

Hauptetappen der Vegetationsentwicklung im Rhein-Gebiet seit dem Würm-Spätglazial (ab ca. 17 000 Jahre B.P.)

Autor(en): **Burga, Conradin A.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Berichte der St. Gallischen Naturwissenschaftlichen Gesellschaft**

Band (Jahr): - **(2005)**

PDF erstellt am: **21.06.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-832665>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Hauptetappen der Vegetationsentwicklung im Rhein-Gebiet seit dem Würm-Spätglazial (ab ca. 17 000 Jahre B.P.)

Conradin A. Burga (Zürich)

1 EINLEITUNG

Ausgehend vom Würm-Maximum (Eisrandkomplex Schaffhausen/Killwangen) schmolz der Rhein-Linth-Gletscher um 17 000 B.P. von der Eisrandlage Weissbad/Koblach endgültig ins inneralpine Gebiet zurück (KELLER und KRAYSS, 2005; vgl. auch HANTKE, 1970 a, b; vgl. auch HANTKE bzw. KELLER in diesem Buch). Damit konnte auf den eisfreien Arealen etappenweise die Vegetation das Gebiet des Bodensees und Alpenrheins zurückerobern. Allgemein verliefen die Primärsukzessionen so, indem sich zunächst im Würm-Spätglazial klimatisch und standörtlich anspruchslose, meist heliophile Gras-, Kraut- und Holzpflanzen (oft Pionierpflanzen) etablierten (Pioniervegetation der Gletschervorfelder, Tundra, Steppe, Strauchtundra, Moore, Nadelwald); im Verlauf des Holozäns kehrten nach 10 000 B.P. alle meso- bis thermophilen Arten, insbes. auch die Bäume, aus ihren kaltzeitlichen Refugien (Apennin-Halbinsel, Balkan, Karpaten, Osteuropa) zurück (Laub- und Nadelwälder, natürliche Rasen, Moore). Möglicherweise konnten im Gebiet des Alpsteins, der Speer-Churfürsten-Alvier-Kette und im St. Galler Oberland einige Pflanzenarten als jüngsttertiäre Florenrelikte (z. B. *Draba incana*, *Petrocallis pyrenaica*, *Crepis mollis*, *Oxytropis halleri* ssp. *velutina*, *Hypericum coris* sowie rund 300 weitere Arten) die Eiszeiten auf Nunataks überdauern (SEITTER und HANTKE, 1988; vgl. auch SEITTER und CONRAD, 1984; SEITTER, 1989).

Moorbildungen und Seesedimente dienen als die wichtigsten Archive zur Floren- und Vegetationsgeschichte. So kann der Beginn der organischen Sedimentation an der Profilbasis radiometrisch datiert werden und damit ein Minimum-Alter zum Schmelzen der Eisströme und zum Beginn der Wiederbesiedlung eines

Gebiets durch Vegetation liefern; dies war im betrachteten Gebiet der Fall ab der Ältesten Dryas, ca. 15 000 bis 13 000 B.P. (BURGA, 1981; BURGA und PERRET, 1998).

2 ÜBERBLICK ZUR VEGETATIONS-ENTWICKLUNG VOM WÜRM-SPÄTGLAZIAL BIS ZUM BEGINN DES HOLOZÄNS

Als Überblick zur Vegetationsentwicklung im Würm-Spätglazial bis zum Beginn des Holozäns soll nachfolgend anhand eines Nord-Süd-Profiles zwölf ausgewählter Moor-Bohrstellen vom Nordufer des Bodensees bis zur Quelle des Hinterrheins (Abb. 1) der Verlauf der generalisierten Pollenprozent-Kurven einiger wichtiger botanischer Taxa von der Ältesten Dryas bis zum Präboreal dargestellt werden (Abb. 2–7).

Abb. 2 zeigt die generalisierten Schattenriss-Kurven der prozentualen Anteile der BP/NBP (=Baumpollen/Nichtbaumpollen-Verhältnis) und der Poaceae (Gramineae, Süssgräser). Dabei nimmt der BP-Anteil in allen Höhenlagen im Verlauf des Böllings zu und bleibt, abgesehen von einem in den Tieflagen nur mässigen Rückgang während der Jüngeren Dryas, bis zu Beginn des Präboreals hoch. Reziprok dazu verhalten sich die Poaceae-Anteile: Rückgang im Bölling und Alleröd infolge zunehmender Bewaldung sowie kurzes, v. a. in den Alpen markantes zweites Maximum in der Jüngeren Dryas aufgrund der klimatisch bedingten Waldauflichtung.

In Abb. 3 sind mit Wermut (*Artemisia*) und den Gänsefussgewächsen (Chenopodiaceae) zwei sehr typische Taxa der spätglazialen Tundra-, Steppen- und Rohbodenvegetation dargestellt. Beide Taxa weisen in allen Höhenlagen

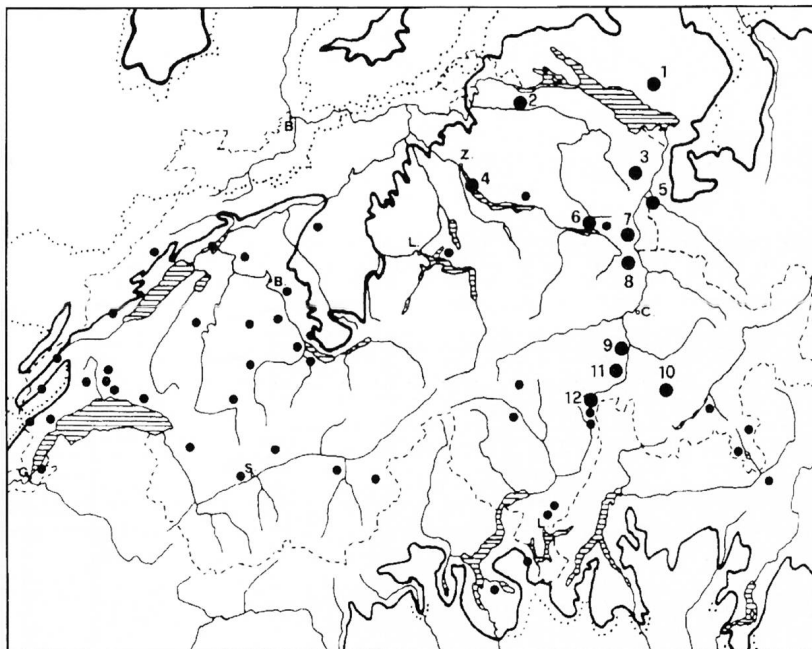
Hauptetappen der Vegetationsentwicklung seit dem Würm-Spätglazial

meist ein erstes Maximum in der Ältesten Dryas und ein zweites schwächeres in der Jüngeren Dryas auf. Diese Verhältnisse widerspiegeln die ab dem Bölling signifikant günstigeren Klimabedingungen, welche nach einer «Vorwaldphase» aus Wacholder (*Juniperus*) und Sanddorn (*Hippophaë*) (vgl. Abb. 5) zur spätglazialen Wiederbewaldung durch Birke und Föhren führten und damit unterhalb der Waldgrenze (ca. 1500–1700 m) den Rückgang von *Artemisia* und den Chenopodiaceae bedingten. Oberhalb der Waldgrenze nehmen erwartungsgemäss die Wermut-Anteile weniger ab als in Tieflagen.

In Abb. 4 sind mit Sonnenröschen (*Helianthemum*) und Wiesenraute (*Thalictrum*) zwei

weitere sehr charakteristische protokratische spätglaziale Sippen dargestellt. Im Gegensatz zum Wermut und den Gänsefussgewächsen, die hauptsächlich Rohboden-Pioniere darstellen, ist das Sonnenröschen v. a. in Trockenrasen, auf Rohböden und felsigen Standorten, die Wiesenraute je nach Art in Hochstaudenfluren, Wiesen bis Trockenrasen und auf felsigen Stellen verbreitet. Während in Tieflagen die Pollenprozent-Kurven von *Helianthemum* und *Thalictrum* aufgrund der bölling- und allerödzeitlichen Wiederbewaldung ähnlich wie bei *Artemisia* und den Chenopodiaceae verlaufen, d. h. ihr Maximum während der Ältesten Dryas erreichen und danach stark zurückgehen, weisen die Alpenstandorte im gesamten Spätglazial infolge der länger andauernden Gletscherbedeckung insgesamt nur geringe Prozentwerte auf. Die gegen das Alpeninnere mit der Höhe leicht später auftretenden *Helianthemum*-Maxima widerspiegeln geradezu die in Richtung Alpen schwindende Eisfront.

Abb. 5 zeigt die Entwicklung von Sanddorn (*Hippophaë*) und Wacholder (*Juniperus*). Während der Sanddorn hauptsächlich wechselfeuchte Alluvial-Areale (Pionierstandorte) besiedelt, ist der Wacholder vor allem auf trockenen, mageren Böden verbreitet. Beide Taxa weisen im Bölling-Interstadial an allen Lokalitäten einen sehr typischen Gipfel eines «Vorwaldstadiums» auf, jedoch mit teilweise ganz unterschiedlichen Maximalwerten. Da dieser böllingzeitliche Anstieg beider Straucharten auch in den meisten übrigen Profilen der Schweiz und den angrenzenden Gebieten nachweisbar ist, stellt er ein charakteristisches biostratigraphi-



0 2,5 50 km

Grösste Gletscher-
ausdehnungen

..... RISS

— WÜRM

● Älteste Dryas (ca. 18000–13000 Jahre BP):
Artemisia-Steppentundra mit Chenopodiaceae,
Ephedra, *Helianthemum*, Gramineae, *Juniperus*

● 1–12 Lokalitäten zum N-S-Profil der Pollen-
prozentkurven der nachfolgenden Figuren

- 1 Schleinsee/Bodensee, 475 m
(G. Lang 1952)
- 2 Nussbaumer Seen/Untersee, 435 m
(M. Rosch 1983)
- 3 Ballmoos/Appenzell, 943 m
(H. P. Wegmüller 1976)
- 4 Zürichsee, 406 m
(C. Sidler 1988)
- 5 Mariagrün/Feldkirch, 544 m
(M. Chédel 1986)
- 6 Schwendisee/Toggenburg, 1159 m
(C. A. Burga 1991)
- 7 Oberschan/Sargans, 660 m
(H. P. Wegmüller 1976)
- 8 Herrenboden/Bad Ragaz, 925 m
(C. A. Burga 1986)
- 9 Crapteig/Viamala, 1020 m
(C. A. Burga 1980)
- 10 Sur/Oberhalbstein, 1780 m
(C. Heitz 1975)
- 11 Lai da Vons/Schams, 1991 m
(C. A. Burga 1980)
- 12 Alp Marschol/Bernhardin, 2010 m
(C. A. Burga 1980)

Abb. 1. Lage der Moor-Bohrstellen im N-S-Profil vom Bodensee bis zum Alpenhauptkamm (nach BURGA und PERRET, 1998).

sches Merkmal dieses Zeitabschnitts dar. Beide Taxa zeigen in einigen Fällen ein komplementäres Verhalten, indem hohe Wacholder-Anteile meist mit relativ tiefen Sanddorn-Prozentwerten und umgekehrt verbunden sind (vgl. z. B. die Lokalitäten Nussbaumersee, Ballmoos, Mariagrün-Feldkirch, Oberschan oder Crapteig/Viamala). Infolge Wiederbewaldung mit Birken und Föhren und der damit zunehmenden Schliessung der waldfreien Gebiete gehen beide Taxa Ende des Böllings zurück, wobei aber der Wacholder als Unterwuchs in den Birken-Föhren-Wäldern gemäss den höheren Pollenwerten teilweise bis ins ausgehende Präboreal noch häufiger auftrat. Die Wacholder- und Sanddorn-Anteile nehmen Ende Bölling auch in den oberhalb der Waldgrenze gelegenen Profilen ab. Während der Kaltphase der Jüngeren Dryas steigen die *Juniperus*- und *Hippophaë*-Prozentanteile v. a. in einigen tiefer gelegenen Profilen aufgrund der damals erneut entstandenen Pionierstandorte und Waldauflichtungen kurzzeitig wieder etwas an.

Abb. 6 stellt mit Birke (*Betula*) und Wald-/Bergföhre (*Pinus sylvestris/mugo*) die Entwicklung von zwei durch ein weites Verbreitungsspektrum gekennzeichnete Baumarten dar. Während sich die Birke im nördlichen Alpenvorland und in den Voralpen sowie in der Viamala (Profil Crapteig) während des Böllings ausbreitete, kann in den hoch gelegenen Profilen der Zentralalpen für diese Zeit (aber auch später) keine deutliche Zunahme der Birken-Anteile registriert werden; dafür treten hier teilweise hohe spät- bis postglaziale (Berg-)Föhren-Werte auf. Die Föhren werden

dagegen im nördlichen Alpenvorland und z. T. in den Voralpen erst später in der zweiten Hälfte des Böllings oder am Übergang Bölling/Alleröd häufiger. Die oben erwähnte Verteilung der Pollenfunde weist darauf hin, dass die Birken (Hänge- und Moorbirke/*Betula pendula* und *B. pubescens*, jedoch nicht die Zwergbirke/*Betula nana*) im nördlichen Alpenvorland vor der Föhre, in den Voralpen etwa gleichzeitig mit derselben und in den Zentralalpen später einwanderten. Während die Föhren-Anteile bis zur Einwanderung der Eichenmischwald-Elemente und der Hasel überall relativ unverändert bleiben, nehmen die Birken-Prozentwerte (ausgenommen

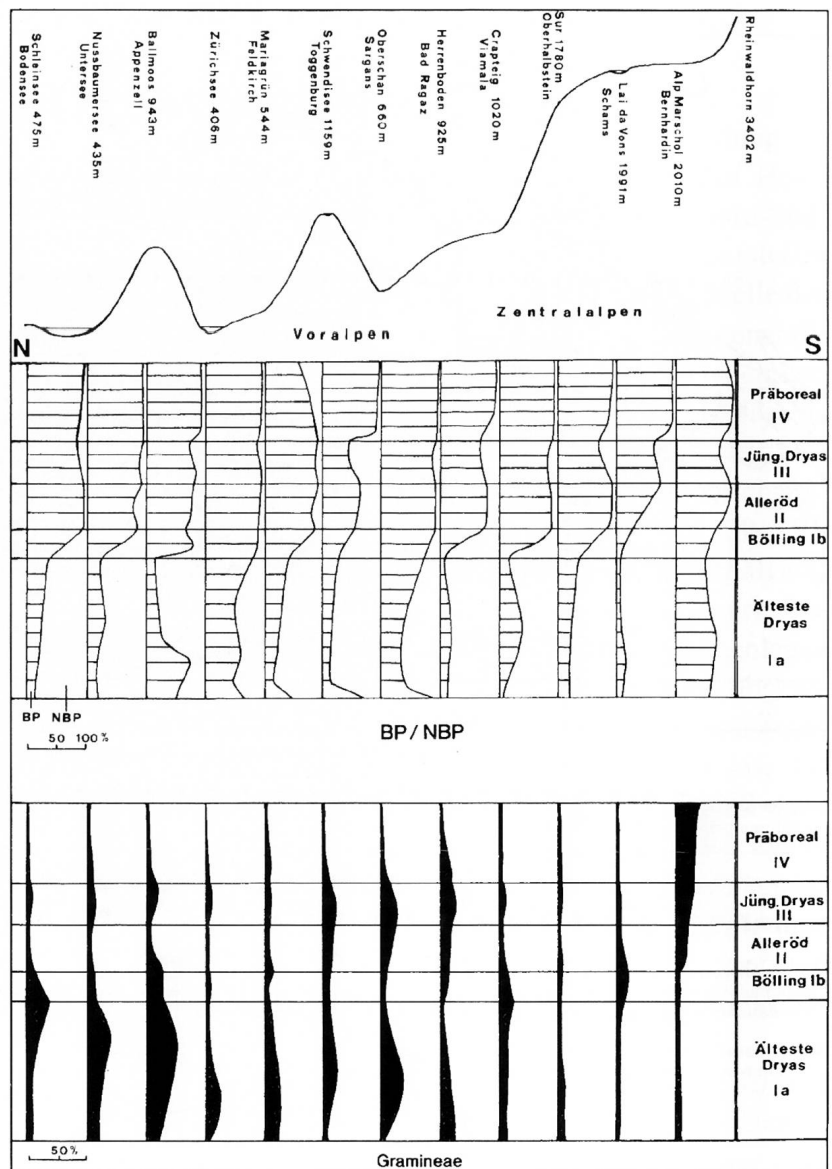


Abb. 2. Baumpollen (BP)/Nichtbaumpollen (NBP)-Verhältnis und Süssgräser (Gramineae, Poaceae) (nach BURGA und PERRET, 1998).

Hauptetappen der Vegetationsentwicklung seit dem Würm-Spätglazial

an den höchstgelegenen Lokalitäten) infolge der Föhren-Ausbreitung am Ende des Bölling oder im frühen Alleröd ab. Zu Beginn des Präboreals ist v. a. im Rheintal und Toggenburg erneut eine Birken-Zunahme festzustellen.

In Abb. 7 werden ökologisch bzw. arealkundlich sich ausschliessende Baumarten einander gegenübergestellt, nämlich die zentralalpine Arve (*Pinus cembra*) und der Eichenmischwald (EMW: Eiche, Ulme, Linde, Ahorn, Esche) mit Hauptareal im Jura, Mittelland sowie in den Vor- und Südalpen. Die Einwanderung der Arve (und der Lärche [*Larix decidua*]) ist aufgrund der in den Zentralalpen- und in den Voralpen-

Profilen im Bölling oder zu Beginn des Alleröds zunehmenden Anteile in diesem Zeitbereich anzusetzen. Die heutigen voralpinen Vorkommen des Churfürsten- und Säntis-Gebiets sowie des St. Galler Oberlandes können als spätglaziale Reliktstandorte betrachtet werden (vgl. BURGA, 1991; PERRET, 1993). Die spätwürmeiszeitlichen und frühpostglazialen Arven-Prozentkurven weisen ausserdem, wie dies mit zunehmender Massenerhebung und Kontinentalität zu erwarten ist, gegen das Alpeninnere hin steigende Werte auf. SEITTER und CONRAD (1984) nehmen für das Churfürsten-Alvier-Gebiet rund 30 Glazialrelikte an. Die zunehmenden EMW-Anteile dokumentieren die in der

zweiten Hälfte des Präboreals im Bodensee- und Rheingebiet eingewanderten Eichenmischwald-Elemente (Eiche, Ulme, Linde, Esche und Ahorn, ferner Hasel).

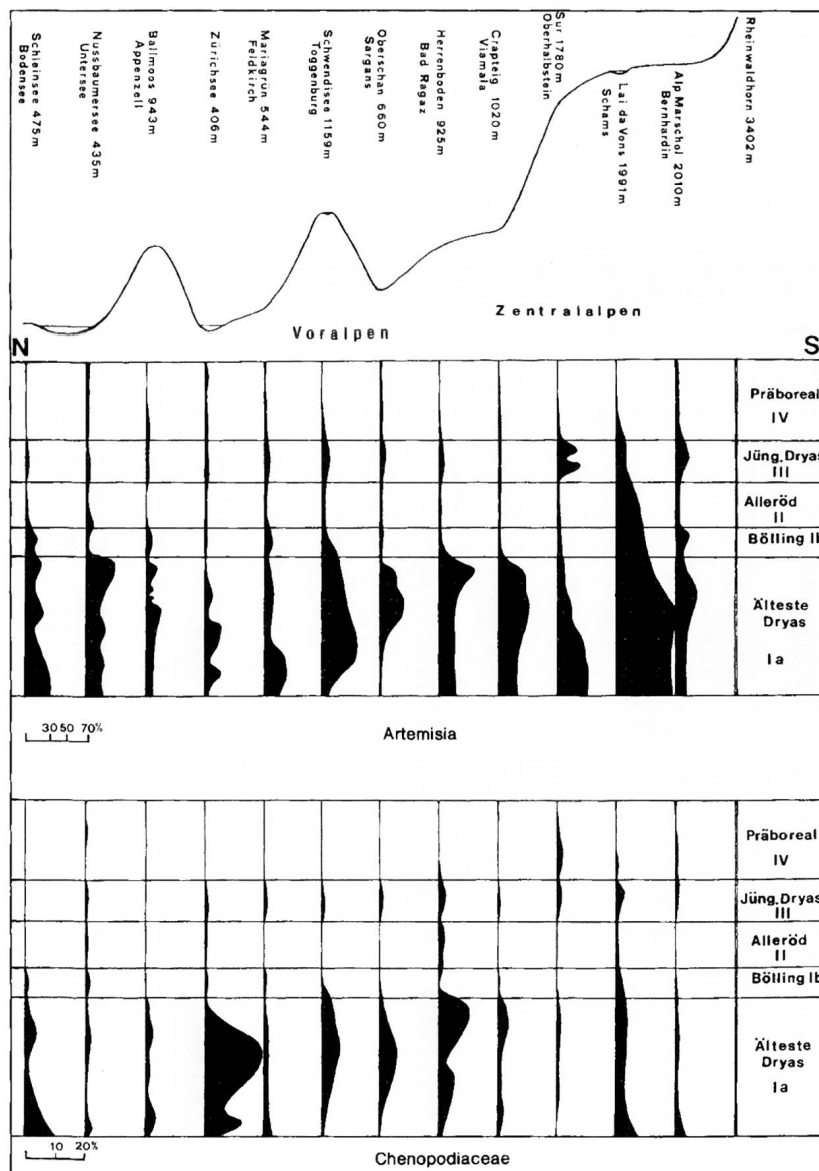


Abb. 3. Wermut (*Artemisia*) und Gänsefüssgewächse (*Chenopodiaceae*) (nach BURGA und PERRET, 1998).

3 DAS HOLOZÄN

Das Holozän (Postglazial) ist im Vergleich zum Spätwürm durch deutlich höhere Temperaturen und allgemein feuchterem Klima sowie geringeren Klimaschwankungen gekennzeichnet. So lagen die postglazialen Schwankungen der Waldgrenze im Vergleich zu heute im Bereich von ± 100 Höhenmeter, woraus Schwankungen der Sommermitteltemperaturen von ca. $\pm 0,6^{\circ}$ – $0,7^{\circ}$ C abzuleiten sind. Während des mittelholozänen Wärmeoptimums (ca. 8500 bis 5500 B.P.) lag die Waldgrenze im Mittel um 100 m höher als die heutige potenziell-natürliche Grenze.

Vor dem Auftreten menschlicher Vegetationsbeeinflussungen kann allgemein eine mehr oder weniger dichte

Bewaldung angenommen werden (vgl. aber ZOLLER und HAAS, 1994). Über der Waldgrenze waren auf den nun eisfreien Arealen alpine Zwergstrauch- und Grasheiden sowie in höheren Lagen auch vermehrt Pionier-, Schutt- und Felspaltengesellschaften verbreitet. Im Waldbereich setzte im Zuge der nacheiszeitlichen Einwanderung der thermophilen Baumarten aus ihren Glazialrefugien eine starke Vegetationsdynamik ein. Die heutigen Vegetationshöhenstufen konstituierten sich jedoch erst relativ spät im Subboreal um ca. 5000 B.P.

Das Holozän weist im Gegensatz zum Würm-Spätglazial als Folge der grossen Wanderbewegungen der Gehölze und Kräuter, aber auch als Folge der menschlichen Einflüsse (Rodungen, Ackerbau, Alp- und Weidewirtschaft) eine wesentlich vielfältigere und komplexere Vegetationsdynamik auf. Im Folgenden soll die holozäne Floren- und Vegetationsgeschichte des Rheingebiets anhand der wichtigsten Holzarten (Eichenmischwald, Hasel, Tanne, Fichte, Buche und Erlen) kurz dargestellt werden (Ausführlicheres in MÜLLER, 1972; WEGMÜLLER, 1976; BURGA, 1980, 1986, 1987, 1991; RÖSCH, 1983; CHÉDEL, 1986; BURGA und PERRET, 1998). Zu Beginn des Holozäns (Präboreal, Wende Präboreal/Boreal) wanderten die wärmeliebenden Holzarten des Eichenmischwaldes (Eiche, Ulme, Linde, Esche, Ahorn) zusammen mit der Hasel (*Corylus avellana*) ein. In Tief- und N-Lagen dominierte Ulmen-Eichen-Wald mit Ahorn und Esche; in der Montanstufe herrschte die Winterlinde vor. Trockene Standorte der kollinen und

montanen Stufe waren weiterhin von Waldföhre (*Pinus sylvestris*) bestockt. Im Boreal erreichte um 8200 B.P. die Hasel in den Thur-alpen ihre höchste Dominanz, indem sich in den Edellaub- und Föhrenwäldern ein dichter Haselunterwuchs bzw. Haselforste entwickelten; diese starke Dominanz der Hasel dauerte noch gut 1000 Jahre weiter. Etwa um 7200 B.P. breitete sich im Rheintal der zu Beginn des Holozäns konstituierte Eichenmischwald verstärkt aus, indem v. a. Linde, Ahorn und Esche eine grössere Rolle spielten. Die Entwicklung des Eichen-Linden-Ahorn-Laubmischwald-Gürtels in Nord- und Mittelbünden kann kurz wie

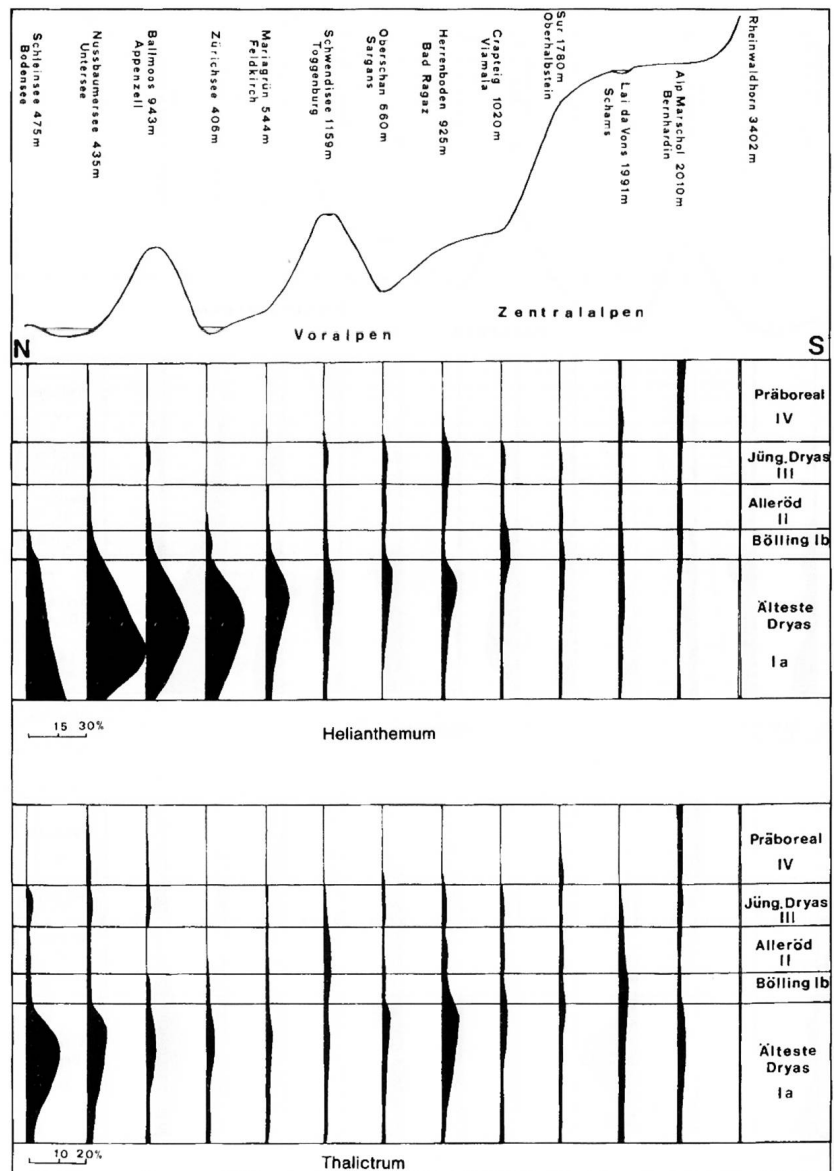


Abb. 4. Sonnenröschen (*Helianthemum*) und Wiesenraute (*Thalictrum*) (nach BURGA und PERRET, 1998).

Hauptetappen der Vegetationsentwicklung seit dem Würm-Spätglazial

folgt zusammengefasst werden: a) Im Prättigau bildeten sich ab etwa 9000 B.P. Eichenmischwälder, wobei Ulme, Linde, Ahorn und Hasel zeitweise die Hauptrolle spielten und meist eine grössere Höhenverbreitung als heute aufwiesen (WEGMÜLLER, 1976); der Edellaubgürtel endet heute als Waldinseln etwa bei Küblis. b) Im Vorderrheintal wanderten schon früh um 9300 B.P. die EMW-Elemente ein, wobei die Ahorn-Linden-Mischwälder mit Esche (Ahorn-Dominanz bis ca. 2000 m) und Ulmen-Linden-Wälder (Linden-Dominanz bis ca. 1900 m) vorherrschten (MÜLLER, 1972). Heute endet dieser Gürtel etwa bei Truns. c) Im Domleschg/Hinterrheintal

waren die um 9000 B.P. eingewanderten Eichenmischwald-Elemente aus klimatischen und konkurrenzbedingten Gründen (Trockenheit, Flussalluvionen, Waldföhre, Tanne) von Anfang an nur schwach vertreten (BURGA, 1980). Lokal spielten Linde, Esche, Bergahorn und Hasel eine gewisse Rolle. Der Eichen-Linden-Ahorn-Laubmischwald-Gürtel endet heute bei Thusis bzw. als einzelne Waldinseln im Albulatal. (Vgl. die heutige Verbreitung und ökologische Funktion der EMW-Elemente sowie von Birke, Föhre, dann auch von Tanne und Fichte in BURNAND et al. in diesem Buch.)

Die Tanne (*Abies alba*) wanderte aus ihren

würmeiszeitlichen Refugien (südlicher Apennin, Balkan, Pyrenäen?) generell aus S bzw. SO bzw. SW in die Schweiz ein (Einzelheiten in BURGA und PERRET, 1998; BURGA und HUSSENDÖRFER, 2001). Ins Bündner Rheingebiet gelangte die Tanne zwischen 8500 und 7000 B.P. Speziell zu erwähnen ist die Tannen-Einwanderung um 8500 B.P. aus der Leventina über den Lukmanier-Pass ins Vorderrheintal und von dort weiter nordwärts (MÜLLER, 1972). Im Gegensatz dazu gelangte die Fichte (*Picea abies*) allgemein aus östlicher Richtung von ihren Glazialrefugien (Balkan, evtl. östlicher Alpenrand) um 8500–8000 B.P. in die östlichen Schweizer Alpen (Unterengadin, Puschlav, Bergell; nördlicher, zentralalpiner bzw. südlicher Alpenrandweg; BURGA, 1987; BURGA und PERRET, 1998) und um 8500–7500 B.P. ins Bündner Rheingebiet. Besonders zu erwähnen ist die Fichten-Einwanderung um 8500 B.P. von N ins Hinterrheingebiet und anschliessend

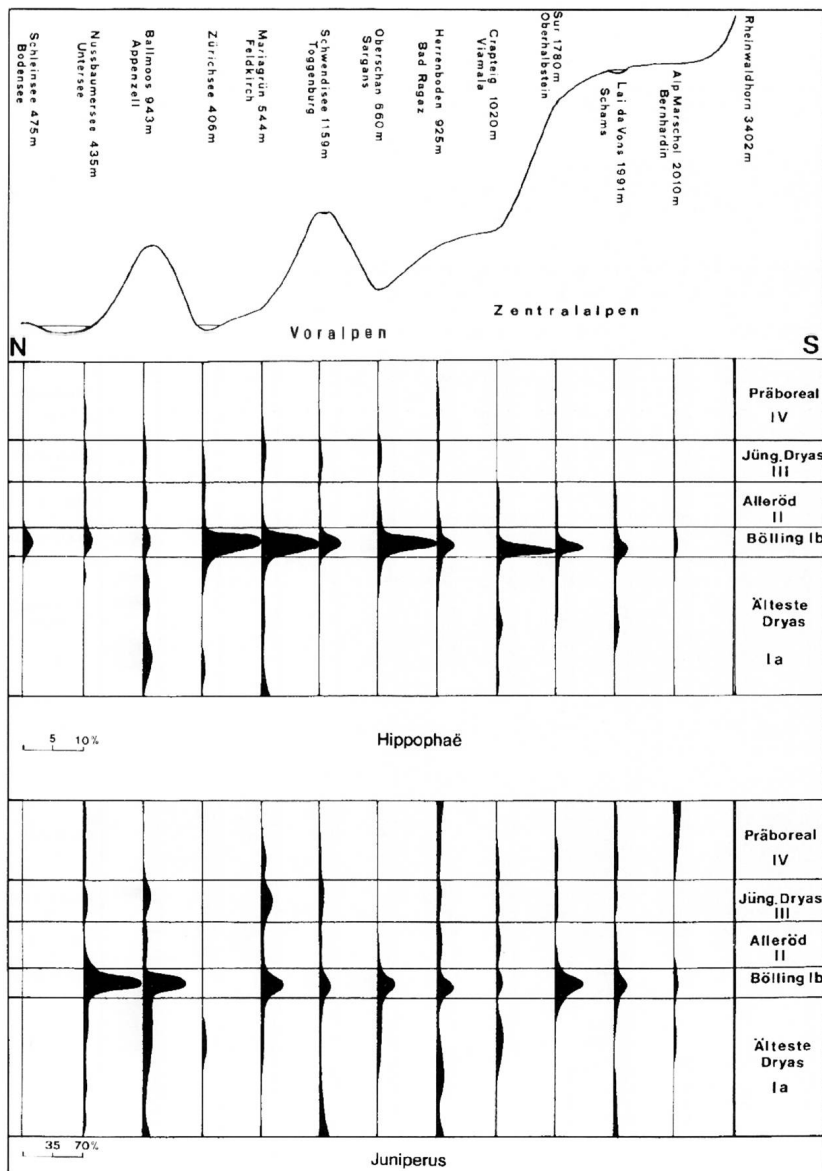


Abb. 5. Sanddorn (*Hippophaë*) und Wacholder (*Juniperus*) (nach BURGA und PERRET, 1998).

die Überquerung des Alpenhauptkamms am San Bernardino-Pass nach S ins Misox um 6500 B.P. (ZOLLER, 1960; HEITZ, 1975; BURGA, 1980; Abb. 8). Für die Migration von der Viamala bis Hinterrhein (N-Seite des San Bernardino-Passes) benötigte die Fichte rund 500 Jahre (Wandergeschwindigkeit: ca. 50 m/Jahr); die Passüberquerung erfolgte deutlich langsamer, d. h. in ca. 1000 Jahren (ca. 7 m/Jahr); südlich des Passes vermochte die Fichte infolge der Tannen- und Laubhölzer-Konkurrenz nur langsam vorzudringen, indem sie von Suossa bis Pian di Signano (unteres Misox/Eingang Calancatal) rund 1000 Jahre brauchte (25–30 m/Jahr, Abb. 8). Heute keilt der Fichtengürtel im Gebiet der Val Morobbia östlich Bellinzona aus, indem die Fichte in der subalpinen Stufe im Wesentlichen von der Lärche abgelöst wird.

Einige Gebiete der Schweiz wurden von Fichte und Tanne praktisch gleichzeitig erreicht, was zu einer Konkurrenzsituation führte, wie z. B. um 6500 B.P. im N-bündnerischen und St. Gallischen Rheingebiet, auf dem Flumserberg, im oberen Toggenburg sowie im Appenzellerland. Um diese Zeit hatte die Fichte die Linie Bodensee – St. Galler Oberland – Oberalp – San Bernardino erreicht und konnte sich in 900 bis 1300 m ü. M. optimal verbreiten (die Linie Chur – Rheintal wurde früher um 7500 B.P. erreicht; WEGMÜLLER, 1976; BURGA, 1980; BURGA und PERRET, 1998). Östlich der Rheinlinie wanderte allgemein die Fichte vor der Tanne ein. Obwohl beide Nadelhölzer im Raum Feldkirch rasch aufeinander einwanderten (Tanne um 5300 B.P., Fichte um 5000 B.P.), gelangte nur die Tanne

rund 4000 Jahre lang zur Dominanz (CHÉDEL, 1986; BURGA, CHÉDEL und JORDI, 2005), trotz der im St. Galler Rheintal, dem Toggenburg und dem inneren Appenzell anzunehmenden Ausbreitungsverzögerung der Tanne von S nach N infolge Laubholzkonkurrenz (Buche, Erlen, Hasel), schmalen Wandermöglichkeiten, Trockenheit und Föhnabnahme (WEGMÜLLER, 1976).

Die Rotbuche (*Fagus sylvatica*) wanderte aus ihren Glazialrefugien (Balkan, Karpaten?) um 6000 B.P. generell aus Nordosten in die Region Bodensee – Rheintal – St. Gallen – Appenzell – Zürcher Oberland – Höhrnonen ein (BURGA und PERRET, 1998). Ins Gebiet von Feldkirch

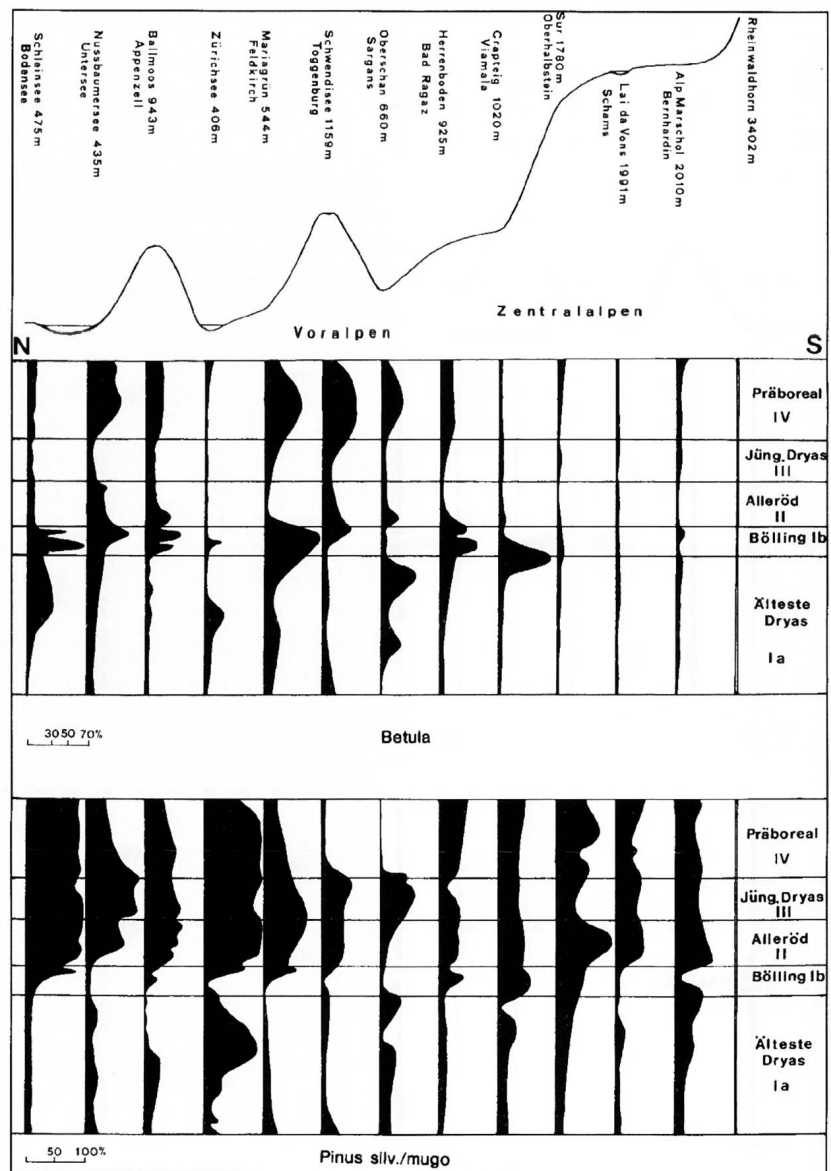


Abb. 6. Birke (*Betula*) und Wald-/Bergföhre (*Pinus sylvestris/mugo*) (nach BURGA und PERRET, 1998).

Hauptetappen der Vegetationsentwicklung seit dem Würm-Spätglazial

– Vorarlberg gelangte die Rotbuche wohl infolge der Tannen-Konkurrenz erst spät um 3500 B.P. In Nordbünden (Prättigau) erfolgte im Verlauf des Jüngeren Atlantikums die Einwanderung der Rotbuche (mit heutiger Obergrenze bei Klosters) um 5500 B.P., während sie im Vorderrheintal (heute bis Ilanz–Trun verbreitet) etwas später an der Wende Jüngeres Atlantikum/Subboreal einwanderte (MÜLLER, 1972). Im Domleschg/Hinterrheintal war die im Verlauf des Jüngeren Atlantikums eingewanderte Buche auf Grund des kontinentalen Klimas nur sehr schwach vertreten (BURGA, 1980); das heutige zusammenhängende Buchenareal endet bei Rothenbrunnen.

Die Einwanderungs- und Ausbreitungsgeschichte der Erlen (*Alnus viridis*, *A. incana* und *A. glutinosa*) ist einerseits florensgeschichtlich, andererseits mit der Entwicklung der Flussalluvionen und Auenwälder bzw. mit den Rodungstätigkeiten des Menschen gekoppelt. Spätglaziale Grünerlen-Pollenfunde im nördlichen und südlichen Alpenvorland lassen ein Überdauern der letzten Eiszeit vermuten. Im Verlauf des Würm-Spätglazials vermochte sich die Grünerle an edaphisch günstigen Stellen bereits im Alpenraum auszubreiten (BURGA und PERRET, 1998). In Nord- und Mittelbünden (wie in vielen anderen Gebieten der Schweizer Alpen) erfolgte die

Grünerlen-Einwanderung und -Ausbreitung um 6500–5500 B.P. meist gleichzeitig mit der Fichte (BURGA, 1980; BURGA und PERRET, 1998). Zudem breiteten sich gleichzeitig die heute typischen Hochstaudenpflanzen bzw. -fluren des Grünerlenbuschs aus (BURGA, 1980). Ab 5000 B.P. ist eine starke klima- (kühleres, feuchteres Klima) und z. T. rodungsbedingte Grünerlen-Zunahme festzustellen. Die Ausbreitung der Schwarz- und Grauerle ist vor allem durch die lokale und regionale Entwicklung der Flussalluvionen und Auenwälder des Rheins bedingt. So stellte WEGMÜLLER (1976) für das Prättigau um 5500 B.P. bis in 2100 m ü. M. eine starke Grauerlen-Ausbreitung fest, während die Grünerle erst mit zunehmenden Alpweiderröden im Subboreal häufiger wurde. Im Vorderrheintal trat der *Alnus glutinosa/incana*-Pollentyp bereits an der Wende Präboreal/Boreal (ca. 9000 B.P.), z. T. auch später im Älteren Atlantikum (8000–6000 B.P.) auf (MÜLLER, 1972),

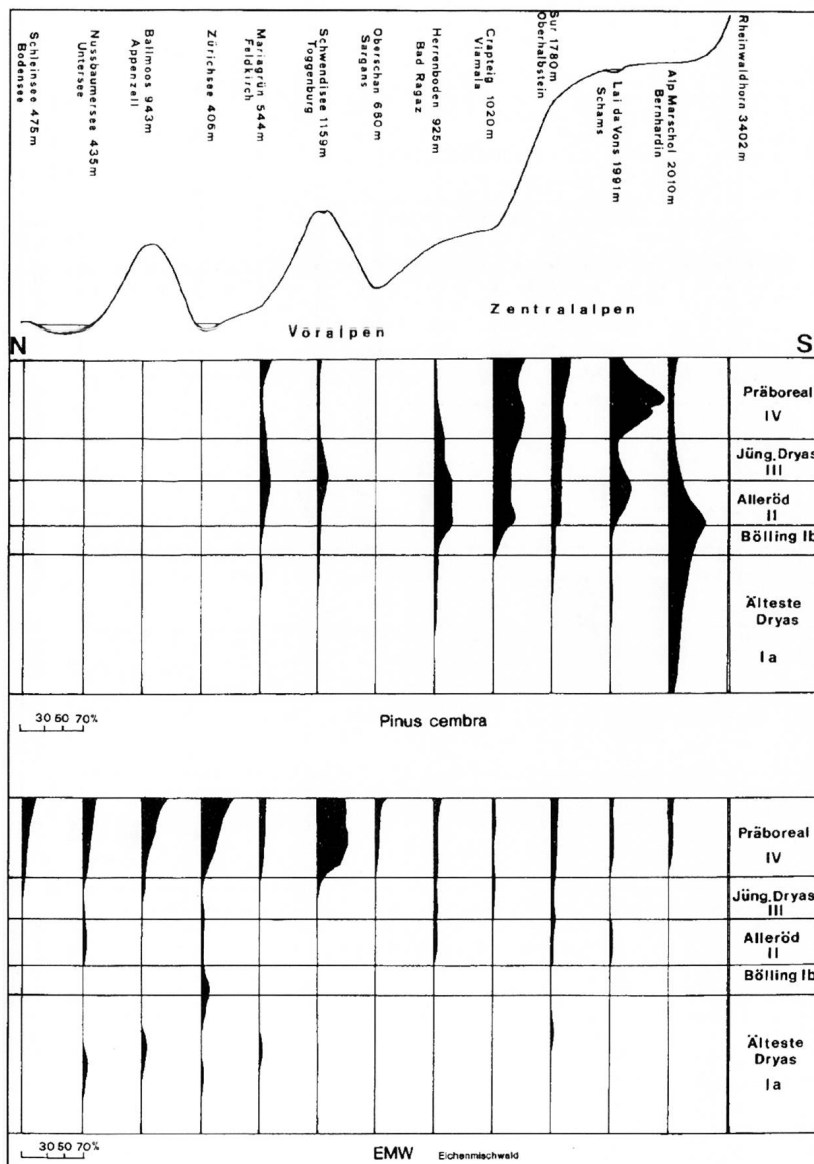


Abb. 7. Arve (*Pinus cembra*) und Eichenmischwald (EMW) (nach BURGA und PERRET, 1998).

wobei es sich v. a. um die Grauerle mit einer früheren Höhengrenze in 1700–1900 m handelte. (Ansprüche der Erlen vgl. auch ROULIER in diesem Buch.)

4 ZUSAMMENFASSUNG

Anhand einer Pollendiagramm-Sequenz von 12 ausgewählten Moor-Bohrstellen in einem N-S-Profil vom Bodensee bis zum Alpenhauptkamm wird ein florensgeschichtlicher Überblick vom Würm-Spätglazial bis anfangs Holozän folgender Taxa vermittelt: Poaceae, *Artemisia*, Chenopodiaceae, *Helianthemum*, *Thalictrum*, *Hippophaë*, *Juniperus*, *Betula*, *Pinus sylvestris/mugo*, *Pinus cembra* und Eichenmischwald. Die natürliche nacheiszeitliche Floren- und Waldgeschichte ist durch die Einwanderung und Ausbreitung der wärmeliebenden Laubhölzer, Sträucher und Kräuter sowie der Tanne und Fichte gekennzeichnet. Erläutert werden Eichenmischwald, Hasel, Tanne, Fichte, Rotbuche und die Erlen. Die zu Beginn des Holozäns (Präboreal/Boreal) eingewanderten Edellaubholzarten wiesen untereinander je nach Zeitpunkt und Gebiet verschiedene Dominanzen auf. Die Tanne wanderte um 8500–7000 B.P. aus südlichen Richtungen ins Rheingebiet ein, während die Fichte um 8500–7500 B.P. generell von Osten nach Westen einwanderte. Tanne und Fichte erreichten um 6500 B.P. fast gleichzeitig das N-bündnerische und St. Gallische Rheingebiet. Die Rotbuche erschien um 6000 B.P. aus NO

in der Region Bodensee-Rheintal, um 5500 B.P. in Nordbünden und um 5000 B.P. im Vorder- rheintal; im Domlesch/Hinterrheintal war die Rotbuche ab 5500 B.P. infolge Kontinentalität nur schwach bis kaum verbreitet. Die Einwanderungs- und Ausbreitungsgeschichte der Erlen ist einerseits florensgeschichtlich, andererseits mit der Entwicklung der Flussalluvionen und Auenwälder bzw. mit den Rodungstätigkeiten des

Wanderraten der Fichte im Rheintal und über das S. Bernardino-Pass-Gebiet

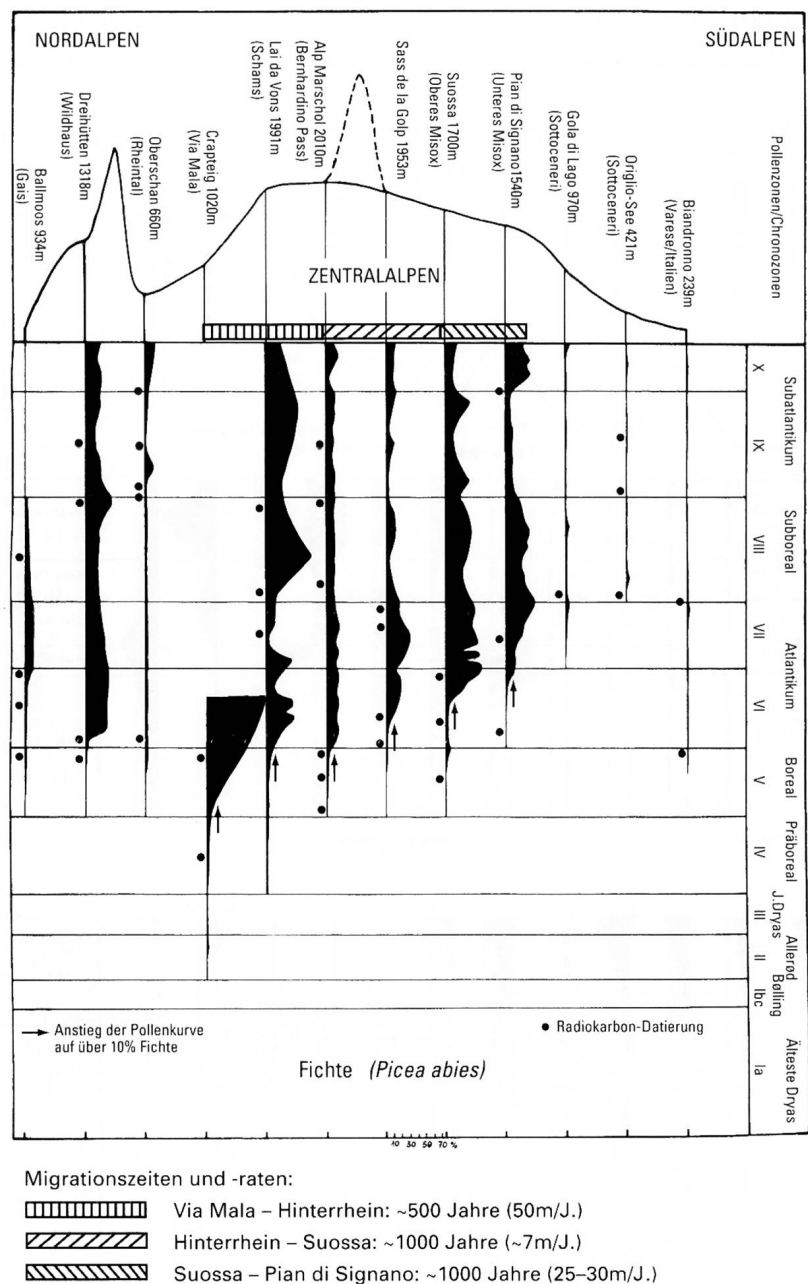


Abb. 8. Wanderraten der Fichte im Rheintal und über das San Bernardino-Passegebiet nach Süden (Original BURGA, 2005).

- CHÉDEL, M. 1986. Pollenanalytische und moorkundliche Untersuchungen am Flachmoor Mariagrün bei Feldkirch/Vorarlbühl (A). Diplomarbeit Geographisches Institut der Universität Zürich, 100 pp.
- HANTKE, R. 1970a. Aufbau und Zerfall des würmeiszeitlichen Eisstromnetzes in der zentralen und östlichen Schweiz. Ber. Naturf. Ges. Freiburg i. Br. 60, 5–33.
- HANTKE, R. 1970b. Zur Diffluenz des würmeiszeitlichen Rheingletschers bei Sargans und die spätglazialen Gletscherstände in der Walensee-Talung und im Rheintal. Vierteljahrsschrift der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich 115 (1), 101–126.
- HEITZ, C. 1975. Vegetationsentwicklung und Waldgrenzschwankungen des Spät- und Postglazials im Oberhalbstein (Graubünden/Schweiz) mit besonderer Berücksichtigung der Fichteneinwanderung. Beitr. z. geobot. Landesaufn. d. Schweiz 55, 1–63.
- KELLER, O. & KRAYSS, E. 2005. Der Rhein-Linth-Gletscher im letzten Hochglazial. I. Teil: Einleitung; Aufbau und Abschmelzen des Rhein-Linth-Gletschers im Oberen Würm. Vierteljahrsschrift der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich 150 (1–2), 19–32.
- LANG, G. 1952. Zur späteiszeitlichen Vegetations- und Florengeschichte Südwestdeutschlands. Flora 139, 243–294.
- MÜLLER, H.J. 1972. Pollenanalytische Untersuchungen zum Eisrückzug und zur Vegetationsgeschichte im Vorderrhein- und Lukmaniergebiet. Flora 161, 333–382.
- PERRET, R. 1993. Klima- und vegetationsgeschichtliche Untersuchungen im südlichen Walenseegebiet (St. Gallen/Glarus). Diplomarbeit Geogr. Inst. Univ. Zürich, 131 pp.
- RÖSCH, M. 1983. Geschichte der Nussbaumer Seen (Kanton Thurgau) und ihrer Umgebung seit dem Ausgang der letzten Eiszeit aufgrund quartärbotanischer, stratigraphischer und sedimentologischer Untersuchungen. Mitt. Thurg. Naturf. Ges. 45, 3–110.
- SEITTER, H. & CONRAD, H. 1984. Florengeschichte des Sarganserlandes. Alpha-Druck, Bad Ragaz, 59 pp.
- SEITTER, H. & HANTKE, R. 1988. Mögliche jüngst-tertiäre Florenrelikte in der Speer-Churfürsten-Alvier-Kette und im St. Galler Oberland. Ber. St. Gall. Naturwiss. Ges. 83, 129–160.
- SEITTER, H. 1989. Flora der Kantone St. Gallen und beider Appenzell. St. Gallische Naturwissenschaftliche Gesellschaft. 2 Bände, 977 pp. und Anhänge.
- SIDLER, C. 1988. Signification de la palynologie appliquée aux sédiments détritiques et organogènes du Pléistocène supérieur: Eem-Tardiglaciaire würmien et de l'Holocène entre Zoug, Zurich et Baden (Suisse). Mitt. Geolog. Institut ETH u. Universität Zürich 280, 217 pp.
- WEGMÜLLER, H.P. 1976. Vegetationsgeschichtliche Untersuchungen in den Thuralpen und im Faningebiet (Kantone Appenzell, St. Gallen, Graubünden/Schweiz). Bot. Jahrb. Syst. 97 (2), 226–307.
- ZOLLER, H. 1960. Pollenanalytische Untersuchungen zur Vegetationsgeschichte der insubrischen Schweiz. Denkschr. Schweiz. Natf. Ges. 83 (2), 45–156.
- ZOLLER, H. & HAAS, J.N. 1994. War Mitteleuropa ursprünglich eine halboffene Weidelandschaft oder von geschlossenen Wäldern bedeckt? Schweiz. Z. Forstwesen 146 (5), 321–354.

Prof. Dr. Conradin A. Burga, Geographisches Institut der Universität Zürich,
Winterthurerstrasse 190, CH-8057 Zürich, E-Mail: cburga@geo.unizh.ch