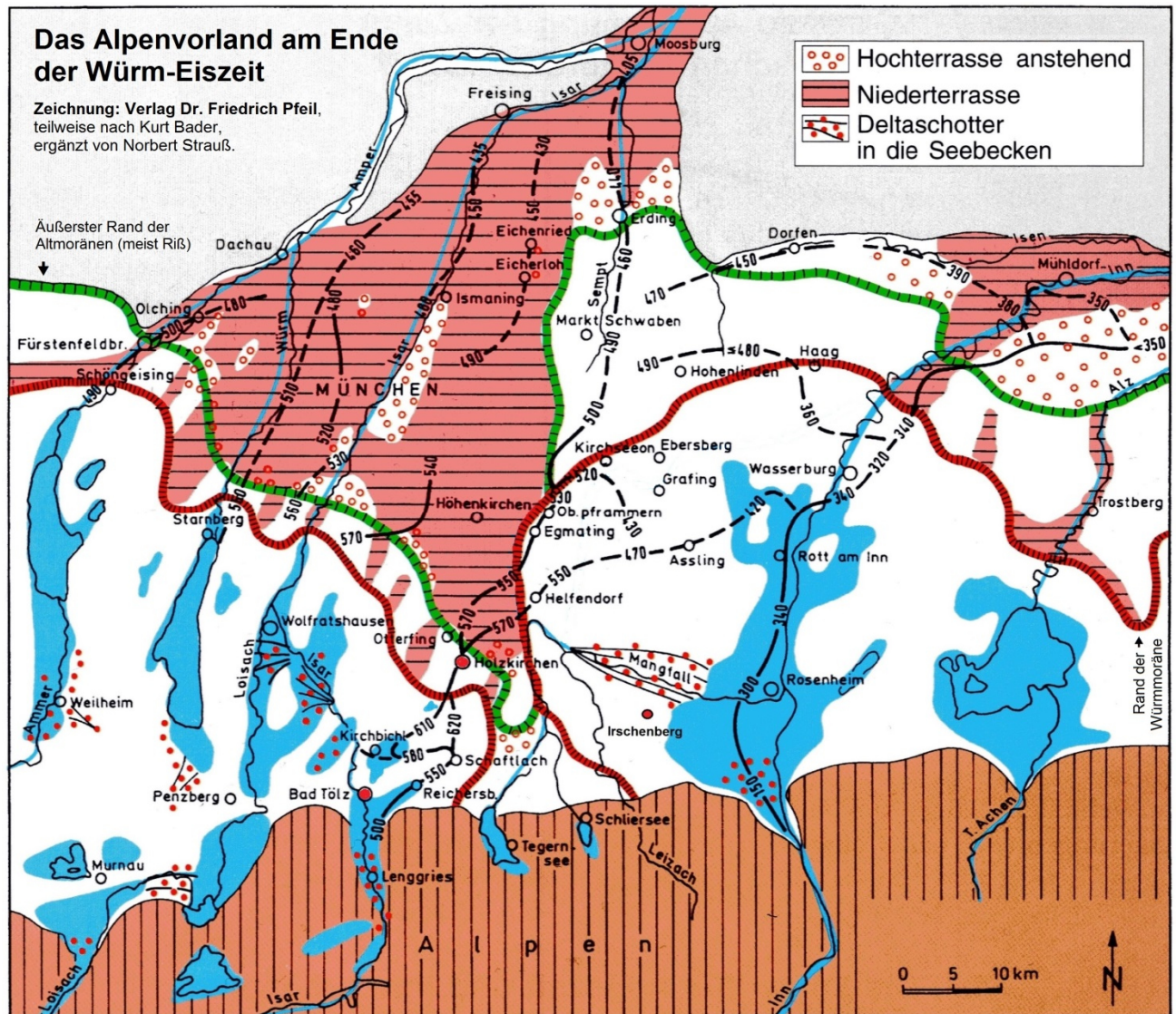


Beitrag zur Vegetationsgeschichte Südbayerns und des Tiroler Inntals

im Spät- und Postglazial, unter Berücksichtigung vergleichender Untersuchungen im Ellbach-Moor und in den Kirchsee-Filzen, als Orientierung für eine mögliche identische Entwicklung im Raum Holzkirchen.

Die Würmeiszeit war die bisher jüngste, großräumige Vergletscherung der Alpen. Die eisfreien Tallagen waren wald- und baumfrei. Hier herrschte eine Zwergstrauchtundra mit Gräsern und Moosen.



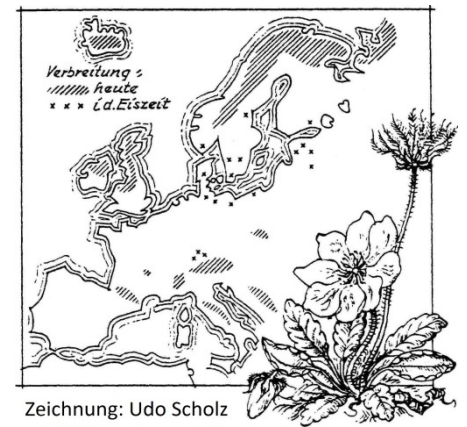
Vegetations- und Waldentwicklung im Hochglazial bis 15.000 Jahre vor heute:

Nach dem endgültigen Beginn des Eistrückzuges ca. 18.000 Jahre vor heute (= Before Present, BP, auf der Basis des Jahres 1950), der durch verschiedene Haltestadien bzw. Wiedervorstöße unterbrochen oder zumindest verzögert wurde, war für die Wiederbesiedlung Neuland verfügbar. Das abschmelzende Eis führte zur Bildung gewaltiger Seen und in 4.000 Jahren zum Anstieg der Meeresspiegel um etwa 100 m; Moränenschutt, Schotter, Sande und schluffige Sedimente bildeten die Böden.

Solifluktion (Bodenfließen), ausgelöst durch Wechsel von Frost und Auftauen, verstärkt durch Niederschläge führt je nach Hangneigung zu unterschiedlich starken Bewegungen in diesen Böden. Nur bestimmte Pflanzenarten sind in der Lage, dieses bewegte Substrat zu besiedeln. Noch größere Bedeutung bei der Wiederbesiedlung kommt aber laut S. Bortenschlager (1984) den Refugialgebieten (Rückzugsgebiet für vom Aussterben bedrohte Tier- u. Pflanzenarten) zu. Sie bieten bessere Lebensbedingungen als im angestammten Lebensraum und damit Einwanderungsmöglichkeiten. Einerseits kommen für die erste Vegetation als Refugialgebiete die Nunatakker (aus dem Gletscher herausragende Berge) in Frage - ihr Artenspektrum war aber sicher zu klein -, andererseits das Alpenvorland mit der Kältesteppevegetation auf den weiten Lößgebieten. Diese Kältesteppearten sind die ersten feststellbaren Besiedler.

Das Spätglazial 15.000 – 10.500 BP

In den fünf sich abwechselnden Kalt- und Interstadial-Zeiten gab es mehrfache Wechsel zwischen Tundren und Wald. Die allererste Pioniervegetation, die Älteste Dryas (ca. 18.000 – 14.700 BP), konnte in keinem Pollenprofil erfasst werden. Der Name „Älteste Dryaszeit“, oft nur „Ältere Dryas“ genannt, ist abgeleitet von dem botanischen Gattungsnamen „Dryas“, der Weißen Silberwurz (*Dryas octopetala*), die im Spätglazial in den europäischen Tundren häufig war.



Heutige Tundren-Vegetation mit *Dryas octopetala* im Frühsommer auf Spitzbergen, Foto: Wikipedia



Moos-Flechte-Tundra in Russland mit Silberwurz, Kriechweide und Zwergbirke im Herbst. Foto: <https://forzoo.ru>

Es herrscht in den Pollenprofilen, die diesen Abschnitt zeigen, schon eine gefestigte Mammutsteppe vor, in der sich mangels Insekten hauptsächlich die Windbestäuber wie Sauergrasgewächse (Cyperaceae), Süßgräser (Poaceae = Gramineen) und Beifuß (*Artemisia*) fanden. Neben diesen Hauptvertretern kommen hier noch folgende Arten regelmäßig und typisch vor: Gänsefußgewächse (Chenopodiaceae), Nelkengewächse (Caryophyllaceae), Gipskräuter (*Gypsophila*), Doldenblütler (Apiaceae), Sanddorne (Hippophae), Wacholder (*Juniperus*), Birken (*Betula*) und in Spuren auch Kiefern (*Pinus*). Bei *Betula* handelt es sich in den untersten Schichten um Zwerg-Birke (*B. nana*) bzw. Strauch-Birke (*B. humilis*), letztere ist als Glazialrelikt am Deininger Weiher noch erhalten. Die Werte der einzelnen Arten sind oft regional stark schwankend und die Sedimente, in denen sich diese Zeitzone darstellt, sind durchwegs schluffig-tonig, die eine Datierungsmöglichkeit einschränkt. Da für diese Untersuchungen hauptsächlich Moore zur Verfügung stehen, aber deren Wachstum meist erst im Präboreal (ab etwa 11.500 BP) einsetzte, geben die Arbeiten wenig Auskunft über die spätglaziale Vegetationsentwicklung (H. Schmeidl 1972).



Meerträubel (Fruchtstand)



Zwergbirke



Sanddorn (Fruchtstand)

Spektakulär verläuft die Wiederbewaldung des Innates am Beginn der Bölling-Zeit um ca. 14.700 – 13.800 BP durch Kiefern und Birken. Bevor sich aber die Kiefer innerhalb kürzester Zeit explosionsartig ausbreitet, zeichnet sich in allen soweit zurückreichenden Profilen eine Initialphase der Wiederbewaldung ab, die Süßgräser- und Beifuß-reichen Gesellschaften werden stärker von Wacholder und Sanddorn durchsetzt, die Vegetationsdecke wird geschlossen und gleichzeitig nehmen die Zeiger völlig offener Vegetation wie

Gänsefußgewächse und Gipskräuter ab. Birke nimmt ebenso wie Wacholder, Sanddorn und auch Sonnenröschen (*Helianthemum*) zu und die einzelnen Arten zeigen teils beachtlich hohe Werte. Parallel mit der Zunahme dieser Arten verschwinden die Pionierpflanzen, allen voran fehlt nun *Artemisia* im Pollenbild. Bei Birken vollzieht sich der Übergang vom *Betula-nana*-Typ zum *Betula*-Typ baumförmiger Arten. Während sich dichtere Strauchgesellschaften ausbilden, beginnt *Pinus* langsam anzusteigen, um dann meist ganz plötzlich dominant zu werden. Mit der Dominanz von *Pinus* ist aber auch schon die Initialphase beendet und die Sträucher spielen nur mehr eine untergeordnete Rolle oder fallen ganz aus.

Ab dem Bölling (14.700 BP) herrschen in den tieferen Lagen geschlossene Kiefernwälder vor, denen lokal bedingt bisweilen unterschiedlicher Birkenanteil beigemischt ist. Lärche (*Larix*) ist in diesen Wäldern regelmäßig vorhanden, pollenmäßig sicher aber immer unterrepräsentiert, Wacholder und Sanddorn treten etwas zurück, Meerträubel (*Ephedra*) kommt nur mehr sporadisch vor. Von Bedeutung ist noch, dass seit dem Alleröd (13.400 – 12.500 BP) die Erle (*Alnus*) regelmäßig schon in den Profilen auftritt.

Die lichtliebenden Arten sind in den Tieflagen fast vollständig verschwunden und konnten sich nur an wenigen extremen Standorten halten. Im Gegensatz zur Älteren Dryas zeichnet sich die Jüngere Dryas (12.500 – 11.500 BP) mit gefallen Temperaturen in fast allen Profilen gut ab. Es nehmen die Nichtbaumpollen (NBP) wieder zu, auch Wacholder und Sanddorn gewinnen wieder an Bedeutung und Meerträubel tritt in Tieflagen das letzte Mal mit regelmäßigen Werten auf. Eine Waldgrenzabsenkung lässt sich nur in den Profilen aus höheren Lagen feststellen, sie sank aber im Gebirge nicht unter 1500 m ab. Eine gewisse Lichtung der Wälder ist aber auch noch in tieferen Lagen festzustellen, Birke zeigt häufig erhöhte Werte.

Das Postglazial ab 10.500 BP



Waldentwicklung im Postglazial/Holozän

Mit dem Beginn des Postglazials ist das Ende der reinen Kiefern-Birken-Wälder, denen sporadisch seit dem Alleröd Erle beigemischt ist, in tieferen Lagen angekommen. Mit der Klimabesserung im Präboreal beginnt, lokal unterschiedlich schnell die Ausbreitung des Eichen-Misch-Wald (EMW), wobei die Profile eine Einwanderung über den Brenner anzeigen. Pollenanalytisch lässt sich als erstes immer Eiche (*Quercus*) nachweisen, die Werte sind aber gering. Die Massenausbreitung des EMW findet aber durch die Ulme (*Ulmus*) und Linde (*Tilia*) statt.

← Arktischer Kiefern-Birken-Mischwald

Im Präboreal und Boreal (11.500 – 9.200 BP)

Durch den Temperaturanstieg um 2° C. wandern Ulme, Linde, Hasel und Eiche ein.

Im Boreal (ab 10.600 BP) wird die Kiefer durch die Fichte (*Picea*) verdrängt, die nun in mittleren Lagen dominiert. Erst etwas später tritt auch die Eiche massiv auf. Ab etwa 10.000 BP ist die maximale Baumgrenze erreicht. Die Esche (*Fraxinus*) erreicht ihre höchsten Werte erst gegen Ende Boreal und Anfang Atlantikum um etwa 9.200 BP.

Fast völlig parallel mit der EMW-Einwanderung beginnt auch die Einwanderung der Hasel (*Corylus*). Sie erreicht ungefähr gleichzeitig mit dem EMW die höchsten Werte im Präboreal und Boreal (11.500 – 9.200 BP). Ihre Einwanderungsrichtung konnte vorläufig noch nicht sicher festgestellt werden. Der gleiche Weg für EMW und Hasel ist aber wahrscheinlich. In den Tallagen herrscht im Präboreal und Boreal ein Trockenlaub-Mischwald bis in eine Höhe von ca. 1000 m vor. Ulme, Linde, Esche und Hasel steigen höher bis ca. 1200 m und bildeten in dieser Höhe einen breiteren Grenzsaum zwischen den Laubwäldern der Tieflagen und den Föhrenwäldern in höheren Lagen. Seit der zweiten Hälfte des Präboreals sind die klimatischen Verhältnisse so günstig, dass in Tieflagen regelmäßig Efeu (*Hedera*) auftritt und im Boreal kommen im Inntal noch Eibe (*Taxus*) und Stechpalme (*Ilex*) dazu. In den höheren Lagen über 1400 m herrschen seit Beginn des Postglazials Kiefern-Birken-Wälder vor, in denen sich noch kurzfristig sonnenliebende Arten wie Meerträubel (*Ephedra*) und Sanddorn (*Hippophae*) halten können.

Rasch aber werden die Wälder dichter, Meerträubel starb aus und Sanddorn wird auf extreme Standorte zurückgedrängt, ähnlich wie der Föhrenwald in Tieflagen. Ab dem mittleren Präboreal treten in den meisten untersuchten Profilen die ersten Spuren der Fichte auf, die langsam aber kontinuierlich ansteigen. Eine Einwanderung aus Richtung Norden ist deutlich zu erkennen. In den verhältnismäßig dicht bestockten Tieflagen kann sich die Fichte jedoch nicht ausbreiten. Sie wandert in den Grenzsaum Laub-Föhrenwald in ca. 1200 - 1400 Höhenmeter ein und verdrängt einerseits die Laubwälder nach unten, andererseits die Föhren-Birken-Wälder nach oben. Am Ende des Präboreals entwickelt sich in dieser Höhe EMW/Fichten/Föhren-Mischwälder, in denen aber bereits mit Beginn des Boreals die Fichte zur dominierenden Baumart wird. Am Ende des Boreals hat sich ein Gleichgewicht zwischen den Hauptwaldtypen herausgebildet. Ein Kiefernwald mit Lärche bildete die Waldgrenze und kam in Tieflagen auch noch auf Reliktstandorten vor. Der Fichtenwald nimmt einen breiteren Raum in mittleren Höhenlagen ein, wobei weder die Grenze nach oben noch nach unten scharf war. In den tieferen Lagen dominiert der EMW mit den vier

Hauptarten: Eiche, Buche, Ulme, Esche. Die Hasel ist regelmäßig beigemischt, die Erlen kommen in den Auen vor.

Am Ende der Eiszeit waren die Alpen ein Sperrriegel für die Ausbreitung der Pflanzen. Die Gehölze waren gezwungen, um die Alpen herum wieder nach Mitteleuropa einzuwandern; wie z. B. im Bild rechts die Buche. Deshalb ist die Vegetation Mitteleuropas die artenärmste der gemäßigten Breiten.



Bild: H. Reisigl / R. Keller „Lebensraum Bergwald“

Im Atlantikum (9.200 – 5.600 BP)

wird das Temperaturoptimum erreicht, mehrere Überflutungen treten auf und der Grundwasserspiegel steigt an. Ab etwa 7.000 BP zeigt sich in den Pollenprofilen ein erster menschlicher Einfluss durch Kulturpflanzen, wie von Gemeinem Beifuß (*Artemisia vulgaris*), Einkorn (*Triticum boeoticum*) und Lein als Beweis verdichteter Böden der Münchshofener Kultur.

Die letzte große, nicht anthropogen beeinflusste Veränderung der Wälder findet im Untersuchungsgebiet um ca. 6500 - 6000 BP durch das fast gleichzeitige Auftreten der Tanne und Buche statt. Aus den bisher untersuchten Profilen lässt sich über die Einwanderungsrichtung noch nichts Endgültiges sagen. Zieht man aber die Ergebnisse aus dem Engadin und aus den West- und Südalpen heran, so ist die Tanne aus dem Südwesten, die Buche aus dem Westen und Südosten zugewandert. In den Profilen zeichnet sich nur ganz schwach ein früheres Kommen der Tanne ab. Dann breitet sich die Tanne rascher aus und erreicht zunächst höhere Werte, wird aber etwas später sofort durch die Buche übertroffen. Beide Arten sind in dem dichten EMW der Tieflagen konkurrenzfähig, breiten sich aus und drängten den EMW auf die trockeneren Standorte zurück. Die Eiche nimmt ab. In den Lagen über 1000 m bilden sich Fichten-, Tannen- und Buchenmischwälder, wobei in den unteren Lagen die Buche, in den oberen die Fichte dominant ist. Die Wälder in den hohen Lagen bleiben unverändert.

Wie weit bei dieser letzten natürlichen Umformung der Wälder, die im bayerischen Alpenvorland und in Nordtirol ungefähr gleichzeitig stattfand, klimatische Faktoren wirksam waren, kann nur angedeutet werden. Eine klare Trennung der Zeitabschnitte ist regional nicht immer möglich, was zum Teil auf die unterschiedliche regionale Ausprägung der Vegetationsdynamik zurückzuführen ist, wie die dürftige Datenlage vermuten lässt.

Subboreal (5600 – 2400 BP)

Die Tanne wandert auch über die Alpen direkt nach Süddeutschland ein, ebenso Einwanderung der Rotbuche aus dem Mittelmeerraum, aber ausschließlich über das Flachland der Burgundischen Pforte und des Wiener Beckens, weshalb es länger dauert. Die Tanne verdrängt die Fichte. Die Buche gedeiht erfolgreich im dunklen Waldgrund und kann ausgewachsen andere Bäume total ausschatten. Ausgedehnte Buchenmischwälder entstehen und die Hainbuche wandert ein.

Neben einer gewissen Temperaturabsenkung waren sicherlich die sommerlichen Niederschläge größer. Dies könnte vielleicht ein Faktor sein, der mithalf, dass sich Tanne und Buche in den geschlossenen Wäldern ausbreiten konnten. Interessant in diesem Zusammenhang ist noch, dass ab der Buchen-Tannen-Einwanderung sich in Südbayern und Tirol in verschiedenen Pollenprofilen schon der erste anthropogene Einfluss nachweisen lässt. Indirekt dadurch, dass Birke und Hasel als lichtliebende Arten verschiedentlich Pollenkonzentrationen zeigen, die in Zusammenhang mit dem übrigen Kurvenverlauf als Zeichen einer Rodung gedeutet werden können, direkt aber schon durch Kulturzeiger wie Wegerich (*Plantago*), Ampfer (*Rumex*) und Ur-Getreide (*Cerealia*).

Der Mensch ist schon im späten Jungpaläolithikum bis an den Alpenrand vorgedrungen, wie der Fund von Steinwerkzeugen am Weißensee im Ostallgäu belegt, datiert auf etwa 11.400 BP (Gehlen 1995).

Vor etwa 5300 BP kam Ötzi, der Mann im Eis, bei der Überschreitung der Alpen ums Leben (Öggel 2000). Mehrfach nachgewiesen ist am Ende des Mesolithikums/Beginn des Neolithikums (6.000 BP) der Übergang zu festen menschlichen Siedlungen, Viehhaltung und Ackerbau. Dabei mussten die Menschen aber Flächen entwalden und diese Tätigkeit lässt sich auch pollenanalytisch einwandfrei nachweisen. Ein Abfall der Fichten-Buchen- und Tannen-Kurven bei gleichzeitigem Anstieg der Nichtbaumpollen (NBP); Hasel- und Birken-Kurve sind sichere Zeiger für den menschlichen Eingriff. Parallel dazu tritt bei den NBP die Ackerbegleit-Flora auf und die ersten Getreidepollenkörner können datiert werden auf ein ungefähres Alter von 3.500 – 3.800 BP. Wesentlich intensiviert wird die Siedlungs- und Rodungstätigkeit während der Bronzezeit. Der Mensch dringt als Siedler weiter und höher in die Alpen vor.

Subatlantikum (ab 2.400 BP)

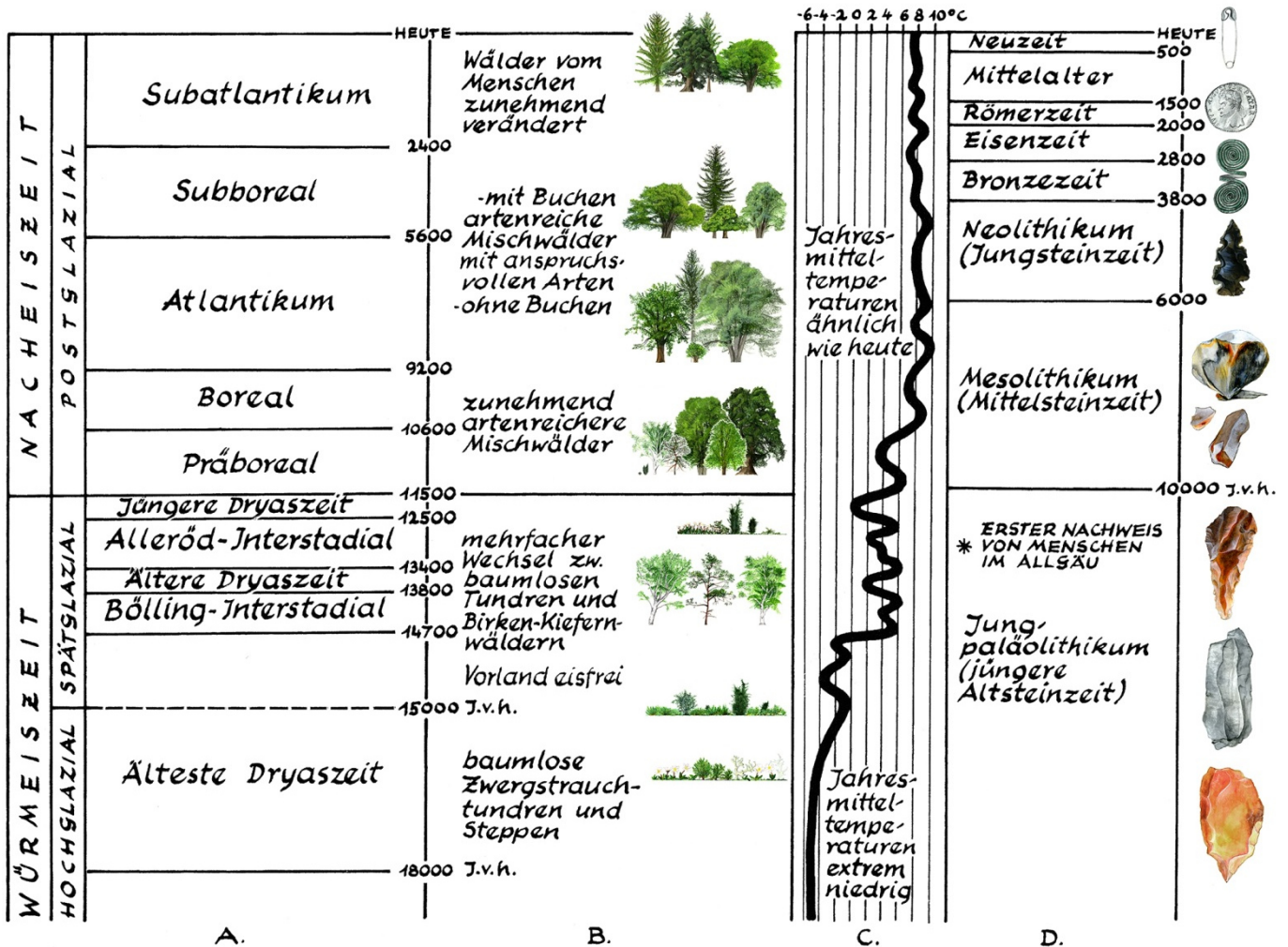
Ab dem Subatlantikum setzt der Raubbau in den Wäldern durch die Römer zum Bau von Bohlenwegen, Siedlungen und für die Heizung ein.

Um die Zeitenwende, die in den Pollenprofilen meist durch das erste Auftreten von Walnüssen (*Juglans*) und Esskastanien (*Castanea*) markiert wird, nimmt die Siedlungs- und Rodungstätigkeit zu, im Alpenvorland und im Inntal waren schon größere geschlossene Kulturflächen vorhanden. In den ersten nachchristlichen Jahrhunderten kam der Wald wieder etwas auf, er wurde aber dann wieder im Hochmittelalter stark gerodet. Die intensiven Rodungen im Mittelalter hatten Erosionen zur Folge.

Zusammenfassung

Aus den Pollenanalysen zu schließen, hat die Moorbildung in den meisten Mooren erst im Postglazial etwa vor 10.000 BP begonnen (H. Paul u. S. Ruoff 1932) als die umgebende Landschaft bereits überwiegend mit Eichen-Mischwald bestückt war. Von der als gesichert anzunehmenden älteren Pioniervegetation der Tundra fehlen deshalb zum Teil die konkreten lokalen Nachweise.

Im Kolbermoor und im Inntal konnten eine Pionier- und Steppenvegetation im Spätglazial vor 13.000 BP festgestellt werden. Mit einer Strauchphase von Wacholder (*Juniperus*), Sanddorn (*Hippophae*) und Weide (*Salix*) beginnt die Wiederbewaldung. Von 13.000 – 10.000 BP dominieren Kiefern-Birken-Wälder. Mit dem Beginn des Postglazials (11.500 BP) breiten sich die Vertreter des Eichen-Mischwaldes EMW und die Hasel in Tallagen aus, während im inneren Ötztal erst die organische Sedimentbildung beginnt. Ab dem Boreal (10.600 BP) kommt Fichte (*Picea*) in mittleren Lagen zur Dominanz. Um ca. 6.000 BP wandern Buche und Tanne in das Gebiet ein, und kurz darauf zeichnet sich in manchen Profilen der erste menschliche Einfluss auf die Vegetation ab. Die Waldgrenze hat bereits im Alleröd (13.400 – 12.500 BP) fast die heutige Höhe erreicht, Ende Präboreal aber stieg sie endgültig auf heutige Höhe an. Seither schwankte sie im heutigen Höhenbereich mit einer Amplitude von ca. 200 m (S. Bortenschlager 1984).



Schematische Gliederung von Spätglazial und Holozän im bayerischen Alpenvorland

Zusammengestellt von Herbert Scholz 1995 in „Bau und Werden der Allgäuer Landschaft, Verlag Schweizerbart“, Stuttgart, u. a. nach Jerz 1993, Hüster 1988, Müller-Beck 1983, aus Guggemoos et. al. 1984, Schönwiese 1995, ergänzt nach Lempe 2020, und farbig gefasst von Stefan Caspari 2020. Die Alter sind in Before Present (BP), zu Deutsch: Jahre vor heute (J. v. h.), fachsprachlich als „vor 1950“ definiert. Die Jahresmitteltemperaturen nach Grafenstein et. al. 1992, vereinfacht.

- A. Pollenanalytisch begründetes Gliederungsschema des Spät- und Postglazials.
- B. Einige entscheidende Daten zur Florengeschichte im Alpenvorland, mit Florenbildern:
- C. Entwicklung der Jahresmitteltemperaturen im Oberbayerischen Alpenvorland (in °C).
- D. Die menschlichen Kulturstufen, mit Darstellungen charakteristischer Artefakte.

Februar 2021

Norbert Strauß
83607 Holzkirchen

Literatur:

Bortenschlager, S., (1984) „Beiträge zur Vegetationsgeschichte Tirols I. Inneres Ötztal und unteres Inntal“, Institut für Botanik der Universität Innsbruck, unter: https://www.zobodat.at/pdf/BERI_71_0019-0056.pdf.

Küster Hj. (1999) „Geschichte der Landschaft in Mitteleuropa – von der Eiszeit bis zur Gegenwart“, C.H. Beck.

Paul, H., und Ruoff, S., (1927 – 1932) Pollenstatistische und stratigraphische Mooruntersuchungen im Ellbacher Moor und in den Kirchsee-Filzen (Aus den Arbeiten des Botanischen Laboratoriums der Landesanstalt für Moorforschung). Bayerische Botanische Gesellschaft: https://www.zobodat.at/pdf/Berichte-Bayerischen-Bot-Ges-Erforschung-Flora_20_0001-0264.pdf.

Peters, M., Sokol, C., Schneider, Th. und Krause, K. (2003) Untersuchungen zur Landschaftsentwicklung im Murnauer Moos – geomorphologischer Werdegang, Vegetations- und Siedlungsgeschichte im jüngeren Quartär: <https://www.vfp-archaeologie.uni-muenchen.de/forschung/palaeob/murnau.pdf>.

Peres, M. (2011) Pollenanalytische Untersuchungen zur Vegetationsgeschichte in Bayern zwischen der Donau und den Alpen seit der Jüngeren Dryas-Zeit: https://www.zobodat.at/pdf/Ber-Reinh-Tuexen-Ges_23_0119-0137.pdf.

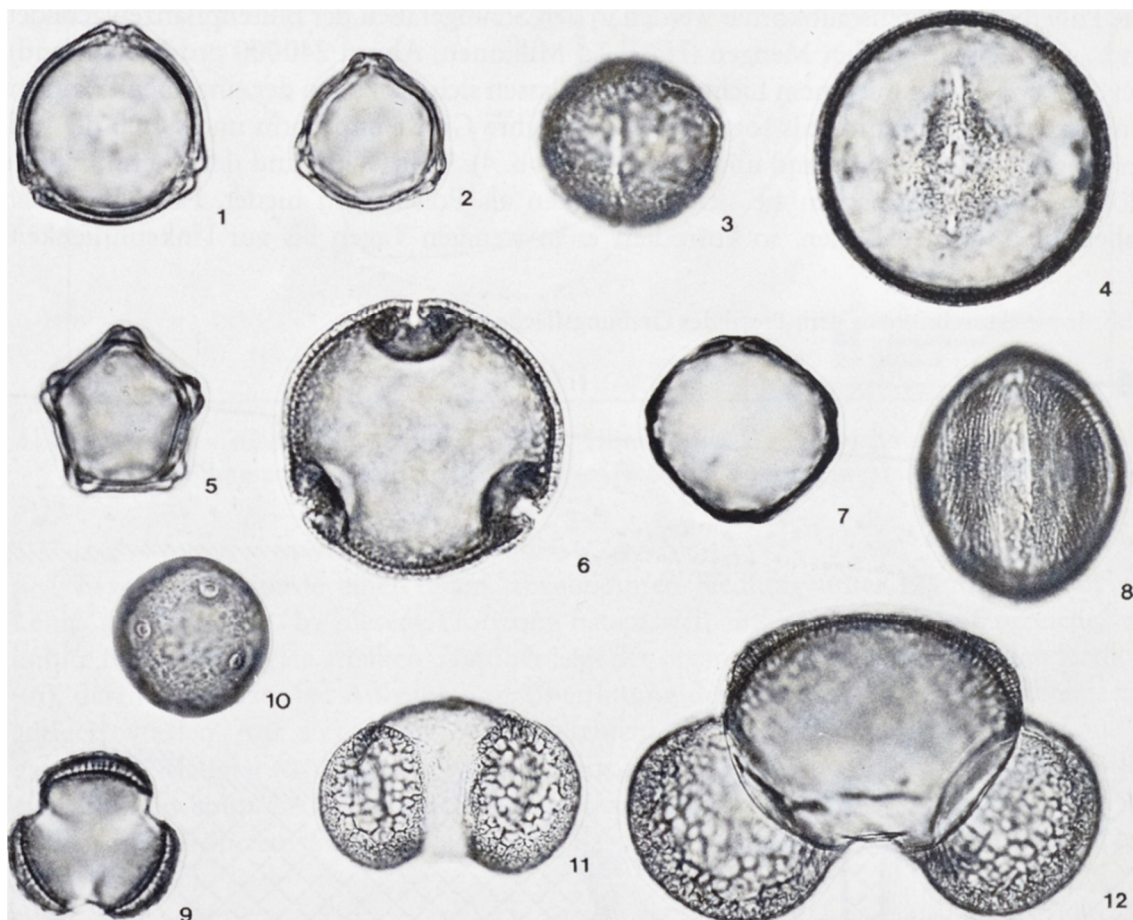
Rausch, K.-U. (1975) Untersuchungen zur spät- und nacheiszeitlichen Vegetationsgeschichte im Gebiet des ehemaligen Inn-Chiemseegletschers: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0367253017317991>.

Schmeidl, H. (1972) Zur spät- und postglazialen Vegetationsgeschichte am Nordrand der bayer. Voralpen, Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft, Band 85, H. 1-4 (1972), S. 79 – 82.

Stojakowits, Ph. (2014) Pollenanalytische Untersuchungen zur Rekonstruktion der Vegetationsgeschichte im südlichen Iller-Wertach-Jungmoränengebiet seit dem Spätglazial: <https://d-nb.info/1077705786/34>.

Schönwiese, Ch. (1995) Klimaänderungen: Daten, Analysen, Prognosen, Taschenbuch, Springer Verlag.

Beispiele für mikroskopische Aufnahmen von Pollen



1. *Corylus avellana* (Haselnuß), 2. *Betula pendula* (Hängebirke), 3. *Quercus pubescens* (Flaumeiche), 4. *Fagus silvatica* (Rotbuche), 5. *Ainus incana* (Grauerle), 6. *Tilia platyphyllos* (Sommerlinde), 7. *Ulmus spec.* (Ulme), 8. *Acer pseudo-platanus* (Bergahorn), 9. *Artemisia vulgaris* (Gemeiner Beifuß, Wermut), 10. *Plantago lanceolata* (Spitzwegerich), 11. *Pinus silvestris* (Waldkiefer), 12. *Abies alba* (Weißtanne).
1. bis 10: 700 x vergrößert, 11. und 12.: 350 x vergrößert.

Quelle: H. Liese-Kleiber: <https://journals.ub.uni-heidelberg.de/index.php/fbbw/article/download/26339/20045>.