

# Zur Waldgeschichte des Steinernen Meeres (Naturschutzgebiet Königssee)

Von Hannes Mayer

Aus dem Waldbau-Institut der Forstlichen Forschungsanstalt München

Während der diluvialen Glazialzeit mit wechselnden Gletscherhochständen und wesentlich wärmeren Zwischeneiszeiten wurden Pflanzen und Tiere der Alpen zu mehrfachen Wanderungen gezwungen. Manchen Arten, die ehemals im Alpenbereich beheimatet waren (z. B. *Rhododendron ponticum*), wurde die eisige Sperrmauer auf der Wanderung in den wärmeren Süden zum Verhängnis. Sie starben aus. Andere überlebten den tiefgreifenden Klima- und Vegetationswandel, wurden aber in ihrer Ausbreitungskraft so entscheidend geschwächt, daß sie heute nur ein reliktsches Areal einnehmen (Tertiärrelikte, z. B. Weihrauch-Wacholder, *Juniperus thurifera*, Mercantour-Steinbrech, *Saxifraga florulenta*, Merxmüller 1956). Auch für die gegenwärtige Vegetation und Tierwelt gestaltete sich nach ihrer Einwanderung in die eisfrei gewordenen Gebiete das Schicksal wechselvoll im rund 10 000 Jahre dauernden Postglazial.

Da das engere Berchtesgadener Gebiet im Vergleich zum Salzburger und Reichenhaller Becken erst relativ spät besiedelt wurde — die Propstei Berchtesgaden war zur Zeit ihrer Gründung um 1122 noch durchaus mit Wald bedeckt (vgl. Lendl 1955) — können Urkunden oder Archivalien nur für einen bescheidenen Zeitraum die Wald- und Klimageschichte des Naturschutzgebietes am Königssee erhellen. Für die letzten 800 Jahre gibt Bülow (1962) ein aufschlußreiches Bild der Bestockungsentwicklung in den Reichenhaller Sudwäldern unter dem Einfluß des salinarischen Forstbetriebes. Auch im Berchtesgadener Kessel wurde die ursprüngliche Bewaldung z. T. erheblich gestört (Köstler 1950) und bis auf Rudimente umgewandelt. Die Fichte dehnte ihr Areal direkt durch Saat und Pflanzung, indirekt durch Bekämpfung des Laubholzes sowie die Schlagwirtschaft entscheidend aus. Rund die Hälfte ihres Areals verlor Buche, die betriebstechnisch wegen der stark flammenden Hitze unter den Pfannen für den Sud fast ganz ausschied und nur mit geringen Mengen lediglich zum „Fieseln“ (Trocknen und Härten) der Salzstöcke notwendig war. Örtlich ergeben sich erhebliche Abweichungen in der aufgezeigten Entwicklungstendenz. Da die Buche nicht trifftbar war, ist gerade in den Königssee-Steilwänden und am Burgstall (nasser Holzsturz) auf den laubbaumfördernden Grundgesteinen die Laubbaumart nach jahrhundertelanger Ausplenterung der Nadelbäume jetzt erheblich überrepräsentiert.

Eine Reihe von Arten, die heute im Berchtesgadener Land wenige Spezialstandorte besiedeln, ermöglichen eine gewisse Rekonstruktion des Vegetations- und Klimaablaufes seit der Nacheiszeit, wenn man ihre Standortansprüche für ein optimales Gedeihen und ihre gesamte Verbreitung berücksichtigt.

Zeugen der spätglazialen Wiederbewaldung in den tieferen Lagen sind Latschen- und Föhrenbestände, z. T. mit der behaarten Alpenrose (*Rhododendron hirsutum*) und der Zwergalpenrose (*Rhodothamnus chamaecistus*) in Klammern, schattseitigen Schluchten und auf schroffen Ramsaudolomiteinhängen. Auch Latschenhochmoore, wie z. B. am Böcklweiher oder bei Hallthurm, sprechen von der Erstbesiedlung und nicht zuletzt die ausgedehnten Spirkenbestände des oberen Wimbachtales (P a u l - S c h o e n a u 1930). Die nacheiszeitlich aus Westen einwandernde baumförmige Bergkiefer (*Pinus mugo var. arborea*) hat hier ihre Ostgrenze erreicht. In der frühen Föhrenwaldzeit muß das langsam aufwärmende Klima trocken und kontinental gewesen sein. Wie hätte sonst der Sevenbaum (*Juniperus sabina*), Reliktstandort an der Gamsgruben-Gufel in den Ostwänden des Untersberges, das Gebiet erreicht (G e n t e r 1940)? Für damaligen Steppenheidecharakter sprechen auch Einzelvorkommen des Rauhgrases (*Stipa calama-grostis*) an den Steilhängen des Eisgrabens im Einflußbereich der Watzmann-Ostwand (P a u l - S c h o e n a u 1932).

Nach der inselartigen Verbreitung thermophiler Arten und Waldgesellschaften zu schließen, muß einst das Klima vorübergehend wärmer und trockener gewesen sein als heute. Bestockungsreste und in Erosion befindliche Hochmoore über der jetzigen Wald- und Baumgrenze, Buchenrelikte weit über dem zusammenhängenden Areal, Lindenmischwaldfragmente (z. B. Falkensteiner Ofen am Königssee, M a y e r 1951) und thermophile Elemente mit rückgängiger Verbreitung wie die Pimpernuß (*Staphylea pinnata*, R u b n e r 1950) oder die bereits erloschene Pfingstrose (*Paeonia corallina*, V o l l m a n n 1914) zeugen davon. Für eine zeitweilige kühl-feuchtere Klimaphase spricht die auffallend ungleichmäßige Verbreitung der ozeanischen Stechpalme (*Ilex aquifolium*) im Gebiet, die zusammen mit Eibe heute reliktsch in den trockeneren und kontinentaleren Kitzbüheler Alpen bzw. Hohen Tauern überdauert (M a y e r 1963). Der in den nördlichen Ostalpen nur noch bei Steyr reliktsch vorkommende Buchsbaum (*Buxus sempervirens*) spricht ebenfalls dafür (G a m s 1931).

Im Naturschutzgebiet ist also mit einem sehr wechselvollen Vegetationsablauf zu rechnen, der durch Klimaänderungen zumindest stark mitgeprägt wurde. Schon die alten Klassiker (O v i d , H e s i o d) wußten, daß der Eisenzeit ein ehernes und diesem ein goldenes Zeitalter mit viel günstigeren Lebensbedingungen vorausgegangen ist (vgl. G a m s 1938). Wie wirkte sich nun im Funtensee-Gebiet der mehrfache Wechsel des Vegetations- und Klimacharakters an der jetzigen Wald- und Baumgrenze aus? Gibt uns die Sage von der heute verfirnten Übergossenen Alm noch einen zusätzlichen Hinweis? Vor Zeiten sollen sich dort oben üppige Almweiden für viele hundert Kühe ausgedehnt haben. Aus Übermut machten die Sennerinnen eine Straße von Butter über den Berg. Durch ein göttliches Strafgericht wurden die Almen in ewigen Schnee verwandelt

(Gehring 1917). Handelt es sich hier um ein aus Schuld und Sühne geborenes phantasievolles Märchen oder verbirgt sich hinter der sagenhaften Naturschilderung reales Geschehen?

Aufschlußreiche Archive zur Vegetations- und Klimageschichte des Steinernen Meeres stehen uns in den Blütenstaubablagerungen des Funtensee-Untergrundes und der kleinen Hoch- und Niedermoore am Nordwestende des Sees, beim Baumgartl und „Am Stein“ (Paul 1937) zur Verfügung. Die quantitative Pollenanalyse kann diese Archive auswerten und die Abschnitte der lokalen Vegetationsgeschichte rekonstruieren, nachdem sich neben den Baumpollen eine ganze Reihe von Nichtbaumpollen aus der Strauch-, Kraut- und Grasschicht bestimmen lassen.

Anlässlich seiner Moorstudien im Naturschutzgebiet entnahm Paul (mdl.) im Priesberger Moor und im Funtensee-Randmoor zwei Profile zur pollenanalytischen Untersuchung. Sie ließ sich nicht mehr durchführen, da das Material im Laufe des Krieges verloren ging.

### Muldenmoor Baumgartl

Das kleine runde Moor mit 20 bis 30 m Durchmesser liegt in 1720 m Höhe am Wege vom Funtensee zum Riemannhaus zwischen Stuhlgraben und Baumgartl ungefähr 300 m nördlich der Landesgrenze. Es konnte sich auf dem durchlässigen Dachsteinkalk erst entwickeln, nachdem der karrige Muldengrund von einer eingeschwemmten Tonschicht abgedichtet wurde. Das ehemalige Hochmoor hat sein Wachstum eingestellt und wird zentral von einer Erosionsrinne durchzogen. Da heute im Gebiet gutwüchsige Hochmoore ohne nennenswerte Erosionserscheinungen nicht über 1000—1200 m vorkommen, muß das Hauptwachstum bei günstigeren klimatischen Bedingungen stattgefunden haben. Das Moor selbst zeugt also schon durch seine Höhenlage von einer nacheiszeitlichen Wärmezeit (Gams 1958).

Abbaubestände der Rasenbinse (*Trichophorum caespitosum*) dominieren. Torfbildende Bleichmoose (*Sphagnum magellanicum et subsecundum*) treten nur spurenweise auf. Vereinzelt beigemischt sind gemeine Segge (*Carex fusca*), Fadensimse (*Juncus filiformis*), Scheidenwollgras (*Eriophorum vaginatum*), Blutwurz (*Potentilla tormentilla*), Kronlattich (*Willemetia stipitata*) u. a. Einzelne Stauden der Rauschbeere (*Vaccinium uliginosum*) gedeihen kümmerlich in vitalen Strauchflechten (*Cladonia, Cetraria*). Das Borstgras (*Nardus stricta*) dringt vor allem randlich ein.

Umgeben wird das Moor von einem schüttereren bis lichten, rund 20—25 m hohen Zirben-Lärchenwald mit reichlich Zwergsträuchern (*Rhodoreto-Vaccinietum laricetosum*). Nach Jahrringuntersuchungen erreichen die stärksten Individuen ein Alter von 300—400 Jahren. Ein typischer Bestandesaufriß ist in der zusammenfassenden Beschreibung der Berchtesgadener Waldgesellschaften zu finden (Mayer 1959). In dem extensiv beweideten Bestand fehlen Fichten nahezu. Auf kleinen flachgründigen Kuppen siedeln Latschen mit der Zwerg-Vogelbeere (*Sorbus chamaemespilus*) und Runsen werden von Hochstauden mit schüttereren Grünerlen (*Alnus viridis*) bestockt. Die Waldgrenze befindet sich heute anthropogen etwas gedrückt an der Nordabdachung des

Steinernen Meeres bei rund 1900 m Meereshöhe. Auch an lokalen Südseiten wird 2000 m Meereshöhe nicht überschritten. Die höchsten einzelstehenden Lärchen und Zirben erreichen 2010 bzw. 2135 m Meereshöhe.

### Methodik

Das Profil wurde von 0—140 cm an einem selbst gegrabenen Aufschluß entnommen. Eine doppelte, überlappende Bohrung mit der Dachnowski-Sonde schloß den tieferen Teil (140 bis 180 cm) auf. Die Aufbereitung der Proben erfolgte nach dem Azetolyseverfahren (siehe Beug 1961). Tonige und sandige Sedimente wurden vorher mit Flußsäure behandelt. Die Zahl der bestimmten Baumpollen betrug je Probe im Durchschnitt 500. Dies entspricht einer Gesamtsumme analysierter Pollen einschließlich Sporen von 374—2218, im Durchschnitt rund 900. Die Registrierung der Zählergebnisse mittels eines fußgesteuerten Tonbandgerätes erwies sich sehr arbeitsfördernd. Für die Bestimmung seltenerer Pollentypen stand ein Pollenherbar mit rund 500 Präparaten zur Verfügung. Im Hauptdiagramm sind *Corylus* (Hasel) und Nichtbaumpollen in % der Baumpollen dargestellt. Das Gesamtdiagramm zeigt zusammenfassend das Verhältnis von Baum- zu Nichtbaumpollen. In Anlehnung an Firbas (1949) erfolgte unter Berücksichtigung neuerer Vergleichsprofile (Mayer 1963) die vorläufige zeitliche Gliederung.

### Stratigraphie

- 0— 30 cm Seggentorf (*Carex rostratallimosa*) mit etwas Eriophorum, *Trichophorum caespitosum*
- 30— 50 cm Seggentorf mit Braunmoos (*Hypnaceen*) und wenig Eriophorum
- 50—110 cm Braunmoostorf mit Eriophorum, Seggen (*Carex rostrata*, *Triglochin?*) und sporadisch Sphagnum (*Hypnaceen*, *Dicranum*, *Pleurozium*, *Acrocladium cuspidatum*, *Scorpidium scorpidioides*, *Calliergon trifarium*)
- 110—125 cm Eriophorum-Braunmoostorf mit Seggen
- 125—140 cm Braunmoostorf mit Eriophorum und Seggen (Fichtenzapfen)
- 140—160 cm Braunmoos-Eriophorum-Torf (*Hypnaceen*, *Calliergon cf. giganteum*)
- 160—170 cm Seggentorf (stark zersetzt, nicht bestimmbare Radizellen)
- 170—175 cm dichter, ziemlich kalkreicher Ton
- 175—180 cm stark sandiger, sehr kalkreicher Ton
- 180 cm Dachsteinkalk anstehend.

Fichtenholzreste in 20, 70 und 130 cm Tiefe (zahlreiche Fichtennadeln) können von den in 15 m Entfernung angrenzenden Beständen durch Windwürfe stammen. Das Moor scheint auch vorübergehend nicht bestockt gewesen zu sein. Kohleeinlagerungen fanden sich häufig bei 1—5 cm, spärlich bei 125, 145 und 168 cm. Im gesamten Profil war in allen Schichten eine starke Einwehung von kalkreichem Mineralstaub festzustellen, die auch rezent noch — besonders deutlich während der Schneeschmelze zu sehen — vor sich geht.

### Grundlagen für die Interpretation

Eine unmittelbare Auswertung der Zählergebnisse ist nicht möglich, da die einzelnen Vegetationsglieder ungleiche Pollenmengen produzieren und in der Erhaltungsfähigkeit des Blütenstaubes wesentliche Unterschiede bestehen. Im Vergleich zur umgebenden Waldbestockung sind im Pollenspektrum mit großer Regelmäßigkeit Arten wie Hasel, Fohre, Erle, Birke übervertreten. Buche, Eiche, Linde, Weide, Ahorn

und Lärche werden durch zu geringe Anteile nicht repräsentativ erfaßt, während bei Fichte, Tanne und Hainbuche der Anteil am Baumpollenspektrum der tatsächlichen Bestandesmischung weitgehend entspricht.

Im Vergleich zum Flachland spielen für die Pollensedimentation im Gebirge Morphologie und Reliefenergie, die in schneller Folge sich ablösenden Höhenstufen und vor allem lokal sehr stark wechselnde Windverhältnisse (Berg- und Talwinde, Föhntäler) eine große Rolle. Wird der den Vegetationscharakter beweisende Pollenniederschlag aus der näheren Umgebung durch Blütenstaub aus dem Weit- (1—5 km, andere Höhenzone) und Fernflugbereich (10 km u. m., Alpenvorland, Inneralpen) wesentlich verändert? Die Sicherheit der Schlußfolgerungen wird dadurch entscheidend beeinflusst.

Ein Vergleich des subrezentem Pollenniederschlags in Oberflächenproben (oberste Moos- und Flechtendecke) mit der umgebenden Vegetation hilft, die Frage einer Lösung näher zu bringen. In verschiedenen Höhenlagen und bei wechselnden Bestockungsverhältnissen ergeben sich nachstehende Zusammenhänge (vgl. Welten 1950).

### Pollenspektren von Oberflächenproben

	Pollenteil in % der Baumpollen													Nichtbaumpollen in % der BP						Bewaldungsdichte		
	Larix/Lärche	Betula/Birke	Pinus/Föhren	Picea/Fichte	Acet./Ahorn	Abies/Tanne	Fagus/Buche	Alnus/Erle	Ulmus/Ulme	Tilia/Linde	Fraxinus/Escche	Quercus/Eiche	Carpinus/Hainbuche	Salix/Weide	Corylus/Hasel	Cerealia/Getreide	Wildgräser	Kräuter	Kulturbegleiter		Zwergsträucher	Sa. NBP
Böcklweiher (615 m)	+	8	49	16	2	1	3	11	3	1	3	2	+	1	5	1	56	31	14	26	156	0,3
Wimbachgries (1250 m)	2	4	56	27	1	1	1	5	—	+	1	1	+	1	1	1	26	21	10	4	102	0,5
Schwimmend Moos (1340 m)	1	4	42	35	+	1	3	6	1	—	2	4	1	+	3	2	32	7	20	2	102	0,5
Priesbergmoos (1365 m)	4	3	50	36	+	+	+	5	1	—	—	+	+	1	1	+	8	4	3	5	82	0,6
Farrenleitwand (1380 m)	2	7	15	62	1	1	2	4	1	+	1	1	1	2	1	2	17	5	8	3	95	0,6
Funtensee (1605 m)	2	4	49	32	+	2	+	9	+	+	+	+	—	2	1	1	35	33	7	7	109	0,1
Baumgartl (1720 m)	3	4	69	10	+	2	1	5	+	—	1	1	+	4	+	1	64	29	13	1	184	0,3

### Vegetationsaspekt der Untersuchungsobjekte

*Böcklweiher:* Tiefmontanes Latschenhochmoor im Berchtesgadener Talkessel, umgeben von Schwarzerlen, Bergahorn-Eschenbeständen, etwas abgesetzt an den Berghängen Fichtenbestände mit Buche, Tanne (Lärche), örtlich Schneeheide-Föhrenwald und submontane Laubmischwaldinseln (vereinzelt auch Eiche, Linde, Hainbuche), ausgedehnte Mähweiden angrenzend.

*Wimbachgries:* Fichten-Bergspirkenbestand mit Lärche (Bergahorn) in der Brunftbergtiefe; fortgeschrittene Entwicklungsphase der Schotterbesiedlung; ausgedehnte Bergspirken-Latschenbestände an den Talflanken, sporadisch Tanne (Buche) und kleinflächig subalpine Lärchen-Fichten-Dauerengesellschaften; verbreitet offene Pioniergesellschaften auf dem Schuttstrom.

*Schwimmend Moos*: Latschenhochmoor in einem nordwestlich abfallenden Hochtal des südlichen Lattengebirges; subalpine Fichtenwälder mit einzelnen Lärchen (Bergahorn) nahe der oberen Verbreitungsgrenze von fichtenreichen Tannen-(Buchen-)wäldern; am Hauptkamm Latschen- und Grünerlenbestände, sporadisch Zirbe; angrenzende Almweiden nurmehr teilweise bestoßen.

*Priesbergmoos*: Erodirtes wenig typisches Latschenhochmoor, von Almweiden mit lockerer Lärchenbestockung (Lärchwiesen) umgeben, östlich angrenzend subalpine Fichtenwälder mit Lärche (Bergahorn); lokal Latschen- und Grünerlenbestände; knapp unterhalb der Hangmulde heutige Tannen-Buchengrenze.

*Farrenleitenwand*: Lärchenreiche Bergsturzbesiedlung (Mayer 1961) mit Fichte, Eberesche, Bergahorn, Birke, Weide und Latsche an der Grenze zwischen subalpinem Fichtenwald und fichtenreichem Tannen-Buchenwald; in der Umgebung stark verunkrautete Almweiden, Grünerlen-(Latschen-)bestände; reliktsch Zirbe.

*Funtensee*: Randmoor in Kessellage neben ausgedehnten Almweiden (Rostseggenrasen und Blaugrashalden), Latschenbestände auf Felsrücken eingestreut, in der weiteren Umgebung Lärchen-Zirbenwälder mit Fichte und Latsche.

*Baumgartl*: Durch Weide stark aufgelockerter zwergstrauchreicher Zirben-Lärchenbestand mit Eberesche (einzelne Fichten); Latschenhorste an Rippen, Grünerlenbestände in Runsen; in Steillagen verbreitet Latschenbestände, mosaikartig alpine Rasengesellschaften auftretend.

Der Anteil von Fernflugpollen bestimmter Arten kann insbesondere in höheren Lagen gut abgeschätzt werden (z. B. Eiche, Linde, Hainbuche, Hasel, Getreide). Er erreichte Werte um 5% (— 10%) und nimmt von der submontanen zur hochsubalpinen Stufe ab. Standorte, die gegen Nordwestwinde geöffnet sind (Schwimmend Moos) oder im Staubereich von Felswänden liegen (Farrenleitenwand), erhalten überdurchschnittlich Fernflugpollen.

Schwieriger ist der Anteil an Weitflugpollen (1—5 km horizontal, vertikal benachbarte höhere oder tiefere Vegetationsstufe) abzuschätzen. Um auf ein regelmäßiges Vorkommen in der näheren Umgebung schließen zu können, muß nachstehender Pollenanteil (in % aller Baumpollen) erreicht sein: Pinus (Latsche, Fohre, Zirbe) 20—25; Fichte, Birke, Erle und Hasel 5—10, Buche und Tanne 3—5, Eiche, Linde, Ulme, Esche und Hainbuche 3, Ahorn, Lärche, Weide und Wacholder 1. Weitflugpollen in einem Ausmaß von 10—20% sind in Rechnung zu stellen. Die Abstufung der Baumarten entspricht in etwa der unterschiedlichen Pollenproduktion bzw. -erhaltung, die bestätigt werden kann. Besonders stark unterrepräsentiert ist die Lärche. Der tatsächliche Mischungsanteil entspricht etwa dem 10- bis 15fachen Pollenanteil. Vergleichbar übervertreten ist Pinus nicht nur durch starke örtliche Pollenproduktion, sondern auch durch zusätzlichen Weit- und Ferntransport (auch Birke).

Je nach lokaler Lage sind obige Annäherungswerte zu variieren. Standorte mit überdurchschnittlichem Fernanflug (Schwimmend Moos) empfangen in der Regel reichlicher Weitflugpollen. Windgeschützte Mulden und Kessellagen (Funtensee) erhalten vor allem Weitflugpollen aus höheren Vegetationsstufen, während sich selbst nah, aber tiefer gelegene Vegetationselemente kaum bemerkbar machen (Priesbergmoos). An Hängen (Baumgartl, Farrenleitenwand) gleichen sich Weitflugpollen aus höheren und tieferen Lagen ziemlich aus.

Nichtbaumpollen nehmen mit Rückgang der örtlichen Bewaldungsdichte zu. Die Größe der umliegenden Heim- oder Almweiden wird weniger durch Wildgraspollen als vielmehr durch Menge und Typenzahl der Kräuter (Korbblütler, Doldengewächse) angezeigt. Im beweideten lichten Lärchenwald (Baumgartl) tritt nahezu doppelt so viel Wildgraspollen auf wie mitten im Almweidegebiet des Funtenseekessels. Kulturbegleiter (inkl. Getreide) mit einem höheren Anteil als 3—5% zeigen stärkeren anthropogenen Einfluß an. Die absolute Höhe der Werte sagt nichts über die lokale Intensität des Weideganges, da örtliche Vegetationsverhältnisse (Hart- oder Mergelkalk) und Weitflug die Werte beeinflussen. Zwergsträucher sind erheblich unterrepräsentiert (Baumgartl), so daß entsprechende Waldgesellschaften kaum angezeigt werden. Werte von 3—5% und darüber weisen auf nahegelegene Latschenbestände oder ausgesprochene Zwergstrauchheiden (Hochmoorvegetation) hin. Es kann bestätigt werden, daß der Moosfarn (*Selaginella*) ein Zeiger natürlicher und künstlicher Waldgrenzen oder stärkerer Waldauflichtungen ist (Welten 1950).

Von der absoluten Höhe der Nichtbaumpollen kann nur bedingt auf die lokale Bewaldungsdichte geschlossen werden, da lokale Maxima von Riedgräsern, Farnen oder Torfmoosen die Werte einseitig beeinflussen können. Wenn Wildgras- und Krautpollen (10—) 20% übersteigen, kann mit starker Waldauflockerung gerechnet werden (Priesberg). Werte über 30—40% haben großflächige Wiesen und Weiden zur Voraussetzung (Funtensee, Böcklweiher).

Weit- und Fernflug wirkt sich je nach Lokalität unterschiedlich aus. Sein Einfluß verfälscht aber nicht entscheidend die Pollensedimentation aus der nächsten Umgebung, wie auch Welten (1950, 1958) und Zoller (1958) betonen. Allerdings sind an der Wald- und Baumgrenze die Zusammenhänge nicht einfach zu deuten. Durch den regelmäßigen Anteil von Weit- und Fernflugpollen kann andererseits die Vegetationsentwicklung in tieferen und höheren Lagen mitverfolgt werden, wodurch die Datierung erleichtert wird. Erst ausgeprägtere Schwankungen deuten also auf eine Verschiebung der Höhengrenzen hin.

Repräsentative Profile aus verschiedenen Höhenstufen erhöhen den Aussagewert, wie noch in Ausarbeitung befindliche Diagramme aus den Berchtesgadener Kalkalpen bestätigen. Unerlässlich ist ferner eine genaue Kenntnis der natürlichen Waldvegetation nach Aufbau, Höhenverbreitung, Ökologie und Dynamik (Mayer 1959). Eine eingehende Aufnahme der derzeitigen Höhengrenzen von Baumarten und Waldgesellschaften, über die später berichtet werden soll (Mayer 1947), erleichterte die Beurteilung dynamischer Probleme.

### Waldgeschichte (Pollendiagramm Baumgartl)

#### Abschnitt IV: Präboreale Fohrenzeit (Alleröd, II) <sup>1)</sup>

Pinus-Wälder dominieren eindeutig. Da sich Waldfohre, Latsche und Bergspirke pollenanalytisch nicht trennen lassen, kann erst eine Großrestanalyse näheren Aufschluß bringen. Pflanzengeographisch muß mit allen drei Arten gerechnet werden. *Pinus cembra* (Zirbe) erreichte einen allerdings bescheidenen Anteil. Vereinzelt waren

<sup>1)</sup> Veränderte Zeitstellung durch C-14-Datierung, vgl. S. 10

*Betula* (Birke) und sporadisch *Alnus* (vermutlich Grünerle) beigemischt. Fichte und seltener Lärche (Einwanderungsbeginn?) erlangen nur unbedeutende Mengen. Ein Gramineen-Anteil (Wildgräser) von 5—10% deutet auf einen grasreichen Unterwuchs in den lichtdurchfluteten Beständen, den Korbblütler, Doldengewächse, einzelne Farne und der Moosfarn (*Selaginella*) bereichern. Auffällig ist neben dem Zurücktreten von Kräutern das regelmäßige schwache Vorkommen von nitrophilen Pflanzen, die gewöhnlich als Kulturbegleiter gelten (*Chenopodium*, Gänsefuß; *Rumex*, Ampfer; *Plantago*, Wegerich; auch *Polygonum-bistorta*-Typ). Bevorzugte Standorte dürften frische „Staubtälichen“ gewesen sein. Nach dem Eisrückzug schritt die Verwitterung durch Frost rasch vorwärts und Windtransport feiner Fraktionen war häufig. Den spezifischen Heidecharakter der Vegetation belegt das maximale Auftreten von *Artemisia* (Beifuß) und regelmäßiges, wenn auch spärliches Vorkommen von *Juniperus* und *Helianthemum*. Eine lokale Verbreitung von *Juniperus sabina* (Sevenbaum) ist sehr wahrscheinlich (kleinere *Juniperus*-Körner mit auffälliger, etwas über 1,0  $\mu$  dicker Wand und unregelmäßig verteilten Gemmae; da die mediterranen *Juniperus excelsa* und *foeditissima* pflanzengeographisch wohl ausscheiden, cf. *J. sabina*; B e r t s c h 1961, B e u g 1961). Die für Bergheiden und Magerrasen charakteristische Mondraute (*Botrychium*, auch *Rubiaceae*, *Campanulaceae*, *Thalictrum*) vervollständigt das Bild. Ein Vegetationsaspekt wie heute in der zentralalpiner Föhrenregion (Ötztal oder Le Queyras/Westalpen) drängt sich auf. Wenn man berücksichtigt, daß durch die geringwüchsige Vegetation in der alpinen Stufe der Überlagerungspollen aus tieferen Lagen durch Weitflug mächtig zunimmt, ist unter Berücksichtigung des gesamten Vegetationscharakters (*Selaginella* als Waldgrenzenzeiger) auf die Nähe der Wald- und Baumgrenze zu schließen.

Stratigraphisch und pollenanalytisch gliedert sich dieser Abschnitt deutlich.

#### a) Ältere *Ephedra*-Phase (II a)

In den beiden untersten kalkreichen und sandigen Tonproben konnten über 20 Pollenkörner von *Ephedra* (Meerträubl) gefunden werden. Der Anteil mit 0.1—0.3 in % des Baumpollens ist gering, beweist aber nach rezenten Vergleichsuntersuchungen von W e l t e n (1957) ein lokal reichlicheres Vorkommen. Pro Deckglas (3,24 cm<sup>2</sup>) sind regelmäßig durchschnittlich bei 180 cm Tiefe 1—3 i. D. 2, bei 177 cm nur mehr 1 *Ephedra*-Pollen zu erwarten. Die Verbreitung der *Ephedra* klingt gerade aus.

Dieser eigenartige, zwischen den Gymnospermen und Angiospermen stehende Steppenstrauch ist hauptsächlich in den hochkontinentalen zentralasiatischen Hochsteppen (G a m s 1952) verbreitet. In den Ostalpen kommt heute reliktsch in Südtirol (Doss Trento bei Trient; Schlanders im Vintschgau) lediglich eine dünnästige Art, *Ephedra distachya*, vor. In den wesentlich kontinentaleren und sommertrockeneren zentralen Westalpen ist das Meerträubl noch stärker verbreitet (B r a u n - B l a n q u e t 1961) und mit einer zweiten Art, *E. maior* (*nebrodensis*), vertreten.

Der extrem lichtbedürftige Strauch läßt auf gelockerte Pinus-Wälder und auf die Nähe der Waldgrenze schließen, die langsam steigend gerade den Funtenseekessel erreicht haben dürfte. Durch die Wurzelkonkurrenz parkartig lockere und strauch-

reiche *Pinus brutia*-Reliktbestände mit *Ephedra* (edaphische Waldgrenze) finden sich heute noch in den großen Talschluchten der nordost-anatolischen Gebirgsketten nahe der russischen Grenze.

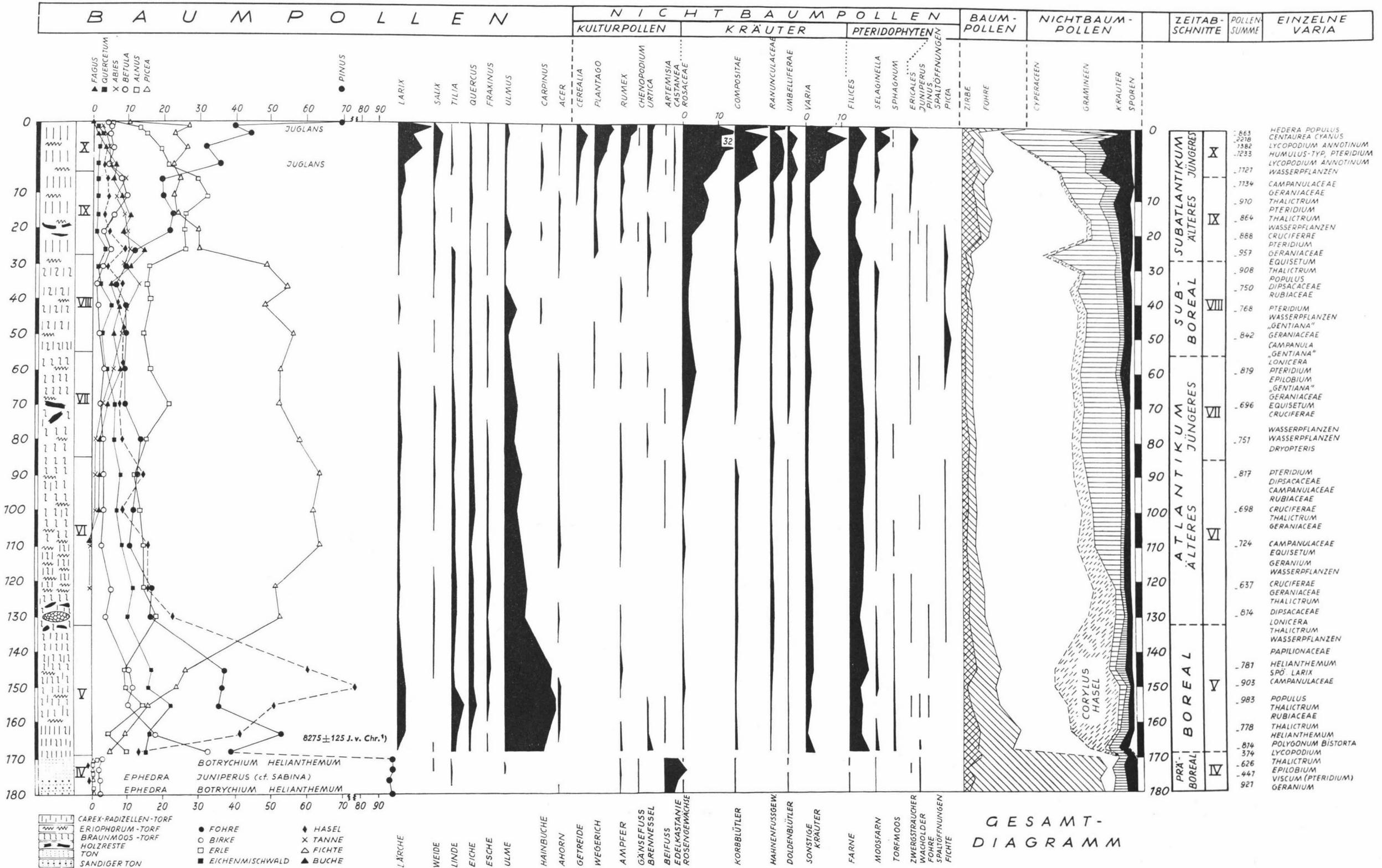
Die bisher 20 gefundenen, z. T. stark korrodierten Pollenkörner belegen verschiedene Typen (Welten 1957):

- aa) *Ephedra fragilis*-Typ: Hälfte der Körner diesem Typ zugehörig. Polachse (nach Acetolyse): 48—52  $\mu$ , Äquator 16—20  $\mu$ . Spindelige (*perprolate*), seltener ovale Formen, 8—10 gut ausgeprägte, aber nicht schmale Rippen, Längsfurchen überwiegend gerade, z. T. oft nur streckenweise, kleinwellig, unverzweigt; geringe Wanddicke (0.5—1.0  $\mu$ ). Nach Welten kommt *E. fragilis* var. *campylopoda* in Betracht. Für eine überprüfende Bestimmung danke ich Herrn Privatdozent Dr. H.-J. Beug (Göttingen).
- bb) *Ephedra distachya*-Typ: Die andere Hälfte weist schmalovale bis elliptische (*prolate* bis *perprolate*) Formen auf. Polachse 48—53  $\mu$ , Äquator 21—24  $\mu$ , 4—5 (7) breite hohe Rippen, mittlere Wanddicke um 1  $\mu$ , Längsfurchen schwach zickzackförmig mit überwiegend kürzeren Seitenästen von einfacher Verzweigung. Zwei Körner haben auffallend gedrungene breitovale (*prolate*) Formen bei kräftigem, walnußartigem Aussehen, *Ephedra distachya* cf. *nebrodensis*-Typ. Polachse 37—40  $\mu$ , Äquator 21—24  $\mu$ ; 5—6 breite, dicke Rippen mit hohem Kamm und wulstig geformter Unterseite, auffallende Wanddicke (1—1.5  $\mu$ ); Längsfurche stark zickzackförmig mit längeren Seitenästen von mehrfacher unregelmäßiger Verzweigung, die in Verbindung mit Rippen und anderen Längsfurchen stehen (negatives Netzwerk von Rinnen an der Innenseite der Endexine?), Körner leicht kollabierend. Einzelne Körner stehen zwischen dem normalen *E. distachya*- und cf. *E. nebrodensis*-Typ. An umfangreicherem Material wäre das auch von Welten vermutete Vorkommen von *E. nebrodensis* — nach Beug die Abtrennung nicht sicher — zu überprüfen. Pflanzengeographisch ist ein Auftreten möglich, da die Art heute noch im unteren Rhône-tal und im mittleren Adriagebiet gedeiht.

Im Vergleich zu den *Ephreda*-Funden am nordwestlichen schweizerischen Alpenrand nimmt der Anteil des *Fragilis*-Typ von 3.5 auf 50% zu, jener des *Distachya*-Typs von rund 67 auf 50% ab. Für das Auftreten des *E. strobilacea*-Typs ergaben sich bisher keine Anhaltspunkte. Ostalpine Steppenheiden waren also im Praeoboreal stärker von *E. fragilis* var. *campylopoda* geprägt, die heute nordmediterran hauptsächlich in küstennahen Gebieten Dalmatiens, Griechenlands und Kleinasiens siedelt.

Nacheiszeitlich konnte damit in Bayern erstmals *Ephedra* nachgewiesen werden, während die Art in Südwestdeutschland durch Lang (1951) und Bertsch (1961) aus dem Spätglazial (Alleröd) früher schon beschrieben wurde. Aus den nördlichen Ostalpen ist bisher lediglich ein Fund aus dem Lansermoor bei Innsbruck bekannt (Zagwijn 1952), nachdem ein „übersehener“ *Ephedra fragilis*-Pollen aus den Chiemgauer Alpen (Mayer 1963) vorerst nicht mehr bestätigt werden konnte.

Das Praeoboreal endet mit dem Rückgang der Föhre bei gleichzeitig vorübergehendem Birkenmaximum und starker Entfaltung von Hasel sowie Eichenmischwaldarten. Auch in den Berner Alpen wird das Praeoboreal durch regelmäßiges spätes *Ephedra*-Einzelvorkommen, hohe *Artemisia*-Werte und erhöhte Nichtbaumpollenprozentage (ohne *Cyperaceen*) charakterisiert (Welten 1951).



<sup>1)</sup> Geänderte Zeitstellung (vgl. S. 10) durch C-14-Datierung: 180–170 cm entspricht demnach Alleröd (II); Sedimenttiefe umfaßt den ganzen ZA III; etwa 170–160 cm Praeboreal (IV).

## b) Jüngere Übergangsphase (II b)

In den anschließenden tonigen Sedimenten fand sich *Ephedra* vorläufig nicht. Bei ähnlicher Dominanz von *Pinus* kommt Zirbe stärker auf, treten Fichte, Weide, Erle regelmäßiger, wenn auch immer noch spärlich auf, ebenso wie Linde, Lärche oder gar Ulme. *Artemisia* und *Botrychium* (Weide) sind besonders konstant beteiligt. Seetonsschichten aus dem Funtensee-Untergrund in 340—360 cm Tiefe liefern ein ähnliches Pollenspektrum.

Die normale Diagrammentwicklung ist dann unterbrochen. Eine sich auf den minerogenen Sedimenten gebildete, wenig mächtige organische Ablagerung muß fluviatil (abklingende Schlußvereisung?) zerstört worden sein. Der unmittelbar anschließende Riedtorf ist bereits merklich jünger.

Dank einer C-14 Datierung durch das Zweite Physikalische Institut der Universität Heidelberg, für die Herrn Phys.-Ing. D. Berda u gedankt wird, kann nun nach Beendigung des Satzes das absolute Alter des untersten *Carex*-Radizellen-Torfes aus 160—170 cm Tiefe angegeben werden. Die Hasel breitete sich demnach um  $8\,275 \pm 125$  v. Chr. aus. Seit dieser Zeit war der Standort ständig bewaldet. Diese Probe ist also älter als zunächst angenommen wurde. Sie entspricht dem Zeitabschnitt IV der mitteleuropäischen Waldgeschichte, dem frühen Praeboreal. Damit läßt sich auch das *Ephedra*-Vorkommen zeitlich näher fixieren. Die bei 170 cm unterbrochene Entwicklung des Pollendiagramms ist eine Folge des ungünstigen Klimas am Ausgang des Spätglazials, da in der jüngeren Tundrazzeit (III) die Schnee- und damit die Baumgrenze für kürzere Zeit wieder tiefer lag als vorher. Das *Ephedra*-Vorkommen ist also für die mittlere subarktische Zeit belegt (Alleröd, Zeitabschnitt II). Mit der Klimaverschlechterung gegen Ende des Spätglazials erlosch bereits *Ephedra* (Schlußvereisung, Funtensee-Moränen?).

Auch in tieferen Lagen des Berchtesgadener Landes war *Ephedra* schon im frühen Postglazial ausgestorben. Das Meerträubl konnte im Talkessel von Berchtesgaden (Profil Böcklweiher, Mayer 1965) mit Bewaldungsbeginn im frühen Alleröd (II) nachgewiesen werden, als lichte Föhren-Birkenwälder mit Steppenheidecharakter die jungen Böden besiedelten. Nach Abklingen einer kurzdauernden Birken-Phase mit Wacholder-Maximum (100%) um  $9\,430 \pm 120$  v. Chr. erlöschten *Ephedra distachya* und *fragilis* (postglazial ausgestorbene Varietät?).

Zur C-14-Datierung (vgl. H u b e r, B., 1964. Radiocarbon- und Jahrringforschung im Dienste der Geochronologie. Mitt. Staatsforstverw. Bayerns): Unter dem Einfluß der kosmischen Höhenstrahlung entsteht das radioaktive Kohlenstoff-Isotop C-14 in einer Konzentration von rund 1 Billionstel des normalen C-12-Gehaltes der Atmosphäre. Bei der Kohlensäure-Assimilation der Pflanzen wird das Radiocarbon in die organische Substanz eingebaut, wo es dann mit einer Halbwertszeit von rund 5 000 Jahren zu zerfallen beginnt. In 10 000 Jahren ist also nur mehr ein Viertel des ursprünglichen Gehaltes vorhanden. Die Abnahme des C-14 Gehaltes beträgt demnach in jedem Jahrhundert etwa ein Prozent. Zur Datierung mißt man den jetzigen C-14 Gehalt der Probe und errechnet das Alter aus dem gesetzmäßigen Absinken der C-14 Konzentration nach Aufhören des Stoffwechsels.

## Abschnitt IV/V: Praeboreal und Boreale Haselzeit

Unmittelbar nach dem Rückgang von Föhre und Birke während der langsamen Fichtenausbreitung erreicht Hasel nach plötzlicher Entfaltung ihr Maximum mit 74.5 in % der Baumpollen. Gleichzeitig gipfeln Arten des Eichenmischwaldes (EMW), der durch Ulmen (10—15%) und Linden (1—4%) ausgeprägten montanen Charakter aufweist. Eichen und Esche bleiben vorerst zurück. Nach vereinzelt präborealem Vorkommen ist nunmehr Ahorn ständig am Waldaufbau beteiligt. Boreal tritt nun auch Zirbe stärker in Erscheinung. Die sich rasch ausbreitende Lärche ist den Beständen reichlich beigemischt. Damit besteht eine auffallende Parallele zur Sukzession der heutigen Schneeheide-Föhren-Wälder, wo nach der primären Pionierbaumart Föhre und entsprechender Bodenbildung sekundär Lärche die Übergangsstadien charakterisiert, bevor Fichte die sich entwickelnde Dauergesellschaft beherrscht. Das weitere Absinken der Nichtbaumpollen belegt den Rückgang des waldfreien Areals im Gebiet (steigende Vegetationsgrenzen) und zunehmende Bewaldungsdichte. Auch der starke Kurvenabfall der Pionier- und Lichtbaumarten Birke, Lärche und Föhre weist darauf hin.

Selbst unter Berücksichtigung der Pollenverfrachtung auf weite Strecken kann bei diesen überraschend hohen Werten an einem lokalen Vorkommen von Hasel und Ulme (Bergulme) nicht gezweifelt werden. Das Haselmaximum ist für diese Höhenlage ungewöhnlich, nachdem es im Winklmoosgebiet (1060 m) bei 40% oder im Warscheneck (1400 m, Steiermark) gar unter 25% liegt (V e e n).

## Abschnitt VI: Ältere Fichten-Eichenmischwaldzeit des Atlantikums

Mit maximalen Werten (50—65%) dominiert Fichte in der unmittelbaren Umgebung (Fichtenzapfen und Spaltöffnungen von Fichtennadeln). Hasel und EMW-Baumarten erreichen immerhin noch 10—15%. Eiche, Esche und Linde schieben sich stärker in den Vordergrund. Der geringe Föhrenanteil mit relativ reichlich Zirbe ist bei der bestandbildenden Kraft der Schlußbaumart Fichte auf Weitflug von der hochsubalpinen Lärchen-Zirbenstufe und Latschendauergesellschaften an Felsabstürzen, Schuttreissen und Bergstürzen zurückzuführen. Lärche und Ahorn bereichern an geringer entwickelten Steilstandorten die uniformen Bestände der Halbschattbaumart Fichte. Gegen Mitte des Zeitabschnittes, als *Ulmus* aus der unmittelbaren Umgebung verschwindet, beginnen in tieferen Lagen Tanne und Buche ziemlich gleichzeitig einzuwandern.

Da Gräser und Kräuter nur minimale Werte erreichen und Nichtbaumpollen (von den Riedgräsern abgesehen) keine Rolle spielen (10—15%), ist die Umgebung wesentlich dichter bewaldet als zu Beginn und am Ende des Postglazials. Auf waldfreie edaphische Sonderstandorte und größere oder kleinere Lücken durch Zusammenbruch überalterter Bestände kann durch vorübergehendes Auftreten von *Selaginella*, *Weide*, *Populus*, *Juniperus*, *Rosaceae* (Eberesche?) geschlossen werden (strauchreiche Pionierstadien).

## Abschnitt VII: Jüngere Fichten-Eichenmischwaldzeit des Atlantikums

Die Dominanz von *Picea* schwächt sich etwas ab. Den uniformen Fichtenwäldern war auf trockeneren steilen Lagen spärlich Lärche beigemischt. Auf frischeren muldigeren Standorten breitet sich die Erle etwas aus. Hasel und Eichenmischwaldarten verlieren ihre Plateaustandorte, können sich aber in tiefen Lagen noch halten. Esche entfaltet sich vitaler. Gleichzeitig breiten sich Tanne und Buche aus, deren Arealgrenzen sich bis in unmittelbare Nähe vorschieben. Vorübergehende Lichtungen durch Katastrophen (Windwurf) zeichnen sich durch kurzfristiges Hervortreten von Kahlschlagarten wie Birke, *Epilobium* (Weidenröschen), *Rosaceae* (inkl. Eberesche) aus.

## Abschnitt VIII: Subboreale Fichten-Tannenzeit

Nach wie vor herrscht Fichte (reichlich Spaltöffnungen). Tanne erreicht ihr lokales Maximum, während Hasel und EMW-Arten weiter abfallen. Die durch Tanne und auch Buche angereicherten Fichtenwälder geben im stufig aufgebauten Schlußwaldgefüge Pionier- und Lichtbaumarten kaum mehr Lebensmöglichkeiten, so daß lokal Lärche an durchschnittlichen Standorten zeitweise fehlt und lediglich an steilen Dauergesellschaftsstandorten überdauern kann. Bezeichnend für die Vitalität und die Ausdehnung der Fichtenwälder ist der Tiefstand der Birken- und Föhrenwerte, wobei Zirbenpollen erstmals dominieren. Das erste Fernflugpollenkorn von *Carpinus* wird registriert. Ein Latschengürtel, wie heute über der Waldgrenze, ist durch den geringen Pinus-Anteil auszuschließen. Die Latsche konnte innerhalb des subalpinen Nadelwaldgürtels nur extreme Standorte (Schuttreissen, Felsköpfe, Karren) besiedeln.

## Abschnitt IX: Erlen-Fichten-Zirben-(Buchen-)Zeit (Älteres Subatlantikum)

Nun ändert sich das Waldbild erheblicher. Da Kulturbegleiter (*Plantago*, *Rumex*, *Urtica*) zunächst nur unwesentlich anwachsen, sind natürliche Ursachen anzunehmen. Hinweise gibt der Sedimentwechsel, da Braunmoose nunmehr fehlen und Seggen dominieren. Im kühl-feuchteren Klima gedeiht auch besonders vital die nun vorherrschende Erle. Gleichzeitig verdoppelt Pinus den Anteil, wobei Zirbenpollen überwiegen. Bei leicht fallenden Werten schiebt sich gegenüber Tanne nun Buche in den Vordergrund. Von den unbedeutenden EMW-Arten erzielt *Quercus* jetzt den relativ größten Anteil in den Tieflagen. Mäßige Zunahme von Birke und Lärche (Weide) belegt nunmehr geringere Ausdehnung und Dichte der Bewaldung auf dem Steinernen Meer. Auffällig sind auch die relativ hohen Werte von Ahorn und *Carpinus* (*Tallagen*). Damals war Ahorn noch auf dem Plateau verbreitet, während heute die höchsten Exemplare im Widerstrahlungsbereich von lokalklimatisch begünstigten ostseitigen Felswänden die Schwelle zum Funtenseekessel beim Glunkerer nicht mehr übersteigen.

Gegen Mitte des Zeitabschnittes bahnen sich Veränderungen an, die ein Eingreifen des Menschen, zunächst nur in tieferen Lagen, erkennen lassen. Geringe kontinuierliche Kulturbegleiterpollen (einschließlich Getreide) sind auf Fern- und Weitflug zurückzuführen. Tanne und Buche verlieren weiterhin Areal an der oberen Verbreitungsgrenze. Langsam zunehmende Nichtbaumpollen (Wildgräser und Rosengewächse) belegen eine Annäherung der waldfreien alpinen Vegetationsstufe. Die für die Randalpen typische Latschenstufe bildet sich allmählich heraus.

## Abschnitt X: Anthropogene Föhren-Fichten-Lärchenzeit (Jüngerer Subatlantikum)

## a) Ältere Phase

Nun greift der Mensch in die unberührten Naturwälder des Steinernen Meeres ein, wie typische Arten der Trittflora (*Plantago*, Wegerich) und der Ruderalvegetation (*Rumex*, Ampferbestände im Umkreis der Almen, auch *Chenopodium*, Gänsefuß und *Urtica*, Brennessel) neben zunehmenden Fernflug-Getreidepollen durch ihr plötzliches Ansteigen belegen. Durch Lichtung und z. T. Brandrodung (Kohleeinlagerungen) der Fichten-Zirbenwälder kommt Lärche (auch Weide, vermutlich ebenso Eberesche) zu einer maximalen Entfaltung. Auch Birke zeigt noch überdurchschnittliche Entwicklung. Trotz des gestiegenen Pinus-Anteils vergrößert die Zirbe ihr Areal nicht. Die relative und absolute Zunahme von Latsche (Waldföhre und Bergspirke können keine Rolle mehr gespielt haben) läßt aber nicht nur auf Alpweiderodungen im hochsubalpinen Lärchen-Zirbenwald und Ausbreitung der Latsche in extensiv beweideten Hochalmen schließen, sondern belegt gleichzeitig eine Annäherung der Wald- und Baumgrenze unter Entstehung des heutigen waldfreien Latschengürtels in den Randalpen. Die Nadelwälder der Umgebung waren in keiner anderen Entwicklungsphase so zwergstrauchreich (*Rhodoreto-Vaccinietum*, *Lycopodium annotinum*) wie jetzt. Durch Umwandlung in hochstaudenreiche Fettwiesen haben Grünerlenbestände zweifellos Areal verloren, doch scheint der auffällige Rückgang auch klimatisch mitbedingt. Hasel und EMW-Arten erreichen einen Tiefstand. Tanne und Buche unterschreiten erheblich die für ein unmittelbares Auftreten kennzeichnende 5%-Grenze und zeigen gleichzeitig forstliche Auswirkungen der mittelalterlichen Sudherren-Ära in den tieferen Lagen an. Der allmählichen Zunahme von Weideflächen durch Rodung entspricht eine Ausbreitung der Wildgräser (von 10/15 auf 50/60% der Baumpollen zunehmend) und Krautvegetation. Die blumenreichen Alpenmatten wurden durch Kurvenmaxima bei den Korbblütlern (*Liguli-* und *Tubuliflorae*), von Hahnenfußgewächsen und Doldenblütlern belegt. Nicht zuletzt spricht auch die große Pollentypenzahl bei den sonstigen Vertretern der Krautvegetation für die anthropogene Bereicherung der lokalen Vegetation. Der Moosfarn als Besiedler von Magerrasen und subalpinen Blaugras-Halden belegt ebenfalls die Ausweitung des Weidelandes (Waldgrenzenzeiger), das früher ausgedehnter als heute gewesen sein muß. Eine besondere Note erhält dieser Zeitabschnitt durch ein mittelalterliches Maximum des anthropogenen Einflusses. Dieses entspricht der damaligen Blütezeit der Almwirtschaft, als viele der im 19. und 20. Jahrhundert aufgelassenen Hochalmen, z. B. Wildalm, Schönfeld (R a n k e 1928), noch mit einer heute unvorstellbaren Zahl, allerdings sog. „Berchtesgadener Katzen“ (kleiner Viehschlag), bestoßen werden konnten (H a u b e r 1920).

Für eine gewisse mittelalterliche Klimagunst spricht sporadischer Fernflug-Pollen von *Juglans* (Nußbaum), *Humulus-Cannabis* (Hanfanbau) und von *Castanea vesca* (Eßkastanie, vgl. M a y e r 1963). Auch außerhalb der typischen Föhntäler ist eine süd-nördliche Fernflugverfrachtung auf weite Distanzen möglich, wie die gelegentliche Ablagerung von Saharastaub auf den Firnfeldern der nördlichen Kalkalpen beweist (z. B. 29. 3. 1947). Neuerdings wurde sogar die nordafrikanische *Ephedra alata* in jun-

gen Öztaler Eisproben festgestellt (*Gams* schriftlich). Gegen lediglich säkuläre Ereignisse spricht das regelmäßige Vorkommen einzelner *Castanea*-Pollens. Kleinheit und geringes Gewicht des Pollens (aber unterdurchschnittliche Repräsentanz?) begünstigen den Fernflug. Föhnlagen sind aber außerhalb der Vegetationszeit seltener als im Frühjahr und Herbst. In den nördlichen Westalpen sind ebenfalls vereinzelt *Castanea*-Fernflugpollen nachgewiesen worden (L ü d i 1957). Durch gelegentlichen Kastanienbau ist dort eine nicht vergleichbare Ausgangslage gegeben (W e l t e n 1950).

#### b) Jüngere Phase

Nur die Oberflächenprobe belegt die jüngste Phase dieses Zeitabschnittes mit einem stark abweichenden Baumartengefüge. Durch die Stagnation des Moorwachstums, vitales Vorkommen von *Trichophorum caespitosum* und flächige Erosionserscheinungen sind die obersten Schichten z. T. abgebaut. Einzelheiten der Entwicklung müssen Analysen der teilweise 40—50 cm mächtigen Rohhumusschichten aus dem Lärchen-Zirbenwald und von Seeablagerungen ergeben. Fichte fällt auffallend ab. Sie fehlt ja auch heute im Baumgartl nahezu ganz. Der Anteil von 10% resultiert aus den 1—2 km entfernten lockeren Mischbeständen am Glunkerer-Südhang oberhalb der Teufelsmühle. Nach einem Vergleich mit den heutigen Höhengrenzen könnte Fichte in den schattseitigen Einhängen des Baumgartls 1750—1800 m erreichen. Günstige Bringungslage zu den Funtensee-Almen und ein in diesen Höhenlagen den Zuwachs bei weitem übersteigender Bedarf an Schindel- und Brennholz führten zur lokalen Ausrottung. Auch zur Verbesserung der Waldweide wurde die lichtdurchlässige Lärche (Lärchwiesen) gegenüber der stark schattenden Fichte begünstigt.

Ungewöhnlich hoch sind die Pinus-Werte, die an frühpostglaziale Abschnitte erinnern. Zirbe breitet sich jedoch nur gering aus. Nun ist der Latschengürtel über der jetzigen Wald- und Baumgrenze zwischen 1900/2000 bis 2200 m Höhe voll entwickelt. Es spiegelt sich gleichzeitig das Zuwachsen aufgelassener Almen durch Latsche insbesondere auf flachgründigen, allmählich verkarstenden Dachsteinkalkstandorten wider. Gleichzeitig stirbt die spätglazial eingewanderte Waldfohre in dieser Höhenlage nahezu aus. S e n d t n e r (1854) stellte vor hundert Jahren noch einige ziemlich hohe Föhren unmittelbar am Funtensee fest. Heute konnte trotz intensiver Suche nur noch ein kümmerlicher 9 m hoher Baum in 1730 m Höhe gefunden werden (M a y e r 1951). Übereinstimmend mit den archivalischen Unterlagen ist der weitere Rückgang von Buche, weniger von Tanne, in den tiefen Lagen belegt.

#### Zusammenfassung

Für das Funtenseegebiet, das heute im Übergangsbereich von subalpinem Fichtenwald zum zwergstrauchreichen Zirben-Lärchenwald liegt, konnte eine wechselvolle Waldgeschichte nachgewiesen werden. Die Untersuchung weiterer Profile (Funtenseemoor mit spätglazialen Seetonen, Moor „Am Stein“, Moor am Saletstock) müssen die Ergebnisse erhärten. Vergleichsdiagramme aus benachbarten Gebirgsgruppen und in vergleichbaren Höhenlagen (M a y e r 1963) erlauben aber schon eine allgemeine Einordnung dieses sehr aufschlußreichen Profils, das die gesamte postglaziale Waldgeschichte (IV—X) erfaßt.

Zeitabschnitt	Wesentliche Waldbildner	Kulturperiode	Zeit
I—III Spätglazial	waldlose (Gletscher-/ Tundra-)Zeit		18000 v. Chr.
IV Vorwärmezeit	Fohre (Zirbe), Ephedra, Juniperus	Paläolithikum	8000 v. Chr.
V Frühe Wärmezeit	Hasel, Fohre, Fichte, Ulme	Mesolithikum	5000 v. Chr.
VI Ältere Wärmezeit	Fichten-Eichen-Mischwald		
VII Jüngere Wärmezeit	Fichte (Eichenmischwald)	Neolithikum	2500 v. Chr.
VIII Späte Wärmezeit	Fichte, Tanne (Buche)	Bronzezeit	
IX Ältere Nachwärmezeit	Erle, Fichte, Zirbe (Buche/Tanne)	Eisenzeit	800/500 v. Chr.
X Jüngere Nachwärmezeit	Zirbe, Lärche, Latsche (Fichte)	Mittelalter Neuzeit	600/1300 n. Chr.

### Wald und Mensch

Nach dem Diagramm greift der Mensch relativ spät in die Hochlagenwälder ein. Erst die mittelalterliche Rodungstätigkeit hat die tieferen Lagen des nördlichen Steinerne Meeres erfaßt und die von Berchtesgaden aus bestoßenen Hochalmen in der heutigen Waldregion geschaffen. Bronzezeitlich (Zeitabschnitt VIII, Subboreal) kann — auch vorübergehend — noch keine Alprodung und Weidenutzung in der damals dicht geschlossenen Waldregion nachgewiesen werden. Abgelegenheit, schwieriger Zugang, ausgedehnte, stark schattende Fichtenwälder, relativ kleine, natürliche, alpine Weideflächen infolge der höher gelegenen Waldgrenze mit relativ kurzer Sömmerungsmöglichkeit erklären das späte Entstehen einer ausgedehnten Almwirtschaft im Funtenseegebiet.

Im angrenzenden äußeren und inneren Salzachtal waren nach jungsteinzeitlicher Erstbesiedlung (z. B. Salzgewinnung am Dürnberg bei Hallein) bereits in der Bronzezeit die Haupttäler in den Zwischen- und Innenalpen stärker besiedelt. Vorübergehend wurde damals schon Almwirtschaft betrieben. Die intensive Ausbeutung des bronzezeitlichen Kupferbergwerkes am Südfall der Übergossenen Alm (Troiboden) war, wie Knochenfunde von Haustieren belegen, ohne eine ausgedehnte Hochweidenutzung nicht möglich (F i r b a s 1932), vgl. Kelchalpe bei Kitzbühel (S a r n t h e i m 1948). In den rund 700 Jahren von etwa 1500—800 v. Chr. wurden rund 1.3 Mill. t Hauwerk mit einem Kupferinhalt von 27 000 t gefördert. Während der Klimaverschlechterung in der Hallstattzeit, als auch der Oberpinzgau nahezu entvölkert war, hörte auch die Kupfergewinnung und die damit verbundene Alpweidenutzung auf. Im Subboreal könnte der Auftrieb von Vieh auf das Steinerne Meer von Süden her zu den waldfreien Matten begonnen haben. Vor mehreren Jahrzehnten war in der von der österreichischen Ge-

meinde Alm aus bestoßenen hinteren und vorderen Wildalm noch Schafweide möglich. Eine jährliche Sömmerung von 2000 Stück erscheint heute unglaublich. Ähnlich erfolgte ja seit altersher in den Hohen Tauern und im Hochallgäu verschiedentlich die Bestoßung der alpinen Naturweiden am Nordabfall von Süden her über höhere Jöcher und Pässe, während die Waldalmen erst viel später von Norden her in mühsamer Rodung geschaffen werden mußten.

Archivalische Urkunden und pollenanalytische Hinweise über die Baumartenentwicklung während der mittelalterlichen Alpweidewirtschaft und des salinarischen Forstbetriebes ergänzen und bestätigen sich in wesentlichen Punkten. Wertvoll für die Analyse des natürlichen Waldbildes ist die Erkenntnis, daß manche tiefgelegenen Lärchen-Zirbenwälder, auch mit Alpenrosen-Beerkraut-Unterwuchs, durch den Menschen bedingt sind und daher Degradationsphasen des zwergstrauchreichen subalpinen Fichtenwaldes darstellen. Eindeutig ist ebenfalls die erhebliche anthropogene Förderung der Lärchenverbreitung in den gelichteten Wäldern, auf den Kahlflächen und extensiv beweideten Almweiden des Gebietes. Die blumenreichen Almmatten in der Waldregion unter 1900 m wurden in dieser Form erst vom Menschen „geschaffen“.

### Dynamik der Wald- und Baumgrenzen

Von den schon im frühen Postglazial auftretenden Baumarten konnten nur Pinus (Zirbe, Latsche), Lärche (Birke) und Grünerle ihren Standort mit wechselndem Erfolg während der rund 10 000 Jahre dauernden Entwicklung behaupten. Erstbesiedler aus der kontinentalen Nadelwaldzeit starben aus (z. B. *Ephedra*) oder sind nahezu (*Juniperus sabina*) verschwunden. Auf dem Plateau selbst konnte sich auch die aufrechte Bergspirke nicht halten, die heute auf das Wimbachgries beschränkt ist. Es ist nicht einwandfrei zu klären, ob die lokale Ausrottung der Fichte einer langsamen natürlichen Entwicklung lediglich vorgriff. Sowohl die Eichenmischwaldarten (Ulme, Linde, Esche) als auch die Charakterarten des montanen Bergmischwaldes (Tanne und Buche) traten nur kurzfristig und zu verschiedenen Zeiten stärker hervor. Montane Fichtenwälder mit Edellaubbäumen (Ulme, Esche), denen subalpine Charakterarten (*Lycopodium annotinum*, *Listera cordata*) fehlen, und Tannen-Buchenwälder klingen heute bereits im hochmontanen Bereich bei etwa 1300/1400 m aus.

Das unterschiedliche Eintreffen der einzelnen Baumarten im Gebiet ist weitgehend vom eiszeitlichen Überdauerungszentrum und der Länge des Wanderungsweges abhängig. Aus dem vorübergehenden Auftreten in höheren Lagen, die heute den gleichen Baumarten oder Waldgesellschaften aus klimatischen Gründen keine Lebensmöglichkeiten mehr bieten, geht hervor, daß die Waldentwicklung nicht nur zeitlich, sondern auch in den einzelnen Höhenlagen unterschiedlich abgelaufen ist. Wald- und Baumgrenzen änderten sich im Postglazial mehrfach. Von den heutigen Höhengrenzen ausgehend, ergibt sich folgende Dynamik:

## Postglaziale Entwicklung der Höhengrenzen

Zeitabschnitt	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X a	X b
Schneegrenze	2200	2600	2800	3000	3050	2700	2900	2700
Lärchen-Zirbenwald	1700	2000	2100	2200	2250	1900	2100	1900
Subalpiner Fichtenwald	(1000)	1700	1800	1900	2000	1700	1900	1700
Montaner Tannen-Buchenwald	—	—	(1200)	1500	1700	1400	1550	1400

Mit der postglazialen Waldgrenzenentwicklung in den nördlichen Schweizer Alpen (W e l t e n 1952) besteht weitgehend Übereinstimmung. Während des Klimaoptimums in der Wärmezeit waren die Waldgrenze und damit auch die übrigen Höhengrenzen am Alpenrand rund 300 m höher gelegen als heute. In den subatlantischeren Schweizer Nordalpen nimmt W e l t e n eine Erhöhung um 200 m an, während G a m s für das kontinentale Alpeninnere eine solche von 400—500 m wahrscheinlich macht. Mehrfach kürzer oder länger dauernde Waldgrenzenverschiebungen innerhalb der aufgezeigten Tendenz sind anzunehmen. Heutige hochgelegene Einzelvorkommen von Zirbe, Fichte, Buche und Bergahorn im Gebiet ohne direkten Zusammenhang mit dem Hauptareal stammen nicht mehr aus dem Klimaoptimum während des Subboreals, da in der nachfolgenden späten Hallstatt- und La Tène-Zeit (IX) die Klimaverschlechterung eine Depression der oberen Grenze bis auf den heutigen Stand verursachte. Sie belegen vielmehr einen sekundären mittelalterlichen Höchststand um 1100—1500 (X a), als die Blütezeit der alpinen Almwirtschaft war. Der Rückgang der Almwirtschaft und die Auflassung von 50% ehemaliger Almen im Berchtesgadener Land (R a n k e 1929) ist z. T. durch die nachfolgende Klimaverschlechterung mit Rückgang der Vegetationsgrenzen und durch zunehmende Verkarstung bedingt.

Auf meine Anregung hin führte B r e h m e (1951) im Naturschutzgebiet jahrringchronologische und -klimatologische Untersuchungen an verfallenen Almen mit bekannter Erbauungszeit durch (Funtensee - Mooskaser 1604/19, Untere Röth 1666, Walchhütten 1689). Das verbaute Lärchenholz ermöglichte einen Rückblick bis 1350. Die Wachstumsmittelkurve der Bäume nach 1800 lag fast um die Hälfte niedriger als vor 1600, wobei im 17. Jahrhundert der Zuwachsrückgang einsetzte. Wärme (Mittagstemperatur) und Sonnenscheindauer beeinflussen entscheidend die Jahrringentwicklung im Hochgebirge, wie Untersuchungen an Zirbe, Lärche und Fichte im Steinernen Meer und Wetterstein ergaben (A r t m a n n 1948). Eine deutliche spätmittelalterliche Klimaverschlechterung wird damit belegt. Zeitgenössische Berichte bestätigen, daß vor 1600 das Klima bei weniger strengen Wintern milder und trockener war als in den folgenden Jahrhunderten. Historische Belege sprechen ferner für einen erheblichen Gletscher-rückzug vor Mitte des 16. Jahrhunderts mit auffälligen Tiefständen um 1300, 1400 und 1506, während eine ganze Reihe von Gletschern im 17. Jahrhundert ihren Höchststand erreicht hatten (1643/44), dem später zwei weitere (1810/20 und 1850/51) folgten. So wurde auch in den Sudeten zwischen dem 14. und 17. Jahrhundert die Waldgrenze um

100—200 m herabgedrückt. Unter beginnender Rohhumusbildung entwickelte sich damals die jetzige Fichtenstufe (F i r b a s - L o s e r t 1949).

In den nördlichen, wesentlich niedrigeren Gebirgsstöcken führte die erhebliche Verschiebung der Vegetationsgrenzen zu einer Verarmung der Hochlagenwälder. So fehlt die Zirbe am Untersberg ganz und im Lattengebirge bis auf Relikte und neu eingewanderte Vorposten, da sie während der subborealen Wärmezeit aus den höher steigenden und wüchsigeren nadelbaumreichen Mischwäldern mit Fichte, Tanne und Buche herausgedunkelt wurde.

Die aufgezeigte waldgeschichtliche Entwicklung und die ausgeprägte Verschiebung der Höhengrenzen kann, wie schon mehrfach angedeutet, ohne die Annahme klimatischer Ursachen nicht erklärt werden. Aus dem Diagramm lassen sich unter Berücksichtigung der in Mitteleuropa bisher erzielten Ergebnisse einige Schlüsse ziehen.

Zeitabschnitt	Klimacharakter	Vegetationshinweise
IV/V Boreal	trocken-kalt kontinental	Artemisia-Föhren-Steppenheidewald mit <i>Ephedra</i> und <i>Juniperus sabina</i>
VI/VII Atlantikum	warm-feucht atlantisch	Hygrophile montane Fichtenwälder mit Ulme, Esche, Ahorn und Linde; üppiges Wachsen des Braunmoos-Riedtorfes
VIII Subboreal	warm-trocken kontinental	Begünstigung der kontinentaleren Tannen gegen- über Buche, relatives Zirbenmaximum, Baum- grenzenmaximum (Braunmoostorf)
IX/X Subatlantikum	kühl-feucht atlantisch	Hygrophile Laubwälder, Erlenoptimum; Vor- dringen von Buche, Eibe, Ulme in die Zwischen- und Innenalpen (IX), vitales Gedeihen der Cyperaceen

Vegetationsdynamische Probleme konnten vorerst nur angedeutet werden. Offene Fragen, insbesondere auch die Entstehung der jetzigen Vegetationsstufen, können erst Analysen weiterer Profile aus allen Höhenlagen klären. Im Zusammenhang damit verspricht der Vergleich der jetzigen Verbreitungsgrenzen mit der Aufnahme von S e n d t n e r (1854) weitere Aufschlüsse. Der Einfluß des Menschen auf den Waldgrenzenrückgang kann ohne eingehende vegetationskundliche und bodenkundliche Untersuchungen nicht abgeschätzt werden.

Die Sage von der Übergossenen Alm erscheint nach Würdigung der Vegetations- und Klimageschichte in einem anderen Licht. Während der späten Wärmezeit lag die Schneegrenze in den Voralpen knapp über 3000 m. Am Hochkönig kann es damals lediglich in lokalklimatisch begünstigter Nordlage einige perennierende Schneeflecken gegeben haben. Im Subboreal waren die zentralalpiner Gletscher bis auf kümmerliche Reste abgeschmolzen (vgl. Karte bei G a m s 1938) und heute vergletscherte Pässe für Mensch und Weidevieh ohne weiteres gangbar. Erstmals im Zusammenhang mit dem bronze-

zeitlichen Kupferabbau wurde im Hochkönig-Gebiet Alpweidenutzung betrieben. Durch die subatlantische Klimaverschlechterung mit Senkung der Verfirnungsgrenze auf 2600/2700 m konnten die ehemaligen Hochweidegründe seit der späten Hallstattzeit nicht mehr bestoßen werden. Im kleineren Umfang traten nach vorübergehendem Rückgang der Verfirnung im Mittelalter (11.—15. Jahrhundert) um rund 200 m ein neuerlicher Gletscherhöchststand im 17.—19. Jahrhundert ein. Die Sage greift also auf eine reale Begebenheit zurück, die sich in ähnlicher Form zweimal in vorgeschichtlicher und geschichtlicher Zeit ereignete.

Ein erster Einblick in die lokale Vegetationsgeschichte des Steinernen Meeres überrascht in mehrfacher Hinsicht, wie der Ephedra-Fund aus der Nacheiszeit, die unerwartete Vitalität des Eichenmischwaldes im Gebiet, des Vorstoß des Tannen-Buchenwaldes auf die Plateaustandorte und die erstaunliche Vegetationsdynamik mit erheblichen Veränderungen der Höhengrenzen beweisen. Dadurch kommt wiederum die einzigartige Stellung des Naturschutzgebietes am Königssee zum Ausdruck. Die Verpflichtung zum bewahrenden Schutz wird erneut unterstrichen. Noch zahlreiche Probleme harren der naturwissenschaftlichen Durchforschung, so daß gerade der jüngeren Generation noch ein weites Betätigungsfeld offen steht.

### Schrifttum

- Artmann, A., 1948: Jahrringchronologische und -klimatologische Untersuchungen an der Zirbe und anderen Bäumen des Hochgebirges. Diss. München.
- Bertsch, A., 1960: Untersuchungen an rezenten und fossilen Proben von *Juniperus*. Flora 150.
- 1961: Untersuchungen zur spätglazialen Vegetationsgeschichte Südwestdeutschlands. Flora 151.
- Beug, H.-J., 1961: Leitfaden der Pollenbestimmung. Stuttgart.
- Braun-Blanquet, I., 1961: Die inneralpine Trockenvegetation. Stuttgart.
- Brehme, K., 1951: Jahrringchronologische und -klimatologische Untersuchungen an Hochgebirgslärchen des Berchtesgadener Landes. Diss. München, Zeitschrift für Weltforstwirtschaft.
- Bülow, G., v., 1962: Die Sudwälder von Reichenhall. Mitt. Staatsforstverwaltung Bayerns.
- Firbas, F., 1932: Die Beziehungen des Kupferbergbaues im Gebiet von Mühlbach-Bischofs-hofen zur nacheiszeitlichen Wald- und Klimageschichte. Materialien zur Urgeschichte Österreichs 6.
- 1949: Waldgeschichte Mitteleuropas. Jena.
- und Losert, H., 1949: Untersuchungen über die Entstehung der heutigen Waldstufen in den Sudeten. Planta 36.

- G a m s, H., 1931: Das ozeanische Element in der Flora der Alpen. Jahrbuch des Vereins zum Schutze der Alpenpflanzen.
- 1936: Der Einfluß der Eiszeiten auf die Lebewelt der Alpen. Jahrbuch des Vereins zum Schutze der Alpenpflanzen und -Tiere.
- 1938: Die nacheiszeitliche Geschichte der Alpenflora. Jahrbuch des Vereins zum Schutze der Alpenpflanzen und -Tiere.
- 1952: Das Meerträubl (*Ephedra*) und seine Ausbreitung in Europa. Jahrbuch des Vereins zum Schutze der Alpenpflanzen und -Tiere.
- 1958: Die Alpenmoore. Jahrbuch des Vereins zum Schutze der Alpenpflanzen und -Tiere.
- G e h r i n g, L., 1917: Das Berchtesgadener Land in der Sage. Berchtesgaden.
- G e n t n e r, G., 1940: Der Sadebaum, *Juniperus sabina* L., am Untersberg. Jahrbuch des Vereins zum Schutze der Alpenpflanzen und -Tiere.
- H a u b e r, 1920: Der Rückgang der Vegetationszonen in den Alpen und ihre Bedeutung für die Almwirtschaft. Forstw. Cbl.
- K ö s t l e r, J., 1950: Die Bewaldung des Berchtesgadener Landes. Jahrbuch des Vereins zum Schutze der Alpenpflanzen und -Tiere.
- L a n g, G., 1951: Nachweis von *Ephedra* im südwestdeutschen Spätglazial. Die Naturwissenschaften 38.
- L e n d l, E., 1955: Salzburg-Atlas. Salzburg.
- L ü d i, W., 1957: Ein Pollendiagramm aus dem Untergrund des Zürichsees. Schweiz. Zeitschrift für Hydrologie.
- M a y e r, H., 1947: Studien über die Wald- und Baumgrenzen in den Berchtesgadener Kalkalpen. Manuskript.
- 1951: Über einige Waldbäume und Waldgesellschaften im Naturschutzgebiet am Königssee. Jahrbuch des Vereins zum Schutze der Alpenpflanzen und -Tiere.
- 1959: Waldgesellschaften der Berchtesgadener Kalkalpen. Mitt. Staatsforstverwaltung Bayerns 30. Heft.
- 1961: Märchenwald und Zauberwald im Gebirge. Zur Beurteilung des Block-Fichtenwaldes (*Asplenio-Piceetum*). Jahrbuch des Vereins zum Schutze der Alpenpflanzen u. -Tiere.
- 1963: Tannenreiche Wälder am Nordabfall der mittleren Ostalpen. Vegetationsgefälle in montanen Waldgesellschaften von den Chiemgauer und Kitzbüheler Alpen zu den nördlichen Hohen Tauern/Zillertaler Alpen. München.
- 1964: Präboreales Vorkommen von *Ephedra* (Meerträubl) auf dem Steinernen Meer (Berchtesgadener Kalkalpen). Die Naturwissenschaften, 51.
- M e r x m ü l l e r, H., 1956: Über einige Reliktpflanzen der Südwestalpen. Jahrbuch des Vereins zum Schutze der Alpenpflanzen und -Tiere.
- P a u l, H., und S c h o e n a u, K., v., 1930: Die Pflanzenbestände auf den Schottern des oberen Wimbachtales. Jahrbuch des Vereins zum Schutze der Alpenpflanzen.
- — — 1932: Die naturwissenschaftliche Durchforschung des Naturschutzgebietes Berchtesgaden VI. Jahrbuch des Vereins zum Schutze der Alpenpflanzen.
- 1937: Botanische Wanderungen im östlichen Königsseegebiet. Jahrbuch des Vereins zum Schutze der Alpenpflanzen und -Tiere.
- R a n k e, K., 1929: Die Alm- und Weidewirtschaft des Berchtesgadener Landes. Diss. TH München.
- R u b n e r, K., 1950: Die Waldgesellschaften der Reichenhaller Umgebung. Allg. Forstzeitschrift.

- Sarntheim, R., v., 1948: Moor- und Seeablagerungen aus den Tiroler Alpen in ihrer waldgeschichtlichen Bedeutung. III. Kitzbüheler Alpen und unteres Inntal. Österr. Bot. Zeitschr. 95.
- Sendtner, O., 1854: Die Vegetationsverhältnisse Südbayerns. München.
- Veen, F., v.: Palynologische Untersuchungen des vorderen Filzmooses am Warscheneck (Steiermark). Leidse Geologische Medelingen, Deel 26.
- Vollmann, F., 1914: Flora von Bayern. Stuttgart.
- Weltens, M., 1950: Beobachtungen über den rezenten Pollenniederschlag in alpiner Vegetation. Ber. Geobot. Inst. Rübel, Zürich.
- 1950: Die Alpweiderodung im Pollendiagramm. Ber. Geobot. Inst. Rübel, Zürich.
  - 1952: Über die spät- und postglaziale Vegetationsgeschichte des Simmentales. Veröff. Geobot. Inst. Rübel, Zürich, 26.
  - 1958: Die spätglaziale und postglaziale Vegetationsentwicklung der Berner Alpen, -Voralpen und des Walliser Haupttales. Veröff. Geobot. Inst. Rübel, Zürich, 34.
  - 1963: Der pollenanalytische Nachweis der Vegetationsstufen in Gebirgen. Ber. Geobot. Inst. ETH, Stiftung Rübel, Zürich, 34.
- Zagwijn, W. H., 1952: Pollenanalytische Untersuchungen einer spätglazialen Seeablagerung aus Tirol. Geol. Mijnbouw.
- Zoller, H., 1958: Pollenanalytische Untersuchungen im unteren Misox mit den ersten Radiocarbon-Datierungen in der Südschweiz. Veröff. Geobot. Inst. Rübel, Zürich, 34.

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Jahrbuch des Vereins zum Schutze der Alpenpflanzen und -Tiere](#)

Jahr/Year: 1965

Band/Volume: [30\\_1965](#)

Autor(en)/Author(s): Mayer Hannes

Artikel/Article: [Zur Waldgeschichte des Steinernen Meeres \(Naturschutzgebiet Königssee \) 100-120](#)