

Ber. nat.-med. Verein Innsbruck	Band 81	S. 61 – 84	Innsbruck, Okt. 1994
---------------------------------	---------	------------	----------------------

Pollenanalytische Untersuchungen zur spät- und postglazialen Geschichte der Vegetation im Saalach- und Salzachtal (Salzburg/Austria)

von

Hanna SCHANTL-HEUBERGER *)

(Institut für Botanik der Universität Salzburg)

Investigations of the Late- and Postglacial History of Vegetation in the Saalach and Salzach Valley (Salzburg/Austria)

Synopsis: Pollen diagrams from three localities in the region of the former Salzach and Saalach glacier help to reconstruct the vegetational history. Radiocarbon (^{14}C) dates for a total of 16 samples were obtained. The sediments date from a period beginning with the Oldest Dryas time and ending in the presence. The Oldest Dryas is divided into a pioneer, a steppe and a shrub phase. The spread of *Pinus* started at the beginning of Bölling. *Pinus-Betula* woodland was the dominant vegetation until the spread of *Picea*, *Corylus* and mixed oak woodland in the Präboreal. The Older Dryas is not represented in the profiles and the Younger Dryas is only weakly distinguishable. *Abies* and *Fagus* immigrated into the region about 6000 BP (earlier in Saalach valley and later in the inner-alpine region of Salzach valley) and shortly afterwards the first traces of human influences can be deduced in the pollen diagrams.

1. Einleitung:

Zwischen den in Tirol durchgeführten vegetationsgeschichtlichen Untersuchungen und denen der weiter östlich gelegenen Gebiete des ehemaligen Traungletschers fehlten neuere Arbeiten, die die gesamte Vegetationsentwicklung des Spät- und Postglazials im Salzach- bzw. Saalachtal erfaßten. WAHLMÜLLERS (1988) Untersuchungen am Götschenberg bei Bischofshofen lagen hauptsächlich archäologische Fragestellungen (LIPPERT 1984) zugrunde und so wurde naturgemäß der Spätglazialbereich weniger ausführlich behandelt.

Von den hier untersuchten Lokalitäten liegen zwei im Salzachtal (Goldegg und Höll) und eine im Saalachtal (Steinpaß). Sie haben keine direkte Beziehung zu den spätglazialen Gletschervorstößen aus den einzelnen Gebirgsgruppen sondern Schutzlage in Umfließungsrinnen der Hauptvergletscherung des frühen Spätglazials und wurden auch später von hangbildenden Prozessen nicht mehr wesentlich berührt. Alle drei liegen in einem ähnlichen Höhenbereich zwischen 620 m und 820 m NN.

*) Anschrift der Verfasserin: Dr. Hanna Schantl, Institut für Botanik der Universität Salzburg, Hellbrunner Straße 34, A-5020 Salzburg, Österreich.

2. Untersuchungsgebiet:

2.1. Geographische Lage der Lokalitäten:

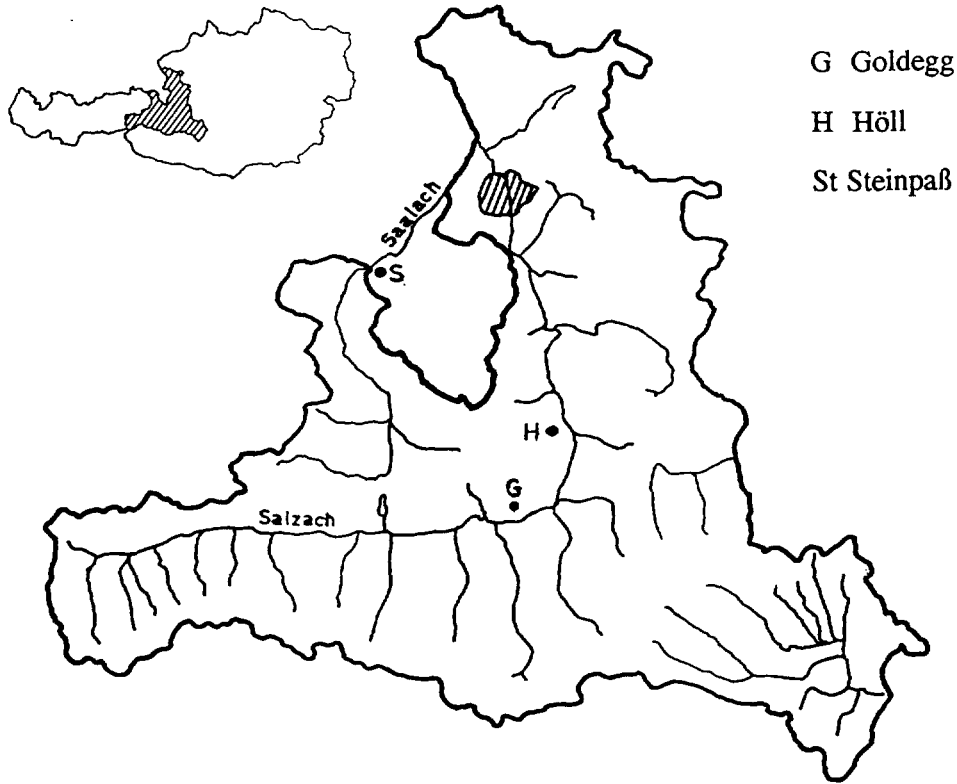


Abb. 1: Lage der Untersuchungsgebiete.

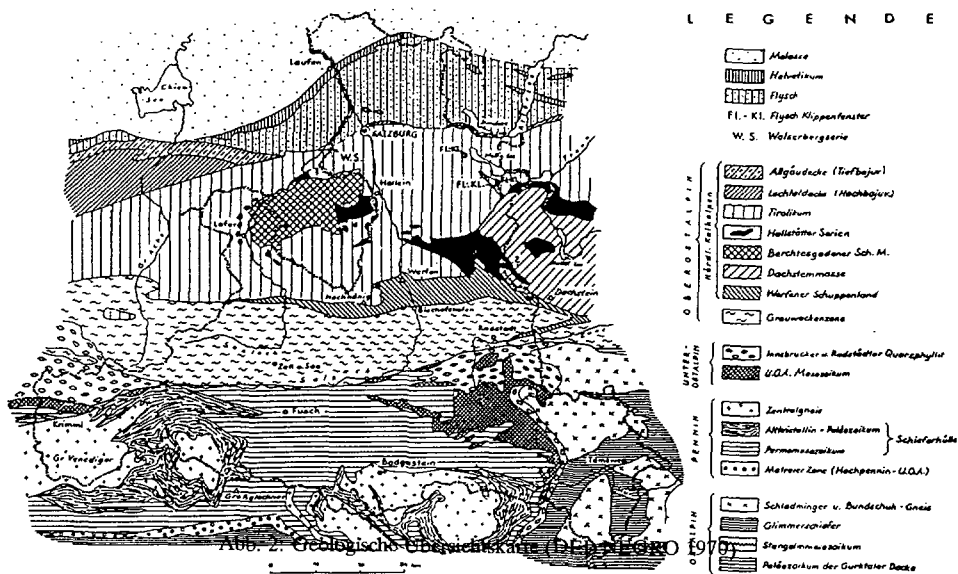
Von den untersuchten Mooren liegen zwei im Bundesland Salzburg, im mittleren (Goldegg) und nördlichen Pongau (Höll). Das dritte (Steinpaß) befindet sich auf deutschem Staatsgebiet nahe der österreichischen Grenze, die den nördlichsten Teil des Salzburger Pinzgaues von Bayern trennt (Abb. 1).

Die Moore am Steinpaß und im Höllgraben (nahe bei Imlau) führen keine eigenen Bezeichnungen und wurden daher in dieser Arbeit als Moor Steinpaß und Moor Höll bezeichnet.

Höhe (NN)	n. Br.	ö. v. Gr.	Österr. Karte 1:50.000 d. Bundesamtes f. Eich und Vermessungswesen	
Goldegg	820	47° 19'	13° 6'	125 Bischofshofen
Höll	760	47° 33'	13° 11'	125 Bischofshofen
Steinpaß	620	47° 40'	12° 40'	93 Bad Reichenhall

2.2. Geologie und Lage:

SALZBURG Geologische Übersichtskarte



2.2.1. Goldegg:

Dieses Moor, das durch Verlandung aus dem heute nur noch als Rest erhaltenen Goldegger See entstanden ist, liegt bereits im Bereich des inneralpinen Längstalzugs Salzach – Enns, sehr nahe dem Südrand der Schieferalpen (Grauwackenzone). Dieses Moor ist in eine haupttalparallele Mulde eingebettet. Sie gehört zu einer hier landschaftsbestimmenden Mulden- und Rippenlandschaft, geprägt durch die Gesteinsunterschiede zwischen den weichen, muldenbildenden Phylliten und rippenbildenden paläozoischen Kalkzügen. Die Mulden dieser Landschaft sind durchwegs mit glazialen Sedimenten ausgekleidet. Durch die geographische Lage ging die Verbindung zum Hauptgletscher des Salzachtales schon bald verloren.

2.2.2. Höll:

Auch das Moor bei Imlau liegt in einer haupttalparallelen kleinen Talung, wohl einer späteiszeitlichen Umfließungsrinne, die über dem Imlautal ausläuft. Der Salzachgletscher war hier lange Zeit mit den Gletschern der Seitentäler (Imlautal, Höllgraben) verbunden. Lokaler Moränenschutt stammt aus dieser Zeit und nicht von später vorstoßenden lokalen Schlerngletschern (HEUBERGER 1972). Geologisch gesehen liegt das Moor im Bereich der permoskystischen Werfener Schichten am Südrand der Nördlichen Kalkalpen.

2.2.3. Das Moor Steinpaß bei Melleck:

Das Moor liegt nahe dem obersten Rand einer saalachparallelen, gekappten Talmulde, die nach oben, über dem Saalachtal, im Bereich des Steinpasses ausläuft und wohl eine eiszeitliche Umfließungsrinne war, nun aber im obersten Teil ein Trockental ist, das nordwärts dann einige Bäche der Sonntagshorngruppe aufnimmt.

Von den untersuchten Gebieten ist es das einzige auf der Kalkalpenordseite. Geologisch gesehen liegt es in Gesteinen der oberen Trias der Nördlichen Kalkalpen, wobei die Saalach hier der Grenze zwischen dem tirolischen und dem juvavischen Deckenbereich folgt. Die Unterschiede der Fazies werden am besten darin sichtbar, daß die obere Trias der Reiter Alm reiner verkarstungsfähiger Dachsteinkalk ist, während der das Untersuchungsgebiet bestimmende Rand des Tirolikums aus weit weniger verkarstendem Hauptdolomit besteht. Das Moor ist ein verlandetes Toteisloch (Abb. 3).

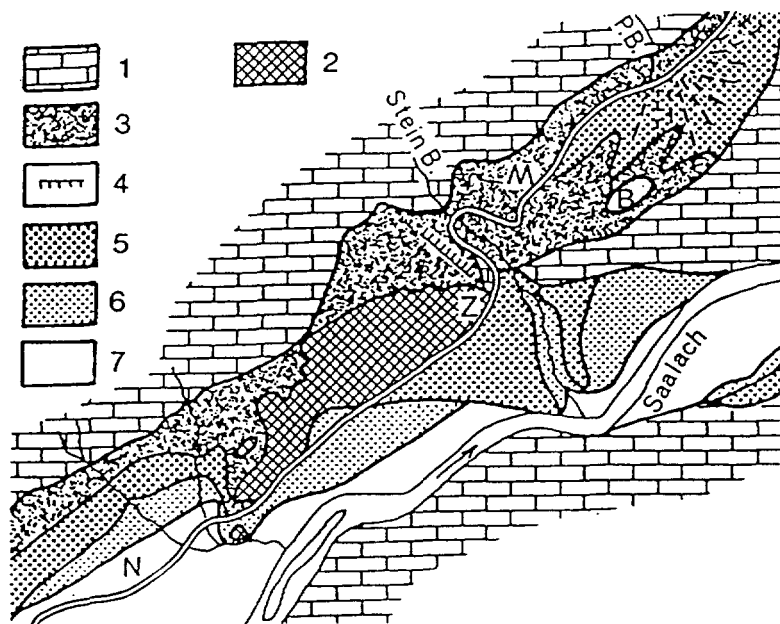


Abb. 3: Moränensituation am Steinpaß: 1 Trias, 2 Bergsturmoräne, 3 Grundmoräne d. Saalachgletschers, 4 Erosionskante, 5 und 6 Flußschotter und -terrassen, 7 jüngste postglaziale Aufschüttungen. (HEUBERGER 1972). — M Gasthaus Melleck, N Niederland, P.B. Pernauber Bach, Z Zollstation, B Bohrstelle.

2.3. Klima:

Das Untersuchungsgebiet am Steinpaß liegt noch im Staubereich des nördlichen Alpenrandes mit deutlich höheren Niederschlägen (ca. 1550 mm) als die beiden anderen Untersuchungsgebiete (Goldegg, ca. 970 mm). Das Salzachtal bricht in einer besonders engen Schlucht zwischen Hagen- und Tennengebirge durch, bildet also nur eine sehr enge Lücke in der Abschirmung des inneren Alpenbereiches. Da der südliche Pongau — zu dem Goldegg gehört — noch durch weitere Gebirgsketten (Hochkönig, Schieferalpen) abgeschildert ist, sind die Niederschläge hier niedriger als im nördlichen Salzachtal. Hervorzuheben wäre noch die besondere klimatische Situation von Goldegg. Durch seine Höhen- bzw. Hanglage, ist die Umgebung Goldeggs zwar klimatisch begünstigt. Allerdings bedingt die dicke winterliche Eisschicht auf dem See in dieser Mulde einen Kältesee, der im Frühjahr relativ lang die Temperatur der direkten Umgebung mitbestimmt.

Die Station Unken liegt im Saalachtal, ca. 3 km südwestlich des Moores Steinpaß. Die Station Schwarzach i. P. liegt im Salzachtal, ca. 3,5 km östlich von Goldegg, allerdings 220 m tiefer. Die Niederschlagsangaben im Text beziehen sich auf diese beiden Meßstationen.

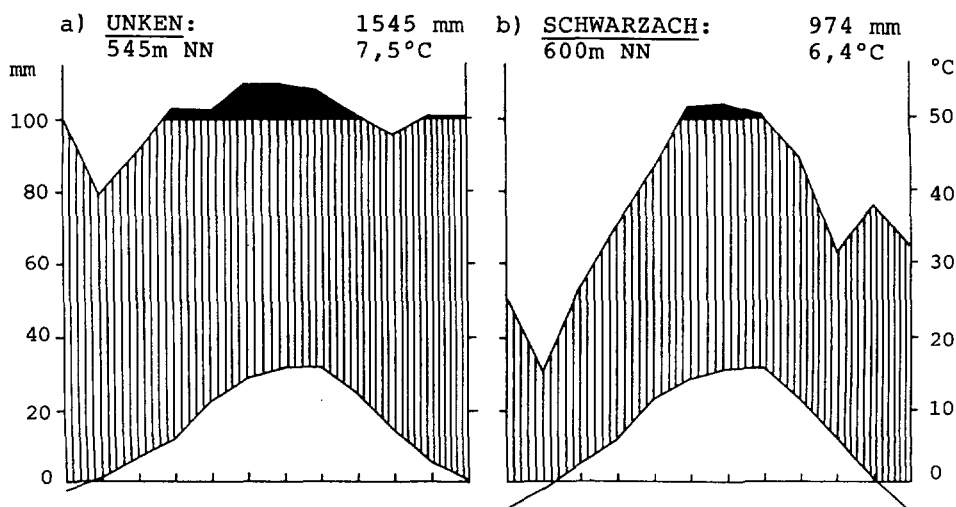


Abb. 4: Klimadiagramme: a) Unken; b) Schwarzach im Pongau.

2.4. Aktuelle Vegetation:

Alle drei Moore liegen im Bereich der dem Fagion-Verband angehörenden montanen Buchen-Tannen-(Fichten-)Mischwälder der Randalpen (WAGNER 1989). Von Natur aus tritt in diesen Wäldern mit steigender Höhe oder auf kalkärmeren Gesteinen die Buche stark zurück. Außerdem wurde die potentielle Vegetation infolge der starken forstlichen Begünstigung der Fichte weitgehend verändert, sodaß sie heute weit größeren Raum einnimmt, als ihr von Natur aus zukommen würde.

2.4.1. Goldegg:

In diesem bereits alpenhauptkammnahen Silikatgebiet sind immer noch Buchenwälder vorherrschend. Sie zeigen sich heute als Fichtenforste mit einer dichten Strauchschicht von *Sambucus* (vor allem *S. nigra*) und *Corylus*. Andere Sträucher sind untergeordnet, z.B. *Lonicera xylosteum* und *Euonymus europaea*. Wie in tiefmontanen Buchenwäldern üblich, erscheinen in auffälliger Weise die drei häufigsten Farne *Athyrium filix-femina*, *Dryopteris dilatata* und *D. filix-mas*, und nur wenige stärker montan verbreitete Hochstauden (*Actaea spicata*, *Senecio fuchsii*, *Petasites albus*, *Prenanthes purpurea*) sind in steileren Hanglagen auffälliger vertreten. Ansonsten finden sich neben *Oxalis* vor allem mesische Arten, z.B. *Galium odoratum*, *Cardamine trifolia*, *Geum urbanum*, *Paris quadrifolia*, *Polygonatum multiflorum*, *Carex sylvatica*, *Brachypodium silvaticum* und Säurezeiger wie *Polytrichum formosum*, *Luzula silvatica* und *Moehringia trinervia*. Auch Feuchtezeiger, wie z.B. *Festuca gigantea*, *Stachys silvatica*, *Circaea lutetiana*, *Mnium undulatum* und *Mnium affine* können beteiligt sein. Es fehlen die ausgesprochen montan verbreiteten und für Tannen-Fichtenwälder charakteristischen Artengruppen wie z.B. *Adenostyles alliariae*, *Polygonatum verticillatum*, *Saxifraga rotundifolium* und *Ranunculus lanuginosus*. Die weniger steilen Hanglagen tragen eine triviale Vegetation mit vorherrschend *Oxalis* und den oben erwähnten mesischen Arten, durchsetzt mit Jungwuchs von *Fagus*.

Die Bohrstelle liegt am Nordufer des Goldegger Sees. Den unmittelbaren Uferbereich bildet heute ein *Caricetum elatae* mit auffälliger Beteiligung von *Phragmites australis*. Ungefähr 20 m landeinwärts erfolgt der Übergang in eine Streuwiese (*Caricetum elatae typicum*), in der die Bohrstelle liegt, mit *Carex elata*, *Phragmites australis*, *Lycopus europaea*, *Potentilla palustris*, *Ly-*

Lythrum salicaria, *Pedicularis palustris*, *Epilobium palustre*, *Bryum pseudotriquetrum*. An diesen Bereich schließt eine Seeuferausbildung des Caricetum davallianae an, mit *Carex elata*, *Lythrum salicaria* und anderen Hochstauden (z.B.: *Filipendula ulmaria*) sowie der normalen Artengarnitur des Caricetum davallianae, wie *Carex davalliana*, *Carex nigra*, *Carex echinata*, *Carex lasiocarpa*, *Eriophorum latifolia*, *Parnassia palustris*. Außerhalb des See-Moor-Komplexes dominieren heute in der unmittelbaren Umgebung landwirtschaftlich genutzte Wiesen. Der Wald ist auf steilere bzw. ungünstigere Lagen zurückgedrängt.

2.4.2. Das Moor Höll bei Imlau:

Der langegezogene, in einer Umfließungsrinne entstandene Moorkomplex wird unmittelbar von Tannen-Buchenwäldern eingenommen, die mit auf Terrassenlagen beschränkten montanen Tannen-Fichtenwäldern durchsetzt sind. Diese Abieti-Fageten sind mitbedingt durch die Exposition (NO-Hänge). Die SW-exponierten Hänge sind durch Bergschatten geschützt, sodaß keine thermophilen und trockenheitsresistenten Waldgesellschaften entstehen konnten.

Die mit einer reichen Strauchschicht – hauptsächlich *Corylus* und *Sambucus* – durchsetzten Tannen-Buchenwälder werden in der Krautschicht weitläufig von *Carex alba* dominiert. Stellenweise herrschen *Mercurialis perennis*, *Petasites albus* und *Salvia glutinosa* vor. Andere mesische Arten der Tieflagen (*Lamium montanum*, *Primula elatior*, *Campanula trachelium*, *Pulmonaria officinalis*) und einige montane Hochstauden (*Senecio fuchsii*, *Actaea spicata*, *Chaerophyllum hirsutum*) sind ziemlich verbreitet. Die Mooschicht weist mesische (z.B.: *Eurhynchium striatum*) und feuchtezeigende Arten (z.B.: *Mnium undulatum*) auf. Eingestreut in diese mäßig steilen Hanglagen sind, wie bereits oben erwähnt, einige Hangterrassen, auf denen die Böden stärker entbast sind, sodaß die Basenzeiger (z.B.: *Mercurialis perennis*, *Salvia glutinosa*, *Aquilegia vulgaris*, *Clinopodium vulgare*) sehr stark zurücktreten. Dafür herrschen *Oxalis acetosella* und *Galium rotundifolium* vor, die mit einigen säurezeigenden Kräutern (z.B.: *Hieracium silvaticum*, *Mycelis muralis*) und Moosen (z.B.: *Dicranum scoparium*, *Dicranella heteromalla*) durchsetzt sind. Ferner sind an mesischen Arten *Carex silvatica*, *Lamiastrum galeobdolon*, *Ajuga reptans*, *Ranunculus nemorosus* und an feuchtezeigenden Arten *Chaerophyllum hirsutum*, *Petasites albus*, *Angelica sylvestris* und *Actaea spicata* zu finden.

Das Moor selbst präsentiert sich heute als sehr uneinheitliche, stark degradierte Fläche. Der trockenere westliche Teil ist von *Molinia coerulea* dominiert und hat noch Hochmoorcharakter (*Calluna vulgaris*, *Eriophorum vaginatum*), während der Rest von Gräben durchzogen ist und teilweise mit Fichten aufgeforstet wurde. Dieser Teil ist am ehesten als durch Düngung und Entwässerung stark gestörtes Caricetum elatae zu betrachten.

2.4.3. Das Moor Steinpaß bei Melleck:

Die großteils recht steilen Hänge in der Umgebung des Moores sind in den etwas tiefergründigen Bereichen mit strauchreichen Carici-Fageten (mit vorherrschend *Carex alba* und *Calamagrostis varia*, aber auch mit Gruppen von *Mercurialis perennis* und *Cyclamen purpurascens*) sowie mit weiteren Arten wie *Vincetoxicum hirundinaria*, *Euphorbia amygdaloides* und *Bromus benekenii* bestanden. An den etwas flachergründigen Stellen sind Cephalanthero-Pineten, als buchenfähige Gesellschaften, und an Gratlagen offene *Pinus*-Bestände anzutreffen.

Das Moor selbst ist ein stark gewölbter, heute vollständig kultivierter ehemaliger Hochmoorkomplex. Im SW liegt ein Restbestand in dem *Molinia arundinacea* und *Carex fusca* dominiert. Durch den Einfluß von basenreichem Hangwasser treten basiphile Arten der Kleinseggenrieder auf: *Carex davalliana*, *Carex hostiana*, *Eriophorum latifolium*, *Parnassia palustris* und *Campylium stellatum*. Der Hauptteil des einstigen Moores wird heute als feuchte Mähwiese genutzt.

3. Methodik:

3.1. Feldarbeit:

In den Mooren Höll und Steinpaß wurden in zentralen Bereichen durch Sondierungen die Stellen größter Sedimentmächtigkeit ermittelt, und mit dem "Geonor-Kernbohrer" die Bohrkerne gewonnen. In Goldegg wurden die Proben mit dem gleichen Gerät, ca. 25 m vom Seeufer entfernt, entnommen. Im Moor Höll wurden die obersten 50 cm ergraben.

3.2. Laborarbeit:

Die Proben wurden nach der am Institut für Botanik der Universität Innsbruck, Abteilung Palynologie, angewandten Methode (BORTENSCHLAGER 1976; SEIWALD 1980) aufbereitet und präpariert. Bei den Profilen Goldegg, Höll II und Steinpaß II wurden vor Beginn der chemischen Behandlung Fremdpollen in Form einer Suspension zugesetzt (STOCKMARR 1971), um Absolutdiagramme erstellen zu können.

3.3. Berechnung und Darstellung:

Die Berechnung und Darstellung der Diagramme wurde mit dem am Institut für Botanik der Universität Innsbruck entwickelten Computerprogramm POLPROF (TRANQUILLINI 1988) ausgeführt. Sämtliche Daten liegen, auf Disketten gespeichert, an diesem Institut.

Bei den Relativdiagrammen wurden teilweise die Cyperaceae, *Alnus* und die Wasser- und Sporenpflanzen aus der 100 %-Summe ausgeschlossen.

Diagrammbezeichnung	aus 100 %-Summe ausgeschlossene Arten
Goldegg	<i>Alnus</i> , Cyperaceae, Cichoriaceae
Höll I	<i>Alnus</i> , Cyperaceae, <i>Potentilla</i>
Höll II	— — —
Steinpaß I	<i>Alnus</i> , Cyperaceae, Cichoriaceae
Steinpaß II	— — —

In Anlehnung an MANGERUD et al. (1974) wurden die Diagramme in Chronozonen eingeteilt. Zusätzlich wurden die Profile noch in Diagrammabschnitte (DA) gegliedert.

3.4. Radiokarbondatierungen:

Die Datierungen wurden am Institut für Radiumforschung und Kernphysik der Österreichischen Akademie der Wissenschaften in Wien (VRI) und am C-14 Labor des Niedersächsischen Landesamtes für Bodenforschung in Hannover (Hv) durchgeführt.

Um den Beginn der organogenen Sedimentation festzulegen, wurden bei allen untersuchten Profilen die organischen Basisproben sofort nach der Bergung zur radiometrischen Messung eingesandt. Die weiteren Proben wurden nach Vorliegen der Diagramme, entsprechend den Kurvenverläufen, entnommen. So konnte jeweils der gleiche Bohrkern datiert werden, aus dem zuvor die Proben für die Pollenanalysen entnommen wurden.

Bei allen Proben wurden Gesamtstoffmessungen durchgeführt. Die Proben Goldegg 4 und 6 bzw. 5 und 7 wurden aus Parallelbohrungen gewonnen.

Profil	Tiefe cm	Probennummer	Sediment	Alter (BP)
Goldegg 1	458 - 464	Hv 8299	Moos-Torf/Seekreide	11330 ± 145
Goldegg 2	320 - 330	VRI 1045	Cyperaceen-Torf/Skr.	8440 ± 80
Goldegg 3	250 - 260	VRI 1046	Cyperaceen-Torf	7900 ± 80
Goldegg 4	180 - 190	VRI 1047	Cyperaceen-Torf	4560 ± 60
Goldegg 5	110 - 120	VRI 1048	Cyperaceen-Torf	2450 ± 50

Profil	Tiefe cm	Probennummer	Sediment	Alter (BP)
Goldegg 6	180 - 190	VRI 1049	Cyperaceen-Torf	4410 ± 60
Goldegg 7	110 - 120	VRI 1050	Cyperaceen-Torf	2390 ± 50
Höll 1	856 - 865	Hv 8297	Seekreide	10325 ± 75
Höll 2	790 - 800	Hv 9182	Cyperaceen-Torf	10240 ± 100
Höll 3	555 - 570	Hv 9163	Cyperaceen-Torf	5860 ± 100
Höll 5	290 - 300	Hv 9186	<i>Sphagnum</i> /Moos-Torf	4035 ± 75
Höll 6	140 - 150	Hv 9185	<i>Sphagnum</i> -Torf	3330 ± 75
Steinpaß 1	556 - 564	Hv 8297	Seekreide	11835 ± 160
Steinpaß 2	490 - 495	Hv 9187	Cyperaceen-Torf	9695 ± 665
Steinpaß 3	290 - 300	Hv 9188	Cyperaceen-Torf	6835 ± 60
Steinpaß 4	190 - 200	Hv 9189	Cyperaceen-Torf	5355 ± 85

Abkürzungen: BP = before present; Skr. = Seekreide.

3.5. Abkürzungen und Signaturen:

BP	Baumpollen
DA	Diagrammabschnitt
EMW	Eichenmischwald
NBP	Nichtbaumpollen
PD	Pollendiagramm
UA	Unterabschnitt
2000 BP	2000 Jahre vor heute

4. Besiedlungsgeschichte:

Das Land Salzburg war von alters her ein wichtiger Siedlungsraum, obwohl das Land überwiegend gebirgig ist und große Teile aus geologischen und hydrologischen Gründen für vorgeschichtliche Siedler ungünstig waren. Diese besiedelten geschützte Anhöhen und die eiszeitlich entstandenen Flußterrassen. Der wesentlichste Impuls für die Besiedlung ging, außer von den Bodenschätzen (vor allem Kupfer und Salz), von der verkehrsgünstigen geographischen Lage aus: das Alpenvorland als Verbindungsweg zwischen Ost- und Westeuropa und das Salzach- bzw. das Saalachtal als wichtige nordalpine Transitwege nach dem Süden. Hinweist auf paläolithische und mesolithische Siedler gibt es zwar vereinzelt, zeichnen sich aber in den Diagrammen nicht ab und werden daher hier auch nicht berücksichtigt.

Bereits für das Neolithikum konnte durch entsprechende Funde die Überschreitung der Tauern über den 2518 m hohen Kalser Tauern (2 Lochäxte — 5000-2000 v. Chr. — höchstgelegene Paßfunde der gesamten Alpen) und das in 2575 m gelegene Hochtor (Bronzedolch aus 2. Jt. v. Chr.) nachgewiesen werden (PITTIONI 1980). Ebenso ist die Benützung des Saalachweges, der über den Paß Strub die Verbindung mit dem Innthal herstellte bzw. über den Steinpaß nach Salzburg führte, durch archäologische Funde bewiesen. Auch der Weg vom Saalachtal über den Paß Thurn zum Innthal wurde bereits in neolithischer Zeit benützt (PITTIONI 1980). Neben dem Salzburger Becken waren das Saalach- und das Saalachtal, abgesehen von ihrer Bedeutung als Verkehrswege, die wichtigsten Siedlungsräume. Die Siedlungen lagen geschützt auf Anhöhen. Hinweise auf neolithische Siedler bestehen z.T. in Einzelfunden (z.B.: Goldegg, St. Veit), aber auch aus Wohnstellen (z.B. Götschenberg, Burgberg Hohenwerfen u.a.) (PENNINGER 1981). Veränderungen der Vegetation durch Ackerbau und Viehzucht zeichnen sich auch in den Pollendiagrammen ab.

Während der Bronzezeit erfuhr der Pongau durch seine Kupfervorkommen einen wirtschaftlichen und kulturellen Aufschwung und wurde zu einem wichtigen Bergbau-, aber auch Handelszentrum, wodurch eine Reihe von Siedlungen entlang des Salzachtales entstanden, die z. T. Talstationen von höher im Gebirge liegenden Abbaustellen für Kupfererz waren. Der größte Abbau, der von der frühen Bronzezeit (1800 v. Chr.) bis in die Hallstattzeit (700-600 v. Chr.) betrieben wurde, lag im Gebiet um Mühlbach, südwestlich von Bischofshofen. Weitere Bergbauggebiete im Pongau waren der Einödlberg bei St. Johann und der Buchberg bei Bischofshofen (PENNINGER 1981). Siedlungen bzw. Siedlungshinweise gab es im Pongau zu dieser Zeit eine ganze Reihe. Erwähnt sollen hier nur diejenigen werden, die durch ihre Nähe zu den Untersuchungsgebieten von Bedeutung sind: Klinglberg bei St. Veit, ca. 6 km östlich von Goldegg, (SHENNAN 1989); Götschenberg bei Bischofshofen (LIPPERT 1982, 1984, 1985); Goldegg (ältere Urnenfelderzeit).

In der Hallstattzeit verloren die Kupferbergbaue zunehmend an Bedeutung bzw. wurden ganz eingestellt. Dafür entstand auf dem Dürrnberg bei Hallein durch den Abbau von Salz ein neues Kulturzentrum. Der Götschenberg blieb weiterhin besiedelt, ebenso der Brandstattbühel bei Schwarzach. Tongefäße aus einer Felsnische vom Kniepaß bei Unken verweisen in die Hallstattzeit.

Der Radstädter Tauern war auch während der Römerzeit eine wichtige Nordsüdverbindung, wenngleich seine Bedeutung hinter dem Brenner- und dem Pyhrnpaß zurückblieb. Die Römer bauten weder Kupfer noch Salz ab, lediglich Marmor wurde gebrochen. Diese Steinbrüche stehen aber durch ihre Lage in keiner Beziehung zu den Untersuchungsgebieten. Der wichtigste Wirtschaftszweig war sicher die Viehzucht. Die Schafhaltung muß beträchtlich gewesen sein, und auch die Pferdezucht könnte von Bedeutung gewesen sein. Hingegen hatte der Ackerbau nur lokale Bedeutung (HEGER 1981).

5. Ergebnisse:

Die Einteilung in Diagrammabschnitte (DA) wurde aufgrund von Kriterien durchgeführt, die für alle drei Moore Gültigkeit haben. Die so entstandenen Bezugseinheiten sollten den Vergleich der verschiedenen Diagramme erleichtern. Diese DA haben – bedingt durch die räumlichen Distanzen bzw. die unterschiedlichen Einwanderungsgeschwindigkeiten der Vegetationsverbände – verschiedenes Alter.

5.1. Charakterisierung der Diagrammabschnitte (DA):

DA 1: *Artemisia*-*Chenopodiaceae*-*Thalictrum*-Abschnitt:

Vorkommen: Goldegg: 1320 - 1090 cm

Höll: 1070 - 990 cm

Steinpaß: — — —

Charakteristik: Hauptsächlich krautige Apokraten wie *Chenopodiaceae*, *Rubiaceae*, *Cichoriaceae*, *Asteraceae*, *Rosaceae*, *Poaceae*, *Charyophyllaceae*, *Polygonaceae*, *Artemisia*, *Gypsophila*, *Helianthemum*, *Thalictrum*, *Saxifraga oppositifolia*, vereinzelt holzige Apokraten wie *Juniperus*, *Salix*, *Hippophae* und *Ephedra*. Obergrenze: Beginn der geschlossenen Kurven von *Juniperus* bzw. *Salix*.

Sediment: Goldegg: Seeton

Höll: Seeton

Steinpaß: — — —

Alter: älteste Dryas (Pionierphase: siehe 5.3).

DA 2: *Artemisia*-*Poaceae*-*Cyperaceae*-Abschnitt:

Vorkommen: Goldegg: 1090 - 760 cm

Höll: 990 - 900 cm

Steinpaß: 640 - 600 cm

Charakteristik: Gleiches Artenspektrum wie DA 1, nur deutliche Zunahme der *Poaceae* (besonders in Goldegg), *Salix* und *Juniperus* erreichen nun geschlossene Kurven, insgesamt größere Pollendichte. Obergrenze: Beginn der Strauchphase.

Sediment: Goldegg: Seeton (bei 1050 cm sandige Schicht)
Höll: Seeton, z.T. lehmig-sandig
Steinpaß: Seeton-tonige Seekreide, Übergang bei 625 cm
Alter: älteste Dryas (Steppenphase: siehe 5.3).

DA 3: Juniperus-Salix-Hippophae-Abschnitt:

Vorkommen: Goldegg: 760 - 547 cm
Höll: 900 - 867 cm
Steinpaß: 600 - 574 cm
Charakteristik: Typ. Artenspektrum einer spätglazialen Strauchphase. *Juniperus*, *Hippophae* und *Salix* erreichen Maximalwerte. Deutlicher Anstieg der absoluten Pollenzahlen. Obergrenze: Schnittpunkt der *Pinus*- und *Betula*-Kurve nach einem Birkengipfel.
Sediment: Goldegg: 760 - 575 cm: Seeton; 575 - 565 cm: tonige Seekreide; 565 - 547 cm: Seekreide
Höll: Seeton-tonige Seekreide, Übergang bei 880 cm
Steinpaß: tonige Seekreide-Gyttja mit Seekreide (Übergang bei 593 cm)
Alter: Älteste Dryas (Strauchphase: siehe 5.3.).

DA 4: Pinus-Betula-Abschnitt:

Vorkommen: Goldegg: 547 - 410 cm
Höll: 867 - 812 cm
Steinpaß: 574 - 522 cm — UA a: 574 - 530 cm; UA b: 530 - 522 cm
Charakteristik: Erstmals BP-Werte zwischen 80 und 90 %, fast ausschließlich *Pinus* und *Betula*. Die NBP im Relativdiagramm bedeutungslos, im Absolutdiagramm jedoch viele NBP-Typen steigend. Obergrenze: Beginn des Steilabfalls der Kurve von *Pinus* und Kurvenanstieg von *Picea*.
Sediment: Goldegg: 547 - 460 cm: Seekreide (von 515 - 460 cm Schichtlücke); 460 - 450 cm: Cyp.-Torfband mit Seekreide; 450 - 410 cm: Seekreide mit etwas Cyp.-Torf
Höll: 867 - 822 cm: Gytja mit Seekreide; 822 - 815 cm: Gytjaband; 815 - 812 cm: Übergang Gytja-Cyp.-Torf
Steinpaß: 574 - 560 cm: Gytja mit Seekreide; 560 - 558 cm: Moostorfband; 558 - 527 cm: Gytja mit Seekreide; 527 - 522 cm: Übergang zu Cyp.-Torf
Alter: Bölling, Alleröd, Jüngere Dryas.

DA 5: Betula-Corylus-EMW-Abschnitt:

Vorkommen: Goldegg: 410 - 310 cm
Höll: 812,5 - 470 cm
Steinpaß: 522 - 470 cm
Charakteristik: *Pinus*- und *Betula*-Werte nehmen rasch ab, gegenläufig die Werte des EMW — vor allem *Ulmus* und *Corylus*. Die Fichte gewinnt zunehmend an Bedeutung (Höll und Goldegg), wird in der Folge zur dominierenden Baumart. Obergrenze: Ende des Birkengipfels, Steilabfalls von *Pinus*.
Sediment: Goldegg: Seekreide-Cyp.-Torf (Übergang bei 330 cm)
Höll: Cyp.-Torf
Steinpaß: Cyp.-Torf
Alter: Präboreal.

DA 6: Corylus-EMW-Picea-Abschnitt:

Vorkommen: Goldegg: 310 - 230 cm
Höll: 770 - 580 cm
Steinpaß: 470 - 330 cm
Charakteristik: Höchste *Corylus*-Werte, Relativwerte des EMW gleichmäßig hoch. *Pinus* steigt relativ kurz an, geht aber dann weiter zurück. *Picea* erreicht Maximalwerte. Obergrenze: Ende der hohen *Corylus*-Werte, Ende der steigenden Tendenz der Fichte.
Sediment: Goldegg: Cyp.-Torf
Höll: Cyp.-Torf
Steinpaß: 470 - 450 cm: Cyp./*Spag.*-Torf; 450 - 420 cm: *Sphag.*-Torf; 420 - 330 cm: Cyp.-Torf
Alter: Boreal, Atlantikum.

DA 7: *Abies-Fagus-Picea*-Abschnitt:

- Vorkommen: Goldegg: 210 - 140 cm
Höll: 580 - 160 cm
Steinpaß: 330 - 180 cm
- Charakteristik: Fichtenreiche Wälder, *Abies* und *Fagus* wandern ein, *Corylus*-Werte im Schnitt niedriger, *Pinus*-Werte fallen auf rezente Größen zurück. EMW-Pollen sinkend, werden teilweise bedeutungslos. Obergrenze: Auftreten der Kulturpollen
- Sediment: Goldegg: Cyp.-Torf
Höll: 580 - 530 cm: Cyp.-Torf; 530 - 510 cm: Braunmoostorf; 510 - 465 cm: *Sphag.*-Torf; 465 - 445 cm: Cyp.-Torf; 445 - 425 cm: Cyp./*Sphag.*-Torf; 425 - 375 cm: *Sphag.*-Torf; 375 - 335 cm: Cyp.-Torf; 335 - 305 cm: Cyp./*Sphag.*-Torf; 305 - 285 cm: *Sphag.*/Moostorf; 285 - 275 cm: Cyp.-Torf; 275 - 160 cm: *Sphag.*-Torf
Steinpaß: Cyp.-Torf
- Alter: Atlantikum, Subboreal.

DA 8: *Fagus-Abies*-Abschnitt:

- Vorkommen: Goldegg: 140 - 40 cm
Höll: 160 - 10 cm
Steinpaß: 180 - 50 cm
- Charakteristik: Buchen-Tannen-Fichtenwälder (in Goldegg bleibt *Picea* dominant). EMW sinkt weiter, *Corylus* teilweise steigend. Viele Kulturpollen wie *Apiaceae*, *Fabaceae*, *Cichoriaceae*, *Plantago*, *Rumex*, *Urtica* und *Cerealia*
- Sediment: Goldegg: Cyp.-Torf
Höll: 160 - 115 cm: *Sphag.*-Torf; 115 - 100 cm: *Sphag.*/Cyp.-Torf; 100 - 85 cm: *Sphag.*-Torf; 85 - 65 cm: *Sphag.*/Cyp.-Torf; 65 - 45 cm: Cyp.-Torf; 45 - 10 cm: Cyp./*Sphag.*-Torf
Steinpaß: 180 - 145 cm: Cyp./*Sphag.*-Torf; 145 - 95 cm: Cyp.-Torf; 95 - 85 cm: Cyp./*Sphag.*-Torf; 85 - 50 cm: *Sphag.*-Torf
- Alter: Subboreal bis Neuzeit.

5.2. Vegetationsentwicklung:

DA 1: älteste Dryas (Ia):

Dieser Abschnitt ist als Pionierphase aufzufassen und ist an beiden Standorten (Goldegg und Höll) recht einheitlich ausgebildet. Unterschiede bestehen nur durch den deutlich höheren Relativanteil von *Artemisia* und *Ephedra* in Goldegg, wobei *Ephedra distachya* nur dort gefunden wurde. Die geringe Pollendichte, der lückige Kurvenverlauf der einzelnen Pollentypen und der hohe Relativanteil des Fernflugs deuten auf offene Vegetation hin, die vorwiegend durch krautige Apokraten, hauptsächlich *Artemisia* und *Chenopodiaceae*, gebildet wurde. Daneben treten auch schon vereinzelt als holzige Apokraten die Pioniersträucher *Juniperus*, *Hippophae* und *Salix* auf.

DA 2: Älteste Dryas (Ia):

Die Pionierphase ist abgeschlossen, und es hat sich eine Gramineen-*Artemisia-Ephedra*-Spätglazialsteppe entwickelt. *Artemisia* hat in diesem Abschnitt die höchsten Relativwerte (bis zu 60 % in Goldegg), und *Salix* und *Juniperus* zeigen nun geschlossene Kurven. Das Krautpollenspektrum ist besonders artenreich, doch im wesentlichen das gleiche wie im DA 1, nur deuten die höheren Absolutwerte und die geschlossenen Kurvenverläufe darauf hin, daß diese Pflanzen nun größere und geschlossenere Bestände bilden. Das Absinken der *Pinus*-Werte und der Werte von *Ephedra altissima* zeigt an, daß der Anteil des Fernflugs abnimmt. Es hat sich eine typische Spätglazialsteppe entwickelt. In Goldegg wird diese Veränderung durch eine signifikante Zunahme der Poaceen besonders deutlich.

DA 3: Älteste Dryas (Ia):

Dieser DA zeigt eine Spätglazialsteppe in der sich zunehmend strauchige Gehölze (im wesentlichen *Salix*, *Juniperus* und *Hippophae*) ausbreiten. Der Steilanstieg der *Pinus*-Kurve beendet die-

se Entwicklung, die als Initialphase der Wiederbewaldung aufzufassen ist. Ähnliche Abläufe sind überall in den Ostalpen zu beobachten (BORTENSCHLAGER 1984a, b). Es verschwinden die Apokraten aus dem Relativdiagramm, hingegen erfahren die Poaceae starke Zuwächse, bevor sie mit der Massenausbreitung von *Pinus* und *Betula* an Bedeutung verlieren.

Viele Steppenpflanzen verschwinden am Ende dieses Abschnitts aus dem Pollendiagramm. Manche dieser Arten verzeichnen zwar sinkende Relativwerte, aber dennoch höhere Absolutwerte. Der zunehmende Vegetationsschluß bringt allgemein höhere Pollenfrequenzen mit sich. Es können sich, trotz zunehmender Verstrauchung, die Steppenpflanzen an für Holzpflanzen edaphisch ungünstigen Stellen ausbreiten und noch geraume Zeit gegen die Konkurrenz der Sträucher behaupten.

Im Profil Steinpaß II folgt auf diesen sehr markanten Anstieg der Absolutwerte fast aller Polentypen am Beginn dieses Abschnitts ein Einbruch (bei 587 - 580 cm) in den Kurvenverläufen. Relativ sinkt *Pinus* von 20 % auf 10 % ab, während die Poaceen-Kurve einen deutlichen Gipfel bildet und auch *Artemisia* kurzfristig ansteigt. Dieser Trend zeichnet sich auch im Profil Goldegg bei 660 - 630 cm ab.

Wohl bedingt durch Standortsunterschiede zeichnen sich ab nun deutlichere Unterschiede in der Vegetation ab: so ist im Profil Goldegg, das dem Alpenhauptkamm am nächsten liegt und die geringsten Niederschläge aufweist, ein mächtiger *Juniperus*-Gipfel ausgebildet, der den anderen Profilen fehlt. Auf den weiten, sonnigen Hängen um Goldegg hat *Juniperus* ideale Standorte gefunden. Ähnlich dürfte auch *Ephedra* reagiert haben, denn es sind auch hier die höchsten *Ephedra*-Werte (bis zu 5 %) nachgewiesen worden. Der in allen drei Profilen ausgebildete *Betula*-Gipfel ist nur bei dem im Staubereich des nördlichen Alpenrandes liegenden Moor Steinpaß deutlich vor dem *Pinus*-Anstieg. Bei den innerhalb der Alpen liegenden Mooren fällt er beinahe mit dem *Pinus*-Anstieg zusammen. In allen drei Profilen durchlaufen *Juniperus*, *Salix* und *Hippophae* Gipfel, bevor *Betula* und *Pinus* am Ende dieses Abschnitts deutlich ansteigen. Unterschiede bestehen nur in der unterschiedlichen Mächtigkeit der einzelnen Gipfel, bedingt durch standörtliche Unterschiede und möglicherweise durch die Entfernung von den ezeitlichen Refugien der betroffenen Arten.

DA 4: Bölling, Alleröd, Jüngere Dryas, (Ib, Ic, II, III):

In diesem Abschnitt erreichen die BP erstmals Prozentwerte bis zu 95 %. Dominierend sind die zwei Baumgattungen *Pinus* (Werte bis zu 90 %) und *Betula*. Die Absolutwerte der NBP zeigen im unteren Teil dieses Abschnitts teilweise steigende Tendenz. Auch jetzt fällt auf, daß wiederum in Goldegg, bedingt durch seine inneralpine Lage und die geringeren Niederschläge, die Waldentwicklung etwas zögernder erfolgt ist. Bemerkenswert ist, daß in allen drei Profilen in der unteren Hälfte dieses Abschnitts fast alle Pollentypen steigende Tendenz haben und gleichmäßig hohe Absolutwerte erreichen, während sich dieser Trend in der oberen Hälfte umkehrt. In Goldegg erreicht *Pinus* gleich am Beginn des Abschnittes Maximalwerte. So hohe Absolutwerte werden später nie mehr erreicht. Die gleiche Entwicklung zeigt sich in Höll. Auch hier werden die höchsten *Pinus*-Werte in der unteren Hälfte dieses Abschnitts erreicht.

Am Ende dieses DA zeichnet sich in allen drei Profilen, am deutlichsten aber im Profil Steinpaß (UA 4b), ein Einbruch in fast allen Absolutkurven, verbunden mit einem Sedimentwechsel in den Profilen Höll und Steinpaß (von gyttjahältiger Seekreide zu reiner Gytja, die dann im folgenden Abschnitt in Cyperaceen-Torf übergeht), ab. Die Klimaverschlechterung der Jüngeren Dryas wird als Ursache für diesen Kurvenverlauf und den Sedimentwechsel angesehen.

DA 5: Präboreal (IV):

Dieser Abschnitt beginnt mit dem Steilabfall der *Pinus*-Kurve und einem deutlich ausgeprägtem *Betula*-Gipfel. Die im Bölling und Alleröd entstandenen Kiefernwälder werden nun durch

Neueinwanderer allmählich verdrängt. Ganz allgemein dürften zu dieser Zeit überaus günstige Verhältnisse geherrscht haben: viele Kräuter, wie z.B. Poaceae, *Dryopteris* u.a. bilden markante Gipfel, wie auch *Betula* und *Pinus* im Absolutdiagramm nochmals deutlich ansteigen.

Ab nun tritt eine zunehmende Zonierung der Vegetation ein, und ökologische Standortunterschiede bestimmen noch deutlicher als bisher die Vegetationsentwicklung in den einzelnen Gebieten:

Goldegg: *Pinus* und *Betula* nehmen kontinuierlich ab, obwohl *Betula* im Relativdiagramm einen mächtigen Gipfel bildet und im Mittelteil dieses Abschnitts fast 45 % erreicht. Verdrängt werden *Pinus* und *Betula* von *Picea*, die bald die 5 % - Marke übersteigt und am Ende dieses Abschnitts mit 90 % den höchsten Wert des ganzen Profils erreichen. Kurz nach der Fichte breiten sich auch die Hasel und die Arten des EMW aus. Sie erreichen am Ende dieses Abschnitts, noch knapp vor der Fichte, die höchsten Absolutwerte.

Höll: Hier breitet sich *Picea*, die bereits im Spätglazial in Spuren vertreten war, gleich mit Beginn des Abschnitts schlagartig aus und erreicht auf Anhieb Werte von 15 %, nimmt dann aber kontinuierlicher zu als in Goldegg und erreicht die höchsten Werte erst später. Allerdings wird auch hier am Ende dieses Abschnitts ein erster Gipfel erreicht, der aber mit 33 % deutlich weniger markant ausfällt als in Goldegg. Kurz nach der Fichte breitet sich der EMW aus, wobei, so wie an den anderen Lokalitäten, der Anteil der Eiche immer gering bleibt und die vorherrschende Baumart die Ulme, gefolgt von der Linde, ist. *Ulmus* kann sich in in den tieferen Lagen gut ausbreiten und erreicht gleich nach der Einwanderung mit 13 % ihren Maximalwert, während *Tilia* und *Quercus* erst im nächsten DA die höchsten Werte erreichen. Gleichzeitig mit dem EMW breitet sich auch hier die Hasel aus.

Steinpaß: Während an den Standorten Goldegg und Höll die Vegetationsentwicklung ähnlich verlaufen ist, zeigen sich bei diesem nahe dem Alpennordrand gelegenen Moor auffällige Unterschiede. Abgesehen von dem hier besonders ausgeprägten Birkengipfel (fast 50 % Birke) zeigt der Kurvenverlauf der Fichte ein ganz anderes Bild: es werden während des ganzen DA kaum Werte über 5 % erreicht. *Ulmus* und *Tilia* bilden auch hier die Vorposten des EMW, nur wandern *Quercus* und die anderen EMW-Arten noch zögernder ein und können sich erst im folgenden Abschnitt durchsetzen.

DA 6: Boreal, Älteres Atlantikum (V, VI):

Die Zonierung der Wälder wird immer ausgeprägter, da nun alle bisher eingewanderten Arten ihre Standorte gemäß den Konkurrenz- und Bodenverhältnissen besetzt haben. In den Tallagen herrscht der EMW vor. Die Kiefer, die sich im Boreal vorübergehend noch einmal etwas ausbreiten konnte, wird nun zunehmend an Sonderstandorte zurückgedrängt, wo sie sich vor Konkurrenz geschützt teilweise bis heute halten kann. Nach oben zu wird der Laubmischwald zunehmend von der Fichte durchsetzt, die schließlich zur dominierenden subalpinen Baumart wird. Es gab aber noch genügend offene Standorte für ausgeprägten Haselbestände, die für diesen Zeitraum charakteristisch sind.

In Goldegg erleidet die Fichte nach der sprunghaften Ausbreitung einen ebenso markanten Rückschlag und die Werte fallen von 90 % auf 40 % zurück, steigen dann aber stetig an. Sie pendeln zwischen 60 % und 75 %, und erst durch menschlichen Einfluß wird dieses Waldgefüge wieder stärker verändert (siehe DA 8). Nicht nur die Fichte, obwohl diese am auffälligsten, sondern alle Holzpflanzen und viele Kräuter, die am Ende des DA 5, also noch kurz vor der Fichte hohe Werte und z.T. sogar Maximalwerte (*Corylus*, *Quercus*, *Tilia*, *Ulmus*, *Acer* und *Fraxinus excelsior*) erreicht haben, verzeichnen einen Einbruch in ihren Absolutkurven. Anschließend steigen alle BP-Kurven wieder verschieden stark an, doch hält dieser Trend nur bei *Picea* und *Alnus* an, während die Arten des EMW im weiteren Verlauf dieses Abschnitts fallende Tendenz zeigen. *Corylus* verzeichnet in diesem DA die höchsten Relativwerte.

Im Bereich des Höllgrabens ist dieser Abschnitt durch eine sehr kontinuierliche Vegetationsentwicklung gekennzeichnet. Die Fichte, die ebenso wie in Goldegg nach einem ersten Gipfel am Beginn dieses Abschnitts einen Einbruch erfährt (hier nur von 33 % auf 18 %), nimmt in der Folge bis zum Ende dieses Abschnitts sehr gleichmäßig zu und erreicht schließlich die höchsten Relativwerte des Profils (68 %). Der EMW zeigt genau gegenläufige Tendenz. Das betrifft zwar hauptsächlich *Tilia* und *Ulmus*, da sie den Hauptanteil am Laubmischwald bilden und mehr, als die in tieferen Lagen stärker vertretene Eiche der Konkurrenz der Fichte ausgesetzt sind. *Corylus* verzeichnet in der unteren Hälfte dieses Abschnitts mit 37 % die höchsten Werte des ganzen Profils, verliert aber mit der Zunahme von *Picea* rasch an Bedeutung.

Ähnlich wie im Höllgraben, verläuft die Vegetationsentwicklung im Gebiet um den Steinpaß. Hier hat *Pinus* mit ca. 23 % einen höheren Anteil am Pollenspektrum. (Auch heute sind *Pinus*-Bestände in der Umgebung anzutreffen – siehe 2.4.3.) Die Entwicklung der Fichtenwälder geht hier zögernder vor sich. Gemäß der höheren Ozeanität, der Morphologie und der Höhenlage des Gebietes haben Fichtenwälder hier nie die Verbreitung gefunden wie in den beiden anderen Gebieten. *Corylus* kann hier an den steilen Hängen über einen längeren Zeitraum ausgedehnte Bestände bilden. Werte um 50 % werden während des ganzen Abschnitts immer wieder erreicht. Erst gegen Ende dieses DA verliert sie an Bedeutung, wenn auch nicht in dem Ausmaß wie in den anderen Gebieten. Durch die zeitliche Verzögerung bei der Einwanderung des EMW tritt *Quercus* erst in diesem Abschnitt in Prozentwerten auf und *Ulmus* erreicht, gleichzeitig mit *Tilia*, ihr relatives Maximum.

DA 7: Jüngerer Atlantikum, Subboreal (älterer Abschnitt) (VII, VIII):

Durch die weitere Ausbreitung der Fichtenwälder werden die für *Corylus* günstigen Standorte zunehmend ausgeschattet, und so wird diese in der Folge stark zurückgedrängt. Am Beginn dieses Abschnitts (ab 570 cm bis 500 cm) steigen die Poaceae auf Werte zwischen 20 % und 30 %, doch erfolgt dieser Anstieg unmittelbar nach dem Auslaufen der Kurven von *Nymphaea* (Maximum bei 12 %), *Nuphar* und *Myriophyllum*. Somit zeigt dieser Poaceen-Gipfel nur die Verlandungsphase offener Wasserflächen.

Durch das Einwandern von *Abies* und *Fagus* erfolgt die letzte, nicht anthropogen bedingte Umstrukturierung der Wälder. Im Gebiet um Goldegg beherrscht *Picea* das Pollenspektrum, und *Abies* und *Fagus* bleiben deutlich unterlegen. Am Beginn dieses Abschnitts (bei 210 cm) erfahren viele Bäume, aber auch krautige Pflanzen deutliche Zuwächse. Besonders *Picea* bildet absolut gesehen einen sehr markanten Gipfel. Nach diesem Zeitpunkt sinken die Absolutwerte von *Picea* kontinuierlich, auch wenn ihre Relativwerte bis zum Ende dieses Abschnitts noch steigende Tendenz zeigen. Auch die Werte von *Corylus*, *Ulmus*, *Tilia*, *Pinus*, *Betula* u.a. fallen nun ab.

Die günstigsten Bedingungen fanden *Fagus* und *Abies* offenbar im Gebiet des Höllmoores vor, wo sie relativ früh einwandern und sich auch gleich optimal ausbreiten konnten. *Fagus* war deutlich früher im Gebiet und konnte sich sehr rasch ausbreiten. Trotz dieses Vorsprungs der Buche wurde *Abies* in der Folge zur dominierenden Baumart im Gebiet und drängte *Picea* in höhere Lagen ab. Diese bleibt aber den Buchen-Tannen-Wäldern beigemischt (MAYER 1963). Die Tanne behält ihre dominierende Stellung bis zum Ende dieses DA.

Sehr früh erscheinen diese beiden Bäume – *Abies* leicht voran – im Gebiet um den Steinpaß, wie das Datum von 6835 ± 60 BP zeigt, das den Beginn der Tanneneinwanderung belegt. Beide Arten erreichen dann nahezu gleichzeitig Werte von 7 - 8 %. Anschließend sinken ihre Kurven stark ab – bei *Abies* auf ca. 1 % und bei *Fagus* auf Werte, die im Promille-Bereich liegen – ehe sie erneut ansteigen. Dieser zweite Ausbreitungsschub erfolgt ungefähr zeitgleich mit der Ausbreitung von Buche und Tanne im Bereich des Höllgrabens.

DA 8: Subboreal (jüngerer Abschnitt), Subatlantikum (VIII, IX, X):

In diesem DA zeigt sich in allen drei untersuchten Profilen mehr oder weniger intensiver menschlicher Einfluß. Allerdings muß berücksichtigt werden, daß die Abschnittsgrenzen nicht

überall zeitgleich sind (siehe 5.). In Goldegg und Höll dürfte das Alter ähnlich sein, jedoch beginnt dieser Abschnitt am Steinpaß früher.

Im Profil Goldegg spiegeln sich die mit den bronzezeitlichen Bergbauen verbundenen Kulturmaßnahmen wider. Wiesen- bzw. Weidezeiger sowie Ruderalpflanzen treten verstärkt auf: *Apiaceae*, *Cichoriaceae*, *Ranunculaceae*, *Plantago*, *Rumex*, *Urtica*, *Chenopodiaceae* und *Artemisia*. Das Vorkommen von *Pteridium* und das erneute Ausbreiten von *Corylus* deuten auf Rodungstätigkeiten hin. *Picea* und die Arten des EMW nehmen ab, bzw. verschwinden fast ganz. (*Ulmus* steigt erst in den obersten Proben wieder an und erreicht Werte von 5 %.) Es dürfte sich hier um die in den Profilen Hochmoos II und Bürgelhöhe (WAHLMÜLLER 1988) nachgewiesene frühbronzezeitliche Rodungsphase handeln. Bei ca. 3000 BP beginnt die geschlossene Cerealia-Kurve, und *Plantago* und *Rumex* erreichen Prozentwerte.

Im Höllgraben, wo zu dieser Zeit Buchen-Tannen-Fichtenwälder bestehen, vollzieht sich ein Dominanzwechsel zugunsten der Buche, der sich ab dem Auftreten von Getreidepollen besonders verstärkt. Außerdem geht die Fichte weiter zurück. Gleich mit Beginn dieses Abschnitts, kurz unter der Zeitmarke 3330 BP, steigt die Gräserkurve auf 13 % und *Pteridium*-Sporen deuten auf Rodungen hin. Wiesen- bzw. Weidezeiger (*Scrophulariaceae*, *Ranunculaceae* und *Plantago*) treten neben Ruderalpflanzen, die Siedlungstätigkeit anzeigen (*Urtica*, *Rumex*, *Artemisia*, *Plantago* und *Chenopodiaceae*) verstärkt auf. Knapp über der Zeitmarke 3330 ± 75 BP erscheinen die ersten Getreidepollen und das Auftreten von *Secale*, gemeinsam mit *Juglans*, markiert die Römerzeit. Ab diesem Zeitpunkt treten *Calluna*- und andere *Ericaceae*-Pollen auf. In den obersten Schichten intensiviert sich der Ackerbau: *Cerealia* und *Secale* erreichen Prozentwerte, ebenso *Rumex*, *Plantago*, *Ranunculaceae*, *Apiaceae*, *Calluna* und andere *Ericaceae*.

Am Steinpaß, wo dieser Abschnitt zeitlich früher beginnt, fällt die Fichtenkurve sehr markant ab, und es kommt zur Massenausbreitung der Buche. Auch hier erscheinen gleichzeitig mit der Buchenausbreitung verstärkt Pollen, die anthropogene Einflußnahme auf die Vegetation anzeigen (*Urticaceae*, *Plantago*, *Rumex*, *Scrophulariaceae*, *Artemisia*, *Apiaceae* u.a.). Getreidepollen wurden ab einer Tiefe von 160 cm gefunden. In 140 - 120 cm Tiefe nehmen die Werte etwas zu (parallel zu den *Urticaceae*-Werten). Anschließend ist die Kurve unterbrochen und beginnt erst wieder bei 100 cm, erreicht aber nicht die Werte, die im Höllgraben erreicht werden.

5.3. Diskussion:

Der Spätglazialbereich ist durch sehr verschieden mächtige Ablagerungen repräsentiert: 910 cm in Goldegg, 260 cm im Profil Höll und 110 cm im Profil Steinpaß. Auffallend ist die große Sedimentmächtigkeit in Goldegg. Der heutige Goldegger See ist der Rest eines einst größeren Sees, der heute weitgehend verlandet ist. Von den umliegenden Hängen konnten reichlich tonig-schluffige Sedimente eingeschwemmt werden. Daher dürfte die Sedimentationsrate relativ hoch gewesen sein. Andererseits ist das Gebiet um Goldegg durch seine günstige Terrassenlage sicher sehr bald eisfrei gewesen. Somit wäre die Möglichkeit gegeben, daß der ganze Zeitraum, bzw. die ganze Abfolge der spätglazialen Vegetationsentwicklung erfaßt sein könnte: Es tritt gerade hier durch den sehr markanten Verlauf der *Poaceae*-Kurve eine Dreiteilung der Ältesten *Dryas* (DA 1 - 3) besonders deutlich hervor. Auch im Profil Höll ist diese Dreiteilung zu erkennen. Im Profil Steinpaß fehlt der älteste Abschnitt.

In den Westalpen gliedert WELTEN (1982) die Älteste *Dryas* in die Phasen Ia1 und Ia2 (im Profil Murfeld). Daran schließt sich im Bölling eine ausgeprägte von *Juniperus* dominierte Strauchphase, in die Baumbirken einwandern. Auch WAHLMÜLLER (1985) unterscheidet in den Profilen Mieminger See, Seefelder See und Egelsee (Tirol) — auch hier handelt es sich, wie in Goldegg und Murfeld um Seebecken — eine Pionier- und eine Dauerphase im Sinne der Phasen Ia1 und Ia2 von Welten. Der DA 1 repräsentiert die Pionierphase der Vegetationsentwicklung im Sinne Weltens. Das Artenspektrum dieses Abschnitts ist im wesentlichen das gleiche wie in den

DA 2 und 3. Die Abgrenzung erfolgt durch geringere Pollendichte, den lückigen Kurvenverlauf der einzelnen Pollentypen und den höheren Relativanteil des Fernflugs.

Die *Pinus*-Werte entsprechen vergleichbaren Profilen in den Ost- und Westalpen und sind als Fernflug von Reliktstandorten der weiteren Umgebung zu deuten. Hingegen dürften die *Betula*-Werte von lokalen *Betula nana*-Beständen stammen, die im Alpenvorland durch Makrofossilien mehrfach nachgewiesen wurden: im Kolbermoor: NATHORST (1981, 1914); GAMS & NORDHAGEN (1923); FIRBAS (1935); BEUG (1976). SCHMEIDL (1977) konnten *Betula nana* fossil im Moor in der Pechschnait nachweisen, wo sie heute noch vorkommt. *Betula nana* wird auf Grund ihres rezenten Verbreitungsmusters – völlig isolierte Vorkommen im Land Salzburg, Oberösterreich und Südbayern – als Glazialrelikt angesehen, das im Spätglazial bei uns weit verbreitet war. Den Untersuchungsgebieten am nächsten liegt ein rezent es Vorkommen am Dientener Sattel.

Der hohe Anteil des Fernflugs am Pollenspektrum kommt auch durch die relativ hohen Werte von *Ephedra altissima* und das Fehlen beziehungsweise nur sehr spärliche Auftreten von *E. distachya* in diesem DA (Höll und Goldegg) zum Ausdruck. Pollenkörner von *E. altissima* sind als Fernflug aus nordafrikanischen Gebieten zu deuten (BORTENSCHLAGER 1967), während die Windverfrachtung der Pollen von *E. distachya* gering ist (WELTEN 1957) und so das Auffinden dieser Pollen auf ein tatsächliches Vorkommen in der näheren Umgebung schließen läßt. Es ist anzunehmen, daß in dieser ersten Pionierphase *Ephedra* noch nicht, bzw. nur sehr spärlich im Gebiet vorkam und sich erst allmählich etablieren konnte. Im folgenden Abschnitt erreicht sie dann Werte von 2 - 3 %. (Noch heute kommt *E. distachya* als Glazialrelikt in den inneralpinen Trockentälern des Vintschgaus und des Wallis vor.)

Der DA 2 entspricht der von WELTEN (1972) beschriebenen ausgeglicheneren Dauerphase und ist hier in Salzburg durch den geringen Gehölzanteil als Steppenphase zu bezeichnen – die Weiden als Standortspflanzen in Seenähe bilden eine Ausnahme. Im angrenzenden Tirol ist der Gehölzanteil während dieser Phase bereits höher (vergl. Profile Lans: BORTENSCHLAGER 1984a, b; Seefelder See und Mieminger See: WAHLMÜLLER 1985; Schwemm: ÖGGL 1988; Giering: BORTENSCHLAGER 1965). Erst im dritten DA erreichen *Juniperus* und *Hippophae* höhere Werte, sodaß jetzt von einer Strauchphase gesprochen werden kann. (siehe 5.2.).

Im Profil Steinpaß II steigen am Beginn dieses DA die Absolutwerte fast aller Pollentypen deutlich an. Dieser Anstieg wird durch einen Einbruch der Kurven bei 587 - 580 cm unterbrochen. Kurz darauf erfolgt dann der endgültige Steilanstieg von *Pinus*. Dieser Kurvenverlauf, der sich auch im Profil Goldegg bei 660 - 630 cm abzeichnet (siehe auch 5.2.), deutet auf einen mehr oder weniger schnell verlaufenden Erwärmungsschub hin, der für einige Zeit unterbrochen wurde. In den Profilen Lanser See III (BORTENSCHLAGER 1984b) und Seefelder See (WAHLMÜLLER 1985) ist an vergleichbarer Diagrammstelle das gleiche Phänomen zu beobachten. Im Profil Lanser See III läßt sich diese stadiale Entwicklung durch die C-14 Daten 13230 ± 190 BP und 13980 ± 240 BP zeitlich gut eingrenzen. Wahlmüller hält eine Parallelisierung dieses Klimarückschlages mit dem Gschnitzstadium für denkbar.

Kurz nach diesem Ereignis bessern sich die klimatischen Verhältnisse grundlegend. In allen drei Profilen wird die Waldentwicklung durch eine massive Entwicklung der Sträucher – *Juniperus*, *Salix* und *Hippophae* durchlaufen einen Gipfel – eingeleitet. Es entwickelt sich ein lichter Kiefern-Birkenwald. Bei *Betula* dürfte es sich nun um Baumbirken handeln (BORTENSCHLAGER 1976, FEUERSTEIN 1933). Diese Sukzession der Wiederbewaldung zeigt sich in allen vergleichbaren Diagrammen der Ostalpen in durchaus gleichwertiger Ausprägung.

Wie auch im angrenzenden Tirol (BORTENSCHLAGER 1984), im Salzkammergut (DRAXLER 1977) und im Lungau (KRISAI et al. 1991) verschwinden mit dem Vegetationsschluß tonige Ablagerungen.

Der *Pinus*-Anstieg konnte aus Sedimentgründen in keinem der Diagramme genau datiert werden. Das Datum Steinpaß 1 (11835 ± 160 BP) liegt etwas über dem *Pinus*-Anstieg. Datierung

gen aus benachbarten Gebieten ergeben im Traungletschergebiet für den *Pinus*-Anstieg Daten zwischen 12520 BP und 12410 BP (DRAXLER 1977), im Raum Kitzbühel Daten von 13130 BP – kurz vor dem *Pinus*-Anstieg – und von 12565 BP – kurz nach dem *Pinus*-Anstieg – (BORTENSCHLAGER 1976). Daten aus dem Gerlosmoor (1590 m NN) beweisen auch böllingzeitliches Alter des *Pinus*-Anstieges (BORTENSCHLAGER 1984). Ein Datum liegt auch aus dem klimatisch kühleren und trockeneren Lungau vor, wonach der *Pinus*-Anstieg im Großen Überling-Schattseit-Moor (1730 m NN) um 12900 ± 300 BP erfolgte (KRISAI 1991). Somit ist für diese Phase der Vegetationsentwicklung der Zeitraum zwischen 12500 BP und 13000 BP wahrscheinlich.

Das Fehlen von ^{14}C -Daten für den *Pinus*-Anstieg in vielen Profilen der umliegenden Gebiete führt zu unterschiedlichen Interpretationen der Diagrammverläufe und macht direkte Vergleiche nur bedingt möglich. LÜRZER (1954), KLAUS (1967), SCHMEIDL (1971, 1972), SCHMIDT (1975, 1981), BOBEK & SCHMIDT (1975), RAUSCH (1975) und BEUG (1976) stellen den *Juniperus*-Gipfel – parallel zu Befunden aus den Westalpen – ins Bölling und in der Folge die Phase der Kiefern Ausbreitung ins Alleröd. Die Diagrammverläufe sind aber in den Grundzügen so ähnlich, daß durchaus angenommen werden kann, daß sich die Kiefer zeitgleich im ganzen Gebiet ausgebreitet hat, nämlich zwischen 12500 BP und 13000 BP und daß der *Juniperus*-Gipfel, anders als in der Schweiz (ZOLLER & KLEIBER 1971; WELTEN 1972, 1982), noch in der Ältesten Dryas liegt und nicht im Bölling.

Die Klimaverschlechterung der Älteren Dryas zeichnet sich in keinem der Profile eindeutig ab, und Bölling und Alleröd gehen ohne deutliche negative Zwischenphase ineinander über (vgl. WELTEN 1982; BORTENSCHLAGER 1984). Allerdings zeichnet sich in den Diagrammen Steinpaß II und Höll II eine Zweiteilung ab: die Werte von *Pinus* und *Betula* haben im unteren Teil (Bölling) steigende und im oberen (Alleröd) fallende Tendenz. Im Bölling treten zum Teil höhere Pollenwerte auf. Auch KRISAI et al. (1991) erbrachte im Überlingmoor im Lungau den pollenanalytischen Nachweis, daß *Pinus* gleich am Beginn des Böllings Maximalwerte (absolut und relativ) verzeichnet, die dann im weiteren Verlauf des Diagramms nie mehr erreicht werden. Auch im Profil Lanser See (BORTENSCHLAGER 1984) treten im Bölling höhere *Pinus*-Werte auf als im Alleröd. Dies läßt auf ausgeglichene, günstige Verhältnisse im unteren Teil, der dem Bölling zugeordnet wird, schließen. Dadurch erklärt sich auch die "explosionsartige" Ausbreitung des Kiefernwaldes (BORTENSCHLAGER 1984). Es herrschen ab dieser Zeit lichte, grasreiche Kiefernwälder vor, die die heliophilen Elemente zwar zurück-, aber nicht ganz verdrängen.

Ebenso zeichnet sich in allen drei Profilen, am deutlichsten aber im Profil Steinpaß (UA 4b), am Ende dieses Abschnitts ein Einbruch in fast allen Absolutkurven, verbunden mit einem Sedimentwechsel in den Profilen Höll und Steinpaß (von gyttjahaltiger Seekreide zu reiner Gytja, die dann im folgenden Abschnitt in Cyperaceen-Torf übergeht), ab. Dieser Sedimentwechsel läßt auf eine Abkühlungsphase schließen. Durch einen Rückgang der Sommertemperaturen sinkt die Aktivität von kalkabscheidenden Wasserpflanzen (z.B. Cyanophyceae und Characeae). Außerdem kann während kühlerer Sommer weniger Bikarbonat in den Gewässern in Lösung gehen, sodaß die Kalkfällung während der Wintermonate zurückgeht. Diese Klimaverschlechterung kann aus stratigraphischen Gründen mit der Jüngeren Dryas gleichgesetzt werden, auch wenn Datierungsmöglichkeiten fehlen. In dieser Höhenlage sind im Waldgefüge nur geringfügige Veränderungen zu erwarten (BORTENSCHLAGER 1984).

Die nach dem Klimarückschlag der Jüngeren Dryas einsetzende Klimabesserung ermöglicht eine Phase optimaler Waldentwicklung (PATZELT 1972) und zugleich erreichen neue Baumarten das Gebiet. Bereits am Ende des Spätglazials treten im Profil Höll geringfügig Fichtenpollen auf, die als Fernflug anzusehen sind. Doch gleich mit Beginn des Präboreals beginnt sich die Fichte auszubreiten. Gleichzeitig mit einem *Betula*-Gipfel erreicht sie Werte von 15 % und drängt schließlich die konkurrenzwächere Kiefer zurück. Die Umgebung des Höllmoores hat die günstigste geographische Lage zu den Fichtenrefugien im Osten (FRENZEL 1964). Das Moor Stein-

paß, in dem sich die Fichte erst später und zögernder ausbreitet, liegt weiter im Westen und ist nach Osten besser abgeschirmt. Hier beeinflussen aber noch andere Faktoren das Verhalten der Fichte: *Pinus* ist auf den Dolomitstandorten am Steinpaß im Vorteil, zumal *Picea* als Flachwurzler die recht steilen Hänge um das Moor nur schlecht besiedeln konnte. Das könnte auch der Grund für die höheren *Corylus*-Werte sein.

Bedingt durch die inneralpine geographische Lage erscheint die Fichte im Gebiet um Goldegg am spätesten. Allerdings treten hier erste Fernflugspuren, die mit Südströmungen über die Alpen gelangt sind, bereits im Spätglazial auf. Den Lungau erreicht die Fichte ungefähr gleichzeitig wie die Gegend um das Höll-Moor (BORTENSCHLAGER 1967, KRISAI et al. 1991). Das läßt darauf schließen, daß sich die von Osten kommende Fichte nördlich und südlich des Alpenhauptkammes gleich schnell ausbreiten konnte. Das Gebiet von Goldegg, in das sie entlang der Nordseite des Alpenhauptkammes eingewandert ist, erreicht sie, ebenso wie das Gebiet um Bischofshofen (WAHL-MÜLLER 1988), mit zeitlicher Verzögerung. Allerdings wird sie hier bereits im Boreal zur dominierenden Baumart, während das in den weniger kontinentalen und auch tiefer liegenden Gebieten des Höll-Moores und des Steinpasses, erst im Atlantikum der Fall ist. Das Traungletschergebiet scheint die Fichte, entsprechend der Lage weiter im Osten, noch früher erreicht zu haben. Datierungen fehlen den Profilen von DRAXLER (1977) zwar in diesem Abschnitt, jedoch liegt der Einwanderungszeitpunkt vor dem präborealen Birkengipfel. Hier wird die Fichte sofort zur dominierenden Baumart. Mit zeitlicher Verzögerung erreicht die Fichte Tirol.

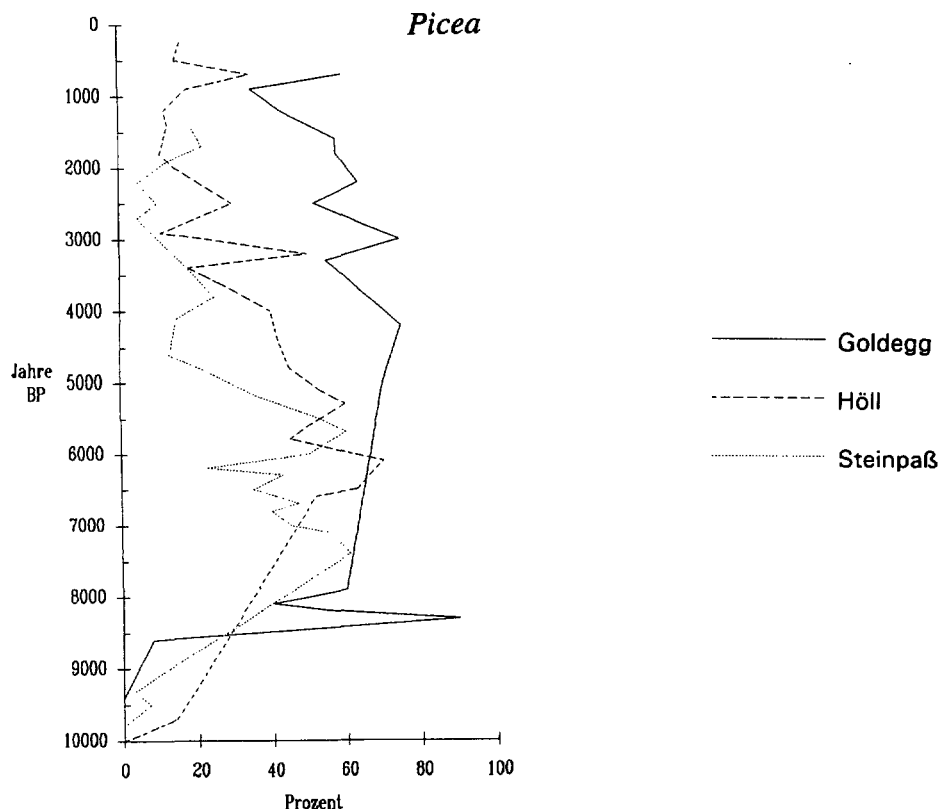


Abb. 5: Die Ausbreitung der Fichte.

Ähnlich, doch weniger markant sind die Zeitdifferenzen bei der Einwanderung des EMW. (Bei allen diesen Überlegungen wird der präboreale Birkengipfel als Zeitmarke herangezogen.) Auch hier scheint das Gebiet um Imlau durch seine alpenrandnahe Lage bevorzugt, während der Steinpaß zwar weiter westlich liegt, aber, wie bereits erwähnt, sich die Kiefer hier Neueinwanderern gegenüber besser behaupten kann.

Ebenso wie in Tirol (BORTENSCHLAGER 1984), lassen sich pollenanalytisch (außer in Goldegg) immer zuerst *Quercus*-Pollen nachweisen, während die Massenausbreitung des EMW durch *Ulmus* und *Tilia* erfolgt. Durch ihre Fähigkeit, Grenzstandorte einzunehmen, erreicht *Ulmus* auch als erste EMW-Art noch im Präboreal ihre höchsten Werte. Weiter östlich verstärkt sich dieser Trend noch (DRAXLER 1977). Im Traungletschergebiet sind *Ulmus* und *Tilia* der Eiche deutlich voraus.

Trotz vieler Ähnlichkeiten ist die Vegetationsentwicklung in Salzburg, im Gegensatz zu Tirol, gerade am Beginn des Postglazials durch die unterschiedliche Lage zu den Refugialgebieten etwas anders verlaufen: in Tirol wandern die EMW-Arten in Pineten ein und können sich durch ihre größere Konkurrenzskraft sofort optimal ausbreiten. In Salzburg und in den weiter östlich liegenden Gebieten treffen diese Arten gemeinsam mit der Fichte oder nach ihr ein, haben also von Beginn an deren Konkurrenz. Diese wirkt sich durch die unterschiedlichen ökologischen Ansprüche der beiden Pflanzengesellschaften zunächst noch nicht aus, da sich der EMW in den Tälern und die Fichte in der montanen Stufe ausbreitet. Erst allmählich verschieben sich die Grenzen zugunsten der Fichte, und der EMW wird wieder zurückgedrängt, bzw. in den höheren Lagen von der Fichte durchsetzt. Durch diese Entwicklung konnte sich der EMW in Salzburg von Anbeginn nicht so ungehindert ausbreiten wie in Tirol, und sein Areal war von Beginn an stärker eingeschränkt.

Die Hasel wandert in den nördlichen Gebieten Salzburgs ungefähr gleichzeitig wie der EMW ein. Das Gebiet um Goldegg erreicht sie etwas später. Auffallend ist, daß zu diesem Zeitpunkt hier noch *Juniperus* und *Hippophae* vorkommen und erst allmählich verschwinden. In den beiden anderen Gebieten wurden sie bereits im Bölling von *Pinus* vollständig verdrängt. Von PATZELT (1972) wird das Präboreal als Phase günstiger Waldentwicklung beschrieben, was durch die Wald-dynamik in den untersuchten Gebieten während dieser Zeit bestätigt wird.

Die Kiefer, die sich im Boreal vorübergehend noch einmal etwas ausbreiten konnte – möglicherweise als Folge der Venedigerschwankung (BORTENSCHLAGER & PATZELT 1969), wird nun zunehmend an Sonderstandorte zurückgedrängt, wo sie sich teilweise bis heute halten kann.

Die nächste und zugleich letzte einschneidende Veränderung im Vegetationsgefüge erfolgt durch das Einwandern von Tanne und Buche (DA 7). Da bereits überall mehr oder weniger dichte Wälder bestehen, wird die Ausbreitung für neu ankommende Arten immer schwieriger. Buche und Tanne stellen auch höhere ökologische Ansprüche, und so wirken sich standörtliche Unterschiede bei der Ausbreitung dieser Baumarten stärker aus als bei bisherigen Neueinwanderern.

In das Gebiet um Goldegg kamen *Abies* und *Fagus* mit einiger zeitlicher Verzögerung (*Fagus* um ca. 4200 BP und *Abies* um ca. 5000 BP), wohl einerseits bedingt durch den weiteren Weg. Andererseits konnten sich Buche und Tanne im deutlich kontinentaleren Gebiet um Goldegg, wo die Fichte auch weiterhin die beherrschende Baumart bleibt, erst allmählich etablieren. Im Höllegraben erfolgt die Massenausbreitung der Buche, die schon ca. 500 Jahre früher eingewandert ist, um circa 6000 BP, ungefähr zeitgleich mit dem Eintreffen der Tanne. Trotz dieses Vorsprungs von *Fagus* wird *Abies* in der Folge zur dominierenden Baumart im Gebiet. Im Profil Götschenbauer bei Bischofshofen weist WAHLMÜLLER (1988) erste *Abies*- und *Fagus*-Spuren um 6410 ± 105 BP nach.

Auffällig ist der Kurvenverlauf im Profil Steinpaß. Dort wandern *Fagus* und *Abies* besonders früh ein – um ca. 7000 BP – und erreichen anschließend Werte von 7 - 8 %. Vor der endgültigen Ausbreitung der Buchen-Tannenwälder, fallen beide Kurven stark ab, sodaß *Fagus* fast ganz verschwindet. Bei den hier gebildeten Buchen-Tannen-Fichtewäldern geht der Anteil der Fich-

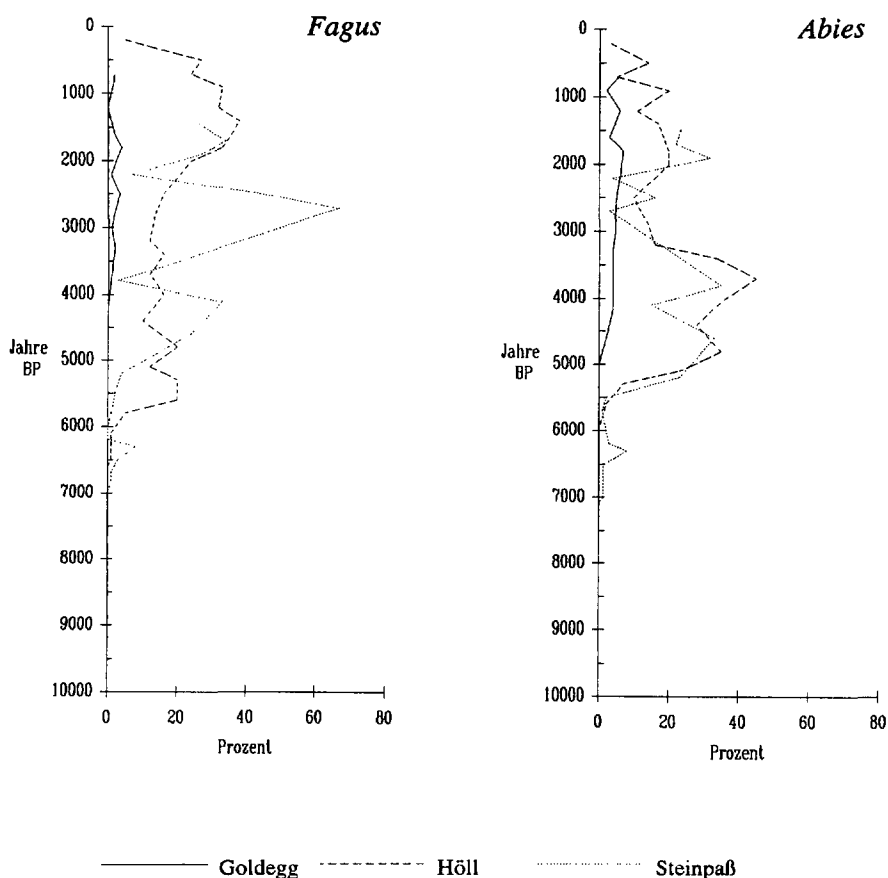


Abb. 6: Die Ausbreitung von Buche und Tanne.

te stärker zurück als in den beiden anderen Untersuchungsgebieten. Im stärker ozeanisch geprägten Klima des nördlichen Alpenrandes war die Buche auf den steilen Dolomithängen um den Steinpaß gegenüber der Fichte im Vorteil. Ähnlich gute Bedingungen fand die Buche in keinem der anderen Untersuchungsgebiete. Während dieser ersten Buchenphase erreichen die Cyperaceae Werte von 45 %. Gleichzeitig mit dem kurzfristigen Verschwinden der Buche sinken diese Werte auf 5 % ab und auch die Werte von *Filipendula* und *Potentilla*, die mit der Buche etwas angestiegen sind, fallen wieder zurück. Dies deutet auf eine kontinentalere Phase hin, die die Fichte gefördert hat.

Im mittleren Atlantikum weisen PATZELT & BORTENSCHLAGER (1973) eine Klimaschwankung (Froßnitz) nach, die eine Zunahme der Niederschläge bedingt (ÖGGL 1993). Diese Verhältnisse ermöglichen nun der Buche, auch in die weniger ozeanisch geprägten Gebiete des Salztales vorzustoßen und sich gleichzeitig erneut im Gebiet des Steinpasses auszubreiten.

ÖGGL (1993) sieht die Massenausbreitung der Buche als Folge anthropogener Eingriffe in den Wald. Es finden sich in den Profilen Goldegg und Steinpaß zu diesem Zeitpunkt bereits erste Hinweise auf das Wirken von Menschen.

In Goldegg treten *Plantago*, *Rumex*, Brassicaceae und *Artemisia* verstärkt auf, und auch *Urtica* kann nachgewiesen werden. Außerdem zeigt sich im Absolutdiagramm am Beginn der Buchenausbreitung ein Gramineen-Gipfel, aber auch *Picea*, *Pinus*, *Betula*, *Ulmus*, *Corylus* und *Tilia* verzeichnen positive Schwankungen. Abschnitte erhöhter Pollenfrequenz sind ein Zeichen für erhöhte Blühaktivität, die durch das Freistellen einzelner Bäume nach Rodungen bedingt sein kann. Auf den freien Flächen können sich die Poaceae und *Corylus* ausbreiten. In Höll sind am Beginn der Massenausbreitung der Buche keinerlei Kulturpollen eindeutig nachzuweisen. Der Poaceen-Gipfel (570 cm - 500 cm) ist durch eine Verlandungsphase bedingt.

Anders ist die Situation am Steinpaß. Hier verdichten sich ab 190 cm, also genau gleichzeitig mit der Massenausbreitung der Buche, die Hinweise auf menschliche Tätigkeit. Es treten vermehrt Siedlungszeiger wie z.B. *Urtica*, *Plantago*, *Rumex* auf. Kurz darauf folgen auch Cerealia-Pollen und *Pteridium*-Sporen.

Anthropogener Einfluß setzt erwartungsgemäß in Goldegg und im Höllgraben etwa zeitgleich ein, obwohl ein genauerer Vergleich mit den vorliegenden Daten unmöglich ist. Es dürfte sich hier um die in den Profilen Hochmoos II und Bürgelhöhe (WAHLMÜLLER 1988) nachgewiesene frühbronzezeitliche Rodungsphase handeln.

In Goldegg beginnt bei ca. 3000 BP die geschlossene Cerealia-Kurve. *Rumex*, *Plantago* und die Gramineen, aber auch *Corylus* und *Betula* haben relative Zuwächse. *Pteridium*-Sporen deuten zudem auf Rodungstätigkeiten hin.

Im Höllgraben zeigt sich der menschliche Einfluß ab einer Tiefe von 160 cm (ab ca. 3400 BP) durch eine sprunghafte Zunahme der Gräserpollen. Gleichzeitig vollzieht sich ein Dominanzwechsel zwischen *Fagus* und *Abies* – die *Picea*-Werte sinken von 50 % am Beginn dieses DA auf 12 % ab und steigen erst in den drei letzten Proben wieder an. Mit der Zunahme der Gramineen-Pollen treten auch Siedlungszeiger wie *Rumex*, *Urtica*, *Plantago*, Chenopodiaceae u.a. auf. Ab ca. 3000 BP wurden Getreidepollen gefunden. Auch hier zeigen *Pteridium*-Sporen Rodungstätigkeiten an.

Auf Grund seiner Lage sind in unmittelbarer Umgebung des Moores keine vorgeschichtlichen Siedlungen anzunehmen, obwohl hier im Vergleich zu den anderen Lokalitäten der größte Anteil an Getreidepollen und anderen Kulturzeigern gefunden wurde. Das Moor ist langgestreckt und liegt in einer haupttalparallelen, also nordsüdorientierten Talung. Durch diese Lage, seine Größe und häufige Föneinwirkungen, die den Pollenfernflug begünstigen, überwiegt hier der regionale Polleneintrag gegenüber dem lokalen.

Am Steinpaß ist der Beginn der anthropogenen Einflußnahme auf die Vegetation zeitlich nicht genau zu bestimmen, da aus diesem Profilabschnitt keine Datierungen vorliegen. Allerdings liegt kapp unter dem Beginn dieser menschlich beeinflussten Phase das Datum von 5355 BP.

Dank: Mein ganz besonderer Dank gilt Herrn Univ.-Prof. Dr. Sigmar Bortenschlager für die Betreuung dieser Arbeit, für zahlreiche anregende Diskussionen und für die Hilfe bei der Geländearbeit. Sehr herzlichen danken möchte ich auch Herrn Doz. Dr. Gernot Patzelt für die Hilfe bei den Bohrungen, Herrn Sigfried Tatzreiter für die Einführung in die Laborarbeit, Herrn Univ.-Prof. Dr. Frank Klötzli und Herrn Univ.-Prof. Dr. Robert Krisai für die Beratung beim Kapitel über die aktuelle Vegetation und Herrn Dr. Klaus Öggel für die Hilfe beim Erstellen der Diagramme. Weiters gilt mein Dank den Leitern der C 14-Labors in Hanover und Wien für die Durchführung der Datierungen. Danken möchte ich auch allen Kolleginnen und Kollegen, die am Zustandekommen dieser Arbeit beteiligt waren. Nicht zuletzt möchte ich Herrn Univ.-Prof. Dr. Helmut Heuberger danken, der die Anregung zu dieser Arbeit gegeben hat und bei der Auswahl der Moore behilflich war.

6. Zusammenfassung:

Pollendiagramme von drei Lokalitäten des ehemaligen Salzach- bzw. Saalachgletschers wurden palynologisch untersucht um die Vegetationsgeschichte zu rekonstruieren. Die Ablagerungen reichen von der Gegenwart bis in die Älteste Dryas zurück. Die älteste Dryas (Ia) kann in drei Phasen gegliedert werden – besonders deutlich im Profil Goldegg: in eine Pionier-, eine Steppen-

und eine Strauchphase. Die Ausbreitung der Kiefer erfolgt im Bölling und während der weiteren Spätglazialabschnitte herrschen lockere *Pinus-Betula*-Wälder vor. Die Ältere Dryas konnte nicht nachgewiesen werden und auch die Jüngere Dryas zeichnet sich nur schwach ab.

Im Präboreal breiten sich nahezu zeitgleich *Picea*, *Corylus* und der EMW aus. *Fagus* und *Abies* wandern um ca. 6000 BP in das Gebiet ein (in das Saalchtal bereits früher und in das kontinentalere obere Salzachtal später). Zur Zeit der Massenausbreitung der Buche ist teilweise bereits menschlicher Einfluß in den Pollendiagrammen nachzuweisen.

7. Literatur:

- BEUG, H.-J. (1976): Die spätglaziale und frühpostglaziale Vegetationsgeschichte im Gebiet des ehemaligen Rosenheimer Sees (Oberbayern). — Bot. Jb. Syst., **95**: 373 - 400.
- BOBEK, M. u. R. SCHMIDT (1975): Pollenanalytische Untersuchung von Seebohrkernen des nordwestlichen Salzkammergutes und Alpenvorlandes. Ein Beitrag zur spätglazialen und mittelpostglazialen Vegetations- und Klimageschichte. — Linzer biol. Beitr. **7/1**: 5 - 34.
- (1976): Zur spät- und mittelpostglazialen Vegetationsgeschichte des nordwestlichen Salzkammergutes und Alpenvorlandes (Österreich). Mit Berücksichtigung der Pinusarten. — Linzer biol. Beitr. **8/1**: 95 - 133.
- BORTENSCHLAGER, I. (1976): Beiträge zur Vegetationsgeschichte Tirols II: Kufstein - Kitzbühel - Paß Thurn. — Ber. nat.-med. Verein Innsbruck **63**: 105 - 137.
- BORTENSCHLAGER, S. (1965): Funde afrikanischer Pollen in den Alpen. — Naturwissenschaften **52**: 663 - 664.
- (1967): Pollenanalytische Untersuchungen des Seemooses im Lungau (Salzburg). — Verhandl. d. Zool.-Bot. Ges. Wien **107**: 57 - 74.
- (1984a): Beiträge zur Vegetationsgeschichte Tirols I: Inneres Ötztal und unteres Inntal. — Ber. nat.-med. Ver. Innsbruck **71**: 19 - 56.
- (1984b): Die Vegetationsentwicklung im Spätglazial: Das Moor Lanser See III, ein Typprofil für die Ostalpen. — Diss. Bot. **72** (Festschrift Welten): 71 - 79.
- BORTENSCHLAGER, S. u. G. PATZELT (1969): Wärmezeitliche Klima- und Gletscherschwankungen im Pollenprofil eines hochgelegenen Moores (2270 m) der Venedigergruppe. — Eiszeitalter u. Gegenwart **20**: 116 - 122.
- DEL NEGRO, W. (1983): Geologie des Landes Salzburg. - Schriftenreihe des Landespressebüros, Serie "Sonderpublikationen" Nr. **45**, 152 pp.
- DRAXLER, I. (1977): Pollenanalytische Untersuchungen von Mooren zur spät- und postglazialen Vegetationsgeschichte im Einzugsgebiet der Traun. — Jahrb. Geol. B.-A. **120/1**: 131 - 163.
- ELLENBERG, H. u. F. KLÖTZLI (1972): Waldgesellschaften und Waldstandorte der Schweiz. — Mitt. d. Schweiz. Anstalt f. d. forstl. Versuchswesen **48**: 587 - 930.
- FEUERSTEIN, P. (1933): Geschichte des Viller Moores und des Seerosenweihers an den Lanser Köpfen bei Innsbruck. — Beiheft bot. Centralbl. **51**., Abt. II: 478 - 526.
- FIRBAS, F. (1935): Die Vegetationsentwicklung des mitteleuropäischen Spätglazials. — Biblioth. Bot. **112**: 1 - 8.
- (1949): Waldgeschichte Mitteleuropas. I. Band. — Fischer Verlag, Jena: 480 pp.
- FRENZEL, B. (1964): Über die offene Vegetation der letzten Eiszeit am Ostrande der Alpen. — Verhandlungen der zool.-bot. Ges. in Wien **103/104**: 110 - 137.
- GAMS, H. u. R. NORDHAGEN (1923): Postglaziale Klimaänderungen und Erdkrustenbewegungen in Mitteleuropa. — Landeskundl. Forschung (Hrsg.: Geogr. Ges. München) **25**: 336 pp.
- HEGER, N. (1981): Die Römerzeit. — Geschichte Salzburgs, Stadt und Land, Bd.I/1: 75 - 92.
- HEUBERGER, H. (1972): Die Salzburger "Friedhofsterrasse" — eine Schlernterrasse? — Z. f. Gletscherk. u. Glazialgeol. **8**: 237 - 251.
- KLAUS, W. (1967): Pollenanalytische Untersuchungen zur Vegetationsgeschichte Salzburgs: Das Torfmoor am Walser Berg. — Verh. Geol. B.-A., **1/2**: 200 - 212.
- KRISAI, R., B. BURGSTALLER, U. EHMER-KÜNKELE, R. SCHIFFER & E. WURM (1991): Die Moore des Ost-Lungaus: Heutige Vegetation, Entstehung und Waldgeschichte ihrer Umgebung. — Sauteria **6**: 240 pp.
- LIPPERT, A. (1982): Ausgrabungen am Götschenberg. — Salzburger Museumsblätter **42/2**: 18 - 20.
- (1984): Archäologische Forschungen zur Siedlungsgeschichte in Bischofshofen. — Bischofshofen. 5000 Jahre Geschichte und Kultur. Katalog. Bischofshofen, 23 - 45.

- LIPPERT, A. (1985): Reclams Archäologieführer, Österreich und Südtirol. — Reclam Verlag, Stuttgart, 702 pp.
- LÜRZER, E. (1954): Das Spätglazial im Egelseegebiet (Salzachvorlandgletscher). — Zeitschr. f. Gletscherk. u. Glazialgeol. 3: 83 - 90.
- MANGERUD, J., S.T. ANDERSEN, B.E. BERGLUND & J.J. DONNER (1974): Quaternary stratigraphy of Norden, a proposal for terminology and classification. — Boreas 3: 109 - 126.
- MAYER, H. (1963): Tannenreiche Wälder am Nordabfall der mittleren Ostalpen. — BLV Verlagsgesellschaft, München, 208 pp.
- NATHORST, A.G. (1881): über neue Funde von fossilen Glacialpflanzen. — Englers Bot. Jb. 1: p. 431.
- (1914): Neuere Erfahrungen von den Vorkommen fossiler Glacialpflanzen und einiger darauf besonders für Mitteldeutschland basierter Schlußfolgerungen. — Geol. Fören. Förhandl. 36/4: 267 - 307.
- ÖGGL, K. (1988a): Beiträge zur Vegetationsgeschichte Tirols VII: Das Hochmoor Schwemm bei Walchsee. — Ber. nat.-med. Verein Innsbruck 75: 37 - 60.
- (1993): Der Nachweis von Vegetationsveränderungen mit Pollenkonzentrationsdiagrammen. — In: FRIESINGER, H., F. DAIM, E. KANELUTTI & O. CICHOCKI (Hrsg.), Bioarchäologie und Frühgeschichtsforschung, Archaeologia austriaca, Monographien 2, Institut für Ur- u. Frühgeschichte der Universität Wien: 201 pp.
- PATZELT, G. (1972): Die spätglazialen Stadien und postglazialen Schwankungen von Ostalpengletschern. — Ber. Deutsch. Bot. Ges. 85: 47 - 57.
- PATZELT, G. u. S. BORTENSCHLAGER (1973): Die postglazialen Gletscher- und Klimaschwankungen in der Venedigergruppe (Hohe Tauern, Ostalpen). — Zeitschr. Geomorph. Suppl., 16: 25 - 72.
- PENNINGER, E. (1981): Die Vorgeschichte. — In: DOPSCH, H. (Hrsg.), Geschichte Salzburgs, Stadt und Land, Bd. I/1: 11 - 74.
- PITTIONI, R. (1980): Geschichte Österreichs I: Urzeit, Teil I. — Verh. d. österr. Akademie d. Wissenschaften, Wien, 160 pp.
- RAUSCH, K.-A. (1975): Untersuchungen zur spät- und nacheiszeitlichen Vegetationsgeschichte im Gebiet des ehemaligen Inn-Chiemseegletschers. — Flora 164: 235 - 282.
- SCHMEIDL, H. (1971): Ein Beitrag zur spätglazialen Vegetations- und Waldentwicklung im westlichen Salzachgletschergebiet. — Eiszeitalter u. Gegenwart 22: 110 - 126.
- (1972a): Vegetationskundliche Untersuchungen im Chiemseegebiet. — Ber. Deutsch. Bot. Ges. 85: 153 - 156.
- (1972b): Zur spät- und postglazialen Vegetationsgeschichte am Nordrand der bayer. Voralpen. — Ber. Deutsch. Bot. Ges. 85: 79 - 82.
- (1977): Fossiles Vorkommen von *Betula nana* L. im Moor in der Pechschnait bei Traunstein./ÖBB. (Vorläufige Mitteilung). — Telma 7: 267 - 270.
- SCHMIDT, R. (1976): Pollenanalytische Untersuchungen von Seesedimenten zum Eiszurückzug und zur Wiederbewaldung im NE-Dachsteingebiet und im Becken von Aussee (Steirisches Salzkammergut). — Linzer biol. Beitr. 8/2: 361 - 373.
- (1981): Grundzüge der spät- und postglazialen Vegetations- und Klimageschichte des Salzkammergutes (Österreich) aufgrund palynologischer Untersuchungen von See- und Moorprofilen. — Mitt. d. Komm. f. Quartärforschung d. Österr. Akad. d. Wiss. 3: 96 pp.
- SEIWALD, A. (1980): Beiträge zur Vegetationsgeschichte Tirols IV: Natzer Plateau — Villanderer Alm. — Ber. nat.-med. Verein Innsbruck 67: 31 - 72.
- SHENNAN, St. (1989): Ausgrabungen einer frühbronzezeitlichen Siedlung auf dem Klinglberg, St. Veit im Pongau, Salzburg (1985 - 1988). — Archaeologia Austriaca 73: 35 - 48.
- STOCKMARR, J. (1971): Tablets with spores used in absolute pollen analysis. — Pollen and spores 13: 615 - 621.
- TRANQUILLINI, A. (1987): POLPROF, ein Programm zum computergesteuerten Zeichnen von Pollenprofilen. — Ber. nat.-med. Verein Innsbruck, Suppl. 2: 19 - 22.
- WAGNER, H. (1989): Die natürliche Pflanzendecke Österreichs. — Österreichische Akademie der Wissenschaften, Kommission für Raumforschung, Beiträge zur Regionalforschung 6: 63 pp.
- WAHLMÜLLER, N. (1985): Beiträge zur Vegetationsgeschichte Tirols V: Nordtiroler Kalkalpen. — Ber. nat.-med. Verein Innsbruck 72: 101 - 144.
- (1988): Pollenanalytische Untersuchungen am Götschenberg bei Bischofshofen/Salzburg. — Ber. nat.-med. Verein Innsbruck, Suppl. 2: 13 - 26.
- WELTEN, M. (1957): Über das glaziale und spätglaziale Vorkommen von *Ephedra* am nordwestlichen Alpenrand. — Ber. schweiz. bot. Ges. 67: 33 - 54.

- WELTEN, M. (1972): Das Spätglazial im nördlichen Voralpengebiet der Schweiz. Verlauf, Floristisches, Chronologisches. — Ber. Deutsch. Bot. Ges. **85**: 69 - 74.
- (1982): Vegetationsgeschichtliche Untersuchungen in den westlichen Schweizer Alpen: Bern - Wallis. — Denkschriften d. Schweiz. Naturforsch. Ges. **95**: 6 - 104.
- ZOLLER, H. & H. KLEIBER (1971): Überblick der spät- und postglazialen Vegetationsgeschichte in der Schweiz. — Boissiera **19**: 113 - 128.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Berichte des naturwissenschaftlichen-medizinischen Verein Innsbruck](#)

Jahr/Year: 1994

Band/Volume: [81](#)

Autor(en)/Author(s): Schantl-Heuberger Hanna

Artikel/Article: [Pollenanalytische Untersuchungen zur spät- und postglazialen Geschichte der Vefetation im Saalach- und Salzachtal \(Salzburg/Austria\). 61-84](#)