Pollenanalytische Untersuchungen des Inter-glazials von Żoliborz in Warschau.

Von

JADWIGA RANIECKA.

(Tafel XIII A).

Einleitung.

Im Jahre 1926 wurde beim Bau eines neuen Kollektors in Żoliborz bei Warschau eine Serie von See- und Torfbildungen aufgeschlossen. Sie liegen in der Grundmoräne, in einer Senke, die in der Richtung SSW-NNE verläuft und den See von Żoliborz bildete. Diesen Bildungen liegen unmittelbar feinkörnige und mittlere Sande auf. Das Alter dieses Sees und folglich auch der Seebildungen und der Torfe wurde durch S. Różycki auf Grund der Profile des anliegenden Geländes bestimmt; Różycki hält sie für jünger als die obere Moräne (Riss) (14); demnach bestand der genannte See während des Riss-Würm Interglazials, das durch W. Szafer Varsovien I — Varsovien II genannt wurde (19). Die die Torfe unmittelbar bedeckenden Sande stammen wahrscheinlich aus der Würmvereisung (Varsovien II); der Würmgletscher ist bis an Warschau nicht herangekommen, wofür das Fehlen der Moränenbildungen im Hangenden der Torfe spricht. Im Profil der Seebildungen und Torfe vom Żoliborz-See sind folgende Schichten zu unterscheiden (Tafel XIII A):

A. Moostorf, hauptsächlich durch *Drepanocladus vernicosus* gebildet.

B. Waldtorf, vom Detritus der Bäume bestehend; behält zahlreiche gut erhaltene Stücke der Baumstämme und Zweige, sowie Säugetierreste.

C. Sumpftorf, von stark zersetzten Pflanzenteilen bestehend, unter denen *Carex* sp. eine wichtige Rolle spielen. Es stellt eine dunkelbraune, bituminöse Masse dar. Reiche Schneckenfauna.

D. Grauer Seemergel, manchmal fast weiss, mit einer reichen Schneckenfauna und zahlreichen, gut konservierten Pflanzenresten.

E. Grauer Seemergel mit einer Sandbeimischung.

F. Sandton.

G. Sand.

Die genannten Bildungen wurden in geologischer Hinsicht durch S. Różycki, ihre Fauna durch W. Poliński bearbeitet.

Pollenanalyse.

Ich habe vom Institut der Geologie und Paläontologie der Warschauer Universität die Proben von allen diesen Bildungen bekommen, um dieselben nach der pollenanalytischen Methode zu untersuchen; die I-te Serie umfasst die Proben von allen Schichten von *F* bis *A*, entnommen von 600 *m* des Kolektorprofils; die II-te Serie wird durch die mittleren Schichten gebildet von *D* bis *C* und stammt von 700 *m* des Profils; die III-te Serie besteht aus den oberen Schichten, von *C* bis *A*, von 750—800 *m* desselben Profils. Der Rest der Proben stammt von verschiedenen Stellen und Niveaus des Profils und bildet keine zusammenhängenden Serien.

Meine Arbeit stützt sich auf der von Post'schen pollenanalytischen Untersuchungsmethode. Die Anzahl des Pollens in den einzelnen Schichten war verschieden; die Schicht *E*, die niedrigste von allen, die den Pollen führten, hatte ziemlich viel, die Schicht *D* — sehr viel Pollen; im Torf *C* ist er sehr selten und verunstaltet. In dieser Schicht tritt die selektive Zersetzung des Pollens zutage, eine Erscheinung, auf die K. Rudolph (15) und H. Paul und S. Ruoff (12) die Aufmerksamkeit gelenkt haben. Obwohl in den angrenzenden Schichten und zwar im oberen Teile der *D*-Schicht (*D*₁) und im unteren Teile der *B*-Schicht (*B*₃) die Pollenspektren ähnlich sind und ein sichtliches Übergewicht des Laubhölzerpollens aufweist, besteht das Pollenspektrum der *C*-Schicht dennoch fast ausschliesslich aus dem Nadelhölzerpollen, der, wie Funek bei der Prüfung der Franzesbader Moore gezeigt hat, viel stärker der Zersetzung widersteht. Der im allgemeinen sehr schlechte Zustand des in diesem Torfe erhaltenen Pflanzengewebes, wie teilweise auch des Pollens, kann als Beweis betrachtet werden, dass wir hier mit einer selektiven Zersetzung des Pollens zu tun haben. Das Pollenspektrum der *C*-Schicht gibt also ein ganz falsches Bild der Zusammensetzung der damaligen Wälder; seine Bedeutung liegt vielmehr nur darin, dass es vom Vorkommen einiger Baumgattungen Zeugnis ablegt.

In dem unteren Teile der *B*-Schicht (B_3) sehen wir den Pollen in einer noch nicht grossen Anzahl, in den oberen Teilen dieses Torfes nimmt seine Quantität allmählich derart zu, dass es in B_1 , wie auch in *A*, häufig vorkommt.

Bei der Analyse habe ich den Pollen von folgenden Baumgattungen erkannt: Kiefer (*Pinus*), Fichte (*Picea*), Tanne (*Abies*), Birke (*Betula*), Erle (*Alnus*), Weissbuche (*Carpinus*), Eiche (*Quercus*), Linde (*Tilia*), Ulme (*Ulmus*), Hasel (*Corylus*), Buche (*Fagus*), Weide (*Salix*) und Ahorn (*Acer*). Das Auftreten des Pollens der Eibe (*Taxus*) wurde von mir nicht festgestellt, obgleich W. Szafer (19) auf makroskopischem Wege das Vorkommen der *Taxus baccata* L. in den Ablagerungen von Żoliborz nachgewiesen hat. Ich nehme an, dass der Pollen der *Taxus* sich nicht im fossilen Zustande erhalten kann. P. Keller beweist das klar für *Taxus* und *Populus*. Diese Meinung wird durch Erdtman (4) geteilt. Kirchner, Loew und Schröter (9) geben an, dass der Pollen der *Taxus*, *Larix* und *Juniperus* eine Intine besitzt, welche bei dem Zusammentreffen mit Wasser mächtig anschwillt, dabei wird die Exine stark angespannt, dann aufgerissen und abgeworfen. Der Pollen ohne Exine ist aber zu zart, um erhalten werden zu können.

Ich muss bei der Besprechung der Ergebnisse der Pollenanalyse der See- und Torfablagerungen vom Żoliborzer See bemerken, dass ich mich hauptsächlich an die Resultate der Analyse der Proben der I-en Serie vom 600 m Profil des Kollektors halten werde, weil nur diese Serie alle den Pollen führenden Schichten enthält. Die Ergebnisse der Analysen der anderen Serien haben nur Bedeutung als Ergänzung.

Die Schicht *E* ist die niedrigste von denen, in welchen der Pollen enthalten ist. Ich hatte die Proben dieser Schicht von 600 m und 800 m des Kollektorprofils.

Die Pollenanalyse dieser Schicht hat zu folgendem Ergebnis geführt.

	<i>Pinus</i> ‰	<i>Picea</i> ‰	<i>Betula</i> ‰	<i>Salix</i> ‰
<i>E</i> I-te Serie	72.7	1.3	24.7	1.3
<i>E</i> 800 m des Kollektorprofils	72.0	0.7	26.7	0.7

Wir sehen, dass der Pollen der Kiefer und der Birke bei weitem überwiegt. Der Fichten- und Weidenpollen ist nur in geringer Menge vorhanden.

Aus der Messung der Grösse des Birkenpollens hat sich eine Variationskurve ergeben, die, wie ich auf Grund der Arbeit von J. Jentys-Szaferowa (6) feststellen konnte, ein Bild der Veränderlichkeit der Pollengrösse nicht einer Art, sondern einer Mischung von einigen Arten darbietet. Den grössten Anteil in diesem Gemisch nimmt der Pollen der *Betula pubescens* Ehrh. sowie der *Betula verrucosa* Ehrh. Es ist möglich, dass *Betula nana* L. auch vorkommt, aber in einer sehr geringen Menge.

Ausser den obengenannten Baumgattungen habe ich mikroskopisch noch folgende nachgewiesen:

<i>Typha</i> sp.	Pollen
<i>Ceratophyllum</i> sp.	Haare
<i>Athyrium filix femina</i> Roth. . . .	Sporen
<i>Drepanocladus vernicosus</i> Warnst.	Blattreste

Die Pollenanalyse der nächsten Schicht *D*, die der Schicht *E* von 600 *m* des Kollektorprofils aufliegt, hat zu folgenden Resultaten geführt:

	<i>Pinus</i> %	<i>Picea</i> %	<i>Betula</i> %	<i>Alnus</i> %	<i>Quercus</i> %	<i>Ulmus</i> %	<i>Tilia</i> %	<i>Quercetum mixtum</i> %	<i>Corylus</i> %	<i>Carpinus</i> %
<i>D</i> I-te Serie	10·71	—	3·57	35·71	32·14	1·78	16·07	50·00	162·64	—
<i>D</i> III-te Serie	6·67	0·67	0·67	36·00	6·00	0·67	36·67	43·34	113·33	12·00

Man sieht, dass den grössten Prozentanteil der Pollen des *Quercetum mixtum* erreicht, das durch alle drei Gattungen: Eiche, Ulme und Linde, *Tilia cordata* Mill., sowie *Tilia platyphyllos* Scop.¹⁾ vertreten wird. Das Maximum der Entwicklung haben diese drei Gattungen nicht gleichzeitig erreicht. Ich hatte nur eine Probe des Seemergels von 600 *m* des Kollektorprofils zur Verfügung, die aus der Zeit stammt, als das *Quercetum mixtum* vorherrschte; ich konnte daher nicht die Änderungen im Pollenspektrum in der damaligen Zeit verfolgen. Trotzdem war ich im Stande festzustellen und zwar auf Grund der Analyse der Schicht *D*₃ aus der III-en Probenreihe, die einer etwas späteren Zeit entstammt als die Schicht *D* der I-ten Serie, dass die Anzahl des Lindenpollens sein Maximum nach dem des Eichen- und Ulmen-Pollens erreichte. Dies ist eingetreten, als der Eichenanteil im *Quercetum mixtum* deutlich abgenommen hat.

¹⁾ Der Pollen mittels der biometrischen Methode nachgewiesen (Trela) (22).

Das Vorhanden des Weissbuchenpollens, dessen Anteil später allmählich zunimmt, sowie das abermalige Erscheinen der Fichte kann als Beweis dafür betrachtet werden, dass die Schicht D_3 der III-ten Serie sich in einer späteren Zeit als die Schicht D der I-ten Serie abgelagert hat.

Der Haselpollen kommt in einer sehr grossen Menge vor. Sein Frequenzmaximum erreicht 162·6⁰/₀.

Der Erlenpollen erscheint auch in einer grossen Anzahl (35·7⁰/₀). Im Gegensatz dazu tritt in dieser Schicht der früher dominierende Kiefer- und Birkenpollen nur im geringen Quantum auf. Das Vorhanden des Kieferpollens darf dem Windtransport aus grösserer Entfernung zugeschrieben werden ¹⁾.

Andere mikroskopisch nachgewiesene Pflanzen aus dieser Schicht

Typha sp. Pollen

Athyrium filix femina Roth. Sporen

Die Pollenanalyse von zwei Proben der I-ten Serie des C-Torfes hat zu einem vollständig falschen Bild der in der Zeit der Torfablagerung in der Waldflora herrschenden Verhältnisse geführt, weil, wie ich schon erwähnte, der Pollen einer selektiven Zersetzung ausgesetzt war. Darum konnte ich leider nicht diese Proben berücksichtigen; ich habe nur das Vorhandensein des Kiefer-, Fichten-, Erlen-, Weissbuchen- und Lindenpollens festgestellt.

Die Proben des niedrigeren Teiles der Schicht B (B_3 und B_2) haben zu folgenden Spektren geführt:

	<i>Pinus</i> %	<i>Picea</i> %	<i>Betula</i> %	<i>Alnus</i> %	<i>Quercus</i> %	<i>Ulmus</i> %	<i>Tilia</i> %	<i>Quercetum mixtum</i> %	<i>Corylus</i> %	<i>Carpinus</i> %
B_3 I-te Seite	6·33	2·72	0·90	57·27	2·72	0·90	11·81	15·45	18·18	17·27
B_2 I-te Serie	4·66	2·00	0·66	69·33	0·66	0·66	5·33	7·32	11·33	16·00
D_3 II-te Serie	2·00	0·67	0·67	21·34	0·67	0·67	8·00	9·33	28·00	67·00

Der Anteil des Weissbuchenspollens nimmt allmählich zu, wird Igleich dem des *Quercetum mixtum*, darauf übertrifft er den Anteil

¹⁾ Rudolph und Firbas (16) haben durch die pollenanalytische Untersuchung des Oberflächentorfes gezeigt, dass sogar aus dem 20⁰/₀-tigen Anteil des Kieferpollens nicht der Schluss gezogen werden darf, dass diese Gattung wirklich in der näheren Umgegend des in Frage kommenden Torfmoores vorhanden war. Ein so hoher Anteil dieses leicht übertragbaren Pollens kann auf die Rechnung des Windtransports gesetzt werden.

des *Quercetum mixtum* mehr als zweimal. In der Probe aus der III-ten Serie herrscht die Weissbuche entschieden vor, es erreicht nämlich 67 $\frac{0}{10}$. Ausser dem Pollen der Weissbuche kommt das oben erwähnte *Quercetum mixtum* mit einem Übergewicht vom Lindenpollen vor; die Hasel tritt in einem grösseren Quantum auf, dazu noch geringe Mengen der Birke, Fichte und Kiefer. (Das Vorkommen des Kieferpollens ist vielleicht nur dem Windtransport aus grösserer Entfernung zu verdanken).

Der Anteil des Erlenpollens in den Proben von 600 m des Kollektorprofils ist fortwährend gross. In anderen Proben, die von ähnlichen Verhältnissen in der Pollenflora zeugen, also aus ungefähr derselben Zeit stammen, ist dagegen der Anteil des Erlenpollens bedeutend kleiner.

Andere mikroskopischen Pflanzenreste:

<i>Nuphar luteum</i> L.	Pollen
<i>Typha</i> sp.	Pollen
<i>Athyrium filix femina</i> Roth.	Sporen

Die Ergebnisse der Pollenanalyse des oberen Teiles der B-Schicht (B_1) sind ganz anders ausgefallen:

	<i>Pinus</i> $\frac{0}{10}$	<i>Picea</i> $\frac{0}{10}$	<i>Abies</i> $\frac{0}{10}$	<i>Betula</i> $\frac{0}{10}$	<i>Alnus</i> $\frac{0}{10}$	<i>Tilia</i> $\frac{0}{10}$	<i>Quercetum mixtum</i> $\frac{0}{10}$	<i>Corylus</i> $\frac{0}{10}$	<i>Carpinus</i> $\frac{0}{10}$	<i>Fagus</i> $\frac{0}{10}$
B_1 I-te Serie	8.02	17.90	9.25	0.61	59.87	1.23	1.23	0.61	2.46	0.30
C_3 III-te Serie	22.00	60.00	8.00	—	6.67	—	—	—	2.67	0.07

Im ersten Spektrum herrscht, ausser der Erle, die Fichte vor. Der Prozentanteil des *Alnus*-Pollens bleibt fortwährend hoch. Da nur die Proben der I-ten Serie den Erlenpollen in so grosser Proportion enthalten, in anderen Proben aber sein Prozentgehalt bedeutend geringer ist, haben wir es hier wahrscheinlich mit einer lokalen Erscheinung im Bereiche des Torfmoores zu tun. Es ist möglich, dass sich in der Nähe der Stelle, wo die Proben der I-ten Serie entnommen sind, ein Erlenbruch befunden haben mag. Die Tatsache, dass in kleinem Abstand von dieser Stelle die Menge des Erlenpollens sehr schnell sinkt, scheint davon zu zeugen, dass dieser Pollen sich durch den Wind schwer übertragen lässt.

Der Anteil des Fichtenpollens erreicht im zweiten Spektrum 60 $\frac{0}{10}$, während der des Erlenpollens viel niedriger ist (67 $\frac{0}{10}$). *Quercetum mixtum* wird nur durch eine geringe Menge des Lindenpollens ver-

treten; es sind ausserdem in kleiner Anzahl die Hasel, die Weissbuche, die Birke und die Kiefer vorhanden. Wir haben hier zum ersten Mal mit neuen Gattungen zu tun: Tanne und Buche (?). Der Anteil der Tanne an dem Pollenspektrum ist ziemlich gross, namentlich wenn wir ihre viel schwächere Pollenproduktion, im Verhältnis zu anderen Nadelhölzern, in Erwägung ziehen. Ich habe nur einige Pollen der Buche (?) gefunden; es scheint, dass die genannte Baumgattung in dieser Zeit sehr selten auftrat.

Das vollständige Fehlen in der Schicht C_3 der III-ten Serie des Pollens von *Quercetum mixtum* und der Hasel beweist, dass die genannte Schicht aus etwas späterer Zeit stammt, als B_1 der I-ten Serie.

Andere mikroskopisch nachgewiesene Pflanzen:

<i>Nuphar luteum</i> L.	Pollen
<i>Typha</i> sp.	Pollen
<i>Lycopodium annotinum</i> L.	Sporen
<i>Lycopodium clavatum</i> L.	Sporen
<i>Dryopteris filix mas</i> L.	Sporen
<i>Athyrium filix femina</i> Roth.	Sporen

Das Pollenspektrum der Schicht A des Moostorfes wird durch das Vorherrschen der Kiefer bei einem schwachen Anteil der Fichte, Birke und Erle charakterisiert.

	<i>Pinus</i> ‰	<i>Picea</i> ‰	<i>Betula</i> ‰	<i>Alnus</i> ‰
A I-te Serie	93.3	2.7	3.3	0.7
A III-te Serie	94.7	4.0	0.7	0.7

Andere Pflanzen:

<i>Ericaceae</i>	Pollen
<i>Lycopodium annotinum</i> L.	Sporen
<i>Pteridium aquilinum</i> L.	Sporen
<i>Athyrium filix femina</i> Roth.	Sporen

Die Resultate der Pollenanalyse der I-ten Serie der Proben der See- und Torfbildungen aus Żoliborz habe ich in einem Diagramm (Fig. 39) zusammengestellt, das aber nicht vollständig in der für die Diagramme der Pollenanalyse üblichen Weise gezeichnet wurde. Es fehlten mir nämlich die genauen Angaben über die Tiefen, aus welchen die durch mich geprüften Proben entnommen wurden; nur die Mächtigkeit der in Frage kommenden Ablagerungen und der einzelnen Schichten war mir bekannt. Ich verfügte ausserdem über die Angaben, aus welchen Niveaus der Schichten ungefähr die Proben

stammten. Ich habe darum das Diagramm so konstruiert, dass die Lage der Pollenspektren wahrscheinlich nur annähernd den wirklichen Tiefen der untersuchten Proben entspricht.

Fig. 39.

Den Prozentanteil der Hasel habe ich im Verhältnis zur Summe der Pollen aller anderen Baumgattungen ausser der Hasel und nicht im Verhältnis zur allgemeinen Anzahl der Pollen berechnet. Auf diese Weise tritt der Anteil der Hasel am Unterholz hervor.

Schlussfolgerungen.

Ich konnte auf Grund der Pollenanalyse der Seebildungen und Torfe vom Żoliborzer See feststellen, dass in der Flora der Umgegend von Warschau während des letzten Interglazials sehr wichtige Änderungen stattgefunden haben. Das hat mir ermöglicht, eine Reihe von Phasen in der Entwicklung der Flora dieses Teiles des Quartärs zu unterscheiden. I-te Phase der Kiefer- und Birkenwald wird durch das Vorherrschen dieser Gattungen (*Pinus*, *Betula*) charakterisiert. Die Birke kommt als *Betula pubescens* Ehrh., wie auch als *Betula verrucosa* Ehrh. vor. Das Fehlen der mikroskopischen Reste der arktischen und subarktischen Flora liesse sich vielleicht darauf zurückführen, dass der Żoliborzer See nicht unmittelbar nach dem Rückgang des Rissinlandeises, sondern in einer etwas späteren Zeit entstanden ist, nämlich als die Änderung des Klimas den Waldwuchs ermöglichte.

II-te Phase — der Eichenmischwald (*Quercetum mixtum*). In der Waldflora erscheinen die Vertreter der Laubwälder; die früher überwiegenden Kiefer (*Pinus*) und Birke (*Betula*) werden durch die Vertreter des Eichenmischwaldes verdrängt und verschwinden schliesslich fast vollständig. Der Eichenmischwald wird hauptsächlich aus Eichen und Linden zusammengesetzt (*Tilia cordata* Mill., *Tilia platyphyllos* Scop.), mit einer geringen Beimischung der Ulme (*Ulmus*). Die Hasel (*Coryllus avellana*) bildete wahrscheinlich einen starken Unterwuchs.

In dieser Phase kann man zwei Unterphasen unterscheiden. Am Anfang bildet den Hauptbestandteil des Eichenmischwaldes die Eiche (*Quercus*). Darauf nimmt der Anteil dieses Baumes, sowie der der Hasel (*Corylus*) ab, der Anteil der Linde (*Tilia*) nimmt zu, so dass schliesslich diese letztere die dominierende Gattung im Wald wird. In dieser Zeit erscheint eine neue Gattung: die Weissbuche (*Carpinus*); die Erle (*Alnus*) wächst in grossen Beständen. In dieser Phase der Entwicklung der Wälder des Interglazials lässt sich die grösste Zahl der Gattungen, aus denen sie sich zusammensetzten, feststellen.

III-te Phase — der Weissbuchenwald (*Carpinetum*). Die Weissbuche wird allmählich zum wichtigsten Bestandteil der Wälder; es gesellen sich dazu in einer ziemlich grossen Anzahl die Gattungen des Eichenmischwaldes, hauptsächlich die Linde (*Tilia*). Die Erle (*Alnus*) wächst weiter unter offenbar günstigen Lebensbedingungen.

IV-te Phase — der Fichtenwald (*Piceetum*). Der Weissbuchenwald macht den Nadelhölzern Platz, unter denen die Fichte (*Picea*) vorherrscht. Ausser der Fichte (*Picea*) ist die Tanne (*Abies*) verhält-

nismässig viel verbreitet. Sie erscheint nur in dieser Phase der Waldentwicklung.

Das Vorkommen der Buche (*Fagus*) in diesen Wäldern ist nicht ganz sicher. Durch die Pollenanalyse ist das Vorhandensein einiger Buchenpollen (?) nachgewiesen, und zwar in den Proben, in welchen die Fichte (*Picea*) vorherrschte. Die gefundene Anzahl ist zu klein, um daraus den Schluss ziehen zu können, dass die Buche (*Fagus*) zu den Bestandteilen der damaligen Wälder gehörte. Die Vermutung, dass die Buche in der Interglazialflora von Żoliborz dennoch anwesend war, wird dadurch bestätigt, dass W. Szafer (19) die makroskopischen Reste dieses Baumes in denselben Bildungen gefunden hat. Es ist leider nicht genau angegeben gewesen, in welcher Schicht diese Funde lagen. Da jedoch in allen von mir untersuchten Pollenspektren die Buche fehlte, nehme ich an, dass sie nur gleichzeitig mit der Fichte und der Tanne vorkam.

V-te Phase — der Kieferwald (*Pinetum*). Es tritt wieder eine sichtliche Änderung in der Waldflora ein. Der Wald behält weiterhin den Charakter des Nadelwaldes mit dem Unterschied, dass die Kiefer zum zweiten Mal seinen wichtigsten Bestandteil ausmacht. Die Fichte sowie die Birke stellen nur eine unbedeutende Beimischung dar.

Um die von mir erhaltenen Resultate der Pollenanalyse der Bildungen von Żoliborz mit den bisherigen Ergebnissen der Untersuchungen über die Diluvialflora zu vergleichen, muss ich zuerst das dänische Interglazial in Betracht ziehen.

Alle bis jetzt floristisch untersuchten Interglazialablagerungen aus Polen (mit der Ausnahme der Bildungen aus Rzeszów, Jędrzejówka, Starunia, Hwozd¹⁾ und der fossilen Torfe aus Timoszkowice (10), deren Alter noch nicht bestimmt wurde), sind dem vorletzten Interglazial (Mindel-Riss) zugerechnet worden.

In Dänemark dagegen wurde durch K. Jessen und V. Milthers eine ganze Reihe von Süßwasserbildungen genau untersucht, die aus dem letzten Interglazial (Riss-Würm) stammen. Die Resultate der von mir unternommenen Pollenanalyse des Materials von Żoliborz stimmen fast gänzlich mit den Ergebnissen der Arbeiten von K. Jessen und V. Milthers betreffend die Änderungen in der Flora Dänemarks während dieser Diluvialperiode überein. Der Unterschied liegt in dem Vorkommen der Tanne (*Abies*) und Buche (*Fagus*) in dem Żoliborzer Interglazial; beide Gattungen sind niemals

¹⁾ Szafer, W.. Zarys stratygrafji polskiego dyluwjum (19).

in dem dänischen Interglazial nachgewiesen worden. In Nordwestdeutschland sind aber in den Ablagerungen aus dem letzten Interglazial die Reste von *Abies alba* Mill. gefunden worden. Sie traten zusammen mit den Resten der für den Eichenmischwald charakteristischen Baumgattungen auf.

Die Übereinstimmung zwischen dem Żoliborzer und dem dänischen Interglazial erlaubt mir die Vermutung, dass die Änderungen in der Flora der Umgegend von Warschau nicht nur durch den Wechsel der lokalen Bedingungen veranlasst wurden, sondern dass sie im Zusammenhang mit den allgemeinen Veränderungen des Klimas standen, welche denjenigen von Dänemark und Nordwestdeutschland analog waren.

Unter dieser Voraussetzung dürften die klimatischen Bedingungen in den einzelnen Phasen der Waldentwicklung in der Gegend von Warschau folgende gewesen sein:

I Phase — der Birken- und Kieferwald (*Betuletum, Pinetum*) — kaltes Klima des kontinentalen Typus. Die Fichte (*Picea*) kommt in dieser Phase nur sporadisch vor und fehlt vollständig am Anfange der folgenden Phase, eine Erscheinung, die durch Jessen und Milthers auch in dem letzten Interglazial Dänemarks nachgewiesen wurde. Diese Forscher vermuten, dass die Ursache des plötzlichen Verschwindens der Fichte in dem schnellen Übergang vom kalten kontinentalen Klima zu dem für *Picea excelsa* nicht günstigen warmen, atlantischen Klima zu suchen sei.

II Phase — der Eichenmischwald (*Quercetum mixtum*); das Klima hat sein Optimum erreicht; das Klima dieser Phase, am Anfange warm und trocken, nahm später einen ausgesprochen atlantischen Charakter an.

III Phase — der Weissbuchenwald (*Carpinetum*); in dieser Zeit ist nach Jessen und Milthers das anfänglich atlantische Klima in ein kühleres, für Nadelhölzer günstiges Klima übergegangen.

IV Phase — der Fichtenwald (*Piceetum*); kühleres Klima.

V Phase — Kiefernwald (*Pinetum*); kühles kontinentales Klima.

Das von W. Poliński (13) auf Grund der Untersuchung der malakologischen Fauna des Interglazials von Żoliborz aufgestellte Schema der Klimaveränderungen in dieser Epoche in der Umgegend von Warschau stimmt in grossen Zügen mit den Ergebnissen meiner Analyse überein. Der Unterschied liegt darin, dass W. Poliński dem Klima einen kühleren und feuchteren Charakter zuschreibt.

Zum Schluss dieser Arbeit möchte ich noch darauf hinweisen, dass die durch W. Szafer (20) untersuchte Flora aus der Umgegend von Grodno (Poniewież, Żydowszczyzna, Samostrzelniki), die seiner Meinung nach aus dem vorletzten Interglazial (Mindel-Riss) stammt, nach K. Jessen und V. Milthers (7), wie auch nach Dokturowski (2) dem letzten Interglazial (Riss-Würm) angehört. Dieselbe Meinungsverschiedenheit herrscht anlässlich der Bildungen von Szeląg bei Poznań, die nach W. Szafer (19) aus dem vorletzten Interglazial und nach Dokturowski aus dem letzten Interglazial (Riss-Würm) stammen.

S. Kulczyński (10) zeigte, dass die Bildungen von Timoszkowice sich auch im jüngeren Interglazial (L_4-L_5) abgelagert haben mögen.

Im Zusammenhange mit den oberwähnten Meinungen dürfte ein Vergleich der genannten Interglazialbildungen (Umgegend von Grodno, Szeląg, Timoszkowice) in floristischer Hinsicht mit denjenigen von Żoliborz hier wohl angebracht sein.

Die Untersuchungen aller diesen Bildungen haben zu ungefähr demselben Zyklus der Änderungen in der Waldflora geführt; die Flora des kalten Klimas (*Betula*, *Pinus*) hatte sich demnach in eine Flora des klimatischen Optimums mit der Linde an der Spitze (*Tilia cordata* und *Tilia platyphyllos*) umgewandelt, welche wieder einer Flora mit dem Übergewicht der Kiefer Platz gemacht hatte. Die Interglazialbildungen von Szeląg entstammen nur dem oberen Teil dieses Zyklus, vom klimatischen Optimum beginnend; in den Ablagerungen von Timoszkowice fehlt dagegen die zweite Phase des Vorherrschens der Kiefer (*Pinus*). Bei dem Vergleich der Sukzession der Waldflora dieser Standorte lassen sich folgende Abweichungen bemerken:

a) Die Tanne (*Abies*) kommt in den Ablagerungen von Grodno und Szeląg schon in der Phase des Eichenmischwaldes vor (III-te Phase der Entwicklung der Interglazialflora von Grodno); das stimmt mit den Ergebnissen der Untersuchungen über das letzte Interglazial in Nordwestdeutschland überein. In den Bildungen von Timoszkowice und Żoliborz erscheint die Tanne bedeutend später. In Dänemark und Russland dagegen ist das Vorhandensein der Tanne in dieser Diluvialperiode überhaupt nicht nachgewiesen worden.

b) Die Buche (*Fagus*) tritt zweifellos in den Interglazialwäldern der Umgegend von Grodno, und Szeląg auf. Diese Baumgattung ist nicht mit voller Sicherheit in der Waldflora von Żoliborz mikroskopisch festgestellt worden: in den Torfen von Timoszkowice hat man

sie gar nicht gefunden. Dasselbe lässt sich über das Interglazial Riss-Würm in Dänemark, Nordwestdeutschland und Russland behaupten.

c) In den Bildungen von Grodno und Szeląg sieht man keine deutlich ausgeprägte Phase des Vorherrschens der Fichte *Picea*, die genannte Phase tritt ganz klar in dem Interglazial von Żoliborz, wie auch in dem Interglazial von Dänemark, Nordwestdeutschland und Russland zu tage.

Ich füge noch eine Zusammenstellung der interessantesten Gattungen der Süßwasserflora hinzu, deren Reste sich in den oberwähnten Bildungen vorfanden. Ich muss bemerken, dass die makroskopischen Reste der Pflanzen des Interglazials von Szeląg und Żoliborz noch fast gar nicht untersucht worden sind.

	Däne- mark	Russ- land	P o l e n			
			Grodno	Timoszkowice	Szeląg	Żoliborz
<i>Aldrovanda vesiculosa</i>	+	+				
<i>Brasenia</i> sp.	+	+	+			
<i>Ceratophyllum</i> sp.	+	+	+	+	+	+
<i>Myriophyllum alternifol.</i>	+		+			
<i>Najas</i> sp.	+	+	+	+		
<i>Stratiotes aloides</i>	+	+		+		
<i>Trapa natans</i>	+	+	+			

Diese Arbeit ist in dem Institut der Pflanzensystematik der Warschauer Universität ausgeführt worden.

Ich möchte an dieser Stelle dem Herrn Prof. Dr. B. Hryniewiecki für die Anregung zur Bearbeitung dieses Themas und für wertvolle Hinweise während der Arbeit meinen herzlichen Dank aussprechen, sowie dem Herrn Prof. Dr. W. Szafer für die gütige Erlaubnis, die Methode der Pollenanalyse im Botanischen Institut der Krakauer Universität kennen lernen zu dürfen.

Literaturverzeichnis.

1. Dokturowski, W. Metod analiza pylcy w torfie. Izw. Naucz. Eksp. Inst. Torf. Moskwa 1923.
2. — Die interglaziale Flora in Russland. Geol. Förén. Förhand Bd. 51 h. 3 1929.
3. Dokturowski, W. i Kudrjaszew. Pylca w torfie. Izw. Naucz. Eksp. Inst. Torf. Moskwa 1923.

4. Erdtman. Pollenanalytische Untersuchungen von Torfmooren und marinen Sedimenten in Südwest-Schweden. Arkiv för Bot. 17. 1921.
5. Galenieks, P. Interglacials kudras slanis pie Deseles Lejniekiem, Kurzeme. Acta Universitatis Latviensis XII. 1925.
6. Jentys-Szaferowa, J. La structure des membranes du pollen de *Corylus*, de *Myrica* et des especes europeennes de *Betula* et leur determination a l'état fossile. Kraków 1928.
7. Jessen, K. & Milthers, V. Stratygraphical and Paleontological Studies of Interglacial Fresh-water Deposits in Jutland und Northwest-Germany. Kopenhaga 1928.
8. Keller, P. Pollenanalytische Untersuchungen an Schweizer-Mooren und ihre florensgeschichtliche Deutung. Bern 1928.
9. Kirchner, Loew. & Schröter. Lebensgeschichte der Blütenpflanzen Mitteleuropas. Stuttgart 1908.
10. Kulczyński, St. Flora międzylodowcowa z Timoszkowic w Nowogródzkiem. Odbitka ze Spraw. Kom. Fizjogr. t. LXIII. Kraków 1928.
11. Olufsen. Anleitung zum Studium fossiler Pollenkörner. Mikrokosmos. XVIII. H. 9 1924—1925.
12. Paul, H. & Ruoff, S. Pollenstatistische und Stratigraphische Mooruntersuchungen im südlichen Bayern. I Ber. d. Bayr. bot. Gesellsch. XIX. 1927.
13. Poliński, W. O faunie malakozoologicznej utworów czwartorzędowych na Żoliborzu w Warszawie. Posiedz. Nauk. Państw. Inst. Geolog. Nr. 16. 1927.
14. Różycki, S. Interglacja żoliborska. Odbitka ze Spraw. z Posiedz. Tow. Nauk. Warsz. Wyd. 3. Tom XXI. 1929.
15. Rudolph, K. Die bisherige Ergebnisse der botanischen Mooruntersuchungen in Böhmen. Sonderabdruck aus Beih. zum Bot. Centralbl. Bd. XLV, Abtlg. 2, H. 1, Praga 1928.
16. Rudolph, K. & Firbas Fr. Die Hochmoore der Erzgebirge. Beih. zum Bot. Centralbl. Bd. XLI, Abtlg. 2. 1924.
17. — Pollenanalytische Untersuchung subalpiner Moore des Riesengebirges. 1925. B. D. B. G. 44.
18. Stark, P. Über die Zugehörigkeit des Kieferpollens in den verschiedenen Horizonten des Bodenseemoore. B. D. B. G. 45. 1927.
19. Szafer, W. Zarys stratygrafii polskiego dyluwjum. Kraków 1928.
20. Szafer, W. O florze i klimacie okresu międzylodowcowego pod Grodnem. Spraw. Kom. Fizj. tom LX. Kraków 1926.
21. Szafer, W. i Trela, J. Interglacja w Szelagu pod Poznaniem. Odbitka ze Spraw. Kom. Fizj. tom LXIII. Kraków 1928.
22. Trela, J. Zur Morphologie der Pollenkörner der einheimischen *Tilia* Arten. Bull. Intern. de l'Acad. Pol. des Sc. N. 1—2. B. 1928.

Profil des Kollektors nach S. Różycki. 1. Untere Moräne. 2. Bändertone. 3. Sande G. 4. Sandige Lehme F. 5. Seemergel E. 6. Seemergel mit Fauna D. 7. Moortorf C. 8. Waldorf B. 9. Moortorf A. 10. Feinsande. 11. Mittlere Sande. 12. Aufgeschütteter Boden.