

Linzer biol. Beitr.

8/2.

361-373

30.11.1976

POLLENANALYTISCHE UNTERSUCHUNGEN VON SEESSEDIMENTEN ZUM EISRÜCKZUG UND ZUF WIEDERBEWALDUNG IM NE-DACHSTEINGEBIET UND IM BECKEN VON AUSSEE (STEIRISCHES SALZKAMMERGUT)

(1 Diagrammtafel)

F. Schmidt, Wien

Zusammenfassung:

Es wurden Seeprofile vom NE-Abfall des Dachsteinstockes (Ödensee 780 m NN; Grüne Lacke 1324 m NN), sowie aus dem Becken von Aussee (Sommerberger See 856 m NN) pollenanalytisch ausgewertet.

Ältere Dryas (Ic) in Höhen um 800 m mit Pioniergesellschaften, offener Gras- und Krautvegetation. Mindest-, aber auch wahrscheinliches Alter der Endmoränen Ödensee Ältere Dryas. Beeinflussung der Sedimentations- und Vegetationsverhältnisse im Ödenseeraum im Zuge des Gletscherrückzuges vermutlich noch im älteren Alleröd (II). Legföhrenbestockung und verzögerte Zirbenausbreitung. Letztere im älteren Präboreal. Nur schwach ausgeprägte Rezession im Diagrammbild der Jüngeren Dryas (III) dieses Höhenbereiches (Legföhrengürtel). Profilstelle Grüne Lacke in der Jüngeren Dryas zumindest im Gletschernabbereich (Plateauvergletscherung). Im Präboreal (IV) hier nochmals ein deutlicher Halt ev. Rückschlag im Anheben der Zirbengrenze (Klimaoszillation). Birken markieren die Waldgrenzdynamik. Im Zuge der weiteren Waldgrenzerhöhung (ca Wende Präboreal/Boreal) nachrücken lichtliebender, aber konkurrenzschwacher Gehölze wie Waldföhre, Lärche, Ulme und Hasel, sowie Einwanderung der Fichte. Vor der endgültigen Fichtendominanz und dem gleichzeitigen Eintreffen von Buche und Tanne, ulmen- und haselreiche Mischwaldbestände in den Tallagen. Diskussion über das Verhalten der Lärche im Spät- und Postglazial.

Grundzüge der Vegetationsgeschichte des Salzkammergutes.

1. Charakteristik des Untersuchungsgebietes

Mit dem Hohen Iachstein erheben sich die Nördlichen Kalkalpen bis nahe an die 3000 m. Das ausgedehnte Hochplateau (1700 - 2000 m) mit stark zur Verkarstung (SCHAU-BERGER 1954) neigenden Kalken (hauptsächlich Dachsteinkalk der Oberen Trias) fällt nach S steil ins Ennstal, nach N zum Hallstätter See bzw Trauneinzugsgebiet ab. Es trägt in

Nordexposition die am weitesten nach E vorgeschobenen Gletscher der Alpen. Der Hallstättergletscher ist mit ca 310 ha auch der größte der Nördlichen Kalkalpen. Sein derzeitiges Zungenende liegt bei 2100 m (Hochstand zur Mitte des vorigen Jahrhunderts 1950 m: SIMONY 1871, 1884, 1895).

Das Niederschlagsklima entspricht zum Teil noch dem stärker ozeanisch getönten des übrigen Salzkammergutes, andererseits leitet es schon zum kontinentaleren der Zentralalpen über.

Vegetationsgliederung (PIGNATTI-WIKUS 1960, WENDELBERGER 1962): Montan dominiert die Fichte. Die von der Zirbe und Lärche (anthropogen auch Fichte) gebildete aktuelle Waldgrenze liegt relief- und expositionsabhängig bei ca 1550 - 1700 m. Das Dachsteinplateau wird von Legföhren bestockt, an lokalklimatisch/edaphisch begünstigten Stellen mit eingesprengten Zirben und Lärchen (Baumgrenze bei ca 1900/2000 m). Auf einen geschlossenen unteren Legföhrengürtel folgt eine Zone, in der neben Klima zusehends Relief und Boden (Karrenfelder) das Vegetationsmosaik bestimmen.

2. Zur Methodik der artspezifischen Trennung des Pinuspollens, sowie der Aufbereitung der Proben vergl. KLAUS (1972 a,b, 1975), der Gewinnung der Bohrkerne BOBEK & SCHMIDT (1976).

3. Vegetations- und Klimageschichte

An Hand von Pollenanalysen aus Rohhumusprofilen verschiedener Höhenstufen, verknüpft mit dem Moorprofil Gjaidaln, versuchte KRAL (1971) die nachwärmezeitliche Dynamik der Vegetationsstufen im Dachsteinmassiv zu rekonstruieren. Seeprofile aus tieferen Lagen sollen nun den älteren angrenzenden Zeitraum erfassen.

3.1. Profile Ödensee (780 m NN) und Sommersberger See (856 m)

Der Ödensee liegt abgedämmt durch gut ausgebildete Endmoränenwälle (HUSEN 1968, 1973) am NE-Fuß des Dachsteinstockes (Kainisch). Hangseitig münden über Schotterfächer

Bäche mit wechselnder Wasserführung. Hauptsächlich wird der See jedoch von unterirdischen Quellen gespeist ("Quellsee", ZÖTL 1957). Die Entwässerung erfolgt über die Kainisch-Traun zum Hallstätter See. Die Wasserscheide zwischen Traun und Enns bildet heute der flache Rücken des Kamp (886 m NN), wodurch sich zwei Teilbecken ergeben: Kainisch und Mitterndorf. In beiden bildeten sich in Wannsen der spätwürmzeitlichen Eiszerfallslandschaft Seen, die nun Moore tragen (ZAILER 1910). Die Endmoränen Ödensee wurden über solchen Seetonen aufgeschüttet, wobei letztere zum Teil geschuppt wurden (HUSEN 1973). Damit kommt der Altersstellung dieses Gletschervorstoßes besondere Bedeutung zu.

Das Profil Ödensee wurde bei einer Isobathe von 20 m (Seemittebereich) erböhrt.

Im Kalkschluff (370 - 650 cm Sedimenttiefe) weisen die NBP⁺ hohe Werte auf. Windblütige wie Gramineae, Artemisia, Chenopodiaceae und regelmäßig Ephedra (überwiegend E. distachya) treten hervor. Umgelagerte präquartäre Sporomorphen fanden sich nur vereinzelt. Die Bestockung wird eingeleitet durch einen Juniperus-Salix-Gipfel (Selaginella!). Der folgende pinusreiche Abschnitt läßt eine schwach rezessive Entwicklung (NBP, Juniperus, Selaginella, Botrychium) erkennen, die auf Grund weiterer Profile des Salzkammergutes (BOBEK & SCHMIDT 1976) der Jüngeren Dryas, der Pinusanstieg dem Alleröd (DRAXLER 1976, 14C-Daten) zugewiesen werden kann. Nach den P. mugo-Werten und der schwachen Ausprägung der Jüngeren Dryas zu schließen, dürfte der See zu diesem Zeitpunkt im Legföhrengürtel gelegen haben, mit noch untergeordneter Rolle der Zirbe. Ähnliche Verhältnisse weist auch das Profil Sommersberger See aus dem Ausseer Raum auf.

Nun zur Einstufung der Kalkschluffe beider Profile.

Die Ältere Dryas zeichnet sich schon im Kalkrandalpenprofil Halleswiessee (781 m NN) durch hohe NBP-Werte ab. Eine Strauchphase (Juniperus, Salix, Hippophaë) stellt hier die böllingzeitliche Zäsur in einem von "alpinen" Gesellschaften geprägten Komplex Ältere - Älteste Dryas dar.

NBP⁺ = Nichtbaumpollen

Dies erschwert zweifelsohne die Einstufung entsprechender Abschnitte von Profilen größerer Gletschernähe im Salzkammergut.

Der Sommersberger See liegt in einer von Ufermoränen des würmzeitlichen Rückzuges (HUSEN 1973, 1976 Abb. 28) abgedämmten nach N streichenden Talmulde zwischen Sommersberg- und Ischl Kogel. Nach HUSEN lassen sich mehrere Verlandungsperioden gleichlaufend mit dem Einschneiden des Abflusses nachweisen. Der See kann als Moorsee (Schwinggrasen) charakterisiert werden.

Die Bohrung erfaßte wohl nur einen Teil der spätglazialen Schluffauskleidung der Wanne.

Ein schwacher Juniperus-Salix-Gipfel inmitten des NBP-Komplexes (565 - 650 cm Sedimenttiefe, Kalkschluff) könnte das Nölling-Interstadial andeuten. Erwähnenswert sind von der offenen Gras- und Krautvegetation neben Artemisia und Chenopodiaceae, Einzelkornfunde von Armeria und Arctostaphylos, das regelmäßige Auftreten von Ephedra distachya, sowie die höheren Helianthemum-Werte. In der Strate 640 - 645 cm fällt bei niedrigeren NBP-Werten der auf Kosten von Artemisia erhöhte Anteil der Chenopodiaceae auf. Haselgebirgssporen fanden sich vereinzelt.

Für die Altersstellung der Endmoränen vom Ödensee ist entscheidend, ob mit dem Schluffpaket noch die Ältere Dryas erfaßt ist.

Die oben erwähnte starke Ausprägung dieser Kaltphase in Profilen der Kalkalpen des Salzkammergutes erlaubt jedoch mit folgenden Aspekten eine andere Einstufung.

Die Pollenwerte der 2,8 m mächtigen, sedimentologisch homogenen Ablagerung, lassen abgesehen von wohl statistischen Schwankungen, keine Entwicklungstendenz der Vegetation erkennen. Zieht man nochmals zum Vergleich das Profil Halleswiesensee heran, so ergibt sich hier für die gut abgrenzbaren Abschnitte Alleröd - Ältere Dryas eine Sedimentmächtigkeit von ca 50 cm. Es könnte sich demnach im Ödensee um einen Abschnitt erhöhter Sedimentation handeln. Die Pollendichte um 40 000 PK/ccm wiese dann darauf hin, daß die Produktivität der baumlosen alpinen Vegetation offensichtlich schon in der

Lage war, einigermaßen mit der raschen Sedimentation Schritt zu halten. Im folgenden Abschnitt der allerödzeitlichen Föhrenbestockung wurden nur mehr 20 cm Sediment abgelagert, mit entsprechend stärker organogenem Anteil. Diese Pinuswerte werden von Legföhren dominiert. Für die gegenüber den Alpenrandprofilen deutliche Schwerpunktsverlagerung der Zirbenentfaltung in das Präboreal, mögen als Erklärung der Verzögerung klimatisch-edaphische Faktoren im Gefolge der Gletschernähe herangezogen werden.

Der erfaßte Ödenseeschluff könnte nach obigen Gesichtspunkten auch den Ausklang des noch vom allerödzeitlichen Gletscherrückzug beeinflussten Sedimentationszyklus repräsentieren.

Andererseits reichen diese doch nicht aus, für die Endmoränen Ödensee neben dem belegten Mindestalter die Älteste Dryas gänzlich auszuschließen. Auch in diesem Falle wies die erhöhte Sedimentation schluffigen Materials auf eine gewisse Gletschernähe in der Älteren Dryas (Bölling) hin. Das im Salzkammergut (Kalkalpin) generell schwach ausgeprägte Bölling-Interstadial könnte als Indiz für relativ geringe Distanzunterschiede der Moränenserien beider Kaltphasen gewertet werden. Hängegletscher im Bereich der Plateauabbrüche müßten weiters keine deutlichen Moränen hinterlassen.

Eine Klärung in dieser Frage dürften ¹⁴C-datierte Profile aus dem Ödenseemoor (DRAXLER in prep.) bringen.

Die Zirbenwerte des älteren Präboreal lassen auf größere Zirbenbestände schließen. Mit dem Anheben der Waldgrenze (vergl. Profil Grüne Lacke) stoßen Birken, die Waldföhre und Ulmen vor, ehe eine stärkere Durchdringung mit der Fichte einsetzt. Bis zum Eintreffen von Buche und Tanne (hier höhere Eschen- und Erlenanteile) halten sich auch nach einem frühpostglazialen Haselgipfel (Boreal) die Haselwerte im Profil Ödensee relativ hoch. Larix fand sich in diesem Abschnitt (Präboreal bis Älteres Atlantikum) mehrmals. Die folgenden postglazialen Abschnitte (nicht mehr graphisch dargestellt) weisen Fichtendominanz über Tanne und Buche auf.

3.2. Profil Grüne Lacke (1324 m NN)

Bei dieser handelt es sich um eine typische Dolinen-bzw.

kung der Reproduktion.

Die Gletscher des Dachsteinostplateaus erreichten jedenfalls in der Jüngeren Dryas nicht mehr den Talboden von Kainisch (im wesentlichen wohl Plateauvergletscherung). Dieser Befund kann jedoch auf Grund der größeren Plateaubreite, der Entfernung zum Vergletscherungszentrum, und der Exposition, in Anbetracht der aktuellen Gletscherverteilung, nicht auf den Bereich Hallstätter See übertragen werden (Zuordnung der Stände im Echerntal, 540 m NN, dieser Kaltphase: HUSEN 1974). Eine ähnliche Relation ergäbe sich aus einer Parallelisierung der Gletscherstände von Gaisern (Mindestalter und vermutete Zeitstellung Ältere Dryas: DRAXLER, HUSEN 1976) und Ödensee. Gelten für die glaziologische Situation am Dachsteinplateau in erster Linie klimatologische Kriterien, so tritt bei Vorstößen über die Ränder hinaus, die hohe Reliefenergie hinzu.

Auf die hohen NBP-Werte (alpine Gras- und Krautvegetation) des Basisschluffes im Profil Grüne Lacke, folgt in der Übergangszone Schluff/Gyttja (480 cm Sedimenttiefe) nach einem initialen Juniperusgipfel der steile Pinusanstieg. Diese Pinusphase läßt jedoch nochmals einen NBP (Artemisia)-, Legföhren- und wacholderreicheren Abschnitt erkennen. Eine Zuordnung zum Postglazial (Ausscheidung der Jüngeren Dryas bei ähnlicher Ausprägung - vergl. Profil Halleswiessee) ist durch folgendes gesichert: Der erste Pinusgipfel beinhaltet schon höhere Werte von *P. cembra* und *Betula*. Das Alleröd im Tallagenprofil Ödensee wird dagegen von *P. mugo* bestimmt. Farne treten in allen bis jetzt untersuchten Profilen des Salzkammergutes das erstemal im Präboreal stärker hervor. Unter diesen fand sich im Profil Grüne Lacke *Polypodium*.

Es hat den Anschein, daß die präboreale Birkenentfaltung tieferer Lagen (vergl. Profil Sommersberger See) als Ausdruck des Anhebens der Legföhren/Zirbenzone (Waldgrendynamik) nochmals unterbrochen wird. Die Ausprägung dieser Klimaoszillation im Diagrammbild zusammen mit den Zirbenwerten läßt auf Zirbengrenzlagen schließen. Es zeichnet sich eine ähnlich komplexe Abfolge ab, wie sie schon für die

Jüngere Dryas diskutiert wurde (BOBEK & SCHMIDT 1976). FRITZ (1969, Lengholzschwankungen) sowie PATZELT & BORTENSCHLAGER (1973, Schlaten Schwankung 9500 \pm 200 B.P.) weisen präboreale Klimaoszillationen in den Ostalpen nach.

Zwischen der heutigen potentiellen Zirbenwaldgrenze um 1700 - 1800 m (KRAL 1971) und dem Zungenende des Hallstätter Gletschers liegen ca 300 (400) Höhenmeter (obere Legföhrenstufe und Gletschervorfeld). Daraus könnte ein Anhaltspunkt für den Stand des Hallstätter Gletschers zur Zeit der Klimaschwankung gewonnen werden (vergl. Profile Gjaidalm, 1715 m NN; KRAL 1971; DRAXLER 1976; sowie wallartige Moränenreste nach HUSEN 1976 im Bereich der Wiesalm, 1675 m NN).

Mit dem Ausklingen des Klimarückschlages tritt spiegelbildlich zuerst die Zirbe stärker in Erscheinung (durchlaufen der Waldgrenze). Die progressive Waldgrendynamik markiert erneut ein Birkengipfel. In der Folge (Boreal?) rücken Pinuspollenformen mit "sylvestroider Merkmalsbildung" (vergl. KLAUS 1972, pp. 108 - 112) in den Vordergrund. Die Waldföhre dürfte noch vor der Fichtenausbreitung die untere Zirbenzone durchdrungen bzw in Tallagen auch abgelöst haben. In diesen Beständen vermochten sich Ulmen und vorübergehend die Hasel (ausgeprägter Gipfel) zu entfalten. Mit dem steten Vordringen der Schattholzart Fichte und dem Höherrücken der Waldgrenze sinkt der Pinusanteil auf Fernflugwerte ab. Mit der Herrschaft der Fichte (Älteres Atlantikum) werden auch Hasel und Ulmen zurückgedrängt.

4. Verhalten der Lärche im Spät- und Postglazial

Pollen der produktionsarmen Lärche fand sich sporadisch in den spätglazialen Abschnitten der Profile der Kalkrandalpen und der Flyschzone des Salzkammergutes. In den legföhren- und zirbenreichen Abschnitten der Profile Ödensee, Sommersberger See und Grüne Lacke konnte kein einziges Pollenkorn aufgefunden werden, wohl aber im jüngeren Präboreal in einer Zeit erhöhter Waldgrendynamik. So treten im Profil Grüne Lacke an der Wende Präboreal/Boreal zusammen mit

Corylus und *P. sylvestris* Funde gehäuft auf. In der Strate 415 cm wurden 2% vermerkt, was auf eine stärkere Beteiligung im Nahbereich schließen läßt (KRAL 1971). Die lichtliebende Lärche dürfte demnach im Zuge des Anhebens des Legföhren/Zirbengürtels an dessen Untergrenze gute Wuchs- und Blümmöglichkeiten vorgefunden haben (SCHMIDT 1975).

Trotz der starken anthropogenen Förderung der Lärche durch Rodungstätigkeit im Waldgrenzbereich des Dachsteins, zeichnet sich dennoch das Häufungszentrum im Durchdringungsbereich Zirbe/Fichte ab (KRAL 1971: Pollenwerte bis 20% bei einer Deckung von 80%). Ähnliches gilt nach SCHIECHTL (1970) für naturnahe Waldbestände des Ötztales.

Im allerödzeitlichen durch hohe Pinuswerte ausgezeichneten Sediment des Piburger Sees/Ötztal (Profil unveröff.), der einem Bergsturz seine Entstehung verdankt, fand sich die Lärche nur in einem Pollenkorn. Dies ist erstaunlich, da sie heute reichlich die Blockfelder der Umgebung besiedelt.

Bei Fehlen einer Legföhrenzone, wie es heute im Kristallin der Zentralalpen die Regel ist, übernimmt der kälteresistente Mineralbodenkeimer Lärche die Pionierfunktion. Da sich jedoch durch Weiderodung in den Zentralalpen kaum mehr natürliche Waldgrenzverhältnisse finden, bedarf das Problem einer Krummholzzone mit Legföhren im Zusammenhang mit der Rolle der Lärche als Pionierbaum einer pollenanalytischen Überprüfung. Im Postglazial tritt mit der Ausbreitung der Grünerle (ZOLLER & KLEIBER 1971) ein Konkurrent hinzu. Für die umstrittene Genese des zentralalpinen Zwergstrauchgürtels in seiner heutigen Extension erhebt sich daraus die Frage: Entspricht dieser in den zentralen Ostalpen der potentiellen Zirbenwaldgrenze + Krummholz (*P. mugo*-Rassen, *Alnus viridis*) + ursprünglichem Zwergstrauchgürtel? (vergl. SCHIECHTL 1967, 1970, bzw. pedologische Befunde von NEUWINGER 1967, 1970)

5. Grundzüge der spät- und postglazialen Vegetationsdynamik im Salzkammergut

In Sicht der derzeit vorliegenden Profile aus dem würmzeitlichen Traungletschergebiet ergibt sich folgendes Bild der Vegetationsentwicklung:

- a) Spätglaziale GrundsucceSSION: Pioniere, Apokraten und "alpine Gesellschaften" (wie in vielen Spätglazialprofilen bemerkenswert: Artemisia, Chenopodiaceae und Ephedra) - Initiale Strauchphase mit Juniperus (Salix, Hippophae) - (Zwerg- und Baumbirken in der Flyschzone) - P. mugo - P. cembra

Neben einer Verspätung in der Vegetationsentwicklung bzw. Wiederbewaldung mit steigender Meereshöhe, zeichnet sich auch eine solche mit Annäherung an das Vergletscherungszentrum Dachstein im Spätglazial ab.

Die klimabedingte Obergrenze der Legföhrenzone liegt im jüngeren Alleröd im Schafberggebiet bei etwa 1200 - 1300 m.

Was die allerödzeitliche Waldgrenze im weiteren Attergau betrifft, einige nachträgliche Bemerkungen zur Arbeit BOBEK & SCHMIDT (1976):

Die Bestimmung der Zirbenwaldgrenze stößt auf Schwierigkeiten, da der Nahfluganteil die Werte im waldfreien Gebiet (Legföhrengürtel) überlagert. Daher wurde neben einem Schwellenanteil der Zirbe als zusätzliches Kriterium die Ausprägung der Jüngeren Dryas im Diagrammbild herangezogen. Voraussetzung ist, daß in diesen Klimaregressionen in Grenzlagen der betreffenden Pinusart durch größere Blühintervalle, Lichtung und letztlich Absenkung, der Lokalniederschlag der Kräuter (Typenzahl) stärker in den Vordergrund rückt. Im jüngeren Alleröd werden in den Profilen Wildmoos/Mondsee (800 m NN) und Halleswiessee (781 m NN) Zirbenwerte erreicht, die dem Anteil in der aktuellen Waldgrenze am Dachstein nahekommen. Auf Grund der Ausprägung der Jüngeren Dryas in diesen beiden Profilen könnte auf Zirbengrenzlagen geschlossen werden. Andererseits wiese das tiefer gelegene Profil Egelsee/Attersee (625 m NN) nicht auf einen geschlossenen Zirbenwaldgürtel.

Edaphische Faktoren (Bodenreifung) mögen neben der ohnehin schon starken Betonung von Relief- und Expositionsverhältnissen des Gebietes im Spätglazial das Vegetationsbild noch stärker beeinflußt haben (Standortmosaik?).

Im Alleröd Einwanderung der Waldföhre im Alpenvorland

- b) Im frühen Postglazial (Präboreal - Boreal) in einem Abschnitt erhöhter Waldgrendynamik und damit labiler Vegetationsverhältnisse, vor Etablierung der Klimax-Schattholzarten Fichte, Buche und Tanne, Zeit der lichtliebenden, vorwiegend konkurrenzschwachen Gehölze:
Betula, P. sylvestris, Larix, Ulmus, Corylus.
Einwanderung der Fichte und der Elemente des Eichenmischwaldes (EMW).
- c) Höhenstufen- und geographische Differenzierung (Boreal - Älteres Atlantikum): EMW in Tallagen. Stärkere Betonung von Eichen im Alpenvorland - Ulmen und Bergahorn, sowie Fichte im Bergwald.
- d) Nach Abschluß der Einwanderung der heutigen Baumartengarnitur (Jüngerer Atlantikum. Ausnahme anthropogen geförderte Hainbuche), kommt es entsprechend der hygrischen Kontinentalitätsgliederung (GAMS 1931/32) und des Temperaturgradienten zur Ausbildung einer buchenreichen Randalpen- und fichtenreichen Zwischen- bzw Innenalpenzone. Zusammen mit dem Phänomen der Massenerhebungen erklärt sich daraus auch die natürliche Verbreitung der Zirbe im Salzkammergut (Totes Gebirge, Dachsteingebiet). Letztere fehlt heute im Gegensatz zum Spätglazial (Höhenstufendepression; Grundtönung des Klimas kontinentaler) den niederschlagsreichen, relativ niederen Randalpen (Schafberg, Höllengebirge, Traunstein, Sengsengebirge).

Dank:

Für Hilfe bei den aufwendigen Bohrarbeitenden Herren Dr. E. Schultze und M. Bobek (Wien) sowie E. Lanzenberger (Lunz/See). Ferner W. Grieshofer (Kainisch) und E. Eisenberger (Pichl) und der Gemeinde Bad Aussee für bereitwilligste Unterstützung am Sommersberger See.

Anschrift des Verfassers

Dr. Roland Schmidt

Limnologisches Institut der Österr. Akademie der Wissenschaften
Berggasse 18/19

1090 WIEN

Literatur:

- BOBEK, M. & R. SCHMIDT (1976): Zur spät- bis mittelpostglazialen Vegetationsgeschichte des nordwestlichen Salzkammergutes und Alpenvorlandes (Österreich). Mit Berücksichtigung der Pinus-Arten. - Linzer biol. Beitr. 8/1, 95 - 133.
- DRAXLER, I. (1976) in: Arbeitstagung der geologischen Bundesanstalt Blatt 96 Bad Ischl.
- FRITZ, A. (1969): Folgerungen zur Klima- und Vegetationsgeschichte Kärntens aus neuen 14C-Untersuchungen. - Carinthia II 79, 11 - 120.
- GAMS, H. (1931/32): Die klimatische Begrenzung von Pflanzenarealen und die Verteilung der hygrischen Kontinentalität in den Alpen. - Z. Ges. Erdkde. Berlin. 1931: 321 - 346; 1932: 178 - 198.
- HUSEN, D. van (1968): Ein Beitrag zur Talgeschichte des Ennstales im Quartär. - Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud. 18, 249 - 286.
- (1973): Bericht über quartärgeologische Arbeiten im Trauntal auf Blatt 96 Bad Ischl. - Verhandl. Geol. B.-A. 4, A55 - 59.
 - (1974): Verhandl. Geol. B.-A. 4, A63 - 68.
 - (1976)in : Arbeitstagung der geologischen Bundesanstalt Blatt 96 Bad Ischl.
- KLAUS, W. (1967): Pollenanalytische Untersuchungen zur Vegetationsgeschichte Salzburgs: Das Torfmoor am Walserberg. - Verhandl. Geol. B.-A. Wien 1/2, 200 - 211.
- (1972): Saccusdifferenzierungen an Pollenkörnern ostalpiner Pinus-Arten. - Österr. Bot. Z. 120, 93 - 116.
 - (1972b): 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. 7/3, 329 - 369.
- KRAL, F. (1971): Pollenanalytische Untersuchungen zur Waldgeschichte des Dachsteinmassivs. - Veröff. Inst. Waldbau Hochschule Bodenkultur Wien.

- NEUWINGER, I. (1967): Zum Nährstoffgehalt in Vegetationseinheiten der subalpinen Entwaldungszone. - Mitt. forstl. B.V.A. Ökologie der subalpinen Waldgrenze. 75, 269 - 304.
- (1970): Böden der subalpinen und alpinen Stufe in den Tiroler Alpen. - Mittl. Ostalp.-din. Ges. Vegetkde. 11, 135 - 150.
- PATZELT, G. & S. BORTENSCHLAGER (1973): Die postglazialen Gletscher- und Klimaschwankungen in der Venediger Gruppe (Hohe Tauern, Ostalpen). - Z. Geomorph. N.F. 16, 25 - 72.
- SCHAUBERGER, O. (1954): Hochkarst und Höhlenbildung im Dachstein. Erläuterungen zur geologischen Karte des Dachsteingebietes (SPENGLER - GANNS). Innsbruck.
- SCHIECHTL, H.M. (1967): Die Physiognomie der potentiellen natürlichen Waldgrenze und Folgerungen für die Praxis der Aufforstung in der subalpinen Stufe. - Mitt. forstl. B.V.A. Ökologie der alpinen Waldgrenze. 75, 5 - 56.
- (1970): Die Ermittlung der potentiellen Zirbenwaldfläche im Ötztal. - Mittl. Ostalp.-din. Ges. Vegetkde. 11, 197 - 204.
- SCHMIDT, R. (1975): Pollenanalytische Untersuchungen zur spätglazialen bis mittelpostglazialen Vegetationsgeschichte im Raume Bozen. - Linzer biol. Beitr. 7/2, 225 - 247.
- SIMONY, F. (1871): Die Gletscher des Dachsteingebirges. - Sitz. Ber. Österr. Akad. Wiss. math.-nat. Kl. 63, 501 - 536.
- (1884): Photographische Aufnahmen und Gletscheruntersuchungen im Dachsteingebirge. - Mitt. D.-Ö.A.V. 10.
- (1895): Das Dachsteingebiet. Wien.
- ZAILER, V. (1910): Die Entstehungsgeschichte der Moore im Flußgebiet der Enns. - Z. Moorkultur Torfverwertung 8, 1 - 83.
- ZOLLER, H. & H. KLEIBER (1971): Vegetationsgeschichtliche Untersuchungen in der montanen und subalpinen Stufe der Tessintäler. - Verh. Naturforsch. Ges. Basel 81/1, 90 - 154.
- ZOLLER, H., MÜLLER, F.J. & H. KLEIBER (1972): Zur Grenze Pleistozän/Holozän in den östlichen Schweizer Alpen. - Ber. Deutsch. Bot. Ges. 85/1-4, 59 - 68.
- ZÖTL, H. (1957): Hydrologische Untersuchungen im östlichen Dachsteingebiet. - Mitt. Naturwiss. Verein Steiermark 87, 182 - 205.