^{(1)} \cos^{2m-1} x + B_{2m+1}^{(2)} \cos^{2m-3} x + \dots + B_{2m+1}^{(m)} \cos x;$$

здѣсь A и B отъ x не зависятъ и могутъ быть найдены по способу неопредѣленныхъ коэффициентовъ. Именно: (1) и (2) помощію (3) и (4) принимаютъ видъ (положимъ для краткости $\cos x = y$):

*) Нижеслѣдующее доказательство намъ сообщено Г. Н. Будаевымъ.

$$\begin{aligned}
 (5) \quad 2^{2n-1}y^{2n} &= A_{2n}y^{2n} + A_{2n}^{(1)}y^{2n-2} + A_{2n}^{(2)}y^{2n-4} + \dots + A_{2n}^{(n-1)}y^2 + \\
 &\quad + A_{2n}^{(n)} \\
 &\quad + (2n)_1 \{ A_{2n-2}y^{2n-2} + A_{2n-2}^{(1)}y^{2n-4} + \dots + \\
 &\quad \quad + A_{2n-2}^{(n-2)}y^2 + A_{2n-2}^{(n-1)} \} \\
 &\quad + (2n)_2 \{ A_{2n-4}y^{2n-4} + \dots + A_{2n-4}^{(n-3)}y^2 + A_{2n-4}^{(n-2)} \} \\
 &\quad + \dots \\
 &\quad + (2n)_{n-1} \{ A_2y^2 + A_2^1 \} \\
 &\quad + \frac{1}{2}(2n)_n;
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 (6) \quad 2^{2n}y^{2n+1} &= B_{2n+1}y^{2n+1} + B_{2n+1}^{(1)}y^{2n-1} + B_{2n+1}^{(2)}y^{2n-3} + \dots + \\
 &\quad + B_{2n+1}^{(n)}y \\
 &\quad + (2n+1)_1 \{ B_{2n-1}y^{2n-1} + B_{2n-1}^{(1)}y^{2n-3} + \dots + B_{2n-1}^{(n-1)}y \} \\
 &\quad + (2n+1)_2 \{ B_{2n-3}y^{2n-3} + \dots + B_{2n-3}^{(n-2)}y \} \\
 &\quad + \dots \\
 &\quad + (2n+1)_n y;
 \end{aligned}$$

чрезъ сравненіе коэффиціентовъ при одинакихъ степеняхъ y въ (5) и (6) получаемъ:

$$(7) \quad \left\{ \begin{aligned}
 2^{2n-1} &= A_{2n} \\
 0 &= A_{2n}^{(1)} + (2n)_1 A_{2n-2} \\
 0 &= A_{2n}^{(2)} + (2n)_1 A_{2n-2}^{(1)} + (2n)_2 A_{2n-4} \\
 &\dots \\
 0 &= A_{2n}^{(n-1)} + (2n)_1 A_{2n-2}^{(n-2)} + (2n)_2 A_{2n-4}^{(n-3)} + \dots + \\
 &\quad + (2n)_{n-1} A_2 \\
 0 &= A_{2n}^{(n)} + (2n)_1 A_{2n-2}^{(n-1)} + (2n)_2 A_{2n-4}^{(n-2)} + \dots + \\
 &\quad + (2n)_{n-1} A_2^1 + \frac{1}{2}(2n)_n.
 \end{aligned} \right.$$

$$(8) \quad \left\{ \begin{aligned}
 2^{2n} &= B_{2n+1} \\
 0 &= B_{2n+1}^{(1)} + (2n+1)_1 B_{2n-1} \\
 &\dots \\
 0 &= B_{2n+1}^{(n)} + (2n+1)_1 B_{2n-1}^{(n-1)} + (2n+1)_2 B_{2n-3}^{(n-2)} + \dots + \\
 &\quad + (2n+1)_{n-1} B_3^{(1)} + (2n+1)_n.
 \end{aligned} \right.$$

Первое изъ уравнений системы (7) даетъ $A_{2n} = 2^{2n-1}$ и слѣдовательно $A_{2n-2} = 2^{2n-3}$, $A_{2n-4} = 2^{2n-5}$ и т. д.; тогда второе уравнение даетъ $A_{2n}^{(1)} = C_1 \cdot 2^{2n-3}$, гдѣ C_1 есть цѣлое, и слѣдоват. $A_{2n-2}^{(1)} = C'_1 \cdot 2^{2n-5}$, $A_{2n-4}^{(1)} = C''_1 \cdot 2^{2n-7}$ и т. д.; тогда третье уравнение даетъ $A_{2n}^{(2)} = C_2 \cdot 2^{2n-5}$, гдѣ C_2 цѣлое. И т. д. Предпослѣднее уравнение даетъ $A_{2n}^{(n-1)} = C_{n-1} \cdot 2$, гдѣ C_{n-1} цѣлое; послѣднее уравнение очевидно дастъ для $A_{2n}^{(n)}$ нѣкоторое цѣлое значеніе C_n .

Система (8) даетъ: $B_{2n+1} = 2^{2n}$, $B_{2n+1}^{(1)} = D_1 \cdot 2^{2n-2}$, $B_{2n+1}^{(2)} = D_2 \cdot 2^{2n-4}$, ..., $B_{2n+1}^{(n-1)} = D_{n-1} \cdot 2^2$, $B_{2n+1}^{(n)} = D_n$, гдѣ всѣ D суть цѣлыя.

Такимъ образомъ (3) и (4) принимаютъ видъ (означимъ C и D при $n = m$ чрезъ G и H):

$$\cos 2mx = 2^{2m-1} \cos^{2m} x + G_1 \cdot 2^{2m-3} \cos^{2m-2} x + G_2 \cdot 2^{2m-5} \cos^{2m-4} x + \dots + G_{m-1} \cdot 2 \cos^2 x + G_m;$$

$$\cos (2m+1)x = 2^{2m} \cos^{2m+1} x + H_1 \cdot 2^{2m-2} \cos^{2m-1} x + H_2 \cdot 2^{2m-4} \cos^{2m-3} x + \dots + H_{m-1} \cdot 2^2 \cos^3 x + H_m \cos x.$$

Умноживъ ихъ на 2 и положивъ для краткости $2 \cos x = z$, получаемъ:

$$(9) \quad 2 \cos 2mx = z^{2m} + G_1 z^{2m-2} + G_2 z^{2m-4} + \dots + G_{m-1} z^2 + 2G_m;$$

$$(10) \quad 2 \cos (2m+1)x = z^{2m+1} + H_1 z^{2m-1} + H_2 z^{2m-3} + \dots + H_{m-1} z^3 + H_m z;$$

всѣ G и H суть количества цѣлыя, отъ z независящія.

Положимъ въ (9) $2mx = 2\pi$ и слѣдов. $z = 2 \cos \frac{2\pi}{2m}$, а въ (10) $(2m+1)x = 2\pi$ и слѣдов. $z = 2 \cos \frac{2\pi}{2m+1}$; тогда (9) и (10) примутъ видъ:

$$(11) \quad z^{2m} + G_1 z^{2m-2} + G_2 z^{2m-4} + \dots + G_{m-1} z^2 + 2(G_m - 1) = 0;$$

$$(12) \quad z^{2m+1} + H_1 z^{2m-1} + H_2 z^{2m-3} + \dots + H_m z - 2 = 0.$$

Въ обоихъ уравненіяхъ всѣ коэффициенты суть цѣлые и первые изъ нихъ суть 1; а потому соизмѣримые корни въ (11) и

(12) должны быть всѣ цѣлые; но какъ $z = 2 \cos \frac{2\pi}{2m}$ для (11) и $z = 2 \cos \frac{2\pi}{2m+1}$ для (12) по абсолютной величинѣ больше 2 быть не можетъ, то цѣлыя значенія z : a могутъ быть только 0, ± 1 , ± 2 . Итакъ: для дугъ вида $\frac{2\pi}{n}$ (n число цѣлое) косинусъ не иначе можетъ быть соизмѣримый, какъ когда онъ будетъ равенъ одному изъ количествъ 0, $\pm \frac{1}{2}$, ± 1 ; для этихъ-же значеній его дуга, не бѣльшая чѣмъ π , дѣйствительно есть вида $\frac{2\pi}{n}$.

Если въ (9) положимъ $2mx = k\pi$ и въ (10) $(2m+1)x = k\pi$, гдѣ k число цѣлое, то подобнымъ-же образомъ найдемъ, что косинусъ или синусъ дуги вида $\frac{k\pi}{n}$ только тогда бываетъ соизмѣримое количество, когда значеніе его есть 0, $\pm \frac{1}{2}$, ± 1 .

Коеффициенты въ равенствахъ (3) и (4) опредѣляются по формуламъ:

$$A_{2m}^{(k)} = (-1)^k \{ (2m - k)_k + (2m - k - 1)_{k-1} \} \cdot 2^{2m-2k-1};$$

$$B_{2m+1}^{(k)} = (-1)^k \{ (2m - k + 1)_k + (2m - k)_{k-1} \} \cdot 2^{2m-2k}.$$

Объясненіе чертежей.

Бѣльшая часть чертежей суть стереографическія проекціи, посредствомъ которыхъ изображены на плоскости бумаги точки и круги находящіяся на поверхности шара. Въ этихъ фигурахъ кругъ очерчивающій фигуру есть пересѣченіе съ плоскостью бумаги того шара, на которомъ находятся точки и круги изображенныя на бумагѣ. Какая нибудь точка находящаяся на поверхности этого шара проектируется на бумагу посредствомъ прямой проведенной изъ нея къ бѣлье отдаленному отъ этой точки полюсу плоскости бумаги. Такимъ образомъ для проектированія точекъ находящихся на верхней половинѣ шара (выше бумаги) служитъ нижній полюсъ, а для проектированія нижнихъ точекъ шара служитъ верхній полюсъ. Въ одну и ту же точку проектируются двѣ точки поверхности шара, одна верхняя, другая нижняя, находящіяся на одной и той же прямой, перпендикулярной къ пло-

скости бумаги. Двѣ точки, находящіяся на концахъ одного и того же діаметра шара, проектируются на одномъ и томъ же діаметрѣ обводнаго круга проекціи, и въ одинаковыхъ разстояніяхъ отъ центра этого круга. Положеніе какой нибудь кристаллической грани обозначается на чертежѣ проекціею точки прикосновенія съ шаромъ плоскости параллельной этой грани, причемъ эта плоскость, касательная къ шару, должна быть проведена такимъ образомъ, чтобы перпендикуляръ къ ней, проведенный къ центру шара, былъ направленъ въ ту сторону, въ которой находится относительно разсматриваемой грани вещество кристалла. Такимъ образомъ двѣ параллельныя грани, находящіяся на противоположныхъ сторонахъ кристалла, обозначаются двумя точками находящимися въ одинаковомъ разстояніи отъ центра обводнаго круга на одномъ и томъ же діаметрѣ этого круга; одна изъ этихъ точекъ проектирована съ верхней половины шара, а другая съ нижней. Въ тѣхъ фигурахъ, въ которыхъ встрѣтилась надобность дѣлать различіе между точками проектированными съ верхней и съ нижней половины шара, первыя обозначены крестиками, а вторыя обведены небольшими кружками. Если одна и та же точка въ проекціи служитъ для изображенія двухъ граней, одной верхней и другой нижней, то такая точка обозначена крестикомъ обведеннымъ кружкомъ; эти двѣ грани въ этомъ случаѣ расположены симметрично относительно плоскости бумаги. Положеніе прямыхъ, проходящихъ черезъ центръ шара, обозначено проекціями точекъ встрѣчи этихъ прямыхъ съ поверхностью шара. Если эти прямыя суть оси совмѣщенія, то въ нѣкоторыхъ случаяхъ около точекъ, изображающихъ положеніе ихъ, мы начертили различные знаки, смотря по природѣ осей; такъ напримѣръ: небольшой овалъ обозначаетъ ось въ 180° , треугольникъ — ось въ 120° , квадратъ — ось въ 90° и шестиугольникъ — ось въ 60° . Плоскости проведенныя черезъ центръ шара мы обозначали проекціею пересѣченія ихъ съ поверхностью шара; изъ этихъ плоскостей мы обозначили плоскости симметріи сплошными черными чертами, между тѣмъ какъ другія плоскости, нужныя собственно только для построенія, обозначены пунктиромъ. Въ фигурахъ 27 по 58 — точки, обозначающія положеніе граней общей простой формы, служатъ

вмѣстѣ съ тѣмъ для обозначенія относительнаго положенія равныхъ направленій, приче́мъ всякое направленіе подразумѣвается идущимъ изъ центра шара къ той точкѣ, проекція которой изображена на чертежѣ. Направленія совмѣстимо-равныя обозначены одною и тою же буквою a или b , между тѣмъ какъ направленіе обозначенное черезъ b симметрично равно другому направленію обозначенному черезъ a . Изъ этихъ направленій—идущія отъ центра шара къ точкамъ нижней поверхности шара обозначены черезъ a' и b' . На этихъ же фигурахъ мы обозначили также и направленія характеристическихъ кристаллографическихъ осей, такъ какъ ихъ принимаетъ г. Науманъ. За исключеніемъ фиг. 57 и 58, соотвѣтствующихъ триклиноэдрической системѣ, во всѣхъ прочихъ фигурахъ одна изъ осей, перпендикулярная къ плоскости бумаги, проектируется въ центрѣ обводнаго круга, между тѣмъ какъ прочія оси, совпадающія съ плоскостью бумаги, обозначены стрѣлками. Въ фигурахъ 57 и 58 мы полагаемъ плоскость бумаги совпадающею съ плоскостью двухъ изъ осей, которыя и обозначены стрѣлками; третья же ось, наклонная къ плоскости бумаги, на этихъ фигурахъ вовсе не обозначена.

ОБЗОРЪ СОДЕРЖАНІЯ.

	Стр.
<i>Введеніе</i>	112
<i>Глава I. О равенствѣ направленій</i>	115
§ 1. Равныя направленія въ кристаллѣ. Равенство совмѣщенія и равенство симметричное.....	115
<i>Глава II. Объ осяхъ совмѣщенія</i>	116
§ 2. Ось совмѣщенія и уголь совмѣщенія.....	116
§ 3. Нѣсколько возможныхъ кристаллографическихъ осей, на- правленныхъ по ребрамъ правильной пирамиды, могутъ суще- ствовать только тогда, если косинусъ центральнаго угла ос- нованія этой пирамиды есть раціональная величина.....	118
§ 4. Уголь наименьшаго совмѣщенія около какой нибудь оси можетъ быть только 60° , 90° , 120° или 180°	119
§ 5. Объ углахъ между осями совмѣщенія.....	120
§ 6. Существованіе двухъ осей въ 180° , 90° или 60° , одноимен- ныхъ или разноименныхъ, наклоненныхъ другъ другу подъ уг- ломъ α , влечетъ за собою существованіе оси совмѣщенія въ 2α , перпендикулярной къ первымъ двумъ осямъ, и Углы между осями въ 180° , 90° и 60° , одноименными или разноименными, могутъ имѣть только одно изъ значеній 30° , 45° , 60° и 90°	121
§ 7. Если существуетъ ось въ 180° , 90° или 60° , и другая ось совмѣщенія въ 2α перпендикулярная къ первой, то въ плос- кости перпендикулярной ко второй оси существуетъ кромѣ осей одноименныхъ съ первой и образующихъ съ нею углы 2α , еще оси въ 180° , раздѣляющія пополамъ углы между первыми осями.....	121
§ 8. Къ оси въ 90° , другая ось въ 60° , 90° или 180° можетъ быть наклонена только подъ однимъ изъ угловъ 45° или 90° ..	122

	Стр.
§ 9. Къ оси въ 60° , другая ось въ 60° , 90° или 180° можетъ быть наклонена только подъ прямымъ угломъ.....	122
§ 10. Всѣ возможныя совокупленія между собою осей совмѣщенія въ 60° , 90° и 180° суть:	
1) Ось въ 60° съ 6-ью перпендикулярными къ ней осями въ 180° , наклоненными другъ къ другу подъ углами въ 30° . Фиг. 44.	
2) А. 3 оси въ 90° направленные по главнымъ осямъ правильной кристаллической системы, 6 осей въ 180° направленныхъ по ромбическимъ осямъ и 4 оси въ 120° направленныхъ по тригональнымъ осямъ. Фиг. 27.	
2) В. Ось въ 90° и четыре оси въ 180° къ ней перпендикулярныя и образующія между собою углы въ 45° . Фиг. 32.	
3) А. Три взаимно перпендикулярныя оси въ 180° . Фиг. 38.	
3) В. Три оси въ 180° , расположенныя въ одной плоскости и образующія между собою углы въ 60° , и четвертая ось въ 120° имъ перпендикулярная. Фиг. 47	123
§ 11. Кромѣ разсмотрѣнныхъ въ § 10, возможно одно только совокупленіе осей въ 120° съ осями въ 180° , 90° и 60° , а именно: три взаимно перпендикулярныя оси въ 180° и 4 оси въ 120° , проходящія черезъ середины октантовъ между первыми осями. Фиг. 29.....	126
§ 12. Кромѣ нечисленныхъ въ §§ 10 и 11 шести случаевъ совокупленія между собою нѣсколькихъ осей совмѣщенія, 4-хъ случаевъ, въ которыхъ какая нибудь изъ осей въ 60° , 90° , 120° и 180° , существуетъ отдѣльно отъ другихъ (фиг. 50, 35, 53 и 41) и наконецъ случая, въ которомъ нѣтъ ни одной оси совмѣщенія (фиг. 58), другихъ случаевъ не можетъ быть.	127
<i>Глава III. О законахъ симметріи.....</i>	129
§ 13. Симметричное равенство можетъ имѣть мѣсто или тогда, если существуетъ или законъ параллельности, или плоскость симметріи, или сфеноидальная симметрія, всегда соединенная съ осью совмѣщенія въ 180°	129
§ 14. О совокупленіи законовъ симметріи съ осями совмѣщенія.	132
§ 15. 1) Совокупленіе оси совмѣщенія въ 180° , 90° или 60° съ закономъ параллельности даетъ плоскость симметріи перпендикулярную къ оси совмѣщенія.	
2) Совокупленіе плоскости симметріи съ осью совмѣщенія	

въ 180° , 90° или 60° , къ ней перпендикулярной, влечеть за собою законъ параллельности.

3) Существованіе двухъ плоскостей симметріи пересѣкающихся подь угломъ α , влечеть за собою существованіе оси совмѣщенія съ 2α , направленной по прямой ихъ пересѣченія.

4) Существованіе оси совмѣщенія съ 2α и плоскости симметріи черезъ нее проходящей, влечеть за собою существованіе другой плоскости симметріи, проходящей черезъ ту же ось совмѣщенія и образующей съ первою плоскостью уголъ α .

133

§ 16. Совокупленіе закона параллельности съ различными комбинаціями осей совмѣщенія даетъ слѣдующіе различные случаи:

1) 9 плоскостей симметріи, изъ которыхъ три, взаимно перпендикулярныя, пересѣкаются между собою по осямъ совмѣщенія въ 90° ; другія же 6 плоскостей симметріи раздѣляютъ пополамъ углы между первыми плоскостями, пересѣкаются между собою по осямъ въ 120° и съ первыми плоскостями еще по осямъ въ 180° . Фиг. 28.

2) 3 плоскости симметріи взаимно перпендикулярныя, пересѣкающіяся по осямъ въ 180° , и оси въ 120° , проходящія посрединѣ октантовъ образуемыхъ плоскостями симметріи. Фиг. 30.

3) 4 плоскости симметріи пересѣкающіяся по оси совмѣщенія въ 90° , подь углами въ 45° между смежными плоскостями и 5-ая плоскость симметріи перпендикулярная къ первымъ и пересѣкающаяся съ ними по осямъ въ 180° . Фиг. 33.

4) Ось въ 90° и плоскость симметріи къ ней перпендикулярная. Фиг. 36.

5) Три плоскости симметріи взаимно перпендикулярныя, пересѣкающіяся по осямъ въ 180° . Фиг. 39.

6) Плоскость симметріи перпендикулярная къ оси въ 180° . Фиг. 42.

7) Шесть плоскостей симметріи пересѣкающихся по оси въ 60° , такъ чтобы углы между смежными плоскостями были 30° , и седьмая плоскость симметріи перпендикулярная къ первымъ и пересѣкающаяся съ ними по осямъ въ 180° . Фиг. 45.

8) Ось въ 60° и плоскость симметріи къ ней перпендикулярная. Фиг. 51.

9) Ось въ 120° и перпендикулярныя къ ней три оси въ 180° пересѣкающихся подъ углами въ 60° . Черезъ ось въ 120° и посрединѣ между осями въ 180° проходятъ три плоскости симметріи. Фиг. 48.

10) Совокупленіе оси въ 120° съ закономъ параллельности. Фиг. 56.

11) Случай безъ оси совмѣщенія и плоскости симметріи съ одною только параллельностью граней. Фиг. 57 134

§ 17. Совокупленіе плоскостей симметріи съ прежними комбинаціями даетъ слѣдующіе новые случаи:

1) Три взаимно перпендикулярныя оси въ 180° , 4 оси въ 120° равно отстоящихъ отъ первыхъ, и 6 плоскостей симметріи проходящихъ черезъ каждыя двѣ оси въ 120° . Фиг. 31.

2) 4 плоскости симметріи пересѣкающихся по оси въ 90° при углѣ 45° между смежными плоскостями. Фиг. 37.

3) Три оси въ 180° взаимно перпендикулярныя и двѣ плоскости симметріи пересѣкающіяся по одной изъ нихъ и проходящія по срединѣ между двумя другими. Фиг. 40.

4) Двѣ взаимно перпендикулярныя плоскости симметріи проходящія черезъ ось въ 180° . Фиг. 43.

5) Плоскость симметріи безъ оси совмѣщенія и безъ закона параллельности. Фиг. 46.

6) Три плоскости симметріи пересѣкающихся по оси въ 120° подъ углами въ 60° , и 4-ая плоскость симметріи перпендикулярная къ первымъ и пересѣкающаяся съ ними по осямъ въ 180° . Фиг. 49.

7) Шесть плоскостей симметріи пересѣкающихся по оси въ 60° , при углѣ 30° между смежными плоскостями. Фиг. 52.

8) Ось въ 120° и плоскость симметріи къ ней перпендикулярная. Фиг. 54.

9) Три плоскости симметріи пересѣкающихся по оси въ 120° подъ углами въ 60° . Фиг. 55 135

§ 18. Прибавленіе закона сфеноидальной геміэдріи къ 31-му предъидущимъ случаямъ даетъ одинъ только новый случай, въ которомъ существуетъ одна только сфеноидальная симметрія безъ всякаго прибавленія. Фиг. 34 138

	Стр.
<i>Глава IV. Обзоръ кристаллографическихъ группъ.....</i>	140
§ 19. Характеристика кристаллографическихъ системъ.....	140
§ 20. Исчисленіе опредѣленныхъ выше 32-хъ кристаллографическихъ группъ и сравненіе ихъ съ группами Наумана....	141
<i>Глава V. О расположеніи и размѣрахъ характеристическихъ кристаллографическихъ осей.....</i>	158
§ 21. При раздѣленіи кристалловъ на группы по методу равныхъ направлений, будутъ ли существовать оси, которыя обыкновенно полагаются въ основаніе при раздѣленіи на кристаллографическія системы?.....	158
§ 22. Ось совмѣщенія въ 180° , 90° или 60° , вмѣстѣ съ тѣмъ непремѣнно есть возможная кристаллографическая ось. Обь ирраціональной оси въ 180°	158
§ 23. Всегда возможна грань перпендикулярная къ оси совмѣщенія въ 90° или 60° , а также и къ раціональной оси въ 180°	162
§ 24. При оси совмѣщенія въ 90° или 60° , а также и при раціональной оси совмѣщенія въ 180° , двѣ кристаллографическія оси, совмѣщающіяся при поворотѣ около оси совмѣщенія на 180° , суть равномѣрны.....	163
§ 25. Непремѣнно существуетъ кристаллографическая ось перпендикулярная къ оси совмѣщенія въ 60° или 90° , и прямая съ которою она сливается при поворотѣ около оси совмѣщенія на 60° или 90° , будетъ кристаллографическою осью равномѣрною съ первою.....	163
§ 26. Установленіе закона, что во всякомъ кристаллическомъ ряду существуютъ четыре грани параллельныя гранямъ трехсторонней пирамиды.....	164
§ 27. Сводъ нѣкоторыхъ заключеній изъ предыдущихъ параграфовъ.....	165
§ 28. При оси совмѣщенія въ 120° совмѣщающіяся кристаллографическія оси могутъ быть не равномѣрны.....	166
§ 29. Если при оси совмѣщенія въ 120° совмѣщающіяся оси равномѣрны, то ось въ 120° есть кристаллографическая ось и наоборотъ. При этомъ существуютъ три равномѣрныя кристаллографическія оси, перпендикулярныя къ оси совмѣщенія въ 120° и пересѣкающіяся подъ углами въ 60°	167
§ 30. Если законъ раціональнаго отношенія между тангенсами	

	Стр.
угловъ между плоскостями одного пояса имѣеть общее при- мѣненіе, то ось совмѣщенія въ 120° всегда есть кристалло- графическая ось.....	168
§ 31. Расположеніе и размѣры кристаллографическихъ осей въ каждой отдѣльной кристаллографической группѣ.....	168
§ 32. Заключение о расположеніи и размѣрахъ кристаллографи- ческихъ осей въ различныхъ группахъ.....	173
<i>Глава VI. Исчисленіе простыхъ формъ нѣкоторыхъ группъ....</i>	176
§ 33. Простыя формы всѣхъ гемиморфій, пирамидальной тетра- тоэдри гексагональной системы, а также и геміэдри моно- клиноэдрической и триклинноэдрической системъ.....	176
<i>Глава VII. Заключение.....</i>	179
<i>Объясненіе чертежей.....</i>	192
Приложеніе А.....	185
Приложеніе Б.....	189
 <i>Примѣчаніе.</i> Къ статьѣ этой принадлежатъ таблицы XII, XIII, XIV XV и XVI.	

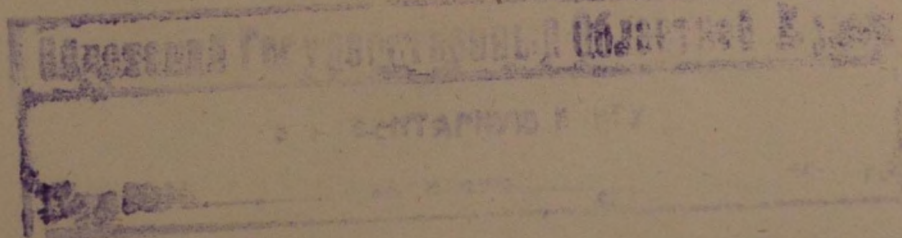
IV.

Замѣчательные экземпляры ильменорутила, титанистаго желѣзняка и шпинели изъ Ураль- скихъ горъ.

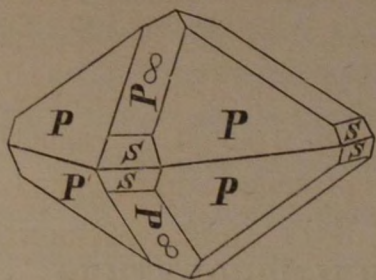
II. Еремѣва.

1) Ильменорутиль, открытый академикомъ Кокшаровымъ въ 1856 году въ Ильменскихъ горахъ на Уралѣ, представляетъ собою, какъ извѣстно, очень рѣдкую разность рутила, которая заключаетъ въ себѣ до 10,7% окиси желѣза и слѣдовательно имѣетъ большій относительный вѣсъ по сравненію съ обыкновенными рутилами. Видимо моноклиноэдрической характеръ кристалловъ, особенно двойниковыхъ, происходящій отъ растяженія недѣлимыхъ по направленію двухъ противоположащихъ конечныхъ реберъ главной квадратной пирамиды, а также отсутствіе призматическихъ формъ, представляютъ давно извѣстныя свойства ильменорутила. По рѣдкости экземпляровъ этаго минерала, по настоящее время, кромѣ главной пирамиды P съ углами, свойственными обыкновенному рутилу, въ немъ извѣстна только первая тупѣйшая квадратная пирамида $P\infty$, плоскости которой всегда имѣютъ ступенчатую поверхность.

Недавно мною получено нѣсколько экземпляровъ ильменорутила, которые были найдены въ амазонскомъ камнѣ, заключающемъ въ жилѣ письменнаго гранита въ двухъ верстахъ къ NO отъ Міяскаго завода на Уралѣ. Экземпляры эти представляютъ комбинацію P . $P\infty$ и образуютъ сростки двойниковыхъ кристалловъ, соединенныхъ параллельно плоскостямъ $P\infty$. При соразмѣрномъ развитіи всѣхъ граней этихъ кристалловъ боковыя ребра



тупѣйшей квадратной пирамиды $P\infty$ являются прямо приостренными плоскостями ѣкоторой острѣйшей квадратной пирамиды



$mP\infty(s)$. Плоскости эти на столько ровны и блестящи, что позволяют измѣрять себя довольно точнымъ образомъ; ребровый уголъ между ними = $145^\circ 30'$. Вычисленія, сдѣланныя на основаніи величины этаго угла и постоянныхъ данныхъ въ квадратной

системѣ, показываютъ что плоскости пирамиды s образуютъ собою квадратную пирамиду втораго рода, которая по сравненію съ главной пирамидой P ($X = 123^\circ 7'$ и $Z = 84^\circ 40'$) должна выражаться знакомъ $5P\infty$. Ребровые углы ея въ діагональныхъ полярныхъ ребрахъ $Y = 95^\circ 3'$, плоскіе углы при вершинѣ = $32^\circ 2'$ и такіе-же углы у вершины боковыхъ реберъ = $73^\circ 29'$. Наклоненіе граней къ главной кристаллографической оси = $17^\circ 15'$ и къ боковой = $72^\circ 45'$. Комбинаціонныя ребра пирамиды $5P\infty$ съ $P = 132^\circ 22'$, и той-же пирамиды съ $P\infty = 140^\circ 2'$; комбинац. ребра $P\infty$ съ $P = 151^\circ 34'$.

Описанная здѣсь квадратная пирамида втораго рода $5P\infty$ представляетъ новую форму не для одного пльменорутила, но и вообще для всего ряда кристаллическихъ формъ рутила какъ изъ русскихъ, такъ и изъ иностранныхъ мѣстонахожденій. Сколько мнѣ извѣстно пирамида $5P\infty$ съ ребровыми углами весьма близкими съ вышеозначенными, до сихъ поръ, была наблюдаема только въ кристаллахъ оловяннаго камня.

2) Титанистый желѣзнякъ.

Давно уже извѣстно, что многія золотоносныя россыпи хребта уральскаго заключаютъ въ себѣ зерна и обтертыя гальки титанистаго желѣзняка, большая часть которыхъ происходитъ изъ неизвѣстныхъ намъ коренныхъ мѣсторожденій. Между этими зернами иногда попадаются и кристаллы, на которые однакоже, до сихъ поръ, мало обращали вниманія по причинѣ большаго сходства ихъ наружныхъ формъ, цвѣта и блеска съ магнитнымъ желѣзнякомъ и кристаллами желѣзнаго блеска, съ которыми весьма часто ихъ и смѣшивали. Къ тому-же, въ экземплярахъ русскаго

титанистаго желѣзняка, обыкновенно мы привыкли искать формъ, свойственныхъ кристалламъ этаго минерала изъ Ильменскихъ горъ. Но въ золотоносныхъ россыпяхъ по рѣчкѣ Атляну, около Верхнейвинскаго завода и въ окрестностяхъ деревни Кособродской кристаллы титанистаго желѣзняка, по большей части, имѣютъ таблицеобразный видъ отъ преобладанія граней базопинакоида $OP(a)$, послѣ котораго самая обыкновенная форма принадлежитъ первому тупому ромбоэдру $-\frac{1}{2}R(r)$ съ наклоненіемъ граней въ полярныхъ ребрахъ $X = 115^{\circ} 14'$ и въ боковыхъ $Z = 64^{\circ} 46'$ (вычислено изъ наклоненія $-\frac{1}{2}R$ на $OP = 141^{\circ} 48'$). Въ кристаллахъ изъ Ильменскихъ горъ этотъ ромбоэдръ наичаще является въ подчиненныхъ комбинаціяхъ, притомъ грани его всегда удерживаютъ свой геміэдрическій характеръ; въ разсматриваемыхъ же теперь образцахъ онъ остается въ видѣ $-\frac{1}{2}R(r)$ или часто соединяется съ дополнительнымъ ему ромбоэдромъ $+\frac{1}{2}R(r')$ составляя такимъ образомъ тупую шестиугольную пирамиду $\mp\frac{1}{2}R(r \text{ и } r')$ въ комбинаціи съ базопинакоидомъ $OP(a)$ и призмою $\infty P(b)$. Въ обоихъ случаяхъ къ нимъ иногда присоединяется еще тупѣйшій ромбоэдръ, по видимому, второй тупой $+\frac{1}{4}R$; наклоненіе его граней къ $OP(a)$ я опредѣлилъ только приблизительно (прикладнымъ гониометромъ) и нашелъ равнымъ 159° . Главный ромбоэдръ $+R(c)$ въ комбинаціи съ базопинакоидомъ $OP(a)$, по преобладанію своихъ граней, исполняетъ ту же роль, какъ и въ Ильменскихъ кристаллахъ. Въ случаяхъ присутствія обоихъ ромбоэдровъ въ одномъ и томъ-же кристаллѣ, что нерѣдко бываетъ въ экземплярахъ изъ Атлянскаго россыпи, къ нимъ обыкновенно присоединяется еще тетартоэдрическій ромбоэдръ втораго рода $+\frac{1}{2}(\frac{4}{3}P2)(d)$, опредѣленный академикомъ Кокшаровымъ въ кристаллахъ изъ Ильменскихъ горъ. Что касается перваго остраго ромбоэдра $-2R$, столь отличительнаго для Ильменскаго титанистаго желѣзняка, то между экземплярами изъ поименованныхъ россыпей такого ромбоэдра не находится, и въ этомъ отношеніи они походятъ на кристаллы желѣзнаго блеска, въ которыхъ $-2R$ не былъ еще замѣченъ. Тоже относится до плоскостей шестиугольной призмы втораго рода $\infty P2$, которую открылъ Густавъ Розе въ ильменитѣ (Poggend. An. IX, s. 286), — въ

разсматриваемыхъ здѣсь экземплярахъ она также не встрѣчается; но за то въ нихъ являются превосходно развитыя плоскости шестиугольной призмы перваго рода $\infty P(b)$, которыя — сколько я знаю — еще не были наблюдаемы въ титанистыхъ желѣзнякахъ какъ изъ русскихъ, такъ и иностранныхъ мѣстонахожденій; а потому, покуда, призма эта должна составлять главную и отличительную особенность для кристалловъ изъ Атлянскон, Верхнейвинской и Кособродской россыпей. Названныя плоскости шестиугольной призмы $\infty P(b)$ находятся въ комбинаціи съ первымъ тупымъ ромбоэдромъ — $\frac{1}{2}R(r)$ и $OP(a)$; въ болѣе рѣдкихъ случаяхъ къ нимъ присоединяется ромбоэдръ втораго рода — $\frac{1}{2}(\frac{4}{3}P2)(d)$ и еще какой-то острѣйшій ромбоэдръ перваго рода — mR , который однако-же мнѣ не удалось опредѣлить точнымъ образомъ, потому что ширина его граней — при маломъ блескѣ — не превышала $\frac{1}{2}$ линіи.

Углы наклоненія, опредѣленные мною между гранями поименованныхъ здѣсь формъ, будутъ слѣдующіе: $c : a = 122^\circ 10'$, $c : b = 147^\circ 50'$, $r : a = 141^\circ 50'$, $r : b = 127^\circ 50'$, $b : b = 120^\circ$, $c : r = 95^\circ 54'$ (въ боковыхъ комбинаціонныхъ ребрахъ), $d : a = 118^\circ 43'$, $d : c = 154^\circ 8'$ (въ полярныхъ комбинаціонныхъ ребрахъ).

Вмѣстѣ съ разсмотрѣнными кристаллами въ Уральскихъ россыпяхъ довольно часто находятся спайные обломки ромбоэдровъ ($+R = 84^\circ$ и 95°) титанистаго желѣзняка, поразительно сходныхъ съ подобными-же кусочками желѣзнаго блеска. Ихъ кажущаяся спайность, какъ и въ желѣзномъ блескѣ, — параллельная плоскостямъ $+R$ и OP , видимо зависитъ отъ плоскостей соприкасания укороченныхъ недѣлимыхъ, сложившихся въ полисинтетическіе кристаллы.

3) Въ Назямскихъ горахъ на Уралѣ недавно открыто новое мѣстонахожденіе минераловъ, названное, — по имени Его Императорскаго Высочества Августѣйшаго Президента Императорскаго Минералогическаго Общества, — Николае-Максимиліановскою копью. Копь эта, судя по присланнымъ Г. Редикорцевымъ образцамъ минераловъ, должна быть повтореніемъ знаме-

нитой Ахматовской копи, представляющей собою одинъ изъ богатѣйшихъ разсадниковъ самыхъ разнообразныхъ минераловъ Урала. Минералы Николае-Максимиліановской копи обыкновенно находятся въ трещинахъ между толщами хлоритоваго сланца и жилами известковаго шпата. Большая часть изъ полученныхъ экземпляровъ, каковы: желтый сфенъ, клинохлоръ, гранатъ и гидраргиллитъ, почти тождественны съ образцами Ахматовской минеральной копи, а потому считаю излишнимъ говорить о нихъ. Другіе-же, именно: эпидоръ, магнитный желѣзнякъ и шпинель, отличаются своимъ наружнымъ видомъ и слѣдовательно имѣютъ право на болѣе подробное разсмотрѣніе.

а) Эпидотъ (фистацитъ) является на хлоритовомъ сланцѣ, въ сопровожденіи блѣдно-краснаго граната, образуя друзы и отдѣльные кристаллы до $\frac{1}{2}$ дюйма длины по направленію ортодіагональной оси. Цвѣтъ однихъ тѣмный фисташково-зелѣный, другихъ свѣтлый зеленовато-желтый. Послѣдній цвѣтъ, въ соединеніи съ прозрачноію нѣкоторыхъ экземпляровъ, весьма походитъ на цвѣтъ хризолита. Кристаллы имѣютъ таблицеобразную наружность; преобладающія плоскости принадлежатъ ортопинаккиду $\infty R \infty$, который въ тоже время служитъ поверхностью сростанія недѣлимыхъ при двойниковомъ ихъ сложеніи. Главнѣйшія комбинаціи въ этомъ минералѣ: $\infty R \infty . \infty R . (R \infty) . + R . - R \infty . + R \infty . + 2R \infty . OR$.

б) Магнитный желѣзнякъ находится отдѣльно наросшими на хлоритовомъ сланцѣ кристаллами величиною до $\frac{3}{4}$ дюйма по направленію октаэдрическихъ осей. Простые кристаллы имѣютъ видъ правильно развитыхъ октаэдровъ безъ всякихъ другихъ комбинацій; недѣлимья двойниковыхъ кристалловъ укорочены по тригональной оси обыкновенно до $\frac{1}{4}$ ея нормальной длины. Цвѣтъ этаго магнитнаго желѣзняка желѣзно-черный; блескъ довольно сильный металловидный.

в) Особенно любопытно въ Николае-Максимиліановской копи находеніе черно-бурой шпинели (цейлонита), которая не встрѣчается въ Ахматовской копи; но здѣсь является въ кристаллахъ такихъ размѣровъ, какіе для шпинели неизвѣстны еще до сихъ поръ ни въ одномъ изъ русскихъ мѣсторожденій. Они представ-

ляютъ форму правильныхъ октаэдровъ, имѣющихъ болѣе $1\frac{1}{2}$ дюйма величины по направленію кристаллографическихъ осей. Всѣ эти кристаллы двойниковые; недѣлимые срастаются въ нихъ плоскостями октаэдра и на половину укорочены по тригональной оси, т. е. оси двойниковаго вращенія. Спайность имѣютъ довольно ясную параллельно плоскостямъ октаэдра; въ противоположномъ направленіи обнаруживается раковистый изломъ. Хрупкость значительная, твердость = 7,5. Относ. вѣсъ = 3,7209. Результаты химическаго анализа, произведеннаго лаборантомъ Горнаго Института Г. Николаевымъ, показываютъ въ этой шпинели весьма малое количество магнезій сравнительно со шпинелями изъ другихъ мѣсторожденій.

Это послѣднее обстоятельство и также совмѣстное нахожденіе разсматриваемой шпинели съ клинохлоромъ, представляютъ достаточный поводъ считать происхожденіе ея изъ клинохлора путемъ обыкновенной метаморфизаціи, т. е. дѣйствіемъ на него воды, содержащей угольную кислоту, которая растворяя магнезію могла выводить её вмѣстѣ съ кремнезѣмомъ изъ состава клинохлора предоставляя оставшимся элементамъ образовать шпинелевое соединеніе. Но такое предположеніе можетъ показаться не совмѣстнымъ съ принятыми взглядами на генезисъ хлоритовыхъ минераловъ и я не рѣшился бы теперь его высказывать, если-бы не имѣлъ еще болѣе осязательныхъ данныхъ, именно ложныхъ кристалловъ шпинели по формѣ клинохлора. Они, повидимому, не рѣдки въ Николае-Максимиліановской минеральной копи. Между присланными оттуда экземплярами одинъ ложный кристаллъ удивляетъ своими размѣрами и отчетливостью образованія. Онъ имѣетъ до $1\frac{1}{2}$ дюйма ширины при толщинѣ въ 1 дюймъ и окруженъ другими такими-же ложными кристаллами только меньшей величины. Блескъ на кристаллическихъ плоскостяхъ его мѣстами до того сохранился, что на осколкахъ позволяетъ довольно точно измѣрять наклоненіе граней отражательнымъ гониометромъ. Какъ главный кристаллъ, такъ и остальные неправильно къ нему приросшіе представляютъ комбинацію: $+P . +\frac{3}{4}P . -\frac{2}{3}P . (\infty P \infty)$ $(P \infty) . OP$. Величины ребровыхъ угловъ чрезвычайно близки къ угламъ Ахматовскаго клинохлора, опредѣленнымъ академикомъ

Кокшаровымъ. Цвѣтъ разсматриваемыхъ ложныхъ кристалловъ шпинели буровато-черный; блескъ съ поверхности стеклянный, въ изломѣ отчасти жирный; самыя тонкія шлифованныя пластинки минерала совершенно непрозрачны. Цвѣтъ черты имѣеть зеленовато-сѣрый. Первоначальная спайность клинохлора, параллельная базопинаконду, до нѣкоторой степени совершенства сохраняется въ этихъ ложныхъ формахъ шпинели. Минераль хрупкій; изломъ имѣеть неровный; вся масса его проникнута тонкими табличками почти неизмѣненнаго клинохлора. Относительн. вѣсъ = 3,5892 Химическій составъ этихъ ложныхъ кристалловъ опредѣленъ также Г. Николаевымъ; результаты его изслѣдованій показываютъ:

SiO ₂	2,96 ⁰ / ₀
Al ₂ O ₃	68,96
FeO	18,01
MgO	10,82
	100,75.

4) На югъ отъ Николае-Максимиліановской копи, именно въ Шишимскихъ горахъ открыто еще одно новое мѣсторожденіе минераловъ, названное Парасковье-Евгеніевскою копью. Изъ числа присланныхъ мнѣ оттуда И. И. Редикорцевымъ минераловъ, кромѣ небольшихъ кристалловъ клинохлора, сфена и діопсида, особенно замѣчательны прекрасныя экземпляры хлорошпинели, выросшіе на хлоритовомъ сланцѣ и представляющіе комбинацію правильнаго октаэдра и ромбическаго додекаэдра. Послѣдняя форма въ нѣкоторыхъ изъ нихъ, является преобладающею и потому сообщаетъ кристалламъ особенную наружность, вообще не свойственную шпинели. Абсолютная величина такихъ кристалловъ простирается до 1 ¹/₂ линіи. Цвѣтъ ихъ съ поверхности черновато-зеленый, въ осколкахъ спайности, параллельной гранямъ октаэдра, и въ мелкихъ кристаллахъ синевато-изумрудный. Цвѣтъ черты зеленовато-бѣлый. Блескъ сильный стеклянный. Предъ паяльною трубкою реагируетъ на мѣдь.

V.

Ueber *Schmidtia* und *Acritis*, zwei neue Brachiopoden-Gattungen.

Von

Dr. A. von Volborth.

(Hierzu Tab. XVII.)

I. *Schmidtia* nob. ¹⁾.

Vieljährige Untersuchungen unserer Unguliten-Sandsteine aus den verschiedensten Lokalitäten, deren Zweck die Erlangung gut erhaltener Keyserlingien und Helmersenien war, führten uns zur Entdeckung dieser neuen Brachiopoden-Gattung, welche wir anfangs «Ungula» nannten, diesen Namen aber später in «*Schmidtia*» umändern mussten, weil wir fanden, dass derselbe bereits durch Quenstedt der Wissenschaft erhalten worden war. Professor Quenstedt hat nämlich schon 1837 ²⁾ einen Unguliten beschrieben und abgebildet, der durch die Beschaffenheit seiner Visceralflächen so wesentlich von den Obolen abweicht, dass eine generische Trennung wohl geboten erscheint. Die später von Herrn Eichwald angebahnte Vereinigung desselben mit seinem *Obolus ingriscus* ³⁾ ist um so unzulässiger, als

1) Unserem verdienstvollen Geologen, Herrn Mag. Fr. Schmidt, freundschaftlichst gewidmet.

2) Wiegmann's Archiv für Nat. Gesch. 3. Jahrgang, 1837, 1. Band, p. 142, Tab. III, Fig. 7 und 8.

3) Welt II, 1843, p. 140.

Letzterer, nach den in der *Zoologia specialis* angegebenen Charakteren nichts weiter ist als die Rückenklappe von *Obolus Apollinis*. Dass Herr Eichwald in späteren Ergänzungen¹⁾ die völlige Absorbition dieses Unguliten dadurch zu bewerkstelligen suchte, dass er die ihm aus Quenstedt's Beschreibung bekannt gewordenen Charaktere nachträglich auf seinen *Obolus ingricus* übertrug, macht uns nicht im Geringsten irre; denn die herzförmige Centralgrube (Quenstedt, l. c. Tab. III, Fig. 7) hätte er unmöglich in seiner ursprünglichen Beschreibung übersehen können, wenn sie wirklich vorhanden gewesen wäre. Sollte übrigens die Auffindung von Uebergängen zwischen beiden Formen der von uns vorgeschlagenen generischen Trennung im Wege stehen, so müsste jedenfalls *Obolus Quenstedti* den *O. ingricus* absorbiren und nicht umgekehrt.

Wir wenden uns jetzt zur Beschreibung der einzigen bisher bekannt gewordenen Art unseres neuen Brachiopoden-Geschlechts.

Schmidtia celata. Nov. gen. et spec.

Tab. XVII, Fig. 1—6.

Die Schalen sind sehr klein und zart, ohne Schlossgelenk, aequilateral, ungleichklappig, von sehr glänzender horniger Struktur. Die Oberfläche zeigt concentrische hellere und dunklere Abstufungen einer grau-bräunlichen Farbe und bei starker Vergrößerung zahllose concentrische Anwachsältchen, ohne Spur von radialer Streifung. Sie sind meist von ovaler Gestalt, länger als breit im Verhältnisse von 5 zu 4, doch kommen die Rückenklappen oft vollkommen elliptisch und selbst kreisrund vor.

Denkt man sich die grössere, gewölbtere Bauchklappe (Fig. 1 u. 2) auf der Mitte ihrer Länge getheilt, so spitzt sich der hintere Theil rasch zum Schnabel zu, während der vordere genau die Hälfte eines Kreises beschreibt und nach unten einen scharfen Rand bildet, der nur in der Nähe des Schnabels sich zu

1) Sil. Schicht. System in Ebstland 1840, p. 165, und Urwelt II. 1843, p. 140.

einer oft horizontal gestreiften Area verflacht, welche in der Mitte durch eine Rinne zur Aufnahme des Stielbandes getheilt ist.

Die Rückenklappen (Fig. 4 u. 5) sind flacher; ihr gegen die Bauchklappe gerichteter Umkreis ist nicht scharf, sondern bildet einen flachen tellerförmigen Rand, welcher dadurch, dass er am Schlosse etwas eingebogen ist, täuschend das Ansehen eines Barbierbeckens erhält.

Obgleich die Visceralflächen beider Schalen uns in schönster Erhaltung vorliegen, so ist die richtige Deutung derselben nicht leicht, weil bei der Kleinheit der Muscheln die Muskeleindrücke selbstverständlich zu mikroskopischen Dimensionen herabsinken mussten. Ausser vielen kleinen, scheinbar unregelmässig vertheilten, vertieften Eindrücken und Punkten sind zwei grössere symmetrisch in der Mitte vertheilte Narben sichtbar, welche in den Bauchklappen schräg von aussen und oben nach innen und unten — bei den Rückenklappen aber fast parallel, oder selbst in umgekehrter Richtung verlaufen und in letzteren durch ein unterhalb des Randausschnittes herabgehendes Leistchen von einander getrennt werden. Unter diesen konnten wir zuweilen noch zwei kleinere, der Mittellinie etwas näher gerückte, vertiefte Narben bemerken. (Fig. 4). Die Gegenwart der Gleitmuskelnarben war ebenfalls nur ausnahmsweise zu ermitteln.

Bemerkung. Die Schmidtien unterscheiden sich von Eichwald's Obolen und Quenstedt's Unguliten durch die gegen die Breite entschieden vorherrschende Länge derselben und durch die Beschaffenheit der Visceralflächen. Sie bilden gleichsam einen Uebergang zu den Lingulen und gehören zur Familie der letzteren, wie auch die Obolen und Unguliten. Diese Verwandtschaft hat zuerst Pander erkannt und seine Ungula von der Lingula mit der Bemerkung getrennt, dass diese Trennung vielleicht nur so lange würde bestehen können, bis die Uebergänge zwischen beiden aufgefunden sein würden¹⁾.

Wirkliche Lingulen kommen übrigens auch im Unguliten-

1) Beitr. zur Geogn. des russ. Reiches 1830, p. 57.

Sandsteine vor. Herr Jeremejeff hat sie bei Alt-Ladoga am Wolchow ¹⁾ und wir selbst haben sie in Gostilitzi bei St. Petersburg gefunden.

Näher scheint unserer Schmidtia die *Lingulella Salt.* und die *Obolella Bill.* aus England und Canada zu stehen, deren Charakteristik aber leider, nach dem Ausspruche des Herrn Davidson ²⁾, noch viel zu wünschen übrig lässt.

Die Lingulellen unterscheiden sich von den Lingulen eigentlich nur durch die Gegenwart einer Rinne für den Durchgang des muskulösen Stieles, und auch dieser Charakter soll nicht bei allen Individuen zutreffen. Wie die Schmidtien, sind sie länger als breit, haben auch nur schwache und undeutliche Muskeldrücke. Das Innere der Bauchklappe einer einzigen Art, der *Lingulella Davisii* Salt., zeigt radiale Streifung und viele kleine Grübchen und Erhabenheiten; aber ihre Grösse und Gestalt erlaubt nicht, sie mit den Schmidtien zu verwechseln, welchen überdem die radiale Streifung der Visceralflächen entschieden fehlt. Die Lingulellen werden bis 13 Linien lang, während die Schmidtien kaum eine Länge von 6 m. m. erreichen; bei der *Lingulella* sind die Seiten fast parallel, was bei der *Schmidtia* nicht der Fall ist; die Klappen sind bei der ersteren fast gleich und nur wenig gewölbt, — während sie bei der *Schmidtia* ungleich sind und die Ventralklappe gewölbter ist als die Dorsalklappe; bei den Lingulellen ist endlich der Stirnrand nahezu gerade abgestutzt, während er bei den Schmidtien halbkreisförmig ist.

Die Obolellen kennen wir nur aus Davidson's Beschreibung (1 c. p. 60). Sie unterscheiden sich von unserer Gattung schon dadurch, dass ihre Schalen späthige Struktur zeigen, während die Schmidtien hornartig sind.

Dimensionen. Die Bauchschalen zeigen eine Länge von 3 bis 8 m. m. und eine Breite von $2\frac{1}{2}$ bis 5 m. m. Die Rückenschalen sind etwas kleiner.

1) P. Jeremejeff, Geogn. Beob. an den Ufern des Wolchow, in den Verh. der Petersb. Min. Ges. für 1855—56, p. 73.

2) Th. Davidson, Silur. Brachiop. (Paläontogr. Society, 1866 p. 55 u. 60).

Geologische Verbreitung. Die Schmidten sind eben so leitend für unsere Unguliten-Sandsteine, wie ihre grösseren Verwandten. Ihrer Kleinheit und nur ausnahmsweise guten Erhaltung ist es zuzuschreiben, wenn sie bisher übersehen worden sind. Die schönsten Exemplare haben wir in einem aus Asserien an der Ehtländischen Küste stammenden Unguliten-Sande gefunden, den wir Herrn Mag. Fr. Schmidt verdanken.

II. *Acritis antiquissima* nob.

Tab. XVII, Fig. 7—9.

Syn. Obolus antiquissimus Eichw.¹⁾, *Aulonotreta sculpta* Kut.²⁾.

Je seltener ein Fossil, je ungünstiger für die Untersuchung das umgebende harte Gestein ist, desto mehr Aussicht auf ein langes Leben haben auch die in Bezug auf dasselbe verbreiteten Irrthümer. Wenn daher *Obolus antiquissimus* die ihm von seinem Stifter angewiesene Stellung über 25 Jahre unangefochten behauptet hat, so ist das bei der grossen Seltenheit desselben wohl erklärlich; auffallend aber ist es, dass Hr. Eichwald den begangenen Irrthum aufrecht zu erhalten gesucht hat, obgleich seine sehr guten, durch einen Zeitraum von 16 Jahren von einander getrennten Beschreibungen nur negative Charaktere enthalten.

Kutorga's Beschreibung stimmt mit der Eichwald'schen nur in der allgemeinen Gestalt der Schalen, in der gewässert-höckerigen äusseren Skulptur derselben und in der Gegenwart einer Rinne im Schnabel überein; in dem wichtigsten Punkte aber, in der Beschaffenheit des Innern der Bauchklappe, ist sie ganz verschieden. Kutorga bildet Muskeleindrücke ab, wo Hr. Eichwald vier an halbkreisförmige Leisten befestigte Fortsätze schildert, die er Schlosszähnen vergleicht. Obgleich indessen die Abbildung des Ersten mehr mit der Organisation der Obolen über-

1) Eichwald, *Urwelt* II, 1843, p. 142, Tab. IV, Fig. 1 *a. b. c.* und *Lethaea ross.* 1859, p. 928, Tab. XXXVII, Fig. 5 *a, b, c, d.*

2) Kutorga. *Verh. der Russ. Kaiserl. Min. Ges. zu St. Petersburg.* Jahr 1847, p. 282. Tab. VII, Fig. 11.

einstimmt, so verdient sie schon desshalb weniger Vertrauen, weil sie mit dem Texte in direktem Widerspruche steht, wo (l. c. p. 283) der Verfasser ausdrücklich sagt, er habe weder Muskelindrücke, noch Gestell beobachten können.

Weder die abnorme Beschaffenheit der Visceralfläche, noch das Vorkommen dieser Muschel in einem viel höheren Horizonte vermochten es indessen, Hrn. Eichwald's Ansicht zu erschüttern. Ja, der letzte Umstand, weit entfernt gerechtes Bedenken zu erregen, diente ihm im Gegentheile als erwünschte Veranlassung, um schon in der Einleitung zu seiner ersten Beschreibung¹⁾ Einsprache zu thun gegen das besondere Gewicht, welches man, besonders in England, auf die Untersuchung der organischen Reste gelegt hat, um darauf die Eintheilung eines und desselben geognostischen Systems in verschiedene Schichten zu begründen; Gründe, die nicht lange vorhielten, da, je sorgfältiger die Untersuchungen angestellt, je weiter sie ausgedehnt würden, es desto leichter sei, dieselben zu berichtigen, oder wohl gar zu widerlegen. Als Beleg für die Richtigkeit dieses eben so kühnen als ganz unbegründeten Protestes wird nun die Entdeckung einer *Obolus*-Art (?) im Grauwackenkalk angeführt, dessen Stammverwandte tief im Liegenden unseres untersilurischen Systems, im Unguliten-Sande, zu Hause seien.

Unglücklicherweise liefert die nun folgende treue Beschreibung gar nichts zur Bestätigung dieser Annahme. Alles, sowohl das Aeussere, als das nach einem Pander'schen Präparate geschilderte Innere der Bauchklappe ist von Grund aus verschieden von *Obolus*. Es wird von zahnartigen Erhöhungen zur Befestigung der Rückenklappe geredet, die aber abgebrochen seien und nur zweifelhaft mit den Zähnen der Terebrateln verglichen werden könnten; ja, berücksichtige man die grosse Area und den dreieckigen Kanal in ihrer Mitte, so zeige sich in ihm ein unverkennbarer Uebergang zu *Spirifer* und *Orthis*. In der *Lethaea rossica* werden die Verschiedenheiten noch ausdrücklicher hervorgehoben und p. 929 in folgenden Worten zusammengefasst:

1) *Urwelt* II, p. 140.

«Il y a par conséquent *une tout autre conformation* que dans «les espèces précédentes «(d'Obolus) . . . » Toute la conformation de la valve *diffère* de celle de l'Obolus Apollinis, de sorte *qu'elle pourrait former un genre à part*, d'autant plus que le canal de l'aréa haute s'élargit dans le bas et ne se ferme jamais «comme dans l'Obolus. En outre les impressions musculaires «y manquent et à leur place il y a les protubérances du muscle «d'attache».

Man wird uns zugeben, dass ein solches Resultat nur dann erwünscht sein konnte, wenn Hrn. Eichwald's Aufgabe darin bestanden hätte, zu beweisen, dass diese Muschel kein Obolus sei. Was für Rücksichten ihn bewogen haben, dieselbe dennoch unter den Obolen zu lassen, erfahren wir nicht; — uns jedoch scheinen die durchweg negativen Charaktere der Aufstellung einer neuen Gattung nicht entgegen zu sein, womit auch der oben erwähnte Protest seine Erledigung fände.

In dieser Ueberzeugung sind wir durch eigene, zur Prüfung der Angaben unserer Vorgänger angestellte Untersuchungen bestärkt worden, welche nicht nur mehr Licht über die Bauchklappe verbreiteten, sondern auch über das bisher unbekanntere Innere der Rückenklappe Aufschluss ertheilten.

Auf unserer Figur 7 findet man die Area und einen grossen Theil des Innern der Bauchklappe dargestellt.

Der äussere, convexe Saum der fast 3 m. m. hohen Arna spitzt sich auf der Mitte zu einem kurzen, nach der Volarseite hin kaum bemerkbar gekrümmten Schnabel zu⁴⁾.

Die Area ist glatt, zeigt den Rändern parallele Anwachsstreifen und ist, den kurzen Schnabel ausgenommen, fast horizontal. Auf der Mitte ist dieselbe von der Schnabelspitze an durch einen sich allmählich erweiternden Kanal getheilt, auf dessen kegelrundem Grunde man die Anwachsstreifen von einer Seite zur anderen fortsetzen sieht. Dieser zur Aufnahme des Stiel-

1) Auf dem abgebildeten Exemplare war ein Theil des Schnabels leider beschädigt, wodurch die Symmetrie dieser Partie auf Fig. 7 u. 8 etwas gelitten hat. Wir haben uns indessen an anderen Individuen überzeugt, dass die Rinne wirklich bis in die äusserste Spitze reicht.

bandes bestimmte Kanal hat äusserlich die Gestalt eines gleichschenkeligen Dreiecks, dessen abgerundete Basis frei in die Eingeweidehöhle hineinragt.

Zähne haben wir nicht finden können, halten uns aber nicht für berechtigt, die Existenz derselben zu läugnen, weil krumme dünne Zähne leicht abbrechen konnten, wie das schon Hr. Eichwald bemerkt hat. Auch glauben wir, Spuren solcher abgebrochener Zähne an der Rückenklappe bemerkt zu haben, die dem Zeichner entgangen sind. Der Hauptgrund aber, der uns veranlasst, Zähne anzunehmen, liegt in dem Umstande, dass Fälle gar nicht selten sind, wo beide Klappen vereinigt gefunden worden sind. Ein solches Individuum hat Hr. Eichwald (*Lethaea* l. c. Fig. 5d) abgebildet, und ein gleiches Exemplar haben wir in unserer Sammlung aufzuweisen. Bei den Obolen, wo die Klappen nur durch die Wirkung der Muskeln zusammengehalten wurden, ist uns kein einziger Fall der Art vorgekommen¹⁾.

Die Visceralfläche wird durch zwei ansehnliche $1\frac{1}{2}$ m. m. von den inneren (Zahn?) Ecken der Area nach aussen herabgehende Gefässeindrücke in drei Theile getheilt.

Die beiden äusseren, an die Area gränzenden Theile haben die Gestalt länglicher Einsenkungen und mögen zur Anheftung von Gleitmuskeln gedient haben.

Der mittlere zwischen den Gefässeindrücken befindliche Theil besteht aus einem Systeme terrassenförmig aus dem Schnabelgrunde ansteigender, gegen die Arearinne concaver Leistchen, deren Breite in dem Grade zunimmt, als die sie begränzenden Gefässeindrücke weiter auseinander weichen. Solcher Terrassen erheben sich vier aus dem Grunde. Die ersten beiden sind $1\frac{1}{2}$ bis 2 m. m. lang und ganz eben: die dritte ist doppelt so lang und zeichnet sich durch ein genau in der Mitte liegendes, sichelförmiges, mit der Concavität nach dem Schnabel gerichtetes

1) Bei dieser Gelegenheit können wir nicht umhin, unsere bescheidenen Zweifel gegen die englischen obersilurischen Obolen auszusprechen, welche, wie es scheint, meist mit vereinigten Klappen gefunden werden. Wir können das nur einem kräftigen Zahnapparate zuschreiben, der mit der Obolennatur ganz unverträglich ist.

Knötchen aus. Die vierte noch längere Terrasse ist nicht vollständig erhalten und zeigt ausser der mittleren Einkerbung noch zwei niedriger gelegene Ausschnitte, in welche von aussen die Gefässeindrücke übergehen und so zwei nicht ganz symmetrische, nach oben offene Eindrücke darstellen. Diese, so wie die Gefässeindrücke scheinen vom Mantel und dessen Organen herzurühren, während das sichelförmige Knötchen die Gränze zwischen Mantel- und Eingeweidehöhle anzeigt.

Mit alleiniger Ausnahme der Terrassen, in denen die «*crêtes semicirculaires*» der *Lethaea rossica* nicht zu verkennen sind, zeigt unsere Darstellung wesentliche Unterschiede, die sich nicht durch den Umstand ausgleichen lassen, dass uns ein viel grösserer Theil der Schale zu Gebote stand. Dass Herr Eichwald der Phantasie zu viel Spielraum gelassen hat, erhellt schon daraus, dass seine eigenen Abbildungen ¹⁾ unter einander nicht übereinstimmen.

Die gewölbte äussere Seite derselben Klappe findet man auf Fig. 8 dargestellt. In der Mitte sieht man die innere, feingitterte Schalenschicht, die ihr Ansehen der Kreuzung der concentrischen und radialen Streifen verdankt; rechts und links sind Theile der äusseren hornartigen Schicht erhalten und an ihrer gewässerten Skulptur zu erkennen.

Wir gelangen endlich zu der Rückenklappe (Fig. 9), deren Inneres gleichfalls einen areaartigen Rand und darunter die ausgehöhlte Visceralfläche zeigt.

Die Area ist nur $1\frac{1}{2}$ m. m. lang, lässt auf ihrer glatten Fläche parallele Schichten erkennen, zeigt aber weder den Kanal zum Durchgange des Stielbandes, noch die Spur einer Schnabelspitze.

Was endlich die Visceralfläche anbelangt, so kleidet eine von dem inneren Rande der Area ausgehende hornartige Epidermis den diesem Rande zunächst liegenden Theil derselben aus und endigt in zwei symmetrisch in der Mitte gelegene, ebenfalls

1) Urvwelt II. Tab. IV, Fig. 1a und *Lethaea ross.*, Tab. XXXVII, Fig. 5. 6.

hornartige Fortsätze, die wir als Reste spiraler Arme deuten zu können glauben.

Diese Schilderung bestätigt in positiver Weise die Resultate, zu denen Hr. Eichwald auf negativem Wege gelangt ist; nämlich, dass *Obolus antiquissimus* kein Obolus ist noch sein kann. Da uns nun keine Brachiopoden-Gattung bekannt ist, in welche dieses Fossil sich einreihen liesse, so sehen wir uns genöthigt, das von Hrn. Eichwald Versäumte nachzuholen und ein neues Geschlecht zu gründen, für welches wir den Namen *Acritis*¹⁾ vorschlagen.

Pawlowsk, im Juli 1868.

1) Von ἀκριτος, streitig, zweifelhaft, verwirrt.

Erklärung der Tab. XVII.

- Fig. 1. *Schmidtia celata*, Bauchklappe von Innen.
Fig. 2. Dieselbe von Aussen.
Fig. 3. Dieselbe von der Seite.
Fig. 4. Rückenklappe derselben von Innen.
Fig. 5. Dieselbe von Aussen.
Fig. 6. Dieselbe von der Seite.
Fig. 7. *Acritis antiquissima*, Bauchklappe von Innen.
Fig. 8. Dieselbe von aussen.
Fig. 9. Rückenklappe derselben von Innen.

VI.

Eine physiologisch-paläontologische Studie.

Von

Dr. Gustav Jenzsch,

Bergrath in Gotha.

Während sich die jetzige Paläontologie mit mehr oder weniger gut erhaltenen Resten ausgestorbener Thier- und Pflanzenarten beschäftigt, blieben, der Natur der Sache nach, eigentliche physiologisch-paläontologische Untersuchungen bisher ganz ausgeschlossen. Mir blieb es vorbehalten durch die Entdeckung einer Eruptivgesteins-Flora und Fauna zu einer eigentlichen physiologischen Paläontologie, wie hierdurch geschieht, den Grund zu legen.

Bei der mikroskopisch-lithologischen Untersuchung von einigen *Melaphyren* und *Porphyren*, also in krystallinischen Massengesteinen (Eruptivgesteinen), in Gesteinen, welchen man feurig-flüssigen Ursprung zuschreibt, und die als versteinierungsleer gelten und von Niemanden als Tuffe oder Wackenbildungen angesehen werden, entdeckte ich, dass nicht allein in Hohlraumausfüllungen (Calcit), sondern auch in porphyrartig ausgeschiedenen Gemengtheilen (orthoklastischer Felsit, Fettquarz und gemeiner Quarz), sowie mitten in plagioklastischen Felsiten, welche beim *Melaphyr* den Hauptgemengtheil der dichten Gesteinsgrundmasse ausmachen, zahllose ganz vortrefflich erhaltene, zuweilen im Momente der Ausübung ihrer Lebensfunctionen versteinerte Organismen enthalten sind.

Meine besondere Aufmerksamkeit zogen unter den Pflanzen die Algen auf sich, und von Thieren beobachtete ich Infusorien und Räderthiere.

Bis jetzt fand ich in meinen Präparaten weder *Bacillarien* (Diatomeen), *Polythalamien* und *Polycystinen*, noch Zoo- und *Phyto-litharien*; und nicht hat man es hier mit Erden und Felsen bildenden organischen Resten, sondern mit einer vollkommen gut erhaltenen fossilen Flora und Fauna stagnirender Gewässer zu thun.

Die ganze Art und Weise des Vorkommens beweist, dass die betreffenden Pflanzen und Thiere sich bis zum plötzlichen Krystallisationspunkte des sie umhüllenden Mediums fortentwickelten.

In physiologischer Hinsicht ist nächst dem von mir an einer fossilen Alge beobachteten seitlichen Austreten von *Zoosporen* namentlich das von mir in allen Stadien der Entwicklung angebroffene Infusorium *Rynchopristes Melaphyri Jenzch* besonders bemerkenswerth. Dieses der Kugelform sich nähernde Thier besitzt vorn oben einen einziehbaren Rüssel; mit dem es in Algenzellschichten sehr regelmässige Fahrten einsägt. Seine Oberfläche ist sechsgliedrig angeordnet, und von oben und unten laufen, 6 obere und 6 untere Gürtelknoten bildend, nach einem mittleren Gürtelsysteme hin Längsrippen.

Im Innern haben junge Individuen nur eine, ältere dagegen mehrere sich durch Theilung und Abschnürung vermehrende Keimkugeln. Ebenso wie die Anzahl dieser, ist auch die Zahl der fadenförmigen männlichen Samendrüsen eine variable.

Obgleich männliche und weibliche Organe an einem und demselben Thiere zugleich vorhanden sind, so sind doch zur Fortpflanzung zwei Thiere nöthig. Die beiden Thiere haken sich an einander, und eine männliche Samendrüse des einen befruchtet eine im Innern des anderen Thieres befindliche Keimkugel. Zunächst stülpt sich die Cuticula nach Innen ein, dann verlängert sich der eingestülpte Theil weiter nach Innen bis zur nächstliegenden Keimkugel und verschmilzt mit deren Hülle derart zu einem blinddarmähnlichen Sacke, dass zwischen dem

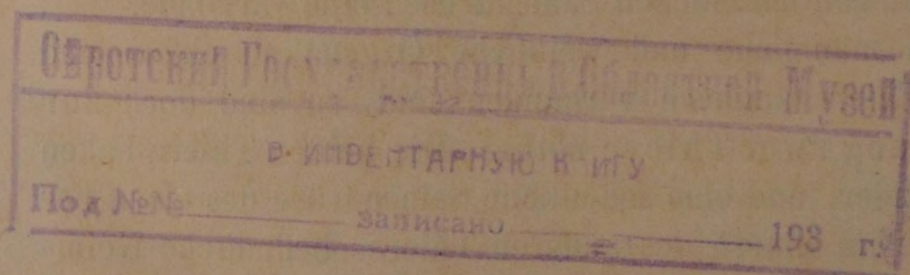
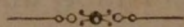
Kerne der Keimkugel und der Aussenwelt die offene Verbindung hergestellt wird.

Bei 500facher Vergrösserung habe ich den Act der Begattung selbst beobachtet.

Ich sah eine Portion äusserst kleiner Samenbläschen noch unmittelbar vor der Mündung der Samendrüse, eine andere Portion davon aber bereits in dem blinddarmähnlichen zur Keimkugel führenden Sacke.

Nachdem sich der befruchtete Inhalt der Keimkugel zu einer Embryonalkugel entwickelt hat, rückt diese in dem erläuterten blinddarmähnlichen Sacke bis zu den erwähnten «Gürtelknoten».

Endlich werden die Embryonalkugeln von den in ihr sich zur völligen Reife entwickelt habenden Jungen durchbrochen, und die sehr kleinen Jungen enthalten schon eine äusserst kleine Keimkugel in sich.



VI.

О кристаллахъ линарита.

Н. Кокшарова.

Въ предлагаемой статьѣ совокуплены результаты кристаллографическихъ измѣреній и наблюдений, произведенныхъ мною въ кристаллахъ линарита изъ Кумберланда, благодаря доброму ко мнѣ расположенію Его Императорскаго Высочества Князя Николая Максимилиановича Романовскаго Герцога Лейхтенбергскаго, предоставившаго въ мое полное распоряженіе всѣ экземпляры линарита его превосходной коллекціи.

I. Результаты точныхъ измѣреній кристалловъ.

Результаты моихъ точныхъ измѣреній кристалловъ линарита изъ Кумберланда приведены въ нижеслѣдующихъ таблицахъ. Каждая изъ таблицъ раздѣлена на три столбца: въ первомъ столбцѣ, подъ заглавіемъ «кристаллы и отраженіе», помѣщены измѣренные и занумерованные кристаллы и степень отраженія ихъ плоскостей, обозначенная словами *очень хорошо*, *хорошо* и *изрядно*; во второмъ столбцѣ, подъ заглавіемъ «измѣреніе», помѣщены величины, полученныя чрезъ непосредственное измѣреніе; въ третьемъ столбцѣ, подъ заглавіемъ «вычисленіе и разность», помѣщены вычисленныя величины и разности между ними и величинами, полученными чрезъ непосредственное измѣреніе. Въ послѣднихъ двухъ столбцахъ, въ случаѣ многихъ чиселъ для одного и того же предмета, выведены среднія ариѳметическія величины.

Измѣренія кристалловъ линарита изъ Кумберланда.

$a : b : c = 0,483428 : 1 : 0,582710$, $\gamma = 77^\circ 22' 40''$ ($a =$ верт. осьь, $b =$ клинодіагональ, $c =$ ортодіагональ).

$s = +P\infty$, $x = +\frac{3}{2}P\infty$, $u = +2P\infty$, $y = -P\infty$, $w = (\frac{1}{2}P\infty)$, $M = \infty P$, $l = \infty P^2$,
 $c = oP$, $b = (\infty P\infty)$, $a = \infty P\infty$.

Инструментъ: Митчерлиха гониометръ съ одною трубою.

Кристаллы и отраженіе.	Измѣреніе.	Вычисленіе и разность.
	$M : M$	$118^\circ 18' 50''$
	Ортод. край.	
№ 1, изрядно	$118^\circ 20' 10''$	$+ 0^\circ 1' 20''$
№ 5, хорошо	$118 19 0$	$+ 0 0 10$
№ 9, изрядно	$118 21 30$	$+ 0 2 40$
№ 10, изрядно	$118 25 30$	$+ 0 6 40$
№ 11, очень хорошо	$118 17 50$	$- 0 1 0$
№ 12, хорошо	$118 14 40$	$- 0 4 10$
№ 13, хорошо	$118 18 10$	$- 0 0 40$
№ 20, хорошо	$118 17 0$	$- 0 1 50$
Среднее	$118^\circ 19' 14''$	$+ 0^\circ 0' 24''$
	$M : a$	$120^\circ 50' 35''$
	Прилежачія.	
№ 3, хорошо	$120^\circ 50' 0''$	$- 0^\circ 0' 35''$
№ 5, хорошо	$120 50 0$	$- 0 0 35$
№ 9, изрядно	$120 52 10$	$+ 0 1 35$
Др. край, изрядно	$120 55 50$	$+ 0 5 15$
№ 10, изрядно	$120 50 10$	$- 0 0 25$
Др. край, изрядно	$120 43 0$	$- 0 7 35$
№ 11, хорошо	$120 53 10$	$+ 0 2 35$
№ 12, хорошо	$120 53 50$	$+ 0 3 15$
Др. край, хорошо	$120 52 20$	$+ 0 1 45$
№ 13, хорошо	$120 52 30$	$+ 0 1 55$
№ 20, хорошо	$120 52 10$	$+ 0 1 35$
Среднее	$120^\circ 51' 23''$	$+ 0^\circ 0' 48''$

Измѣренія кристалловъ линарита изъ Кумберланда.

Кристаллы и отраженіе.	Измѣреніе.	Вычисленіе и разность.
	$M : a$	$59^{\circ} 9' 25''$
	Надъ M .	
№ 2, хорошо.	$59^{\circ} 5' 0''$	$- 0^{\circ} 4' 25''$
№ 6, хорошо.	$59 9 40$	$+ 0 0 15$
№ 9, изрядно.	$59 13 0$	$+ 0 3 35$
№ 10, изрядно.	$59 17 0$	$+ 0 7 35$
Др. край, изрядно.	$59 8 30$	$- 0 0 55$
№ 11, изрядно.	$59 12 30$	$+ 0 3 5$
№ 12, хорошо.	$59 7 30$	$- 0 1 55$
№ 14, очень хорошо.	$59 8 40$	$- 0 0 45$
Среднее	$59^{\circ} 10' 14''$	$+ 0^{\circ} 0' 49''$
	$M : c$	$96^{\circ} 25' 57''$
	Тупой край.	
№ 5, хорошо.	$96^{\circ} 23' 10''$	$- 0^{\circ} 2' 47''$
Др. край, изрядно.	$96 30 0$	$+ 0 4 3$
№ 8, хорошо.	$96 29 40$	$+ 0 3 43$
№ 10, изрядно.	$96 25 40$	$- 0 0 17$
№ 23, хорошо.	$96 27 20$	$+ 0 1 23$
Среднее	$96^{\circ} 27' 10''$	$+ 0^{\circ} 1' 13''$
	$M : u$	$108^{\circ} 10' 44''$
	Тупой край.	
№ 8, хорошо.	$108^{\circ} 11' 30''$	$+ 0^{\circ} 0' 46''$
	$M : w$	$115^{\circ} 12' 49''$
№ 8, изрядно.	$115^{\circ} 20' 0''$	$+ 0^{\circ} 7' 11''$
	$M : l$	$160^{\circ} 47' 0''$
	Прилежанція.	
№ 12, изрядно.	$160^{\circ} 48' 50''$	$+ 0^{\circ} 1' 50''$
	$M : l$	$99^{\circ} 5' 50''$
	Надъ b .	
№ 12, изрядно.	$99^{\circ} 0' 0''$	$- 0^{\circ} 5' 50''$

Измѣренія кристалловъ линарита изъ Кумберланда.

Кристаллы и отраженіе.	Измѣреніе.	Вычисленіе и разность.
	<i>c : a</i>	102° 37' 20"
	Прилежація.	
№ 5, очень хорошо	102° 36' 50"	— 0° 0' 30"
№ 6, хорошо	102 39 0	+ 0 1 40
Др. край, хорошо	102 34 50	— 0 2 30
№ 10, изрядно	102 37 0	— 0 0 20
№ 11, изрядно	102 32 20	— 0 5 0
Др. край, хорошо	102 38 30	+ 0 1 10
Др. край, хорошо	102 36 50	— 0 0 30
№ 16, хорошо	102 37 30	+ 0 0 10
№ 18, изрядно	102 36 20	— 0 1 0
№ 19, хорошо	102 35 20	— 0 2 0
№ 21, хорошо	102 37 30	+ 0 0 10
Др. край, изрядно	102 39 0	+ 0 1 40
№ 22, изрядно	102 38 30	+ 0 1 10
№ 23, хорошо	102 36 10	— 0 1 10
№ 24, хорошо	102 34 50	— 0 2 30
№ 26, изрядно	102 39 0	+ 0 1 40
№ 27, хорошо	102 35 50	— 0 1 30
№ 29, изрядно	102 38 10	+ 0 0 50
№ 30, очень хорошо	102 37 20	0 0 0
№ 33, изрядно	102 38 30	+ 0 1 10
№ 39, хорошо	102 33 30	— 0 3 50
Среднее	102° 36' 48"	— 0° 0' 32"
	<i>c : a</i>	77° 22' 40"
	Надъ <i>s</i> и <i>и</i> .	
№ 2, изрядно	77° 22' 30"	— 0° 0' 10"
№ 5, хорошо	77 23 40	+ 0 1 0
№ 6, хорошо	77 26 30	+ 0 3 50
Др. край, хорошо	77 19 40	— 0 3 0
№ 7, изрядно	77 22 50	+ 0 0 10
№ 8, изрядно	77 24 30	+ 0 1 50
№ 11, изрядно	77 19 40	— 0 3 0

