

14. Über die spätquartäre Geschichte der Küstengegenden Östergötlands und Smålands.

Von

U. Sundelin.

(Hierzu Pl. X.)

Vorwort.

Der nachfolgende Aufsatz ist eine Zusammenfassung der wichtigsten Resultate einer grösseren Arbeit, die seit einiger Zeit druckfertig vorliegt, deren Veröffentlichung aber wegen der gegenwärtigen hohen Druckkosten vorläufig aufgeschoben werden muss.

Wenn jemand, der sich für die hier erörterten Probleme interessiert, Näheres über die Spezialbehandlung betreffs des einen oder anderen hier angeführten Lokals (vgl. die Übersichtskarte mit dazugehörigen Erklärungen) zu wissen wünscht, stehe ich indessen gern zu Diensten.

Meine Untersuchung umfasst hauptsächlich die von den Ancyclus- und Litorinameeren bedeckten Teile Östergötlands und Smålands von der Gegend Linköpings und Söderköpings im Norden bis zu der Kalmargegend 20 Meilen südlich davon.

Die Feldarbeiten, die durch Unterstützungen der Geologischen Landesanstalt Schwedens und der Stipendienfonds Bjurzons und Liljewalchs ermöglicht worden sind, wurden im Sommer 1914 begonnen und grösstenteils im Spätsommer 1915 und 1916 zu Ende geführt, obwohl auch in den Sommern 1917 und 1918 Ergänzungen gemacht wurden.

Professor H. MUNTHE hat mir liebenswürdig erlaubt, eine von ihm angefertigte, vorher nicht veröffentlichte Karte der grössten Ausbreitung des Ancyclussees und der Isobasen der Ancyclusgrenze in Östergötland und Småland zu publizieren.¹ Dr. phil. ASTRID CLEVE-EULER hat gütigst eine grössere Anzahl Diatomeenpräparate bestimmt. Kand. phil. CARL MALMSTRÖM hat sich die Mühe gegeben, mein Material von *Trapa natans* zu untersuchen und einige schwerbestimmbare Pflanzenreste zu bestimmen.

¹ Auf dieser Karte habe ich auch die untersuchten Lokale und die Isobasen der Clypeus-(Litorina-)grenze, hauptsächlich nach meinen Bestimmungen, ausgezeichnet.

Über die Verschiebungen zwischen Land und Meer in den Küstengegenden Östergötlands und Smålands in spätquartärer Zeit.¹

Über die Landhebung in spätglazialer und früher An-cyluszeit. Hauptsächlich gestützt auf einige von HOLST's Profilen und Beobachtungen aus der Gegend von Kalmarsund (HOLST 1899), hat MUNTHE (1902 und 1904) die Ansicht ausgesprochen, dass das Land sich hier ungefähr im selben Umfang gehoben habe wie heute, während das Klima noch arktisch war, und ferner, dass die Landhebung weiter fortgeschritten sei, sodass die Gegend nicht unbedeutend höher lag als heute (1902, S. 79).

Die Lagerfolge, die den ersteren Schlusssatz stützen konnte, treffen wir in HOLST's Profil von Mossberga, gut 1,5 Meilen nördlich von Kalmar, wo ein *Zannichellia*-führender Sand, der als eine Strandbildung erklärt wurde, unter *Dryas*-führendem Ton 8 m ü. M. getroffen wurde, obwohl in einem Becken, dessen ursprünglich aus Moränen bestehender Passpunkt sich jetzt etwa 10,5 m ü. M. befinden dürfte.² Bei einer erneuerten von mir unternommenen Untersuchung dieses und eines benachbarten Lokales wurde in dem letzteren (Mossberga 2) in der entsprechenden Schicht ungefähr 10 m ü. M. Sand mit *Zannichellia* und *Salix polaris* angetroffen. Nach meiner Auffassung müssen indessen die betreffenden glazialen Sandlager

¹ Bei meinen Niveaubestimmungen bin ich von den Höhenziffern für Seen und andere nivellierte Punkte auf den topographischen Karten des Generalstabs (und den geologischen Karten der Geologischen Landesanstalt Schwedens) ausgegangen. Betreffs der Zuverlässigkeit dieser Ziffern u. dgl. hat der Prof. am Generalstabe KARL D. P. ROSÉN auf mein Ersuchen gütigst folgende Mitteilung gemacht, die ich mit seiner Erlaubnis hier anführe:

»Südlich von einer Linie, die sich ungefähr von Uddevalla nach Öregrund erstreckt, hat das Allgemeine Reichskartenwerk für die erschienenen topographischen und ökonomischen Karten keine Barometerhöhenmessung angewandt.

Die Höhenziffern für Seen in diesem Teile des südlichen Schwedens sind durch Linienabwägung gewonnen und beziehen sich auf die Mittelwasserfläche des Meeres und der Seen. Die Unsicherheit dieser Höhenmasse bezieht sich wahrscheinlich mehr auf die Berechnung der Mittelwasserfläche von Seen als auf diejenige der Mittelwasserfläche des Meeres und beruht nur in geringerem Grad auf dem unvermeidlichen Messungsfehler der Nivellierung. Die Höhenziffern auf dem Lande ohne Dezimalen beruhen auch auf Linienabwägung und sind, wenn sie auf dem Boden sicher identifiziert werden können, korrekter als diejenigen auf der Wasserfläche.»

Hierdurch wird auch das vollständig Unberechtigte in der Kritik dargetan, die gegen meine Arbeit über die Wassergebiete des Stångån und des Svartån gerichtet worden ist, weil ich dort in gewissen Fällen auch von (Fuss-)Ziffern ohne Dezimalen auf den Generalstabskarten ausgegangen bin (G. FRÖDIN, G. F. F. 1918, s. 730, 731).

² Nach einer etwas unsicheren Spiegelabwägung von der Höhenzahl 13.

eher als distale denn als proximale Strandkiesschichten gedeutet werden, die freilich auf verhältnismässig seichtem Wasser ausgeschwemmt wurden, als die umliegenden niederen Osrücken sich in der Wellenlinie befanden, während der darüber liegende wenig mächtige, etwas gyttjaartige Ton, in dem HOLST *Dryas* gefunden hat, meiner Meinung nach am besten als in seichterem Wasser gebildetes Lagunensediment erklärt werden kann, das in den von dem sinkenden baltischen Eissees sich abschnürenden Lagunen abgelagert wurde,¹ in seinem oberen Teil vielleicht auch — in Übereinstimmung mit MUNTHES Erklärung — als eine supramarine, lakustrine Bildung.

Einige Sand- und Kieslager aus tieferen Niveaus ü. M., die als Strandbildungen erklärt wurden, in denen sich aber keine makroskopischen Fossilien fanden, können gut als distale Strandkiesschichten gedeutet werden, die aus einem sinkenden, mehr oder weniger tiefen Wasser ausgeschwemmt wurden.

Man dürfte deshalb aus dem vorliegenden Material nichts anderes schliessen können, als dass die baltische Eissees in der Gegend von Kalmarsund ungefähr auf das Niveau der Mossbergabecken gesunken war, also auf etwa 10 m über dem heutigen Meeresspiegel, während das Klima noch arktisch (oder subarktisch) war — wenn es auch sehr wohl möglich ist, dass der Wasserspiegel des Eismeeres während dieser Zeit noch einige Meter tiefer gesunken war.

Die Auffassung, dass die Landhebung danach weiter fortgeschritten sei, sodass die Gegend nicht unbedeutend höher lag als heute, stützt sich — ausser auf die Sandschichten, die in der eben angegebenen Weise gedeutet werden können — auf das Vorkommen des »schwarzen Randes«, der von HOLST angetroffen und beschrieben worden ist (l. c.). Damit meint er im allgemeinen schwemmtorfartige Torfbildungen, über denen Ton oder Tongyttja lagern, die in den Depressionen der Gegend ganz allgemein vorkommen und die man allgemein als unter der Transgression der Ancylussees entstanden erklärt. Eine nähere Untersuchung der Angaben HOLSTS über den »schwarzen Rand« zeigt indessen, dass in diesem in beinahe allen Lokalen Brackwasser- oder marine Diatomeen angetroffen wurden, und dasselbe gilt nicht selten von den darüber lagernden Ton- und Gytjaschichten.² Das niedrigste Lokal, von dem der »schwarze Rand« angegeben ist, ist das bekannte Auerochsenlokal bei Räkneby (ganz in der Nähe der Mossberga-Lokale), wo er 2 bis 3 m ü. M. vorkommen soll. Hier enthält die unmittelbar auf den »schwarzen Rand« folgende Tongyttja eine ganze Menge von für das Litorinameer typischen Diatomeen. Ich glaubte aus Gründen, die in der speziellen Behandlung (s. Mossberga 2) näher angeführt sind, die Vermutung aussprechen zu dürfen, dass verschiedene Funde aus dem »schwarzen Rand« in der Kal-

¹ Damit harmoniert die Diatomeenflora im Ton (welche eine Arenariaflora ist).

² Über MUNTHES Erklärung des Auftretens dieser Brack- und Salzwasserdiatomeen s. MUNTHE 1902, s. 81.

marsundgegend — von denen man bisher annahm, dass sie von der Transgression der Ancylussee herkommen — von der Transgression des Litorinameeres herrühren können. Möglich ist, dass dies auch von dem eben angeführten niedrigsten Fundort des »schwarzen Randes« bei Räkneby gilt.

Was den schwarzen Rand der von mir näher untersuchten Mossberga-Lokale betrifft, sprechen indessen verschiedene Gründe (vor allem die Pollenflora) mit Entschiedenheit dafür, dass der »schwarze Rand« hier wirklich aus der Zeit der Transgression der Ancylussee und aus noch früherer Zeit stammt. Auch hier kommt indessen eine Anzahl Brackwasserdiatomeen vor, aber diese sind hier teilweise von ganz anderer Art als die in den Ablagerungen des Litorinameeres vorkommenden, während mehrere Arten (*Navicula cryptocephala* v. *veneta*, *N. meniscus*, *Nitzschia Tryblionella*) gemeinsam mit der von mir nachgewiesenen Brackwasserflora in lakustrinen Ablagerungen vorkommen, die aus der borealen Wärmezeit stammen (SUNDELIN 1917, S. 95—96). Auch die übrige Flora im »schwarzen Rand« stimmt in hohem Grade mit derjenigen in den genannten Ablagerungen überein. Es scheint mir deshalb am wahrscheinlichsten, dass der »schwarze Rand« nebst der darunter liegenden Gyttja und Tongyttja in den Mossbergalokalen von einem Binnensee- bzw. Lagunenstadium zwischen der Regression der baltischen Eissees und der Transgression der Ancylussee herrührt, während das Wasser in dem betreffenden See und möglicherweise in der Lagune wegen der grossen Abdunstung, die das boreale Klima erzeugte, schwach salzhaltig war.

Der Meeresspiegel scheint also in der Kalmargegend unter das Niveau der Mossbergabecken gesunken zu sein, etwa 10 m über den heutigen Meeresspiegel. Aber *wie* weit er darunter gesunken ist, kann nicht mit Sicherheit gesagt werden, bevor weitere Untersuchungen angestellt werden.¹

Über den Betrag der Strandverschiebung in spätglazialer und früherer Ancyluszeit weiter nach Norden an der Küste Smålands und Östergötlands geben meine Untersuchungen keine sichere Auskunft.² Wahrscheinlich war er jedoch hier nicht besonders gross, obwohl an verschiedenen Punkten längs des studierten Gebietes Belege dafür erhalten werden, dass eine Regression des baltischen Meeres stattgefunden hat, auf die eine Transgression während dieser Zeit folgte.

Möglicherweise können in gewissen Fällen die Sandlager, die zwischen braunem Bänderthon und blaugrauem (wie der vorige gewöhnlich fossil-

¹ Selbst habe ich mit solchen Untersuchungen begonnen; das Material derselben ist aber noch nicht bearbeitet.

² Das Vorkommen von Stein und Kies an der Grenze zwischen Bänderthon und fossilfreiem blaugrauem Ton ungefähr auf dem Niveau des Meeresspiegels in der Gegend von Västervik (Västerviks-Maren) könnte ev. darauf deuten, dass der Meeresspiegel noch so nördlich während der betreffenden Zeit sich dem Niveau des heutigen Meeresspiegels näherte. Aber ein sicherer Beweis ist das auf jeden Fall nicht.

freiem), vermutlich älterem Ancylostun oder auch ein bis zwei Dezimeter weiter oben in dem letztgenannten (s. z. B. Vispolen) auf verschiedenen Niveaus über dem Meer von der Linköpingsgegend (Roxen) im Norden bis zu der Misterhultsgegend (L. Ramsjön) im Süden getroffen wurden, mit der fraglichen Oszillation des Wassers im Balticum zusammenhängen. Aber sie dürften auch in verschiedenen Fällen als distale Strandkies-schichten erklärt werden können, die auf mehr oder weniger tiefem Wasser während sinkenden Wasserstandes ausgeschwemmet wurden (vgl. S. 202) — jedoch kaum dann, wenn wie im Båtsjön eine deutlich distale Strandschicht meterhoch höher in der Schichtenreihe vorkommt.

Oft ist auch weder eine Sandschicht noch irgendeine Diskordanz im Übergang zwischen den betreffenden Tonlagern beobachtet worden.

Unzweifelhafte Spuren der Oszillation dürften dagegen die etwa 10 cm mächtigen, planktonartigen, grünlichen oder gelblichen Gyttyalager sein, die ich mehrfach im südlichen Teil des Studiengebietes in Seen unter der Ancylostungrenze (A. G.) (aber über der Litorinagrenze (L. G.)) zwischen unterlagerndem fossilfreiem Ton oder Sand und überlagerndem Ancylostun oder Tongyttja (mit *Arenariaflora*) getroffen habe. Solche Gyttyalager sind in einer Anzahl Seen zwischen Misterhult und Oskarshamn beobachtet worden: Trästen 30,3 m ü. M., Fiksjön 24,4, Dunsjön 29,1 und Plottorpsgölen, wahrscheinlich etwa 30 m ü. M. — In allen diesen Lokalen, die sich ungefähr zwischen 70 und 75 % der A. G. (nach MUNTHER) befinden, tritt diese Schicht in vollkommen gleichartiger Weise auf und enthält eine sehr ähnliche Flora, die aus gewöhnlich recht wenig zahlreichen, kosmopolitischen Süßwasserdiatomeen besteht (*Pinnularia*-Arten, *Gomphonema acuminatum*, *Amphora ovalis*, *Fragilaria*-, *Surirella*-, *Stauroneis*-Arten etc. und *Pediastrum Boryanum*). Ein paar mal (Fiksjön, Dunsjön) sind mehrere, obwohl etwas fragmentarische Exemplare von *Campylodiscus echineis* in dem fraglichen Lager angetroffen worden. Möglicherweise sind sie eine Entsprechung der Brackwasserdiatomeen des schwarzen Randes und haben ev. wie diese in den wahrscheinlich abflusslosen Seen gelebt. Denkbar ist indessen auch, dass sie aus baltischen Lagern ausgeschwemmet wurden. (Über die Pollenflora s. weiter unten).

Bemerkenswert ist, dass ich solche Gyttyalager nur im südlichen Teil des Untersuchungsgebietes beobachtet habe. Dies dürfte kaum ein blosser Zufall sein, sondern wenigstens zum Teil damit zusammenhängen, dass die Zone, die bei der Regression des baltischen Eissees bzw. Eismeeres blossgelegt wurde, um bei der Transgression der Ancylostunsee wieder vom Wasser des baltischen Meeres bedeckt zu werden, um so schmaler gewesen sein muss, je weiter nach Norden man kommt.

Nördlich, sogar noch in der Linköpingsgegend, ist indessen die Ancylostunsee über das Land hereingebrochen, wie der von MUNTHER entdeckte Transgressionswall bei Malmslätt beweist (MUNTHER 1916; s. Kärna-Moor). MUNTHERS Ansicht, dass dieser über einem Lagunenmoor auf-

geworfene Strandwall der Grenzwall der Ancylossee bilde, wird auch durch den Fossilieninhalt des von mir untersuchten Torflagers bestärkt, der eine Flora von rel. nördlicher Art zeigt, obwohl u. a. auch Ulmenpollen spärlich vertreten sind. Gewisse Verhältnisse scheinen jedoch davon zu zeugen, dass die Oszillation des Wasserspiegels im Balticum hier verhältnismässig gering war und vermutlich nur einige Meter umfasste.

Ancylogrenze. Leitfossilien der Ancylosablagerungen. Früher¹ wurde eine ganze Gruppe von Diatomeen als besonders charakteristisch für die Ablagerungen der Ancylossee betrachtet. Als zuverlässige »Ancylos-Leitfossilien« wurden z. B. folgende Arten angesehen: *Caloneis latiuscula*, *Campylodiscus Hibernicus*, *Cocconeis disculus*, *Diploneis domblittensis*, *Gyrosigma attenuatum*, *Melosira arenaria* usw. Wie ich in einer früheren Arbeit (1917, S. 34—35) nachgewiesen habe, trifft man indessen im südlichen Schweden dieselbe Diatomeenflora, die ich die *Arenaria*-Flora (nach *Melosira arenaria*) genannt habe, gut entwickelt in den Lagunenablagerungen grösserer wie kleinerer Seebecken, die vom Zusammenhang mit dem baltischen Meer während seines Eisseestadiums isoliert worden sind, bis gegen die baltische Grenze (B. G.) hinauf. Gewisse hierhergehörige Arten wurden sporadisch noch höher angetroffen.

Von den für die Ancylossee für charakteristisch gehaltenen Diatomeen dürfte nur eine Art, nämlich *Eunotia Clevei*, in den Lagunenablagerungen der baltischen Eissees fehlen. Diese Art, die man recht häufig subfossil in den Ancylosablagerungen Finnlands und Nordschwedens trifft,² ist seltener in Südschweden aufgezeichnet worden. Südlich vom Motala Ström ist sie bis jetzt nur von zwei Lokalen in der Gegend von Loftahammar mitgeteilt worden (GAVELIN 1904, S. 86—89), von denen das eine Lokal — Rödögöl — sich 22 m ü. M. befindet.³

Durch meine Untersuchungen ist sie subfossil noch an einigen andern Lokalen im südlichen Schweden konstatiert worden, nämlich in den Seen Vispolen 41 m ü. M. und Emten 30 m ü. M. zwischen Söderköping und Valdemarsvik und Knappekullagölen 30,6 m ü. M., Rammen 26,1 m ü. M., dem Ravenäsmeer 24,5 m ü. M. zwischen Valdemarsvik, Ukna und Tryserum und von ein paar Seebecken in der Gegend von Misterhult: Lilla Ramsjön 3 bis 4 m ü. M. und Götmaren⁴ in einer Schicht ca. 6 m unter dem Meeresspiegel.

Der letztgenannte Ort ist das südlichste der bis jetzt bekannten Lokale. In den Küstengegenden von Schonen, Blekinge und dem südlichsten Småland, wo besonders durch HOLSTs Arbeiten zahlreiche Untersuchungen

¹ S. MUNTHE 1895, G. ANDERSSON 1896, HOLST (und CLEVE) 1899, LINDBERG 1916 u. a.

² S. HAMBERG 1906, S. 36, SANDEGREN 1915, S. 42, HALDEN 1916, S. 167.

³ Überdies ist sie bei Norsholm in Östergötland (MUNTHE 1895), aus Gottland (MUNTHE 1893, S. 123) und der Vänerngegend bekannt (HOLST 1899, S. 44—45).

⁴ Bei Emten und auf letztgenanntem Lokal nach A. CLEVE-EULER's Bestimmung.

der subfossilen Diatomeenflora angestellt wurden, ist die Art nicht gefunden worden.¹

In sämtlichen bei meinen Untersuchungen neugefundenen Lokalen gehört *Eunotia Clevei* den jüngsten prä-litorinalen oder den ältesten litorinalen Ablagerungen an.

Dies stimmt vollkommen mit früheren Funden überein. Schon aus dem bekannten Skattmansöprofil von Uppland, das 1893 von NATHORST beschrieben wurde (S. 558—59), wie aus dem Norsholmsprofil von Östergötland, beschrieben von MUNTHE 1895 (S. 26—27), ging hervor, dass *Eunotia Clevei* den genannten Ablagerungen angehörte. Und sämtliche später beschriebenen Funde sowohl von Finnland, wo H. LINDBERG (1911 S. 321 u. ö.) diese Art des Vorkommens mit Schärfe hervorhebt, wie diejenigen aus Schweden haben bestätigt, dass die Art an die jüngsten Ancyclus- oder die ältesten Litorinaablagerungen gebunden ist.

Hieraus folgt indessen, dass auch *Eunotia Clevei* bei der Feststellung der Ancyclusgrenze (A. G.) nicht angewendet werden kann, wenngleich sie ein Leitfossil der jüngsten Ancyclus- oder der ältesten Litorinaablagerungen ist.²

Dies ist aber von geringer Bedeutung, wenigstens was Östergötland und Småland betrifft, da es möglich gewesen ist, der hier durch Transgressionswälle nicht selten markierten Ancyclusgrenze zu folgen, die vor kurzer Zeit von Prof. MUNTHE aufgeklärt worden ist.

Wie die mir gütigst zur Verfügung gestellte Karte zeigt, sinkt die A. G. allmählich von 75 à 76 m ü. M. in der Gegend von Linköping und Söderköping nördlich bis ungefähr 20 m ü. M. in der Gegend von Kalmar in dem südlichsten Teile meines Untersuchungsgebiets.

Regression des Balticums beim Übergang zwischen der Ancyclus- und der Litorinazeit. Sofern der »schwarze Rand« im Auerochsenlokal bei Ryssby, worauf gewisse Verhältnisse zu deuten scheinen (s. S. 197, 198), bei der Transgression des Litorinameeres und nicht, wie bisher angenommen wurde, bei derjenigen der Ancyclussee ausgebildet worden ist, würde hier ein Beleg dafür vorliegen, dass die Regression der Ancyclussee in der Kalmargegend bis auf den heutigen Meeresspiegel oder ev. noch tiefer gereicht hätte. Bevor weitere Untersuchung ausgeführt sind, dürfte es indessen zu früh sein, sich mit Bestimmtheit darüber auszusprechen.

¹ CLEVE bei NATHORST 1893, S. 559 gibt an, dass *Eunotia Clevei* auch bei Åsnen im småländischen Hochland, hoch über der B. G. angetroffen worden sei. Dies beruht jedoch offenbar auf einer Verwechslung. In der angeführten Quelle (Beskr. till geol. kartbl. Huseby 1877, S. 20—21) ist die Art nicht angeführt.

² *Eunotia Clevei* ist, wie von anderen Forschern hervorgehoben wurde, offenbar aus dem Osten nach Schweden gekommen. — Lebend ist die Art mit Sicherheit nur aus einer seichten Bucht des Suomenvedenpohja bei Viborg bekannt, obwohl sie vermutlich auch in Ladoga vorkommt (CLEVE-EULER 1911, S. 457).

Der nördlichste Punkt längs der Ostküste, wo eine Transgression des Litorinameeres mit Sicherheit konstatiert worden ist, ist Ramsås, 7 km nördlich von Mönsterås, wo der Litorinagrenzwall auf Torf ruht (MUNTHE und HEDSTRÖM S. 117). — Dieses Lokal habe ich näher untersucht. Der sehr schön ausgebildete Grenzwall, dessen Kamm nach MUNTHE sich ca. 19 m ü. M. befindet und in dessen unterem Teil ich Brackwasserdiatomeen gefunden habe, u. a. *Campylodiscus clypeus*, deckt hier ein Lagunenmoor, das durch Zusammenwachsung einer Lagune gebildet wurde. Das Liegende des Torfs und der Gytjtja wird aus von der Luft beeinflusstem, verwittertem Sand und Kies (sog. »Kavelbacke») gebildet, dessen Oberfläche sich etwa 3 m tiefer befindet als der Kamm des Walles. Der Meeresspiegel muss also hier unter das 16 m. Niveau gesunken sein, bevor die wenigstens einige Meter umfassende Transgression begann.

In Skrikaängen, 2 Meilen nördlicher (4 km westlich von PÅskallavik), habe ich ein von einer beinahe metertiefen Tongyttja mit u. a. spärlichem *Campylodiscus clypeus* überlagertes kleines Waldmoor ca. 13—14 m ü. M. gefunden, welches wahrscheinlich aus der Zeit unmittelbar vor der Litorinatransgression herzurühren scheint. Da das Brackwasser des Litorinameeres, wie ich gefunden (S. 220), hier mit Sicherheit etwa 20 m über den heutigen Wasserspiegel gereicht hat, scheint also hier der Meeresspiegel beim Übergang zwischen der Ancyclus- und Litorinazeit unter das 13 m-Niveau gesunken zu sein, um dann bei der Litorinatransgression wenigstens etwa 7 m zu steigen.

Weiter nördlich habe ich dagegen nichts finden können, was unzweideutig eine Transgression des Litorinameeres darlegt. Gewisse Verhältnisse in der Gegend von Västervik scheinen indessen dafür zu sprechen, dass hier eine geringere Oszillation des Meeresspiegels beim Übergang zwischen den bez. Meeresstadien stattgefunden hat.

Nördlich von der Västerviksgegend kommen freilich an mehreren Stellen Sand- und auch Kies- und Steinlager auf der Grenze zwischen gewöhnlichem erodiertem, mehr oder weniger vollständig fossilfreiem Ancyclus- oder baltischem Eismeerton und der litorinalen Tongyttja vor (z. B. im Måsebomoor, dem Gladhammars-Maren, dem Kvenarn), aber diese müssen zweifelsohne als distale Strandkiesschichten erklärt werden, die in den äussersten Schären auf mehr oder weniger tiefem Wasser nach vorausgegangener Tieferosion ausgeschwemmt wurden, als die in der Nähe liegenden Anhöhen in die Wasserlinie zu kommen begannen (vgl. LEIVISKÄ 1905; HÄYRÉN, HÖGBOM 1905, HALDEN 1917), während das darüber liegende feinkörnige »Viksediment» (HALDEN) sich auf seichterem Wasser gebildet hat, als der offenere Fjord zu einer geschützteren Bucht überging.

Solche Sand- und Kiesschichten habe ich nicht selten, besonders auf Niveaus nahe der Brackwassergrenze — z. B. beim Strålängen, Emten, Ravenåsmoor, Rötslagölen — als diskordantes Lager zwischen mehr oder weniger fossilfreiem älterem baltischem Ton und darüber lagerndem jün-

gerem *Ancyluston* oder *tonggyttja* gefunden, mit der dafür typischen reichen Entwicklung einer *Arenariaflora*, nicht selten mit *Eunotia Clevei*; diese Schicht geht nach oben ohne Spur von Diskordanz in petrographisch ähnliches Brackwassersediment über.

Wenn man, wie ich früher versucht habe, diese Kiesschichten nicht als distalen, sondern als proximalen Strandkies erklären will, der sich in der Wasserlinie während einer vermuteten Regression, bzw. Transgression des Meeresspiegels beim Übergang zwischen der *Ancylus-* und *Litorina-*zeit bildete, zwingt das zu der Annahme, dass die transgredierende »Litorinawelle« süßes oder doch beinahe süßes Wasser besass, noch als sie das Transgressionsmaximum erreichte, ja sogar noch später, da die einen äusserst schwachen Salzgehalt andeutende *Mastogloia*assoziation auf höheren Niveaus ü. M. in den baltischen Ablagerungen angetroffen wird als die eine augenscheinlichere Salzigkeit bezeugende *Clypeus*assoziation.¹

Ich glaube indessen diese Auffassung aufgeben zu müssen, besonders seit ich letzten Sommer Gelegenheit hatte das Lokal aufs neue eingehend zu untersuchen, das scheinbar die stärksten Beweise lieferte: das Ravenäsmoor, wo die Kiesschicht auch reichlich Holzreste enthielt. Durch mehrere Grabungen wurde nämlich dabei konstatiert, dass nicht die geringsten Verwitterungsphänomene in oder unter dem Sand (der übrigens an einigen Stellen fehlt) verspürt werden konnten, welche die angedeutete Hypothese hier fordern müsste. Die vom Sandlager markierte Diskordanz zeigte im Gegenteil alle Spuren davon, dass sie auf mehr oder weniger tiefem Wasser ohne jeden Einfluss der Luft entstanden ist.

Obwohl also eine ganze Reihe von Profilen auf höheren Niveaus im Litorinagebiet Östergötlands und im nördlichen Småland sich in Übereinstimmung mit der genannten Hypothese erklären lassen (so z. B. ausser dem Ravenäsmoor, der Emten und Rammen, das Hedamoor usw.), dürften sie doch einfacher und auch richtiger ihre Erklärung als distale Strandkiesschichten finden, die auf grösserer oder geringerer Wassertiefe in den äussersten Schären ausgeschwemmt wurden, welche Tiefe ich auch in verschiedenen Fällen ziemlich genau mit Hilfe der Pollen- und Diatomeenflora fixieren konnte² (s. z. B. das Ravenäsmoor, das Måsebobecken, den Gladhammars-Maren).

Für die Richtigkeit dieser Auffassung spricht vor allem die Übereinstimmung mit den oft vorkommenden, zweifellos distalen Strandkiesschichten auf niedrigeren Niveaus (z. B. im Måsebomoor, dem Kvenarn

¹ Die Vermutung HALDEN's (1917, S. 177), dass die Ursache für das Vorkommen der *Mastogloia*grenze auf höherem Niveau als die *Clypeus*grenze, darin liegen sollte, dass die *Clypeus*flora sich langsamer verbreitete als die *Mastogloia*flora (wie Formen, die eine grössere Tiefe bevorzugen, überhaupt), scheint mir wenigstens für Östergötland und Småland wenig glaublich, u. a. weil hier *Campylodiscus clypeus* so gut wie überall diejenige Brackwasserart ist, die — abgesehen von den *Mastogloien* — am höchsten reicht.

² Teilweise aus denselben Gründen wie HALDEN 1917, z. B. S. 44.

usw.), wo in der Regel direkt über ihnen ein litorinales Brack- oder Salzwassersediment lagert, ferner in gewissem Grade auch das Fehlen einer zweiten Sandschicht.¹

In derselben Richtung spricht der Umstand, dass ich in den Gegenden nördlich von der Västerviksgegend nirgends irgendwelche Spuren von suprabaltischen Ablagerungen unter den Litorinasedimenten gefunden habe, was man erwarten müsste, wenn eine Transgression stattgefunden hätte, mit Rücksicht auf die sehr zahlreichen Schichtenreihen, die gerade auf den kritischen Niveaus um die Brackwassergrenze studiert wurden (s. z. B. die Valdemarsviksgruppe). Es müsste beispielsweise in tieferen Becken innerhalb eines angenommenen Transgressionsgebietes eine Gytjtjaschicht aus dem interbaltischen Seestadium vorkommen, die von ruhigeren Sedimentationsverhältnissen zeugt, wie dies in Becken der Fall ist, die blossgelegt und vom Wasser des Balticums in der Ancycluszeit wieder bedeckt wurden (s. S. 199). — Aber etwas derartiges ist nirgends gefunden worden.

Zusammenfassend kann also gesagt werden, dass in Östergötland nach allem zu urteilen gar keine Transgression des Litorinameeres vorgekommen ist, ebensowenig in den nördlichsten Teilen der Smålandsküste. Erst in der Gegend von Västervik beginnen sich gewisse, jedoch unsichere Spuren einer geringeren Oszillation beim Übergang von der Ancyclus- zur Litorinazeit zu zeigen. Bemerkenswert ist auch, dass aus dieser Gegend wie weiter südlich keine Brackwasser-*Mastogloien* (nur die oft in Süßwasserablagerungen vorkommende *Mastogloia Dansei*) über der Clypeusgrenze getroffen wurden. Erst in der Gegend von Påskallavik und Mönsterås trifft man augenscheinliche Spuren einer Litorinatransgression, die in der Påskallaviksgegend wahrscheinlich wenigstens etwa 7 bis 8 m betragen zu haben scheint. — In der Kalmargegend scheinen gewisse, immerhin noch nicht genügend untersuchte Ver-

¹ HALDEN führt aus, dass »feinkörnige Sedimente, die nicht mehr unter dem Wasserspiegel des Balticums stehen . . . zwei einigermaßen gleichartige Schichten von größerer Korngrösse zeigen müssen, um Niveauszillationen andeuten zu können« (l. c., S. 12). Dazu möge folgendes bemerkt werden. Ich habe selbst gelegentlich mächtige Schichtenreihen von feinkörnigen Sedimenten bis auf den Bänderton hinunter durchbohrt, die nicht mehr unter dem W.-sp. des Balticums stehen, ohne irgend eine Sandschicht zu entdecken. Es scheint auch a priori gegeben, dass nicht immer distale Strandkiesschichten in allen Teilen eines Fjordgrundes zur Ausbildung gelangen (vgl. das Ravenäsmoor!), indem mehrere Faktoren wie die Erdarten und die topographische Beschaffenheit, die Schnelligkeit der Strandverschiebung, die Exponierung u. a. darauf einwirken. Ist eine Transgression vorgekommen, so ist es überdies sehr wohl denkbar, dass diese in vielen Fällen vollständige Abrasion der leicht zerstörbaren Buchtsedimente mit sich brachte, die über einer distalen Strandkiesschicht vorkamen, während aufs neue gebildete »Bucht-sedimente« vielleicht erhalten bleiben, weil ev. die Regression schneller vor sich ging als die Transgression. — Es ist also auf jeden Fall nicht gesagt, dass feinkörnige Sedimente, die nicht mehr unter dem W.-sp. des Balticums stehen und die nur eine oder ev. keine Sandschicht besitzen, beweisend dafür sind, dass Niveauszillationen *nicht* vorkamen.

hältnisse möglicherweise dafür zu sprechen, dass die Regression in später Ancycluszeit den Wasserspiegel des Balticums ungefähr auf das heutige Meeresniveau herabgesetzt hat, bevor die Litorinatransgression, bei der der Meeresspiegel 15 bis 16 m darüber gestiegen ist, ihren Anfang nahm (s. S. 201; vgl. MUNTHER 1902).

Es kann in diesem Zusammenhang bemerkt werden, dass ein gewisses gegensätzliches Verhältnis herrscht hinsichtlich des Auftretens der Litorinaablagerungen auf beiden Seiten des bottnischen Meeres einerseits, wo sie von LINDBERG und HALDEN studiert wurden, und in den von mir untersuchten Küstenstrecken der Ostsee andererseits, indem in den erstgenannten Gebieten, und besonders dem norrländischen, die litorinalen Brackwasserablagerungen selten — und dann nur auf höheren Niveaus (s. LINDBERG 1911, S. 322—323; HALDEN 1917, S. 177) — von Süßwasserablagerungen mit einer Ancyclusseediatoomeenflora unterlagert sind, während dieses Verhältnis in dem letztgenannten Gebiete äusserst gewöhnlich ist, auch auf niedrigen Niveaus über Meer. So kommt eine schön ausgebildete Arenariaflora unter einer 4 bis 5 m mächtigen litorinalen Brackwasserablagerung auf nur ein paar Meter Höhe über Meer schon in der Valdemarsvikgegend (Danebosjön) vor,¹ während in der Gegend von Misterhult eine ähnliche Flora, die auch *Eunotia Clevei* enthält, ca. 6 m unter dem Wasserspiegel des Meeres angetroffen wird. Über diesem Süßwassersediment lagern 7 bis 8 m litorinale Brackwasserablagerungen (Götmaren).

Diese Verschiedenheit dürfte zusammenhängen teils damit, dass die Ancyclussee in Norrland und Finnland anfangs (wegen der Nähe des Landeises) kälteres Wasser und somit eine ärmere Flora als bei den Küsten von Östergötland und Småland gehabt hat, teils damit dass die Landhebung innerhalb der erstgenannten Gebiete schneller als innerhalb der letztgenannten vor sich gegangen ist (A. G. höher im Verhältnis zur L. G. im ersteren als im letzteren Falle).

Die litorinale Brackwassergrenze (Clypeus-, Mastogloiagrenze usw.). Während MUNTHER die Ancyclusgrenze durch das ganze von mir studierte Küstengebiet von der Kalmargegend bis Söderköping und Linköping hat verfolgen können, hat er die Litorinagrenze nicht mit Sicherheit weiter nach Norden festsetzen können als bis in die Gegend von Mönsterås. Während das Litorinameer von hier aus nach Süden bei seinem höchsten Stand vielerorts gut ausgebildete Grenzwälle längs der Küsten des südlichen Småland, Blekinge und Schonen hinterlassen hat, scheint es also nördlich von der genannten Gegend keine solchen Spuren zurückgelassen zu haben, die auf eine Transgression oder einen längeren Stillstand des Brackwasserspiegels deuten.

¹ Diese Flora dürfte jedoch hier kaum autochtonen Ursprungs sein, da sie auf einigen 10 Meter tiefem Wasser eingebettet worden sein muss. Dass sie eine Bildung aus der Übergangszeit zwischen der Ancyclussee und dem Litorinameer ist, geht u. a. aus der Pollenflora hervor.

Hier leistet uns die subfossile Diatomeenflora eine unschätzbare Hilfe bei der Fixierung des Niveaus, welches das salzige oder Brackwasser des Litorinameeres erreicht hat. Ich habe auch versucht, auf verschiedenen Punkten längs der ganzen Küste dieses Niveau zwischen so enge Grenzen einzuschliessen, als die Lage der nivellierten Seen oder Moore zugelassen hat — eine Methode die in den Arbeiten von HOLST (1899), MUNTHE (1894 b. u. a.) und LINDBERG (1911, 1916 u. a.) preliminär angegeben und angewendet worden ist, die aber zuerst von HALDEN (1916, 1917) planmässig durchgeführt worden sein dürfte. Ich habe auch in der Hauptsache dieselben Prinzipien befolgt wie der letztgenannte Verfasser, wenn ich auch beim einen oder andern Punkt nach etwas abweichenden Gesichtspunkten verfahren bin.

Wie schon in anderem Zusammenhang erwähnt wurde, begegnet man in Östergötland und im nördlichen Småland denselben Verhältnissen, die HALDEN (1917, S. 177) im nördlichen Helsingland nachgewiesen hat: Die *Mastogloien*, die vom schwächsten Brackwasser zeugen (*M. elliptica* mit *v. punctata*, *M. Smithii* mit *vv. amphicephala* und *lanceolata*, *M. baltica*, *M. Braunii*) werden auf höheren Niveaus ü. M. getroffen als der mehr salzforndernde *Campylodiscus clypeus*, m. a. W. die Mastogloia-grenze liegt über der Clypeusgrenze.

HALDEN (1916, S. 225) hat in Helsingland die Litorinagrenze mit der Mastogloia-grenze identifiziert und glaubte durch die Fixierung der ersteren die letztere zu bestimmen. — Da indessen teils die Mastogloia-grenze schwer zu bestimmen ist, sowohl wegen der Unansehnlichkeit der Arten, wie auch weil diese auf höhern Niveaus äusserst sparsam vorkommen, teils die Kontaktprobe mit den fraglichen *Mastogloien* nicht ohne weiteres beweisen dürfte, dass das Litorinameer das genannte Niveau erreicht habe,¹ habe ich es für geeigneter gehalten, die Clypeusgrenze als die eigentliche litorinale Brackwassergrenze zu betrachten. Diese ist viel leichter zu fixieren dank der Grösse und leichten Identifizierbarkeit von

¹ Weil *Mastogloia elliptica* im Sörsjön 113 m ü. M. selten angetroffen wird, im Ståltjärn 115 m ü. M. dagegen nicht — es sind dies zwei kleine Seen im nördlichen Helsingland — glaubt HALDEN, die L. G. auf 114 m ü. M. fixieren zu können (l. c.). Dagegen kann indessen angeführt werden, teils dass die unansehnliche *Mastogloia elliptica* sich selten auch im Ståltjärn finden kann (und ev. noch höher), ohne dass sie in die untersuchte Probe zu geraten brauchte, teils dass die fragliche Art frühzeitig während der Wärmezeit in einige Seen eingewandert zu sein scheint. Sie ist nämlich sogar ziemlich allgemein in Schichten aus dieser Zeit in einem kleinen Seebecken des småländischen Hochlandes über der baltischen Grenze angetroffen worden (SUNDELIN 1917, S. 270). Wenn man deshalb, wie HALDEN in dem angeführten Fall, Proben aus der Kontaktzone zwischen den baltischen und den darüber liegenden limnischen Sedimenten genommen hat, ist es wenigstens denkbar, dass *Mastogloia* zu den letztgenannten gehörte. Diese letzte Einwendung fällt indessen weg, wenn man — wie ich auch in der Regel getan habe — die zur Bestimmung der Brackwassergrenze berechneten Proben (nicht aus dem Kontakt selbst, sondern) aus rein baltischen Sedimenten holt, die unmittelbar unter dem Isolierungskontakt liegen.

Campylodiscus clypeus, und weil diese gewöhnlich auf einmal ziemlich allgemein aufzutreten pflegt. Überdies beweist sie einen unzweifelhaften, wiewohl verhältnismässig noch geringen Salzgehalt des Wassers, nach Erfahrungen aus der Gegend (OSTENFELD) wenigstens 0,05 %.

Dass indessen die fraglichen *Mastogloia*-Arten, wenn sie in baltischen Sedimenten vorkommen, wirklich eine beginnende schwache Salzigkeit des Wassers des Balticums indizieren, dürfte unzweifelhaft sein. Auch sind sie Vorläufer der eigentlichen Brackwasserflora, nicht nur regional, sondern oft genug auch in den Spezial- (= Punkt-)Profilen, wo sie eine Übergangszone zwischen der reinen Süßwasserflora und der Brackwasserflora markieren (s. z. B. Danebosjön, Rötstagölen, Götmares). Zu dieser Übergangszone gehört auch die nun verschwindende *Eunotia Clevei* und die nun auftretende *Nitzschia scalaris*, die sich auch sowohl regional wie in den speziellen Fällen auf ähnliche Weise verhält wie die *Mastogloien*. Die erstgenannte dürfte jedoch eigentlich der jüngsten Ancylussee angehören und ihre eigentliche Blütezeit liegt unmittelbar vor der »Mastogloia-periode«, obwohl sie reliktiertig noch bis in die »Clypeuszeit« gedauert haben mag (s. Emten, L. Ramsjön). — Das höchstgelegene Lokal, in der sie angetroffen wurde, ist der Vispolen zwischen Söderköping und Valdemarsvik, ursprünglich etwa 41 m ü. M., wo sie allgemein vom Isolierungskontakt an bis beinahe 1 m darunter vorkam. In einer Probe unmittelbar unter dem Kontakt, kam sie spärlich noch zusammen mit der hier selten auftretenden *Nitzschia scalaris* vor. Ihr am tiefsten gelegener Fundort ist, wie schon gesagt, der Götmares in der Gegend von Misterhult, wo sie in einer Schicht 6 m unter dem Wasserspiegel d. M. vorkam, unmittelbar unter dem mächtigen Litorinalager. *Mastogloia elliptica* v. *punctata* ist in der Valdemarsvikgegend ungefähr auf gleicher Höhe gefunden worden wie *Eunotia Clevei*, nämlich unmittelbar unter dem Isolierungskontakt im Lillsjön 41,6 m ü. M. (auch im Lovisebergsgölen 37 bis 38 m ü. M.).

Die Clypeusgrenze trifft man in derselben Gegend, wie aus zahlreichen Untersuchungen hervorzugehen scheint, zwischen 36 und 37 m ü. M. Die Clypeus-Flora ist also in mehreren (= allen untersuchten) Seen mit einem Niveau von ungefähr 30 m gefunden worden, in höchster Lage im Lövdalensjön, urspr. ca. 36 m ü. M., während sie im Lovisebergsgölen 37 bis 38 m ü. M. und noch höher keine Spuren hinterlassen hat.

Sucht man die Brackwassergrenze von der Valdemarsvikgegend nach Süden zu verfolgen, so zeigt es sich, dass sie im grossen gesehen sukzessiv gesunken ist. — In der Gegend von Gamleby, 3 bis 4 Meilen südlich von der Valdemarsvikgegend fehlen jegliche Spuren von Brackwasseranschlag im Hedamoor, urspr. ca. 37 m ü. M. (in exponierter Lage unter dem schön ausgebildeten Ancylusgrenzwall), ebenso im Rummen, urspr. ca. 35 m ü. M. und im Perlebogölen 36,2 m ü. M. Ein paar im schwächsten Brackwasser gewöhnliche, aber auch in süßem Wasser vor-

kommende *Mastogloien*, *M. Grevillei* und *M. Dansei*, sind freilich in den baltischen Sedimenten dieser Seen getroffen worden.

Erst im Ryven, urspr. 30—31 m ü. M., ist eine schwache Brackwasserart, *Navicula rhynchocephala*, die ungefähr denselben Salzgehalt fordern dürfte wie die Brackwasser-*Mastogloien*, in wahrscheinlich baltischen Lagern gefunden worden.

Im Becken des nahegelegenen Borsjöns ca. 25 m ü. M. begegnet schon eine Diatomeenflora von marinem Gepräge mit *Rhabdonema* und *Paralia sulcata* etc. — Wegen Mangel an geeigneten abgewogenen Seen habe ich hier die Clypeus-Grenze nicht genauer bestimmen können, aber sie liegt sicher dem Niveau des Ryven näher als demjenigen des Borsjön, wahrscheinlich 28—29 m ü. M.

In der Gegend von Västervik—Gladhammar, ein paar Meilen südlicher, findet man die Clypeus-Flora in schöner Ausbildung im Becken des Rötstagölen 19 m ü. M. und des Kattgöls 20,5 m ü. M. erhalten, während sie dagegen im Lilla Yxgöl 27,9 m, dem Vrängen 28,2 m und dem Holmsjön 32,7 m ü. M. fehlt.¹ Die Verhältnisse im Kattgöl scheinen zu zeigen, dass das Brack- oder Salzwasser einige Meter über die Passhöhe des Sees gereicht hat, weshalb man annehmen kann, dass die Clypeus-Brackwassergrenze sich auf einem Niveau von ungefähr 25 m befindet.

Weiter 3—4 Meilen südlicher, in der Gegend von Misterhult—Figeholm, habe ich eigentümlich genug einen deutlichen Brackwassereinschlag ebenso hoch gefunden, nämlich im Jemserumssjön 24,9 m ü. M., indem hier *Mastogloia Braunii*, *M. elliptica*, *Anomoeoneis sculpta*, *Campylodiscus echineis* und selten *Nitzschia scalaris* in einer Probe vorkamen, die gleich unter dem Isolierungskontakt genommen wurde. — Dagegen konnte kein litorinaler Brackwassereinschlag in dem ungefähr auf demselben Niveau gelegenen Fiksjön entdeckt werden und ebensowenig im Dunsjön 29,1 m ü. M. und dem Trästen 30,3 m ü. M.²

In der Gegend von Påskallavik, ein paar Meilen südlicher, habe ich den Brackwassereinschlag auf dem höchsten Niveau im Tjuståsasjön gefunden, dessen ursprüngliche Höhe etwa 20 m ü. M. beträgt, wo eine Probe vom Isolierungskontakt neben Süßwasserarten ziemlich allgemein das Brackwasserplankton *Melosira Borreri* (neben *Nitzschia scalaris*) enthielt. Dagegen sind keine Brackwasserformen in den ungefähr auf demselben Niveau gelegenen Sandhultsjön und Grönsjön angetroffen worden.

Im unteren Teil des schön ausgebildeten Litorinagrenzwalles bei Ramsås, $\frac{1}{2}$ Meile südlich von Mönsterås, 2 Meilen südlich von den letzt-

¹ Von den *Mastogloien* ist nur *M. Dansei*, die keinen Salzgehalt des Wassers beweist, in den baltischen Lagern dieser Seen angetroffen worden.

² Im Alesjön 18,4 m ü. M. und dem Götén 14,3 m ü. M. in derselben Gegend sind gleichfalls keine Brackwasserarten angetroffen worden, was möglicherweise damit zusammenhängt, dass diese Seen, die nur Erweiterungen des Abflusses sind, von Wasserläufen durchflossen sind, wahrscheinlich aber auch damit, dass die Untersuchung allzu flüchtig ausgeführt wurde.

genannten Seen, habe ich endlich *Campylodiscus clypeus* mit andern Brackwasserarten angetroffen. Der Kamm des Walles befindet sich hier nach MUNTHE ca. 19 m ü. M.

Diese Bestimmungen der Clypeus Brackwassergrenze in den Küstengegenden Östergötlands und Smålands machen keinen Anspruch auf absolute Korrektheit, indem künftige Untersuchungen vielleicht im einen oder andern Punkt daran rütteln werden. Aber im grossen gesehen dürften sie mit den wirklichen Verhältnissen nahe übereinstimmen. Dass lokale Einflüsse, speziell ausfallende Wasserläufe verrückend (= niederpressend) auf die Bestimmungen eingewirkt hätten, ist kaum anzunehmen, da meine Beobachtungen in der Regel von mehreren Lokalen derselben Gegend und von Seebecken mit geringem Zufluss herrühren. Meine Erfahrungen haben übrigens gelehrt, dass auch in eingeschlossenen Buchten des Litorinameeres, wo starke Wasserläufe einmündeten, die *Clypeus*-Flora zur Entwicklung gelangt ist, oder wenigstens einige litorinale Spuren in der Diatomeenflora sich bemerkbar gemacht haben (s. z. B. Roxen).

Die Brackwassergrenze in der Linköpingegend.

Wendet man sich von dem zuerst behandelten nördlichen Teil der Küstenzone zwischen Söderköping und Valdemarsvik gegen Westen zu den Seen der Gegend von Linköping, so werden die Verhältnisse verwickelter. Teils hat die tiefe, von vielen Schären geschützte Bucht des Litorinameeres, die sich zum Roxen und daran vorbei erstreckte, ein stark gesüsstes Wasser durch die hier ausmündenden wasserreichen Flüsse erhalten, vor allem durch den Motala Ström, aber auch durch die Stångå, Svartå u. a. Teils hat in diesen Gegenden unter der Yoldiaperiode eine Invasion von schwächeren Brackwasserdiatomeen stattgefunden, welche sich in einigen Binnenseen teilweise angepasst und fortgelebt zu haben scheinen wegen der Salzkonzentration des Wassers derselben, die eine Folge des warm-trockenen Klimas der borealen Wärmezeit war. Möglicherweise hat die eine oder andere dieser Arten ein kümmerliches Leben in der Ancylussee selbst fristen können. Nach H. LINDBERG (1911, S. 344 u. a.) sollte *Campylodiscus echineis*, der ein paar mal in finnischen Ancylusablagerungen angetroffen wurde, eine solche in der Ancylussee persistierende Brackwasserart sein. Selbst habe ich diese Art in sicheren Ancylusablagerungen nicht gefunden, wohl aber in einer Lagunenablagerung des Baltischen Eissees (SUNDELIN 1917, S. 213 und 223) und wie schon erwähnt ein paar mal, vielleicht sekundär, in lakustrinen Ablagerungen, die älter sind als der Maximistand der Ancylussee. Die Art hat sich also im Balticum und ev. in einigen Binnenseen aus der Yoldiaperiode gefunden. Offenbar ist indessen, dass die fragliche Art erst in der Litorinaperiode unter optimale Lebensbedingungen gekommen ist in dem baltischen Meer, in dem sie zuerst in sicheren Litorinasedimenten in grösserer Menge auftritt. Oft kommt sie hier zusammen mit *Campylodiscus clypeus* vor, aber nicht selten scheint sie eine vikariierende Rolle für diesen zu spielen.

In den wahrscheinlich beim Übergang von der baltischen Eissees zum Yoldiamer isolierten Seen Rengen, Järnlunden und Åsunden ca. 85 m ü. M. zwei bis drei Meilen südlich von Linköping, sind in borealen oder Lagunenablagerungen u. a. folgende schwachen Brackwasserarten angetroffen worden: *Amphora commutata*, *Gyrosigma Spencerii*, *Nitzschia Tryblionella*, *Synedra affinis*, welche ihren Ursprung wahrscheinlich vom Yoldiamer herleiten (l. c., S. 94—96, 217). Im Rödstenssjön urspr. ca. 71,5 m ü. M. in derselben Gegend, ungefähr auf dem Niveau der Ancy-lusgrenze, ist in wahrscheinlich bei oder vor der Isolierung gebildeter Tongyttja *Gyrosigma Spencerii* gefunden worden. In dem nahegelegenen Teden urspr. ca. 63 m ü. M. wurde in teilweise ev. baltischer, teilweise sicher limnischer Tongyttja mit der reichsten Pollenflora der Wärmezeit (neben *Trapa natans*) *Campylodiscus echineis*, *Nitzschia scalaris*, *N. spectabilis* v. *americana*, *N. Tryblionella* und in dem in der Nähe gelegenen Svinstadsjön 55 m ü. M. in den entsprechenden Schichten genau dieselbe Artkombination gefunden, wozu noch *Gyrosigma Spencerii* kommt. *Campylodiscus echineis* und *Nitzschia scalaris* kamen auch in den subborealen, lakustrinen Lagern des Roxen vor. Möglich ist, dass die genannte Artkombination bei der Isolierung vom baltischen Meer in die Seen hereingekommen ist; was speziell die zuletzt erwähnten Seen betrifft, so ist dies zweifellos der Fall gewesen. Bei den andern Seen könnte man auch an eine Einwanderung nach der Isolierung (durch Seevögel, Fische usw.) in das durch die Einwirkung der Wärmezeit schwach salzige Wasser der Seen denken. — Inwieweit der Salzungsprozess des baltischen Meeres bei Einbruch der Litorinazeit begonnen hat, als der Meeresspiegel schon auf dem Niveau des Teden stand, ist deshalb sehr ungewiss. Freilich stimmt dies mit MUNTHERS hypothetischer Verlegung der L. G. (MUNTHER 1910, Tafel 46), scheint aber schwerlich mit meinen Erfahrungen von der Küstenzone nach Osten in Einklang gebracht werden zu können. — Eine Clypeusgrenze dürfte indessen auch in der Linköpinggegend vorkommen, obwohl ich wegen des Fehlens von geeigneten abgewogenen See- oder Moorbecken dieselbe leider nicht näher fixieren konnte. *Campylodiscus clypeus* ist indessen gleich unter dem Isolierungskontakt im Roxen 32,7 m ü. M. (neben *Surirella striatula* u. a.) in einer durch massenhaftes Auftreten von *Campylodiscus echineis* charakterisierten Assoziation repräsentiert. — Bemerkenswert ist, dass beim Profil des Roxen, das eine mehr als 5 m mächtige baltische Tonablagerung durchschneidet, diese durch und durch von einer Mischung von Süß- und spärlich schwachen Brackwasserdiatomeen charakterisiert wird wie z. B. *Amphora commutata*, *Nitzschia Tryblionella*, *Campylodiscus echineis*, welche schon im unteren Teil vorkommen, wo die edle Laubholzflora nur durch wenige *Ulmus*-Pollen repräsentiert wird. Erst gegen die Zeit der Isolierung erreicht die Brackwasserflora eine reichere Entwicklung. Wahrscheinlich, wenn auch nicht sicher, ist, dass die schwache Brackwasserflora auf dem Boden der Ablagerungen (die ungefähr dieselbe ist wie im Teden und Svinstadsjön)

der Litorinazeit zuzuschreiben ist — aber in diesem Fall deren frühesten Periode.

Nur gelegentlich sind auch einige ausgeprägtere Salzwasserdiatomeen in die Litorinaablagerungen der Linköpinggegend eingebettet worden, so *Cocconeis scutellum* im Roxen (MUNTHER 1895, S. 164) und eine *Cocconeidiscus* Art, wahrscheinlich *C. septentrionalis* im Becken des Landsjön, urspr. ca. 36 m ü. M. (Weiter hierüber im Nachtrag zu diesem Aufsatz).

Regionale Neigung der Clypeusgrenze. Aus dem Angeführten geht hervor, dass wie ich gefunden habe die Clypeusgrenze oder im allgemeinen die Grenze, welche ein unzweifelhaft salziges oder Brackwasserbalticum erreicht hat, in Östergötland und dem nördlichen Småland ziemlich tiefer liegt, als man bis jetzt in der Regel angenommen hat, im nördlichen Teil, der Söderköping—Valdemarsvikgegend, 10 bis 15 m tiefer als MUNTHERS extrapolierten Werte (MUNTHER 1910, Tafel 46), obwohl die unbestimmtere Mastogloia-grenze hier einige Meter höher liegt. Etwas besser stimmen meine Werte für die genannte Grenze mit DE GEERS Isobasensystem der L. G.; er scheint dieselbe (1896) 5 bis 10 m tiefer verlegt zu haben als MUNTHER in der fraglichen Gegend.

Je weiter nach Süden man kommt, um so weniger unterscheiden sich indessen meine Werte der Clypeus-Brackwassergrenze von MUNTHERS (und DE GEERS) berechneten Werten der L. G. Und in der Gegend von Mönsterås — dem nördlichsten Punkt, von dem der L. G.-Grenzwall sicher bekannt ist — fällt die Clypeusgrenze mit dem genannten Grenzwall zusammen.

Die Neigung der Clypeus-Brackwassergrenze auf der 8 Meilen langen Strecke von der Söderköping- bis zur Västervikgegend, die einigermaßen gleichartig zu sein scheint, beträgt, wie aus dem Gesagten hervorgeht, ungefähr 15 m, was einem Gradient von ca. 1,9 m per Meile entspricht. Die Neigung dieser Strecke (die der Ausdehnung des Stromgebietes der Stångån in N—S Richtung entspricht) stimmt sehr nahe mit der von MUNTHER für die L. G. berechneten überein (s. SUNDELIN 1917, S. 87).

Von der Västervikgegend bis zur Misterhultgegend — eine Strecke von 3 bis 4 Meilen — scheint dagegen keine oder so gut wie keine Neigung vorzukommen, während auf der ca. 5 Meilen langen Strecke von der Misterhult- bis zur Mönsteråsgegend eine Neigung von ca 5 m, d. h. ca 1 m per Meile, sich bemerkbar macht. Auf dem beinahe ebenso langen Stück nach Kalmar ist die hier von Grenzwallen markierte, von MUNTHER untersuchte Neigung der L. G. unbedeutend grösser.

Der Umstand, dass die Brackwassergrenze zwischen der Västervik- und Misterhultgegend nicht zu sinken scheint (was kaum auf unvollständigen Beobachtungen beruhen kann), hat seine Ursache möglicherweise darin, dass die Landhebung gewissermaßen faltenartig vor sich gegangen ist, wie es BOBECK (1917, S. 496) für Schonen angenommen hat. Die Västervik—Misterhult-Gegend würde also eine Faltenmulde zwischen den

nördlich und südlich davon beginnenden langgestreckten Faltensätteln bilden.

Wie überhaupt die Landhebung in den innern Teilen des Landes grösser gewesen sein dürfte als an den Küsten (s. z. B. l. c.), so dürfte auch die Linköpinggegend sich mehr als die Söderköpinggegend gehoben haben (vgl. MUNTHE 1910, DE GEER 1896). Dadurch würde sich ev. der Brackwassereinschlag im Teden 63 m ü. M. erklären. Sofern dieser Einschlag aus derselben Zeit stammt wie die Ausbildung der Clypeusgrenze weiter nach Osten, würde dies indessen eine Ungleichförmigkeit in der Landhebung zwischen der Söderköping- und Linköpinggegend voraussetzen, die einem Gradienten von 6 bis 7 m per Meile entspricht. Eine so grosse Ungleichförmigkeit der Landhebung seit dem Beginn der Litorinazeit ist jedoch sicher nicht vorgekommen; dem widerspricht auch die Lage des Ancylusgrenzwalles, der sich in der Söderköping- und Linköpinggegend nach MUNTHE ungefähr auf derselben Höhe befindet (s. die Übersichtskarte). Sofern die Teden-Brackwasserformen wirklich bei der Isolierung des Sees in denselben gekommen sind, was zum wenigsten zweifelhaft ist, dürfte dies lange vor der Ausbildung der Clypeusgrenze und vermutlich auch vor der Bildung der unbestimmten Mastogloiangrenze geschehen sein.

Gesichtspunkte betreffend die Ausbildung der Brackwassergrenze. Was die Ausbildung der Brackwassergrenze betrifft, mögen hier ein paar Gesichtspunkte hervorgehoben werden. Wenn meine Auffassung richtig ist, dass die Nordgrenze der »Litorinatransgression« ungefähr in der Västervikgegend zu finden ist, so folgt daraus, dass die Brackwassergrenze nördlich und südlich von dieser Gegend nicht synchron ist, sofern die Einwanderung der Clypeusflora vor dem Transgressionsmaximum im südlichen Schweden geschehen ist. Sie muss nämlich in diesem Falle nördlich von der genannten Gegend früher ausgebildet worden sein als südlich davon. Man könnte dann auch erwarten, dass die Brackwassergrenze im nördlicheren, von der Transgression nicht betroffenen Teil des Gebietes mit grösserem Gradient steigen würde als im südlichen. Es hat sich denn auch gezeigt, dass dies der Fall ist, indem, wie aus dem oben Angeführten hervorgeht, der Gradient nördlich von der Västervikgegend beinahe doppelt so gross ist wie südlich davon, auch wenn man von der Lücke zwischen Västervik und Misterhult absieht, wo der Gradient 0 zu sein scheint.

Wie C. AURIVILLIUS (S. 18—20) gezeigt hat, geht das salzigste Wasser in der Ostsee heute in Form von Unterströmen südlich und östlich von Gottland (weil die Unterwasserbänke zwischen Öland und Gottland diesen Weg sperren) und von da nach der Mündung des finnischen Meerbusens. Erst von hier drängen die salzigen Unterströme nach der schwedischen Küste vor. Ähnlich dürften die Verhältnisse beim Beginn der Litorinazeit gewesen sein, und dies im Verein mit den zahlreichen Süsswasserflüssen (vor allem dem Motala Ström), die längs der Küste

Östergötlands und des nördlichen Smålands eingefallen sind, dürfte die Ursache gewesen sein, dass es längere Zeit dauerte, bis die Oberflächenschichten der Ostsee in dieser Gegend einen nennenswerten Salzgehalt erhielten, als z. B. bei Gottland oder dem südlichsten Schweden und Dänemark. Dagegen könnte man sich denken, dass die Bedingungen für das Auftreten der Clypeusflora im grossen gesehen längs der Küste Östergötlands und Smålands ungefähr gleichzeitig eingetreten sind, weshalb ein grösserer Zeitunterschied bei der Ausbildung der Grenze in dem Gebiet kaum in Frage kommen dürfte.

Wann die Clypeusgrenze im Verhältnis zum Transgressionsmaximum sich ausbildete, oder anders ausgedrückt, wann das Oberflächenwasser einen Salzgehalt erhalten hat, der ca. 5 ‰ übersteigt, ist vorläufig schwer näher zu präzisieren. Die bedeutend grössere Neigung der Clypeusgrenze im Norden von der Västervikgegend als im Süden dürfte indessen teilweise damit erklärt werden, dass sie sich einige Zeit vor der Erreichung des Transgressionsmaximums ausbildete. In gewissem Grade dürfte das bewusste Verhältnis aber auch damit zusammenhängen, dass die Landhebung im nördlichen Teil des Gebietes schneller vorgegangen ist und länger gedauert hat als im südlichen. (Vgl. S. 220).

Nach der Landsenkung in der Litorinazeit, die also nur den südlichen Teil des studierten Gebietes betroffen haben dürfte, während ihr im nördlichen Teil vielleicht eine zufällige Arretierung der Landhebung entsprach, hat die Landhebung nach allem zu urteilen ununterbrochen bis heute, wenn auch mit wechselnder Schnelligkeit, gedauert.

Anknüpfung der Landhebungsstadien mit den archäologischen Perioden. Ein paar Anknüpfungspunkte zwischen gewissen Landhebungsstadien und bestimmten archäologischen Perioden bieten ein paar interessante Wohnplatzfunde aus der Steinzeit. — Der älteste ist ein von mir untersuchter und beschriebener Steinzeitwohnplatz¹ oder besser die Wohnplätze beim See Emten, etwa 7 km nördlich von Valdemarsvik, zwischen 35 und 40 m ü. M., auf dem Niveau der Clypeusgrenze. Die vielen Steinäxte, die hier gefunden wurden, gehören zum Teil der primitiven Art von Steinbeilen an, die EKHOLM (S. 5 ff.) Ramsjötypus genannt hat, nach ihrem Vorkommen im Ramsjö-Wohnplatz in Uppland, gelegen bei 82 % der L. G. nach MUNTHERS Bestimmung. Sie bilden das älteste Wohnplatzstadium, wie auch die ältesten Spuren von Menschen in Uppland. — Der Ramsjöwohnplatz gehört nach EKHOLM (l. c., S. 18) einem frühen Teil der ersten Periode der jüngeren skandinavischen Steinzeit an, die nach MONTELIUS die Zeit 5000—3000 v. Chr. umfassen soll. — Abgesehen von dem von ARNE (1905) beschriebenen Åby—Fyrbondegårdsfund aus dem Inneren von Östergötland, der aus der letzten Periode der älteren nordischen Steinzeit herkommen soll, sind diese Wohnplätze auch in Östergötland die ältesten, die man kennt. Wie der Ramsjöwohnplatz sind sie, wie ihre Lage beweist, sicher Uferwohnplätze auf dem Vorsprung

¹ In einem im Druck befindlichen Aufsatz.

zwischen zwei Meeresbuchten gewesen. Sie sind also ungefähr gleichzeitig mit der Clypeusgrenze oder m. a. W. mit der ältesten Periode des Litorinameeres.

Einen andern Anknüpfungspunkt bieten die von ALMGREN und T. NERMAN untersuchten Säterwohnplätze am Bråviken (ALMGREN 1906, S. 30; B. NERMAN 1911, S. 10). Der untere von diesen, der ein typischer Uferwohnplatz ist mit Seehund etc., reicht mit seiner unteren Kante bis 25 m ü. M. hinunter. Diese Wohnplätze gehören der Ganggräberzeit (2500—2000 v. Chr.) an. — Da die Säterwohnplätze ca. 5 Meilen nördlich vom Wohnplatz in der Valdemarsvikgegend liegen, muss man, wenn man die absolute Landhebung zwischen den beiden Wohnplatzperioden beispielsweise in der Valdemarsvikgegend erhalten will, Rücksicht darauf nehmen, dass die Landhebung seit der Ganggräberzeit beim Bråviken grösser war als beim Valdemarsviken. Nach meiner Erfahrung vom Järnlunden und Åsunden, einige Meilen westlich, dürfte die ungleichförmige Landhebung seit der Ganggräberzeit auf dieser Strecke auf etwa 1 m per Meile geschätzt werden können (vgl. SUNDELIN 1917, S. 87). Der Meeresstrandlinie während (eines fortgeschrittenen Stadiums) der Ganggräberzeit in der Valdemarsvikgegend dürfte also ein um 5 m tieferes Niveauentsprechen als beim Bråviken, also ca. 20 m ü. M.

Die Schnelligkeit der absoluten Landhebung in der Valdemarsvikgegend. Die absolute Landhebung in der Valdemarsvikgegend während der Zeit zwischen dem Entenwohnplatzstadium, das einem frühen Teil der 1. Periode des nordischen Steinalters angehört, und dem Säterwohnplatzstadium, das der Ganggräberzeit angehört, dürfte also etwas mehr als 15 m betragen haben. Da zwischen den genannten Stadien ein Zeitraum von etwa 2,000 Jahren verflossen sein dürfte, muss die jährliche Landhebung während dieser Zeit im Mittel 0,75 m in hundert Jahren betragen haben. Unter dem Säterwohnplatz ist weiter (ALMGREN l. c., S. 24 und 31) ein grosses schönes Bronzemesser auf einem steinigen Vorsprung, 13 m ü. M., gefunden worden, das der 5. Periode des Bronzealters (900—700 v. Chr. nach MONTELIUS) angehört. — Da nach ALMGREN das Bronzemesser wahrscheinlich nicht am Uferand selbst niedergelegt worden ist, dürfte die gleichzeitige Strandlinie sich vermutlich wenigstens etwas niedriger befunden haben, vielleicht 10 bis 12 m ü. M., während diejenige in der Valdemarsvikgegend noch etwas niedriger gewesen sein muss.

Wie aus dem Profil vom Danebosjön hervorzugehen scheint, ist dieser See gerade zur Zeit der subatlantischen Klimaverschlechterung isoliert worden (s. S. 235), auf einem um ca. 9 m höhern Meeresniveau als dem heutigen, als etwa 24 % der Landhebung nach der Ausbildung der Clypeusgrenze übrig war. Stellt man diese beiden Beobachtungen zusammen, so findet man, dass es vortrefflich mit der zuerst von SERNANDER (1895) ausgesprochenen Auffassung übereinstimmt, nach der die subatlantische Klimaverschlechterung beim Übergang vom Bronze- zum Steinalter eingetroffen ist.

Von der Ganggräberzeit (dem späteren Teil) bis zum Übergang zwischen dem Bronze- und Eisenalter, einer Zeit von etwa 1,500 Jahren, hat sich das Land in der Valdemarsvikgegend also ca. 11 m gehoben, was einer Landhebung von ca. 0,73 m in hundert Jahren entspricht — also ungefähr ebensoviel wie unter dem älteren Teil der Litorinazeit.¹

Bei Slätbaken, auf dem Felsenvorsprung südlich von Killingholmen, findet sich neben ein paar Bautasteinen, von denen der eine Runen trägt, ein Grabfeld aus der Eisenzeit, das nach Antikvar Dr. B. SCHNITTGER, der es auf meine Bitte gütigst untersucht hat, aus der Wikingerzeit (800—1050 n. Chr.) stammt. Der niedrigste von diesen Grabhügeln lag nach einer von mir ausgeführten Spiegelabwägung ca. 5,5 m über dem Meeresspiegel. Da das Grab ganz sicher nicht ganz am Wassersaum angelegt wurde, wo es bei Sturm vom Wasser überspült worden wäre, kann man annehmen, dass der gleichzeitige Meeresspiegel wenigstens ein bis zwei Meter tiefer oder schätzungsweise etwa 4 m über dem heutigen Meeresspiegel gelegen war.

Diese Ziffer stimmt gut damit überein, dass gewisse von SCHNITTGER (1909) geschilderte interessante lose und feste Mittelaltersfunde aus Söderköping zu zeigen scheinen, dass der Meeresspiegel um das Jahr 1300 hier 2 oder eher 3 m höher stand als heute (l. c., S. 25—26). — In der 3 Meilen südlicher gelegenen Valdemarsvikgegend dürfte das gleichzeitige Meeressniveau sich etwas tiefer befunden haben im Verhältnis zum heutigen oder approx. 2 m ü. M.

Von der Zeit des Klimawechsels, d. h. vom Beginn des Eisenalters bis ungefähr zum Jahr 1300, also während ungefähr 1,800 Jahren, hat die Landhebung in der Valdemarsvikgegend etwa 7 m betragen oder ca. 0,39 m in hundert Jahren, während unter den darauf folgenden 600 Jahren eine Landhebung von ca. 2 m oder 0,33 m per Jahrhundert stattgefunden hat.

Die Landhebung in der Valdemarsvikgegend scheint also in subatlantischer und rezenter Zeit nur etwa um die Hälfte so rasch vor sich gegangen zu sein als während dem Stein- und Bronzealter.

Die Schnelligkeit der absoluten Landhebung in der Västervikgegend. In der Västervikgegend, ungefähr 5 Meilen südlicher, lag die Clypeusgrenze ca. 25 m ü. M., während der Klimawechsel in dieser Gegend eingetroffen zu sein scheint, als der Meeresspiegel etwa 6 m höher stand als heute (s. S. 235), was ungefähr demselben Prozent der Clypeusgrenze entspricht wie in der Gegend von Valdemarsvik. Nimmt man an, dass sich die mit der Ramsjö-Entenkultur gleichzeitige Clypeusgrenze etwa 4000 v. Chr. ausgebildet hat, so hat die Landhebung bis

¹ Die niedrigsten der schönen Felsenzeichnungen (meistens Schiffe) in Himmelstalund bei Norrköping, die vom S. K. H. Kronprinzen beschrieben wurden (Meddel. från Österg. Fornm.-fören. 1904), liegen nach einer von mir gemachten Spiegelabwägung etwa 27 m ü. M. und beziehen sich also offenbar nicht auf eine gleichzeitige Meeressstrandlinie, wie dies in Uppland der Fall zu sein scheint (ERIKSSON 1913).

zum Klimawechsel, ca. 500 Jahre v. Chr. also etwa 19 m betragen, was ca. 0,54 m per Jahrhundert entspricht, während die Landhebung nach dem Klimawechsel im Mittel ca. 0,25 m per Jahrhundert beträgt, d. h. wie in der Valdemarsvikgegend etwa halb so viel wie vor demselben.

Ungefähr dieselbe Landhebung scheint nach HOLMSTRÖM (S. 84) noch heute stattzufinden, indem die heutige jährliche Landhebung am nördlichen Vorsprung Ölands (der ungefähr der Misterhultgegend auf dem Festland, d. h. 2 bis 3 Meilen südlich von der Valdemarsvikgegend, entspricht) gemäss einer 23 jährigen, täglichen Beobachtungsserie 2,3 mm beträgt, also 0,23 m per Jahrhundert, während das Land sich bei Kalmar in 42 Jahren 0,60 cm gehoben haben soll, also mit einer sekulären Landhebung von nur ca. 1,5 cm.

Die Vegetation in Relation zu den Landhebungsstadien und dem Wechsel des Salzgehaltes im Meere.

Die subfossile Pollenflora. Vor allem durch L. VON POSTS letzte Arbeiten (1916 a, b, c) hat die Bedeutung der subfossilen Pollenflora für die Entzifferung der Vegetation vergangener Zeiten die Aufmerksamkeit auf sich gezogen und lebhafte Diskussion geweckt (s. G. F. F. Bd. 38, S. 384 ff.; Bd. 41, S. 89 ff.)

Wohin auch diese Diskussion schliesslich führt, sicher dürfte sein, dass die grosse Bedeutung der Pollenanalysen bereits fest steht, was auch von dem ersten Kritiker der Methode unbedingt anerkannt wird (HESSELMAN 1919, S. 92). — Doch muss gesagt werden, dass gegenwärtig eine »Übersetzung« der Pollenanalysen aus verschiedenen Gründen (z. B. unserer geringen Einsicht in die pollenerzeugende Fähigkeit der verschiedenen Baumarten bzw. die wechselnden Verbreitungsmöglichkeiten der Pollenarten) unsicher ist.

Noch dürfte deshalb das Sammeln von Material aus heutiger und verflossener Zeit und der Nachweis von Gesetzmässigkeiten im Auftreten des Pollens notwendiger sein als eine Übersetzung dieser beinahe überall in der Natur vorkommenden Schrift. Ich werde mich auch hauptsächlich auf die erstere Aufgabe beschränken, wenn auch gewisse Andeutungen über die Richtung, in welcher nach meiner Auffassung die Erklärung gehen muss, nicht übergangen werden können.

Will man die Zusammensetzung der subfossilen Pollenflora in den Küstengegenden während verschiedener Perioden der »postarktischen« (v. POST, l. c.) Zeit untersuchen, so kann man zwei Methoden anwenden. Entweder kann man die Pollenflora in den auf jedem Punkt jüngsten baltischen Sedimenten von verschiedenen Landhebungsstadien in derselben Gegend und in den Transgressionsgebieten auch in supramarinen, interbaltischen Sedimenten untersuchen, oder auch kann man Probeserien von

auf niedrigen Niveaus über dem Meer gelegenen mächtigen baltischen Ablagerungen durchgehen, die sich im besten Fall von der ganzen oder einem grösseren Teil der »postarktischen« Zeit herschreiben. Jede Methode hat ihre Nachteile und Vorteile, und sie können einander gewissermassen komplettieren. So ist bei der erstgenannten »regionalen Methode« die Pollenflora mehr von lokalen Einwirkungen und Abweichungen auf den verschiedenen Punkten beeinflusst und eine Vergleichung zwischen der Pollenflora von verschiedenen Punkten deswegen weniger zuverlässig, während bei der »tiefgehenden Methode« die lokalen Wechselungen wesentlich neutralisiert werden, weil die Pollensedimentation wenigstens eine längere Zeit in einem gewissen Abstand vom Lande vor sich gegangen ist und weil der »Mutterwald« des Pollenregens, was die Lage betrifft, wahrscheinlich die ganze Zeit hindurch im grossen und ganzen derselbe war.

Die »tiefgehende Methode« hat dagegen die Schwäche, dass möglicherweise eine gewisse »Läuterung« des Pollens hat vorkommen können wegen des verschiedenen Vermögens der einzelnen Pollenarten, sich weiter oder weniger weit zu verbreiten. Dies dürfte speziell für die ältesten Ablagerungen gelten. Dadurch dass man Lokale in der Nähe von hochgelegenen Gebieten wählt, die sich die ganze Zeit als waldbekleidete Inseln oder Vorsprünge aus dem Meer erhoben, dürfte indessen dieser Faktor eine geringere Rolle spielen. Auch ist es begreiflicherweise schwerer oder unmöglich, bei den »tiefgehenden« Analysen die verschiedenen Phasen direkt in Beziehung zu bestimmten Landhebungsstadien zu setzen. Von einer gewissen Bedeutung ist dagegen, dass man bei den »tiefgehenden« Profilen eine bessere Möglichkeit hat, die Pollenflora und ihre Wechselungen mit der Diatomeenflora und ihren Veränderungen zu vergleichen.¹

Untersucht man zuerst die Pollenflora in baltischen Sedimenten auf hohen Niveaus über der Ancyclusgrenze, welche also aus dem Baltischen Eisseer oder — im Norden — auch aus dem spätglazialen Meer isoliert wurden, so findet man von den gewöhnlichen Bäumen und Büschen nur Birke, Kiefer und Weide repräsentiert und die Pollen der Birke auffallend reichlich, im Dockgöl und Toten ungefähr ebenso zahlreich wie die Kieferpollen, im Ekenässjön bis 94 %. Im letztgenannten Lokal kam

¹ Die Pollentabellen sowohl als die Pollendiagramme, die die Veränderungen der Pollenflora anschaulich zeigen, sind hauptsächlich nach denselben Grundsätzen wie bei L. v. POST (1916 a, b, c) konstruiert worden. Ich habe jedoch wie HALDEN (1917) beim Ausrechnen der Pollenfrequenz der Baumarten das Erlenpollen ausgeschlossen, weil die Erle besonders in den Küstengegenden zu dem Strandgebüsch gehört und nicht an der Konkurrenz mit den übrigen Baumarten teilnehmen dürfte, und weil das Erlenpollen durch seine bisweilen sehr grosse Menge das Analysenresultat verrücken würde.

Die Frequenz des Erlenpollens und des *Corylus*-Pollens (das in gewissen Fällen von *Myrica* herrühren dürfte) und in einigen Fällen auch Pollen von *Salix* u. a. sind in Prozent der Pollensumme der (übrigen) Baumarten ausgerechnet worden (in Übereinstimmung mit L. v. POST 1916 a, b, c, aber im Gegensatz zu HALDEN 1917, der in Prozenten der ganzen Pollensumme der Bäume und Sträucher gerechnet hat).

überdies sogar reichlich eine in spätglazialen und frühen Ancyclusablagerungen nicht selten vorkommende Pollenart vor, die ich noch nicht identifizieren konnte, und die ich deswegen *x-Pollen* (Fig. 1) nenne. Es ist ausgezeichnet durch besonders grosse, vorspringende, gleichsam angeheftete Poren, 3—5 an der Zahl und in etwas wechselnder Weise gruppiert, wie die Figuren zeigen, meistens jedoch in Übereinstimmung mit *a—d*. Die Farbe ist blassrot bis hellbraun, die Grösse übertrifft diejenige des Birkenpollens um ein wenig. — In *Dryas*-führender wahrscheinlich baltischem Lagunenton bei Mossberga im südlichsten Teil des Gebietes ist das *x-Pollen* ebenfalls neben der Birken-Kieferflora angetroffen worden. Die Frequenz des *x-Pollens* steigt indessen hier gegen die Grenze bis zum »schwarzen Rand«, wo sie 14 % der Baumpollensumme beträgt, während es im obern Teil des »schwarzen Randes« zum letzten Mal in ein paar Prozent begegnet. Bei Mossberga 2 tritt das fragliche Pollen plötzlich in der Gytjtja auf, ein paar Dezimeter unter dem »schwarzen Rand« in nicht weniger als 49 % der Baumpollensumme und kommt sporadisch auf der

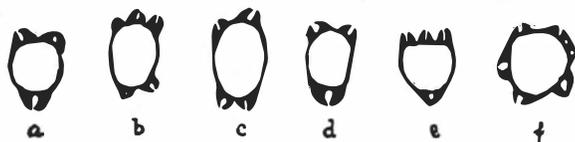


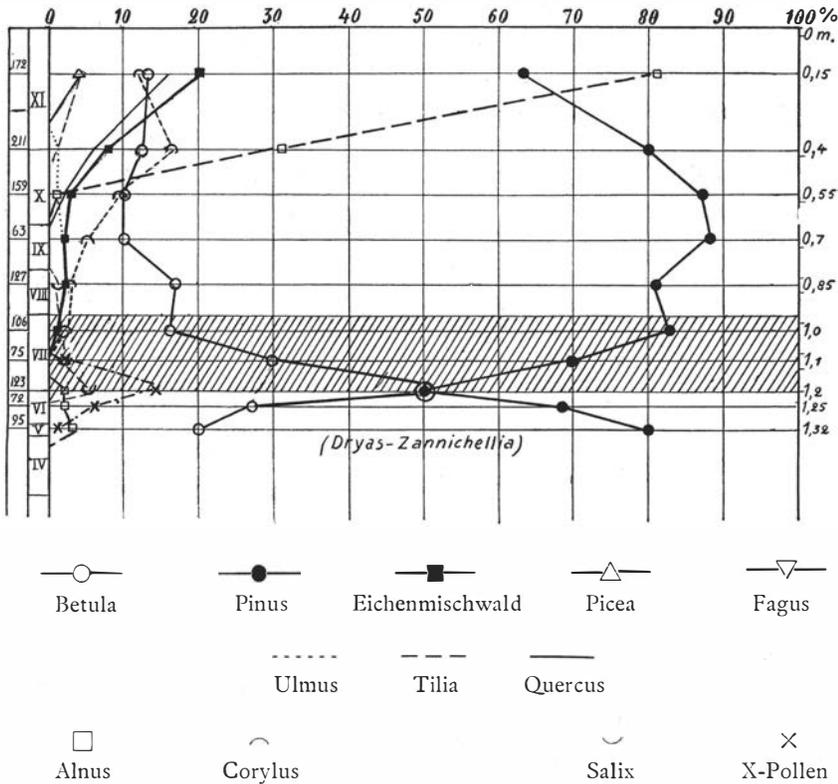
Fig. 1. X-Pollen (vom Ekenässjön, Trästen, Mossberga).

Grenze zwischen dem »schwarzen Rand« und dem darüber liegenden Ton vor. Auf dem Niveau mit der hohen *x-Pollen*frequenz trifft man hier auch 6 % *Hippophaë*-Pollen und 1 % *Alnus*-Pollen, das dann verschwindet und erst im obersten Teil des Profiles sich wiederfindet. Auch bei Mossberga 1 kommt auf dieselbe Weise Erlenpollen in 2—3 % auf denselben Niveaus vor wie das *x-Pollen*, um dann mit diesem zu verschwinden.

Im »schwarzen Rand« oder gleich unter demselben in den Mossbergalokalen, der hier ohne Zweifel eine frühe Ancyclusablagerung ist, trifft man auch *Ulmus*-Pollen in 1 % (vgl. überdies Fig. 2).

Ähnlich ist die Pollenflora in verschiedenen andern entsprechenden Bildungen weiter nördlich, nämlich in den Binnenseegyttjen, die während einer suprabaltischen Periode in verschiedenen Becken gebildet wurden, welche später wieder von dem transgredierenden Ancyclussee bedeckt wurden; dasselbe gilt von dem Värnamoor unter dem Ancyclusgrenzwall in der Nähe von Linköping. Auch hier dominieren Birken und Kiefern vollständig, die Birke gelegentlich in höherer Frequenz als die Kiefer, obwohl auch selten Pollen von *Alnus* (Värnamoor), *Ulmus* (Trästen, Fiksjön) und in der Regel *Corylus* (ev. *Myrica*) angetroffen werden. *X-Pollen* ist auch in einigen dieser Lokalitäten getroffen worden (Dunsjön, Fiksjön).

Geht man von oben regional nach unten zu den jungen Ancycluslagern, die aus der Regressionsperiode des Ancyclussees stammen und nicht selten durch *Eunotia Clevei* ausgezeichnet sind, und der von dieser schwerlich abgrenzbaren *Mastogloia*-Zone, die den Übergang zum eigentlichen Litorinagebiet bildet, so findet man, dass das Kiefernpollen weit über das Birkenpollen dominiert, aber überdies einen ebenmässigen, wenn auch niederen Gehalt — kaum mehr als etwa 5 % — an Pollen der edeln



(Das schattierte markiert den »schwarzen Rand«).

Fig. 2. Pollendiagramm vom Mossberga 1.

Laubholzbäume, worunter nun auch Linde und Eiche repräsentiert sind, obwohl das Ulmenpollen noch die erste Rolle spielt (Vispolen, Hedamoor, Perlebogölen, Holmsjön etc.).

Auch zahlreiche tiefgehende Profile aus den Gegenden unterhalb der Clypeusgrenze und besonders auf Niveaus, die unmittelbar darunter liegen, längs der ganzen Küstenstrecke zeigen eine ähnliche Pollenflora in den unmittelbar unter den Brackwasserlagern gelegenen, oft *Mastogloia* oder *Eunotia Clevei* führenden Arenariaschichten. Der Gehalt an edeln Laubholzpollen kann hier bis 8 und 9 % steigen, aber gewöhnlich ist er niedri-

ger (Enten, Ravenäsmoor, Grissjön, Lillsjön, Lovisebergsgölen, Lövdalensjön, Knappekullagölen usw.). In einem Fall (Tjutingen) sind in der *Mastogloia*-Zone keine edeln Laubholzpollen getroffen worden, wohl aber *Alnus* und *Corylus*. — Das x-Pollen kommt nun zum letzten Mal im Dunsjön und Jemserumsjön vor — im letztgenannten Becken sogar ziemlich allgemein (13 % der Baumpollensumme) — in baltischer Tongyttja, die aus der Mastogloiaperiode stammt und worin der Pollengehalt der edeln Laubholzflora (mit Eiche) 2 % beträgt. Nirgends ist es später in wirklichen Litorinalagern gefunden worden. Dagegen ist es einmal sporadisch in subatlantischen Lagern beim Roxen beobachtet worden.

Die Pollenflora in frühen Litorinalagern, d. h. in dem nördlichen, von der Transgression nicht betroffenen Teil des Gebietes, in den jüngsten baltischen Sedimenten auf den nächsten Metern unter der Clypeusgrenze ca. 100—85 % ihrer Höhe ü. M., zeigen die Pollen der edeln Laubholzbäume im allgemeinen 5—10 % (Lövdalensjön, Kyrksjön etc.), obwohl die Frequenz in einem Fall 22 % erreicht hat (Knappekullagölen). — Im südlichen, von der Transgression betroffenen Teil des Gebietes zeigt die Pollenflora in den Mooren unter dem L.-G.-wall eine verhältnismässig niedrige Frequenzziffer der edeln Laubholzpollen, im Ramsäsmoor nicht mehr als 5 % und in einigen von L. v. POST untersuchten Proben von Mooren unter dem L.-G.-wall weiter im Süden in der Kalmargegend nicht mehr als 7 % (L. v. POST 1916 c, S. 454). In dem wahrscheinlich von Litorinatoren überlagerten Torf im Skrikaängen in der Påskallavikgegend 5 bis 6 m unter der L.-G. erreicht indessen die fragliche Pollenfrequenz 11 %.

Die eben angeführten Verhältnisse sprechen dafür, dass die Ausbildung der Clypeusgrenze im nördlichen, von der Litorinatransgression nicht betroffenen Teil des Gebietes nicht viel älter sein kann als die von Wällen markierte Transgressionsgrenze im südlichen Teil und dass die Clypeusflora nicht besonders lange Zeit vor dem Transgressionsmaximum eingewandert sein kann.

Im ganzen Küstengebiet nördlich von der wahrscheinlichen Transgressionsgrenze in der Västervikgegend trifft man dann die reichste Entwicklung der Pollenflora des Eichenmischwaldes auf Niveaus, die zwischen ca. 85 % und ca. 35 % der Clypeusgrenze fallen. Auf den höheren Niveaus (z. B. Enten) spielt oft das Lindenpollen eine hervortretende Rolle (vgl. L. v. POST 1916 c, S. 462). In den zwischen diesen Grenzen befindlichen jüngsten baltischen Ablagerungen variiert der Pollengehalt der edeln Laubholzflora, wie meine zahlreichen Diagramme und Tabellen zeigen, in der Regel zwischen 10 und 20 %, obwohl er gelegentlich, besonders zur Zeit der Isolierung der resp. Seebecken, 20—30 % und ausnahmsweise einen noch höhern Prozentsatz erreicht. In der Valdemarsvikgegend haben wir so den grössten Prozentsatz im Rammen, 26 m ü. M. bei ca. 70 % der Clypeusgrenze, wo die edle Laubholzflora 36 % erreicht, in der Gamlebygegend im Måsebomoor 11,3 m ü. M. bei ca. 38 % der

Brackwassergrenze mit 29 % der edeln Laubholzflora und in der Västervikgegend im Gladhammars-Maren 15,1 m ü. M. bei ca. 60 % der Clypeusgrenze, wo der Pollengehalt der edeln Laubholzflora im Isolierungskontakt 48 % erreicht (und denjenigen der Kiefer übersteigt, s. Fig. 4).

Näher zu präzisieren, wo innerhalb dieser Grenzen die Pollenflora der edeln Laubholzbäume ihre reichste Entwicklung erreicht, ist sehr schwer, weil alle die Variationen, die hier vorkommen, auf dem Einfluss der lokalen Verhältnisse beruhen können.

Zwischen ca. 35 % und ca. 24 % (der eigentlichen Klimawechselgrenze bei) der Clypeusgrenze kann ein Rückgang im Pollengehalt der edeln Laubholzflora wahrgenommen werden. In Seebecken, die zwischen diesen Niveaus isoliert worden sind, z. B. dem Danebosjön bei ca. 24 % der Clypeusgrenze in der Valdemarsvikgegend (s. Fig. 5) und dem Kvenarn bei ca. 32 % derselben Grenze in der Västervikgegend bemerkt man ein deutliches Sinken des Pollengehaltes der edeln Laubholzflora in den vor der Isolierung abgesetzten baltischen Sedimenten.

Die subatlantisch-rezenten Bucht- und Lagunensedimente endlich zeigen einen Pollengehalt der edeln Laubholzflora von gewöhnlich 5 %—15 % oder ungefähr dieselbe Frequenz wie die ältesten Litorinalager (Frisksjön, Valdemarsviken, Gränsö Kanal).

Das Pollen der Fichte wurde in »Spuren«, d. h. in weniger als 1 % in spätglazialen Schichten bei Mossberga und in Ancycluslagern im Becken des Hällesjön gefunden. Regelmässiger mit ein oder zwei Prozent, obwohl gelegentlich weniger, beginnt es im nördlichen Teil des Gebietes aufzutreten, schon bei etwa 80 % der Clypeusgrenze (Emten). Und dieselbe niedrige Frequenz wird bis zur Klimawechselgrenze hinunter bei 24 % der Clypeusgrenze beibehalten, wo der Prozentsatz des Fichtenpollens schnell zunimmt. Ähnlich sind die Verhältnisse in der Västervikgegend, obwohl hier das mehr sporadische Auftreten des Fichtenpollens in frühen Litorinalagern auf verhältnismässig tieferen Niveaus beginnt, und dieses Pollen auch nach dem Klimawechsel nicht in besonders grosser Menge auftritt (Frisksjön, Slingsövik).

Buchenpollen wurden sporadisch hie und da in subatlantischen und ausnahmsweise spätsubborealen suprabaltischen Schichten bis zur Linköpinggegend (Teden) angetroffen. Noch so nördlich wie in der Valdemarsvikgegend (Grissjön) wurden sie bis zu 4 % in subatlantischen Lagern gefunden. Besonders mit Rücksicht darauf, dass ein relikartiger Buchenbestand sich noch auf einer Insel in der Gemeinde St. Anna, 1,5 Meilen nordöstlich von Valdemarsvik findet (A. NILSSON 1902), dürfte man vermuten, dass dieses zerstreute Vorkommen von Buchenpollen ein früheres, jedoch immer spärliches Vorkommen der Buche in den Küstengegenden Östergötlands andeutet.

Eine besonders auffallende Eigentümlichkeit bei den Pollendiagrammen und -tabellen, die noch nicht berührt wurde, die sich aber bei allen vollständigen Pollenanalysen durch baltische und suprabaltische Sedimentreihen

Dass das Erlenpollen zur Zeit der Isolierung in grösserer Menge eingebettet worden ist als vorher, ist ja ganz natürlich, da Erlen wie bekannt auf den äussersten Schären oft Ufergebüsche bilden. — Es ist indessen ein leicht konstaterbares, von mir oft beobachtetes Verhältnis in den Schären Östergötlands und Smålands, dass in den innern Teilen der Meeresbuchten, in der Nähe des Ufers mit seinen Schilf- und Riedformationen und dahinter gewöhnlich vorkommendem Erlendickicht, Eichen-

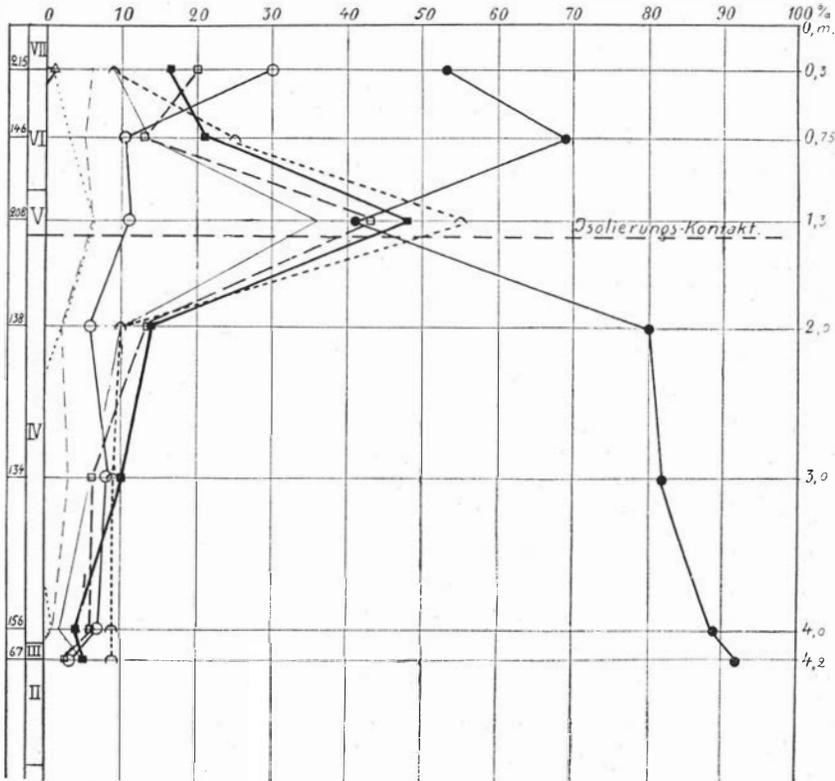


Fig. 4. Pollendiagramm vom Gladhammars-Maren. (Zeichenerkl. s. Fig. 2.)

mischwald herrscht, während weiter innen und oben Nadelwald dominierend wird oder wenigstens eine grössere Rolle spielt.¹ Ähnlich scheinen die Verhältnisse in der Gegend von Stockholm und Roslagen zu sein. SELANDER (S. 321) gibt an, dass hier die Waldassoziationen von Eiche und andern edeln Laubholzbäumen in edafisch günstigen Lokalen, geschützten Tälern usw., ebensoweit hinausgehen wie der Kiefernwald (während der Tannenwald selten ist) und dass die Eichenwälder landein-

¹ Beispiele dafür bieten z. B. die inneren Teile Slätbakens und die Buchten südlich vom Revsudden bei Skäggnäs in der Gegend von Kalmar.

wärts in einem gewissen Abstand von der Küste aufhören. Es scheint also gewisse für den Eichenmischwald günstige Faktoren in der Küstenzone zu geben, die weiter landeinwärts aufhören sich geltend zu machen, weshalb der Eichenmischwald dort teilweise vor dem Nadelholzwald weichen muss. Und darin dürfte auch die angeführte Eigentümlichkeit im Verlauf der Pollenkurven ihre Erklärung finden.¹

Die subfossile Diatomeenflora in ihrem Verhältnis zu den Landhebungsstadien. [Über die Diatomeen des Ancylusees (inklusive *Eunotia Clevei*) verweise ich auf das früher (S. 200 ff.) gesagte]. Untersucht man, auf welchen Niveaus die am meisten salzforndernden Diatomeen, d. h. die marinen und brackwassermarinen Arten, aufzutreten beginnen, so findet man folgendes.

Die *Chaetoceras*-Arten (*Amanita* und *exiracanthum*) gehören zu den marinen Arten, die am höchsten gehen; man trifft sie im *Grissjön* (28,8 m ü. M.) und *Emten* (30,5 m ü. M.), die letztere bei 83 bis 84 % der Clypeusgrenze (vgl. HALDEN 1917, S. 176 ff.). Ungefähr in derselben Höhe wurde *Nitzschia marginulata* angetroffen, nämlich im Strälängenbecken in derselben Gegend (28,5 m ü. M.). Proportionsweise ebenso hoch, nämlich im Borsjön 24,9 m ü. M., bei 85 bis 86 % der Clypeusgrenze, wurde etwas südlicher eine sehr reich entwickelte marine Diatomeenflora gefunden: *Chaetoceras Amanita*, *Paralia sulcata*, *Rhabdonema minutum*, *Synedra crystallina* u. a. Verschiedene marine Arten wie *Rhabdonema arcuatum*, *Coscinodiscus asteromphalus*, *Navicula digito-radiata*, *Nitzschia marginulata*, *Scolioptleura tumida* wurden indessen erst auf tieferen Niveaus beobachtet, nämlich im Borsjön und Måsebomoor, beide bei ca. 40 % der Clypeusgrenze, während wieder andere wie *Melosira nummuloides*, *Nitzschia sigma*, *Surirella gemma* — wahrscheinlich nur zufällig — erst auf der Klimaveränderungsgrenze im nördlichen Teil, nämlich im Danebo-becken 9 m ü. M., gefunden wurden. Sie wurden indessen hier nicht in den jüngsten baltischen Sedimenten angetroffen, sondern mehr oder weniger tief unter dem Isolierungskontakt, in Lagern, die aus bedeutend älterer Zeit stammen als diejenigen, denen das genannte Landhebungsstadium entspricht.

Weiter südlich, in der Gegend von Västervik wurde eine ziemlich ausgeprägt marine Art *Diploneis bombus* f. *minor* am höchsten im Kattgöl, wahrscheinlich bei ca. 82 % der Clypeusgrenze gefunden, während der etwas tiefer gelegene Rötslagölen (bei ca. 76 % der Clypeusgrenze) folgende marine oder brackwassermarine Arten enthielt: *Caloneis brevis*, *Cocconeis scutellum*, *Paralia sulcata*, *Synedra crystallina*, (*Hyalodiscus scoticus*) — teilweise ziemlich allgemein. Im Tjutingen und Gladhammars-Maren in derselben Gegend bei ca. 50 % der Clypeusgrenze sind weiter einige marine Arten hinzugekommen: *Amphiphora gigantea*, *Navicula elegans*, *Rhabdonema minutum*

¹ Angeführt werden mag, dass HALDEN 1917 S. 4 für Helsingland beobachtet hat, dass die relative Pollenfrequenz während des Lagunenstadiums »einer deutlichen, ihrer Natur nach nicht bekannten Veränderung in bestimmter Richtung unterworfen ist«.

und *Scolioptleura tumida*, während auf tieferen Niveaus noch die eine oder andere hiehergehörige Art angeführt werden kann.

Es geht also aus dem Gesagten deutlich hervor, dass von ca. 85 % der Clypeusgrenze an in dem von der Transgression nicht betroffenen Gebiet nördlich von der Västervikgegend¹ eine grössere Anzahl mariner Arten vertreten sind. Und nur wenig unter diesem Niveau trifft man mit Rücksicht auf die Art-, wenn auch nicht auf die Individuenfrequenz so ausgeprägte marine Diatomeenassoziationen, wie sie überhaupt in den Litorinaablagerungen dieser Gegenden vorzukommen pflegen.²

Einige marine Arten dürften jedoch erst etwas später eingewandert sein, obwohl es schwer zu entscheiden ist, ob es auf späterer Einwanderung oder auf einem Zufall beruht, dass eine Art erst auf tieferen Niveaus angetroffen wurde.

Man findet also, dass die marine Diatomeenflora regional ungefähr auf derselben Höhe, ca. 85 % der Clypeusgrenze, aufzutreten beginnt, auf der die Pollenfrequenz der edeln Laubholzflora mit ihrer reichsten postglazialen Ausbildung beginnt.

Vergleichung der Pollen- und Diatomeendiagramme. Eine weitere Beleuchtung der Relationen der subfossilen Diatomeenflora zu der subfossilen Pollenflora gibt eine Vergleichung zwischen dem bez. Pollen- und Diatomeendiagramm³ von mächtigen Lagerschichten auf tiefen Niveaus über dem Meer, besonders den Danebo- und Götmaresprofilen. Aus einer solchen Vergleichung ergibt sich, dass die reichste Entwick-

¹ Südlich von dieser Gegend habe ich unter der Clypeusgrenze allzuwenig Beobachtungen, um mich in dieser Frage darüber äussern zu können.

² Dass die marinen Arten, wenn sie auf höhern Niveaus ü. M. vorkommen, keine grössere Individuenfrequenz zeigen, hängt zweifelsohne wesentlich damit zusammen, dass sie hier auf relativ seichtem Grund gebildeten Ablagerungen angehören. Ihre reichste Entwicklung, auch was den Individuenreichtum betrifft, erhält die marine Diatomeenflora erst in auf tieferem Wasser abgesetzten Sedimenten von etwas tiefer gelegenen Niveaus.

³ Diese sind angefertigt um die Veränderungen der Diatomeenflora zu veranschaulichen, speziell in bezug auf den Grad ihres Salzgehaltbedürfnisses in den resp. Profilen. Die Methode gründet sich auf die gebräuchliche Verteilung der Diatomeen in 1) Süsswasserarten (F), 2) Süss-Brackwasserarten (FB), 3) Brackwasserarten (B), 4) Brackwasser-marine Arten (BM) und 5) marine Arten (M). Die zwei letztgenannten Gruppen pflegte ich beim Konstruieren der Diagramme zu einer Gruppe zu vereinigen, bisweilen auch die zwei erstgenannten. In einigen Fällen habe ich die Arenariaflora von den übrigen Süsswasserformen getrennt. — Weiter ist in den von Dr. A. CLEVE-EULER gemachten Diatomeentabellen eine Reichlichkeitsskala mit fünf Graden angewandt worden: selten (r), ziemlich allgemein (†), allgemein (c), reichlich (cc), sehr reichlich (ccc). Auch äusserst selten (rr) und spärlich (—) ist bisweilen angewandt worden. Diese Grade sind beim Konstruieren der Diagramme zum nächsthöheren Grad gestellt worden. Dieses Masstabes habe ich mich bedient, um in den Diagrammen nicht nur die Artfrequenz der resp. Gruppen, sondern auch die Individuenfrequenz zu einem gewissen Ausdruck zu bringen. Eine Art, die selten auftritt, wird als 1 Einheit betrachtet, ziemlich allgemein 2, allgemein 3, reichlich 4 und sehr reichlich 5 Einheiten, wonach eine Summierung sämtlicher Einheiten gemacht wird, und die Prozentzahl von der Anzahl Einheiten jeder Gruppe ausgerechnet wird.

lung der edeln Laubholzpollenflora mit den ausgeprägtesten marinen Bildungen der Diatomeenflora zusammenfällt: im Daneboprofil auf Niveaus zwischen 1,5 und 3,5 m unter der Oberfläche, im Götmaresprofil zwischen 3 und 6 m u. d. Of. (s. Fig. 5—8).

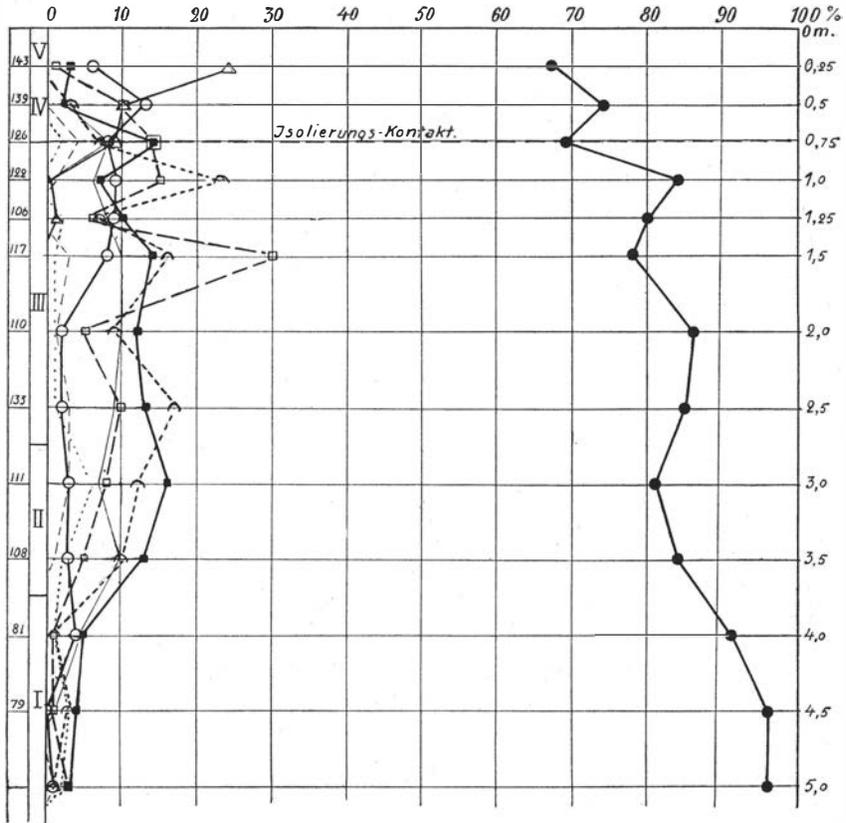


Fig. 5. Pollendiagramm vom Danebosjön. (Zeichenerkl. s. Fig. 2.)

Wenn auch die augenfällige Abnahme des marinen Charakters der Diatomeenflora, die sich weiter oben in den bewussten Lagerschichten geltend macht, bis zu einem gewissen Grad damit zusammenhängen kann, dass die Küste näher herangerückt war, dürfte das doch nicht die einzige Erklärung sein, jedenfalls nicht beim Götmaresprofil, wo die Abnahme definitiv mehr als metertief unter dem Isolierungskontakt eintritt.

Eine Vergleichung zwischen dem Pollen- und Diatomeendiagramm von höheren Niveaus ü. M. wie denjenigen des Tjutingen und Gladhammars-Maren zeigt dagegen keine solchen Übereinstimmungen, indem hier wie überhaupt in Digrammen von höher gelegenen Lokalen die Pollenkurve der edeln Laubholzflora ein Optimum erst nach oder ev. beim Isolierungskontakt erreicht.

Eine Vergleichung zwischen den Pollen- und Diatomeendiagrammen von den tiefsten Lokalen scheint also in der Richtung zu deuten, dass das salzigste Wasser im Balticum ungefähr gleichzeitig war wie die reichste postglaziale Entwicklung der edeln Laubholzflora

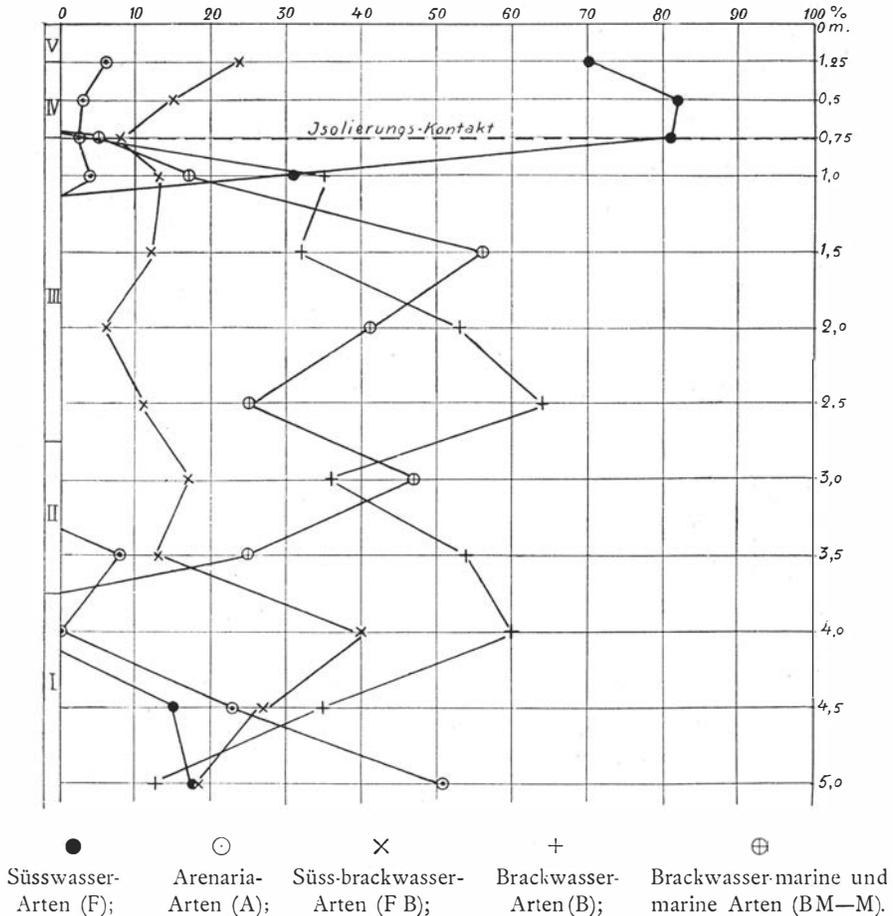


Fig. 6. Diatomeendiagramm vom Danebosjön.

und also unter den zwischen ca. 85 % und ca. 35 % der Clypeusgrenze fallenden Meeresstadien geherrscht haben dürfte. Es liegen jedoch allzu wenig Beobachtungen vor, als dass sie zu irgendwelchen bestimmten Äusserungen berechtigten. (Vgl. SERNANDER 1911 u. MUNTHE 1911).

Wichtigere phanerogame Pflanzenfossilien in Ancylusablagerungen. Für die in spätglazialen Lagern bei Mossberga in der Kalmargegend gefundene Flora mit *Zannichellia*, *Dryas* und *Salix polaris*, die nahe mit der bei Fröjel auf Gottland unter ähnlichen Verhältnissen

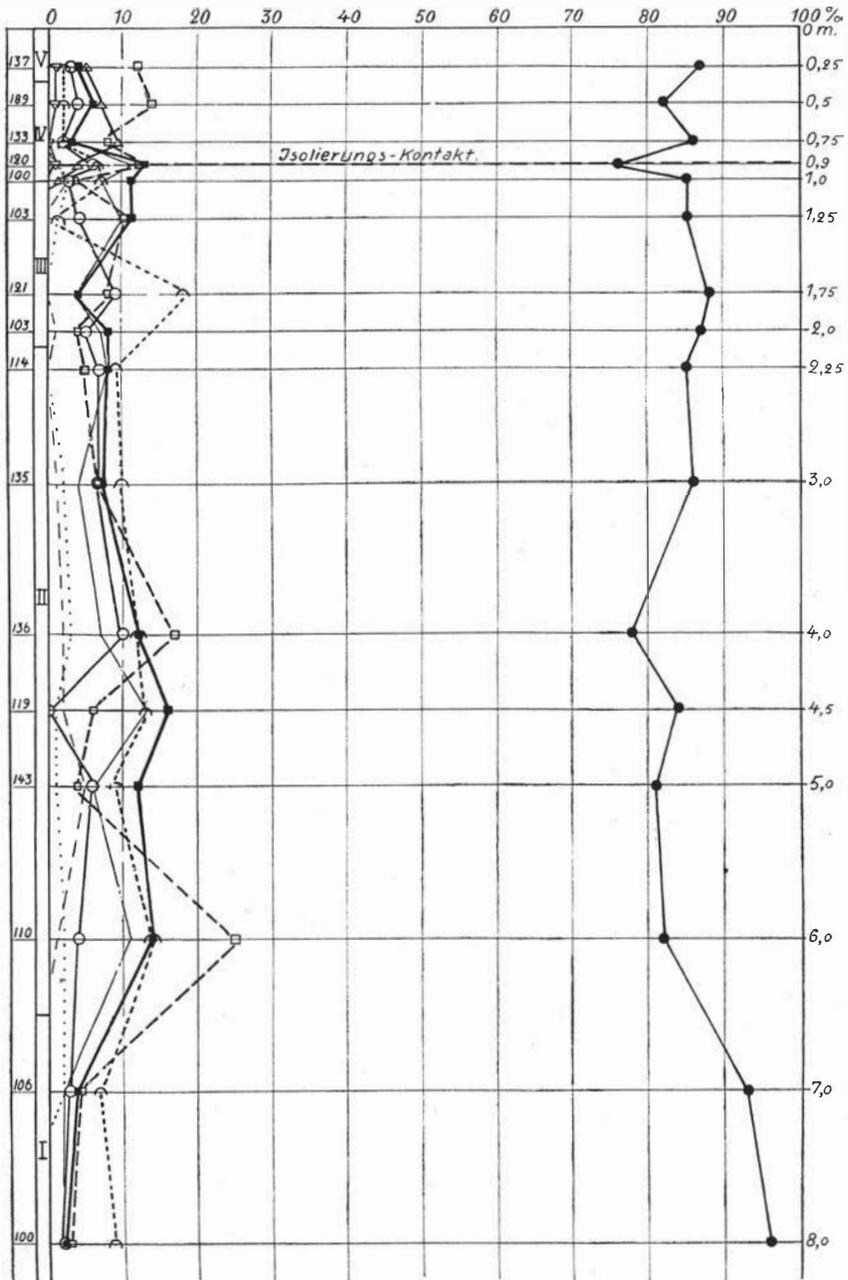


Fig. 7. Pollendiagramm vom Götömare. (Zeichenerkl. s. Fig. 2.)

angetroffenen übereinstimmt (s. G. ANDERSSON 1895; 1896, S. 33), verweise ich auf das in anderem Zusammenhang Gesagte (S. 196—198).

Unter den in Ancyclusablagerungen gefundenen wichtigeren Pflanzen

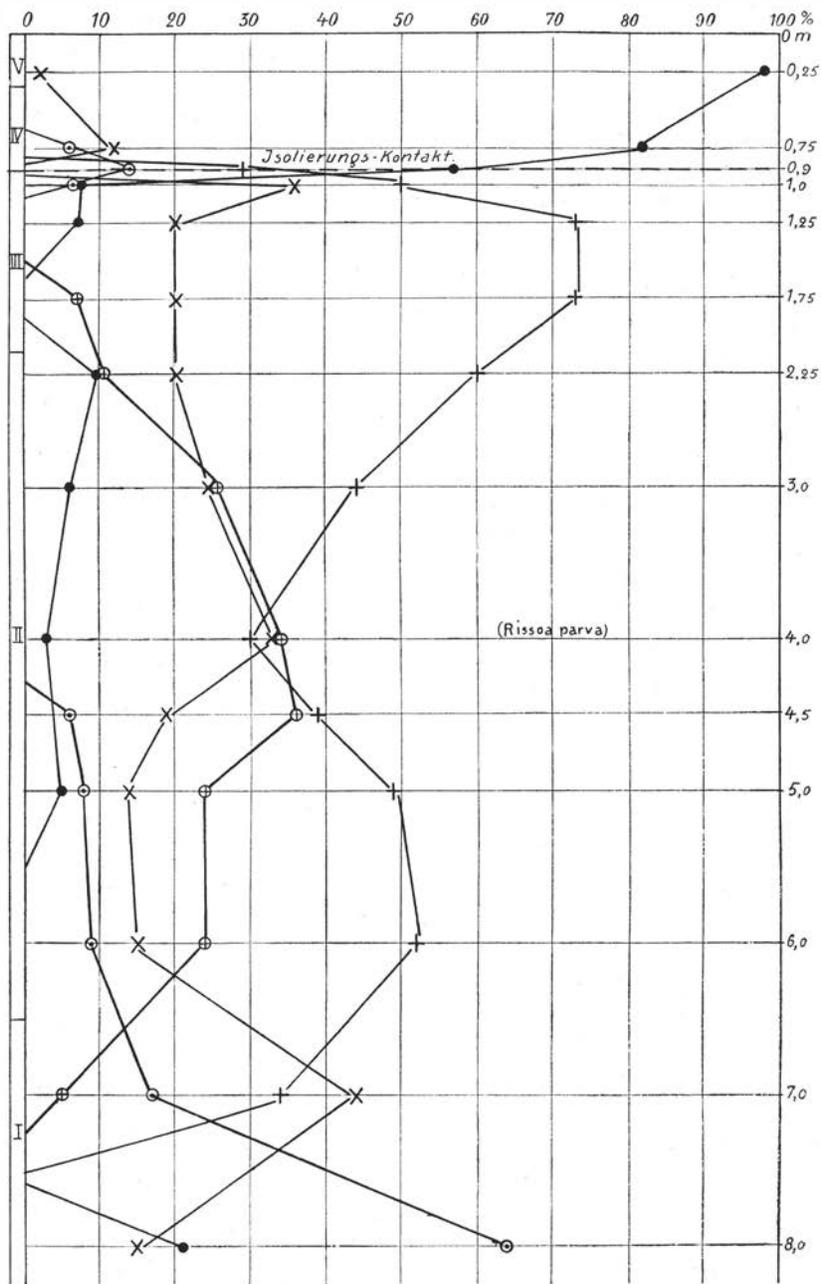


Fig. 8. Diatomeendiagramm vom Götmaren. (Zeichenerkl. s. Fig. 6)

findet sich *Najas flexilis*, die ich auf drei Lokalen gefunden habe — Dunsjön, Plottorpsgölen, Grönsjön —, wozu ein paar frühere Funde von der Kalmargegend in und unter dem »schwarzen Rande« kommen, die

G. ANDERSSON in von HOLST eingesammeltem Material machte (Tafel X, Fig. 3). Man hat also, worauf G. ANDERSSON (1896, S. 43) schon früher aufmerksam machte, Grund zu der Annahme, dass der Ancyclussee eine Rolle bei der Verbreitung der Art spielte. Dass sie sich jedoch auch auf anderen Wegen verbreitet hat, zeigen meine lakustrinen Funde der Art aus dem Innern von Östergötland und Småland (SUNDELIN 1917, S. 95, 158, 223).

Auch *Najas marina* (f. *ovata*) wurde ausnahmsweise in Ancyclusablagerungen gefunden (Båtsjön, ev. Malmingen).

Ceratophyllum demersum wurde nicht selten in Lagern getroffen, die sich vom Ancyclussee verschreiben (Früchte beim Båtsjön, Holmsjön, ev. Malmingen; Blattstacheln an mehreren Orten s. die Tafel X, Fig. 3).¹

Zannichellia polycarpa habe ich bei Mossberga gefunden in einer Binnensee- (ev. Lagunen-) Ablagerung, die vermutlich gleichzeitig mit dem älteren Ancyclussee war. Mit aller Wahrscheinlichkeit bezeichnet der Fundort hier die ursprüngliche Lage.

Wichtigere phanerogame Pflanzenfossilien in Litorinaablagerungen. Ebenso oft wie in Ancyclusablagerungen wurde *Ceratophyllum demersum* in Lagunenablagerungen des Litorinameeres gefunden (Früchte im Grissjön, Brånestadsgölen, Kvenarn).

Zannichellia, nämlich *Z. pedunculata*, wurde einige male in Litorinaablagerungen auf verhältnismässig tiefen Niveaus ü. M. angetroffen (Danebosjön, Måsebomoor, Kvenarn), während in subrezentem Lagern des Slingsövikens bei Västervik *Z. repens* gefunden wurde.

Ausgeprägte Litorina- und Linnæameeresformen sind in den Küstengegenden von Östergötland und Småland die *Ruppia*-Arten, die alle in dem fossilen Material vertreten zu sein scheinen. Dieses stammt von etwa 20 Lokalen längs der Küste von der Gegend von Söderköping bis zu der Misterhultsgegend (Tafel X, Fig. 5). *Ruppia* beginnt gleich unter der Clypeusgrenze aufzutreten (Sjönerosjön, Säfsjön, Knappekullagölen), um dann in den Buchten- und Lagunenablagerungen auf allen Niveaus bis auf den Meeresspiegel vorzukommen. Doch scheint *Ruppia* allgemeiner und in Rassen mit grösseren Früchten vor der Klimaänderung existiert zu haben.

Najas marina, die sporadisch in den Ancyclusablagerungen vorkam, wird im Buchten- und Lagunensediment des Litorinameeres äusserst allgemein und ist für diese ein beinahe ebenso charakteristisches Fossil wie *Ruppia*. Samen von *Najas*, die in den Litorinaablagerungen im Gegensatz zu den Ancyclusablagerungen so gut wie immer der schmalsamigen, oft stark krummgebogenen Rasse angehören, wurden ungefähr auf ebenso vielen Lokalen gefunden wie *Ruppia*, oft zusammen mit dieser (Tafel X, Fig. 5). — Niemals habe ich in der Küstengegend *Najas marina* in Binnenseeablagerungen angetroffen. Nur in den höher gelegenen an Seekalk reichen Seen im Innern von Östergötland und dem nördlichen Småland scheint die Art als Binnenseegewächs während des älteren Teiles der

¹ Vgl. MUNTHES und KJELLMARKS Funde von *Najas marina*, *Zannichellia* und *Ceratophyllum* in Ancyclusablagerungen (?) bei Kalmar (MUNTHER 1902, S. 101—102).

Wärmezeit gediehen zu sein. Dort kamen auch Rassen mit breiteren und grösseren Samen vor als in den marinen Ablagerungen der Küstengegend (s. SUNDELIN 1917).

Zostera marina, aber nur vegetative Teile, habe ich reichlich auf einem Lokal nur einige wenige Meter unter der Clypeusgrenze gefunden, nämlich im Grissjön. Spärlicher wurde diese auch auf verschiedenen anderen Lokalen beobachtet (Stora Säfsjön, Borsjön u. a. Siehe die Tafel X, Fig. 5).

Wichtigere Pflanzenfossilien in suprabaltischen Ablagerungen. Die *Wassernuss* (*Trapa natans*) war, als ich meine Untersuchungen begann, in den Küstengeenden Östergötlands und Smålands nicht fossil gefunden, wenn ich die subrezentten Funde in den sog. Sulegångsseen in der Gemeinde Misterhult ausnehme, wo die Art — wie z. B. LINNÉ erwähnt — am Ende des 18. Jhdts. lebte. Sie scheint hier jedoch schon vor Beginn des 19. Jhdts. ausgestorben zu sein (CRÆLIUS S. 134, NATHORST 1887 und 1895).

Aus meinen Untersuchungen hat sich indessen ergeben, dass die Wassernuss früher in den genannten Küstengeenden äusserst allgemein gewesen sein muss; ja auf gewissen Höhengrenzen sogar so allgemein, dass sie nur in wenigen Seen gefehlt hat. Ich habe ihr ehemaliges Vorkommen in 30 bis 40 Seebecken von der Linköping- und Söderköpingsgegend im Norden bis zu der Paskallaviksgegend im Süden konstatiert (Tafel X, Fig. 2). Und diese Anzahl könnte leicht ansehnlich vermehrt werden.

Das Vorkommen von *Trapa natans* beginnt in der *Eumotia Clevei*- und *Mastogloia*-Zone (z. B. Vispolen); sie zeigt sich dann allgemein bis auf die Klimaänderungsgrenze hinunter (Bosjön, Bränestadsgölen, Skinaremålagöl, Lilla Ramsjön) überall in derselben Weise: unmittelbar über den baltischen Sedimenten, gelegentlich zusammen mit gewissen Brackwasserarten des Litorinameeres (*Ruppia*, *Najas marina*, *Zannichellia*, *Campylodiscus echineis* u. a. Z. B. Strålängen, Bränestadsgölen).¹ Die Wassernuss ist also offenbar überall sozusagen gerade im Isolierungsaugenblick in die Seen eingewandert oder in gewissen Fällen wahrscheinlich schon während des Lagunenstadiums; bevor die Isolierung vollendet war (z. B. Tjutingen). Im ganzen Litorinagebiet hat die Art während der Litorinazeit (wenn man die Limnæazeit davon ausschliesst) die Vegetation der Seen deutlich geprägt.

Unter der regionalen Klimaverschlechterungsgrenze habe ich die Wassernuss nie angetroffen. Auch habe ich nirgends — mit Ausnahme der schon erwähnten Sulegångsseen — irgendwelche Spuren der Art in lakustrinen Lagern gefunden, die jünger sind als die subatlantische Klimaverschlechterung (gewöhnlich markiert durch die »rationelle Fichtenpollengrenze«). — Ausgeschlossen ist es nicht, dass die Wassernuss in die Sulegångsseen später verpflanzt worden ist.

¹ Auch die finnischen Funde von *Trapa natans* scheinen nach H. LINDBERG 1911, 1914 u. w.) oft auf dieselbe Weise gemacht worden zu sein.

Über der *Eunotia Clevei*- und *Mastogloia*-Zone ist die Wassernuss freilich auf einigen Lokalen getroffen worden, aber hier ist sie — wie die Lagerungsverhältnisse zeigen — deutlich nicht bei der Isolierung, sondern später in die resp. Seebecken gekommen, als schon ein grösserer oder kleinerer Teil des Sees zusammengewachsen war (Rödstenssjön, Gullvattnet. Vgl. auch Hövern, Teden, Hällesjön). Man kann hier eine mehr gelegentliche Verbreitungsweise voraussetzen, ev. durch den Menschen¹ oder gewisse Tiere.

Das Auftreten der Wassernuss in den von dem jüngsten Ancyclussee und Litorinameer bedeckten Gebieten unmittelbar bei der Isolierung der resp. Seen deutet möglicherweise auf einen ununterbrochen wirksamen natürlichen Verbreitungsfaktor. Nicht ausgeschlossen scheint mir, dass dieser wenigstens ursprünglich in den Wellen der Ostsee zu suchen ist. Die Verbreitung dürfte in diesem Fall hauptsächlich oder ausschliesslich auf vegetativem Wege geschehen sein. Dass eine solche Verbreitung direkt durch das salzige Litorinameerwasser stattgefunden habe, scheint wohl recht unwahrscheinlich, wenn nicht unmöglich. Dass das erste allgemeine Auftreten in den Küstengegenden Östergötlands und Smålands überall ungefähr gleichzeitig eingetroffen zu sein scheint, als die Ancycluszeit sich ihrem Ende näherte und das süsse Wasser des Balticum in salziges überzugehen begann, scheint ev. darauf zu deuten, dass der späte Ancyclussee als Verbreitungsmittel gedient hat. Früher hat G. ANDERSSON (1896, S. 43) eine ähnliche Vermutung ausgesprochen. Es lässt sich denken, dass die Wassernuss mit dem Wasser der norddeutschen Flüsse folgte und sich längs der Ufer der Ostsee verbreitete während der letzten Periode des Ancyclussees und der frühesten des Litorinameeres. Nachdem *Trapa* einmal in eine grosse Anzahl zu dieser Zeit isolierter Seen gelangt war, hat sie sich wahrscheinlich von hier in die bei der fortgesetzten Hebung des Landes durch Abschnürung vom Litorinameer sich neu bildenden Seen verbreitet, die der Pflanze die günstigsten Lebensbedingungen geboten zu haben scheinen.

Die Möglichkeit, dass *Trapa natans* ursprünglich von Steinzeitstämmen, die aus SW kamen, von ihrem damaligen Ausbreitungsgebiete auf dem småländischen Hochland nach den Küstenstrecken Östergötlands und Smålands geführt worden ist, steht aber ebenfalls offen.²

¹ Der Steinzeitmensch ist nach meiner Auffassung der eigentliche Verbreiter der Wassernuss auf dem småländischen Hochland gewesen, wo ein anderes reiches Ausbreitungszentrum vorkommt. Vgl. meine vorläufigen Mitteilungen in Ymer 1916, H. 3, 1917, H. 3 u. 4, 1919, H. 1.

² Die Untersuchungen, die ich diesen Sommer (1919) gemacht habe, haben die Wahrscheinlichkeit der letzten Deutung erhöht. Ich habe nämlich im oberen Lauf des Emmån die Wassernuss gefunden — im See Flögen nahe Vetlanda — und im Barnebosjön, der vom Alsterån durchflossen wird. Diese Funde verbinden einigermassen die zwei Verbreitungszentren im zentralen Småland und in den Litorinagebieten Östergötlands und Smålands. Ausserdem habe ich an beiden Flüssen Spuren von Wohnplätzen aus der Steinzeit gefunden.

Zusammen mit *Trapa* ist *Nitzschia scalaris*, welche Art für die lakustrinen ebensowohl wie die marinen Lagunenablagerungen der Litorinazeit charakteristisch ist auf bei nahe allen Lokalen angetroffen. Nur ausnahmsweise ist die Art in jüngeren (subatlantisch-rezenten) Lagern gefunden worden.

Cladium mariscus und *Carex pseudocyperus* wurden (vom »schwarzen Rand« bei Mossberga abgesehen) gefunden die erstere auf etwas weniger, die letztere auf etwas mehr als 10 Lokalen im ganzen Küstengebiet. *Cladium* wurde indessen im Gegensatz zu *Carex pseudocyperus* nur auf Niveaus über dem regionalen Klimaveränderungsniveau gefunden und wenigstens hauptsächlich in frühen Litorinalagern (Tafel X, Fig. 4).

Auch *Carex riparia* wurde das eine und andere Mal in entsprechenden Lagern gefunden (Strälängen, Gladhammars-Maren).

Über die Zusammenwachsung der Seen und die Schwankungen des Wasserstandes.

Die Möglichkeiten, den Austrocknungsgrad in den im allgemeinen kleineren, aber nicht selten recht tiefen Seebecken der Küstengegend während der verschiedenen Teile der Wärmezeit zu bestimmen, sind geringer als bei den grösseren Seen im Innern von Östergötland und Småland, die früher Gegenstand meines Studiums gewesen sind, und das aus verschiedenen Gründen. Die ursprünglichen Passhöhen in den meistens stark erodierten, wie auch künstlich vertieften, gewöhnlich über Ton liegenden Ausflüsse sind manchmal schwer zu fixieren gewesen. Auch die Bedingungen für das Entstehen von Schwingrasen sind in den windgeschützten kleinen Seen der Küste günstiger gewesen, und nicht wenige derselben scheinen erst durch Schwingrasen zusammengewachsen zu sein.

Indessen scheint eine Verschiedenheit im Zusammenwachsungstypus auf verschiedenen Niveaus vorzukommen, die von verschiedenen hydrographischen Verhältnissen zeugt. Seen, die vor oder unmittelbar nach der Ausbildung der Clypeusgrenze im nördlichen Teil des Untersuchungsgebietes und dem wahrscheinlich nicht lange danach eingetroffenen Maximum der Litorinatransgression im südlichen Teil isoliert worden sind und zusammenzuwachsen begannen, sind nämlich oft sozusagen normal zusammengewachsen, dadurch dass die Schilfassoziationen (oft *Equisetum limosum*), die mehr oder weniger mächtigen Seetorf bildeten, die Auswanderung der telmatischen und semiterrestrischen Pflanzenassoziationen vorbereiteten (z. B. Vispolen, Hedakärret, Ryven, Rummen u. a.). Bei den Seen dagegen, die während der späteren Periode der Litorinazeit (von etwa 85 % der Clypeusgrenze an) zusammenzuwachsen begannen, sind solche normale Zusammenwachsungskontakte äusserst selten, während hier in der Regel »unvollständige« Zusammenwachsungskontakte vorkommen:

Torf von mehr oder weniger ausgeprägtem telmatischem Charakter ruht direkt auf Gytjtjabbildungen. Wenn das Verhältnis auch in gewissen Fällen durch Niederpressung von Schwingrasenbildungen oder eventuell auf andere Weise erklärt werden kann, ist doch das Phänomen allzu generell und dem Verhältnis um die Clypeus- und Litorinagrenze entgegengesetzt (wo jedoch auch »unvollständige« Kontakte vorkommen), um nicht eine Verschiedenheit in den Zusammenwuchsbedingungen anzudeuten, nämlich im ersteren Falle niedrigerer Wasserstand und schnellere Zusammenwuchsung als im letzteren (vgl. L. v. POST 1910).

Das Vorkommen von nicht nur telmatischen Torfarten (verschiedenen Arten von *Magnocaricetum*-Torf etc.), sondern auch von semiterrestrischen und terrestrischen (verschiedenen Arten von Waldtorf) auf abnorm niedrigen Niveaus in den Seebecken, teilweise auf fester Tonunterlage unter den natürlichen Passhöhen (Rödstensjön, Sörbykärrer beim Teden, Björnholmskärrer beim Rammen) dürfte schwerlich auf andere Weise erklärt werden können, denn als eine Folge des zur Zeit der Zusammenwuchsung herrschenden langen Fehlen eines Ablaufs. Das ist ganz natürlich, da auch heute viele Seen der Gegend in trockenen Sommern ohne Ablauf sind. Das war z. B. der Fall mit dem Perlebogölen, Lillsjön u. a. im Sommer 1915, mit dem Götmares 1917.

Mehrere schwache Brackwasserdiatomeen (*Campylodiscus echineis*, *Nitzschia Tryblionella*, *N. spectabilis*, *Rhoicosphenia curvata* u. a.) sind auch in lakustrinen Ablagerungen aus der Wärmezeit in mehreren Seen (Teden, Roxen u. a.) getroffen worden, was wahrscheinlich auf eine von der Abdunstung und dem Fehlen eines Ablaufs bedingte Salzkonzentration im Wasser der Seen deutet.

Bemerkenswert ist weiter das Vorkommen von Waldböden oder entsprechenden Austrocknungshorizonten, auf denen telmatische, gelegentlich auch limnische (Sörbykärrer, Teden) Torfarten oder Sedimente lagerten, in den Strandmooren auf allen Niveaus gegen das klimatische Klimawechselniveau hinunter, während darunter nichts derartiges beobachtet wurde. Wie man sich diese in gewissen Fällen in der Weise entstanden denken kann, wie sie HALDEN (1917, S. 17 f.) gelten machen wollte, zeigen in den meisten Fällen sowohl ihre Lage im Verhältnis zu den Seespiegeln und den Passhöhen wie die Lage der (»rationellen») Fichtenpollengrenze in den fraglichen Lagern oder auf der Grenze gegen die darüber lagernden Schichten, dass sie in der Regel dem trockenen Klima der subborealen Zeit zuzuschreiben sein dürften (z. B. Rammen, Strålängen, Hövern, Teden, Grissjön etc.). Das regionale Klimawechselniveau glaubte ich gerade auf Grund des Aufhörens von derartigen Waldböden und damit vergleichbaren Austrocknungshorizonten im Verein mit Studien über den Verlauf der Fichtenpollenkurven fixieren zu können. So kommt in der Valdemarsvikgegend ein solcher Kiefernwaldboden vor, in den die »rationelle Fichtenpollengrenze« (L. v. POST 1916 c) fällt, und über dem baumstrunkfreier

Sphagnum-Torf in einem Moor beim Bosjön 14,8 m ü. M. lagert,¹ während ich vergeblich nach irgendeiner Spur eines entsprechenden Austrocknungshorizontes in dem Moorboden um den nahe gelegenen Danebosjön ca. 9 m ü. M. suchte. Die rationale Fichtenpollengrenze, »das Knie« der Pollenkurve, wird gerade im Isolierungskontakt getroffen.² — Ähnlich sind die Verhältnisse in der Gegend von Västervik. Im Jennykäret beim Kvenarn ca. 7 m ü. M. trifft man einen subborealen Fichtenwaldboden zum letzten Mal. In den Mooren um den Frisksjön ca. 4 m ü. M. (wie beim Västerviks-Maren ca. 2 m ü. M.) findet man keine Spur eines Austrocknungshorizontes.

In Seen, die gegen das Ende der subborealen und in subatlantischer Zeit isoliert wurden, kann man wieder vollständige Zusammenwachsungskontakte finden (Kvenarn), wenn nicht die Zusammenwachsung, wie es noch beim Frisksjön geschieht, durch Schwingrasenbildungen erfolgt ist.

Auf langem, abschüssigem Boden, wo die Terrainverhältnisse das Aufkommen von Seen nicht veranlasst hat, hat sich recht oft Riedgrasmoor wie auch Erlenmoor unmittelbar über (in gewissen Fällen erodierten) baltischen Sedimenten ausgebreitet. Solche Schichtenreihen trifft man auf allen Niveaus (Emten, Ravenäskäret, Grissjön, Rammen, Frisksjön, Örserumskäret u. a.). In solchen Fällen kann man (wie im Måsebokäret) mehr oder weniger fragmentarische Brackwasserdiatomeen ziemlich weit oben im Torf antreffen, die wahrscheinlich vom Meeresschaum herrühren, der über das Moor gespritzt wurde.

Gelegentlich scheint die Zusammenwachsung schon während des Lagenstadiums ziemlich fortgeschritten zu sein, also bevor die Isolierung vollendet war. So im Jennykäret beim Kvenarn, wo ein mächtiger *Phragmites*-Torf vorkommt, der Nüsse von *Ruppia* und Samen von *Najas marina* enthält.

Einiges über die Klimaentwicklung.

Die Andeutungen über das Klima, die meine Untersuchungen geben, mögen in folgenden Worten zusammengefasst werden.

Das von dem eiserfüllten, kalten baltischen Meer hervorgerufene kühlfeuchte »primatlantische« Klima, das während der Eisschmelze in der Küstengegend Östergötlands und Smålands geherrscht zu haben scheint,

¹ Nach Proben von 5 verschiedenen Niveaus unter dem Baumstrunklager ist die Fichtenpollenfrequenz < 2 %. Nach Proben aus 3 Niveaus im Waldlager und darüber beträgt die entsprechende Frequenz 6—11 %.

² Unter dem Isolierungskontakt haben wir 1 % Fichtenpollen oder weniger (nach zahlreichen Pollenrechnungen), im Kontakt (zusammen mit *Ruppia*, *Zannichellia* etc.) 9 %, worauf der Prozentsatz in den darüber liegenden Lagern sukzessive steigt bis 24. Vgl. Fig. 5.

während ein warmtrockenes boreales Klima weiter im Innern der Landes herrschte (s. SUNDELIN 1917), dürfte sich geltend gemacht haben, wenn auch immer schwächer, solange noch ein grösserer Eisrest in Norrland vorhanden war. Es dürfte also bis gegen die Zeit der Litorinasenkung gedauert haben, bis dieses kaltfeuchte primatlantische Küstenklima in das warmfeuchte atlantische überging. Sowohl das erstere wie das letztere dürfte einer stärkeren Austrocknung der Seespiegel entgegengewirkt haben.

Als auf die Litorinasenkung eine Hebung folgte, dürfte der austrocknende Einfluss der (subborealen) Wärmezeit auf die Seespiegel sich auch in den Seen des Küstengebietes stärker geltend gemacht haben, und diejenigen, die nun isoliert wurden, haben einen niedrigeren Wasserstand erhalten und sind rascher zusammengewachsen als früher. Gegen die Zeit des subatlantischen Klimawechsel hat sich das Klima etwas verschlechtert, wodurch die Seespiegel etwas stiegen, was *nach* demselben in noch höherem Grade der Fall war.

Mit der jetzt skizzierten Auffassung harmonieren, wie aus dem oben Angeführten hervorgehen dürfte, die Resultate meiner Untersuchung, sowohl die paläontologischen wie die stratigraphischen.

Über den Zeitpunkt für das günstigste Klima in spät- und postglazialer Zeit habe ich mich auf Grund meiner früheren Untersuchungen der Verhältnisse weiter im Innern des Landes (l. c.) in der Richtung ausgesprochen, dass das Optimum, wenigstens was die Sommertemperatur betrifft, bereits im späteren Teil der borealen Zeit erreicht gewesen sei, d. h. gegen das Ende der Ancycluszeit, als die Austrocknung in den Seen des Binnenlandes am grössten und die »südliche« Sumpfflora am reichsten gewesen zu sein scheint. Die edle Laubholzflora erreichte indessen auch dort erst in atlantischer und subborealer Zeit d. h. in der Litorinazeit ihre reichste Entwicklung.

Die jetzt behandelten Gegenden sind, abgesehen von der Kalmar- undgegend, in borealer Zeit zum grösseren Teil vom Wasser des Baltiums bedeckt gewesen. Und in den Teilen, die während der genannten Periode aus dem Meer emporrugten, dürfte das boreale Klima ganz oder beinahe von dem primatlantischen unterdrückt gewesen sein. Das Klimaoptimum ist deshalb hier mit Sicherheit erst nach dem Einbruch der Litorinazeit eingetreten, m. a. W. nach der Ausbildung der Clypeugrenze und deutlich auch erst, nachdem die Litorinatransgression im Süden ihr Maximum erreicht hat. Vielleicht hat sich jedoch das boreale Klima hier bis zu einem gewissen Grade auch in der Nähe der Küste geltend gemacht. Darauf deutet vielleicht der von borealer Zeit herrührende Fossilieninhalt im »schwarzen Rand« und unmittelbar unter demselben in den Lokalen bei Mossberga (vgl. S. 198).

Sofern das günstigste Klima der reichsten Ausbildung der edeln Laubholzflora entspricht, scheint dies, wie aus dem vorigen hervorgehen dürfte, zwischen den Landhebungsstadien eingetroffen zu sein, die ca.

85 % und ca. 35 % der Clypeusgrenze entsprechen. Auf entsprechenden Niveaus dominieren auch, wie gesagt, unvollständige Zusammenwachungskontakte durchaus. Wahrscheinlich konnten die optimalen Klimabedingungen bei ihrem Eintreffen von der edeln Baumvegetation nicht unmittelbar voll ausgenützt werden. Erst musste sie den Kiefern- und Birkenwald von geeigneten Lokalen mehr oder weniger verdrängen.

Zu einer näheren Präzisierung gibt mein Material kaum Anlass.

Pflanzenbiol. Inst., Upsala, Frühlingssemester 1919.

Untersuchte, auf der Übersichtskarte ausgezeichnete Lokalen.¹

I. Die Linköping—Söderköping-Gruppe.

1.	Das Kärna-Moor	74,0	m ü. M.
2.	Der Rödstenssjön	69,5 (71,5)	»
3.	Der Teden	62,0 (63)	»
4.	Der Hövern	64,0 (65,5)	»
5.	Der Svinstadsjön	53,75 (55)	»
6.	Der Roxen	32,7	»
7.	Der Landsjön	35 (36)	»
8.	Das Oxtorps-Moor	18,7	»

II. Die Yxnerum-Gruppe.

9.	Das Gullvattnet	69,5	m ü. M.
10.	Der Såken	62,0	»
11.	Der Yxningen	38,6	»
12.	Der Gabo Lillsjö	41,0	»
13.	Der Båtsjön	43,3	»

III. Die Ringarum-Gruppe.

14.	Der Tjen	50,5	m ü. M.
15.	Der Vispolen	39,5 (41)	»
16.	Der Strållängen	27,3 (28,5)	»
17.	Der Emten	29,0 (30,5)	»
18.	Der Nöstebosjön	17,3	»

IV. Die Ukna—Valdemarsvik-Gruppe.

19.	Der Malmingen	43,6 (45)	m ü. M.
20.	Der Rammgölen	37,7	»

¹ Die Höhenziffern nach den bez. topographischen Generalstabkarten. Falls die Seen vor der Anfertigung derselben gesenkt worden sind, habe ich die approx. ursprüngliche Höhe ü. M. — wenn sie fixiert werden konnten — nach den andern Ziffern eingeklammert.

21.	Das Nelhammar-Moor	13,5	m ü. M.
22.	Der Vindommen	24,9	»
23.	Das Ravenäs-Moor	24,6	»
24.	Der Rammen	26,1 (28)	»
25.	Der Grissjön	28,8	»
26.	Der Lillsjön	41,6	»
27.	Der Lovisebergsgölen	37,1	»
28.	Der Lövdalensjön	34,5 (36)	»
29.	Der Målsjön	19,0	»
30.	Der Sjönerosjön	29,5 (31)	»
31.	Der Kyrksjön	28,8	»
32.	Der Stora Sävsjön	30 (31,5)	»
33.	Der Knappekullagölen	30,6	»
34.	Der Bosjön	14,8	»
35.	Der Danebosjön	7,1 (9)	»
36.	Der Valdemarsviken (der Ostsee)	0	»

V. Die Överum—Gamleby-Gruppe.

37.	Der Ryven	30 (30,5)	m ü. M.
38.	Der Borsjön	24,9	»
39.	Der Runnen	33,8 (35)	»
40.	Das Heda-Moor	36,0	»
41.	Der Perlebogölen	36,2	»
42.	Der Brånestadsgölen	13,7	»
43.	Das Måsebo-Moor	11,3	»

VI. Die Gladhammar—Västervik-Gruppe.

44.	Der Hällesjön	27,0	m ü. M.
45.	Der Ekenässjön	50,2	»
46.	Der Dockgöl	49,6	»
47.	Der Toten	46,0	»
48.	Der Gladhammars-Maren	15,1	»
49.	Der Skinnaremålagöl	13,1	»
50.	Der Holmsjön	32,7	»
51.	Der Lilla Yxgöl	27,9	»
52.	Der Vrängen	28,2	»
53.	Der Kattgöl	20,5	»
54.	Der Tjutingen	15,0	»
55.	Der Rötstagölen	19,0	»
56.	Der Kvenarn	7,0	»
57.	Der Frisksjön	4,0	»
58.	Der Västerviks-Maren	1,8	»
59.	Die Örsrumviken (der Ostsee)	0	»
60.	Die Slingsövik (der Ostsee)	0	»
61.	Der Gränsö Kanal (der Ostsee)	0	»

VII. Die Misterhult—Figeholm-Gruppe.

62.	Der Trästen	30,5	m ü. M.
63.	Der Fiksön	24,4	»

64.	Der Jemserumsjön	24,9	m ü. M.
65.	Der Dunsjön	29,1	»
66.	Der Plottorpsgölen	ca. 30	»
67.	Der Lilla Ramsjön	6,8	»
68.	Der Götmares	1,8 (3,5)	»
69.	Der Solstads-Maren	0,9	»

VIII. Die Påskallavik—Mönsterås-Gruppe.

70.	Der Tjuståsjön	19,1 (20)	m. ü. M.
71.	Der Grönsjön	19,0	»
72.	Der Skrikaängen	14,0	»
73.	Der Tongyttjafeld bei Elmhult	17,0	»
74.	Das Ramsås-Moor	16,0	»
75.	Die Råsnäsviken (der Ostsee)	0	»

IX. Die Kalmar-Gruppe.

76.	Mossberga 1	10,6	m ü. M.
77.	Mossberga 2	12,0	»

Nachtrag.

Während der Drucklegung dieses Aufsatzes hatte ich Gelegenheit, für die Geologische Landesanstalt Schwedens Untersuchungen über die Clypeusgrenze in der Gegend von Finspång, etwa 30 km nördlich von Linköping, auszuführen, wo in den kritischen Niveaus zahlreiche Seen vorkommen. Ich habe hier etwa 45 m ü. M. eine deutliche Clypeusgrenze gefunden. Das höchste Niveau, auf dem eine wohlausgebildete Clypeusflora festgestellt wurde, ist nämlich die Lagunengyttja im See Skrån, 43,5 m ü. M., während in der entsprechenden Schicht mehrerer untersuchter Seen in derselben Gegend, die in einem Niveau von 46—50 m ü. M. liegen (Ormlången, Bysjön, Revsjön usw.) nur *Arenaria*flora anzutreffen war, im Bjursjön, 48,5 m ü. M., mit *Eunotia Clevei*.

Im See St. Sörn, der etwa 20 km. südlich von Finspång (bei Kimstad) auf einem nur wenig niedrigeren Niveau liegt als der Skrån, fand ich nur *Arenaria*flora.

In der Gegend von Reijmyra hingegen, etwa 15 km NNO von Finspång, habe ich Clypeusflora in etwas höheren Niveaus gefunden als in der Gegend von Finspång, nämlich bis hinauf zum See Hunn, 46 m ü. M. Möglicherweise geht sie noch etwas höher hinauf.

Die Clypeusgrenze in der Gegend von Linköping dürfte einige wenige Meter tiefer liegen, als in der Gegend von Finspång, also etwa 40 m. ü. M. (Vgl. S. 209 ff.).

Literaturverzeichnis.

- 1906, ALMGREN, O., Stenåldersboplatsen vid Bråviken. — Medd. från Österg. Fornm.-fören. 1906. Utg. af O. Klockhoff. Linköping.
- 1895, ANDERSSON, G., Om några växtfossil från Gotland. — G. F. F. Bd 17. Stockholm.
- 1896, —, Svenska växtvärldens historia. — 2:dra uppl. Stockholm.
- 1905, ARNE, T. J., Ett fynd från den äldre stenåldern i Östergötland. — Medd. från Österg. Fornm.-fören.
- 1896, AURIVILLIUS, C. W. S. (unter Mitwirkung von P. T. CLEVE). Das Plankton des baltischen Meeres. — Bih. till K. V. A. H. Bd 21. Afd. IV. Nr 8. Stockholm.
- 1917, BOBECK, O., Fågelsångstraktens senglaciala strandlinje. — G. F. F. Bd 39.
- 1889, CLEVE, P. T., Postglaciala bildningarnas klassifikation på grund af deras fossila diatomaceer (i HOLST 1899). — S. G. U. Ser. C. Nr 180.
- 1911, CLEVE-EULER, ASTRID, Cyclotella bodanica i Ancylussjön. Skattmansöprofilen ännu en gång. — G. F. F. Bd 33.
- 1774, CRÆLIUS, M. G., Försök till ett landskaps beskrifning uti en berättelse om Tunaläns, Sefvede och Asbolands häraders fögderi uti Calmare höfdingedöme. Calmar.
- 1896, DE GEER, G., Om Skandinavians geografiska utveckling efter istiden. — Stockholm.
- 1916, EKHOLM, G., Studier i Upplands bebyggelsehistoria. I. Stenåldern. — Uppsala.
- 1913, ERIKSSON, J. V., Studier öfver Upplands förhistoriska geologi. — Uppl. Fornm.-fören. tidskr. Bd 29.
- 1904, GAVELIN, A., Beskrifning till kartbladet Loftahammar. — S. G. U. Ser. Aa. Nr 127.
- 1904, GUSTAF ADOLF, H. K. H. Prins. Fornlämningar i trakten kring Norrköping. — Medd. från Österg. Fornm.-fören.
- 1916, HALDEN, B. ESON, Försök till bestämning af Litorinagränsen i Hälsingland. — G. F. F. Bd 38.
- 1917, —, Om torvmossor och marina sediment inom norra Hälsinglands litorinaområde. — Akad. avh. — S. G. U. Årsbok 1917.
- 1906, HAMBERG, A., Öfversikt af Lule älfs geologi. — S. G. U. Ser. C. Nr 202.
- 1919 a, HESSELMAN, H., Om pollenregn på hafvet och fjärrtransport af barrträdspollen. Ref. G. F. F. Bd 41.
- 1919 b, —, Iakttagelser öfver skogsträdens spridningsförmåga (Beobachtungen über die Verbreitungsfähigkeit des Waldbaumpollens). — Medd. från Statens Skogsförsöksanstalt. H. 16. Nr 2—3. — Stockholm.
- 1888, HOLMSTRÖM, L., Om strandlinjens förskjutning å Sveriges kuster. — K. V. A. H. Bd 22. Nr 9.
- 1888, HOLST, N. O., Om ett fynd af uroxer i Råkneby, Byssby s:n, Kalmar län. — G. F. F. Bd 10.
- 1899, —, Bidrag till kännedomen om Östersjöns och Bottniska vikens postglaciala geologi. — S. G. U. Ser. C. Nr 180.
- 1877, HUMMEL, D., Beskrifning till kartbladet Huseby. — S. G. U. Ser. Ab. Nr 1.
- 1902, HÄVRÉN, E., Studier öfver vegetationen på tillandningsområdena i Ekenäs skärgård. — Acta Soc. pro Fauna et Flora fennica. 23. Nr. 6.

- 1905, HÖGBOM, A. G., Land och vatten. — Uppland, skildring af land och folk. Bd I.
- 1919, — — — Eine graphische Darstellung der spätquartären Niveauperänderungen Fennoskandias. — Bull. Geol. Inst. Upsala. Vol. XVI.
- 1905, LEIVISKÄ, I., Über die Küstenbildungen des Bottnischen Meerbusens zwischen Tornio und Kokkola. — Fennia Bd 23. Helsingfors.
- 1909, — — —, Zu den Küstenfragen I. Über die Entstehung der Haupttypen der Finnischen Küsten etc. — Fennia Bd 27.
- 1911, LINDBERG, H., Resultaten af de phytopaleontologiska undersökningarna inom Lojo härad. — Finska Mosskulturfören. Årsbok 1910. Helsingfors.
- 1914, — — —, Resultaten af de phytopaleontologiska undersökningarna inom Roseborgs härad. — F. M.-f. Årsb. 1913.
- 1916, — — —, Hvilka vittnesbörd lämna fytopaleontologien om vårt lands och dess floras utvecklingshistoria sedan istiden etc. — Öfv. af Finska Vet. Soc. Förh. Bd LVIII. Afd. C. Nr 2.
- 1893, MUNTÉ, H., Über die sogenannte »undre grålera« und einige darin gefundene Fossilien. — Bull. Geol. Inst. Upsala. Vol. I.
- 1894, — — —, Preliminary Report on the Physical Geography of the Litorina-Sea. — Bull. Geol. Inst. Upsala. Vol. II.
- 1895, — — —, Om fyndet af ett beredskap i Ancyclus nära Norsholm i Östergötland. — Öfv. K. V. A. H. 1895. Nr 3.
- 1902, — — —, Beskrifning till kartbladet Kalmar. — S. G. U. Ser. Ac. Nr 6.
- 1904, — — —, och HEDSTRÖM, H., Beskrifning till kartbladet Mönsterås med Högsby. — S. G. U. Ser. Ac. Nr 8.
- 1904, — — —, Hufvuddragen af Kalmarsundstraktens kvartära geologi. — Ref. G. F. F. Bd 26.
- 1910, — — —, Studies in the Late-Quaternary history of Southern Sweden. — G. F. F. Bd 33.
- 1911, — — —, Anmärkningar med anledning af R. Sernanders inlägg ifråga om »den postglaciala värmetiden och det baltiska havets fauna». — G. F. F. Bd 33.
- 1887, NATHORST, A. G., Om de fruktformer af *Trapa natans* L., som fordom lefvat i Sverige. — Bih. till K. V. A. H. Bd 13. Afd. III. Nr 10. — Stockholm.
- 1893, — — —, Om en fossilförande leraflagring vid Skattmansö i Uppland. — G. F. F. Bd 15.
- 1895, — — —, Tvenne nya fyndorter för subfossila *Trapa*frukter i Misterhults socken i Småland. — Ö. K. V. A. H. Nr 8. Stockholm.
- 1911, NERMAN, B., Östergötlands stenålder. — Medd. från Österg. Fornm.-fören. 1911. — Linköping.
- 1902, NILSSON, A., Om bokens utbredning och förekomstsätt i Sverige. — Tidskr. för skogshush.
- 1918, OSTENFELD, C. H., Randersdalens Plantevækst i A. C. Johansen etc. Randers Fjords naturhistorie. København.
- 1910, v. POST, L., Närkes fornsjöars hydrografi. — Ref. G. F. F. Bd 32.
- 1916 a, — — —, Om skogsträdspollen i sydsvenska torvmosselagerföljder. Ref. Disk. — G. F. F. Bd 38.
- 1916 b, — — —, Einige südschwedischen Quellmoore. — Bull. Geol. Inst. Upsala. Vol. XV.
- 1916 c, — — —, Skogsträdspollen i sydsvenska torvmosselagerföljder. — Forh. ved 16 skand. Naturforskersmøte 1916. Kristiania.
- 1915, SANDEGREN, R., Ragundatraktens postglaciala utvecklingshistoria enligt den subfossila floras vittnesbörd. — S. G. U. Ser. Ca. Nr 12.

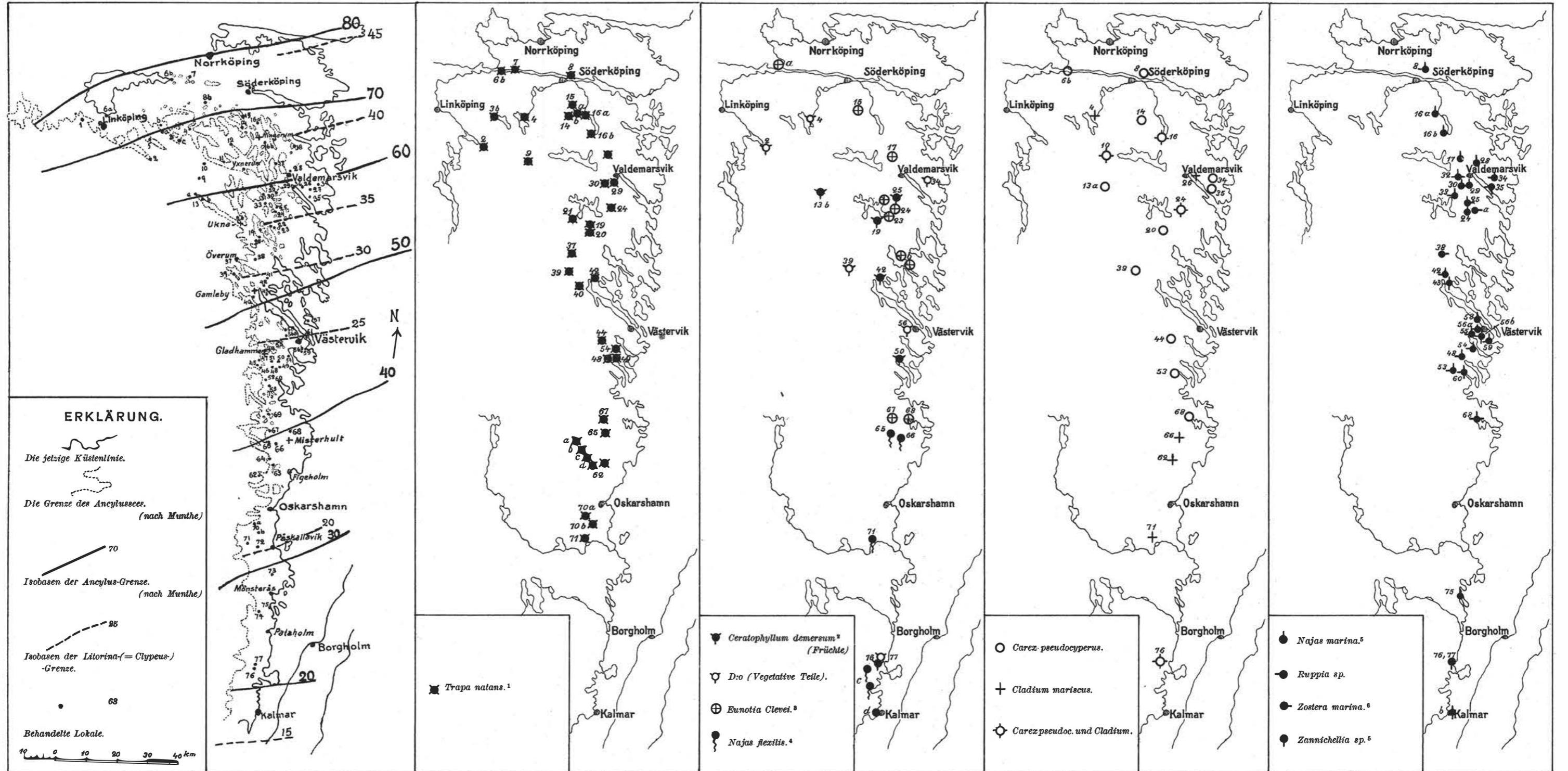
- 1909, SCHNITTGER, B., Några medeltidsfynd från Söderköping. Ett bidrag till stadens äldsta historia. — Medd. från Österg. Fornm.-fören. 1909.
- 1914, SELANDER, S., Sydliga och sydostliga element i Stockholmstraktens flora. — Svensk Bot. Tidskr. Bd 8.
- 1895, SERNANDER, R., Om några arkeologiska torfmossfynd. — Antiqv. Tidskr. 16.
- 1911, —, Om den postglaciala värmetiden och det baltiska havets fauna. — G. F. F. Bd 33.
- 1917, SUNDELIN, U., Fornsjöstudier inom Stångåns och Svartåns vattenområden med särskild hänsyn till den sen- och postglaciala klimatutvecklingen (Mit Zusammenfassung in deutscher Sprache). Ak. Avh. — S. G. U. Ser. Ca. Nr. 16. Stockholm.

Inhaltsübersicht.

	Seite.
<i>Vorwort</i>	195
<i>Über die Verschiebungen zwischen Land und Meer in den Küstengegenden Ostergöllands und Smålands in spätquartärer Zeit</i>	196
Über die Landhebung in spätglazialer und früher Ancycluszeit	196
Ancyclusgrenze. Leitfossilien der Ancyclusablagerungen	200
Regression des Balticums beim Übergang zwischen der Ancyclus- und der Litorinazeit	201
Die litorinale Brackwassergrenze (Clypeus-, Mastogloiagrenze u. s. w.)	205
Die Brackwassergrenze in der Linköpingegegend	209
Regionale Neigung der Clypeusgrenze	211
Gesichtspunkte betreffend die Ausbildung der Brackwassergrenze	212
Anknüpfung der Landhebungsstadien mit den archäologischen Perioden	213
Die Schnelligkeit der absoluten Landhebung in der Valdemarsvikgegend	214
Die Schnelligkeit der absoluten Landhebung in der Västervikgegend	215
<i>Die Vegetation in Relation zu den Landhebungsstadien und dem Wechsel des Salzgehaltes im Meere</i>	216
Die subfossile Pollenflora	216
Die subfossile Diatomeenflora in ihrem Verhältnis zu den Landhebungsstadien	224
Vergleichung der Pollen- und Diatomeendiagramme	225
Wichtigere phanerogame Pflanzenfossilien in Ancyclusablagerungen	227
Wichtigere phanerogame Pflanzenfossilien in Litorinaablagerungen	230
Wichtigere Pflanzenfossilien in suprabaltischen Ablagerungen	231
<i>Über die Zusammenwachsung der Seen und die Schwankungen des Wasserstandes</i>	233
<i>Einiges über die Klimaentwicklung</i>	235
Unersuchte, auf den Übersichtskarte ausgezeichnete Lokale	237
Nachtrag	239
Literaturverzeichnis	240

Gedruckt 4/10 1919.





ERKLÄRUNG.

Die jetzige Küstenlinie.

Die Grenze des Ancyclussees.
(nach Munthe)

Isobasen der Ancyclus-Grenze.
(nach Munthe)

Isobasen der Litorina(= Clypeus)-Grenze.

Behandelte Lokale.

0 10 20 30 40 km

▼ *Ceratophyllum demersum*²
(Früchte)

♀ *D:0* (Vegetative Teile).

⊕ *Eunotia Clevei*³

● *Najas flexilis*⁴

○ *Carex pseudocyperus*.

+ *Cladium mariscus*.

⊙ *Carex pseudoc. und Cladium*.

● *Najas marina*⁵

● *Ruppia sp.*

● *Zostera marina*⁶

● *Zannichellia sp.*⁵

¹ a, b, c, d = Die subrezentent Funde der Sulegånge, Gemeinde Misterhulta. — ² d = Der Fund MUNTHERS und KJELLMARKS s. S. 230. — ³ a = Der Fund MUNTHERS s. S. 201. b = Die Funde GAVELINS s. S. 200. — ⁴ c = Die Funde HOLSTS und G. ANDERSSONS s. S. 229—230. ⁵ b = Die Funde MUNTHERS und KJELLMARKS s. S. 230. — ⁶ a = Ein Fund A. H. OLSSONS S. G. U.