

Ein Beitrag zur spät- und frühpostglazialen Vegetationsentwicklung Kärntens Profil Kleinsee (447 m NN)

Von E. SCHULTZE, Wien

(Mit 1 Abbildung)

ZUSAMMENFASSUNG

Pollenanalytische Untersuchungen eines Seeböhrkernes aus dem Profundal des Kleinsees haben ergeben:

Die Vegetationsentwicklung beginnt mit einer waldlosen Phase, während der der Pollen von Steppenpflanzen dominiert. Der Blütenstaub von Sträuchern (*Juniperus*) kommt in Prozentwerten vor. Der BP, speziell der von der Gattung *Pinus*, erreicht nie höhere Werte als 20 %, wobei regelmäßig die Frequenz von *P. cembra* höher liegt als die des übrigen Föhrenpollens.

Die Wiederbewaldung beginnt mit einer Strauchphase (*Juniperus*) und der Massenentfaltung von *P. cembra*.

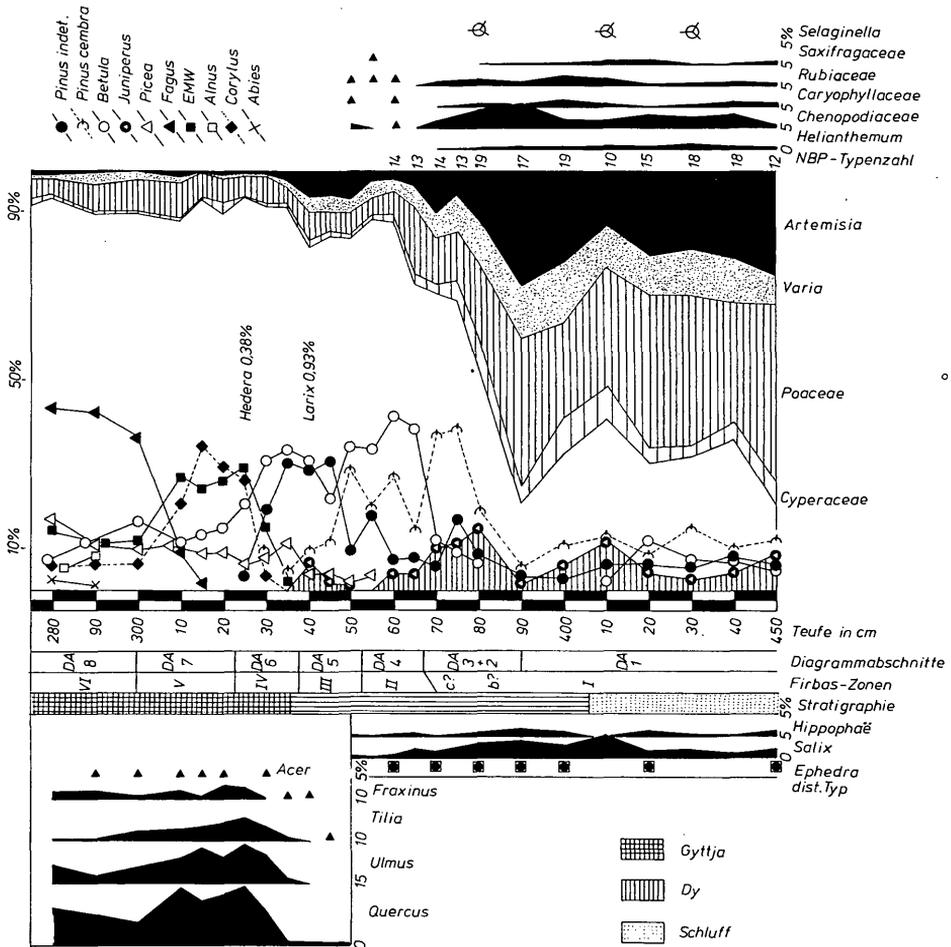
Im Alleröd dominiert die Birke über den *Pinus*pollen. Die wichtigste Baumart bleibt *P. cembra*. Gegen Ende der Älteren Kiefernzeit tritt erstmals verstärkt der Pollentyp von *P. sylvestris* auf.

In der Jüngerer Dryas kommt es nochmals zu einer leichten Auflockerung des Waldes, angedeutet durch verstärkte NBP-Frequenz und einen kleinen *Juniperus*-Gipfel. Erstmals tritt die Fichte in geschlossener Pollenkurve auf. Die Jüngere Dryas ist deutlich dreiphasig (vergl. WELTEN 1972a, MARKGRAF 1969, BOBEK & SCHMIDT 1975).

Im Präboreal fallen die Kurven von *Betula* und *Pinus* ab und der EMW und später die Hasel treten an ihre Stelle. Vom mittleren Präboreal bis ins jüngste Boreal dominiert eine EMW-Hasel-Gesellschaft das Vegetationsbild. Dann erscheint die Buche und beherrscht das Waldbild.

Es wird auf eine große Ähnlichkeit der Vegetationsentwicklung im älteren Postglazial mit der in Slowenien (SERCELJ 1972) hingewiesen.

KLEINSEE 447m NN



EINLEITUNG

Im Rahmen eines limnologischen Spezialkurses im Mai 1973 am Wörther See wurde auch ein Profundalprofil im Kleinsee (447 m NN [FRITZ in Bearb.]) abgeteuft. Im Verlaufe von paläolimnologischen Untersuchungen durch Prof. LÖFFLER traten einige Unklarheiten auf, die das Erbohren eines zweiten Profils notwendig machten. Anfang Oktober 1975 wurde von einer Plattform aus bei einer Isobathe von 10 m etwa in Seemitte ein Profil in der Gesamtlänge von 660 cm erbohrt.

Allein schon von seiner Lage her – der Kleinsee liegt nur etwa 15 km vom würmeiszeitlichen Gletscherrand entfernt – erschien der See für eine pollenanalytische Untersuchung als sehr interessant. Er war vermutlich früh eisfrei geworden, sodaß eine Überlieferung des gesamten Spätglazials zu erwarten war.

Der Beitrag soll sich vorläufig nur mit der spät- und frühpostglazialen Vegetationsgeschichte befassen. Auf die jüngeren Abschnitte wird an anderer Stelle eingegangen werden.

DANKSAGUNG

Für finanzielle Hilfe schulde ich der Kärntner Landesregierung und dem Theodor-Körner-Stiftungsfonds aufrichtigen Dank; für die tatkräftige Mithilfe bei der Bohrung sei meinem Vater, Herrn Johann SCHULTZE, und meinem Kollegen Manfred BOBEK herzlichster Dank ausgesprochen. Bei Herrn Univ.-Prof. W. KLAUS möchte ich mich für zahlreiche fruchtbare Hinweise bedanken.

METHODIK

Es wurde dieselbe Methodik wie bei SCHULTZE 1975 und W. KLAUS 1975 angewendet. Ein besonderes Augenmerk wurde auf eine pollenanalytische Differenzierung der Gattung *Pinus* – soweit bis jetzt möglich – gelegt. (Dazu: KLAUS 1967, 1972, 1975, JÄGER 1975, BOBEK & SCHMIDT 1975, SCHULTZE 1974, 1975, 1976).

Verwendete Abkürzungen:

EMW	= Eichenmischwald
DA	= Diagrammabschnitt
PK	= Pollenkörn(er)
BP	= Baumpollen
NBP	= Nichtbaumpollen
indet.	= indeterminiert

LAGE DES SEES

14°34' e. Greenwich, 46°36'22" n. Br.

PROBLEMSTELLUNG

Es ergaben sich folgende Fragestellungen:

Wann und durch welche Elemente setzt die Wiederbewaldung ein? Ist der explosionsartige Anstieg der Föhrenpollenfrequenz auf den Pollen von *P. sylvestris* zurückzuführen? Zeigen sich in der Vegetationsentwicklung regionale Tendenzen oder eher zahlreiche lokal geprägte?

Nach den bisherigen Ergebnissen (FRITZ 1964, 1972, 1973, H. SCHMIDT 1965, BORTENSCHLAGER 1966, SCHULTZE 1975) wird die Wiederbewaldung durch eine Strauchphase eingeleitet, die jedoch nicht in

allen Bereichen Kärntens deutlich ausgeprägt ist. Darauf folgt das Massenaufreten des Kiefernpollens. Leider liegen erst wenige Versuche vor, im Bereich von Kärnten den Kiefernpollen in mehrere Typen aufzuschlüsseln (SCHULTZE 1974, 1975). Daraus geht hervor, daß im Alleröd (II) die Massenentfaltung der Rotföhre im Gebiet der mittleren Gurktaler Alpen beginnt. Der Pollen der Zirbe erreicht in der Gegend um den Goggaussee (770 m NN) zu Beginn der Wiederbewaldung nur Werte von 10–15 % und wurde vom Verfasser in Anlehnung an KLAUS (1967, 1972) als Zeiger für eine Nähe der Waldgrenze gedeutet. Nun ergab sich aus dem in 447 m NN liegenden Kleinseeprofil ein völlig überraschendes Bild: Dort dominiert der Zirbenpollen in der Älteren Kiefernzeit über alle anderen Pollentypen der Gattung *Pinus*. Erst gegen Ende des Alleröd kann man dem Pollen des *Sylvestris*-Typs eine größere Bedeutung zumessen. Es stellt sich nun die Frage, warum zur selben Zeit in einer höheren Stufe (800 m NN) bereits verstärkt der Pollen vom *Sylvestris*-Typ auftritt, dagegen in 500 m NN, im Jauntal, welches bereits früh eisfrei war, noch immer der Pollen von *P. cembra* vorherrscht.

PROFILBESCHREIBUNG

- Von 660 cm bis 460 cm: hellgrauer, leicht gebänderter Schluff
- 460 cm bis 440 cm: schwarzgrauer Schluff mit etwas größeren Anteilen (bei HCl-Behandlung Entwicklung von H₂S)
- 440 cm bis 405 cm: hellgrauer Schluff
- 405 cm bis 335 cm: schwarzbraune Feindetritusgyttja
- 335 cm bis 290 cm: Übergang zu hellgrauer Tongyttja
- bei 290 cm: Sedimentwechsel zu graubrauner Gyttja.

POLLENANALYTISCHE ERGEBNISSE

Von 660 cm bis 460 cm finden sich nur vereinzelt Bruchstücke von PK, die für eine statistische Auswertung nicht herangezogen werden konnten. Dieses Sedimentpaket wurde offenbar vor Beginn der Vegetationsentwicklung abgelagert, oder so rasch sedimentiert, daß die Pollendichte sehr gering ist. Die letzte Möglichkeit ist wohl eher unwahrscheinlich, da das Sediment an sterile Stauseetone erinnert. Da die Sedimentationsrate bei homogenen Sedimenten nur schwer abzuschätzen ist, kann keine Zeitspanne für die Dauer der Sedimentation angegeben werden.

Eine sichtbare Änderung der Pollendichte beginnt bei 450 cm. FRITZ (1972) setzt diesen Wendepunkt mit etwa 13.300 v. h. an und parallelisiert eine ähnliche Diagrammlage im Profil Klopeiner See (446 m NN), der nur 1 km vom Kleinsee entfernt liegt, mit den Ergebnissen im norddeutschen Vereisungsgebiet (WOLDSTEDT 1969). In Anlehnung daran könnte der

Beginn der Pollenüberlieferung in diesem Teil Kärntens an den Anfang des Spätglazials gestellt werden. LANG (1960) rechnet noch die Zeit von 17.000 bis 13.300 v. h. zum Spätglazial.

Diagrammabschnitt 1 (450–390 cm)

Einstufungsvorschlag: Älteste Dryas (Ia)

Der DA 1 ist gekennzeichnet durch NBP-Dominanz, die Spitzenwerte von 80 % erreicht. Die Vegetation war zu diesem Zeitpunkt völlig waldlos. Von den BP erreicht der Pollen der Zirbe nur durchschnittliche Werte um 10 %, der der Birke und *Pinus* indet. ebensolche. Den größten Anteil an den NBP nehmen PK der *Artemisia* und der *Poaceae* ein, womit ein Steppencharakter dokumentiert ist.

Die Sukzession beginnt mit lockeren Rasengesellschaften, denen Sträucher wie *Juniperus* folgen. Am Ende von DA 1 kommt es zu den höchsten NBP- und den geringsten BP-Werten im gesamten Diagramm.

Diagrammabschnitt 2+3: (390–365 cm)

Einstufungsvorschlag: Bölling + Ältere Dryas (Ib, c)

Eingeleitet durch eine Strauchphase beginnt die Bestockung des Untersuchungsgebietes mit der Zirbe, die hier Werte um 50 % und mehr erreicht. Schon im vorangehenden DA 1 tritt sporadisch *Selaginella selaginoides* auf; in denselben Proben steigt die NBP-Typenzahl stark an. Dieses Phänomen könnte die Nähe einer Baumgrenze in Form einer Kampfzone andeuten. Zu Beginn des DA 2+3 erhöht sich die NBP-Typenzahl auf 19. Während dieser Zeit dürfte im Gebiet um den Kleinsee der Vorstoß der Zirbe bis in Höhen von 500 bis 600 m NN gelungen sein. Im Gebiet um den Goggausee (770 m NN, SCHULTZE 1975) tritt zur selben Zeit verstärkt die Birke auf. Eine kurze regressive Phase, angedeutet durch eine leichte Erhöhung der NBP-Werte (Ic?) beendet diesen Diagrammabschnitt und leitet zu Zirben-Birkenwäldern im älteren Alleröd über.

Diagrammabschnitt 4: (370–355 cm)

Einstufung: Alleröd (II)

In die mehr oder weniger offenen Zirbengesellschaften des DA 2+3 wandert nun die Birke ein. Die Interpretation dieser hohen Birkenwerte erscheint nicht ganz unproblematisch. FRITZ (1973) vermutet eine schwerpunktmäßige Verteilung der einzelnen Gehölzarten in Kärnten und hält es auf Grund der Ergebnisse von H. SCHMIDT (1965) für möglich, daß die Birke im mittleren Süden des Klagenfurter Beckens ihr Hauptverbreitungsgebiet gehabt haben mag. Die östlichen und nördlichen Beckenränder waren indes von Kiefern bestockt.

Auf Grund der edaphischen Gegebenheiten – der Kleinsee liegt im Bereich der Grundmoränen des Würmgletschers und großer Staunässe –

kann das Birkenvorkommen eher großräumig als nur lokal gedeutet werden.

Eine der bemerkenswertesten Tatsachen am Profil Kleinsee ist wohl die Dominanz des Zirbenpollens in der Zone II über alle anderen Pollentypen der Gattung *Pinus*. Vermutlich war zum Zeitpunkt der Einwanderung von *P. cembra* die Bodenreife in diesem Gebiet schon so weit fortgeschritten, daß bis zum Auftreten von beschattenden Gehölzen wie Fichte, EMW und Buche die Zirbe vorherrschender Baum auch noch in Lagen von 500 bis 700 m bleiben konnte.

Heute reicht das geschlossene Zirbenareal auf Kärntner Boden bis in die Gegend des Wolayersees. Östlich davon kommt nur ein versprengtes, kleines Areal auf der Petzen vor (NICKELFELD, mündliche Mitteilung). Dieses Vorkommen kann auf ein ehemaliges größeres Verbreitungsgebiet der Zirbe in diesem Gebiet während des Spätglazials hinweisen.

Erst im jüngeren Alleröd tritt verstärkt der Pollen vom *Pinus sylvestris*-Typ auf. Der Pollen vom *P. mugo*-Typ kommt zwar während des gesamten Spätglazial in Prozentwerten vor, erreicht aber kaum eine tragende Funktion (sehr hohe Indeterminatenprozente).

Die Ältere Kiefernzeit erweist sich also im Gebiet um den Kleinsee als Birken-Zirben-Phase. Erst mit der Erhöhung der Waldgrenze im jüngeren Alleröd rückt die Rotföhre etwas nach. Gegen Ende des DA 4 beginnt die geschlossene Fichtenkurve. Zugleich treten sporadisch Funde von Eichenpollen auf (vergl. FRITZ 1972, 1973, SCHULTZE 1975).

Diagrammabschnitt 5 (355–335 cm)

Einstufung: Jüngere Dryas (III)

Dieser Diagrammabschnitt zeichnet sich durch eine nochmalige Erhöhung der NBP-Werte, besonders angedeutet durch eine „Nachblüte“ von Steppenelementen wie *Artemisia* und *Chenopodiaceae*, aus und ist dreiphasig: Eine Regression der Rotföhren- und Birkenkurve zugunsten von *P. cembra* leitet den Klimarückschlag ein. In einer „Interphase“ (vergl. WELTEN 1972a, MARKGRAF 1969, BOBEK & SCHMIDT 1975) erholt sich die Waldkiefer etwas. Gegen Ende des DA 5 bildet *Juniperus* nochmals einen kleinen Gipfel aus. Zu dieser Zeit war das Klima offenbar trocken-kontinental getönt. Eine Waldgrenzendepression ist hier nicht so stark bemerkbar als in Lagen um 1000 m.

Diagrammabschnitt 6 (ca. 335–320 cm)

Einstufung: Präboreal (IV)

Zu Beginn des DA 6 kommt es zu einem leichten Anstieg der *Picea*-Kurve, verbunden mit dem Absinken der Föhren- und Birkenpollenfrequenz. Die Ausbreitung der Fichte wird – vermutlich bedingt durch die tiefe Lage der Lokalität – durch das Massenaufreten des EMW-Pollens unterdrückt. Fast gleichzeitig, aber doch verspätet, wandert die Hasel

in das Waldbild ein. Die EMW-Kurve erreicht bei 325 cm ihren ersten Kulminationspunkt und zugleich den höchsten Wert im gesamten Diagramm. Dieses Ergebnis entspricht der Ansicht von SERCELJ (1972), wonach eine Verschiebung und eine Inversion der Waldphasen im Postglazial südlich der Alpen gegenüber nördlich der Alpen zu beobachten ist. Nach SERCELJ ist dieses Phänomen eine rein natürliche Folge der geographischen Lage und mit der Nähe refugialer Standorte zu erklären.

Diagrammabschnitt 7 (ca. 320–300 cm)

Einstufung: Boreal (V)

Nach dem ersten EMW-Maximum bildet sich bei 315 cm der erste Haselgipfel mit 40 % aus. Der DA 7 stellt im Sinne von SERCELJ (1972) den Übergang zwischen Kiefern-Birken-Zeit und Buchenzeit dar. Vorherrschendes Waldelement ist in den Hügellagen ein lichter EMW mit reichlichem Vorkommen der Hasel. Die Fichte spielt in dieser Höhenlage kaum eine Rolle.

Zugleich mit dem ersten Haselmaximum setzt die geschlossene Buchenkurve ein und löst gegen Ende des Boreal den EMW in der Dominanz ab. Bei 300 cm erreicht die Buchenpollenfrequenz bereits einen Wert von 40 %, sodaß zu diesem Zeitpunkt mit Buchenwäldern bis in die submontane Stufe, zumindest im Gebiet des Kleinsees, zu rechnen ist. Nach diesen Ergebnissen eilt die Buchenausbreitung, gegenüber der nördlich der Alpen, in Kärnten um etwa 1500 Jahre voraus. Neben SERCELJ weist auch FRITZ (1964, 1973) auf das frühe Erscheinen der Rotbuche hin. So findet er in Schichten des Hochmoores im Autertal (1460 m) schon 8–9 % Rotbuchenpollen im Boreal. Aus den bisherigen pollenanalytischen Ergebnissen aus Kärnten läßt sich in der Buchenausbreitung ein deutliches SE–NW-Gefälle ablesen.

Diagrammabschnitt 8 (ab 300 cm)

Einstufung: Älteres Atlantikum (VI)

Die Buchendominanz bleibt aufrecht. In der Mitte des DA 8 tritt die geschlossene *Abies*-Kurve auf.

Abschließend sei noch darauf hingewiesen, daß die von FRITZ (1964, 1973) gegebenen Schemata einer Parallelisierung der Vegetationsentwicklung Sloweniens, Kärntens, Mitteleuropas und der Insubrischen Schweiz was die Vegetationsgeschichte Kärntens betrifft nicht auf das Gebiet um den Kleinsee zutreffen. Die Fichte erreicht zu keinem Zeitpunkt eine tragende Bedeutung.

LITERATUR

- BOBEK, M., & R. SCHMIDT (1975): Pollenanalytische Untersuchung von Seebohrkernen des nordwestlichen Salzkammergutes und Alpenvorlandes. – Linzer biol. Beitr., 7, 1:5–34.
- BORTENSCHLAGER, S. (1966): Pollenanalytische Untersuchung des Dobramooses in Kärnten. – Carinthia II, 76:121–129.
- FRITZ, A. (1964): Pollenanalytische Untersuchung des Bergkiefernhochmooses im Autertal, Kärnten. – Carinthia II, 74:41–59.
- (1972): Das Spätglazial in Kärnten. – Ber. Deutsch. Bot. Ges. 85, 1–4:93–99.
- (1973): Die Bedeutung des Längseemooses für die Vegetations- und Klimageschichte des Klagenfurter Beckens (Ostalpen). – Carinthia II, 163/83:277–293.
- (1973): Beitrag zur spät- und postglazialen Vegetations- und Klimageschichte des unteren Gailtales, Kärnten (Pollendiagramm Pölland). – Carinthia II, 163/83:295–315.
- JÄGER, S. (1975): Saccusdifferenzierungen an rezenten *Pinus*-Arten. – Diss. phil. Fak. Univ. Wien.
- KLAUS, W. (1967): Pollenanalytische Untersuchungen zur Vegetationsgeschichte Salzburgs. Das Torfmoor am Walser Berg. – Verh. Geol. B.-A., 1–2:200–212.
- (1972): Saccusdifferenzierung an Pollenkörnern ostalpiner *Pinus*-Arten. – ÖBZ, 120:93–116.
- (1972): Spätglazialprobleme der östlichen Nordalpen. Salzburg – Inneralpines Wiener Becken. – Ber. Deutsch. Bot. Ges., 85, 1–4:83–92.
- (1975): Über bemerkenswerte morphologische Bestimmungsmerkmale an Pollenkörnern der Gattung *Pinus* L. – Linzer biol. Beitr., 7/2:225–247.
- LANG, G. (1960): Die spät- und frühpostglaziale Vegetationsentwicklung im Umkreis der Alpen. – Eiszeitalter und Gegenwart, 12:9–17.
- LOFFLER, H. (im Druck): The onset of meromictic conditions in alpine lakes. – Trans. IX INQUA Congr. Christchurch, N. Z.
- MARKGRAF, V. (1969): Moorkundliche und vegetationsgeschichtliche Untersuchungen an einem Moorsee an der Waldgrenze im Wallis. – Bot. Jb. 89, 1:1–63.
- NIKLFELD, H. (1973): Über die Grundzüge der Pflanzenverbreitung in Österreich und einigen Nachbargebieten. – Verh. Zool. Bot. Ges., 113:53–69.
- SCHMIDT, H. (1965): Palynologische Untersuchungen an drei Mooren in Kärnten. (Mit pollen- und sporenmorphologischem Anhang). – Diss. phil. Fak. Univ. Innsbruck.
- SCHULTZE, E. (1974): Beiträge zur Vegetationsentwicklung und Waldgeschichte im Bereich des würmeiszeitlichen Murgletschers. – Diss. phil. Fak. Univ. Wien.
- (1975): Pollenanalytische Untersuchungen an zwei Profilen aus dem Goggausee in den Wimitzer Bergen in Kärnten. In: H. LOFFLER, (1975): Arbeitsbericht der Limnologischen Exkursion Goggausee 1974. – Carinthia II, 165/85:168–176.
- SERCELJ, A. (1972): Verschiebung und Inversion der postglazialen Waldphasen am südöstlichen Rand der Alpen. – Ber. Deutsch. Bot. Ges., 85, 1–4:123–128.
- WELTEN, M. (1972a): Das Spätglazial im nördlichen Voralpengebiet der Schweiz. Verlauf, Floristisches, Chronologisches. – Ber. Deutsch. Bot. Ges., 85, 1–4:74–96.
- WOLDSTEDT, P. (1969): Handbuch der Stratigraphischen Geologie. – Band II, Quartär, Ferdinand-Enke-Verlag, Stuttgart.

Anschrift des Verfassers: Dr. Ekkehard SCHULTZE, Institut für Limnologie und Gewässerschutz der Österreichischen Akademie der Wissenschaften, Berggasse 18/19, 1090 Wien.