Zeitschrift: Boissiera : mémoires de botanique systématique

Herausgeber: Conservatoire et Jardin Botaniques de la Ville de Genève

Band: 19 (1971)

Artikel: Überblick der spät- und postglazialen Vegetationsgeschichte in der Schweiz

Autor: Zoller, H. / Kleiber, H.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-895466

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 02.08.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Boissiera 19: 113-128. 1971.

Überblick der spät- und postglazialen Vegetationsgeschichte in der Schweiz

H. ZOLLER & H. KLEIBER

Seit dem Erscheinen des letzten vegetationsgeschichtlichen Überblickes in der Schweiz sind kaum zwei Jahre verstrichen (ZOLLER 1968). Erneut über dieses Thema zu berichten, erscheint uns insofern berechtigt, als eine solche Überschau ständig nachgeführt und ergänzt werden muss. Das gilt auch für die dem Texte beigegebenen Abbildungen, die nur einen momentanen Erkenntnisstand festhalten, der in Kürze erneut überholt sein wird. Auch in anderer Hinsicht bleibt die vorliegende Zusammenfassung unvollständig, da in diesem Rahmen nur die Grundzüge dargelegt und einige besonders aktuelle Probleme gestreift werden können.

Die wichtigsten Tatsachen der schweizerischen Vegetationsgeschichte im Spät- und Postglazial sind in Tabelle 1 enthalten. Trotz der flächenmässig geringen Ausdehnung haben sich Vegetation und Flora in der Schweiz während der Nacheiszeit gebietsweise ungewöhnlich verschieden konstituiert. Nur in den nördlichen Teilen (Jura, Mittelland, Alpennordhang) lässt sich die mitteleuropäische Grundsukzession: *Betula-Pinus-Corylus*-EMW (Quercetum mixtum)-*Fagus* feststellen und ist die Abfolge mit den bekannten Pollenzonen direkt zu vergleichen. Ferner ergeben sich in der montan-subalpinen Stufe nicht nur in vertikaler, sondern auch in horizontaler Richtung wesentliche Differenzen in der Waldgeschichte. Sie werden besonders durch die entgegengesetzte Ausbreitungsrichtung von *Picea abies* und *Abies alba* verursacht (vgl. S. 122).

Bereits in den Tälern der Zentralalpen ist nichts mehr von der mitteleuropäischen Abfolge zu erkennen, da die Laubwaldarten wegen der kontinentalen Klimaverhältnisse die spätglazial-frühpostglaziale *Pinus-Betula*-Vorherrschaft nicht oder höchstens in bescheidenem Masse zu brechen vermochten. In der montan-subalpinen Stufe ergeben sich auch in den Zentralalpen nicht nur vertikale sondern auch horizontale Unterschiede, namentlich ost-westliche, die wiederum durch die Wanderrichtung von *Picea abies* und *Abies alba* bedingt worden sind (vgl. S. 122).

In den südlichen, nach der piemontesisch-lombardischen Tiefebene entwässerten, "insubrischen" Tälern weichen bereits die spätglazialen Verhältnisse erheblich von den mitteleuropäischen, nord- und zentralalpinen ab, da dort bereits vom Bölling-Interstadial an, ab ca. 11 300 v. Chr., Lärchen *(Larix decidua)* und spätestens im Alleröd-Interstadial, ab ca. 10 000 v. Chr., Arven *(Pinus cembra)* aufgetreten sind,

Chronologie absolute: Jahrtausende vor heute	Chronologie absolute: Zonengrenzen	Chronologie relative: geol. Epochen		Chronologie relative: Bezeichnung der Pollenzonen		Postglaziale Kaltphasen	Vegetation: Alpennordseite Jura, Mittelland, nördliche Alpentäler	Vegetation: Zentralalpen Wallis, Engadin	Vegetation: Alpensüdseite Tessin
		Holozän	Jung-Holozän	X jüng.	Subatlantikum	→ Fernau	Künstliche Forste *Alpweiderodung*	*Alpweiderodung*	Künstliche Forste *Alpweiderodung*
	1000					⇢			
2	Chr.			IX ält.		⇢ II → I Göschenen	mehr Fagus *mehr Picea*	P. sylvestris, Betula *mehr Picea* *zuoberst Larix, P. cembra*	Castanea, Betula, Calluna-Sarothamnus-Heiden *Abies, Picea, Fagus zuoberst Larix*
	800								
4			Mittel-Holozän	VIII Subboreal			EMW, Fagus *Abies, Picea* *zuoberst mehr Picea*	P. sylvestris, Betula *z.T. Abies, z.T. Picea* *zuoberst Larix, P. cembra*	Quercus, Alnus, Fraxinus *Abies, Picea, mehr Fagus* *zuoberst Larix*
	2500					→ Piora			
				VII jüng.	Atlantikum		EMW, Corylus *Abies, z.T. Picea* *zuoberst Larix, P. cembra*	P. sylvestris, Betula, z.T. EMW *z.T. Abies, Betula, z.T. Picea* *zuoberst Larix, P. cembra*	EMW, Alnus *Abies, z.T. Picea* *zuoberst Larix, P. cembra*
6	4000			VI ält.		→ } Misox → } Larstig → }	EMW, Corylus *Corylus, Tilia, Ulmus, Acer* *zuoberst Larix, P. cembra*	P. sylvestris, Betula *P. sylvestris, z.T. Picea* *zuoberst Larix, P. cembra*	EMW, Alnus *Abies, EMW* *zuoberst Larix, P. cembra*
	5500								
8			Alt-Holozän	V Boreal		→ } Venediger → }	Corylus-Maximum *Corylus-Maximum* *zuoberst Larix, P. cembra*	P. sylvestris-Waldsteppe *Larix, P. cembra*	EMW, Alnus *Abies, EMW* *zuoberst Larix, P. cembra*
	6800								
10				IV Präboreal		→ Piottino	P. sylvestris-Waldsteppe *P. sylvestris, P. mugo, P. cembra, Larix*	P. sylvestris-Waldsteppe *Larix, P. cembra*	EMW, Alnus *EMW, Abies* *Larix, P. cembra* ab ca. 7500 v. Chr.
	8200	Jung-Pleistozän		Finiglazial jüng.					
	8800			III Dryaszeit			Parktundra, Pinus, Betula	Parktundra P. sylvestris, Betula *Larix, P. cembra*	Parktundra P. sylvestris, Betula *Larix, P. cembra*
				II Alleröd			Wiederbewaldung bis über 1200 m Pinus, Betula	Wiederbewaldung bis über 1200 m P. sylvestris, Betula, vermutlich Larix, P. cembra	Wiederbewaldung bis gegen 1600 m Sicherer Nachweis von Larix und P. cembra
12	10000			ältere					
	10400			Ic Dryaszeit			offene Vegetation	offene Vegetation	offene Vegetation
				Ib Bölling			Parktundra mit Birke	Steppentundra, Betula?	Steppentundra, z.T. mit wenig Betula und Larix
	11300								
14	12000			Ia älteste Dryaszeit			Rohbodenvegetation	Rohbodenvegetation	Rohbodenvegetation
	12900			"Präbölling"					
16	14000		Spätwürm						
				"Lascaux"					
18	16000		Hochwürm						

Borgis: Vegetation der planar-collinen Stufe

Kursiv: Vegetation der montan-subalpinen Stufe

EMW = Quercetum mixtum
P. = Pinus

Tabelle 1. – Überblick der spät- und postglazialen Vegetationsgeschichte der Schweiz.

die bisher nördlich des Alpenkammes im Spätglazial noch nicht nachgewiesen werden konnten. Sehr früh, bereits im mittleren Präboreal, dringen EMW, *Alnus*, *Corylus* und *Abies* bis weit in die oberen Tessintäler vor. Es bilden sich in den Tieflagen von *Quercus* und an feuchteren Stellen von *Alnus* und *Fraxinus* beherrschte Wälder, deren ziemlich einförmiger Charakter erst seit kelto-römischer Zeit, durch die Kultur von *Castanea sativa* im Subatlantikum, künstlich umgewandelt worden sind. Die Vegetationsentwicklung in der montan-subalpinen Stufe der insubrischen Alpenketten ist vor allem durch die sehr alte Dominanz von *Abies alba* und das überraschend späte Aufkommen von *Picea abies* und *Fagus silvatica* gekennzeichnet. Die in der Gliederung in Tabelle 1 vorgenommene Parallelisation der Vegetationsgeschichte über die Alpenkette hinweg ist deshalb nur mit Hilfe der ^{14}C-Methode möglich geworden.

In den folgenden Abschnitten sollen einige glaziologische, paläoklimatische und vegetationsgeschichtliche Probleme besprochen werden, die zur Zeit im Mittelpunkt des Interesses und der Forschung stehen.

1. Das Abschmelzen der Gletscherströme in den Alpentälern

Da im nördlichen und südlichen Alpenvorland innerhalb der Würmvergletscherung bereits mehrfach böllingzeitliche Ablagerungen nachgewiesen werden konnten (LANG 1962; HÄNI 1964; ZOLLER & KLEIBER 1971), so dürfte sich das Eis spätestens in der "Präbölling"-Phase von den Maximalständen zurückgezogen haben. Nach VILLARET (mündl.) wurde die Glazialflora von Vidy bei Lausanne mit einem Alter von ca. 12 100 v. Chr. datiert, sodass wahrscheinlich mit einem beträchtlichen Rückzug der Gletscher bereits in der "Lascaux"-Zeit gerechnet werden muss.

Geomorphologen und Glaziologen haben bisher allgemein angenommen, dass die Rückzugsstadien, die sich von den Höchstständen im Vorland bis in die subalpinen Karbecken der Hochalpen verfolgen lassen, zeitlich von Gebiet zu Gebiet parallelisiert werden können und die Gletscher auch nördlich und südlich der Alpen einen mehr oder weniger vergleichbaren, simultanen Bewegungsrhythmus aufgewiesen haben. Freilich ist eine solche Parallelisation der spätwürmzeitlichen Moränen über das ganze Alpengebiet hinweg bis heute bei genauerem Zusehen sehr problematisch geblieben. Wenn z.B. im Limmattal und Furttal nordwestlich von Zürich sogar die Höchststände zweier benachbarter Eislappen des Linthgletschers nicht gleichaltrig sind (SCHINDLER 1968), so mahnt ein solches Verhalten zu grösster Zurückhaltung gegenüber allen Korrelationsversuchen, die allzu einseitig von bestimmten, vorgefassten Klimaschemata ausgehen.

Auch bei einem gleichmässigen Klimaablauf über das ganze Alpengebiet hinweg drängt sich die berechtigte Annahme auf, dass sich die Gletscher entsprechend der günstigeren Exposition auf der Alpensüdseite rascher zurückgezogen haben als am Alpennordhang. Es war theoretisch zu erwarten, dass mit Hilfe der Radiocarbon-Methode solche Fragen der Korrelation, wie sie eben angedeutet wurden, klarer beantwortet werden können. Voraussetzung dafür sind datierbare Fossilien aus entsprechenden Moränen oder die Datierung des Überganges von Glazialton zu Gyttja

in ungestörten Mooren, sofern diese in den Talsohlen oder auf niedrigen Hangschultern gelegen sind. Beide Voraussetzungen sind im Innern der Alpen nur selten gegeben, doch zeigen die ersten Ergebnisse, dass die Unterschiede im Abschmelzen des Eises ganz erheblich gewesen sind (vgl. Fig. 1).

Schon 1960 konnte ZOLLER nachweisen, dass sich das Tessineis spätestens in der älteren Dryas-Zeit (10 400-10 000 v. Chr.) bis weit in die obere Leventina zurückgezogen hatte, und vor kurzem stiessen wir im Becken von San Bernardino (1700 m) auf sogar noch ältere, böllingzeitliche Ablagerungen (ZOLLER & KLEIBER 1971). Ebenfalls in der Böllingzeit beginnen die organischen Ablagerungen von Campra (ca. 1400 m) an der Südrampe des Lukmanierpasses (H.-J. MÜLLER unpubl.). Anderseits beginnt im Vorderrheintal nördlich des Lukmanierpasses die organische Sedimentation in zwei verschiedenen Mooren zwischen Ilanz und Disentis erst im Alleröd-Interstadial. Dass daraus auf einen erheblich verzögerten Rückzug des Eises in den nördlichen Alpentälern zu schliessen ist, wird durch einen Fossilfund in den ausgeprägten Moränen von Intschi, Amsteg und Gurtnellen im Reusstal bestätigt. Sein ^{14}C-Alter von etwa 8300 v. Chr. (C. SCHINDLER, mündl.) beweist, dass der Reussgletscher in einem mächtigen Strom gegen Ende der jüngeren Dryas-Zeit bis fast zur Mündung des Maderanertales herabreichte, als sich das Eis in den Tessintälern längst bis in die hintersten Kargebiete zurückgezogen hatte.

Bereits von STAUB (1952) wurde beschrieben, wie das in den Oberengadiner Seebecken gelegene Toteis sich während des Spätglazials, in einem lange dauernden Prozess, sukzessive aufgelöst hat. Die neuesten ^{14}C-Daten (unpubl.) haben ergeben, dass dieser "spätglaziale" Abschmelzprozess erst gegen 5500 v. Chr., an der Wende vom Boreal zum Atlantikum, beendet war. Somit besteht zwischen dem Freiwerden der Seen und Sümpfe von San Bernardino und dem Verschwinden des Toteisklotzes über dem St. Moritzer- und Statzersee ein Zeitraum von 5000 bis 6000 Jahren!

Es liegt auf der Hand, dass diese grossen Unterschiede für die Entwicklung der Flora bedeutungsvoll gewesen sind. Wahrscheinlich wird man nicht fehlgehen mit der Annahme, dass der ungewöhnliche Reichtum des Engadins an nordischen Arten hauptsächlich durch dieses verzögerte Abschmelzen bedingt war, da sich unter solchen Verhältnissen die spätglazialen Sander- und Schotterfluren besonders lange, nämlich bis in die mittlere Wärmezeit, erhalten konnten. Ferner ist die Sukzession der Moorvegetation infolge des relativ kurzen Zeitraumes noch in einem Stadium verharrt, das für das Gedeihen mancher minerotropher Nässebewohner günstiger ist, als die stärker fortgeschrittene Oligothrophierung in früher eisfrei gewordenen Gegenden mit längerer Entwicklungsdauer.

2. Walddichte und Wiederbewaldung im Spätglazial nördlich und südlich der Alpen

Es lässt sich heute kaum mehr leugnen, dass im ganzen Spätglazial und noch im älteren Präboreal die NBP-Werte am Alpensüdfuss unverhältnismässig viel höher sind als nördlich der Alpen. Inwiefern dieser Befund mit der starken Unterrepräsentation von *Larix* in den Pollendiagrammen zusammenhängen könnte, soll hier nicht

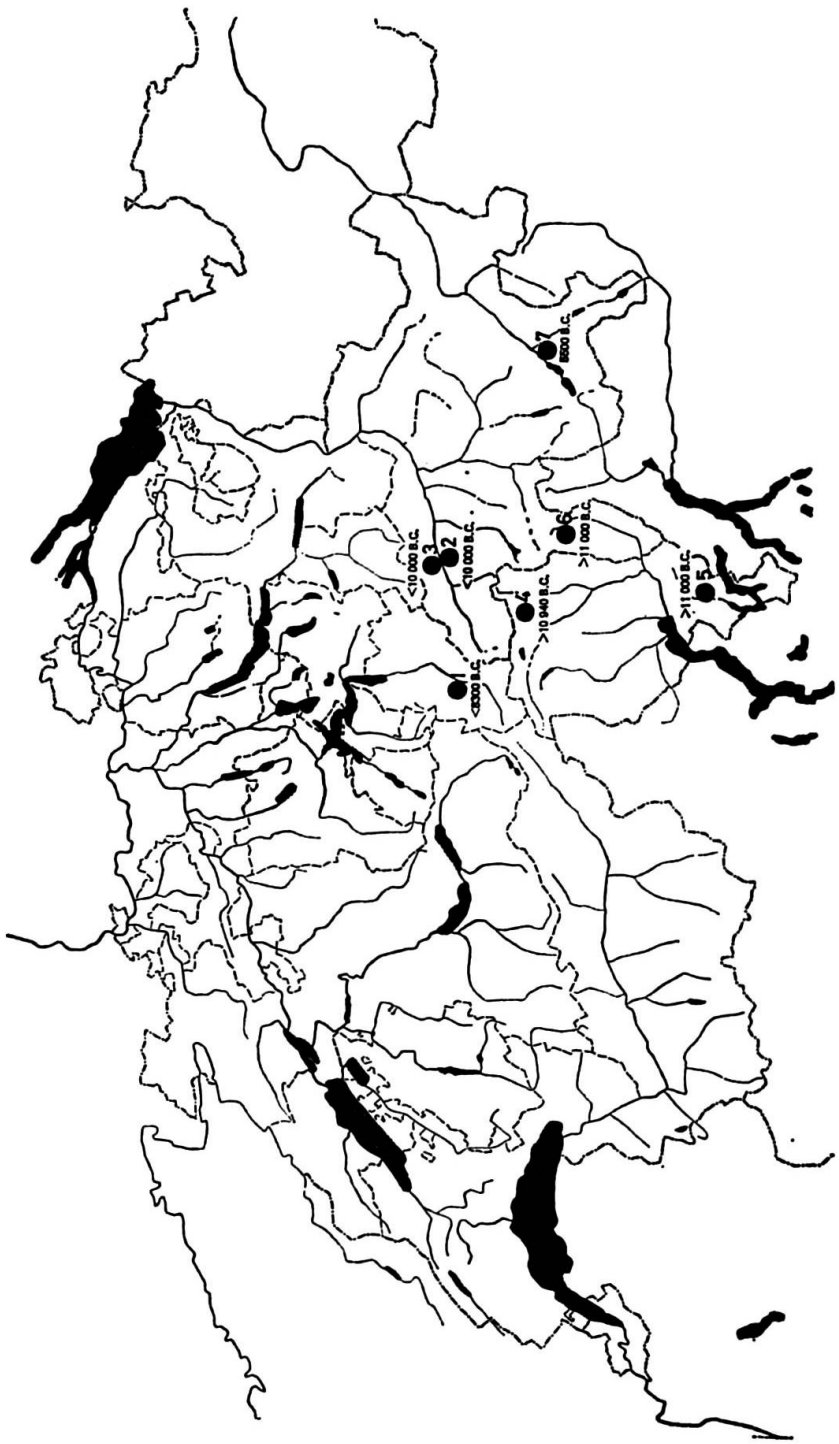

Fig. 1. — Das Abschmelzen des Eises in den Alpentälern:
1, Intschi, Gurtnellen; **2**, Affeier, Vorderrheintal; **3**, Brigels, Vorderrheintal; **4**, Campra, Lucomagno; **5**, Gola di Lago, Tesserete; **6**, Suossa, San Bernardino; **7**, St. Moritz (**1** nach C. SCHINDLER mündl.; **2-4** nach H.-J. MÜLLER unpubl.; **5-6** nach ZOLLER & KLEIBER 1971; **7** nach KLEIBER & ZOLLER unpubl.).

näher erörtert werden. Auch wenn wir heute wissen, dass *Larix* am Alpensüdrand eine beträchtliche Rolle als spätglazialer Waldbildner gespielt hat, so weisen jedenfalls in tieferen Lagen die auffallende Häufigkeit von *Artemisia*-Pollen und die stets hohe Zahl von allen möglichen Krautpollen eindeutig darauf hin, dass die Waldvegetation im Gebiet der Oberitalienischen Seen während der ausgehenden Würmeiszeit lockerer gewesen ist als im Schweizer Mittelland. Seitdem durch die Untersuchungen von BONATTI (1962), MENÉNDEZ AMOR & FLORSCHÜTZ (1964) und VAN DER HAMMEN & AL. (1965) nachgewiesen worden ist, dass der Mittelmeerraum während der letzten Eiszeit keineswegs zusammenhängende Wälder trug, erscheint die spätglaziale Waldarmut in den Südtälern der Alpen nicht allzu überraschend. Dabei könnte es sich bei dieser relativen Waldlosigkeit südlich der Alpen infolge der hohen Kontinentalität des spätglazialen Klimas, wie überhaupt im ganzen Mittelmeergebiet, eher um Trocken- als um Kältegrenzen gehandelt haben.

Der erste Hinweis, dass diese Vermutung zutrifft, findet sich bereits in ZOLLER (1960). Die folgenden Werte des BP/NBP-Verhältnisses im Alleröd-Optimum, mit steigender Höhenlage, lassen darüber kaum mehr begründete Zweifel aufkommen:

424 m	Lago d'Origlio (ZOLLER 1960)	BP	ca.	70%
		NBP [1]	ca.	25%
970 m	Gola di Lago (ZOLLER & KLEIBER 1971)	BP	ca.	75-80%
		NBP [1]	ca.	12-20%
1230 m	Bedrina-Dalpe (ZOLLER 1960)	BP	ca.	95%
		NBP [1]	ca.	2-3%
1700 m	Suossa-San Bernardino (ZOLLER & KLEIBER 1971)	BP	ca.	80%
		NBP [1]	ca.	10%

[1] Ohne Gramineae und Cyperaceae.

Da die betreffenden Werte in jedem einzelnen Moor über mehrere Horizonte und durch hohe Pollensummen gut belegt sind, kann es sich keinesfalls um statistische oder methodisch bedingte Zufälligkeiten handeln, umsoweniger als die gleichen Eigentümlichkeiten auch aus den Untersuchungen im benachbarten Gardaseegebiet hervorgehen (vgl. BEUG 1964; GRÜGER 1968; BERTOLDI 1968).

Die Annahme, dass die überraschende, hoch- und späteiszeitliche Waldarmut im Mittelmeergebiet mehr durch gemässigt-kontinentale Verhältnisse bedingt war, wie sie heute in Innerasien vorkommen, verträgt sich besser mit den sicher existierenden eiszeitlichen Refugialgebieten laubwerfender und immergrüner Gewächse in feuchteren Gegenden, als eine Hypothese, die in Südeuropa eine offene, eiszeitliche Vegetation infolge tiefer Temperaturen annimmt. Für eine aufgelockerte Steppen-, Waldsteppenvegetation in den Tieflagen, Nadelwälder in der mittleren Bergstufe und alpine Pioniergesellschaften über der spätglazialen Waldgrenze sprechen in den Südtälern der Alpen jedenfalls zahlreiche Befunde (vgl. ZOLLER & KLEIBER 1971).

3. Das Alter der "Schlussvereisung" (Daun-Stadium)

Über das Alter der letzten grossen Rückzugsstadien und der dazugehörigen Kaltphasen wurde in den vergangenen Jahren mehrfach diskutiert. Zunächst hat LANG

(1961) die von ZOLLER (1960) beschriebene präboreale "Piottino-Kaltphase" in die jüngere Dryas-Zeit zurückversetzt. BERTOLDI (1968) hat diese Auffassung ohne weitere Begründung übernommen. Mehr in unserem Sinne hat sich BEUG (1964) mit dieser schwierigen Frage auseinandergesetzt, während GRÜGER (1968) das Problem offengelassen hat. Bereits 1966 konnten aber ZOLLER, SCHINDLER & RÖTHLISBERGER im Val Frisal (Tödigebiet) zeigen, dass das Eis auf Alp Frisal erst gegen Ende des Präboreals von den markanten Moränen des letzten Rückzughaltes (Daun) gewichen ist. Nachdem die entsprechende präboreale Kaltphase bereits in Ostfriesland durch BEHRE (1966), in Norwegen durch ANUNDSEN & SIMONSEN (1968) und in den Pingos von Belgien durch W. MULLENDERS und Mitarbeiter (mündl.) mehrfach nachgewiesen worden ist, fällt es schwer, die neuerliche Umdatierung des Diagrammes von Bedrina durch LANG (1970) zu akzeptieren. Unterdessen haben wir selber bei Gola di Lago ob Tesserete und Suossa-San Bernardino in Profilen, die vor dem Bölling-Interstadial einsetzen, zwei deutliche nachallerödzeitliche NBP-Maxima festgestellt (ZOLLER & KLEIBER 1971; dort auch eine eingehende Diskussion, weshalb sich auf der Bedrina "Piottino" ausgewirkt hat und die jüngere Dryas-Zeit kaum). Überdies fanden sich in je einem Profil aus dem Lukmaniergebiet und Vorderrheintal ebenfalls zwei voneinander getrennte nachallerödzeitliche NBP-Maxima (H.-J. MÜLLER, unpubl.). Aus Fig. 2 geht hervor, dass die jüngere dieser NBP-Phasen in beiden Fällen erst ca. 7300 v. Chr. endet, was auch durch den simultanen *Corylus*-Anstieg und das rasche Aufkommen von EMW bestätigt wird. Die beiden Profile, von denen eines in unmittelbarer Nähe des Val Frisal entnommen wurde, zeigen eine sehr klare, unzweideutige Gliederung. Die abschliessende Diskussion über diese glazial- und klimageschichtlich wesentliche Frage soll in MÜLLERS Arbeit erfolgen.

Bei dieser Gelegenheit sei jedoch noch auf eine andere Tatsache hingewiesen, die deutlich für ein präboreales Alter des Daun-Stadiums spricht: Schon auf S. 116 wurde erwähnt, dass der Reussgletscher gegen Ende der jüngeren Dryas-Zeit bis nach Intschi unterhalb Gurtnellen vorgestossen ist (Fig. 1). HANTKE (1958) hat dieses markante Stadium zu Recht als Jung-Gschnitz eingestuft. Offensichtlich handelt es sich dabei auch nicht um den letzten grösseren Stand des Reussgletschers. Dieser befindet sich ca. 12 km talaufwärts und bildet dort den ausgeprägten Wall, auf dem die Dorfkirche von Göschenen steht (vgl. auch ZOLLER, SCHINDLER & RÖTHLISBERGER 1966). Dass dieser letzte, dem Daun-Stadium entsprechende Vorstoss, dessen Seitenmoräne sich "auf Berg" nördlich der Göscheneralp ausgezeichnet verfolgen lässt, viel wahrscheinlicher in das Präboreal fällt und mit der "Piottino-Phase" identisch ist als mit der jüngeren Dryas-Zeit, braucht nach dem Gesagten kaum noch näher begründet zu werden.

4. Die postglazialen Kältephasen

In Tabelle 1 ist den postglazialen Kältephasen eine besondere Rubrik gewidmet. Die Serie kurzfristiger, relativ kalter Perioden setzt schon in Präboreal mit der "Piottino-Kaltphase" ein. Sobald es gelungen ist, die Koinzidenz von Piottino-Kaltphase und Daun-Stadium an mehreren Lokalitäten mit der ^{14}C-Methode überzeugend zu bestätigen, wird man sich allerdings überlegen müssen, ob nicht die

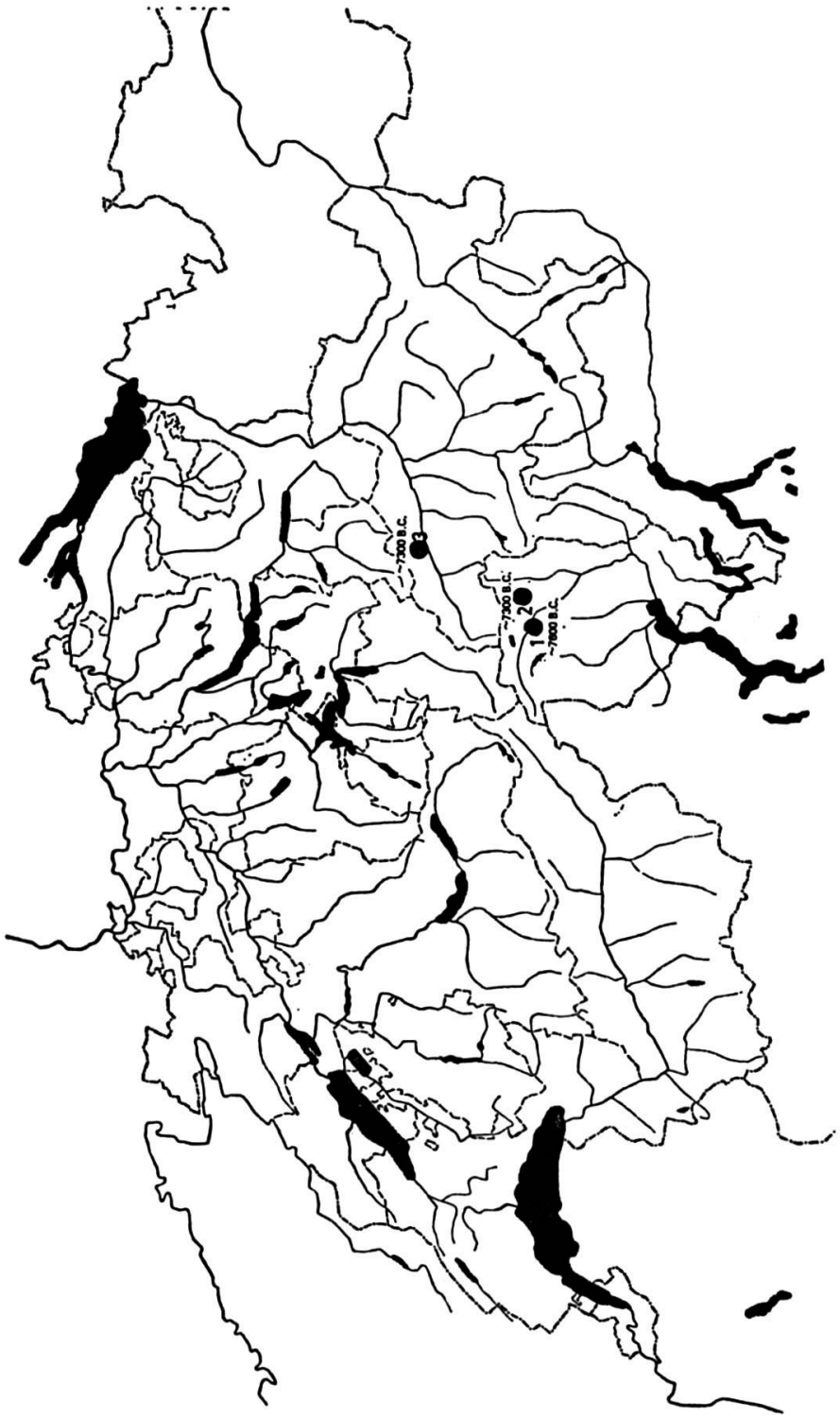

Fig. 2. — Das Ende der spatglazialen NBP-Phasen in der Nähe von "Daun"-Moränen:
1, Bedrina, Leventina; **2**, Campra, Lucomagno; **3**, Brigels, Vorderrheintal (**1** nach ZOLLER 1960; **2-3** nach H.-J. MÜLLER unpubl.).

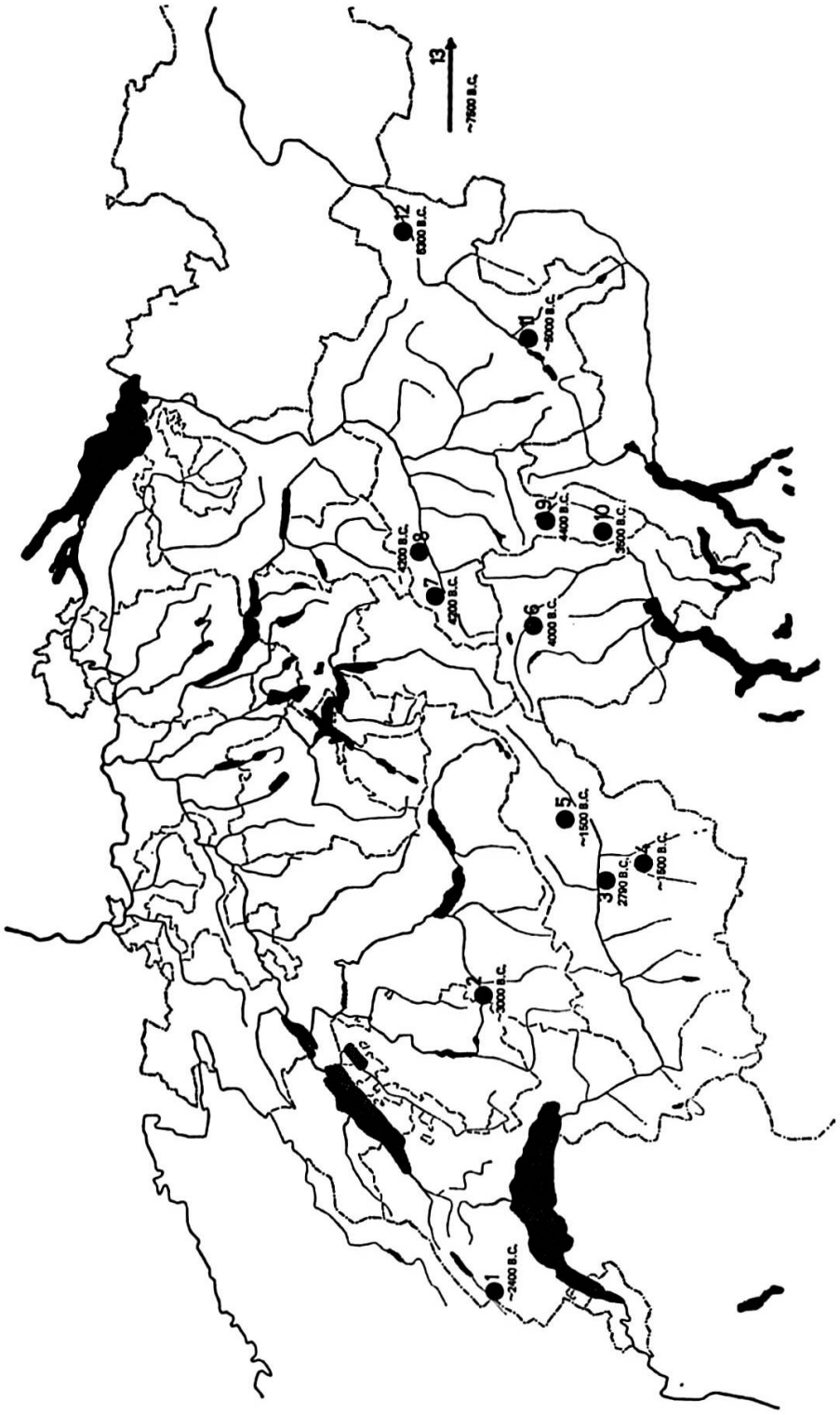

Fig. 3. — Der Beginn grösserer Häufigkeit von *Picea abies*:

1, Creux du Croue, Südjura; **2**, Bruchpass, Simmental; **3**, Böhnigsee, Zeneggen; **4**, Grächen; **5**, Eggen, Goms; **6**, Bedrina, Leventina; **7**, Segnes, Vorderrheintal; **8**, Brigels, Vorderrheintal; **9**, Suossa, San Bernardino; **10**, Pian di Signano, Misox; **11**, St. Moritz; **12**, Scuol, Unterengadin; **13**, Kärnten (1 nach WEGMÜLLER 1966; **2**, **4-5** nach WELTEN 1958; **3** nach MARKGRAF 1969; **6**, **10** nach ZOLLER 1960; **7-8** nach H.-J. MÜLLER unpubl.; **9** nach ZOLLER & KLEIBER 1971; **11** nach KLEIBER & ZOLLER unpubl.; **12** nach WELTEN 1962; **13** nach FRITZ 1967).

Grenze Pleistozän-Holozän vom Ende der jüngeren Dryas-Zeit in die Mitte oder an das Ende des Präboreals zu verlegen ist, umsomehr als die massive Klimaverbesserung, die unmittelbar nachher folgte, mindestens ebenso entscheidend war, wie der Umschwung am Ende der jüngeren Dryas-Zeit.

Mit den jüngeren Kaltphasen und Gletscherständen haben sich besonders HEUBERGER (1956), ZOLLER (1958, 1960), MAYR (1964) und ZOLLER, SCHINDLER & RÖTHLISBERGER (1966) beschäftigt. Insgesamt muss aus den bereits mehrfach belegten Rückschlägen geschlossen werden, dass die alpine Waldgrenze während der Wärmezeit keineswegs immer viel höher verlaufen ist als die rezente. Eine Übersicht über die Koinzidenzen dieser Schwankungen im Bereich der Schweizer Alpen findet sich in ZOLLER (1968a). Auch wenn diese kleineren, meist nicht wesentlich über die jetzige Vergletscherung hinausgehenden Vorstösse nur an lokal dazu geeigneten Orten oder in unmittelbarer Nähe der Gletscher wahrgenommen werden können, so weisen die bisher bekannten Phänomene, da sie oftmals korreliert werden können, doch auf mehrere kurzfristige Perioden hin, in denen das Klima ungefähr dem rezenten glich oder noch etwas ungünstiger war.

Soeben haben BORTENSCHLAGER & PATZELT (1969) über wärmezeitliche Klima- und Gletscherschwankungen im Gebiet der Venedigergruppe berichtet und dabei eine erste Hochstandsperiode "Venedigerschwankung" im Boreal (6700-6000 v. Chr.) beobachtet. Dabei ergeben sich interessante Parallelen zum Val Frisal im Tödigebiet. Dort zeichnen sich im Pollendiagramm während des Boreals ebenfalls drei kurze, mehr oder weniger ausgeprägte Rückschläge ab, nachdem in einer vorausgehenden Warmphase, das Eis die Daunmoränen verlassen hat (vgl. ZOLLER, SCHINDLER & RÖTHLISBERGER 1966). Freilich kann der Ablauf solcher kleiner Oszillationen durch die lokalen Verhältnisse sehr stark modifiziert werden, worauf wir schon im Falle der Göschener-Kaltphase hingewiesen haben. Auch wenn die Untersuchungen im Venedigergebiet erneut auch Koinzidenzen zu den in den Schweizer Alpen festgestellten Misoxer-Schwankungen bringen, so zeigen gerade die Befunde von BORTENSCHLAGER & PATZELT, dass sich diese Phänomene nicht ohne weiteres über grössere Räume parallelisieren lassen. In einer Periode, die sich nach MAYR (1964) in den Stubaier Alpen durch deutliche Vorstösse auszeichnet (ca. 1500-1300 v. Chr.) konnten BORTENSCHLAGER & PATZELT im Venedigergebiet ebenfalls einen grösseren Gletscherstand ("Löbbenschwankung") nachweisen. Von all dem scheint aber in den Gebirgen der Zentralschweiz nichts manifest zu werden. Trotzdem wird man sich genauer überlegen müssen, ob nicht gerade solche relativ geringfügige Kältephasen Änderungen im allgemeinen Konkurrenzgewicht der planar-collinen Laubwälder ausgelöst haben (z.B. Ulmenabfall, Buchenausbreitung usw.).

5. Die Ausbreitungsgeschichte der Rottanne (Picea abies)

Mit Hilfe der ^{14}C-Daten, die in Fig. 3 zusammengestellt sind, ist es gut möglich, die wichtigsten Züge der Ausbreitung von *Picea abies* in den Schweizer Alpen darzustellen. Als Daten wurden hier nur solche gewählt, die den Anstieg der Fichte zu grösserer Häufigkeit (Subdominanz oder Dominanz) fixieren. Der Zeitpunkt der

Einwanderung in einem Gebiet lässt sich aus dem Beginn der zusammenhängenden Pollenkurve nicht mit genügender Sicherheit bestimmen.

Man hat davon auszugehen, dass offensichtlich die mittelitalienischen Refugien bei der Wiederbesiedlung der Alpen keine Rolle gespielt haben, während in Kärnten, nahe bei den illyrisch-pannonischen, *Picea abies* im Spätglazial erscheint und im Präboreal (ca. 7500 v. Chr.) häufig wird. Da *Picea abies* im Unterengadin bereits im frühen Boreal (ca. 6300 v. Chr.) sich stärker ausbreitet, darf man annehmen, dass sie sich in den nördlichen und zentralen Ostalpen relativ rasch gegenüber der spätglazial-präborealen Föhren-Lärchen-Arven-Vegetation durchgesetzt hat. Dagegen blieb die Rottanne am südlichen Alpenrand, wie die Untersuchungen aus dem Etsch- und Tessingebiet zeigen, immer untergeordnet und fehlt den äussersten Ketten ganz. Damit stimmt auch ihre nordost-südwestliche Ausbreitungsrichtung im Inntal überein, wo sie in der Umgebung von St. Moritz erst um ca. 5000 v. Chr. häufiger wird.

Zu den auffallendsten Phänomenen der postglazialen Vegetationsgeschichte in den Schweizer Alpen gehört die Tatsache, dass sich westlich vom Engadin die Expansion von *Picea abies* wesentlich verzögert hat. Relativ früh scheint sie aus dem Hinterrheingebiet über den Bernhardinpass ins oberste Misox eingewandert zu sein, wo sie in Suossa spätestens um 4400 v. Chr. häufig wird. Erst gegen 4000 v. Chr. vermag sie im westbündnerischen Vorderrheintal die ältere Föhren- und Weisstannenreiche Vegetation endgültig zu verdrängen und wenig später erobert sie die oberen Tessintäler. Sukzessive dringt *Picea abies* von Norden nach Süden in den frühwärmezeitlichen montanen bis subalpinen *Abies*-Wald der insubrischen Schweiz ein und fasst bereits vor 3000 v. Chr. auch im mittleren Tessin Fuss. Ihr weiterer Zug gegen den Alpenrand hin wird dann allerdings rasch abgebremst und ist wohl heute noch nicht völlig abgeschlossen.

Mit einer nochmaligen Verzögerung gelangt *Picea abies* westlich des Rheingebietes zur Vorherrschaft, im Berner Oberland erst ca. 3000 v. Chr. Etwas später kommt sie dann auch im südlichen Jura auf und dürfte dort wohl eine grössere Rolle im natürlichen Waldkleid gespielt haben, als von den Pflanzensoziologen angenommen wurde (vgl. MOOR 1951; RICHARD 1961; WEGMÜLLER 1966). Die sehr jungen Daten, besonders im Aletschgebiet (ca. 1500 v. Chr.), machen es wahrscheinlich, dass *Picea abies* das innere Wallis erst spät und von Westen her, rhonetalaufwärts, erreicht hat.

6. Die Ausbreitungsgeschichte von Weisstanne (Abies alba) und Rotbuche (Fagus silvatica)

Eine Zusammenfassung über die postglaziale Ausbreitungsgeschichte von *Abies alba* in der Schweiz wurde schon 1964 von ZOLLER gegeben. Wenn in Fig. 4 trotzdem eine Übersicht der betreffenden ^{14}C-Daten veröffentlicht wird, so deshalb, weil inzwischen unsere Kenntnisse entscheidend erweitert worden sind. Wiederum beziehen sich sämtliche Daten, wie bei *Picea abies*, auf den Anstieg zu grösserer Häufigkeit (vgl. S. 122). Dagegen haben wir auf eine Übersicht über die ^{14}C-Daten zur Ausbreitung von *Fagus silvatica* verzichtet, da die postglaziale Entstehung der Buchen- und Buchen-Weisstannenwälder schon durch ZOLLER & KLEIBER (1967) sehr eingehend behandelt worden ist.

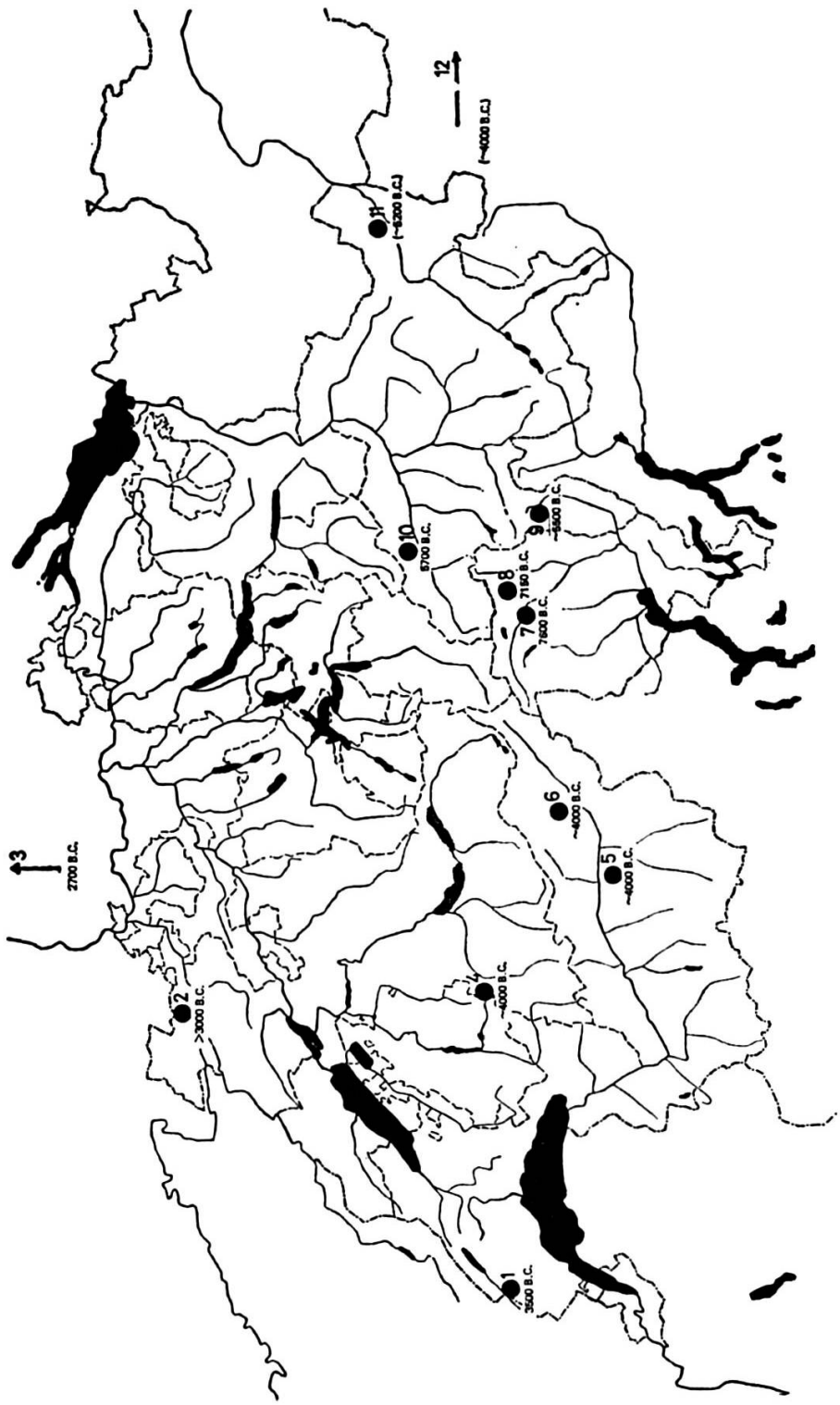

Fig. 4. — Der Beginn grösserer Häufigkeit von *Abies alba*:

1, Creux du Croue, Südjura; **2**, Löwenburg, Berner Jura; **3**, Giersbacher Moor, Schwarzwald; **4**, Bruchpass, Simmental; **5**, Böhnigsee, Zeneggen; **6**, Eggen, Goms; **7**, Bedrina, Leventina; **8**, Campra, Lucomagno; **9**, Suossa, San Bernardino; **10**, Brigels, Vorderrheintal; **11**, Scuol, Unterengadin; **12**, Kärnten (**1** nach WEGMÜLLER 1966; **2** nach E. SCHMID unpubl.; **3** nach LANG 1955; **4**, **6** nach WELTEN 1958; **5** nach MARKGRAF 1969; **7** nach ZOLLER 1960; **8**, **10** nach H.-J. MÜLLER unpubl.; **9** nach ZOLLER & KLEIBER 1971; **11** nach WELTEN 1962; **12** nach FRITZ 1967).

Dass im Falle von *Abies alba* die Refugien auf der Apenninen-Halbinsel für die Besiedlung der westlichen und mittleren Alpen ausschlaggebend waren, wird durch das sehr frühe Dominieren in der insubrischen Schweiz eindeutig belegt. Den piemontesischen Alpenrandketten entlang ist die Weisstanne bereits vor 7000 v. Chr. in die Tessintäler gelangt, was durch H.-J. MÜLLER (unpubl.) in Campra, Lucomagno, erneut sehr schön bestätigt worden ist. Die scharfe Verzögerung, die *Abies* in ihrer west-östlichen Ausbreitung am südlichen Alpenrand in den Tessintälern erfahren hat, ist namentlich durch das überraschend späte Einsetzen hoher *Abies*-Werte im oberen Misox nachgewiesen. Sie wird dort erst ca. 5500 v. Chr. häufiger, gleichzeitig mit dem Beginn der geschlossenen Kurve im Gardaseegebiet (BEUG 1964).

Auffallend früh (5200 v. Chr.) erscheint die Weisstanne bei Avrona im Unterengadin, wobei es sich freilich nach WELTEN (1962) nur um geringe Werte handelt. Da aber im benachbarten Val Samnaun bis heute ein isoliertes, zentralalpines *Abies*-Vorkommen erhalten geblieben ist, muss doch auf dieses frühe Auftauchen im Unterengadin geachtet werden. Dass die Art über den Malojapass und durch das Oberengadin nach Nordosten gewandert ist, erscheint fast ausgeschlossen, ebenso eine Besiedlung vom nördlichen oberösterreichisch-bayerischen Alpenrand her, wo sie erst sehr viel später auftritt. Dagegen erscheint es nach den bisherigen ^{14}C-Daten durchaus möglich, dass sie aus dem Etschgebiet über den tiefen Reschenpass ins Samnaun eingewandert ist, was allerdings noch in den Mooren bei Nauders nachzuprüfen wäre.

Dass im Boreal *Abies* den Lukmanierpass in süd-nördlicher Richtung überschritten hat und früh vom Tessin ins Rheingebiet vorgestossen ist, darf heute als eindeutig belegt gelten, nachdem unsere früheren Ergebnisse aus Frisal (ZOLLER 1964) durch H.-J. MÜLLER (unpubl.) mehrfach bestätigt worden sind. Dagegen bedarf die Frage, ob dieser Vorstoss die Tanne bereits im älteren Atlantikum bis nach Vorarlberg und ins Allgäu gebracht hat, noch einer endgültigen Abklärung. Demgegenüber ist *Abies* am nordwestlichen Alpenrand merkwürdig spät dominant geworden. Ob ihre Transgression von Osten oder von Westen her erfolgt ist, lässt sich zur Zeit noch nicht mit Bestimmtheit entscheiden, da entsprechende Untersuchungen in den Savoyer-Alpen noch immer fehlen. Das späte Erscheinen im Jura könnte auch auf eine Ausbreitung aus dem Rheingebiet hinweisen.

Innerhalb der Kette des Schweizer Juras hat sich *Abies alba* offenbar schnell ausgebreitet, da sie auch schon im Birsgebiet (Löwenburg im Lützeltal) spätestens 3000 v. Chr. vorhanden war. Nur wenig später scheint sie den Südschwarzwald erreicht zu haben (2700 v. Chr.). Da sie bei der Löwenburg in relativ niedriger Lage nachgewiesen ist (ca. 600 m) erscheint nach den ^{14}C-Daten eine Einwanderung in den Südschwarzwald via Schweizer Jura als recht wahrscheinlich. Die Überquerung der trockenwarmen Rheintalrinne ist vermutlich durch die etwa um 3000 v. Chr. einsetzende "Piora-Kaltphase" begünstigt worden.

In der rezenten Vegetation spielen Mischwälder von *Fagus* und *Abies* eine bedeutende Rolle. In der Pflanzensoziologie herrscht durchaus die Annahme vor, die Komponenten einer solchen "Assoziation" wären in gemeinsamer Front während des Postglazials zurückgewandert. Dass es sich dabei um historisch weit auseinanderliegende, voneinander unabhängige Transgressionen handeln kann, wurde besonders

von ZOLLER & KLEIBER (1967) gezeigt. So ist *Abies* in den insubrischen Tälern bereits vor 7000 v. Chr. eingewandert, während *Fagus*, ihr Partner im Buchen-Weisstannengürtel, sich erst nach 3000 v. Chr. ausgebreitet hat. Daraus folgt, dass grundsätzlich die Komponenten ein und derselben Pflanzenassoziation historisch verschiedenen Einwanderungsphasen angehören können.

SUMMARY

The important facts of the late glacial and postglacial history of the vegetation in Switzerland are summarized. The following facts and problems, related to paleoclimatology, glaciology and history of vegetation, are discussed:

— the much earlier retreat of the glaciers in the southern valleys of the Alps than in the northern ones; and the comparatively late melting (not before the end of the Boreal period) of the stagnant ice masses in the upper Engadine valley;

— the relatively open tardiglacial steppe-forest vegetation, apparently correlated with a temperate continental climate;

— the correlation between the cold "Piottino" oscillation and the "Daun" re-advance;

— the cold periods of postglacial age;

— the condiderably delayed immigration of *Picea abies* in the western Swiss Alps;

— the spread of *Abies* and *Fagus* in independent, historically quite different transgressions.

LITERATURHINWEISE

ANUNDSEN, K. & A. SIMONSEN (1968) Et pre-borealt breframstøt på Hardangervidda og i området mellom Bergensbanen og Jotunheimen. *Årbok Univ. Bergen Mat.-Naturvitensk. Ser.* 1967/7, 42 pp.

BEHRE, K.-E. (1966) Untersuchungen zur spätglazialen und frühpostglazialen Vegetationsgeschichte Ostfrieslands. (Mit einem Beitrag zur Gliederung des Präboreals). *Eiszeitalter & Gegenwart* 17: 69-84.

BERTOLDI, R. (1968) Ricerche pollinologiche sullo sviluppo della vegetazione tardiglaciale e postglaciale nella regione del lago di Garda. *Stud. Trentini Sci. Nat.*, ser. B, 45/1: 87-162.

BEUG, H.-J. (1964) Untersuchungen zur spät- und postglazialen Vegetationsgeschichte im Gardaseegebiet unter besonderer Berücksichtigung der mediterranen Arten. *Flora* 154: 401-444.

BONATTI, E. (1962) Late Quaternary pollen sequences from Central Italy. *Pollen & Spores* 4: 335-336.

BORTENSCHLAGER, S. & G. PATZELT (1969) Wärmezeitliche Klima- und Gletscherschwankungen im Pollenprofil eines hochgelegenen Moores (2270 m) der Venedigergruppe. *Eiszeitalter & Gegenwart* 20: 116-122.

FRITZ, A. (1967) Beitrag zur spät- und postglazialen Pollenstratigraphie und Vegetationsgeschichte Kärntens. *Carinthia* 2/77: 5-37.

GRÜGER, J. (1968) Untersuchungen zur spät- und frühpostglazialen Vegetationsentwicklung der Südalpen im Umkreis des Gardasees. *Bot. Jahrb. Syst.* 88: 163-199.

HAMMEN, T. VAN DER, T. A. WIJNSTRA & W. H. VAN DER MOLEN (1965) Palynological study of a very thick peat section in Greece, and the Würmglacial vegetation in the Mediterranean region. *Geol. & Mijnb.* 44: 37-39.

HÄNI, R. (1964) Pollenanalytische Untersuchungen zur geomorphologischen Entwicklung des bernischen Seelandes um und unterhalb Aarberg. *Mitt. Naturf. Ges. Bern*, ser. 2, 21: 75-97.

HANTKE, R. (1958) Die Gletscherstände des Reuss- und Linthsystems zur ausgehenden Würmeiszeit. *Eclog. Geol. Helv.* 51/1: 119-149.

HEUBERGER, H. (1956) Gletschervorstösse zwischen Daun- und Fernau-Stadium in den nördlichen Stubaier Alpen (Tirol). *Z. Gletscherk. Glazialgeol.* 3: 91-98.

LANG, G. (1955) Neue Untersuchungen über die spät- und nacheiszeitliche Vegetationsgeschichte des Schwarzwaldes. II. Das absolute Alter der Tannenzeit im Südschwarzwald. *Beitr. Naturk. Forsch. Südwestdeutschl.* 14/1: 23-31.

— (1961) Die spät- und frühpostglaziale Vegetationsentwicklung im Umkreis der Alpen. Bemerkungen zur Arbeit H. Zoller "Pollenanalytische Untersuchungen zur Vegetationsgeschichte der insubrischen Schweiz" 1960. *Eiszeitalter & Gegenwart* 12: 9-17.

— (1962) Vegetationsgeschichtliche Untersuchungen der Magdalénien-Station an der Schussenquelle. *Veröff. Geobot. Inst. ETH Stiftung Rübel Zürich* 37: 129-154.

— (1970) Florengeschichte und mediterran-mitteleuropäische Florenbeziehungen. *Feddes Repert.* 81: 315-335.

MARKGRAF, V. (1969) Moorkundliche und vegetationsgeschlichtliche Untersuchungen an einem Moorsee an der Waldgrenze im Wallis. *Bot. Jahrb. Syst.* 89: 1-63.

MAYR, F. (1964) Untersuchungen über Ausmass und Folgen der Klima- und Gletscherbewegungen seit dem Beginn der postglazialen Wärmezeit. *Z. Geomorphol.* ser. 2, 8: 257-285.

MENÉNDEZ AMOR, J. & F. FLORSCHÜTZ (1964) Results of the preliminary palynological investigation of samples from a 50 m boring in southern Spain. *Bol. Real Soc. Esp. Hist. Nat. Secc. Geol.* 62: 251-255.

MOOR, M. (1951) Die Fagion-Gesellschaften im Schweizer Jura. *Beitr. Geobot. Landesaufn. Schweiz* 31, 201 pp.

MÜLLER, H.-J. (unpubl.) Pollenanalytische Untersuchungen zum Eisrückzug und zur Vegetationsgeschichte in Vorderrhein- und Lukmaniergebiet.

RICHARD, J.-L. (1961) Les forêts acidophiles du Jura. *Beitr. Geobot. Landesaufn. Schweiz* 38, 164 pp.

SCHINDLER, C. (1968) Zur Quartärgeologie zwischen dem untersten Zürichsee und Baden. *Eclog. Geol. Helv.* 61/2: 395-433.

STAUB, R. (1952) Der Pass von Maloja — Seine Geschichte und Gestaltung. In: *Die Passlandschaft von Maloja und die Gletschermühlen*: 3-84. Chur.

WEGMÜLLER, S. (1966) Über die spät- und postglaziale Vegetationsgeschichte des südwestlichen Jura. *Beitr. Geobot. Landesaufn. Schweiz* 48, 143 pp.

WELTEN, M. (1958) Die spätglaziale und postglaziale Vegetationsentwicklung der Berner-Alpen und -Voralpen und des Walliser Haupttales. *Veröff. Geobot. Inst. Rübel Zürich* 34: 150-158.

— (1962) Einige Ergebnisse pollenanalytisch-vegetationsgeschichtlicher Untersuchungen im Unterengadin. *Verh. Schweiz. Naturf. Ges.* 142: 107-108.

ZOLLER, H. (1958) Pollenanalytische Untersuchungen im unteren Misox mit den ersten Radiocarbon-Datierungen in der Südschweiz. *Veröff. Geobot. Inst. Rübel Zürich* 34: 166-175.

— (1960) Pollenanalytische Untersuchungen zur Vegetationsgeschichte der insubrischen Schweiz. *Denkschr. Schweiz. Naturf. Ges.* 83/2: 45-156.

— (1964) Zur postglazialen Ausbreitungsgeschichte der Weisstanne (Abies alba Mill.) in der Schweiz. *Schweiz. Z. Forstwesen* 115: 681-700.

— (1968) Die Vegetation vom ausgehenden Miozän bis ins Holozän. In: *Archäologie der Schweiz. 1, Die ältere und mittlere Steinzeit*: 27-42.

— (1968a) Postglaziale Klimaschwankungen und ihr Einfluss auf die Waldentwicklung Mitteleuropas einschliesslich der Alpen. *Ber. Deutsch. Bot. Ges.* 80: 690-696.

— & H. KLEIBER (1967) Über die postglaziale Einwanderung und Ausbreitung der Rotbuche (Fagus silvatica L.) am südlichen Alpenrand. *Bauhinia* 3, 2: 255-264.

— & H. KLEIBER (1971) Vegetationsgeschichtliche Untersuchungen in der montanen und subalpinen Stufe der Tessintäler. *Verh. Naturf. Ges. Basel* 81 (im Druck).

— C. SCHINDLER & H. RÖTHLISBERGER (1966) Postglaziale Gletscherstände und Klimaschwankungen im Gotthardmassiv und Vorderrheingebiet. *Verh. Naturf. Ges. Basel* 77: 97-164.

DISKUSSION

FAVARGER demande si des recherches ont été entreprises sur la durée de la persistance des glaces dans le domaine actuel du Kobresietum simpliciusculae. Cette association d'origine nordique, récemment décrite par Braun-Blanquet, est bien développée surtout dans le Val d'Avers. Peut-on établir des analogies avec le cas des espèces arctiques qui se sont maintenues dans la Haute-Engadine longtemps recouverte de glace?

D'après ZOLLER, l'hypothèse d'une corrélation entre la longue persistance de masses de glace isolées et la présence de relictes nordiques est très récente; le cas de la Haute-Engadine est le premier où on l'a appliquée.

WELTEN bemerkt, dass um dieselbe Zeit auch etwa der Rhonegletscher noch die Talsohle des Wallis einnahm; das Oberengadiner Eis könnte man ebenfalls, eher denn als Toteismasse, als ernährten, aber stationär bleibenden Gletscher deuten.

ZOLLER weist darauf hin, dass der ursprünglich sicher ernährte Oberengadiner Gletscher sich in der Folge in drei getrennte Klumpen (entsprechend den heutigen Seen) aufgelöst hat, die man wohl als Toteis betrachten muss. Auch heute noch tauen die Oberengadiner Seen in manchen Jahren sehr spät auf, 1970 z.B. erst anfang Juni. Sicher bestanden enorme Unterschiede zwischen den einzelnen Tälern.

Anschrift der Verfasser: Botanisches Institut der Universität, Schönbeinstrasse 6, CH-4000 Basel.