Subfossile Flechten.

Von **Rutger Sernander.**

(Mit 7 Abbildungen im Text.)

Von der Entstehungsweise der außerordentlich interessanten biologischen Gruppe, die die Flechten unter den Askomyzeten bilden, wissen wir äußerst wenig. Und leider scheinen auch nicht große Aussichten vorhanden zu sein, auf dem direkt historischen Wege, d. h. durch die paläontologischen Denkmäler, sei es hierüber, sei es über die allgemeine Rolle der Flechten in der vorzeitigen Pflanzenwelt genaue Aufschlüsse zu gewinnen.

Sowohl Phytopaläontologen als auch Lichenologen pflegen dies als eine Tatsache darzustellen.

So sagt Schenk 1869 in seiner bekannten kritischen Behandlung: „Die fossilen Pflanzenreste", pag. 16, nur: „Von ... den Flechten ... sind aus dem Tertiär einige wenige Reste beschrieben, zum Teil allerdings sehr problematischer Natur", und in Zittel's Handbuch desselben Jahres geben Schimper-Schenk folgende Zusammenfassung der bis dahin bekanntgewordenen Funde:

„Von fossilen Flechten sind nur äußerst wenige Spuren aus der Tertiärzeit bekannt, aus älteren Epochen gar keine. Die weniger tertiären Flechtenreste rühren entweder von Laub- oder Astflechten her und sind im Bernstein eingeschlossen (Parmelia, Sphaerophoron, Cladonia, Ramalina, Cornicularia)[1]), oder es sind den Baumrinden in den Ligniten aufsitzende Krustenflechten (Graphis, Opegrapha, Lecidea, Pyrenula). Eine Artbestimmung dieser meistens sehr fragmentarischen Überreste ist kaum zulässig.

In der Braunkohle der Wetterau ist neuerdings von Dr. Geyler eine mit Apothecien versehene Parmelia aufgefunden worden, welche an P. saxatilis oder P. conspersa erinnert."

Fünfstück (pag. 49) verhält sich als Lichenolog besonders gegen die Bernsteinfunde sehr skeptisch, indem er sich auf Krempelhuber 1867, pag. 431—432 stützend, sagt: „An fossilen Flechten sind nur

1) S. Göppert, Über die Bernsteinflora.

einige wenige Reste bekannt: Ramalinites lacerus (Braun) und Verrucarites geonthracis (Göppert) aus der obersten Abteilung der Triasformation, eine Opegrapha aus der Kreide bei Aix la Chapelle."

Unter den Lichenologen betrachtet nur Lindsay sowohl die schon entdeckten wie die noch zu erwartenden Funde fossiler Flechten optimistischer, und doch scheint er nicht Göppert's Bernsteinarbeiten zu kennen. Er scheut sich nicht, einige Funde aus älteren Perioden (z. B. Dawson's aus „the Laurentian period" und Brogniart's aus dem Karbon) gutzuheißen, deren Flechtennatur man heutzutage wohl kaum wird unangefochten lassen, und sagt (pag. 160): „Considering that, as was pointed out by Brogniart, Fossil Algae and Fungi occur in the Carboniferous Flora, and considering, moreover, how much more likely it is that Lichens should be preserved in the fossil state than perishable Algae and Fungi, it is not a little remarkable that the occurence of Fossil Lichens at all is scarcely realised by palaeontologists."

Ich lasse es dahingestellt, ob man nicht eigentlich den Bernsteinfunden Göppert's[1]) einen viel größeren Wert beimessen müßte; jedenfalls sind, auch wenn man diesen bemerkenswerten Bestand mitzählt, die bisherigen Funde der älteren Formationen schlecht und gering an der Zahl.

Der bekannteste der bisherigen außerordentlich seltenen subfossilen, d. h. quartären Flechtenfunde scheint der von Cladina rangiferina (L.) koll. in der Kulturschicht von Schussenried in Schwaben aus der La Madeleinezeit zu sein, der schon 1866 von Keller an das Athenaeum berichtet wurde.

Welche Kenntnis besitzen wir von der Fossilifizierungsfähigkeit der rezenten Flechtenvegetation, und steht dieselbe zu der ausgesprochenen Armut der bekannten fossilen in Beziehung?

Schimper ist der Ansicht, daß die Hauptursache, weshalb Flechten nicht fossil erhalten bleiben, in der Tatsache zu suchen sei, daß sie in so geringem Umfange von Bäumen und Steinen herunterfallen. Er sagt hierüber 1869, pag. 145:

„Si l'on ne rencontre pas de Lichens fossiles dans les dépôts qui renferment d'autres végétaux terrestres, c'est probablement pas la même raison qui a empêché la conservation des plantes herbacées. Les Lichens sont fixés sur leur substratum et ne se détachent pas périodiquement

1) Leider sind nur wenige derselben abgebildet, und eine dieser Abbildungen (Göppert und Behrendt 1845, Tab. VI, Fig. 22) stellt sogar keine fossile Flechte dar, sondern ist eine Umzeichnung von Meyer's erster Tafel: der oberste „Cornicularia lanata"-Ast von Parmelia stygia.

comme les feuilles des arbres. Si l'on examine les feuilles qui couvrent en automne le sol d'une forêst, ou qui, extraînées par le vent ou des Cours d'eau, out été jetées dans des étangs et des lacs ou elles ne sont ensevelies sous la vase, on n'y trouvera que très-accidentellement mêlés des fragments de Lichens."

Jedenfalls erwähnt Schimper hier einen wichtigen Grund für die Seltenheit der fossilen Flechten. Aber er unterschätzt offenbar die Menge der Strauch- und Laubflechten, die der Trift unterworfen werden. Wie ich in meiner Verbreitungsbiologie nachgewiesen habe, sind dieselben jedoch sehr zahlreich, teils in gewissen Arten der Windtrift, teils in der lokalen Meerestrift. Nach einem Platzregen kann z. B. der Boden gewisser Waldtypen voll von epiphytischen Strauchflechten sein, und für eine Menge Arten, z. B. Alectoria jubata (L.), A. sarmentosa (Ach.), Ramalina reticulata (Krplhbr.) unter den Rindenflechten, und Cladinae, Cetrariae usw. unter den Bodenflechten erfolgt die Ausbreitung zum durchaus überwiegenden Teile durch Fragmentation, d. h. größere oder kleinere Stücke des Thallus treiben als Trift umher.

Die ausschlaggebende Ursache der Seltenheit fossiler Flechten ist wohl doch ihre mangelhafte Widerstandsfähigkeit gegen Zerfallen und Verfaulen, was ja auch Schimper (a. a. O. pag. 145) erwähnt:

„Une autre cause qui peut encore en partie expliquer leur absence, c'est que, ainsi que leurs proches parents les Champignons, ces plantes, unigement formées de cellules, ne résistent pas à la décomposition et sont détruites avant que la vase on le sable qui les recouvre sous les eaux où elles ont été charriées, soit assez durci pour en conserver l'empreinte."

Soweit sich meine Erfahrung aus der nordischen Natur erstreckt, zerfallen und verfaulen denn auch die allermeisten, wenn auch nicht alle Flechten nach dem Tode sehr schnell.

Ich nehme als Beispiel Alectoria jubata (L.) (schwedisch: manlav) und ihr Verhalten in den Nadelwäldern von Nordschweden. Sie bedeckt hier gewaltige Gebiete mit ihrem schwarzen Mantel. Linné's berühmte „sylva atra" ist ein solches von dieser Mähnenflechte eingehülltes pinetum cladinosum. In seiner Flora lapponica, pag. 346 beschreibt er diesen Wald folgendermaßen:

„Est sylva vasta, quae undique distinguit Lapponiam sylvestrem ab adjacentibus provinciis, in qua varo vel rarius habitant aliqui homines, et haec sylva constat terra sterilissima, tecta niveo isto Lichene rangiferino et obsita densis arboribus, e quibus dependet hic barbatus nigerque Lichen. Cum prima vice intrarem Lapponum regionem et

pervenerim ad sylvas hasce atras, atras ob densitatem arborum, magis atras vero ob barbas istas nigras, quibus quasi tegebantur, et adhuc magis speciosas ob terram substratam Lichene albo nivis instar tectam, fere obstupui facile intelligens me longe aliam, quam cui adsuetus eram, intraturum terram."

Einem Fremden ist es nicht leicht möglich, sich eine Vorstellung von der Quantität dieser Alectoria-Festons zu machen. Bei Sturm, in oder nach regnerischem oder feuchtem Wetter zerreißt das bei Anfeuchtung spröde Sprossensystem der Alectoria in Fetzen, die nicht nur von Baum zu Baum fliegen (Sernander 1901, pag. 113), sondern auch haufenweise zu Boden fallen. Es ist aber auffällig, wie schnell sie hier verschwinden, und ein Stückchen tiefer im Moos- und Flechtenteppich sieht man keine Spur von ihnen.

Diese Vergänglichkeit der Flechten sieht man am deutlichsten bei der Abholzung. Nach einem Wintertrieb in einem flechtenreichen Walde ist alles ganz schwarzbraun von der die am Boden liegenden kleinen Zweige und Triebe bedeckenden Alectoria. Wann die Alectoria wegen veränderter Lebensbedingungen stirbt und der Zerfall also beginnen kann, weiß ich nicht, aber in Anbetracht der Tatsache, daß Jumelle (Fünfstück, pag. 38) bei gewissen Flechten eine etwa 3 Monate dauernde Resistenz gegen einen schädlichen Faktor, den des Ausdörrens, festgestellt hat, wird wohl der Tod eintreten, sobald diese Frist nach dem Holzschlag verstrichen ist. Schon im Herbst ist jedoch Alectoria nicht nur vollständig tot, sondern auch großenteils aschgrau und zerfällt bei Berührung in kleine Stückchen. Im nächsten Sommer ist sie verschwunden.

Im Wasser halten sich Stücke der Strauch- und Laubflechten gewöhnlich so lange schwimmend, bis sie gelatinös werden und äußerst leicht zerfließen. Und wenn sie in wiedererkennbarem Zustande wirklich in die Bodenablagerungen gelangen sollten, droht ihnen eine schnell verlaufende Dekomposition. Von den an Rinden auftretenden Krustenflechten werde ich später reden.

Die Voraussetzung dafür, daß Flechten — wir sprechen hier nicht von Krustenflechten an Rinde — mit der Trift in erkennbarem Zustande in unsere Sedimente gelangen sollten, ist daher sehr gering.

Es bleibt also noch übrig, ihre Rolle in sedentären Gebilden zu erforschen.

In den Kalkschlamm, der später zu Kalktuff erstarrt, müßten mit dem Winde oder durch fließendes Gewässer von den umstehenden Bäumen Flechten gelangen und Abdrücke hinterlassen können, wenn

die Bildung der Ablagerungen, was ich (Sernander, Svenska kalktuffer) in vielen Fällen nachgewiesen habe, einigermaßen schnell verläuft. Leider hat man in der Gegenwart, wenigstens im Norden, so äußerst selten Gelegenheit, den Kalktuff in der Entstehung zu beobachten. Und über die Möglichkeit, daß sich Flechten aus der Mutterformation der organogenen Kalktuffe als Fossilien einbetteten, können wir uns aus demselben Grunde in diesem Zusammenhange nicht äußern.

Über den Bernstein als Umhüller von Flechten müssen ja die Harzflüsse unserer Nadelwälder einige Winke geben können. Ein direkt positives Zeugnis ist folgender Ausspruch von Conwentz, pag. 100: „Im Kindaer Revier in Östergötland war ein Fichtenstamm durch Baumschlag verletzt und zeigte infolgedessen starken Harzfluß. An mehreren Stellen hatten sich schlaubenähnliche Stücke gebildet, und in einem derselben bemerkte ich folgende Pflanzenreste, welche zum Teil oder auch ganz von Harz umgeben waren: Nadeln von Picea excelsa Lk., Nadeln und männliche Blüten von Pinus silvestris L., ferner Blätter von Vaccinium Myrtillus L. und von Betula, sowie mehrere Laubmoose und Lichenen."

Erhalten sich Flechten in dem Rohhumus und den Torfschichten der Jetztzeit?

Es ist, wie schon angedeutet, auffallend, wie schnell Flechten aus der Förna[1]) verschwinden, die allmählich zur Humus- eventuell zur Rohhumusschicht wird. Im Rohhumus, in dem unterirdische Pflanzenorgane und Moose einen großen Bestandteil bilden, findet man nie Reste von Flechten. Nur unter reinen alten Beständen dichter und hoher Laubflechten, wie Cetraria islandica (L.) v. platyna (Ach.), Cladina rangiferina (L.), Cl. alpestris (L.) und einigen anderen kann man eine einige Zentimeter mächtige Rohhumus- oder Firna-Schicht aus gelatinösen Stückchen sukzessive absterbender Basalteile dieser Flechten gebildet finden.

Über die Erscheinungen im Torf werde ich gleich sprechen.

* * *

Im folgenden bespreche ich einige Funde subfossiler Flechten aus postglazialen Ablagerungen des Nordens, zunächst um zu zeigen, daß die Flechten tatsächlich in größerem Umfange, als man bisher angenommen hat, fossil werden können, und dann aber auch, um darauf aufmerksam zu machen, wo solche Funde zu suchen und welche biologischen und systematischen Gruppen zu erwarten sind.

1) Vgl. Sernander 1918, Pflanzenteile.

Cladina rangiferina (L.).

In der Entwicklung der oligotrophen Assoziationen unserer Hochmoore findet ein eigentümlicher Prozeß von durchgreifender Bedeutung statt, den ich aufgedeckt und Regeneration (Sernander 1909, L. von Post und Sernander 1910) benannt habe. Die progressive, von kräftiger Torfbildung begleitete Entwicklung schließt mit einer durch Calluna und Strauchflechten ausgezeichneten Heide ab. Unter derselben hört die Zunahme des Torfs auf. Doch wird dieses Klimaxstadium nicht auf größeren zusammenhängenden Flächen überall gleichzeitig erreicht. Zerstreute Partien fahren fort, durch Torfbildung in die Höhe zu steigen. Infolgedessen werden dieselben gewisse Heidepartien umschließen, die jetzt, nachdem sie früher aus der Umgebung emporragende Bulten gewesen sind, in Vertiefungen, Schlenken, verwandelt werden; diese werden sich nun wegen der minimalen Durchlässigkeit des Sphagnum-Torfs mit Regen- und Schmelzwasser füllen, und dieses tötet die Reiser und Flechten der Heidevegetation, an deren Stelle nun torfbildende Sphagneta hineingelangen. Es ist dies die Regeneration, die jetzt eintritt. Diese Sphagneta entwickeln sich progressiv, bis das Heidestadium wieder erreicht ist. Infolge des Zuwachses der benachbarten Bulten verwandeln sie sich, wenn ihre Zeit kommt, wieder in Schlenken; diese regenerieren, und somit verläuft die Entwicklung im Kreise. Als Folge dieser Entwicklung wird der Hochmoortorf eine linsenförmige Struktur, nämlich von Sphagnum-Torflinsen, aufweisen, die durch Heidetorfränder voneinander getrennt sind.

So bestehen dichte, reine Bestände von Cladina rangiferina als charakteristische Elemente in diesen Heidemooren. Es ist eine augenfällige von Elias Fries (1826, pag. 22) aus den småländischen Torfmooren unter dem Namen f. stygia beschriebene Modifikation, die sich durch äußerst grobe und lange Sprossen auszeichnet, welche ihr Vitalitätsmaximum erreichen, wenn sich die Schlenken als solche zu entwickeln beginnen. Ich habe in den Moorschlenken von Südwest-Närike (Sernander 1907, pag. 150, woselbst ich die Morphologie und Anatomie dieser Modifikation beschrieben) lebende Sprossenachsen von 42 cm Länge gemessen. Der Cladina-Bestand dringt nach unten in einen Rohhumus von einigen Zentimetern Mächtigkeit, bestehend aus mit den Muttersprossen zusammenhängenden toten Partien und losen Sprossenstückchen: „inferne mortificato-atram alboguttatam usque dum in torfam abeat“ (Fries, a. a. O.). Sobald die Schlenken eine gewisse Tiefe erreicht haben, sinkt jedoch der Cladina-Bestand in dem sich

immer mehr ansammelnden Wasser in sich zusammen, wozu auch noch der Schneedruck kommt. Sie werden nun von torfbildenden Sphagneta bedeckt, und die Cladina-Reste werden als lokale Entwicklungsform des zwei Schlenkentorflinsen voneinander trennenden Heidetorfs daliegen.

Diese Cladina rangiferina-Reste, einen Cladina-Torf möchte man sagen, habe ich subfossil, wenn auch nicht in besonders alten Schichten, gefunden. Sie sind nämlich in subatlantischem Sphagnum-Torf gar nicht so selten. Schon im Sommer 1905, als ich als

Fig. 1. Schnitt durch subatlantischen regenerativen Sphagnum-Torf aus dem Vidfasta-Moore, Närke. — a) Progressiver Sphagnum-Torf, in den schon Cladina rangiferina (L.) hineingekommen ist. b) Heide-Torf als reiner Cladina-Torf ausgebildet. c) Progressiver Sphagnum-Torf, aus der Schlenke, die oben aus dem Cladina-Torf entstanden ist, ausgebildet. — Vergr. 1:1. Inga Öhrwall feto.

Leiter der Torfmoorkommission des Schwedischen Geologischen Untersuchungsdepartements Gelegenheit hatte, den Verlauf der Regeneration zu ermitteln, fand ich — und E. Haglund — diese Erscheinung im Mosjömoor, Närike, und später in den Mooren der Umgegend von Porla, Närike, sowie im Moor Örsmossen, Uppland, und Stormossen, Edhem, Västergötland (Sernander 1908, pag. 212). Fig. 1 zeigt eine schöne Linse aus dem Vidfastmoor bei Porla.

Die Cladina-Fragmente können ein Paar Zentimeter lang sein und sind ganz kohlschwarz. Was erhalten ist, das ist der dichte innere Medullarzylinder. Die nach derselben Seite gekehrten Podetienspitzen,

die Dicke der Sprossen usw. beweisen, daß hier Cladina rangiferina vorliegt.

Cetraria islandica (L.) Ach. v. platyna (Ach.).

Auch die Isländerflechte kann in derselben Weise wie die Renntierflechte erhalten bleiben, obgleich ich sie bisher nur subrezent gefunden habe.

In dem Heidemoor des Högmossen (Närke, Borla, 29. Juni 1909) hatte ein großer Bestand von Cetraria islandica v. platyna folgende Erscheinungen aufzuweisen: der Bestand war sehr dicht, üppig und hoch gewachsen. Im Inneren desselben fanden sich abgestorbene Reste von Calluna, Cladina rangiferina und Oxycoccus, welche die Cetraria bei ihrer Verbreitung getötet hatte; vereinzelte lebende Cladinae durchbrechen den Bestand, und im Inneren desselben erblickte man vereinzelte Sprossen von Oxycoccus. Unter dem Bestande lag eine sehr weiche Masse von zerteilten Cetrariae in weißen — blaßbraunen, 1—5 mm langen Sprossenstückchen mit spärlichen Hapteren. Das Ganze ruhte auf Sphagnum-Calluna-Torf.

Der Bestand lag jetzt tiefer als das umgebende Heidemoor, das also Zeit gehabt, höher zu wachsen, als der wegen der allmählichen Zersetzung der darunterliegenden Partie auf demselben Standpunkt gebliebene und als Schlenkenbildner dienende Cetraria-Bestand. Die Natur der Schlenke als Sammlerin von Wasser und Schnee begann jetzt auch auf den Centraria-Bestand ihren Einfluß zu üben, und an einem Punkte war derselbe denn auch unregelmäßig ganz durcheinandergeworfen. Über einer solchen Partie hatte die Regeneration von Sphagnum balticum Russer und Sph. rubellum Will. eingesetzt. Unter der 10 cm mächtigen Sphagnum-Decke lag eine 4 cm dicke Masse von derselben Struktur und Zusammensetzung, wie sie der danebenliegende eben beschriebene Cetraria-Rohhumus besaß.

Peltigera canina (L.).

In einem Aufsatze über die jämtländischen Kalktuffe 1890 konnte ich den ersten Fund einer Flechte aus dem Quartär von Nordeuropa melden: Peltigera canina[1]) aus dem Filstaer Kalktuffen, einer, wie

---

1) Es liegt jedoch die Möglichkeit vor, daß wir es mit Peltigera scabrosa Th. Fr. zu tun haben. Die Oberfläche des Abdrucks ist nämlich sozusagen chagriniert. Um nach Kollodiumabdrücken entscheiden zu können, ob diese Chagrinierung durch die eigentümlichen Wucherungen an der Oberfläche der P. scabrosa verursacht sind, ist jedoch die Kalktuffsubstanz zu grobkörnig.

ich später gezeigt habe, atlantischen Bildung. Es war ein schöner und gut erhaltener Abdruck der Oberseite eines Thalluslappens (Fig. 2) in der als Amblystegium-Tuff ausgebildeten Bodenschicht; später habe ich in derselben einen großen Bestand von Amblystegium turgescens (P. Jens.) Lindb. inkrustiert gefunden (Sernander 1916, Taf. IV). Offenbar hatte Peltigera in dem Amblystegium-Sumpf gelebt, der unmittelbar nach dem Zurückweichen des Eissees den Uferkies bedeckte.

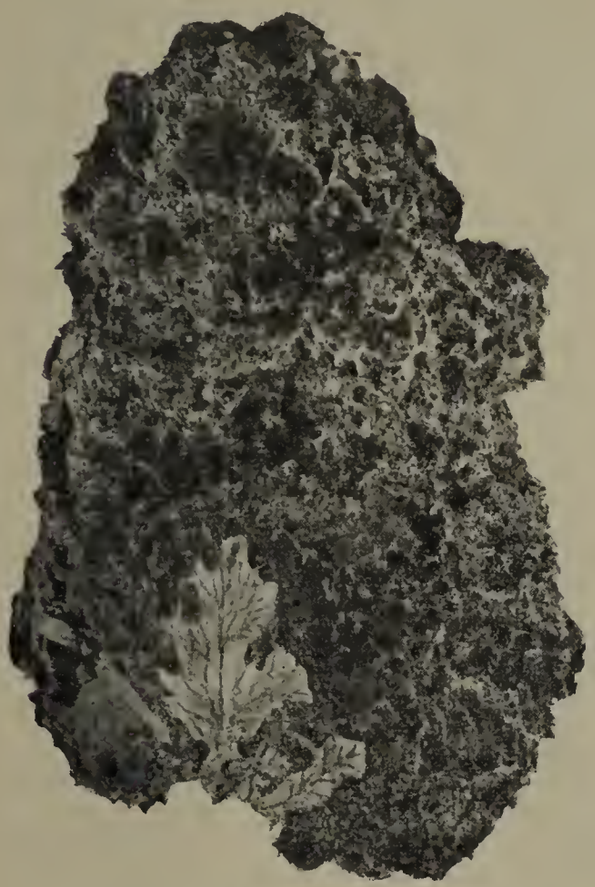


Fig. 2. Abdruck der Oberseite eines Thalluslappens von Poltigera canina (L.). — Filsta, atlantischer Kalktuff. — Vergr. 1 : 1. Inga Öhrwall feto.

Bald darauf machte man einen ähnlichen Fund in einem norwegischen Kalktuff. Bei Leine in Gudbrandsdalen fand Blytt (1892) den Thalluslappen einer Peltigera canina in einer Kalktuffschicht von einer Flora, deren charakteristisches Fossil die Kiefer ist. Wahrscheinlich ist sie auch hier sedentär, und in der Bodenschicht ihrer Muttergesellschaft hat man Veranlassung, Hypnum

Fig. 3. Abdruck der Unterseite eines Thalluslappens von Peltigera canina (L). — Skultorp, borealer Kalktuff. — Vergr. 1,5 : 1. Greta Sernander del.

falcatum Brid. und Astrophyllum punctatum (L.) Lindb. zu registrieren, welche Blytt als Folgenfossilien erwähnt. Aus den Proben der Schicht, die mir Blytt seiner Zeit die Freundlichkeit hatte zu schicken, ersieht man, daß die Moose, vor allem Amblystegium, eine große Rolle als Kalksammler gespielt haben. Das Alter des Fundes ist bis jetzt noch unentschieden; nach meinem Dafürhalten ist derselbe vielleicht atlantisch.

Den nächsten Fund haben wir bei J. M. Hulth (1895, pag. 200; 1899, pag. 103). Fundort ist der merkwürdie Skultorper Tuff in Västergötland, auch hier ein Abdruck der Unterseite eines offenbar seden-

tären Thalluslappens (Fig. 3). Die Muttergesellschaft der Kalktuffschicht, in der dieser Lappen gefunden wurde, dürfte nach den sedentären Resten an Equisetum und Marchantia zu urteilen, ein Sumpf gewesen sein, aber die Struktur des Tuffs (Sernander 1916, pag. 128) und die mesophile Molluskenfauna (Odhner, pag. 1108) deuten auf eine trocknere Gesellschaft als die beiden vorhergehenden, vielleicht auf eine Sumpfwiese. — Das geologische Alter ist die boreale Periode.

Diese drei Funde geben sehr geringe direkte Beiträge zur Pflanzengeographie der Entwicklungsgeschichte des Nordens, da Peltigera canina in der Gegenwart gleichmäßig über ganz Nordeuropa verbreitet ist und im Hochgebirge recht hoch steigt. — Sie wächst heute in mehreren recht verschiedenartigen Pflanzengesellschaften, u. a. auch, was die allermeisten anderen Flechten nicht tun, in den hydrophilen des Tieflandes. Eine den fossilen Vorkommen direkt entsprechende Standortsangabe kann ich im Augenblick nicht finden; wie aber die Sumpfwiesen zusammengesetzt sind, in denen Peltigera canina einen Bestandteil bilden, geht z. B. aus Nordhagen's (pag. 36) Standortsangabe einer Eriophorum angustifolium-Gesellschaft auf der Insel Froöen hervor. Sogar im Überschwemmungsgürtel der Seen und der Gewässer (Sernander 1912, pag. 870) ist Peltigera canina ebensowenig wie P. venosa (L.) eine Seltenheit (so z. B. am Ristafall, Jämtland 1916, 10. Juli; leg. Greta Sernander), und in dem entsprechenden Spritzgürtel ruhiger Meeresküsten kann sie neben Verrucaria maura Wahlh. (Sernander 1912, pag. 864) wachsen.

Cetraria islandica (L.) Ach. v. crispa Ach.

Aus dem See Gåxsjön in Jämtland (Nathorst 1885, pag. 770) hat die Pflanzenpaläontologische Abteilung des Reichsmuseums mir gütigst eine Probe zur Begutachtung geschickt, die Prof. T. Halle als einen Flechtenabdruck anspricht. Es ist ein Stück recht porösen Kalktuffs mit Abdrücken von Holz und Pinus silvestris-Nadeln. Auf einer Fläche von etwa 5 qcm liegen Abdrücke einiger Thalluslappen einer Strauchflechte gesammelt (Fig. 4). Es sind verzweigte Sprossen von dichotomischem Anlagentypus. Der Abdruck, mit Ausnahme der mehr abgeplatteten Sprossenspitzen, bildet im Querschnitt einen von den Seiten etwas zusammengedrückten Halbkreis; die Flanken sind zurückgebogen. Das längste zusammenhängende Sprossensystem ist etwa 2 cm lang. Überhaupt gleichen die Abdrücke einer der großen Cetraria-Arten. Die glatte Fläche und die langen Seitenäste, die

in mehr oder weniger rechtem Winkel abstehen, — was im Gegensatz steht zu der retikulierten Fläche von z. B. C. nivalis (L.) Ach. und C. cucullata (Belb.) Ach. und deren kurzen, dichten, in spitzeren Winkeln abstehenden Zweigen — sprechen in hohem Grade für Cetraria islandica, und die Breite des Sprosses ist dieselbe wie bei den gewöhnlichen Formen der Var. crispa Ach. Die Kollodiumabdrücke (Nathorst 1907 und 1912) zeigen keine zellulare Struktur, sondern die undifferenzierte, schwachrauhe Fläche, welche den Epithallus der Flechten charakterisiert.

Da die Fundstätte bei dem Besuch des Einsammlers (cfr. l. c.) zum größten Teil ausgehoben war, dürfte es nicht unwahrscheinlich sein, daß die Probe der Bodenschicht entstammt, und dann dürften wir es mit einem sedentären Rest der altatlantischen oder spätborealen Heide zu tun haben, von der wir im folgenden näher sprechen werden.

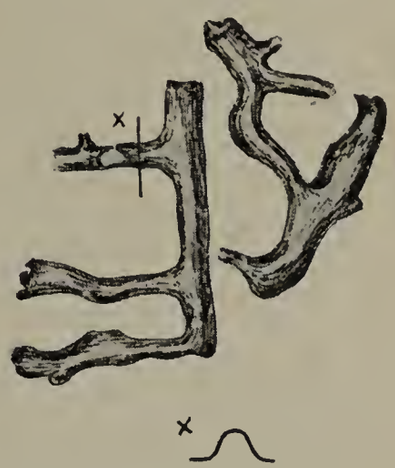


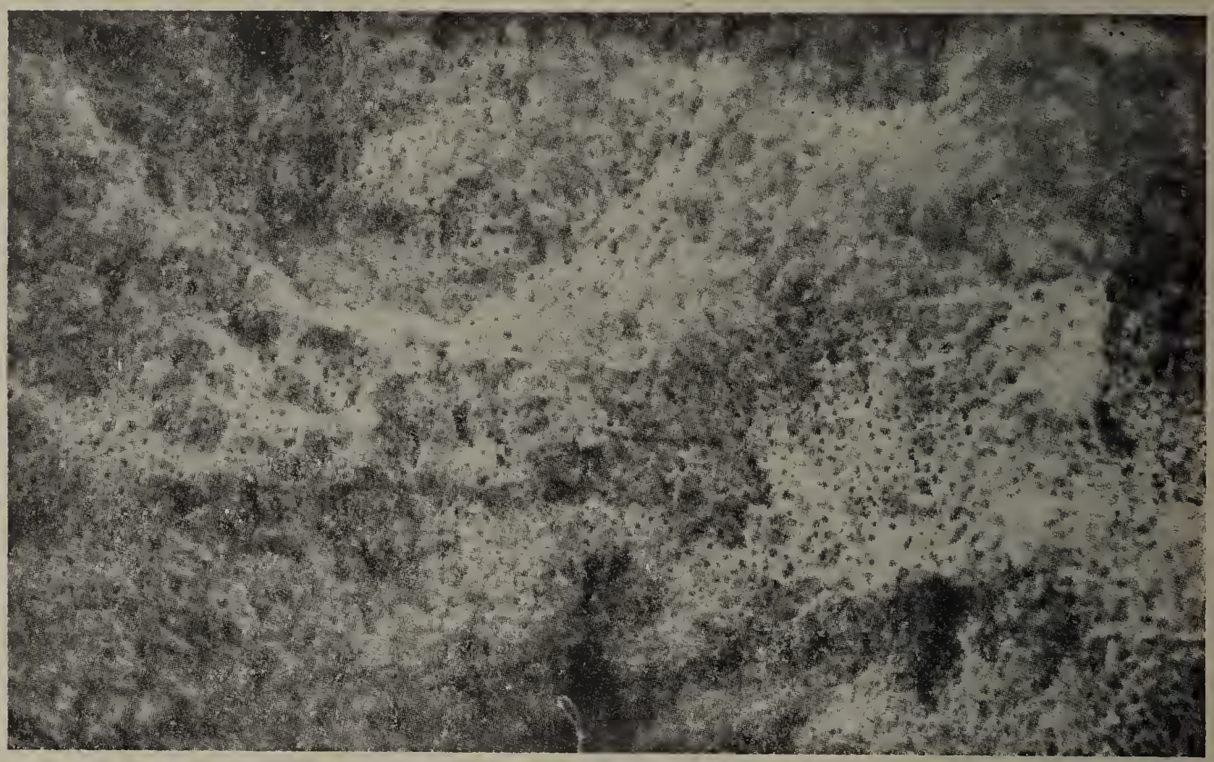
Fig. 4. Thalluslappen von Cetraria islandica (L.) v. crispa Ach. — Göocsjö, atlantischer Kalktuff. × Querschnitt. — Vergr. 2 : 1. Greta Sernander del.

Nebenbei sei bemerkt, daß sich in einer von demselben Institut mir übersandten kleinen Probe (von A. G. Nathorst 1886 gesammelt) aus dem Rangiltorper Kalktuff, Östergötland, auch der Abdruck einer Blattflechte befindet, der dem Gäxsjöer Fossil sehr ähnlich ist. Er liegt mit groben Pinus silvestris-Nadeln zusammen und gehört also nicht zu den allerältesten Schichten dieses Tuffs. Der Abdruck ist allerdings recht deutlich, aber zu fragmentarisch, um eine nähere Bestimmung zu gestatten. Ebensowenig wie der Fund von Peltigera canina hat der von Cetraria islandica eine direkt pflanzengeographische Bedeutung.

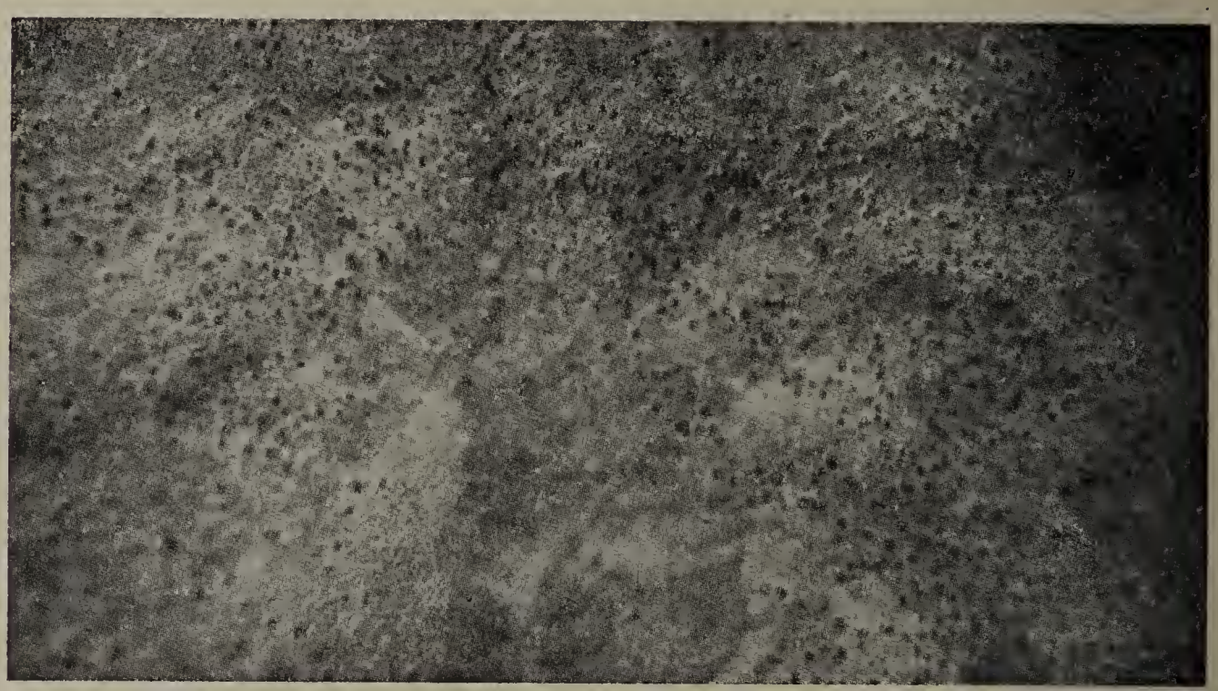
Kalzivore Flechten.

Die Apothezien mehrerer Kalkflechten mit krustenartigem Thallus besitzen die Eigenschaft, sich in Steine hineinzubohren. Dadurch bilden sie kleine Höhlungen mit enger Mündung nach oben. Es ist mir gelungen, diese äußerst charakteristischen Gebilde in der Schichtenreihe des bekannten Benestader Tuffes in Schonen auf der Oberfläche einer alten Allvarflur, zu entdecken, die sich unter atlantischem Kalktuff erhalten hatte. Die Allvarflur selbst ist aus älteren Kalktuffablagerungen entstanden, die im kontinentalen Klima der borealen Periode verwitterten und deren Kalktuffsplitter sich u. a. mit kalzivoren Lichenen bedeckten.

Die näheren Fundumstände sind beschrieben von Sernander 1916, pag. 153. Derselben Arbeit entnehme ich zwei Photographien (Fig. 5),



a



b

Fig. 5. Aus Sernander, Svenska kalktuffer Tafl 2.
a. Der Kalktuff von Benestad. Platte aus dem borealen Lager mit Löchern nach calcivoren Flechten. 3,5 : 1.
b. Rezente kalzivore Flechten auf Kalkstein aus einer südfranzösischen Garigue. 3,5 : 1.

von denen die eine ein Stück einer solchen Platte mit fossilen kalzivoren Flechtenapothezien von Benestad, die andere eine Kalkplatte mit

solchen von rezenten durch Caloplaca pyracea (Ach.) Th. Fr. und Lecidea immersa (Web.) Küb. verursacht, vom Mont Ventoux in den französischen Alpen wiedergibt.

Ramalina fraxinea (L.) Ach.

Die nordischen Kalktuffe schenken uns auch einen Flechtenfund, der nicht sedentärer Natur ist, sondern in welchem die Flechte in die im Entstehen begriffene Tuffmasse durch Trift, wahrscheinlich Windtrift, gelangt ist.

Derselbe stammt aus dem obengenannten Benestader Tuff. In den prachtvollen und außerordentlich reichhaltigen Sammlungen von dort, die die Pflanzenpaläontologische Abteilung des Stockholmer Reichsmuseums von C. Kurck erworben hat, liegt ein Handstück mit einem Abdruck, der von Gunnar Andersson und Th. Halle als vermutlich der einer Flechte angesprochen worden ist.

Dies ist denn in der Tat auch der Fall, und ich glaube denselben mit Ramalina fraxinea (L.) Ach. identifizieren zu können.

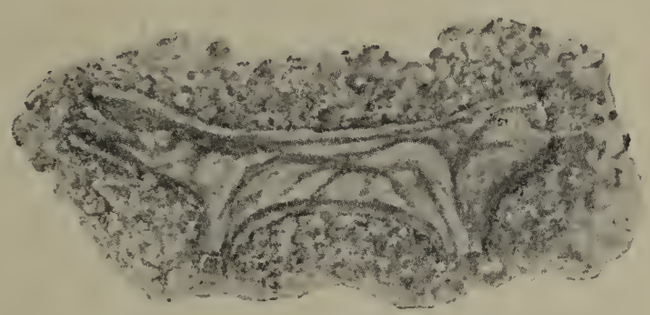


Fig. 6. Abdruck eines Thalluslappens von Ramalina fraxinea (L.). — Benestad, atlantischer Kalktuff. — Vergr. 3 : 1. Greta Sernander del.

Es ist dies ein 1,5 cm langer Abdruck eines schmalen Sprosses mit zwei Zweigfragmenten (Fig. 6). Sein charakteristischer Zug ist die Nervatur. In einem Aufsatz „Om art och varietetsbildning hos lavarna (Über Art und Varietätenbildung bei den Flechten)“ habe ich die Anatomie und Morphologie dieser Nervatur zu ermitteln versucht. Ich habe daselbst gezeigt, daß die „Nerven“ zweierlei Art sind: Assimilationslamellen und mechanische Stränge. Die letzteren sind Kortikalschichtengebilde, die an der Oberfläche als gerundete Stränge[1]) hervortreten, welche teils die marginale Begrenzung des Sprosses bilden, teils in charakteristischer Weise durch Anastomosen ein grobmaschiges Netz zwischen diesen Marginalsträngen formen. An der Unterseite treten kaum Assimilationslamellen vor, und die mechanischen Stränge verlaufen hier etwas anders als auf der Oberseite. An dem Abdruck,

1) Es sei hier bemerkt, daß das rezente Vergleichsmaterial beim Studium von Flechtenabdrücken in Kalktuffen in durchweichtem Zustande sein muß. Die Flechten haben, wenn trocken, ein ganz anderes Aussehen, als wenn sie naß sind, und ihre Abdrücke haben sie natürlich in nassem Zustande abgegeben.

der jedoch wegen der grobkörnigen Struktur der Tuffsubstanz nicht bis in die feinsten Einzelheiten ausgemeißelt ist, sieht diese Struktur ebenso aus wie die an dem Ramalina-Sproß, und zwar an der Unterseite.

Blätterabdrücke von Ulmus montana Kith. und Spiraea Ulmaria L. auf dem diesen Flechtenabdruck enthaltenden Handstück weisen darauf hin, daß dasselbe zu dem unteren Teile der atlantischen Schichten gehört. Es ist deshalb bedeutungsvoll (vgl. Sernander 1916, pag. 156 ff.), daß darin eine Flechte auftritt, die sonst in Schweden nirgends jenseits der oberen Grenze von Quercus pedunculata Ehrh. gefunden worden ist. Sie hat offenbar an irgendeinem der Laubbäume gelebt, welche das alte Quellmoor umstanden, das sich später in Kalktuff verwandelte.

Interessant ist es, daß Göppert (1853, pag. 455) von Ramalina fraxinea im Bernstein „ein Bruchstück des Thallus mit der ihm so eigentümlichen grauweißen Farbe vortrefflich erhalten" gefunden hat.

Graphis scripta (L.)

In einer Trapa-führenden Gyttja des Gottersäter Moors in Närike fanden Kn. Kjellmark und Verf. (Kn. Kjellmark und R. Sernander, pag. 328) ein kleines Rindenstück, wahrscheinlich von Corylus, mit einigen Apothezien von Graphis scripta. Diese Gyttja ist subboreal und aus der Zeit der Ganggräber (Kjellmark, Une trouvaille archéologique, pag. 17).

Einen ganz ähnlichen Fund in einer finnländischen Trapa-Gyttja hat Harald Lindberg gemacht. In „Meddelanden av Societas pro Fauna et Flora Fennica", H. 38, pag. 34 ist hierüber folgendes zu lesen: „Dr. H. Lindberg zeigte fossile Exemplare von Graphis scripta vor, die in Västerkulla, Gemeinde Kyrkslätt, in einer Trapa-führenden Ablagerung aus der Steinzeit gefunden waren. Die Flechte hatte auf der Rinde eines Laubbaumes, wahrscheinlich Espe, gelebt."

Der Fund einer Graphis scripta-Form in Bernstein ist von Göppert (1852, pag. 488) mitgeteilt.

Opegrapha atra Pers.

In meiner Abhandlung „Die schwedischen Torfmoore als Zeugen postglazialer Klimaschwankungen" gebe ich die Rekonstruktion der einzelnen Entwicklungsstadien der in Västergötland gelegenen Seen Nedsjöarna. In dem warmen und trockenen Klima der subborealen Periode sank der normale Spiegel der Seen um wenigstens 1,7 m unter

den Paßpunkt. Als bei dem subatlantischen Klimaumsturz das Wasser wieder über denselben hinausstieg, wurden an den mit lockerem Sand bedeckten Ufern die Moore und Waldfluren des subborealen Landgewinns mit Schwemmsandbildungen von der Mächtigkeit des Transgressionsverlaufes verschüttet. An der Ostseite des westlichen Sees (Västra Nedsjön) an einer nach Norden vorspringenden Landspitze unterhalb Stockagärde (a. a. O. Taf. II) fand ich am 11. Aug. 1904 (das Profil ist in dem genannten Werk nicht enthalten) in diesem Schwemmsande, der an Stämmen, Zweigen, Rinden und anderen Pflanzenresten, welche sich in Linsen und Schichten von sogar 10 cm Mächtigkeit gesammelt hatten, reich war, ein Rindenstück von Populus tremula mit zahlreichen Kolonien von Opegrapha atra Pers. (Fig. 7). Wir haben also hier einen Zeugen der Flechtenvegetation des Nedsjöufers erhalten.

Fig. 7. Espenborke mit Opegrapha atra Pers. — Subatlantischer Schwemmsand, V. Nedsjön. — Vergr. 1 : 1. Greta Sernander del.

Von den Apothezien sind die Basalpartien wie die Wände im allgemeinen wohl erhalten. An Schnitten kann man nichts vom Inhalt entdecken, aber in jungen Apothezienwänden wohl das Wurmparenchym mit dessen „kohligen“ Hyphenwandungen. — Die Apothezien-tragenden Partien des Thallus sind größtenteils von markierten schwarzen Rändern umgeben. — Außer den Apothezien finden sich, wie im Zentrum der Fig. 7 ersichtlich, einige Partien mit Ansammlungen von kleinen schwarzen halbkugeligen „Lagergehäusen“ mit deutlicher, meist jedoch zerfressener Pore von etwa 0,2 mm Durchmesser. Jedenfalls sind dies die Pykniden von Opegrapha atra.

In Bernstein hat Göppert (1852, pag. 488) eine mit Opegrapha varia Pers. verwandte Art gefunden, die er O. Thomasiana benennt.

Von der direkten Bedeutung dieser Funde von Graphis und Opegrapha atra für die entwicklungsgeschichtliche Pflanzengeographie des Nordens wird weiter unten die Rede sein.

* * *

Geben uns diese Funde einige neue Möglichkeiten, Flechten in unseren fossilführenden Ablagerungen hervorzusuchen, und, wenn dem so ist, welche biologischen Gruppen werden dann vertreten sein?

Der regenerative Heidemoortorf bildet quantitativ einen wichtigen Teil der Masse unserer Torfmoore des nordatlantischen Klimagebiets von Europa, ja sogar die Hauptmasse. Es wäre, nach den oben besprochenen Funden von Cladina rangiferina und C. islandica (L.) Ach., zu urteilen, wahrscheinlich, daß man an den Kontaktflächen der Schlenken- und der Heidetorflinsen noch mehr Laubflechtenarten finden könnte, sei es mit erhaltener Substanz oder als dunkle Abdrücke, deren Umrisse die Bestimmung ermöglichen müßten, worüber aber nur die Zukunft entscheiden kann. Ich denke an die mit Cl. rangiferina abwechselnden und an dem Regenerationsverlauf in derselben Weise teilnehmenden Strauchflechten unserer Hochmoore: Cetraria aculeata (Schreb.) Fr., C. hiascens (Fr.) Th. Fr. (eine mehr limophile und sich den eigentlichen Schlenkenpflanzen anschließende Art), Cladina alpestris (L.), Cl. silvatica (L.), Cladonia uncialis (L.) Fr. und einige andere.

Bekanntlich hat man sowohl im Präglazial (z. B. Weber) als auch im Interglazial (z. B. Harz) Sphagnum-Torf gefunden, wahrscheinlich auch im Tertiär. Es wäre nicht undenkbar, hier analoge postglaziale Funde von Sphagnetum-Lichenen machen zu können.

Die Muttergesellschaft der Kalktuffe ist in den meisten Fällen Gehängemoor, dessen Konstituenten durch reichliche lokale Zufuhr sauren Kalziumkarbonats nach und nach verkalkt wurden (Sernander 1916, pag. 179). Und da diese Verkalkung sehr schnell verlaufen und sogar einige Zentimeter jährlich (a. a. O. pag. 165) betragen kann, müssen auch die vergänglichen Flechten, wenn sie überhaupt der Mutterformation angehören, zuweilen fossilieren können. Zu diesen Formationen gehören indessen nur ausnahmsweise auch Flechten. Wenn man von Peltigera canina absieht, deren hydrophytisches Vorkommen oben berührt wurde, findet man eine derartige Flechtenvegetation eigentlich nur in einigen Gehängemooren der Hochgebirge. Unter diesen Sumpfflechten möchte ich besonders aufmerksam machen auf folgende vier hochgewachsene Strauchflechten: Cetraria hiascens (Fr.) Th.

Fr., Siphula Ceratites Fr., Stereocaulon paschale (L.) Fr. und Thamnolia vermicularis (Sw.) Ach. sowie auf einige, ebenfalls hochgewachsene Blattflechten: Peltigera scabrosa Th. Fr. und Solorina crocea (L.). Da das Hochgebirgsklima der Entstehung des Kalktuffs weniger förderlich zu sein scheint, sind vielleicht die Aussichten auf etwaige Funde nicht sonderlich groß.

Eine andere wichtigere Möglichkeit, daß Kalktuffe Fossilien bewahren könnten, ist es, auf die ich jetzt die Aufmerksamkeit lenken möchte. Wenn wegen irgendeiner Veränderung in der Richtung der kalkführenden Gewässer, sei es, daß diese Veränderungen durch lokale Erscheinungen oder durch allgemeine klimatische Umschläge hervorgerufen sind, eine nicht hydrophytische Pflanzengesellschaft überschwemmt wird, können Elemente, die für die gewöhnliche Kalktufffflora ganz neu sind, erhalten bleiben.

Kurck und Verf. haben darauf aufmerksam gemacht, daß in dem berühmten Benestader Tuff ein schnell abgesetzter Kalktuff mit einer hydrophytischen Mutterformation, der durch das Einbrechen des insulären Klimas der atlantischen Periode hervorgerufen ist, direkt auf einer aus der kontinentalen Klimastufe der unmittelbar vorhergehenden borealen Periode stammenden Humusbildung ruht. Aus den verwitterten Kalktuffblöcken dieser borealen Humusbildung stammen die eben beschriebenen Spuren von kalzivoren Lichenen.

In direkte Beziehung zu den von kalzivoren Flechten gebildeten Löchern im Kalktuff möchte ich die Frage bringen, ob es möglich wäre, solche auch an anderen Arten von Kalkstein zu finden, deren einst flechtenbedeckte Oberfläche irgendwie im ursprünglichen Zustande erhalten geblieben ist.

Bei Elberfeld wurde nach Waldschmidt, pag. 29, eine großartige typische Karstlandschaft „in der Miozänzeit . . . von der niederrheinischen Bucht her erst mit Dünensand und dann mit Wasser überflutet, und der Sand, der nicht nur alle Vertiefungen ausfüllte, sondern sich als eine ziemlich mächtige Decke darüber schichtete, verhinderte, daß das Wasser seine sonst so kräftig zerstörende Wirkung auf den Felsboden ausübte". Die Oberfläche des heutigen Karsts ist, wie jeder Lichenolog weiß, das Eldorado der kalzivoren Flechten. Allerdings haben die quartären Umwälzungen nur Bruchstücke jenes tertiären Karsts durchaus intakt gelassen (a. a. O. pag. 30), aber gerade die Oberflächen dieser Partien müßten aufs sorgfältigste untersucht werden.

Vor den der Gotländischen Küste vorgelagerten Karlsinseln (Karlsöarna) liegt meines Erachtens als ein Plateau („Pall") auf dem Meeres-

grunde ein spätquartärer, wahrscheinlich postglazialer Karst mit dessen Dolinen und anderen ihm eigentümlichen Oberflächenformen, ähnlich denen, die heute noch die Plateaufläche der genannten Inseln bilden. Ich habe Proben von dem marmorartigen Kalkstein daselbst gebrochen, aber noch keine sicheren Spuren der betreffenden Flechten entdeckt. Der Grund mag vielleicht darin liegen, daß ich noch keine Partien gefunden habe, die der submarinen Abschleifung durch die in der Brandung rollenden Steine oder Kiesmassen entgangen sind.

Aber auch andere, xero- oder mesophile Flechtenformen dürften in den Kalktuffen erhalten bleiben können. Halle hat für einige jämtländische Kalktuffe gezeigt, daß die gegen die Erde gekehrte Seite mit Abdrücken von Blättern von Dryas und Hippophaë übersät sein kann. Ich habe (Sernander 1915, pag. 540) vermutet, daß wir es hier wahrscheinlich mit einer sedentären Bildung — die Funde von Pyrola rotundifolia (L.)-Blättern sprechen ebenfalls hierfür — aus einer spätborealen Heide zu tun haben. Die nordische Heide ist bekanntlich reich an verschiedenen Strauchflechten: Arten der Gattungen Cetraria, Cladina, Cladonia, Stereocaulon u. a., und es ist keineswegs unglaublich, daß man in derartigen Kontakten auch solche erhalten finden könnte; und wahrscheinlich haben wir in der Cetraria islandica des Gåxsjöer Tuffs die erste Bestätigung zu sehen.

Die Funde von Ramalina, Graphis und Opegrapha bilden eine besondere Kategorie. Sie sind eingebettete Trifte in der Kalktuff-Gyttja bzw. im Schwemmsand, und es hat sich in den beiden zuletzt erwähnten Fällen Substanz, nämlich Apothezien- und Pyknidenwände, erhalten.

Diese zuletztgenannten Fälle eröffnen vielleicht die größte Möglichkeit neuer Flechtenfunde. Rindenstücke sind eine häufige Erscheinung in sowohl sedentären Gebilden — z. B. Waldtorfarten — als auch in sedimentären — z. B. Triftablagerungen. Da Flechten mit „kohligen“ Apothecien keineswegs selten sind an Rinde — ich denke hierbei besonders an Graphidiae und Pyrenocarpi — und da deren einige, abgesehen von den oben besprochenen postglazialen Funden, tatsächlich an tertiären Rinden angetroffen worden sind, würde es sich jedenfalls lohnen, direkt nach neuen zu suchen. Man wolle auch die schon recht zahlreichen fossilen Rinden-Askomyzeten vergleichen.

Wenn wir uns nun an das Quartär halten, so verheißen uns die Funde von Graphis und Opegrapha neue Beiträge zur Entwicklungsgeschichte unserer Vegetation. An und für sich sind sie als solche nicht ganz ohne Wert.

Graphis scripta zeugt ihrerseits von der Laubwiesenvegetation, die sich in den alten Trapa-Seen erhalten hat. Heutzutage geht Graphis bis zur Nordgrenze der Eiche und schweift dabei, wie verschiedene andere Eichenpflanzen, in einigen Vorkommen am Bottnischen Meerbusen, sogar bis nach Hernösand im Norden.

Opegrapha atra ist eine südliche Flechte und liebt in Schweden besonders die vom Meerklima beeinflußten Gebiete. In Schweden überschreitet sie die Nordgrenze der Eiche, erreicht aber an der Ostseeküste noch Gävle (Rob. Hartman, pag. 544). Ihr Auftreten in den Nedsjöarna zeugt hinwiederum von dem Charakter des subatlantischen Klimas auf dem Zentralplateau von Götaland.

Neue Funde dieser Arten können uns also neue Aufschlüsse geben, und zwar nicht nur über deren Minimumalter in der fennoskandischen Flora, sondern auch über etwaige in Beziehung zu gewissen mit klimatischen Umwälzungen stehende Verschiebungen ihres Verbreitungsgebietes.

Warum aber nicht hoffen, andere verwandte Rinden-Graphideen mit kohligen Apothezienwänden zu finden, die uns noch wichtigere Aufschlüsse über die Verschiebungen der Pflanzenregionen geben könnten? Die Graphideen sind eine südliche Familie, die in Nordeuropa in hohem Grade durch nordatlantische Klimaverhältnisse im Gedeihen gefördert wird. Eine scharf umrissene, höchlichst interessante pflanzengeographische Gruppe bilden Graphis elegans (Sm. Ach.), Graphina sophistica (Ngl.), sowie Chiodecton crassum (Dub.), die ihrer Verbreitung nach der entwicklungsgeschichtlichen Gruppe, die wir hier im Norden die Ilex-Pflanzen nennen, am nächsten stehen. Auf dem Kontinent haben sie ihre Nordostgrenze etwa an der Weser und erreichen in Mitteldeutschland Münster (Sandstede, pag. 61, 65 und 66). Das eigentlich nordische Vegetationsgebiet erreichen sie jedoch kaum. Man müßte jedenfalls nach Apothezien derselben in den Ilex- und Buchenregionen vom Skanodania und Fennoskandia an Rinden suchen, und zwar in den an solchen reichen Schichten, vor allem der atlantischen Periode, da man Grund zu der Annahme eines Vorstoßes der Ilex-Vegetation nach NO hat.

Für pyrenokarpe Flechten ist nach den außerordentlich kräftig gebauten Perithezien von Pyrenula nitida (Schrad.) zu suchen, von der (oder irgendeiner verwandten Art) schon Germer 1837, pag. 430 und Göppert 1853, pag. 454 an Rinden in tertiärer Braunkohle Exemplare gefunden zu haben glauben. In der skandinavischen

Vegetation steht sie, was Verbreitung betrifft, zwischen den Eichen- und den Buchenpflanzen und ist ein Charakteristikum der Buchenrinde.

Die Flechtenvegetation ändert den Bau der von ihr bewohnten Rinde mehr oder weniger um.

Nach den Apothezien der Graphideen und der Pyrenokarpen bleiben, wie nach denen der kalzivoren Lichenen im Kalke, nach der Verwesung der Flechte in der Peridermis seichte Grübchen von bestimmter Form zurück. Dergleichen Grübchen nach einer Opegrapha sind wohl die Abbildung bei Göppert und Behrendt 1845, Taf. I, Fig. 1, von einer „weißlichen Rinde eines jüngeren Astes oder Stammes des Bernsteinbaumes" nebst erhaltenen Apothezien, und in meiner Fig. 3 oben sieht man eine Gruppe von Grübchen nach abgefallenen Apothezien der Opegrapha atra.

Bei der Besprechung dieser Spuren von Flechten sei auch daran erinnert, daß eine dichte Laubflechtenvegetation an jungen Baumzweigen zuweilen, wie Tubeuf gezeigt hat, Intumeszensen von einer gewissen Morphologie verursachen. Es ließe sich demnach denken, daß man solche mißgestaltete Zweige in fossilem Zustande finden könnte.

Wenn nun diese gedachten Funde dermaleinst zur Tatsache werden? In den eben angedeuteten Möglichkeiten neuer Flechtenfunde habe ich im allgemeinen nur unser Quartär im Auge gehabt, doch ließe sich die Untersuchung ohne Zweifel auch auf noch ältere Ablagerungen ausdehnen. Der sich immer mehr geltend machenden aktualistischen Richtung, auf ältere Ablagerungen die Erfahrungen aus den entsprechenden quartären von bekannter Genetik und Zusammensetzung zu verwenden, obliegt es hierbei, die direkten Untersuchungen in Gang zu setzen. Dieser Aufsatz ist ein erster Versuch präliminärer Untersuchungen in dieser Richtung.

Literaturverzeichnis.

Blytt, Axel, Om to kalktufdannelser i Gudbrandsdalen. Vid.-Selsk. Forhandl. Christiania 1892, Nr. 4.

Conwentz, H., Monographie der baltischen Bernsteinbäume. Herausgegeben von der Naturforschenden Gesellschaft zu Danzig. Danzig 1890.

Fries, Elias, Novae schedulae criticae de lichenibus suecanis. Lund 1826.

Fünfstück, M., Lichenes (Flechten). Allgemeiner Teil. — Engler, A. und Prantl, K., Die natürlichen Pflanzenfamilien. I. Teil, 1. Abt. Leipzig 1907.

Germar, Ernst Friedrich, Lehrbuch der gesamten Mineralogie. Zweite umgearbeitete Auflage. Halle 1837.

Göppert, H. R. und Berendt, G. C., Der Bernstein und die in ihm befindlichen Pflanzenreste der Vorwelt. Berlin 1845.

Göppert, H. R., Über die Braunkohlenflora des nordöstlichen Deutschlands. Zeitschr. der Deutsch. geol. Gesellsch., Bd. IV. Berlin 1852.

Ders., Über die Bernsteinflora. Bericht über die Verhandlungen der Kgl. preuß. Akademie der Wissenschaften zu Berlin. Aus dem Jahre 1853. — Auch im 31. Jahresbericht der Schlesischen Gesellschaft für vaterländische Kultur. Breslau 1854.

Haglund, Emil, Hvarpå bero de mörka ränderna i hvitmosstorfven? Svenska Mosskulturföreningens Tidskrift. År 1906. (20. årg). Jönköping 1906.

Halle, Th. G., Om Jämtlands kalktuffer. Geologiska Föreningens i Stockholm, Förhandlingar, Bd. XXXVII, 1915.

Hartman, Rob., Gefle-traktens väeter. Andra applagar. Gefle 1863.

Hulth, J. M., Om floran i några kalktuffer från Vestergötland. Förberedande meddelande. Botaniska Notiser för år 1895. Lund 1895.

Ders., Über einige Kalktuffe aus Westergötland. Bull. of the Geol. Inst. of the Univ. of Upsala, Vol. IV (1898—1899).

Keller, Ferdinand, The reindeer age on the Lake of Constance. The Athenaeum. July to December 1866, pag. 500. London 1866.

Kjellmark, Knut, Une trouvaille archéologique, faite dans une tourbière au Nord de la Néricie. Bull. of the Geol. Inst. of the Univ. of Upsala, Vol. III (1896—1897).

Krempelhuber, August von, Geschichte und Literatur der Lichenologie, Bd. I. München 1867.

Lindberg, Haraldi, Meddelanden af Societas pro Fauna et Flora Fennica 1911—1912, 38. häftet, pag. 34. Hälsingfors 1912.

Lindsay, W., Lauder, Fossil Lichens. Transactions and proceedings of the Botanical Society, Vol. XIII. Edinburgh 1879.

Linneeus, Carolus, Flora lapponica. Amsterdam 1737.

Nathorst, A. G., Förberedande meddelande om floran i några norrländska kalktuffer. Geologiska Föreningens Förhandlinger 1885, Bd. VII, H. 14. Stockholm 1885.

Ders., Om lemningar af Dryas octopetala L. i kalktuff vid Rangiltorp nära Vadstena. K. Sv. Vet. Akad. Öfvers. Årg. 1886.

Ders., Über die Anwendung von Kollodiumabdrücken bei der Untersuchung fossiler Pflanzen. K. Sv. Vet. Akad. Arkiv för Botanik 1901, Bd. I.

Ders., Einige paläobotanische Untersuchungsmethoden. Paläobotanische Zeitschr., Bd. I. Berlin 1912.

Nordhagen, Rolf, Planteveksten paa Froöerne og naerliggende Öer. Bidrag til kundskapen om naturforholdene i Norges skjaergaard. Videnskabsselskabets i Trondhjem Skrifter 1916.

Nylander, W., Lichenes Scandinaviae. Helsingfors 1861.

Odhner, Nils, Die Entwicklung der Molluskenfauna in dem Kalktuffe bei Skultorp in Wästergötland. Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar 1910, Bd. XXXII.

Post, Lennart von und Sernander, Rutger, Pflanzenphysiognomische Studien auf einigen Torfmooren in Närke. XI. Intern. Geologkongressen. Guide, Nr. 14. Stockholm 1910.

Sandstede, Heinr., Die Flechten des nordwestdeutschen Tieflandes und der deutschen Nordseeinseln. Abh. naturw. Ver. Bremen 1912, Bd. XXI, H. 1. Bremen 1913.

Schenk, Die fossilen Pflanzenreste, im Handbuch der Botanik, herausgegeben von A. Schenk, Bd. IV. Breslau 1890.

Schimper, W. Ph., Traité de paléontologie végétale ou la flore du monde primitif — — — et la flore du monde actuel. Tome premier. Paris 1869.

Sernander, Rutger, Nagra bidrag till den norrländska kalktuff-floran. Botaniska Notiser för ar 1890. Lund 1890.

Ders., Einige Beiträge zur Kalktuff-Flora Norrlands. Botan. Centralbl. 1891, IV, Bd. XLVIII. Cassel 1891.

Sernander, Rutger und Kjellmark, Knut, Einige Torfmooruntersuchungen aus dem nördlichen Nerike. Bull. of the Geol. Inst. of the Univ. of Upsala, Vol. II (1894—1895).

Sernander, Rutger, Den skandinaviska vegetationens spridningsbiologi. Upsala 1901.

Ders., Om de buskartade lafvarnes hapterer. Botaniska Notiser för år 1901. Lund 1901.

Ders., Om nagra former för art- och varietetsbildning hos lafvarna. Svensk Botanisk Tidskrift, Bd. I. Stockholm 1907.

Ders., De scanodaniska torfmossarnas stratigrafi. Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar 1909, Bd. XXXI.

Ders., Die schwedischen Torfmoore als Zeugen postglazialer Klimaschwankungen. In: Die Veränderung des Klimas seit dem Maximum der letzten Eiszeit. Herausgegeben von dem Exekutivkomitee des 11. internationalen Geologenkongresses. Stockholm 1910.

Ders., Svenska kalktuffer. Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar 1915—1916, Bd. XXXVII—XXXVIII.

Ders., Forna och ãvja. Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar 1918, Bd. XL.

Tubeuf, C. von, Intumeszenzenbildung der Baumrinde unter Flechten. Naturwissenschaftl. Zeitschr. f. Land- und Forstwirtschaft 1906, 4. Jahrg. Stuttgart-Ludwigsburg.

Waldschmidt, E., Die fossile Karstlandschaft bei Elberfeld. Mitteilungen des Bergischen Komitees für Naturdenkmalpflege, H. 1. Elberfeld 1913.

Ant. Kämpfe, Buchdruckerei, Jena.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Flora oder Allgemeine Botanische Zeitung

Jahr/Year: 1918

Band/Volume: 111-112

Autor(en)/Author(s): Sernander Rutger

Artikel/Article: Subfossile Flechten 703-724