

II. Einige Beobachtungen über postglaciale Regionenverschiebungen im nördlichsten Schweden.

Von

Thore Fries.

(Hierzu Tafel 8.)

Einleitung.

Jüngst hat A. GAVELIN¹ ein kritisches Resumé aller aus Schweden bekannten Tatsachen betreffs der früheren Lage der Baumgrenzen in unseren Hochgebirgen gegeben. Aus dieser Zusammenstellung scheint mit Sicherheit hervorzugehen, dass sowohl die Birken- als die Kieferngrenzen in der postglacialen Zeit höhere Lagen längs der Gebirgskette in ihrer ganzen Ausdehnung eingenommen haben als die jetzigen. Der Betrag der Verschiebungen kann noch nicht mit Sicherheit als endgültig fixiert angesehen werden, aber wahrscheinlich reichen die Differenzen nicht zu höheren Ziffern als c:a 150—200 M. An einzelnen Orten scheinen jedoch die Verschiebungen ein paar Zehner von Metern grösser gewesen zu sein.

Beobachtungen, die betreffs des Zeitpunktes der konstatierten hohen Lage der Baumgrenzen als wirklich beweisend angesehen werden können, scheinen indessen bis jetzt nicht gemacht worden zu sein. Die Ansichten haben auch hierin in hohem Grade divergiert. Die meisten skandinavischen Forscher, die sich mit quartärgeologischen Problemen beschäftigt haben, wie z. B. G. ANDERSSON, R. SERNANDER, A. GAVELIN, W. C. BRÖGGER, J. REKSTAD, J. HOLMBOE, A. M. HANSEN und V. TANNER verlegen die höchsten Lagen in die Litorinazeit. Aber während G. ANDERSSON und J. REKSTAD meinen, die Baumgrenzen hätten ihre hohe Lage zur Zeit vor und während des Maximum der Litorinasenkung, glauben R. SERNANDER und A. GAVELIN, wie wohl auch die übrigen Verfechter der Blytt-Sernanderschen Theorie, dass sie noch länger dauerte, bis c:a 90% der Litorinahebung sich vollzogen hatten. Das Maximum wäre dieser letzteren

¹ A. GAVELIN: Om trädgränsernas nedgång i de svenska fjälltrakterna. Skogsv. För. Tidskr. 1909, h. 4—5, p. 133—156.

Teorie gemäss erst während der subborealen Periode erreicht worden, d. h. zwischen c:a 50–90 % der Litorinahebung.¹ A. BLYTT vermutete jedoch selbst aus Gründen, die im folgenden näher geprüft werden sollen, dass während der atlantischen Periode, die von R. SERNANDER in den früheren Teil der Litorinazeit verlegt worden ist, die Baumgrenzen eine niedrigere Lage gehabt hätten, als jetzt. Diese Meinung hat A. G. HÖGBOM² in letzterer Zeit wieder aufgenommen und verfochten. Der letztere Forscher scheint den Variationen in der Lage der Baumgrenzen keine grössere Bedeutung als Ausschlag für Klimaschwankungen zuerkennen zu wollen.³

Die Kenntnis der früheren Lage der Baumgrenzen und der übrigen damit zusammenhängenden Fragen scheint demnach aus mehreren Gesichtspunkten sehr mangelhaft zu sein. Dies ist der Grund, weshalb ich hiermit einige im vorigen Sommer beiläufig während einer Reise im Kirchspiel Karesuando gemachte Beobachtungen in der Hoffnung vorlege, dass sie zur Erklärung dieser so interessanten Problemen beitragen können.

Profil durch ein Niedermoor bei der Alpenhütte zu Siikavuopio.

Die Alpenhütte zu Siikavuopio liegt innerhalb des niederen Teiles der *regio subalpina* c:a 2 Meilen oberhalb der Nadelholzgrenze. Die Niveaudifferenz zwischen der Nadelholzgrenze und dem betreffenden Niedermoor ist jedoch nicht besonders gross und dürfte kaum höher, als auf 20–25 Meter geschätzt werden, vorausgesetzt dass die vorige auf c:a 370 Meter ü. d. M. verlegt wird. A. GAVELIN⁴ verlegt freilich die jetzige Nadelholzgrenze im Kōnkämä Tale auf c:a 350 M. ü. d. M. Laut meiner eigenen Beobachtungen aber ist dies sicher eine allzu niedrige Ziffer. Nahe bei dem Platze, wo mein Profil aufgenommen wurde, lag ein kleiner See, namens Kaivosjärvi, welcher längst durch einen Kanal, mit dem Kōnkämä eng in Verbindung gesetzt worden ist. Der Boden des Sees war, soweit es zu beobachten möglich war, aus organischem Detritus gebildet, reichlich mit Kiefernzapfen und Borkenstückchen von Kiefern gemengt. Auch zahlreiche Kiefernstämme, Stümpfe und Äste desselben Baumes wurden wahrgenommen. Diese Kiefernreste waren sicher teilweise sekundär aus dem Torflager hervorgerodiert worden, was sich daran zeigte, dass einzelne Stämme bei den Ufern immer an dem einen Ende mit Torf überlagert waren, während der übrige Teil frei im Wasser lag. Auch innerhalb der den See umgebenden Teile des Moores wurde ein reiches Vorkommen von Kiefernstümpfen auf einer gewissen Tiefe festgestellt. Es liegt hier

¹ Vgl. G. F. F. 1910, p. 639 und 697.

² A. G. HÖGBOM: Norrland, p. 334.

³ G. F. F. 1907, p. 73.

⁴ l. c., p. 145.

also ein fossiler Waldboden von grosser Ausdehnung vor. — Eine andere Eigentümlichkeit, auf die an dieser Stelle hinzuweisen ich nicht umhin kann, ist die geringe Höhe über dem jetzigen Niederwasserstande des Kōnkämäflusses, in welchem dieser Waldboden gelegen ist. Für gewisse Teile desselben dürfte die Niveaudifferenz höchstens auf 0.5 M. geschätzt werden, und da eben diese Teile am Flussufer gelegen sind und auf *Carex*-Torf stehen, scheint es sehr merkwürdig, dass so kräftig ausgebildete Kiefern haben entstehen können, wenn der Niederwasserstand im Flusse zu der Zeit, als der frühere Kiefernwald hier wuchs, ebenso hoch gewesen wäre, wie jetzt.

Ein Profil durch das Niedermoor wurde in der Nähe des Kanales von Kaivosjärvi aufgenommen und zeigte folgende Lagerungsverhältnisse.

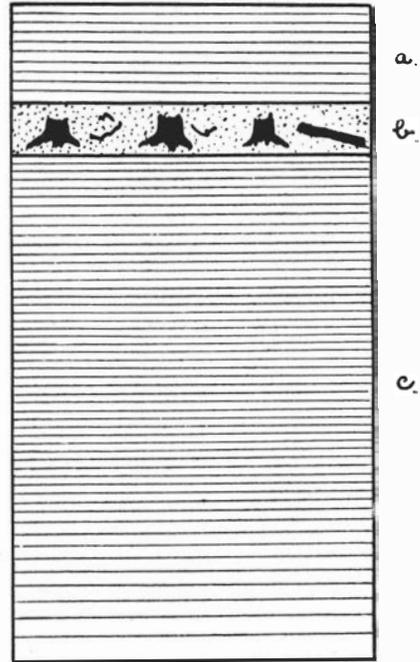


Fig. 1. Profil durch das Niedermoor zu Siikavuopio.

a. *Carex*-Torf mit Einschlüssen von *Betula odorata*, *Betula nana*, *Salices* und *Carices* (meist *Carex *rotundata*). Mächtigkeit 0.6 Meter.

b. Waldboden mit Kiefernstümpfen, Kiefernborken Kiefernzapfen, *Betula odorata*, *Betula nana*, *Polytrichum sp.*, *Hylocomium parietinum* (?). Das ganze Lager stark huminös. Mächtigkeit 0.4 Meter.

c. *Carex*-Torf mit *Carices* (*C. *rotundata* und *lasiocarpa*), *Rubus chamæmoris*, *Menyanthes trifoliata*, *Betula odorata* und Kiefernadeln. Das Torf war gegen den Boden mit Gytjtja reich gemengt. Mächtigkeit 3.4 Meter.

Der Entwicklungsgang der Vegetation ist hier deutlich im grossen gesehen der folgende gewesen. Sowie das Eis weggeschmolzen war und für die Vegetation günstige Verhältnisse gegeben waren, wurde der Platz von einem sehr hydrophilem *Caricetum* eingenommen, das sich langsam in etwas mehr xerophiler Richtung den Gesetzen für die Entwicklung der Niedermoore gemäss entwickelte. Dieser Entwicklungsabschnitt scheint sehr lange gedauert und mit mächtigen Torfbildungen geendet zu haben, als ein Umschlag in mehr xerophiler Richtung eintrat und der Kiefernwald in den früheren Niedermoor hineinwanderte. Die Dauer dieses Abschnittes kann nicht einmal annähernd abgeschätzt werden, da der Verwesungsprocess hierbei sicher sehr viel schneller, als vorher vor sich ging

und die Bildung des Torfes in hohem Grade verhinderte. Inzwischen traf wieder ein wichtiger Umschlag in dem Entwicklungsgange ein und ein *Caricetum* ertränkte den früheren Kiefernwald und verursachte über demselben bedeutende Torfanhäufungen. Die Abkömmlinge dieses *Caricetums* bekleiden gegenwärtig die Fläche des Moores.

Laut der Blytt-Sernanderschen Theorie finde ich keine andere Möglichkeit, die durchgreifenden Veränderungen, die sich in der Lagerungsfolge abspiegeln, zu deuten, als die Annahme, dass sie von Klimaschwankungen direkt verursacht wurden. Das Lager a halte ich also für *subatlantisch*, das Lager b für *subboreal* und das Lager c für *atlantisch*. Das erste dieser Lager scheint unleugbar auf eine kältere Periode hinzuweisen, was der Mangel an Kiefernresten beweist, die beiden letzteren wieder auf eine wärmere. Möglicherweise dürfen die oberen Teile des Lagers a als *subboreal* angesehen werden.

Sphagnum-Moor bei Kielijärven Saivo in der Nähe von der Alpenhütte zu Mukkavuoma.

Saivo ist der finnische Name abflussloser Seen, die im Kirchspiele Karesuando in den Mooregebieten zahlreich vorkommen. Nach Angabe des Bewohners der Alpenhütte zu Mukkavuoma wären einige grosse Kiefernstämme von ihm im nämlichen Saivo gefunden und von ihm heimgeführt und als Slöjdholz verwendet worden. Ich reiste deshalb dahin und es gelang mir nach einigem Suchen ein paar grössere Kiefernzweige einige Stückchen Kiefernborke und einen Kiefernstamm, der an dem Ufer lag, zu finden. Auf's Geratewohl machte ich daher ein Profil durch das nahe liegende Moor, das an dieser Stelle als ein sehr hydrophiles *Caricetum sphagnosum* ausgebildet war. Die Stelle war 362 M. ü. d. M. hoch gelegen, also ca: 92 M. oberhalb der Nadelholzgrenze. Das Profil war das folgende.

Die Entwicklung ist hier von Wasser mit »Gyttje«-Ablagerung¹ allmählich zu einem Niedermoor mit *Cariceta amblystegiosa* und zum Schlusse zu *Cariceta sphagnosa* vor sich gegangen. Zu einem Zeitpunkte scheint vielleicht ein *Salicetum* von kurzer Dauer sich in den Entwicklungsgang eingeschoben zu haben. Möglicherweise ist jedoch dieses »*Salicetum*«-Lager beim Hochwasser des Flusses dahingeschwemmt worden und kann durch Vernichtung des alten *Caricetum amblystegiosum* die spätere *Sphagnum*-Invasion zuerst veranlasst haben.

Das Profil zeigt keine sichtbaren Abbrüche in den Lagerungsverhältnissen und kann daher nicht in den Einzelheiten mit anderen Torfmooren parallelisiert werden.

¹ G. F. F. 1909, p. 633.

In einer Hinsicht ist es jedoch von Interesse, nämlich durch das Vorkommen von Kiefernstämmen in einer so grossen Tiefe. Wahrscheinlich dürfte daher dieses während eines der allerfrühesten Zeitabschnitte der Entwicklungsgeschichte des Beckens abgelagert worden sein, was also während der atlantischen Periode eintraf. Dies stimmt übrigens mit den Verhältnissen bei Sükavuopio gut überein.

Das Arpojaure-Delta.

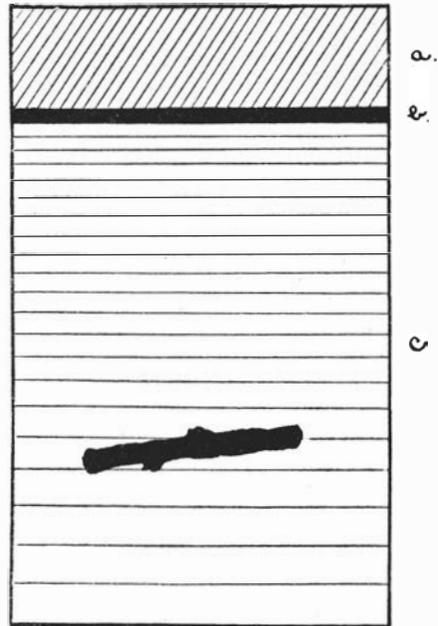
Der See *Arpojaure* ist auf dem Nordabhange des grossen Gebirgsmassives Rostonselkäs gegen das Kōnkämä Tal im oberen Teile der *regio subalpina* c:a 1.5 Meilen von der Alpenhütte zu Mukkavuoma gele-

Fig. 2. Profil durch der *Sphagnum*-Moor bei Kielijärven Saivo.

a. *Sphagnum*-Torf mit Einschlüssen von *Carex *rotundata*, *Menyanthes trifoliata*, *Salices*, *Betula odorata* und *Betula nana*. Mächtigkeit 0.53 Meter.

b. Lager von *Salix*-Blättern und Ästchen; daneben spärliche Reste von *Betula odorata*. Mächtigkeit 0.04 Meter.

c. *Carex*-Torf nach unten mit Gytija sehr reich beigemengt. Einschlüsse von *Betula odorata*, *Carices*, *Salices*, *Menyanthes trifoliata* und einem Kiefernstamm (c:a 1 m. vom Boden). Mächtigkeit 3.6 Meter.



gen. Auf der Karte nimmt der See eine nicht unansehnliche Fläche ein. Durch einen Entleerungsversuch vor 15—20 Jahren wurde eine beträchtliche Senkung und Verminderung der Seeoberfläche erzielt. Die Entleerung, die durch das Durchgraben eines kleineren Moränenrückens durchgeführt wurde, hatte eine grossartige Katastrophe zur Folge. Kaum war durch das Graben ein Durchgang gegeben, als derselbe sogleich in dem weichen Materiale tief herausgerodiert wurde und gewaltige Wassermassen auf ein Mal die Gebirgesböschung durch den Birkenwald herabstürzten. Dieser wurde teilweise zu Boden geworfen und von dem reissenden Strome weggeführt. Grosse Massen von Sand wurden in den Kōnkämä Fluss

ausgespült, und deutliche Spuren hiervon wurden laut Angabe sogar im Kirchspiele Pajala im Muonio Flusse beobachtet.

Geologisch und botanisch sehr interessant sind die Sedimentenablagerungen, die im Seebecken durch die Entleerung zu Tage kamen. Den Zufluss des Sees bildet ein Bach, der von dem am südlichen Ufer gelegenen Gebirge Arpoaive kommt. Dieser Bach hat vom Abhange man-

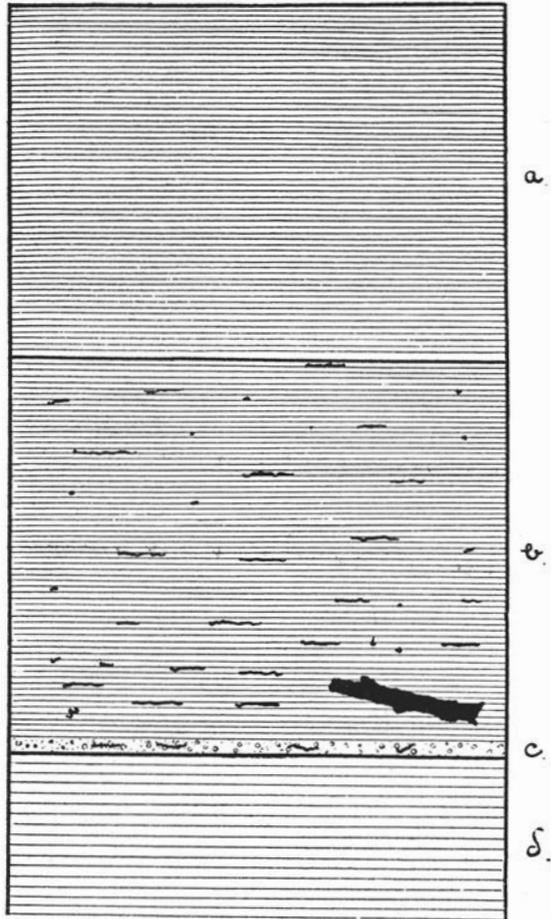


Fig. 3. Profil durch die *Arpojaure*-Sedimente. a. *Benta*-Horizont (ohne Kieferreste)
 b. *Pinus*-Horizont. c. Kieslager mit spärlichen Resten von Kiefer und *Betula odorata* (2).
 d. Eisseesedimente.

cherlei aufgeschwemmtes Material mitgeführt, das sich im ruhigen Wasser des Sees abgesetzt hat. Ein Teil der Produkte dürfte auch von den Ufern hinabgeweht oder hinabgefallen sein und sich auf dem Seeboden abgesetzt haben. Nach der Senkung hat der Bach durch diese Sedimentablagerungen eine tiefe Furche auserodiert und auf diese Weise ausgezeichnete Profile hervorgebracht. Das nunmehr über der Wasser-

oberfläche gelegene Sedimentplateau hat sich grösstenteils vegetationsfrei erhalten. Gewisse Partien, besonders diejenige, wo *Polytrichum* sich angesiedelt hat, sind als prachtvoller Polygonenboden ausgebildet.

Die Sedimente werden zuunterst von feingeschichtetem Sande gebildet, der sich im früheren Kilpisjärvi-Eissee abgesetzt hat. Makroskopische Fossilien werden hier vollständig vermisst. Ganz oberhalb derselben liegt eine sehr dünne aber scharf ausgebildete Schicht von 2.75 Cm. Mächtigkeit, die aus Kies und kleineren Steinen von höchstens 1—3 Cm. Durchmesser zusammengesetzt ist. In diesem Lager treten spärlich Fossilien auf, unter welchen Kiefernreste — ein winziges Borckenstück und Teile eines Zapfens — und möglicherweise auch Birkenreste identifiziert worden sind. Diesem folgt dann ein in stratigraphischer Hinsicht gleichartiger Sedimentkomplex von 2.7 M. Mächtigkeit, aus sehr dünnen, aber sehr wohl geschiedenen Lagern zusammengesetzt. Der Reichtum an Fossilien ist hier so unerhört gross, dass die ganze Bank meistens als eine mit Sand untermischte Anhäufung von Blättern, Ästchen und anderen vegetabilischen Abfallsprodukten zu bezeichnen ist. Besonders zahlreich sind Blätter von Grauweiden und *Betula odorata*. Die Fossilien sind durchgehend wohl bewahrt und können daher ohne Schwierigkeit bestimmt werden. Es gelang mir bei einer oberflächlichen Untersuchung folgende Arten zu identifizieren.

Betula odorata, Blätter, Ästchen und Früchtchen.

» *nana*, Blätter.

Salix lapponum, Blätter und Früchte.

» *glauca*, » » »

» *phylicifolia*, Blätter(?).

» *herbacea*, Blätter.

Pinus silvestris, Stämme, Borke und Zapfen.

Vaccinium vitis idæa, Blätter(?).

Arctostaphylos alpina, Blätter.

Betula odorata und *Salices* kamen massenhaft in dem ganzen Sedimentkomplex vor. *Pinus silvestris* dagegen hörte in einem gewissen Niveau auf, ungefähr in der Mitte des Profils. Zuzufolge dessen sind auf dem schematischen Bilde durch einen horizontalen Strich zwei Horizonte gezeichnet worden. Der niedere, der *Pinus*-Horizont (b) hat eine Mächtigkeit von 1.43 Meter, der höhere, der *Betula*-Horizont (a) von 1.27 Meter. Aus dem *Pinus*-Horizont sind eine Menge lange und kräftige Kiefernstämme bei der Entleerung losgerissen und längs der Gebirgsböschung heruntergespült worden. Laut Angabe von Kand. K. F. DAHLSTEDT sollen von diesen ein grosser Teil als Zimmerholz bei einem Hausbaue bei der Alpenhütte zu Keinovuopio gebraucht worden sein.

Die Lager a und b sind, wie schon gesagt, fein geschichtet. Ganz eigentümlich ist es, dass innerhalb jeder kleinen Schicht ein sehr deutlicher Unterschied in der Beschaffenheit des Sedimentes zu sehen ist. Zu

unterst besteht jede solche Schicht aus einem dünnen Sandrande sehr feiner Körnchen, oben aus einem gröberen Bande, hauptsächlich aus vegetabilischem, mit Sande gemischtem Abfalle gebildet. Solche Lagerungsverhältnisse scheinen auf keine andere Weise erklärt werden zu können, als dass jede Schicht der jährlichen Sedimentation entspricht. Der dünne Sandrand entspricht den Ablagerungen während des Winters, wo der Boden von Schnee bedeckt ist, das dickere fossilienreiche Band ist im Frühling, Sommer und Herbst abgesetzt. Während dieser letzteren Jahreszeiten werden nämlich sicher grosse Massen von Laubabfällen und anderen toten Vegetabilien mitgebracht.

Auch in diesem Profil durch die Arpojaure-Sedimente spiegeln sich dieselben Klimaschwankungen wieder, wie in den Mooren bei Siikavuopio und Kielijärvi. Nachdem der vom Eis gedämmte See Kilpisjärvi entleert und Arpojaure als ein abgeschiedenes Seebecken isoliert worden war, drang der Kiefernwald sogleich bis wenigstens 140 M. oberhalb seiner jetzigen Grenze hervor. Es ist daher sehr wahrscheinlich, dass die Abschmelzung der letzten Eisreste in dieser Gegend sehr schnell auf Grund eines plötzlichen Eintretens eines warmen Klimas erfolgte. Was die Bedeutung des wohl abgegrenzten Lagers c sein mag, wage ich noch nicht zu sagen, möglicherweise verdankt es seine Entstehung nur einer zufälligen Veränderung im Lauf der Stromfurche. Jedenfalls enthält es sichere Fossilien von Kiefern, direkt auf dem Eisseesediment ruhend. Dieses warme Klima scheint, der Dicke der Sedimente nach zu urteilen, eine sehr lange Dauer gehabt zu haben, aber es wurde schliesslich von einer kälteren Periode abgelöst, welche die Kieferngrenze zu ihrer jetzigen Lage herabpresste. Ein grösserer Unterschied in der Mächtigkeit der Schichten des ganzen Sedimentenkomplexes, auf Schwankungen in der Niederschlagsmenge hindeutend, konnte nicht entdeckt werden. Es ist jedoch nicht ausgeschlossen, dass solche, obgleich weniger in die Augen fallend, durch kommende Untersuchungen bestätigt werden können.

Diese Darstellung der Lagerungsverhältnisse in Arpojaure muss natürlicherweise als eine preliminäre angesehen werden. Es ist daher meine Absicht, während des kommenden Sommers eine systematische Untersuchung dieser Seesedimente zu machen. Est scheint nämlich nicht unmöglich zu sein, durch eine solche eine feste Zeitbestimmung sowohl der Länge der postglacialen Zeit als der Dauer der verschiedenen Klimaperioden zu erhalten.

Die Grösse der Regionenverschiebungen in vertikaler und horizontaler Richtung.

Arpojaure ist gegenwärtig der am höchsten gelegene mit Sicherheit bestätigte Fundort fossiler Kiefernröste in dem Kōnkämä-Flusstal. Die Niveaudifferenz zwischen der früheren höchsten rationellen Nadelwaldgrenze und

der jetzigen ist also wenigstens 141 m. Dies ist aber ein Minimum, da es sehr wahrscheinlich ist, dass wenigstens ein Teil der in den See-Sedimenten eingelagerten Kiefernreste vom Bach von ihrer Wuchsstätte an der Gebirgsböschung darüber niedergeschwemmt worden ist. Das reiche Vorkommen von Kiefernresten und die zahlreichen gut ausgebildeten Zapfen geben ein unzweideutiges Zeugnis ab, dass wir es hier mit wirklichem Kiefernwald zu tun haben, in oder wahrscheinlich etwas unter der rationalen Nadelwaldgrenze gelegen. Einen etwas höheren Wert für die frühere Birkengrenze gibt ein Fund fossiler Birkenrinde in Torfablagerungen bei einem See auf Roston Selkä ab. Laut Aneroidabwägungen liegt der fragliche See 765 M. ü. d. M., und da die jetzige Birkengrenze, hoch berechnet, auf 600 M. ü. d. M. geschätzt werden kann, gibt dieser Fund einen Niveau-Unterschied von 165 M. an die Hand.

Ausser diesen näher untersuchten Funden von Kiefernresten oberhalb der jetzigen Nadelwaldgrenze ist eine ziemlich grosse Menge sowohl im Könkämä-Tal als im Pulsujoki-Tal im Kirchspiel Karesuando zu Tage gekommen. Die Zeit ist leider zu kurz gewesen, um nähere Untersuchungen zugleich mit dieser zu erlauben. So viel kann jedoch mit Sicherheit behauptet werden, dass wir nicht mit einzelnen fossilen Vorposten isolierter Kiefern zu tun haben, sondern die gefundenen Kiefernossilien sind die Reste eines wirklichen Kiefernwaldes.

Die verschiedenen Lokale, wo Kiefernossilien angetroffen worden sind, bei Namen zu nennen ist mir leider unmöglich, da aus allen vorhandenen Karten keine Auskunft ermittelt werden konnte. Ich habe mich deshalb darauf beschränken müssen, auf der beigegeführten Kartenskizze alle bis jetzt bekannten Fundorte anzugeben. Es dürfte indessen mit Hilfe dieser Skizze, sowie durch Anfragen bei den Alpenhüttenbewohnern sehr leicht sein, die auspunktirten Lokale wiederzufinden. Für eine grosse Anzahl von Mitteilungen über fossile Kiefernreste im Kinkämä-Tal bin ich Herrn Cand. ph. S. MÄRTENSON Dank schuldig, der seine Beobachtungen gütigst zu meiner Verfügung gestellt hat.

Eine Angabe, dass an zwei verschiedenen Stellen bei dem südlichen Ufer des Kilpisjärvi fossile Kiefernreste gefunden worden seien, ist mir von einem alten Lappen überliefert worden; als nicht völlig sicher sind sie jedoch auf der Kartenskizze nicht verzeichnet worden. Man erzählt auch von Funden von Kiefernstämmen in einem See, Saanajaure, auf dem Gebirge Saana am nördlichen Ufer des Ala Kilpisjärvi, 735 M. ü. d. M. Ich besuchte daher den Platz, konnte aber trotz genauer Untersuchungen keine Spur von Kiefernresten dort entdecken. Auf Grund dessen wage ich es, die Angabe in Zweifel zu ziehen. Wahrscheinlich dürften indessen Kiefernreste von einem Lappen an einem anderen Platz auf Saana wahrgenommen worden sein, in diesem Falle aber wahrscheinlich in einen niedrigeren Niveau.

Während eines Theiles der postglacialen Zeit haben also sowohl die Birken- als die Kiefern Grenzen unstreitig eine höhere Lage gehabt,

wenigstens 150 M. höher als gegenwärtig. Welchen Einfluss eine solche hohe Lage der Baumgrenzen in diesen Gegenden auf die Ausdehnung der *regio alpina*, *subalpina* und *sylvatica* gehabt haben, ist auf der Kartenskizze in grossen Zügen angedeutet worden. Man muss sich jedoch erinnern, dass die hier angedeutete Ausdehnung der *Regio alpina* ein Maximum ist, während die Grenzen aufwärts der *regio subalpina* und *sylvatica* Minimalwerte sind. Der Birkenwald in Karesuando hat also einmal an mehreren Stellen über den Gebirgsrücken mit dem norwegischen Birkenwald zusammengehungen. Der Kiefernwald hat auch ganz sicher wenigstens an einer Stelle, nämlich längs des Könkämä-Tales bei Kilpisjärvi, mit jenem auf dem norwegischen Teile der Wasserscheide zusammengehungen. Es scheint auch nicht ganz unwahrscheinlich, dass man einen solchen Zusammenhang längs Pulsujoki, Kiepamajoki und Kiepamajärvi durch künftige Untersuchungen aufweisen können wird. Vorläufig tut man jedoch am besten, einen solchen nicht anzunehmen.

Versuch von Zeitbestimmungen mit Rücksicht auf die Regionenverschiebungen.

Der Zeitpunkt der letzten Abschmelzungsstadien in den norrländischen Gebirgsgegenden ist noch immer in Dunkel gehüllt. L. VON POST¹ scheint ihn, was Norrland betrifft, in die Ancycluszeit verlegen zu wollen. HAMBURG² glaubt in den Sarekgebirgen Gründe gefunden zu haben, die für eine rasche Abschmelzung der letzten Eisreste sprechen, und bringt diese in Verbindung mit dem Eintreten einer wärmeren Klimaperiode. Auf ein wärmeres Klima während dieses Abschmelzungsstadiums des Eises deuten auch die Lagerungsverhältnisse in den beschriebenen Profilen aus dem Kirchspiel von Karesuando. Besonders die Arpojaure-Sedimente, wo gleich über den Eisseeablagerungen kiefernführende Bildungen aufzutreten beginnen, sind sehr bezeichnend. Ein solches warmes Klima dürfte mit Rücksicht auf die übrigen bekannten Verhältnisse der Temperaturschwankungen in postglacialer Zeit frühestens in der Ancyclusperiode denkbar sein.

Man begeht also kaum eine Übereilung, wenn man die untersten Teile des Arpojaure-Sediments in den Anfang der Litorina- oder vielleicht in den Schluss der Ancycluszeit verlegt. Falls nicht künftige Untersuchungen zeigen, dass das Eis in diesen Gegenden bis weit in die Litorinazeit hinein liegen blieb, dürften die Arpojaure-Ablagerungen stark für die Annahme sprechen, dass die Temperatur auch während der atlantischen Periode höher war als jetzt. HÖGBOM'S Theorie, dass das Klima zu dieser Zeit verhältnismässig kalt und feucht gewesen sei, lässt sich mit einer so hohen Lage der Baumgrenzen nicht vereinigen.

¹ G. F. F. 1909, Bd. 31, häft. 7, p. 697.

² G. F. F. 1909, Bd. 31, häft. 6, p. 420.

Ein für die subboreale Periode charakteristisches Niveau konnte in dem Arpojaure-Sediment nicht konstatiert werden. In dem Niedermoor bei Siikavuopio gab es jedoch ein wohl ausgebildetes, sehr ausgedehntes Lager von Stümpfen, mit *Carex*-Torflagern darunter und darüber. Infolgedessen glaube ich gute Gründe zu haben, die oberen Teile des Lagers b bei Arpojaure für gleichartig mit dem eben erwähnten Lager von Stümpfen zu halten. Das Fehlen von stratigraphischen Unterschieden zwischen den atlantischen und den subborealen Bildungen bei Arpojaure — wenigstens von deutlichen — weist vielleicht darauf hin, das zwischen den beiden Perioden in den kontinentalsten Gegenden von ganz Skandinavien keine grösseren Schwankungen im Feuchtigkeitsgehalt der Luft stattfanden.

Was den Zeitpunkt des Eintritts der postglacialen Klimaverschlechterung betrifft, stehen meine Profile in voller Übereinstimmung mit SERNANDERS Erfahrungen hierüber. Da die Verfechter der BLYTT-SERNANDER'sche Theorie aus biologischen, paläontologischen und hydrographischen Gründen zu der Ansicht gekommen sind, dass die Waldgründe in den oberen Teilen der Torfablagerungen der Niedermoore sowohl wie der Moore, eine trockene und warme Klimaperiode andeuten, im Gegensatz zu der darauf folgenden kälteren und feuchteren subatlantischen Periode, dürfte wohl der Umstand, dass Kiefernreste von dem Stumpflager angefangen bei Siikavuopio nicht mehr vorkommen, nicht auf einem blossen Zufall beruhen, zumal da das in Rede stehende Profil im übrigen in keiner Richtung von dem abweicht, was man in den südlicheren Teilen Schwedens beobachtet hat.

Zum Schluss mag auf die bemerkenswerte Tatsache aufmerksam gemacht werden, dass die Regionenverschiebungen, die in den schwedischen Gebirgen stattgefunden haben, mit denen in den süd-norwegischen, was die Grösse betrifft, nicht gut übereinstimmen¹. Nach den bisherigen Beobachtungen zu schliessen, waren die Verschiebungen in gewissen Teilen von Norwegen beträchtlich grösser als auf der schwedischen Seite des »Kölen«. Eine derartige Ungleichheit könnte vielleicht erklärt werden, wenn die Zunahme der Luftfeuchtigkeit, z. B. infolge von Änderungen in der Windrichtung beim Eintritt der subatlantischer Zeit in Norwegen grösser war, als im Osten der Bergkette. Indessen wäre eine Revision der Beobachtungen aus Norwegen wünschenswert, da die Angaben über die jetzige Lage der rationellen Kieferngränze etwas unsicher scheinen.

¹ Vgl. A. GAVELIN l. c. p. 150.

Tafel 8.

Karte über die Verschiebungen der Birken- und Kiefern-Waldgrenzen in Karesuando in schwedisch Lappland.

Karte über DIE VERSCHIEBUNGEN DER WALDGRENZEN in einem Teil von Karesuando.

Masstab 1:500000.

BEZEICHNUNGEN.

-  *Jetzige Regio alpina*
-  *Frühere Regio alpina*
-  *Jetzige Birkenregion*
-  *Jetziger Kiefernwald*

- o o o *Isolierte lebende Birken in der Regio alpina*
- x *Fossile Birkenfinde in der Regio alpina*
- △△△ *Isolierte lebende Kiefern in der Birkenregion*
- + + *Fossile Kiefernfinde in der Birkenregion*

