# Die silurische Algenfacies und ihre Verbreitung im skandinavisch-baltischen Silurgebiet

von

Dr. E. Stolley.

---

In einigen früheren Arbeiten[1]) habe ich über silurische kalkinkrustirende Algen aus den Familien der Dasycladaceen resp. Siphoneae verticillatae und der Codiaceen berichtet und das Vorkommen derselben vorwiegend an silurischen Geschieben Schleswig-Holsteins erläutert. Da inzwischen durch eine Reihe neuer Beobachtungen im Gebiete des skandinavischen und baltischen Silur meine früher gewonnenen Ergebnisse ergänzt und erweitert worden sind, möchte ich in Folgendem eine Zusammenstellung der mir bis jetzt bekannten Thatsachen über die silurischen Kalkalgen und ihr geologisches Vorkommen im Gebiete des skandinavischen und baltischen Silur geben. In Bezug auf mancherlei Einzelheiten muss ich dabei auf meine unten citirten Arbeiten verweisen und mich hier auf die Anführung der Hauptsachen beschränken.

---

[1]) Stolley: Ueber silurische Siphoneen. (Neues Jahrbuch für Mineralogie etc. 1893 Bd. II pag. 135.)

„ Ueber die Verbreitung Algen führender Silurgeschiebe (Neues Jahrbuch für Mineralogie etc. 1894 I pag. 109.)

„ Die cambrischen und silurischen Geschiebe Schleswig-Holsteins und ihre Brachiopodenfauna. (Archiv für Anthropologie und Geologie Schleswig-Holsteins Bd. I Heft I, 1895 pag. 35—136.)

„ Ueber gesteinsbildende Algen und die Mitwirkung solcher bei der Bildung der skandinavisch-baltischen Silurablagerungen. (Naturw. Wochenschrift Bd. 11 Nr. 15. 1896).

„ Untersuchungen über Coeloephaeridium, Cyclocrinus, Mastopora und verwandte Genera des Silur. (Archiv für Anthropologie und Geologie Schleswig-Holsteins Bd. I Heft 2. 1896 pag. 177.)

Jeder Geologe denkt bei der Erwähnung kalkinkrustirender, gesteinsbildender Algen zunächst an die Gyroporellen und Diploporen der alpinen Trias, deren höchst eigenthümliche cylindrische Kalkröhren im Alpengebiete die gewaltigsten Gesteinskomplexe zusammensetzen, die in den weissen Felsen des Mendola-Dolomits, im Wettersteinkalk der bayrischen und tiroler Alpen von der Zugspitz bis nach Berchtesgaden, im Hauptdolomit und Ramsaudolomit der nördlichen Kalkalpen, dem geschichteten Schlerndolomit des südlichen Tirol und den Esinoschichten der lombardischen Alpen zu ungeheuren Massen sich angehäuft finden. Man hat diese Diploporen und Gyroporellen an das lebende Genus Cymopolia, den Typus der Algenfamilie der Dasycladaceen resp. Siphoneae verticillatae, angeschlossen, obwohl nicht unerhebliche Abweichungen zwischen den recenten und den triassischen Formen bestehen. Auch aus den übrigen sedimentären Formationen kennt man gesteinsbildende Siphoneen, wenn auch nicht in so ungeheuren Massenanhäufungen wie in der alpinen Trias. Nur das Silur kann in dieser Hinsicht mit der alpinen Trias wetteifern, denn auch in diesen altpalaeozoischen Ablagerungen finden sich die Hüllen kalkinkrustirender Algen zu ungeheuren Mengen zusammengehäuft, sodass mächtige Gesteinskomplexe fast ausschliesslich aus ihren Resten bestehen, und zwar sind es Gesteine des skandinavisch-baltischen Silurgebietes, die sich bei mikroskopischer, z. Th. auch schon makroskopischer Untersuchung als aus solchen Algen bestehend erwiesen haben. Diese treten dort so massenhaft auf und dazu in mehreren auf einander folgenden Zonen des Silur, dass man mit demselben Recht von einer silurischen Algenfacies sprechen kann wie von einer triassischen; und dass die erstere keine geringere Verbreitung besass als die letztere, geht aus dem Funde entsprechender Gesteine in weit voneinander entfernten Gebieten, in Dalarne und Esthland sowie aus der Häufigkeit entsprechender Geschiebe in der ganzen norddeutschen Tiefebene mit Sicherheit hervor.

Bevor ich jedoch näher auf das geologische Vorkommen dieser eigenthümlichen Organismen eingehe, sind wohl einige Bemerkungen über die phytologische Natur derselben nicht überflüssig.

Als Typus der Algenfamilie der Dasycladaceen gilt, wie schon erwähnt, das lebende Genus Cymopolia, doch sind die recenten Siphoneengenera Neomeris und ganz besonders Bornetella mehreren silurischen Gattungen sehr viel ähnlicher als jenes. Die hier in Betracht kommenden silurischen Siphoneen sind die Genera Palaeoporella, Dasyporella, Rhabdoporella, Vermiporella, Coelosphaeridium, Cyclocrinus, Mastopora und Apidium, zu denen noch einige untergeordnete Formen hinzutreten.

Zunächst mag die lebende Gattung Cymopolia kurz charakterisirt werden, indem ich der Beschreibung folge, die Solms-Laubach [1]) von derselben giebt.

Der einzellige Thallus des Pflänzchens besteht aus einem Büschel wiederholt dichotom sich verzweigender Aeste, deren jeder aus einer Reihe cylindrischer verkalkter Glieder besteht, die wieder durch kurze unverkalkte Zwischenstücke zusammenhängen; an diesen Zwischenstücken findet die Gabelung statt. Jedes Glied zeigt einen zentralen Schlauch, der die ganze Pflanze durchzieht uud der Stammzelle entspricht; von ihm gehen in regelmässigen Abständen winkelig angeordnete Seitenäste in grosser Zahl senkrecht ab. Jeder einzelne Wirtelast trägt im Bereiche der Kalkglieder an seiner Spitze ein gestieltes Sporangium und um dasselbe je 4—6 Aeste zweiter Ordnung, deren blasenförmige Endigungen sich über dem Sporangium mit einander und den Astendigungen der benachbarten Wirtel zu einer continuirlichen Rindenschicht zusammenschliessen; letztere scheint daher, von aussen gesehen, aus lauter sechsseitigen Zellen zu bestehen. Der Zwischenraum zwischen den Aesten erster und zweiter Ordnung innerhalb der Pflanze ist mit Schleimmasse angefüllt und diese ist es, welche bei Cymopolia verkalkt, während die Membranen der Stammzelle, der Aeste und der Sporangien kalkfrei bleiben. Die Verkalkungszone bildet also um das Axenrohr einen dicken Hohlcylinder, den die Zelllumina der Wirteläste und Sporangien als Höhlungen und Kanäle durchsetzen. Dieser Kalkcylinder würde natürlich allein fossil erhaltungsfähig sein. Andere lebende Dasycladaceen besitzen einen einfachen unverzweigten Thallus; ferner treten bei gewissen Formen zu den Wirtelästen erster und zweiter Ordnung solche dritter, vierter Ordnung u. s. w.; vor allem ist aber der Grad der Verkalkung, sogar bei ein und derselben Art, ein überaus wechselnder, wovon natürlich der Grad der Erhaltungsfähigkeit abhängt. Nur von stark verkalkten Siphoneen darf man also fossile Reste erwarten.

Von allen recenten Siphonen stehen aber, wie schon erwähnt, die Bornetellen den silurischen Algen am nächsten. Bornetella nitida Mun-Chalmas und B. oligospora Solms bilden nach Solms-Laubach, Cramer und Rauff [2]) mehr oder weniger gebogene Keulen mit zierlich

---

[1]) Einleitung in die Paläophytologie 1887 pag. 38.

[2]) Solms-Laubach: Ueber die Algengenera Cymopolia, Neomeris und Bornetella. (Annales du Jardin Botanique de Buitenzorg, Bd. 11 pag. 61, m. 3 Taf., Leiden 1892).

C. Cramer: Ueber die verticillirten Siphoneen, bes. Neomeris und Bornetella. (Denkschriften d. schweiz. naturf. Ges. Bd. 32, II. Zürich 1890.)

H. Rauff: Receptaculiten und Kalkalgen. (Sitzgber. d. niederrh. Ges. f. Natur- und Heilkunde zu Bonn 1892 pag. 74).

facettirter Oberfläche. Mitten durch die Keule, welche eine Höhe von 2 Zoll erreichen soll, geht eine grosse Stammzelle, die am Grunde ein Rhizoidenbüschel zur Anheftung, oberwärts eine lange Reihe von Astwirteln trägt, welche mit ihren sekundären Verzweigungen die Keule aufbauen. Die Aeste zweiter Ordnung entspringen am Ende der primären zu vieren in kreuzförmiger Stellung, treten rasch mit einander in Berührung, indem sie sechsseitig-prismatische Gestalt annehmen, und bilden so eine lückenlose Rinde mit, von aussen gesehen, sechsseitigen oder polyedrischen Facetten. In einer eigenthümlichen Verdickungszone dieser Rindenzellen liegt bei B. nitida und oligospora der Hauptsitz der Verkalkung, welche im übrigen nur sehr schwach entwickelt ist. Durch diese Verkalkung im Bereiche der Rindenzellen erhält die Keule erst den ihr eigenen hohen Grad von Festigkeit und Widerstandsfähigkeit. Die Sporangien sitzen nicht am distalen Ende der Primäräste, sondern seitlich an denselben. Der Vegetationsscheitel am oberen Ende der Keule ist eingesenkt und bildet dort ein Grübchen und zugleich eine Lücke der Facettenrinde.

Die ca. 1 cm hohe Bornetella capitata Agardh besitzt einen deutlich getrennten Stiel und ovales Köpfchen; ein weiterer Unterschied besteht ferner darin, dass die sekundären Wirteläste, welche als Rindenzellen die Facettenrinde bilden, in der Zahl von 5, 6 oder noch mehr zusammentreten; auch fehlt eine Verdickungszone an derselben gänzlich, sowie fast ganz die Verkalkung.

Bornetella sphaerica Zanardini ist mehr kugelig geformt und besitzt eine kurze kegel- oder bienenkorbförmige Stammzelle, von welcher die sehr verschieden langen Wirteläste ausstrahlen; die sekundären Aeste, je 8 oder 9 an Zahl, erweitern sich dicht vor der Oberfläche plötzlich zu den Rindenzellen der Oberflächenschicht. Eine Verdickungszone fehlt auch hier, ebenso auch Verkalkung fast gänzlich.

Mit Vorstehendem mag genug über den Bau der für uns wichtigsten recenten Siphoneengenera gesagt sein. Ihnen gegenüber weisen nun freilich die silurischen Formen manche selbständige und abweichende Züge auf, eine Eigenschaft, die sie mit der Mehrzahl der übrigen fossilen Siphoneen theilen, und wie man es bei dem grossen Altersunterschied auch nicht anders erwarten kann, lassen aber andererseits doch ihre Siphoneennatur meist deutlich erkennen. A. a. O. habe ich die Beziehungen der silurischen Genera zu den lebenden Formen und insbesondere die der Genera Coelosphaeridium, Cyclocrinus, Mastopora, Apidium und Palaeoporella zu den Bornetellen ausführlich besprochen und muss mich hier auf die Darlegung des Hauptsächlichsten beschränken. Hierbei geht man am besten von dem interessanten Genus Palaeoporella aus. Die Palaeporellen bilden bis über 2 cm hohe,

trichter-, keulenförmige oder cylindrische Körper mit deutlicher Austrittslücke der langen mittleren Stammzelle am unteren Ende des Körpers und eingesenktem Vegetationspunkt am oberen Ende. Die äussere Form von Palaeoporella grandis Stoll. ist ganz die von Bornetella nitida und oligospora. Bei Palaeoporella variabilis Stoll. sind primäre, sekundäre und tertiäre Wirteläste entwickelt, welche letzteren sich zu sechsseitig umgrenzten, prismatischen Rindenzellen von enormer Zahl erweitern. Der gesammte zwischen den Wirtelästen befindliche Raum ist verkalkt, so dass eine sehr feste und erhaltungsfähige Kalkhülle resultirt. Sporangienräume konnten bisher nicht beobachtet werden, doch fällt dies wenig ins Gewicht, da das Gleiche bei fast sämmtlichen fossilen Siphoneen der Fall und leicht erklärlich ist. Die Uebereinstimmung zwischen den Palaeoporellen und den Bornetellen ist also eine weitgehende; nur die weit stärkere Verkalkung und die Ausbildung tertiärer Wirteläste trennt die silurischen Formen von ihren recenten Verwandten.

Die Gattung Apidium, welche sich sodann am nächsten an Palaeoporella anschliesst, bildet meist recht kleine, regelmässig birnförmige Körper mit unterer Lücke und oberem eingesenktem Vegetationspunkt. Die Wirteläste erweitern sich, wie bei Palaeoporella, zu sehr kleinen, kurzen, sechsseitigen Hohlprismen, welche die äussere Facettenrinde bilden. Diese Rindenschicht ist allein erhalten, während der ganze Innenraum mit klastischer Gesteinsmasse angefüllt ist. Man wird also annehmen müssen, dass eine erhaltungsfähige Verkalkung nur im Bereich der Rindenblasen stattfand, während die ganze übrige Pflanze kalkfrei blieb. Die Anordnung und Zahl der zu supponirenden Wirteläste ist daher unbekannt.

Das Genus Mastopora ist meist nur in Fragmenten erhalten, die jedoch mit Sicherheit auf einen bis apfelgrossen rundlichen Körper schliessen lassen. Auch hier sind nur die sechsseitigen Hohlprismen der Rindenzellen erhalten, die sehr kräftig verkalkt sind und oft eine deutliche Verdickungszone wie bei Bornetella nitida und oligospora erkennen lassen.

Das Genus Cyclocrinus besitzt kugelige, ovale oder birnförmig verjüngte, bisweilen gestielte Körper bis zu 7 cm Höhe, in denen bisweilen ein der Stammzelle entsprechender Körper von der Gestalt einer kleinen Birne oder einer gestielten Kugel enthalten ist. Von diesem strahlen die primären Wirteläste in Form feiner Röhrchen aus, die sich dicht vor ihrem Ende zu napfförmigen Rindenblasen erweitern, mit einander in Berührung treten und so eine aus sechsseitig umgrenzten Zellen bestehende Rindenschicht bilden. Diese Napfzellen sind eigenthümlicher Weise durch sehr merkwürdige, zierlich skulpturirte,

deckelartige Verschlüsse geschlossen, den verkalkten Scheitelmembranen der Rindenzellen. Die sehr wechselreiche Sculptur dieser Deckelchen bietet die Hauptunterscheidungsmerkmale der Arten dar. Bei der Mehrzahl der Exemplare ist von einer Stammzelle und Wirtelaströhren nichts erhalten, so dass auch bei Cyclocrinus die erhaltungsfähige Verkalkung in der Regel auf die Rindenblasen beschränkt zu sein scheint. Die Aehnlichkeit der Stammzelle und Wirteläste besitzenden Cyclocrinen mit Bornetella capitata und sphaerica ist sehr in die Augen fallend, trotz aller Unterschiede im Einzelnen.

Das Genus Coelosphaeridium gleicht in der äusseren Form manchen Cyclocrinen vollständig; es bildet kugelige, bis 13 mm messende Körper, in denen stets die Stammzelle in Form einer Birne oder einer gestielten Kugel sichtbar ist. Von ihr strahlen die primären Wirteläste aus, deren Form zwar wechselnd, aber doch im allgemeinen cylindrisch schlauchartig ist und die sich bald allmählich, bald plötzlich erweitern, um mit sechsseitigem oder polyedrischem Umriss an der Oberfläche zu enden, bisweilen in ihrer Form den Napfzellen von Cyclocrinus nahe kommend. In seltenen Fällen sind, wie bei Cyclocrinus, convexe Verschlussplättchen entwickelt, die verkalkten Scheitelmembranen der Oberflächenzellen. Auch der ganze zwischen den Wirtelästen befindliche Raum ist bei Coelosphaeridium stets verkalkt und daher der Körper ausserordentlich fest und erhaltungsfähig, wenn auch die ursprüngliche Struktur der Kalkmasse verloren gegangen ist. Auch Coelosphaeridium erinnert sehr an Bornetella sphaerica der heutigen Meere.

Die nachfolgenden Genera sind weit einfacher gebaut, jedenfalls lassen ihre erhaltenen Kalkhüllen weit einfachere Verhältnisse erkennen.

Das Genus Dasyporella besitzt ähnlich geformte Körper, wie Palaeoporella variabilis; es sind längliche Kalkhüllen von bald gerader, bald gekrümmter, doch nie verzweigter Form. Man erkennt eine lange mittlere Stammzelle, eine untere Stiellücke und eine obere, dem Vegetationsscheitel entsprechende Einsenkung. Der Kalkcylinder ist von sehr zahlreichen, senkrecht oder etwas schräg verlaufenden Poren durchbohrt, die den primären Wirtelästen entsprechen. Weitere, sekundäre u. s. w. Wirteläste sind nicht zu beobachten; jedenfalls reichte also die Verkalkung nicht über die Zone der primären hinaus.

Das Genus Rhabdoporella bildet sehr kleine, stäbchenförmige Cylinder von höchstens 0,5 mm Durchmesser, die einen grossen medianen Hohlraum und eine dünne, von zahlreichen senkrechten Poren durchbrochene Wandung erkennen lassen. Man muss daraus auf eine nur schmale Verkalkungszone im Bereich der primären Wirteläste schliessen. Einzelne Exemplare erwiesen sich als oben geschlossen,

sind also wohl als ausgewachsene Individuen anzusehen. Abgesehen von ihrer ausserordentlich geringen Grösse sind die Rhabdoporellen den Diploporen der alpinen Trias sehr ähnlich.

Das Genus Vermiporella zeigt gekrümmte und verzweigte Röhrchen von 0,5—1 mm Durchmesser, grossem medianen Hohlraum und wechselnd dicker Wandung, welche von zahlreichen einfachen, senkrechten oder etwas schräg stehenden Poren durchbrochen wird. Auch hier hat also eine Verkalkung nur im Bereiche der primären Wirteläste stattgefunden.

Das Genus Arthroporella, welches Ketten eiförmiger, an die Ovuliten des Eocän erinnernder Körper bildet, kommt hier weniger in Betracht, da das Vorkommen desselben bisher ganz vereinzelt dasteht.

Ebenso sollen eine Reihe weiterer Formen nicht näher berücksichtigt werden, theils aus dem gleichen Grunde, theils auch, weil sie noch nicht hinreichend genau untersucht worden sind oder weil ihrer Einreihung in die Gruppe der Siphoneen noch erhebliche unüberwundene Schwierigkeiten entgegenstehen. Es sind damit besonders die räthselhaften Receptaculitiden gemeint, welche freilich von Rauff mit den Kalkalgen und besonders ebendenselben Bornetellen, welche uns bei der Deutung der silurischen Siphoneen so wesentliche Dienste geleistet haben, verglichen worden sind, aber doch trotz mannigfacher Analogieen so viele abweichende und unerklärliche Eigenschaften besitzen, dass sie vorderhand noch ihr paläontologisches Dasein als Problematica weiter fristen müssen.

Es ist aber noch einer zweiten Gruppe kalkinkrustirender Algen Erwähnung zu thun, welche zwar nicht so wechselreiche und interessante Formen hervorgebracht hat, wie die Dasycladaceen resp. Siphoneae verticillatae in Jetztzeit und Vergangenheit und speciell zu silurischer Zeit, die aber doch in ähnlicher Weise wie die silurischen Siphoneen durch die Massenhaftigkeit ihres Auftretens, durch die bedeutende Rolle, die sie in einem bestimmten Zeitabschnitt des Silur als Gesteinsbildner im Gebiete des skandinavisch-baltischen Silur spielen, hier von annähernd so grosser Wichtigkeit sind, wie jene. Zwar ist die systematische Stellung dieser Formen nicht durchaus sicher, aber an ihrer Algennatur ist wohl kaum zu zweifeln. Es handelt sich vornehmlich um das Genus Girvanella Nicholson und Etheridge[1]), welches längere Zeit als problematisch betrachtet, jetzt durch Rothpletz[2]) wohl endgültig bei der recenten Gruppe der Codiaceen untergebracht ist. Der

[1]) Monograph of the Silurian fossils of the Girvan district in Ayrshire. Edinburg 1878 pag. 23 tf. 9 fig. 24.

[2]) Fossile Kalkalgen aus der Familie der Codiaceen und Corallineen (Zeitschr. d. d. geol. Ges. 1891 pag. 295).

Thallom der Codiaceen besteht nach N. Wille aus einer sich verzweigenden Zelle, deren Auszweigungen lose oder dicht unter sich verflochten, z. Th. auch verwachsen sind und Körper von sehr wechselnder Form bilden. Die schlauchförmigen Zellverzweigungen sind entweder nur lose filzartig mit einander verbunden oder sie bilden ein pseudoparenchymatisches Gewebe oder sie verzweigen sich dichotomisch in einer Ebene. Bei den complicirter gebauten Formen ist eine Mark- und eine Rindenschicht zu unterscheiden; die erstere besteht aus vorherrschend parallel laufenden dichotomisch verzweigten Schläuchen, welche seitlich kleinere Aeste zur Bildung des Rindengewebes aussenden. Diese Rindenschläuche haben bei einzelnen Gattungen keulenartige Form und stehen entweder lose nebeneinander, pallisadenartig rechtwinklig zur Oberfläche oder sie schliessen zu einem pseudoparenchymatischen Gewebe zusammen. Im Stiel mehrerer Gattungen entspringen von den längsverlaufenden Markschläuchen breite quere Auszweigungen, die sich mit Kalk inkrustiren können. Bisweilen wird der einzellige Thallus durch Einschnürungen und Bildung von Querwänden scheinbar mehrzellig. Die Membran der Schläuche inkrustirt sich bei einigen Gattungen so stark mit Kalk, dass der Algenkörper steinhart wird. Die Gameten oder Schwärmsporen entwickeln sich, soweit sie bekannt sind, in besonderen angeschwollenen Sporangien. Beim Vergleich mit den fossilen Formen kommt am meisten die Gattung Codium selbst in Betracht, obwohl sie sich nicht mit Kalk inkrustirt wie z. B. Halimeda und Penicillus. Der Thallus bildet hier krustenförmige, verzweigte, langgestreckte oder kugelige Körper, die stets angeheftet sind. Das Markgewebe besteht aus locker zusammengewebten Zellfäden oder Schläuchen, die Rindenschicht aus keulenförmigen Erweiterungen der letzteren; an diesen Erweiterungen sitzen seitlich die eiförmigen Gametangien.

Mancherlei Eigenschaften des paläozoischen Genus Girvanella Nich. u. Eth. lassen es nun als wahrscheinlich erscheinen, dass dasselbe eine den lebenden Codiaceen nahestehende Alge war, welche die Fähigkeit, sich mit Kalk zu inkrustiren, in hohem Grade besass und daher fossil erhalten werden konnte. Die silurischen Girvanellen bilden Körper von sehr verschiedener Grösse und Form; die Grösse wechselt von der einer Erbse bis zu einem Durchmesser von ca. 5 cm. Die Form hängt sowohl von derjenigen des Gegenstandes, als dessen Inkrustation die Alge auftritt, als auch von der Dicke der Ueberrindung selbst ab. Ist dieselbe nicht beträchtlich, so spiegelt der Algenkörper die Gestalt des überrindeten Fossils wieder, ist also länglich, wenn es sich um einen Theil eines Crinoidenstiels handelt, länglich und zugleich oft verzweigt, wenn es sich um Bryozoen oder Monticuliporiden handelt;

ist dagegen die Umwachsung eine vollkommene, oder der Fremdkörper ein sehr kleiner, so entstehen ellipsoidische, kugelige, knollige Körper, in deren Zentrum man im Anschliff leicht das umwachsene Fossil oder ein Fossilfragment erkennt. Die Oberfläche ist bald ziemlich gleichmässig eben, bald nieren- oder traubenförmig, bald mit sehr zahlreichen kleinen warzenförmigen Erhöhungen bedeckt, Verschiedenheiten, die ja vielleicht verschiedenen Arten entsprechen können, was sich aber erst durch sehr eingehendes Studium und Vergleich des inneren Aufbaues wird feststellen lassen. Der letztere erweist sich unter dem Mikroskop als aus lauter konzentrischen über einander geschichteten Lagen eines Fadengeflechtes bestehend, dessen innig verflochtene, doch der Hauptsache nach parallel gelagerte Hohlfäden oder Schläuche bei genügender Dünne des Schliffes sich deutlich verzweigen, ganz ähnlich wie es mit den Markschläuchen von Codium der Fall ist. Auffallend ist der häufige Wechsel von Lagen aus feinerem Geflecht mit solchen aus gröberem; in der Regel scheint ein inniger Zusammenhang zwischen beiden zu bestehen; doch kommt es auch vor, dass zwischen zwei verschiedenartigen Lagen sich eine Zone anorganischen Kalkes einschiebt, wie auch Wethered [1]) es beschreibt. In einem solchen Fall handelt es sich wohl um zwei verschiedene Individuen, von denen das äussere das innere abgestorbene überrindet hat. Die Kalkinkrustation muss bei den silurischen Girvanellen sehr stark gewesen sein, da die Schläuche nie zusammengepresst erscheinen, sondern in ihrem ganzen Verlaufe ihre ursprüngliche Form bewahrt haben. Es ist das ein Unterschied von der lebenden Gattung Codium, welche stets kalkfrei ist; auch sind deutlich als solche erkennbare Rindenschläuche mit seitlichen Sporangienräumen bei Girvanella bisher nicht beobachtet worden; eine weitere Eigenthümlichkeit der silurischen Form ist die Umwachsung fremder Körper, welche bei Codium, so ähnlich auch sonst die äussere Form der Alge werden mag, nie eintritt. Es sind also noch mancherlei Schwierigkeiten vorhanden, die eine vollständige Sicherheit in der Einreihung der Girvanellen unter die Codiaceen nicht gestatten. Trotzdem ist an der Kalkalgennatur derselben wohl nicht zu zweifeln, möglich, dass sich im Laufe genauerer Untersuchungen eine andere Algengruppe noch als näher mit ihnen verwandt ergiebt als die Codiaceen. Die gebräuchliche Benennung der silurischen Formen als Girvanella problematica Nich. und Eth. ist als eine Kollektivbezeichnung anzusehen, unter der man bis auf weiteres gut thut, die Formen des beschriebenen äusseren und inneren Charakters zu vereinigen. Ob Siphonema incrustans Bornemann wirklich spezifisch

---

[1]) Quarterly Journal of Geological Society, London 1893 pag. 236 Taf. VI.

und generisch verschieden ist, wird sich auch erst durch eingehendere Untersuchung feststellen lassen; sie gleicht den Girvanellen nach Bornemann's Beschreibung und Abbildung[1]) ungemein und auch nach der Bezeichnung des Gesteins, in dem sie liegt, zu urtheilen, dürfte es sich um eine Form handeln, wie sie hier als Girvanellen beschrieben worden sind.

Nachdem im Vorstehenden das Wichtigste über die phytologische Natur der silurischen Kalkalgen und ihre Beziehungen zu recenten Algengruppen mitgetheilt worden ist, können wir uns nunmehr dem geologischen Vorkommen desselben, d. h. den auf die Entwicklung und Verbreitung der Algenfacies im Gebiete des skandinavisch-baltischen Silur bezüglichen Thatsachen zuwenden. Die hier gewonnenen Resultate sind kurz folgende.

In den ältesten Ablagerungen des Silur, im Orthoceren- und Echinosphäriten- resp. Chasmops-Kalk, scheinen nur ganz vereinzelt Siphoneenreste vorzukommen; auch sind dieselben in der Regel sehr ungünstig erhalten. Ungefähr mit Beginn der Ablagerung der Jewe'schen Schicht des baltischen Russlands resp. der oberen Abtheilung des schwedischen Cystideenkalks begann dann eine mächtigere Entwicklung der Siphoneen und zwar zunächst der Vermiporellen. Die verzweigten perforirten Röhrchen dieser Kalkalgen erfüllen einige in Schleswig-Holstein vorkommende Geschiebe der genannten Zonen fast vollständig und treten in anderen in geringerer Anzahl oder vereinzelt auf. Von den ersteren ist es einerseits ein dunkler flintharter Kieselkalk, der ausser den Vermiporellen noch hunderte Exemplare einer anderen Siphonee, Apidium pygmaeum Stoll. und mehrere für die Jewe'sche Zone charakteristische Fossilien enthält, andererseits sind es hellgraue, feinkörnige Kalke des gleichen Alters, bald etwas kieselig, bald kieselfrei, welche ausser Vermiporellen bisweilen Coelosphaeridium cyclocrinophilum, diese so ausserordentlich charakteristische Siphonee, und Fossilien der Jewe'schen Schicht enthalten. Die Vermiporellen treten in den kieselfreien Kalken ohne Coelosphaeridien bisweilen in grosser Menge, in den Coelosphaeridien-Kalken dagegen meist nur vereinzelt neben Apidium pygmaeum und A. Krausei auf. Der paläontologische Charakter dieser verschiedenartigen Gesteine spricht dafür, dass sie nicht vom schwedischen Festlande, sondern aus östlicher gelegenen Gebieten, wohl aus einem jetzt vom Meere bedeckten Theile des Balticums zwischen Oeland und Esthland stammen. Dafür spricht auch das Vorkommen ganz ähnlicher Geschiebe in Schonen und auf Bornholm; eines derselben, welches ich bei Lund in Schonen sammelte,

---

[1]) Jahrb. d. preuss. geol. Landesanstalt Berlin 1886 pag. 130.

enthält Coelosphaeridien, Apidien, Vermiporellen und einige Fossilien der Jewe'schen Schicht. Doch deutet andrerseits das Vorkommen sehr ähnlicher Geschiebe auf den Ålands-Inseln darauf hin, dass auch in nördlicheren Gebieten, im Bereiche des bottnischen Meerbusens, solche Gesteine anstehen müssen.

Die auf die Jewe'sche Schicht, resp. den Cystideenkalk folgende Zone der baltischen Kegel'schen Schicht und des Oeländer Macrourus-Kalks repräsentirt sodann eine Lücke in der Entwicklung der Algenfacies, da weder die anstehenden Gesteine noch die Geschiebe dieses Alters Kalkalgen in Anhäufungen zu enthalten scheinen; das Vorkommen von Siphoneenresten in ihnen beschränkt sich auf eine Cyclocrinus-Art, die sowohl in Geschieben des Macrouruskalks als auch in anstehendem Kegel'schen Gestein, z. B. bei Rosenhagen in Esthland, auftritt. Freilich nennt Wiman [1]) unter seinen „Ostseekalken" von Upland und den Ålands-Inseln auch solche mit Chasmops macrourus Sjögren. Bestätigt sich diese Bestimmung, so wird man in diesem nordbaltischen Macrouruskalk, welcher derselben Facies wie die gleich zu besprechenden dichten Wesenberger und Lykholmer Kalke anzugehören scheint, wohl auch nicht vergeblich nach Algen, insbesondere Vermiporellen, suchen. Wir würden dann im Nordbalticum das Gebiet zu sehen haben, in dem die Algenfacies auch während der Ablagerung des Macrouruskalks resp. der Kegel'schen Schicht persistirte und von dem aus sie sich nach Ablagerung dieser Zonen wieder weiter ausbreitete.

In der nächstfolgenden Zone, der Wesenberger Schicht des baltischen Russlands und dem derselben in der Hauptsache entsprechenden „Ostseekalk" der schwedischen Geologen, zeigen sich wiederum grosse Anhäufungen von Siphoneenresten. Vor allem sind es wieder die verzweigten Röhren der Vermiporellen, zu denen alsdann in geringerer Anzahl die dickeren unverzweigten Kalkhüllen der Dasyporellen treten. Erstere setzen viele Gesteine der Wesenberger Schicht fast vollständig oder zum grossen Theil zusammen, in anderen finden sie sich in geringerer Zahl oder nur vereinzelt. Die entsprechenden norddeutschen Geschiebe sind sehr reich an ihnen; auch unter den sehr auffälligen massenhaften Lokalanhäufungen von Wesenberger Gestein, resp. Ostseekalk bei Koppersvik unweit Wisby auf Gotland beobachtete ich sie in grosser Menge, ebenso in übereinstimmenden Geschieben Schonens; da auch Kurländer Geschiebe von Wesenberger Gestein, die vermuthlich aus Esthland selbst stammen, Siphoneen

---

[1]) Ueber das Silurgebiet des bottnischen Meeres pag. 9. (Bull. of the Geol. Instit. of Upsala, Nr. 1 Vol. 1, 1893 Upsala.)

in Menge enthalten, ist wohl nicht daran zu zweifeln, dass das gesammte, von den Ablagerungen der Wesenberger Schicht und des Ostseekalks bedeckte Gebiet des Balticums, von Oeland bis nach Esthland hinein und nördlich bis in das Gebiet des bottnischen Meerbusens einen günstigen Boden für die Entwicklung der silurischen Algenfacies abgab. In den gleichaltrigen Bildungen des schwedischen Festlandes, dem Trinucleus-Schiefer und -Mergel, sowie den norddeutschen Geschieben dieser Zone sind nach der Natur dieser Sedimente Siphoneenreste kaum zu erwarten und bisher von mir auch nicht beobachtet worden. Doch will ich nicht unterlassen, zu erwähnen, dass der an der Basis der schwedischen Trinucleuszone liegende sogenannte Masurkalk Dalarne's und Ostgothlands, ein eigenthümliches breccienartiges Gestein von theilweise ebenso vollkommen lithographensteinartig dichtem Gesteinscharakter wie das Wesenberger Gestein, es verdient, in dieser Beziehung noch genauer untersucht zu werden. Es scheint fast, als wenn bei der Bildung dieses Gesteins die östlichere Facies auf das Gebiet des schwedischen Festlandes übergegriffen habe, und infolge dessen wäre auch das Vorkommen von Siphoneenresten in demselben von vornherein nicht unwahrscheinlich. Ausser dem allgemeinen Vorkommen von Vermiporellen und Dasyporellen im Wesenberger Gestein ist nun noch ein petrographisch übereinstimmendes, mit der Siphoneenform Cyclocrinus Roemeri Stoll. erfülltes Gestein als nicht unwichtig zu erwähnen, welches aus dem baltischen Russland schon lange als Wesenberger Cyclocrinus-Kalk bekannt ist; als Geschiebe sind diese Cyclocrinus-Kalke in Schleswig-Holstein selten, in östlichen Theilen Norddeutschlands dagegen häufiger.

Von der Ablagerung der Wesenberger Schicht an dauerte nun die Entwicklung der Algenfacies ununterbrochen an und erreichte alsbald ihren Höhepunkt in den jüngsten Schichten des Untersilur, der Lykholmer und der Borkholmer Schicht des baltischen Russlands resp. dem Hulterstad- und Leptaena-Kalk von Oeland und Dalarne. In geradezu staunenerregenden Mengen erfüllen die Gerüste der Vermiporellen und Palaeoporellen neben den minder häufigen Dasyporellen und Rhabdoporellen die in mannigfaltigster Weise gefärbten Kalksteine dieser Zonen, welche in ungeheurer Anzahl über die norddeutsche Ebene verstreut liegen und zu den häufigsten und grössten unserer diluvialen Sedimentärgeschiebe gerechnet werden müssen. Die Geschiebe vom Alter der Lykholmer Schicht sind in ganz überwiegendem Masse als Vermiporellen-Gesteine entwickelt und zwar derart, dass die grauen, weisslichen oder gelblichen, meist lithographensteinartig dichten, oft aber auch sehr fein krystallinisch-körnigen Kalke sich unter dem Mikroskop als vollständig oder doch nahezu vollständig aus den wohl-

erhaltenen Kalkröhren dieser Algen oder den bis zu Grus zertrümmerten Fragmenten derselben zusammengesetzt erweisen. Auch Dasyporellen nehmen bisweilen an der Zusammensetzung dieser Gesteine Theil. Durch die vereinzelt auftretenden übrigen Fossilien wird das Alter der Gesteine sicher festgesetzt. Ich will nur anfügen, dass zu den früher aufgeführten leitenden Fossilien noch Porambonites gigas F. Schmidt aus weisslichem Vermiporellen-Gestein von Eberswalde hinzutritt. Ganz übereinstimmende graue Vermiporellen-Gesteine sah ich in der vortrefflichen Sammlung der Forstakademie Eberswalde, welche ich unter der liebenswürdigen Führung des Herrn Geheimrath Remelé studiren durfte, unter den von Remelé als Hulterstad-Kalk bezeichneten und beschriebenen, von Oeland stammenden und dort in Anhäufungen auftretenden Geschieben; auch unter den Geschieben, welche J. G. Andersson auf Oeland sammelte und mir im August 1896 in Stockholm freundlichst zeigte, befinden sich ganz die gleichen Gesteine. Auch das bei Sadewitz häufige graue Lykholmer Gestein, welches ohne Zweifel seine Heimath im baltischen Russland hat, erwies sich als reich an Vermiporellen. Ich sah ein solches dunkelgraues Vermiporellen-Gestein mit vereinzelten Palaeoporellen und Orthis Oswaldi von Oels in der Sammlung des Museums für Naturkunde in Berlin; ein anderes in der Eberswalder Sammlung befindliches von demselben Fundorte enthielt Vermiporellen nur vereinzelt. Wie nach diesen Beobachtungen zu erwarten, verhält es sich auch mit anstehendem Lykholmer Gestein Esthlands ganz ähnlich. Unter dem von dort stammenden Material des Berliner Museums für Naturkunde erwies sich ein grauer Lykholmer Kalk mit Korallen von Tois bei Poststation Kappa als ein vollständig mit unseren Geschieben übereinstimmender Vermiporellen-Kalk; ebenso ein zweites Lykholmer Gestein von hellgrauer Färbung mit Dictyonema sp. von Sallentack bei Kois und ein Korallenkalk der Lykholmer Schicht von Nommküll bei Nyby in Esthland. Ganz mit unseren Geschieben übereinstimmende Vermiporellen-Gesteine sammelte ich schliesslich auch auf Gotland bei Kopparsvik unweit Wisby als Geschiebe. Durch alle diese Thatsachen ist es erwiesen, dass zur Zeit der Lykholmer Schicht die Algenfacies weit verbreitet war und von Oeland bis nach Esthland hinein und auch nordwärts bis in die bottnische Wik reichte. Denn unter den Geschieben von „Ostseekalk", welche Wiman [1]) von Upland und Åland beschreibt, befinden sich zweifellos auch solche der Lykholmer Schicht, wie er auch die von Remelé [2]) als Wesenberger resp. Lykholmer Kalke

[1]) loc. cit. pag. 9.

[2]) Katalog der beim internationalen Geologen-Kongress zu Berlin 1885 ausgestellten Geschiebesammlung.

bezeichneten Geschiebe zum „Ostseekalk“ zieht und auf das Gebiet der Ostsee oder des bottnischen Meeres bezieht. Ich zweifle nicht, dass eine mikroskopische Untersuchung der Lykholmer Gesteine Esthlands das ganz allgemeine Auftreten der Vermiporellen daselbst ergeben wird. Abgesehen davon beweist aber die vollständige Identität des esthländer Gesteins mit den norddeutschen und schwedischen Geschieben die Richtigkeit der für die letzteren angenommenen Altersbestimmung. A. a. O. habe ich ausführlicher darauf hingewiesen, dass sich aus unseren Lykholmer Vermiporellen-Gesteinen nun ganz allmählich die Palaeoporellen-Gesteine entwickeln, die also im Allgemeinen etwas jünger sind und der Borkholmer Schicht des baltischen Russlands resp. dem schwedischen Leptaena-Kalk entsprechen. Zu den Vermiporellen gesellen sich zunächst einzelne Palaeoporellen, und solche Gesteine kommen, nach dem oben erwähnten Gestein von Oels zu schliessen, noch in der Lykholmer Schicht vor, in anderen Geschieben werden die Palaeoporellen etwas zahlreicher, bis sie schliesslich überwiegen, ohne jedoch die Vermiporellen gänzlich zu unterdrücken und zu verdrängen; ausserdem nehmen Dasyporellen nicht selten erheblichen Antheil an der Zusammensetzung der Gesteine, Rhabdoporellen können ebenfalls in grösserer Zahl hinzutreten und in einigen Geschieben stellt sich eine typische Leptaena-Kalk-Fauna ein. Freilich sind es fast immer Jugendformen von Brachiopoden, aber diese treten bisweilen so zahlreich auf, dass es den Anschein hat, als sei die Algenvegetation ein günstiger Nährboden für Brachiopodenbrut gewesen; es sind fast alle dieselben Arten, wie sie für den Leptaena-Kalk im Gebiete des Siljan-See's in Dalarne charakteristisch sind. Die Palaeoporellen-Gesteine sind überaus wechselnd in der Färbung, am häufigsten blassroth, grünlichweiss und hellgrau, oft unregelmässig geflammt, aber im Allgemeinen daran leicht zu erkennen, dass in lithographensteinartig dichter Grundmasse die fast immer in krystallinischen Kalkspath umgewandelten länglichen Körper der Palaeoporellen deutlich eingebettet liegen; auch die stylolithenartige Absonderung und eine grüne erdige Substanz auf den Absonderungsklüften sind charakteristische Merkmale. Andere Palaeoporellen-Gesteine sind wie manche Lykholmer Vermiporellen-Gesteine gleichmässig grau gefärbt und ihre Grundmasse nicht lithographensteinartig dicht, sondern feinkörnig krystallinisch wie bei jenen; noch andere werden in ihrem Habitus dem typischen Leptaena-Kalk sehr ähnlich, sie pflegen reich an Kalkspathadern und Drusen zu sein und man kann die Palaeoporellen mit erhaltener Oberflächenfacettirung aus der Mitte des Gesteins herauspräpariren, was bei dem gewöhnlichen Palaeoporellen-Gestein nie möglich ist wegen der grossen Festigkeit desselben. Das letztere hat bisweilen eine so gründliche Umänderung

und Umkrystallisirung erfahren, dass auch unter dem Mikroskop kaum noch unterscheidbare Algenreste zu erkennen sind, sondern ein einheitlicher, zuckerkörniger, rosa oder weisslich gefärbter Marmor vorliegt, der manchen archäischen Urkalken täuschend ähnlich werden kann. Die Palaeoporellen-Gesteine sind als Geschiebe jedenfalls in Schleswig-Holstein noch häufiger als die Vermiporellen-Gesteine der Lykholmer Schicht und sind wohl die häufigsten aller Sedimentärgeschiebe. In Mecklenburg, Pommern und der Mark Brandenburg scheinen sie kaum seltener als in Schleswig-Holstein zu sein, wie ich theils aus eigener Erfahrung weiss, theils aus an mich ergangenen Mittheilungen ersehe. Als charakteristische Fossilien des Palaeoporellen-Gesteins füge ich den a. a. O. aufgezählten noch hinzu: Triplesia aff. insularis und Orthis Actoniae Sow. var. (sehr gross) von Heegermühle in der Mark Brandenburg, Illaenus Roemeri Volb. von Eberswalde, beide Geschiebe in der Sammlung der Forstakademie Eberswalde. Der enge Zusammenhang zwischen dem Palaeoporellen-Gestein und dem typischen Leptaena-Kalk unserer Geschiebe wird auch noch dadurch dokumentirt, dass in einzelnen Fällen auch Geschiebe, die sich äusserlich nicht vom typischen rothen Leptaena-Kalk unterscheiden, bei genauerer Untersuchung sich als aus Kalkalgen bestehend erweisen. Ein solches Geschiebe von Zarpen in Holstein enthält Palaeoporellen, Dasyporellen, besonders aber Vermiporellen in Unmenge und daneben Triplesia aff. insularis, Orthis concinna Lm, Platystrophia squamosa Törnqu. mscr., Leptaena sp., Waldheimia pentagona Törnqu. mscr., Dinobolus sp. n., Illaenus fallax Holm, Remopleurides sp. n. und zahlreiche Crinoidenreste und ist ohne Anschliff überhaupt nicht vom typischen Leptaena Kalk zu unterscheiden. Ein anderes Geschiebe von Zarpen ist deswegen von Wichtigkeit, weil es den innigen Zusammenhang auch der Crinoidenfacies des Leptaena-Kalks mit der Palaeoporellen-Facies erweist. Die Hauptmasse des Gesteins besteht nämlich aus Crinoidenresten und in dieser Grundmasse von normalem Crinoidenkalk, wie er in Dalarne und bei Borkholm in Esthland ansteht, liegen einzelne knollenartige Partieen eingebettet, die aus typischem Palaeoporellen-Gestein bestehen und sich im Schliff als aus Palaeoporellen, Dasyporellen und Vermiporellen bestehend erwiesen; in der Crinoidenkalk-Hauptmasse des Geschiebes liegen zahlreiche Brachiopoden des Leptaena-Kalks, darunter Leptaena Schmidti Törnqu. und Orthis concinna Lm.

Der Oeländer Hulterstad-Kalk Remelé's, der an der südlichen Ostküste der Insel in Anhäufungen auftritt, umfasst in der Hauptsache Palaeoporellen-Gesteine des normalen Typus, daneben aber auch, wie oben erwähnt, graue Vermiporellen-Gesteine der Lykholmer Zone. Die vollständige Identität mit den norddeutschen Paläoporellen-Gesteinen

konnte ich an dem Material der Forstakademie Eberswalde sowie demjenigen der Stockholmer Sammlungen feststellen. Auch sonst sind solche Geschiebe weit verbreitet. Röthliches Palaeoporellen-Gestein sammelte ich neuerdings wieder bei Lund in Schonen und auf Gotland, sowohl in Grötlingbo als auch unweit Wisby nördlich am Strande [1]). Dass auch in den östlichsten Gebieten des skandinavisch-baltischen Silur die gleichen Gesteine auftreten, beweist ein Kurländer Geschiebe von der Windau, welches Palaeoporellen, Dasyporellen und Vermiporellen ganz wie unsere Geschiebe enthält, daneben einen Halysites der Borkholmer Schicht, und auch petrographisch vollständig mit denselben übereinstimmt, während andere esthländische Gesteine der Borkholmer Schicht, die ich im Berliner Museum für Naturkunde

---

[1]) Wie ich in Schweden erfuhr, ist das gleiche Gestein den schwedischen Geologen unter der Bezeichnung Syringoporen-Kalk von Gotland und anderen Gegenden lange bekannt, jedoch meines Wissens nie ausführlicher beschrieben worden. Im Anschluss an dieses Gotländer Vorkommen von Palaeoporellen-Gestein will ich eine sich mir aufdrängende Vermuthung nicht unerwähnt lassen. Es ist nämlich ausserordentlich schwer unter den nördlich von Wisby lose am Stande liegenden Geröllen solche, welche unzweifelhaft der untersten Zone des Obersilur, dem Arachnophyllum-Mergel (= a Lindström's), von solchen des Leptaena-Kalks resp. des Palaeoporellen-Gesteins äusserlich von einander zu unterscheiden, besonders wenn die Palaeoporellen etwas zurücktreten. Einige Stücke, die genau dem Arachnophyllum-Gestein zu gleichen schienen, erwiesen sich bei genauerer Untersuchung als Palaeoporellen-Kalk. Schon damals kam ich auf den Gedanken, ob diese auffällige Aehnlichkeit nicht vielleicht darauf zurückgeführt werden könne, dass der Arachnophyllum-Mergel nichts anderes sei als der oberste Theil des Leptaena-Kalks und dass so die Lücke zwischen Unter- und Obersilur geschlossen sei. In der That enthält der Arachnophyllum-Mergel auch Fossilien, die mit solchen des Leptaena-Kalks übereinstimmen, so z. B. Atrypa marginalis Dalm. var. Ang. et Lm., den von allen häufigsten Brachiopoden des Leptaena-Kalks wie des Palaeoporellen-Gesteins, und Camerella angulosa Törnqu. Bei dieser Auffassung böte das Zusammenvorkommen von Geröllen des Arachnophyllum-Mergels mit solchen des Leptaena-Kalks resp. des Palaeoporellen-Gesteins am Norderstrand bei Wisby nichts auffälliges und überdies scheinen mir gewichtige Gründe stratigraphischer Natur gegen dieselbe nicht vorzuliegen. Die nächstuntere Schicht, welche man unter dem Arachnophyllum-Mergel, als unterstes Obersilur aufgefasst, zu erwarten hat, ist doch der Leptaena-Kalk, da die Graptolithenschiefer-Entwicklung in diesem Theile des Balticums schon einer kalkigen oder mergelig-kalkigen Facies gewichen sein dürfte und der Leptaena-Kalk, wie seine Fauna seigt, eine Uebergangsbildung vom Unter- zum Obersilur darstellt. Auch schon aus diesem Grunde scheint mir daher ein direkter Zusammenhang zwischen dem Arachnophyllum-Mergel und dem Leptaena-Kalk resp. dem Palaeoporellen-Gestein naheliegend. Es wird Sache der schwedischen Geologen sein, durch eingehenderen Vergleich der Faunen beider Gesteine den Beweis zu erbringen, ob meine Vermuthung richtig ist oder nicht. Auch eine Bohrung innerhalb des Gebietes, in dem der Stricklandia-Mergel (b Lindström's) zu Tage tritt, würde mit Leichtigkeit in dieser Hinsicht Klarheit schaffen. Uebrigens ist auch J. G. Andersson (Öfversigt af K. Vetenskaps-Akad. Förhandl. 1893, Nr. 8 pag. 537) die grosse Aehnlichkeit zwischen solchem röthlichen Leptaena- resp. Palaeoporellen-Kalk und dem gotländischen Arachnophyllum-Mergel aufgefallen.

untersuchen konnte, zwar petrographisch gänzlich abweichen, aber trotzdem gleichfalls Palaeoporellen enthalten. Es sind feinkörnige, lockere Kalke von hellgelber Färbung, von Oddalem und Borkholm selbst, in denen vereinzelte Palaeoporellen, z. Th. mit deutlich erkennbarer facettirter Oberfläche, liegen. Schliesslich gelang es mir auch, in anstehendem Leptaena-Kalk Dalarne's die gleichen Siphoneen festzustellen. Während ich früher in der reichen Sammlung des besten Kenners des Dalarner Leptaena-Kalks, des Herrn Lektor Törnquist in Lund, trotz eifrigen Suchens keine Spur von Kalkalgen entdecken konnte, gelang es mir und meinem Freunde Rechtsanwalt Dr. Thomsen in Kiel im Herbst 1896 bei Ofvanmyra-Westanå in Dalarne ein genau mit unseren Geschieben übereinstimmendes röthliches Palaeoporellen-Gestein aufzufinden zugleich mit typischen Fossilien des Leptaena-Kalks [1]). Durch diesen Fund ist zugleich die für unsere entsprechenden Geschiebe angenommene Altersbestimmung unwiderleglich bestätigt. Auch unter den Åländer und Upländer „Ostseekalken" Wiman's [2]) befinden sich zweifellos solche vom Alter des Leptaena-Kalks. Wiman fasst hier den sog. „Syringoporen-Kalk" als eine Einlagerung in seinem Ostseekalk mit Chasmops macrourus auf. Da nun aber die sog. Syringoporen, wie G. Lindström nach der Mittheilung Wiman's sehr wohl erkannte, keine Syringoporen, sondern, wie ich gezeigt habe (cf. Anm. pag. 124) Palaeoporellen sind, die „Syringoporen-Kalke" auch vollkommen ident sind mit den Palaeoporellen-Kalken, letztere aber wiederum ohne Zweifel dem Leptaena-Kalk und höchstens noch dem oberen Theil der Lykholmer Schicht entsprechen, so ist die Auffassung Wiman's irrig. Der Ausdruck „Syringoporen-Kalk" ist ganz einzuziehen, da er nunmehr vollkommen unnöthig, als falsch erkannt ist und leicht zu Verwechselungen Anlass geben kann. Das Vorkommen von Palaeoporellen-Gestein im Gebiete des bottnischen Meerbusens stellt die Ausdehnung auch der Palaeoporellen-Facies bis in das Nordbalticum ausser Zweifel, hebt ausserdem eine etwaige Isolirung des Dalarner Vorkommens von Palaeoporellen-Gestein auf und lässt dieses letztere als einen westlich vorspringenden Ausläufer der baltischen Facies erkennen, wie überhaupt der ganze Leptaena-Kalk Dalarne's wohl nur als ein solcher Ausläufer aufzufassen ist, der sich in die westliche

---

[1]) Die ausserordentlich grosse petrographische Uebereinstimmung des besonders an Bronteus reichen Leptaena-Kalks von Ofvanmyra-Westanå mit böhmischen Silurgesteinen aus der Gegend von Konjeprus legt mir den Gedanken nahe, dass man vielleicht auch im böhmischen Silur nicht vergeblich nach Siphoneen suchen wird und dass der aus mancherlei faunistischen Uebereinstimmungen für gewisse Abschnitte sich ergebende Zusammenhang des skandinavischen und böhmischen Silur auch hierin sich kundthun könnte.

[2]) loc. cit.

Graptolithen-Entwicklung keilartig einschiebt. Den in Schweden beliebten und bequemen Ausdruck „Ostseekalk“ aber sollte man nur im Nothfall in so allgemeinem Sinne anwenden, jedenfalls aber, wenn irgend möglich, hinzufügen „vom Alter des Macrourus-Kalk, der Wesenberger, der Lykholmer Schicht“. Der letztgenannte dürfte sich in der Regel schon durch seine graue oder weisse Färbung von den röthlichen und gelben Wesenberger-Ostseekalken unterscheiden. Die Palaeoporellen-Gesteine in Zukunft noch als Ostseekalk zu bezeichnen, dürfte sich nunmehr auch bei oberflächlicher Beobachtung leicht vermeiden lassen.

Aus allen diesen und den vorher angeführten Thatsachen geht aber hervor, dass zur Zeit des obersten Untersilur die Siphoneenentwicklung in höchster Blüthe stand, über das ganze skandinavisch-baltische Silurgebiet von Dalarne und Oeland bis nach Esthland hinein sich erstreckte und Veranlassung gab zur Bildung gewaltiger Gesteinskomplexe, deren Mächtigkeit wir besonders an der Massenhaftigkeit der entsprechenden über die norddeutsche Ebene verstreuten phytogenen Geschiebe ermessen können.

Während man nun also im allgemeinen wird sagen dürfen, dass die Palaeoporellen-Facies der Vermiporellen-Entwicklung folgte, freilich ohne die Letztere ganz zu unterdrücken und zu verdrängen, ist dieses Verhältniss doch nicht durchweg gültig. Denn es giebt auch Vermiporellen-Gesteine, die offenbar mit dem Palaeoporellen-Gestein gleichaltrig sind und zwar sind es Geschiebe, die petrographisch durchaus mit dem häufigen Palaeoporellen-Gestein übereinstimmen und z. Th. auch Fossilien des Leptaena-Kalks enthalten. Manchen dieser Vermiporellen-Gesteine ist eigenthümlich, dass die Vermiporellen schichtenweise angeordnet und bisweilen derart zu dünnen Schichten zusammengepresst sind, dass jede erkennbare Spur der Algen verloren gegangen und ein feinkrystallinischer heller Marmor entstanden ist, der nun durch die weniger gründliche Umänderung einzelner Partieen seinen Zusammenhang mit dem Vermiporellen-Gestein des Leptaena-Kalks erkennen lässt und grosse Aehnlichkeit mit archäischen Urkalken bekommen kann.

Nach diesen etwas jüngeren Vermiporellen-Gesteinen zu urtheilen scheint also die Vermiporellen-Facies die zähere gewesen zu sein, die in einem Theile des Balticums die herrschende blieb. Hierauf deutet auch ein anderes eigenthümliches Verhalten gewisser untersilurischer Vermiporellen-Gesteine zu Gesteinen von unzweifelhaft obersilurischem Alter hin. Diese letzteren, als Geschiebe in Schleswig-Holstein auftretenden Kalke schliessen sich direkt an diejenigen der Lykholmer Schicht an, welche keine lithographensteinartig dichte, sondern eine

feinkörnig-krystallinische Grundmasse besitzen und gleichmässig grau oder gelblichgrau gefärbt sind; sie sind petrographisch nicht von jenen zu unterscheiden, enthalten aber ausser den Vermiporellen obersilurische Fossilien wie Stricklandinia lens Sow., Bumastus barriensis Murch., Encrinurus punctatus L., Platyceras cornutum und noch eine ganze Reihe anderer. Allerdings sind die Vermiporellen in diesen obersilurischen Stricklandinia-Kalken bei weitem nicht mehr in der allgemeinen Massenhaftigkeit wie in den untersilurischen Gesteinen enthalten; sie fehlen sogar in einzelnen gänzlich, in anderen treten sie nur vereinzelt auf und nur wenige erweisen sich als hauptsächlich oder ganz aus den Röhren der Kalkalgen oder deren Fragmenten zusammengesetzt. Sie sind aber trotzdem von besonderer Wichtigkeit, weil hier ein allmählicher Uebergang vom Unter- zum Ober-Silur stattfindet und weil wir in ihnen die letzten Reste der mächtigen Siphoneenentwicklung vor uns haben, die, rasch anschwellend, in den obersten Schichten des Untersilur den Höhepunkt ihrer Entwicklung erreichte, um dann schnell von ihrer Höhe herabzusinken und rasch, wie sie gekommen, wieder gänzlich zu verschwinden. Es mag noch bemerkt werden, dass das charakteristischste Fossil dieser obersilurischen Vermiporellen-Kalke, Stricklandinia lens Sow., bisher weder in anstehendem Gestein des schwedischen noch dem des baltischen Obersilur beobachtet und auch als Geschiebe bisher nur einmal in Westpreussen in einem petrographisch ganz abweichenden Gestein gefunden worden ist. Auf Gotland, wo statt ihrer Stricklandinia lirata die Mergelkalke der Schicht b Lindström's charakterisirt, ist keine Spur solcher Gesteine zu finden und erst weiter nach Westen, im Christiania-Silurgebiet und in England ist Stricklandia lens eine häufige und leitende Form.

In jüngeren Silurgesteinen als den obersilurischen Stricklandinia-Kalken habe ich Anhäufungen von Siphoneenresten nicht beobachtet, abgesehen von dem vereinzelten Fund der a. a. O. ausführlicher beschriebenen Arthroporella catenularia Stoll. in obersilurischem Korallenkalk. Doch ist das skandinavisch-baltische Obersilur nicht etwa arm an Kalkalgen und an Gesteinen, die vorwiegend unter Mitwirkung solcher gebildet wurden, vielmehr haben wir die interessante Thatsache zu constatiren, dass nicht lange nach dem Verschwinden der Palaeoporellen- und Vermiporellen-Facies eine andersartige Kalkalgen-Entwicklung zu rascher Blüthe gelangte, welche jene gewissermassen ablöste, ohne dass man freilich mit Sicherheit sagen könnte, dass sie es gewesen sei, welche jene verdrängte. Es ist die Kalkalgen-Entwickelung der Girvanellen, eigenthümlicher Formen, die man, wie oben auseinandergesetzt, an die lebenden Codiaceen angereiht hat. Diese Girvanellen-Facies, deren Vorhandensein im Gebiete des Balticums ich zuerst an ober-

silurischen Geschieben Schleswig-Holsteins erkannte und in der Folge auch an den anstehenden obersilurischen Ablagerungen Schwedens nachweisen konnte, zeigt sich in ihren ersten Anfängen schon im Palaeoporellen-Gestein des Leptaena-Kalks; in den zahlreichen Dünnschliffen, die ich von diesem Gestein anfertigte, sieht man hin und wieder die schlauchförmigen Zellfäden der Girvanellen als Ueberrindungen der Palaeoporellen und anderer Fossilien; sodann erscheinen sie wieder wie es scheint, nach einer Unterbrechung in dem Schichtencomplex Gotland's, der Lindström zufolge als c bezeichnet wird; aus ihm führt Lindström in seiner „list of upper Silurian fossils" Girvanella problematica Nich. und Etheridge auf und ich kann diese Angabe aus eigener Erfahrung bestätigen, indem ich hinzufüge, dass es sich hier nach meinen allerdings nur kurzen Beobachtungen nur um ganz vereinzelte Knollen handelt, die den Mergelkalken von c eingelagert sind. In den höheren Schichten des Obersilur erreichen dann die Girvanellen eine ganz gewaltige Höhe der Entwicklung, die sich sehr wohl derjenigen der Vermiporellen und Palaeoporellen des Untersilur an die Seite stellen lässt, wenn auch ihre Dauer noch kürzer bemessen ist, als die der untersilurischen Siphoneenfacies. In anstehendem Gestein des Obersilur erkannte ich das massenhafte Auftreten der Girvanellen zuerst auf dem schwedischen Festland bei Bjersjölagård in Schonen in Kalken, die dort den Cardiola-Schiefer überlagern. Die Kalke erwiesen sich als zum grossen Theil aus den Knollen der Girvanellen zusammengesetzt. Der Mehrzahl nach sind es rundliche Knollen, deren mikroskopisch feines, concentrisch-schalig gelagertes Fadengeflecht kleine Fossilfragmente umschliesst, aber oft sind es nur dünne Ueberzüge und Ueberrindungen, Inkrustationen vollständiger Fossilien, besonders von Crinoiden-Stieltheilen, von Bryozoen und Brachiopoden, wodurch oft längliche oder gar verzweigte Formen entstehen, die noch mehr oder weniger deutlich die Form des umschlossenen Fossils wiederspiegeln. Die übrigen Fossilien des Girvanellen-Gesteins von Bjersjölagård lassen eine grosse Uebereinstimmung mit denen des Lindström zufolge mit d bezeichneten gotländischen Schichtencomplexes erkennen, eine Thatsache, die in stratigraphischer Beziehung von Bedeutung ist. Der Schichtencomplex d auf Gotland und zwar im südlichen Theile der Insel umfasst nämlich die bekannten Sandsteine und Oolithe, sowie die durch längliche Wülste und rundliche Knollen ausgezeichneten sogenannten Phaciten-Kalke. Die Knollen und Wülste haben sich nun als aus dem Fadengeflecht der Girvanellen bestehend erwiesen. Dieser Umstand, welcher den nahen Zusammenhang der norddeutschen Girvanellen-Kalke mit den Phaciten-Kalken und Oolithen Süd-Gotlands klar erkennen liess, sowie die andere Thatsache, dass die Mehrzahl

der in Schleswig-Holstein und vermuthlich auch im übrigen Norddeutschland häufigen Girvanellen-Gesteine nicht den petrographischen Charakter des anstehenden Gesteins von Bjersjölagård in Schonen an sich tragen, liessen mich schon früher vermuthen, dass für unsere Geschiebe vor allem Gotland und benachbarte Gegenden als Heimatsgebiet anzusehen sei. Daher war ich nicht erstaunt, bei einem Besuch Gotland's im August 1896 diese Vermuthung bestätigt zu sehen, wohl aber über die Massenhaftigkeit, mit der die Girvanellen dort auftreten, wie darüber, dass eine so augenfällige Erscheinung bisher nicht richtig erkannt resp. gedeutet worden war. Sowohl im südlichen Sandsteingebiet, wie in den mittleren Kirchspielen der Insel, als auch besonders im Norden, im Wisby-Gebiet, bestehen mächtige Gesteinscomplexe ganz oder zum grösseren oder kleineren Theil aus den zusammengehäuften Knollen und Wülsten der Girvanellen, und es hat durchaus den Anschein, als wenn es ein gleichbleibender Horizont ist, in dem die Girvanellen den Höhepunkt ihrer Entwicklung erlangen, während vielleicht nach unten und oben das erste Auftreten, resp. das Absterben derselben Schwankungen unterworfen ist. Im Süden Gotlands sind es die Oolithe, mit denen die Girvanellen-Bänke eng verknüpft sind, so eng, dass sie mit denselben einen untrennbaren Horizont bilden, in der Hauptsache eben den, welcher unter dem Buchstaben d zusammengefasst wird; auch der nächstfolgende, als e bezeichnete Horizont dürfte noch in den Bereich der üppigen Girvanellen-Entwicklung fallen, während die höheren Schichten ganz oder fast ganz frei von diesen Kalkalgen zu sein scheinen. Ganz analog steht es im nördlichen Gotland, speziell im Wisby-Gebiet, wo es ebenfalls den Schichtencomplexen d und e angehörige Gesteine sind, die aus Girvanellen bestehen. In ungeheuren Mengen kann man dieselben z. B. in den Brüchen der Cementfabrik unmittelbar bei Wisby sammeln, wo sie bald allein, bald mit den Korallen von d vergesellschaft, die Kalksteine zusammensetzen, bald mit Leperditien zusammen entweder im Kalk oder in plattigem Sandsteine auftreten und ebenfalls offenbar in den Horizont e hinaufreichen, wie das nicht seltene Auftreten von Eatonien im Girvanellen-Gestein zeigt. Was aber dem Vorkommen bei Wisby in stratigraphischer Beziehung einen besonderen Werth verleiht, ist, dass auch hier, und zwar z. B. im Wasserfall, die Girvanellen-Kalke mit oolithischen Gesteinen eng verknüpft sind, die die gleichen Fossilien enthalten, wie diejenigen Süd-Gotlands. Man wird daher wohl kaum fehlgehen in der Annahme, dass man es hier mit einem festen Horizont zu thun hat, der auch vielleicht werthvolle Resultate zu liefern vermag in Bezug anf den Vergleich der Schichten Nord- und Süd-Gotlands. Ich halte es, zumal dieser Punkt nicht der

einzige ist, an dem in Nord-Gotland Oolithe auftreten, für ganz ausgeschlossen, dass eine Wiederholung der Oolith- und Girvanellen-Entwicklung, wie man sie nach der Auffassung F. Schmidt's über den Aufbau Gotlands annehmen müsste, den thatsächlichen Verhältnissen entspricht; denn mit den Oolithen und Girvanellen müssten dann auch die sie begleitenden Fossilien sich wiederholen. Auch aus anderen, hier nicht zu erörternden Gründen kann ich mich der Auffassung F. Schmidt's nicht anschliessen, ohne darum in jeder Beziehung derjenigen G. Lindström's beizutreten. Ich zweifle nicht, dass die bevorstehenden Veröffentlichungen der schwedischen geologischen Landesuntersuchung den alten Streit endgültig entscheiden und, was speciell die Girvanellen-Facies anlangt, die verhältnissmässig natürlich wenigen Beobachtungen, die ich im Laufe eines 14 tägigen Aufenthalts auf Gotland machen konnte, erheblich erweitern und ergänzen und das Auftreten der Girvanellen-Gesteine sowohl als ein ganz allgemeines, wie als ein an einen bestimmten Horizont gebundenes erkennen werden; auch in betreff der Oolithe vermuthe ich, dass sich ihr Vorkommen als ein viel häufigeres und allgemeineres auf Gotland ergeben wird.

Die Häufigkeit der Girvanellen-Gesteine in Schleswig-Holstein ist bei der Massenhaftigkeit, in der diese Gesteine in Schonen und auf Gotland auftreten, eine sehr erklärliche Erscheinung. Unsere Geschiebe tragen theils den Charakter der blaugrauen Mergel- und Crinoidenkalke von Bjersjölagärd, theils den der gelblich gefärbten, nur im frischesten Zustande ebenfalls bläulichen Gesteine von Süd-Gotland, theils die helle, bisweilen blassrothe Färbung der Girvanellen-Kalke Nord-Gotlands; die letzteren enthalten in der Regel auch Korallen und Eatonien ganz wie das anstehende Gestein der Umgegend von Wisby.

Einige Geschiebe von Girvanellen-Gestein weichen in ihrem petrographischen wie faunistischen Charakter von den übrigen ab. So enthält z. B. Stromatoporen-Kalk und Leperditien-Gestein vom Oeseler Habitus öfter Girvanellen als Ueberrindungen von Stromatoporen-Stückchen; besonders ein blaugraues Mergelgestein mit zahlreichen Exemplaren der auf Oesel in der oberen Oesel'schen Zone K vorkommenden Leperditia gregarea Kiesow ist ganz als Girvanellen-Gestein entwickelt. Ich vermuthe daher, dass auch dem ostbaltischen Obersilur, und zwar der Zone K Oesel's, die Girvanellen-Facies nicht fehlen wird und dass eine darauf gerichtete Prüfung der entsprechenden Gesteine vielleicht dort dieselbe Häufigkeit des Auftretens ergeben wird wie in Schonen und auf Gotland. Das von Bornemann erwähnte, mit seiner Siphonema incrustans erfüllte Geschiebe von Almenhausen in Ostpreussen, ist höchst wahrscheinlich nichts anderes, als ein von Oesel stammendes Girvanellen-Gestein, und wie erst neuerdings die Häufigkeit

der Geschiebe von Girvanellen-Gestein in solchen Gebieten Nord-Deutschlands erkannt worden ist, die ihr Geschiebematerial ganz vorwiegend vom schwedischen Festlande oder westlichen Theilen des Balticums bezogen haben, so wird man sie vermuthlich auch bald in solchen erkennen, die ihr Material vorzugsweise von Oesel erhalten haben.

Nach allem dem darf man annehmen, dass die Girvanellen-Facies des Obersilur einen nahezu ebenso grossen Bezirk umfasste, wie die Siphoneenfacies des Untersilur, und dass sie sich zur Zeit ihres Höhepunktes ziemlich ununterbrochen vom schwedischen Festlande über Gotland bis nach Oesel hin erstreckte. Nach Westen hat diese Algenvegetation zweifellos noch weiter gereicht, denn aus schottischem Silur ist Girvanella problematica durch Nicholson und Etheridge überhaupt zuerst bekannt geworden und zwar zunächst aus den wahrscheinlich noch untersilurischen Schichten des Craighead limestone des Girvandistrikts in Ayrshire und späterhin durch Wethered [1]) aus dem obersilurischen Horizont des Wenlock limestone. Nach dem Vorkommen im Girvandistrikt hat sie auch ihren Namen Girvanella erhalten. Eine mir vorliegende Probe des dortigen Gesteins stimmt vollständig mit dem Vorkommen von Bjersjölagård überein, scheint ja aber, nach den Angaben über die begleitenden Fossilien des Craighead limestone, nicht unerheblich älter zu sein, so dass man vielleicht annehmen darf, dass die Einwanderung der Girvanellen von Osten, von Schottland her nach Skandinavien stattgefunden hat; damit stimmt das erste Auftreten der Girvanellen im obersten Untersilur Skandinaviens, dem Palaeoporellen-Gestein des Leptaena-Kalks, welches nur wenig jünger als der Craighead limestone sein kann, überein. In den höheren Schichten des skandinavischen Obersilur erreichte dann die ostwärts fortschreitende Girvanellen-Vegetation den Höhepunkt ihrer Entwicklung, um dann ebenso plötzlich zu verschwinden, wie die untersilurische Siphoneenfacies in den Stricklandinia-Kalken des untersten Obersilur. Eine solche ostwärts fortschreitende Entwicklung würde es auch erklären können, wenn die Girvanellen-Facies auf Oesel in etwas höherem Niveau Auftritt als auf Gotland, wie es nach ihrem Vorkommen in Geschieben vom Alter der oberen Oesel'schen Schicht K als möglich erscheint.

---

[1]) On the microscopie structure of the Wenlock limestone. Quarterly Journ. geol. Soc. London 1893 pag. 236 Taf. VI.

# ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Schriften des Naturwissenschaftlichen Vereins für Schleswig-Holstein

Jahr/Year: 1898

Band/Volume: 11

Autor(en)/Author(s): Stolley Ernst

Artikel/Article: Die silurische Algenfacies und ihre Verbreitung im skandinavisch-baltischen Silurgebiet 109-131