9. Ein neuer Typus gotländischer Korallenriffe.

Von

C. Wiman.

Vor der Westküste Gotlands liegen zwei Inseln: Stora und Lilla Karlsö (die grosse und die kleine Karlsinsel), von denen jene einen grössten Durchmesser von 2 km besitzt. Topographische Karten in grösserem Masstab als dem der Sektionsblätter des Generalstabs und der Schwedischen Geologischen Reichsanstalt (Sveriges Geologiska Undersökning) finden sich in Arbeiten von G. LINDSTRÖM (2. Tafel IV) und H. MUNTHE (3. Fig. 3; 6. S. 85; 4. Fig. 36). Die neueste Deutung, die E. HEDE von der Stratigraphie dieser Inseln gibt, findet sich auf Taf. 1 in der Beschreibung des geologischen Sektionsblattes Hemse (6) und kann mittels der zwei Jahre früher gedruckten, zu dieser Beschreibung gehörigen Karte etwas vervollständigt werden.

Die Silurschichten fallen auf Stora Karlsö im grossen und ganzen schwach ungefähr gegen SSO ab. Mit den jüngsten Schichten, dem Halla-Kalkstein, der nur in einem kleinen Gebiete am östlichen Teile der Südküste vorkommt, werde ich mich im folgenden nicht beschäftigen.

Der grössere Teil der Insel besteht aus Schichten, die zur Slitegruppe gehören; oben liegt eine Kalkschicht, die als »geschichteter Kalkstein und Riffkalk» bezeichnet worden ist. Dieser Kalkstein, den ich im folgenden »harten Kalk» benennen werde, bildet das hohe Plateau der Insel und den oberen härteren Teil des Steilufers, in dem der weichere »Mergelschiefer mit mergeligem Kalkstein» als unteres Glied enthalten ist. Der Kürze halber nenne ich im folgenden dieses untere Glied einfach »Mergelschiefer».

Das oben als Riffkalk bezeichnete Gestein bezieht sich auf einen Typus von massigen Korallenriffen, die ich 1897 (7) aus der Gegend nördlich von Wisby beschrieben habe, und die, teils nach dem, was ich seither selbst gefunden habe, besonders aber nach den Schriften der Geologischen Reichsanstalt der letzten Jahrzehnte, auf ganz Gotland, die Karlsinseln inbegriffen, an vielen Stellen und in verschiedenen Schichten auftreten.

Im Jahre 1898, einige Monate nach der Veröffentlichung meiner obenerwähnten Arbeit über Korallenriffe in Gotland, kam ich zufällig für einen Tag nach Stora Karlsö. Schon bevor ich ans Land gestiegen war, erblickte ich eine Riffbildung ganz anderer Art als diejenige, die ich kurz vorher beschrieben hatte, und die mir, als ich 1890 auf einige Tage zum erstenmal die Insel besuchte, ganz entgangen war.

Bis jetzt habe ich meine damaligen Beobachtungen nur insofern veröffentlicht, als ich sie im Oktober 1898 der Geologischen Sektion der Naturwissenschaftlichen Studentengesellschaft in Upsala vorgetragen und sie dann und wann in meinen akademischen Vorlesungen demonstriert habe. Im Jahre 1900 bot sich mir wieder Gelegenheit, mich einen Tag auf Stora

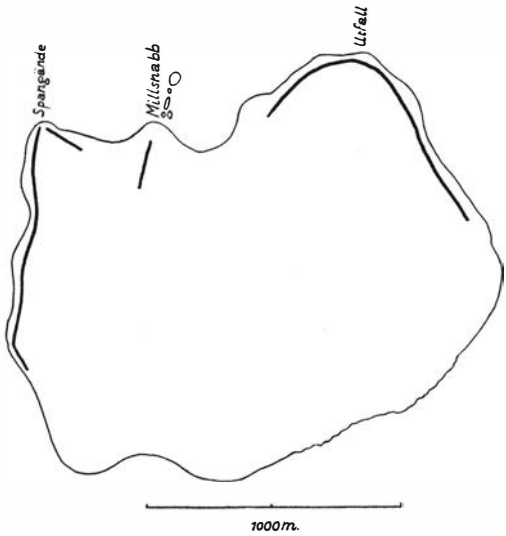

Fig. 1. Stora Karlsö, nach einer Karte von C. J. O. KJELLSTRÖM (3) vereinfacht. Dünne Linie = Uferlinie. Dicke Linien = Profile.

Karlsö aufzuhalten und meinen Fund noch etwas zu vervollständigen; seitdem habe ich die Insel nicht besucht, und meine Beobachtungen sind daher ganz fragmentarisch.

Da aber die betreffende Riffbildung den vielen Forschern, die in den letzten Jahrzehnten auf Stora Karlsö gearbeitet haben, vollständig entgangen zu sein scheint, finde ich es angezeigt, meinen alten Fund nunmehr in Druck zu veröffentlichen.

Was mir 1898 mit einem Mal auffiel, war die Erscheinung, dass die Profile gewisser Steilufer den Anschein einer verkehrten Diskordanz erweckten. Diese Erscheinung tritt auch auf mehreren der Photographien hervor, die seither zu verschiedenen Zwecken in Publikationen über Stora Karlsö veröffentlicht worden sind, und man sieht sie sogar auf der Ansichtskarte, die auf dem Geologenkongresse in Stockholm 1910, den Teilnehmern an

der Fahrt um Stora Karlsö im voraus zugeteilt wurde; ich hatte damals in Wisby Gelegenheit, selbst festzustellen, dass niemand die sonderbaren Profile bemerkt hatte, ebenso wie sie im Jahre 1890 von mir übersehen worden waren.

In die kleine Karte (Fig. 1) sind die Profillinien, die hier behandelt werden sollen, eingetragen. Sie sind zweierlei Art: 1. Profile, die parallel zu der im grossen und ganzen etwa kreisförmigen Uferkontur der Insel verlaufen, und 2. Profile, die in diesem Kreise mehr oder weniger radial orientiert sind. Zum ersten Typus gehören die Profile, die das westliche und das östliche Ufer entlang verlaufen, und zum zweiten die Profile, die sich von Spangände, Millsnabben bzw. Utfall aus gegen das Innere der Insel erstrecken.

Gerade in diesen radialen Profilen findet man die Erscheinung, die ich oben als verkehrte Diskordanz bezeichnet habe.

Überblickt man z. B. das Profil, das sich von Utfall aus längs des Steilhanges des Austarberges, Fig. 2, an der Grotte Stora Förvar vorbei

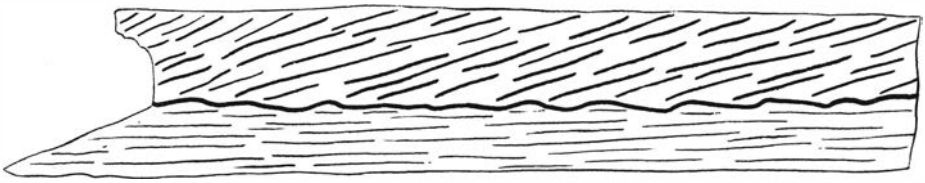

Fig. 2. Profil durch den Steilhang des Austarberges zwischen Utfall, links, und Stora Förvar, rechts. Höhe etwa 50 m (5. S. 37).

gegen das Innere der Insel erstreckt, so findet man zuunterst den weichen, oft von Talusbildungen bedeckten Mergelschiefer in horizontaler Lage. Auf diesem Mergelschiefer liegt der harte Kalkstein, dessen Oberfläche, also die Oberfläche des Plateaus an dessen Rande, parallel zu der Kontaktfläche gegen die Unterlage liegt. Ich sehe hierbei davon ab, dass der Mergelschiefer an seiner Oberfläche etwas skulptiert ist. Der harte Kalk liegt somit als Ganzes ebenso horizontal wie seine Unterlage, der Mergelschiefer.

Es findet sich aber in diesem Kalkstein eine Erscheinung, die als eine falsche Diagonalschichtung bezeichnet werden könnte. Die falschen Diagonalschichten fallen durchschnittlich etwa 15—20° gegen NO ab, also, von dem zentralen Teil der Insel gerechnet, nach aussen. Diese Verhältnisse zeigen sich in den radialen Profilen als eine verkehrte Diskordanz.

Ich habe diese Diagonalschichten als falsch bezeichnet, weil sie keineswegs als Schichten in der gewöhnlichen geologischen Bedeutung zu betrachten sind, sondern anstatt dessen aus meistens flachen Korallenstöcken bestehen, die in vivo derart gewachsen sind, dass eine Ähnlichkeit mit diagonal angeordneten Sedimenten entstanden ist. Hieraus folgt, dass innerhalb des harten Kalksteins diejenigen diagonal gewachsenen Korallenlamellen,

die dem Inneren der Insel näher liegen, älter sind als die, welche von diesem Zentrum weiter entfernt wuchsen. In dem Profil, Fig. 2, sind also die Korallenschollen umso jünger, je weniger weit sie von Utfall entfernt sind.

Nach demselben Plan sind die Profile gebaut, die sich von Millsnabben bzw. Spangände aus gegen das Innere der Insel erstrecken. Zu bemerken ist aber, dass in Spangände die Verhältnisse dadurch ein wenig verwickelt werden, weil dort auch massige Korallenriffe von dem Typus auftreten, den ich 1897 beschrieben habe.

Ich habe nicht Gelegenheit gehabt, auf Stora Karlsö die radialen Profile überall vollständig zu durchsuchen, habe aber an vielen Stellen feststellen können, dass *Thecia swindernana* GOLDF. die Struktur des Riffkalkes bestimmt und einen grossen Teil des harten Kalksteins aufgebaut hat. Die Art wächst, wie man meistens schon an einem Handstück sehen kann, in dünnen, buckligen Scheiben, die meistens vom immer neuen Scheiben, Sprossen der älteren oder gar neuen Ansiedlungen derselben Art überwachsen und getötet worden sind. Bei diesem Vorgehen folgen die jüngeren Sprossen bzw. Kolonien nicht den Buckeln der älteren Stöcke, und infolgedessen entstehen zahlreiche mehr oder weniger flache Hohlräume, die meistens von Sedimentmaterial ausgefüllt sind. Weil dieses Sedimentmaterial häufig aus einer graugrünen tonigen Substanz besteht, dürfte damit zu rechnen sein, dass die Korallenkolonien wenigstens gelegentlich durch Wassertrübe beschädigt worden sind; in gewissen Fällen könnte auch dieses tonige Material post mortem in die Hohlräume hineingespült worden sein.

Obgleich hauptsächlich die *Thecia* den Riff bildete, so war sie dennoch keineswegs alleinherrschend. Es kam im Gegenteil häufig vor, dass sich zahlreiche Kolonien anderer Korallen verschiedener Gattungen und Arten auf den Zuwachsflächen des *Thecia*-Riffes festsetzten, und wo diese Kolonien zahlreich oder gross wurden, brachten sie durch den Druck der einst darüberliegenden, jetzt wegdenudierten Gesteine die *Thecia*-Lamellen in Unordnung. Auch Bryozoenrasen und Vertreter der, wie gewöhnlich, reichen korallophilen Fauna haben auf dem Riffe gelebt und Material zu dessen Aufbau geliefert.

In den radialen Profilen lässt sich leicht festzustellen, dass die *Thecia*-Schollen nach aussen, d. h. gegen die jüngeren Teile des Riffes, geneigt sind, es begegnet aber grossen Schwierigkeiten, in einem vertikalen Durchschnitte an den buckligen Flächen der *Thecia*-Kolonien genaue Werte für das Streichen und Fallen der Schollen zu ermitteln; daher habe ich aus Mangel an Zeit darauf verzichtet. So viel ist mir aber jedenfalls klar, dass sich die drei obenerwähnten radialen Profillinien (Fig. 1), wenn man sie gegen das Innere der Insel auszöge, irgendwo südlich von Millsnabben schneiden würden. Demnach wäre hier der Anfangspunkt des *Thecia*-Riffes zu suchen, aber in Anbetracht der ungenauen Fallwerte, kann diese Stelle

ebensogut anderswo, z. B. im Zentrum der Insel gelegen haben. Auch ist damit zu rechnen, dass an mehreren Stellen auf dem darunterliegenden Mergelschiefer Ansiedlungen stattgefunden haben, die allmählich zusammenschmolzen. Als Haftstelle einer primären Ansiedlung genügt ein fester, wenn auch noch so kleiner Punkt, z. B. die Schale einer *Leptaena*. Wie oft findet man nicht auf Gotland, auch in den Mergelschiefern, im Zentrum der Zuwachszonen an der Unterseite einer grossen Korallenkolonie, das kleine Fossil, auf dem sich das Muttertier der ganzen Kolonie festgesetzt hat?

Der für Gotland neue Typus von Korallenriffbildung, den ich oben skizziert habe, ist in der Gegenwart keineswegs selten; ich halte es im Gegenteil für wahrscheinlich, dass die Gebiete der ganzen Welt in denen etwas Ähnliches beobachtet worden oder vorhanden ist, in ihrer gesamten Grösse das Areal von z. B. ganz Schweden übertreffen würden.

Es ist allgemein bekannt, dass ein Korallenriff beliebiger Art, wenn er die Meeresfläche (bei Flut) erreicht hat und keine Niveauverschiebung vorsichgeht, nur nach aussen wachsen kann; die zentralen oder mehr litoral gelegenen Teile gehen aus Mangel an frischem Wasser und damit an Nahrung ein. Der Riff lebt dann nur bis zu einer gewissen Tiefe an seiner dem Meere zugewandten Aussenseite. Wenn dazu die Meerestiefe nicht grösser ist als z. B. die Mächtigkeit des hier erörterten harten Kalksteins auf Stora Karlsö, so wird die Zuwachsfläche des Riffes nach aussen fallen, und zwar, bis zu einem gewissen Grade, je weniger desto besser der Belichtung wegen. Die Oberfläche des harten Kalksteins war die des Meeres.

Die peripherischen Profile in den Steilufern der West- und Ostküste der Insel sind von G. LINDSTRÖM (2) und E. HEDE (6. S. 76) vollständiger beschrieben worden, als ich es jetzt hätte tun können; ich weise daher auf deren Arbeiten hin.

Abgesehen von kleineren Störungen tektonischer Art, liegen die Schichten in diesen Profilen etwa horizontal. Der harte Kalkstein besteht hier meistens aus wirklichen Sedimenten organogenen Ursprungs wie Crinoidenkalk, Pentameruskalk, Bryozoenkalk usw., zu denen sich aber auch massige Korallenriffe (Typus 1897) und Detritus derselben sowie der kalkbildenden korallophilen Fauna gesellen.

Es scheint mir nicht ausgeschlossen, dass wenigstens Ausläufer des *Thecia*-Riffes auch zu den West- und Ostküsten vordringen. Nach dieser Annahme würden die *Thecia*-Schollen hier nicht in geneigter, sondern in scheinbar horizontaler Lage (d. h. auch hier nach aussen fallend) hervortreten und sich im Gewirr anderer organogener Bildungen leicht dem stratigraphisch, nicht biologisch, eingestellten Auge eines Geologen entziehen. Diese Vermutung glaube ich dadurch stützen zu dürfen, dass das *Thecia*-Riff in den radialen Profilen übersehen worden ist und dass *Thecia swindernana*, trotz ihres Vorkommens in Massen, von Stora Karlsö überhaupt nicht erwähnt wird.

Lilla Karlsö habe ich niemals besucht und kann also nicht entscheiden, ob auch dort *Thecia*-Riffe vorhanden sind. Beim Vorübersegeln habe ich aber vom Meere aus gesehen, dass dort in dem Klintebergskalkstein eine Schichtenstellung vorhanden ist, die an die bei Utfall (Fig. 2) erinnert. Es sei in diesem Zusammenhange bemerkt, dass die *Thecia*-Art bisher nicht aus jüngeren Schichten als der Slitegruppe angegeben worden ist, dass aber *Labechia confesta* LONSD., die denselben Wuchs zeigt wie *Thecia,* auch in dem Klintebergskalk vorkommt. E. HEDE berichtet (6. S. 48) über das Steilufer bei der Höhle Trapplägru (6. Fig. 30) an der südöstlichen Seite von Lilla Karlsö folgendes: »Der Kalkstein, der besonders an Crinoiden, Bryozoen, Stromatoporiden und Korallen reich ist, fällt in dem äusseren Teil des Klints[1] ca. 20° gegen SSO ab; weiter nach innen erfolgt der Abfall zwischen 25 und 30°, ja sogar darüber, gegen dieselbe Richtung».[2] Unter dieser Beschreibung könnte ein *Thecia*- oder *Labechia*-Riff verborgen liegen. Es kommt nämlich vor, dass auf Stora Karlsö die Neigung der *Thecia*-Schollen mit tektonischem Fallen wirklicher Sedimente verwechselt worden ist. Schon in G. LINDSTRÖMs Profil (2. Tafel IV, Fig. 2) durch den nördlichen Teil der Ostküste muss sich das Fallen der »Schichten» in Utfall nur auf die Orientierung der *Thecia*-Schollen, nicht aber auf ein wirkliches Fallen beziehen. Ebenso dürfte es sich auf dem Sektionsblatt Hemse (6) mit den beiden nördlichsten Fallzeichen auf Röjsu haid in der Nähe von Utfall und beim Austarberg verhalten. Ähnliches könnte bei den Bezeichnungen für ein Fallen nach aussen zutreffen, die LINDSTRÖM an seiner oben zitierten Tafel die Westküste von Lilla Karlsö entlang eingetragen hat. Es liesse sich aber auch denken, dass sich die letztgenannten Fallzeichen zum Teil auch auf Ausgleitungen des Klintebergskalkes beziehen könnten; in der oben zitierten Figur (6. Fig. 30) scheint beides zusammen vorzukommen.

Einer der Gründe, weshalb ich solange mit der Veröffentlichung der *Thecia*-Riffe auf Stora Karlsö gewartet habe, liegt darin, dass es meine Absicht war, von diesen Riffen aus eine Untersuchung fortzusetzen, zu der ich eigentlich schon in meiner Arbeit von 1897 einen Plan entworfen habe. Um Wiederholungen zu vermeiden, weise ich auf diesen Plan (7. S. 322—323) hin und will hier nur einiges hinzufügen.

Im Gegensatz zu den Verhältnissen am Ende des vorigen Jahrhunderts haben die Zoologen gegenwärtig endlich die wissenschaftliche Bedeutung der Tierassoziationen erkannt und zu studieren begonnen. Da aber der jetzige Meeresboden, geologisch betrachtet, nur einer Schichtfläche ent-

[1] Meistens = Steilufer, im Ostbaltikum = Glint. Hier = isolierter, freistehender, meistens höherer Teil eines Glintrandes. Siehe im übrigen (7).

[2] Übersetzt vom Verf.

spricht, so muss, wenn eine gesetzmässige Entwicklung der einen Assoziation aus der anderen nachgewiesen werden soll, die Untersuchung an einer und derselben Stelle vielleicht ein ganzes Menschenalter hindurch oder noch länger fortdauern, und man riskiert dabei stets, dass der organogene Verlauf von irgendeinem nicht biologischen Faktor, z. B. rein hydrographischer oder geologischer Art, plötzlich unterbrochen wird.

Wenn dagegen ein Paläontologe fossile Tierassoziationen nachweisen kann, so hat er gute Aussicht, mit einem ganzen vertikalen Komplex, der Jahrhunderte oder noch viel längere Zeit umfasst, arbeiten zu dürfen, und, wie in einem Torfmoor, die Entwicklung der Assoziationen aus einander und auch die eventuellen Unterbrechungen nicht biologischer Art, verfolgen zu können.

Der grosse Vorteil bei einem in horizontaler Richtung wachsenden *Thecia*-Riffe besteht darin, dass man auch in wagrechter Richtung Erscheinungen verfolgen kann, die sonst nur in vertikaler zugänglich sind.

Da das Studium der Pflanzenassoziationen auf dem Lande dem der Tierassoziationen um mehrere Jahrzehnte voraus ist, so liegt es nahe, dass die Zoologen in jenen ihre Vorbilder suchen. Es gibt aber einen soziologisch grundwesentlichen Unterschied zwischen Tier- und Pflanzensoziologie, und dieser liegt unter anderem darin, dass Tiere, die an ihrer Unterlage befestigt sind, aus dieser keine Nahrung durch etwaige Wurzeln aufnehmen, nicht einmal wenn, wie bei den Crinoiden, wurzelähnliche Organe vorhanden sind.

Es scheint mir noch unklar, welche verwickelten Konkurrenzverhältnisse eine Pflanzenassoziation als solche bedingen und zusammenhalten. Vielleicht spielt dabei z. B. die Art der Vergiftung des Bodens, welche die Brache erzwungen hat, mit. Es besteht überhaupt ein allzu grosser Unterschied einerseits zwischen der Aufsaugung der Nahrung durch Wurzeln aus dem Boden und andererseits der Art und Weise, nur dazusitzen und das Maul nach den gebratenen Spatzen des Planktonregens aufzusperren, als dass eine tiefere Übereinstimmung zwischen Pflanzen- und Tierassoziationen vorhanden sein könnte.

Dies braucht aber nicht zu verhindern, dass eine gewisse äussere Ähnlichkeit besteht zwischen z. B. einem *Abiegnum hylocomiosum* oder einem *Pinetum cladinosum* und einem der grössten Kleinodien (5. Photo von G. HOLM) des Reichsmuseums, dem grossen gotländischen Kalkblocke, an dem aus einer dichten Bodenschicht von Bryozoen einst eine Oberschicht aus Crinoiden emporgewachsen ist. Jetzt liegen zwar die Stiele der Crinoiden durch eine Strömung des Wassers parallel orientiert da wie die Bäume, die von einer dahintobenden Trombe umgeworfen worden sind. Die Wurzeln der Crinoiden aber stecken noch immer in dem Bryozoenrasen, und die noch festsitzenden Kelche mit ihren Armen zeigen, dass verschiedene Gattungen und Arten den dichten Bestand zusammensetzten.

Die Crinoiden, Kelche, Stiele und Arme, fallen meistens nach dem Absterben auseinander, so dass das obenerwähnte Prachtstück unter weniger günstigen Erhaltungsbedingungen in der Beschreibung eines Profils hätte folgende, anscheinend nichtssagende Form bekommen können: Auf einem x cm mächtigen Bryozoenkalk liegen y cm Crinoidenkalk.

So werden Tausende und aber Tausende von Gelegenheiten zu tiersoziologischen Beobachtungen übersehen, nicht gewürdigt oder vernachlässigt.

Literatur.

1. HEDE, E. Gottlands Silurstratigrafi. S. G. U. (Geologische Reichsanstalt Schwedens), Ser. C, N:o 305. Auch in Årsbok (Jahrbuch) 14 (1920), N:o 7. Stockholm 1921.
2. LINDSTRÖM, G. Anteckningar om silurlagren på Carlsöarne. Öfversigt Kongl. Vet. Akad:s Förhandlingar 1882, N:o 3. Stockholm 1882.
3. MUNTHE, HENR. Stora Karlsö topografiska och geologiska huvuddrag. In Minnesskrift . . . utgiven av Karlsö Jagt- och Djurskyddsföreningens A.-B. Seite 5. Göteborg 1915.
4. ——. Strandgrottor etc. S. G. U., Ser. C, N:o 302. Årsbok 14 (1920). Stockholm 1920.
5. MUNTHE, H., HEDE, E., v. POST, L. Gottlands Geologi. S. G. U., Ser. C, N:o 331. Årsbok 18 (1924), N:o 3. Stockholm 1925.
6. ——. Beskrivning till Kartbladet Hemse. S. G. U., Ser. A a, N:o 164. Stockholm 1927. Hierzugehörige Karte 1925.
7. WIMAN, C. Über silurische Korallenriffe in Gotland. Bull. Geol. Inst. Upsala. Vol. III, S. 311. Upsala 1897.

Gedruckt 30/12 *1933.*