Zeitschrift: Geographica Helvetica : schweizerische Zeitschrift für Geographie = Swiss journal of geography = revue suisse de géographie = rivista svizzera di geografia

Herausgeber: Verband Geographie Schweiz ; Geographisch-Ethnographische Gesellschaft Zürich

Band: 46 (1991)

Heft: 4

Artikel: Neuere Ergebnisse zur zeitlichen Einstufung der spätglazialen Moränenstände und zum Verlauf der postglazialen Waldgrenze im nordöstlichen Pelvoux (französiche Nordalpen)

Autor: Biju-Duval, J. / Hannss, Ch. / Schoch, W.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-872566

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: 12.07.2025

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

Neuere Ergebnisse zur zeitlichen Einstufung der spätglazialen Moränenstände und zum Verlauf der postglazialen Waldgrenze im nordöstlichen Pelvoux (französische Nordalpen)

1. Die geomorphologischen Grundzüge des Untersuchungsgebietes unter besonderer Berücksichtigung der spätglazialen Vergletscherungsphasen

Das Untersuchungsgebiet umfaßt im wesentlichen nordwestliche Randbereiche des Pelvoux-Massivs östlich der bekannten Wintersportstation *Les Deux-Alpes*. Hier wurden in einem ehemaligen natürlichen See, dem *Lac du Plan*, 1982 mehrere fossile Hölzer geborgen. Aus glazialmorphologischen Gründen wurde noch das von COUTEAUX pollenanalytisch untersuchte Tal der *Pisse de la Muzelle*[1], das wenig südlich von *Les Deux-Alpes* liegt, mit in die Betrachtungen einbezogen.

Der die fossilen Hölzer bergende *Lac du Plan* liegt in knapp 2300 m rund 3 km östlich von *Les Deux-Alpes* in Gneisen, an die sich ein Streifen dunkler, liasischer Kalkschiefer aus dem Domérien-Toarcien im Osten anschließt. Seine Entstehung verdankt der See dem glazialen Schurf im Kristallin, in dem er zur Gänze angelegt ist. Der obere Einzugsbereich des *Ruisseau du Grand Plan* ist heute nicht mehr vergletschert. Theoretisch müßten die hochgelegenen Gratflanken jedoch noch im 19. Jahrhundert von Gletschern eingenommen worden sein. Möglicherweise sind die verwaschenen Moränen nordöstlich der *Tête Moute* dem Stand von 1850 zuzuordnen. In der *Combe du Thuit*, 400 m westlich des *Lac du Plan*, ist ein markantes dreigegliedertes spätglaziales Moränensystem entwickelt. Es setzt in 2240 m an und bricht in 2010 m ab. Der 2:1-Methode wie der Lichtenecker-Visser-Methode gemäß hat sich dafür eine stadiale Schneegrenze von 2240 bis 2250 m und damit ein am ehesten daunzeitliches Alter ergeben. Nach den bemerkenswerten pollenanalytischen Ergebnissen von COUTEAUX (1983a) im *Pisse de la Muzelle*-Tal müßte diese daunzeitliche Moräne älter als das Bölling, ja sogar älter als zumindestens die auslaufende Älteste Dryas sein. Denn COUTEAUX (1982a, S. 37) fand in der *Tourbière de la Muzelle*, in 2140 m Höhe, in maximal 7 m mächtigen Ton-, Gyttja- und Torfablagerungen eine komplette Abfolge ältestdryaszeitlicher bis subatlantischer Pollensequenzen. Dieses Ergebnis beweist, dass die Höhenbereiche, in dem sich das dreigestaffelte Moränensystem der *Combe de Thuit* befindet, seit der auslaufenden Ältesten Dryas nicht mehr vergletschert gewesen sein können und die hier beobachteten Daunmoränen demnach älter als das Bölling sein müssen. Zu ähnlichen Ergebnissen bezüglich des Daunalters kam BURGA (1981, S. 149) im Bereich des Albulapasses.

Die rezente Schneegrenze bezogen auf 1978 im *Pisse de la Muzelle*-Tal liegt nach der 2:1-Methode bei 2715 m und nach der Höfer-Methode bei 2830 m. Die 1850er-Schneegrenze erreichte hier nach der 2:1-Methode 2585 m (= Depression von 130 m), nach der Höfer-Methode 2721 m (= Depression von 109 m) und nach der Lichtenecker-Visser-Methode 2565 m (= Depression von 150 m) auf die nach der 2:1-Methode berechnete rezente Schneegrenze von 1978. Der sich daraus ergebende durchschnittliche Depressionswert für den 1850er Stand entspricht in etwa den Werten, die auch für die benachbarte *Belledonne* errechnet worden sind (HANNSS, 1982, Tabelle 15).

Geht man von den von MAISCH (1987, S. 69; 1982, S. 101) mitgeteilten Depressionswerten für die spätglazialen Gletscherstände aus, die größenordnungsmäßig auch für die französischen Alpen gelten dürften (HANNSS, 1982, S. 131; 1980, S. 190), so würden sich im *Pisse de la Muzelle*-Tal für das Egesen (= - 215 m) eine theoretische stadiale Schneegrenze von 2355 m, für das Daun (= - 310 m) von 2260 m, für das Gschnitz (= - 670 m) von 1940 m und für den Steinach-Stand (= - 800 m) von 1770 m ergeben. Das würde bedeuten, dass das Gschnitz- und Steinach-Stadium auf alle Fälle älter als das Bölling bzw. mindestens die auslaufende Jüngere Dryas sind, da laut den pollenanalytischen Ergebnissen von COUTEAUX (1982a, S. 37) seit der (oberen?) Jüngeren Dryas im *Pisse de la Muzelle*-Tal zumindestens alle Areale unterhalb von 2140 m, der Höhe, auf der sich die *Tourbière de la Muzelle* entwickelt hat, eisfrei geblieben sein müssen.

J. Biju-Duval, Direction Départementale de l'Agriculture, 42, rue Marcelin Berthelot, F-38040 Grenoble

Ch. Hannss, Geographisches Institut, Universität Tübingen, Hölderlinstr. 12, D-7400 Tübingen

W. Schoch, Labor für quartäre Hölzer, Tobelhof 13, CH-8134 Adliswil

S. Wegmüller, Botanisches Institut der Universität Bern, Altenbergrain 21, CH-3013 Bern

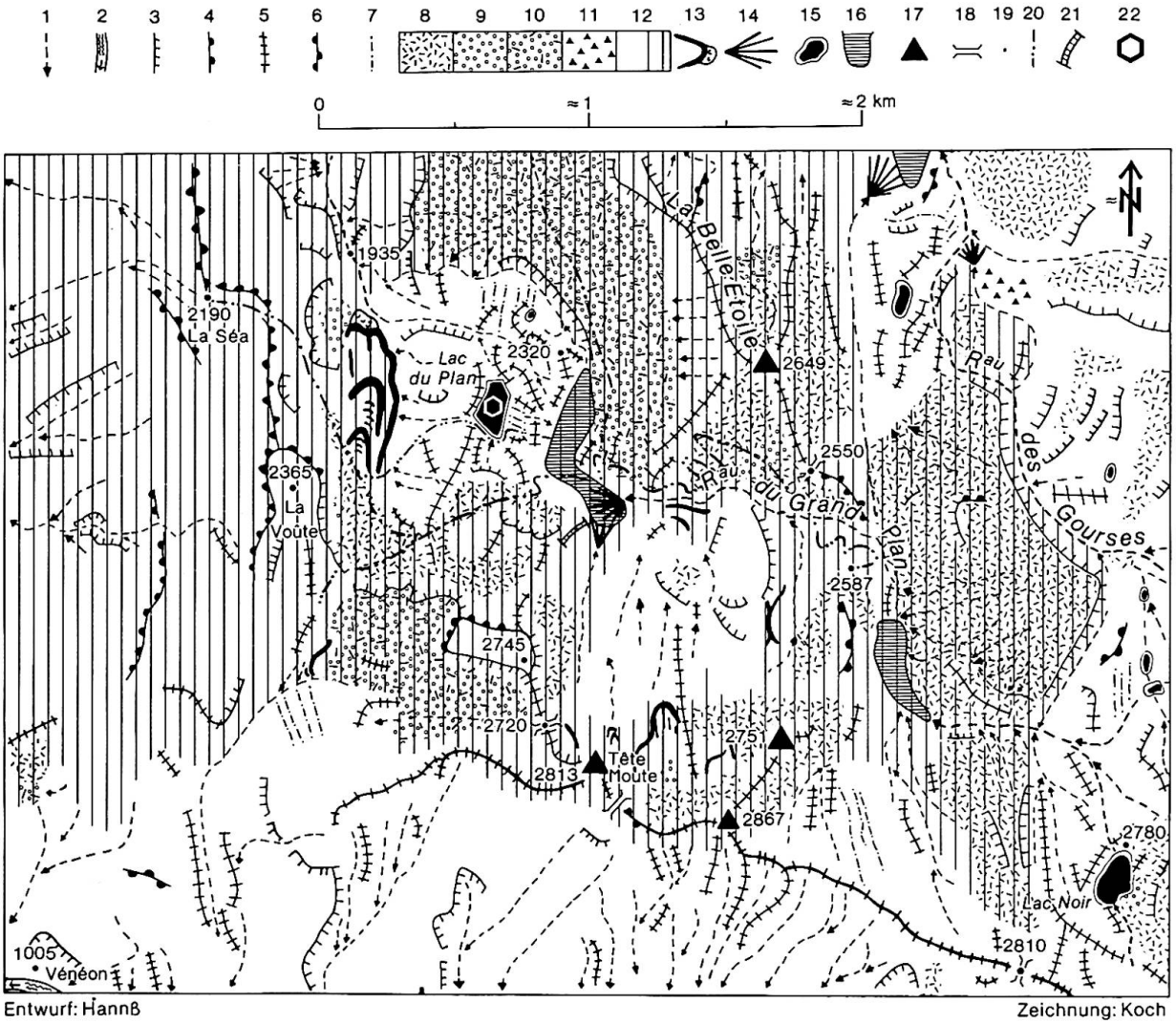

Abb. 1: Die geomorphologischen Grundzüge im Bereich des Lac du Plan* (nach Geländebeobachtungen und Luftbildinterpretation der Aufnahmen F 81 300 3363 214, 215 und 216; HANNSS)

1 = Fluviatil entstandene Tiefenlinien
2 = Flußlauf
3 = Kante
4 = Abgerundete Kante
5 = Grat, Rippe
6 = Rücken
7 = Kluftlinie
8 = Sturzhalden, unbewachsener Schutt
9 = Begrünte Halde
10 = Absterbende Halde, teilweise begrünt
11 = Felssturzmaterial
12 = Gneise (weiß) bzw. mesozoische Sedimentgesteine, vor allem liasische Schiefer und Kalke (= Senkrechtschraffur)
13 = Moränen und Moränenstirn
14 = Schwemmkegel
15 = See
16 = Verlandeter See
17 = Gipfel mit Höhenangabe in Metern
18 = Paß
19 = Höhenkote in Metern
20 = Weg
21 = Lawinenschutzwall
22 = Fundort der fossilen Hölzer

* Für die Mitarbeit an den Reinzeichnungen der drei Abbildungen sei herzlich Herrn G. KOCH vom Geographischen Institut der Universität Tübingen gedankt.

Aber auch der Daunstand müßte auf Grund der allgemeinen Reliefverhältnisse und der von COUTEAUX hier erarbeiteten Pollendiagramme noch in die Zeit vor das Bölling zu stellen sein, da die theoretische Daunschneegrenze auf der Grundlage der von MAISCH 1987 publizierten Depressionswerte mit 310 m unter dem 1850er-Hochstand nur 120 m über der *Tourbière de la Muzelle* gelegen haben dürfte. Wenn der daunzeitliche Gletschervorstoß erst in der Älteren Dryas stattgefunden hätte, wie das PATZELT und BORTENSCHLAGER annehmen (1978, S. 186), dann wäre mit ziemlicher Sicherheit die *Tourbière de la Muzelle* noch einmal vom Eis überfahren und wären die bis in die Älteste Dryas zurückreichenden Moorablagerungen wieder ausgeräumt worden. Dies ist aber nicht der Fall.

Nur der Egesen-Stand sollte auch nach den im oberen *Pisse de la Muzelle*-Tal angetroffenen Verhältnissen jünger als das spätglaziale Bölling-Alleröd-Interstadial sein. Denn ein Gletscher mit der Schneegrenzdepression von 215 m hätte nach der 2:1-Methode im *Ruisseau de Chapeau Roux*-Ast theoretisch nur bis in rund 2150 m herab gereicht und damit die spätglazialen Ablagerungen der *Tourbière de la Muzelle* unberührt gelassen. Ein postallerödzeitliches Alter der Egesen-Moränen postuliert für die Schweizer Alpen überdies BURGA (1981, S. 149).

Das bisher Gesagte gilt weitgehend auch, wenn man die spätglazialen stadialen Schneegrenzen für das Tal der *Pisse de la Muzelle* nicht nach den von MAISCH 1987 und 1982 errechneten Depressionswerten bestimmt, sondern die in der nahegelegenen *Belledonne* von HANNSS (1982, S. 131) gewonnenen absoluten Schneegrenzhöhen der vier spätglazialen Hauptstände Steinach = Sp-A = 2010 m, Gschnitz = Sp-B = 2120 m, Daun = Sp-C = 2330 m und Egesen = Sp-D = 2240 m verwendet.

Die zeitliche Einstufung der wichtigsten spätglazialen Gletschervorstöße auf der Basis der von COUTEAUX im *Pisse de la Muzelle* erzielten pollenanalytischen Ergebnisse ist eine Bestätigung der in den letzten Jahren von der Zürcher Geomorphologenschule erarbeiteten Spätglazialchronologie (MAISCH, 1987, S. 65–71) und widerspricht der von PATZELT (PATZELT, BORTENSCHLAGER, 1978, S. 195) geäußerten Ansicht, daß der Daunstand nicht bereits in die Älteste, sondern erst in die Mittlere Dryas gehöre. Diese Ansicht wurde auch auf die französischen Alpen übertragen (DE BEAULIEU, JORDA, 1977, S. 13; HANNSS, 1980, S. 190). Sie wird heute hier jedoch nicht mehr vertreten (BOREL et al., 1984, S. 45, 50, 51; JORDA, 1987, S. 66).

Wenn aber nun aller Wahrscheinlichkeit nach nicht nur der Steinach-, Gschnitz- und Clavadelvorstoß, sondern auch der des Daun bereits vor dem Bölling-Interstadial stattgefunden hat, ist es auf Grund der pollenanalytisch abgesicherten starken Abkühlung während der Jüngsten Dryas sehr unwahrscheinlich, daß die EgesenMoränen nicht schon während dieses jüngsten spätglazialen Stadials, sondern erst im Präboreal abgelagert worden sein sollen, so wie das DE BEAULIEU, JORDA (1977, S. 13) und BOREL et al. (1984, S. 50) vorgeschlagen haben. Dem widerspricht überdies die ausgeprägte und plötzliche Klimaverbesserung seit dem beginnenden Präboreal, wenn man dafür die in den Westalpen erarbeiteten Ergebnisse als Argumentationsgrundlage heranzieht (BURGA, 1987, S. 76; WEGMÜLLER, 1977, S. 163).

2. Die heutigen Vegetationsverhältnisse

Nach TONNEL, OZENDA (1964, Karte nach S. 24) ist das Waldkleid im Raum von *Les Deux-Alpes* durch folgende Stufen von unten nach oben gekennzeichnet: Auf den Schatthängen des *Vénéon*- und *Romanche*-Tales nördlich und südlich von *Les Deux-Alpes* greifen Fichtenbestände bis rund 1700 m nach oben, die noch der montanen Stufe zugeordnet werden. Darüber folgen *Pinus uncinata*- Formationen. Der Vegetationskarte von TONNEL, OZENDA gemäß reichen sie westlich und östlich von *Les Deux-Alpes* bis in die Höhen von 2300 m. Darüber erstreckt sich die alpine Stufe.

Nach der 1983 in allen Einzelheiten von SCHWARZ aufgezeigten, auf der Frosttrocknistheorie beruhenden Methode, wurde von ihm freundlicherweise die heutige potentielle obere Baumgrenze im Bereich von *Les Deux-Alpes* errechnet. Als klimatische Referenzstation diente ihm das in 1470 m Höhe nördlich des *Lac du Chambon* gelegene *Besse*[2]. Es ergab sich ein Wert von 2200 m, und zwar sowohl unter Verwendung des interdiurnen Veränderlichkeitswertes von 1 wie von 2.

Die reale heutige Wald- und Baumgrenze liegt jedoch um *Les Deux-Alpes* fast durchweg unter 2000 m. Nördlich des *Lac du Plan*, im oberen Einzugsbereich des *Ruisseau de la Pisse*, reicht die Waldgrenze stellenweise sogar bis 1700 m nach oben. Die Talhänge westlich und östlich von *Les Deux-Alpes* sind heute nahezu waldfrei. Einzelne Gehölze, die bis 2170 m hinaufreichen, zeigen jedoch an, daß die natürliche Waldgrenze hier anthropogen stellenweise um mindestens 500 m erniedrigt worden sein muß. Auf große Diskrepanzen zwischen der rezenten Wald- und Baumgrenze hat COUTEAUX (1983c, S. 72) im *Vallon de Lavey* hingewiesen, einem westlichen Nebenast des *Vénéon*-Tales, rund 10 km SSWlich des *Lac du Plan*. Die reale Waldgrenze liegt ihm zu Folge heute hier bei nur 1580 m. *Juniperus communis* kommt im *Vallon de Lavey* vereinzelt dagegen noch bis 1830 m, Picea abies (L.) bis 1880 m, *Populus tremula L.* und *Sorbus aucuparia L.* bis 2000 m, *Betula pendula Roth* bis 2040 m und *Pinus cembra L.* sogar noch in 2150 m vor. Es ist interessant, daß die Geländebefunde im Bereich von *Les Deux-Alpes* und im *Vallon de Lavey* ziemlich genau mit der von SCHWARZ theoretisch berechneten heutigen realen Baumgrenze von 2200 m übereinstimmen.

3. Die fossilen Hölzer und Torfe des Lac du Plan

Daß zwischen 4800 B. P. und 3920 B. P., also im Jüngeren Atlantikum und älteren Subboreal, Baum-, wenn nicht sogar Waldwuchs im Bereich des nordwestlichen *Pelvoux*-Massivs bis in mindestens 2300 m Höhe möglich

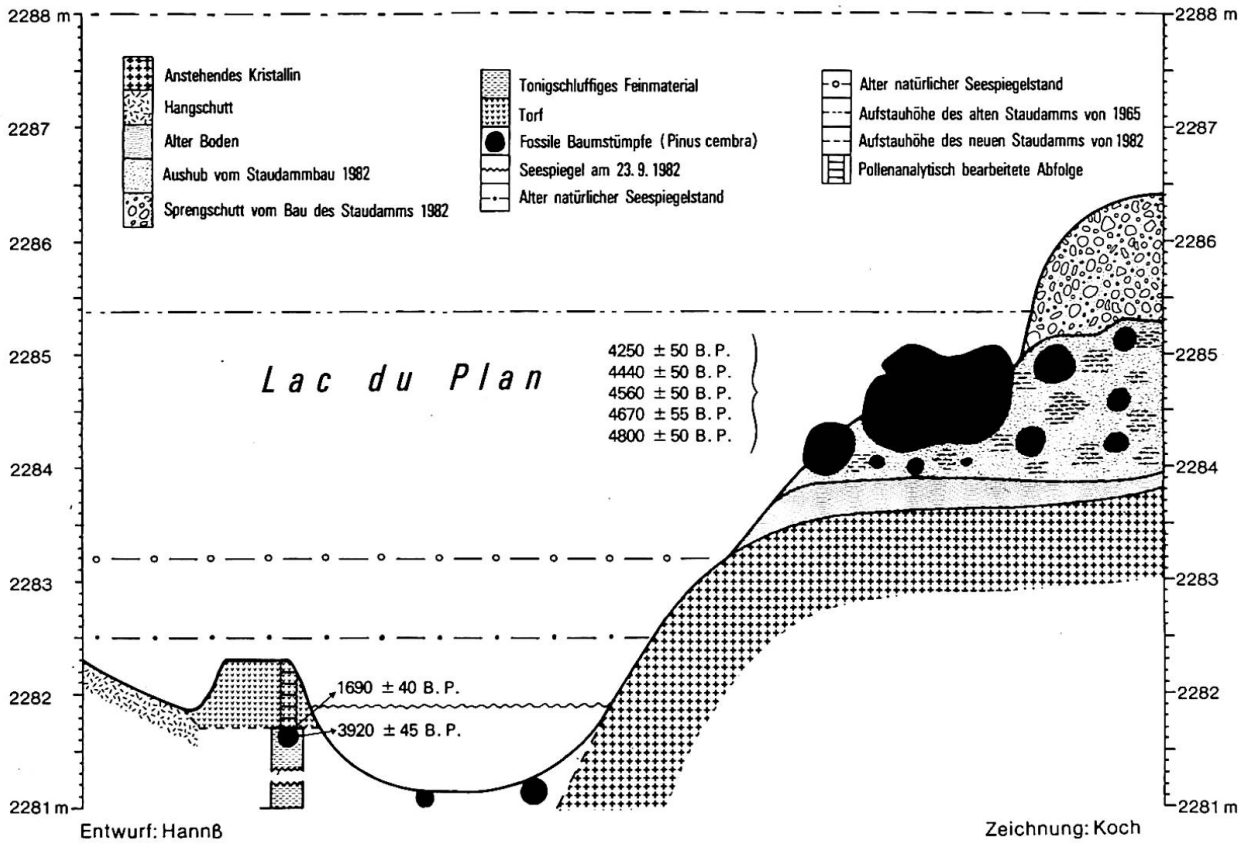

Abb. 2: Die fossilen Arvenhölzer im Lac du Plan (nach Geländeaufnahmen; HANNSS und BIJU-DUVAL)

war, zeigen die fossilen Arvenhölzer *(Pinus cembra)* bzw. die Makroreste von *Alnus spec.* und *Salix spec.*, die 1982 im *Lac du Plan* geborgen worden sind.

Nach COUTEAUX (1984, S. 58, 1983c, S. 74, 76) wurden zudem im bereits erwähnten *Vallon de Lavey* in dem hier in 2050 m Höhe und damit 470 m über der heutigen realen Waldgrenze gelegenen Moor *La Muande* 8 Stücke von *Pinus silvestris,* 1 Stück eines *Pinus spec.* sowie Rindenstücke von *Betula* gefunden. Nach dem gleichen Autor (1984, S. 58) sind diese Hölzer zwischen 5150 ± 200 B. P. und 2570 ± 170 B. P. alt. Es wurde laut COUTEAUX (1983c, S. 74) zudem im gleichen Moor ein 2570 B. P. altes *Pinus uncinata*-Fragment und der Rest einer 2320 B. P. alten *Pinus cembra* geborgen. Letztere würden also bereits aus dem frühen Älteren Subatlantikum stammen. Dem gleichen Autor gemäß (COUTEAUX, 1983c, S. 74, 76) wurden im *Vallon de Lavey* in 2120 m fossile Reste von *Alnus viridis* und *Pinus cembra* sowie in 1900 m und 1830 m Höhe solche von *Pinus cembra* und *Pinus uncinata* beobachtet. Die in 1830 m Höhe geborgenen fossilen Holzfragmente stammen aus dem Mittelalter. Nach COUTEAUX (1983c, S. 78, 85) ist im *Vallon de Lavey* in jüngerer Zeit jedoch nicht die Wald-, sondern nur die Baumgrenze anthropogen stark erniedrigt worden, und zwar insbesondere im 14. und 19. Jahrhundert, als der Bevölkerungsdruck hier

Tabelle 1: ^{14}C-Daten der fossilen Arven *(Pinus cembra),* und der Torfe in Jahren B. P. aus dem *Lac du Plan* (2285 m)[3]

Alter	Probenummer der ^{14}C-Labors	Eigene Probenummer	Datiertes Material
1690 + 40	HD 9968-9963	1717	Torf
3920 ± 45	HD 9967-9962	1804	*Pinus cembra*
4250 ± 50	HD 9019-9440	1836	*Pinus cembra*
4440 ± 50	HD 9020-9441	1847	*Pinus cembra*
4560 ± 50	HD 8094-8206	1846	*Pinus cembra*
4670 ± 55	HD 9018-9426	1835	*Pinus cembra*
4800 ± 50	HD 8358-8912	1848	*Pinus cembra*

am stärksten war und durch die Köhler viele Solitärbäume oberhalb der Waldgrenze geschlagen worden sind.

Die fossilen Arven im *Lac du Plan* wurden 1982 geborgen, als der alte Stausee aus dem Jahr 1965 entleert worden ist. Die Torfe auf der Ostseite des Lac du Plan zeigen an, daß er postglazial zeitenweise sogar noch unter den niedrigsten, auf Abb. 2 eingetragenen natürlichen Seespiegelstand abgesunken sein muß. Die pollenanalytische Untersuchung des kurzen Profilabschnittes von nur 57 cm Gesamtmächtigkeit umfaßt 6 Torfproben. Es handelt sich ausschließlich um Cyperaceentorf. Die Aufbereitung der Proben erfolgte am Systematisch-Geobotanischen Institut der Universität Bern nach der üblichen Methode (HCl, KOH, HF, HCl, Acetolyse, KOH, Glycerin). Hier standen zur Analyse auch die Vergleichssammlung rezenter Pollen und die zahlreichen Pollenphotos zur Verfügung.

Die Bezugssumme zur Berechnung der prozentualen Anteile der einzelnen Taxa umfaßt die Summe der ausgezählten Baum- und Nichtbaumpollen ohne die Cyperaceen. Die Sporen wurden ebenfalls nicht in die Bezugssumme einbezogen.

Zur Darstellung der Kurven des Diagramms wurde ein einheitlicher Maßstab, für die Cyperaceen hingegen ein logarithmischer Maßstab verwendet. Werte unter 0,5% wurden durch kleine Kreisflächen dargestellt.
Die verhältnismäßig hohen Nichtbaumpollen-Anteile (35–69%) des Profils legen den Schluß auf eine Waldgrenzsituation der Mulde zur Zeit der Torfablagerung nahe. Die geringen Anteile von *Abies* (Weißtanne) von nur 1–13%, die aus dem Fernflug stammen dürften, weisen rückläufige Tendenz auf. *Picea* (Fichte) hält sich ziemlich konstant, wenn auch mit gedrückten Werten (10%). *Pinus* (Kiefer) dürfte im jüngeren Zeitabschnitt eine leichte Ausbreitung erfahren haben. *Juniperus* (Wacholder) fügt sich gut ins Bild der Waldgrenzsituation ein. *Alnus viridis* (Grünerle) ist mit 3,5–8% verhältnismäßig gut vertreten, geht dann aber im Zuge der Kiefernausbreitung zurück. In der Nähe der Mulde dürften am Ende der Torfablagerung Kiefernbestände mit etwas Fichten, in feuchten schattigen Runsen Grünerlengebüsche verbreitet gewesen sein.
Oberhalb von 27 cm Profiltiefe steigen die Cerealia-Werte (Fernflug) bis zu 4% an. Ferner stellen sich auch Spuren von Zeigern der Weiderodung (*Artemisia, Chenopodiaceae, Plantago* lanceolata) aus tieferen Lagen (?) ein. Bemerkenswert ist zudem das Einsetzen von *Juglans* (Nußbaum) in 17 cm Tiefe. In allen untersuchten Proben fanden sich außerdem Pollen der Ericaceen (*Vaccinium*-Typ), die als Anzeichen einer Verstrauchung und auch der Versauerung der Böden zu deuten sind. Es fällt ferner auf, wie *Selaginella selaginoides* und *Botrychium lunaria,* die in Rasen der subalpinen und alpinen Stufe verbreitet sind, oberhalb von 27 cm Profiltiefe steigende Werte aufweisen. Im Endabschnitt des kurzen Diagramms findet sich schließlich eine starke Zunahme der monoleten

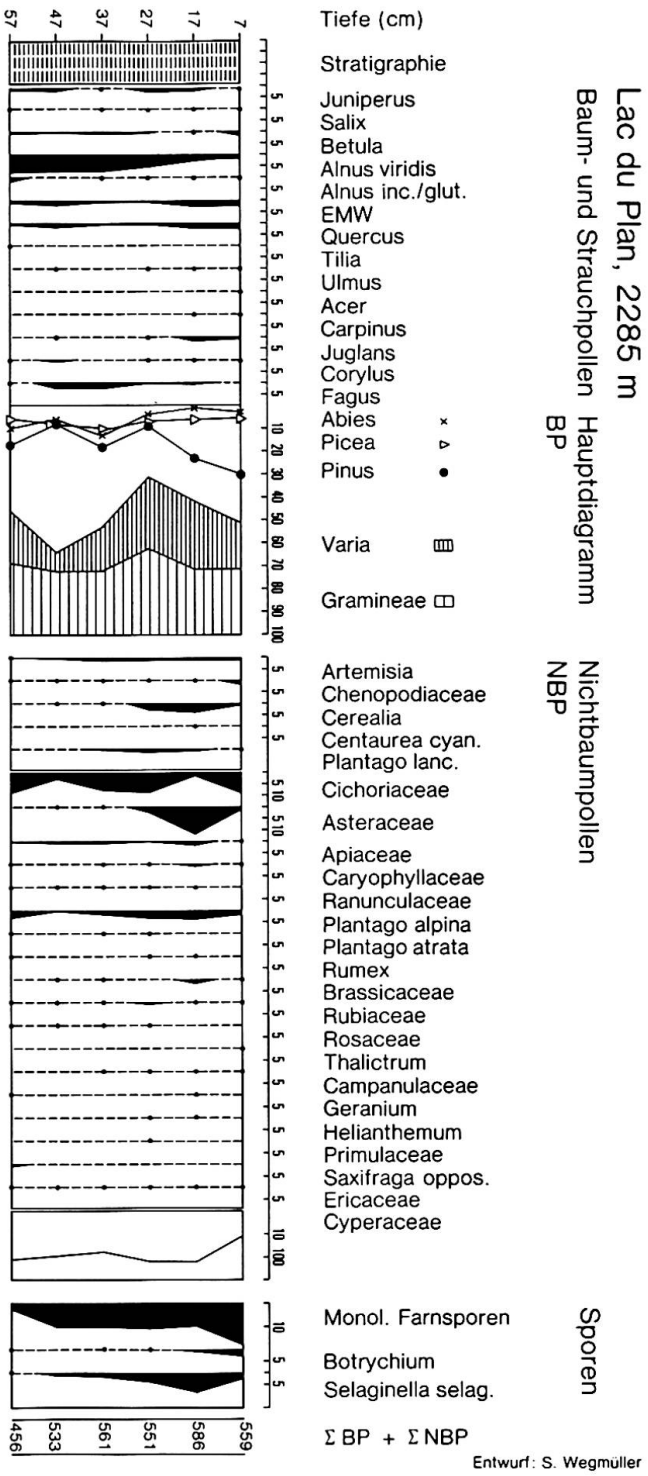

Abb. 3: Pollendiagramm der fossilen Cyperaceentorfe des Lac du Plan

(Analyse und Entwurf des Diagramms von WEGMÜLLER)

Farnsporen abgezeichnet. Die durchweg hohen Cyperaceen-Werte belegen die Ausbildung einer Verlandungszone, die wohl zur Torfbildung geführt hat.

Juglans tritt oberhalb von 27 cm Tiefe kontinuierlich auf, *Carpinus* setzt in 17 cm Tiefe nach oben hin ein. Beide Marken ergeben eine Zeitstellung, die nach unseren vegetationsgeschichtlichen Untersuchungen im *Dauphiné* (WEGMÜLLER, 1977) nicht vor 2500 B. P., vielleicht erst auf 2000 B. P. anzusetzen ist. Die Torfschichten unterhalb 27 cm Tiefe sind demzufolge ins Ältere Subatlantikum einzustufen, möglicherweise reichen sie noch ins späte Subboreal zurück. Das Radiokarbonalter von 1690 ± 40 B. P. für die Torfprobe in 57 cm Tiefe (= Pr. 1795) ist also allem Anschein nach zu jung ausgefallen. Das palynologisch bestimmte Alter läßt sich aber gut mit dem radiometrisch erzielten Datum von 3920 ± 45 B. P. (= Pr. 1804) für das liegende Holz *(Pinus cembra)* vereinbaren.

Von mehreren Stämmen, die 1982 im *Lac du Plan* entdeckt worden sind, wurden Proben für dendrochronologische und dendroklimatologische Untersuchungen entnommen. Die Bearbeitung des Materials wurde an der Eidgenössischen Anstalt für das forstliche Versuchswesen in CH-8903 Birmensdorf vorgenommen. Leider führten die Arbeiten zu keinen Resultaten, bedingt durch die anatomischen Besonderheiten der Holzstruktur des Arvenholzes.

Für dendrochronologische und dendroklimatologische Zwecke ist *Pinus cembra* nicht sehr geeignet. Eine Ursache liegt sicher in dem Umstand, daß diese Art häufig an extrem ungünstigen Standorten steht. Die Jahrringe spiegeln oft diese für das Wachstum des Baumes schlechten Bedingungen wider. Die Synchronisation von historischem und fossilem Material ist meist schwierig oder wie bei dem vorliegenden Material sogar unmöglich. Die artspezifischen Unterschiede der Nadelhölzer und dadurch bedingte Schwierigkeiten hat BIRCHER (1982) in seiner Arbeit ausführlich beschrieben. Anhand des vorliegenden Materials soll hier auf die bei *Pinus cembra* auftretenden Probleme eingegangen werden.

Im Gegensatz zu *Larix decidua* und *Picea abies,* die beide einen regelmäßigen Wuchs aufweisen, zeichnet sich *Pinus cembra* durch beträchtliche Schwankungen in den radialen Jahrringgrenzen aus. Zudem sind die Spätholzzonen auf wenige Zellreihen reduziert. Die Dichteunterschiede zwischen Frühholz und Spätholz sind bei *Pinus cembra* im Vergleich zu den beiden anderen Arten deutlich kleiner. Da bei *Pinus cembra* viele großlumige Harzkanäle mit dünnwandigen Epithelzellen auch an der Jahrringgrenze auftreten, werden die Zellen im ohnehin schon spärlich vorhandenen Spätholz aufgelockert. Zudem erreichen die Harzkanäle bei dieser Art mengen- und flächenmäßig den größten Anteil. Dies führt bei der mehrmaligen densitometrischen Dichteerfassung derselben Probenstellung zu einer hohen artspezifischen Dichtevariation. Nach BIRCHERS Berechnungen (1982) liegt diese bei *Pinus cembra* bei 34 bis 41% gegenüber *Larix* und *Picea,* die Werte von 10 bis 14,5% nicht überschreiten. Schon allein diese Zahlen weisen deutlich auf die Synchronisationsgüte von Arven hin. Das häufige Auftreten von großen Harzkanälen wirkt sich ebenfalls auf die Jahrringbreite aus. Die Schwankungen der Jahrringbreiten erreichen Werte von über 20% der totalen Breite. Mit aufnahmetechnischen Maßnahmen können diese Probleme nur wenig abgeschwächt werden.

Wie die fossilen Arven von zum Teil beträchtlichem Ausmaß in den *Lac du Plan* hineingeraten sind, ist nicht leicht zu erklären. Auf Grund der Tatsache, daß in den *Lac du Plan* keine Fließgewässer einmünden, können die Arvenstämme und -äste in ihn kaum eingeschwemmt worden sein. Eher in Frage kommt, daß die Stämme durch Lawinen von Süden her in das kleine Seebecken gerissen worden sind. Darauf könnte auch die Tatsache verweisen, daß einer der Arvenstämme auf seiner Vorderseite ausgeprägte Schurfspuren zeigte. In taschenartigen Stammhöhlungen fanden sich darin neben den bereits erwähnten Holzresten von *Alnus spec., Salix spec.* und teilweise verkohlten Holzbestandteilen bzw. Nüssen von *Pinus cembra* noch ein Aststück von *Lonicera sp.* sowie Samen von *Ranunculus sect., Batrachium, Potentilla sp.* und *Lilaceae.* Die verschiedenen ^{14}C-Daten verweisen zudem darauf, daß die im *Lac du Plan* geborgenen Arven nicht durch ein einziges katastrophenartiges Ereignis wie einen Lawinenabgang oder auch nur während eines einzigen besonders harten Winters in den *Lac du Plan* gelangt sein können.

Nicht ganz eindeutig zu beantworten ist die Frage, ob die relativ hohe Baum- bzw. Waldgrenze im Bereich des *Lac du Plan* im Jüngeren Atlantikum bzw. in der ersten Hälfte des Subboreal im Zusammenhang mit der besonderen Klimagunst der postglazialen Wärmezeit zu sehen ist, oder ob sie heute, ohne Beeinflussung des Menschen, eine ähnlich hohe Lage wie zu jener Zeit aufweisen würde. Auf Grund der von SCHWARZ berechneten rezenten potentiellen Baumgrenze von 2200 m ist davon auszugehen, daß dies nicht zutrifft und selbst ohne anthropogone Einflußnahme die heutige Wald- und Baumgrenze unter der des Atlantikums und Subboreals liegt. Belege für eine während des Klimaoptimums der postglazialen Wärmezeit höhere Lage der Baumgrenze haben sich auch für die Schweizer Alpen (GAMPER, SUTER, 1982, S. 112; FURRER et al. 1987, S. 76) und die französischen Nordalpen insgesamt (WEGMÜLLER, 1977, S. 163) ergeben.

Zudem sprechen die im nordöstlichen *Pelvoux* nur bis in Höhen von 2150–2170 m auftretenden Solitärbäume nicht dafür, daß im Untersuchungsgebiet die Baumgrenze heute bis 2300 m nach oben reicht. Geht man davon aus, daß die in 2300 m Höhe im *Lac du Plan* geborgenen fossilen Aren nicht im geschlossenen Waldverband, sondern vereinzelt oberhalb davon gewachsen sind, so müßte die natürliche Baumgrenze seit der zweiten Hälfte des Subboreals um mindestens 100 m abgesunken sein. Nimmt man jedoch an, daß die im *Lac du Plan* gefundenen fossilen Arven zu einem geschlossenen Wald gehörten, hätte sich die natürliche Baumgrenze seit der Mitte des Subboreals noch wesentlich stärker erniedrigt.

Eine deutliche Klimaverbesserung im Zuge des Atlantikums hat JORDA (1987, S. 64, 65, 67) in den französischen Südalpen durch zahlreiche ^{14}C-Datierungen im Zusammenhang mit fossilen Böden und stärker lehmig-kolluvialen Akkumulationen nachweisen können. Im ebenfalls noch weitgehend der postglazialen Wärmezeit und damit dem holozänen Klimaoptimum zuzuordnenden Subboreal (WEGMÜLLER, 1977, S. 133; HOLZHAUSER, SUTER, 1982, S. 6) soll nach JORDA (1987, S. 66) in den Nebenästen des *Ubaye*-Tales der französischen Südalpen eine Phase geringerer Akkumulation, ja sogar der Terrassierung gefolgt sein. Die von JORDA (1987, S. 68) dafür gegebene Begründung ist jedoch in sich widersprüchlich. Denn er postuliert für das Subboreal in den französischen Südalpen einmal eine auf abgesunkenen Temperaturen beruhende Intensivierung der Solifluktion, andererseits aber eine damit eigentlich unvereinbare Zunahme der fluviatilen Einschneidungsprozesse in den Tälern.
In der *Belledonne* gewonnene Ergebnisse deuten darauf hin, daß an der Obergrenze der montanen Stufe Schwemmkegel nicht nur im Atlantikum, sondern auch noch mitten im Subboreal um 3900 B. P. intensiv durch Grobablagerungen vermurt worden sind (HANNSS, 1982, S. 180, Tabelle 2). Diese in der *Belledonne* erzielten Erkenntnisse stünden im Einklang mit der Ansicht von DE BEAULIEU (1977, S. 291) und BURGA (1987, S. 77), daß es im Subboreal zu einem stärkeren Temperaturabfall bzw. einer deutlichen allgemeinen Klimaverschlechterung in den Alpen gekommen sei.

4. Zusammenfassung

Im nordwestlichen Pelvoux der französischen Nordalpen konnte M. COUTEAUX in der in 2140 m Höhe gelegenen *Tourbière de la Muzelle* pollenanalytisch eine komplette, nicht mehr gletscherüberfahrene Abfolge des gesamten alpinen Spät- und Postglazials von der Ältesten Dryas bis in das Subatlantikum nachweisen. Aus Berechnungen der spätglazialen Schneegrenzen ergibt sich im Zusammenspiel mit diesen pollenanalytischen Ergebnissen, daß auch im *Pelvoux*-Massiv, abgesehen vom Egesen-, Bocktentäli- und Kromer-Stand, alle älteren Gletschervorstöße des Spätglazials mit ziemlicher Sicherheit bereits vor dem Bölling stattgefunden haben.
Die heutige natürliche potentielle Baumgrenze im Bereich von *Les Deux-Alpes* liegt nach Berechnungen von R. SCHWARZ bei 2200 m. Die reale Waldgrenze ist jedoch anthropogen hier meist mehrere hundert Meter unter die Höhenmarke von 2000 m herabgedrückt worden. Die starke, im wesentlichen wohl durch Abholzung und Überweidung hervorgerufene Erniedrigung der Waldgrenze äußert sich in bisweilen außergewöhnlich hohen Spannen zwischen der realen Wald- und Baumgrenze.
Die 1982 von J. BIJU-DUVAL *im Lac du Plan* gemachten Holzfunde beweisen, daß den Radiokarbondatierungen gemäß zwischen 4800 B. P. und 3920 B. P., also im Jüngeren Atlantikum und älteren Subboreal und damit während der postglazialen Wärmezeit, wenigstens Bäume, und zwar weitgehend Zirben *(Pinus cembra)*, wenn nicht sogar Wälder, mindestens 100 m über der heutigen potentiellen Baumgrenze gestockt haben. Auf Grund anatomischer Besonderheiten der Holzstruktur des Arvenholzes konnten die geborgenen Holzscheiben von W. H. SCHOCH leider dendrochronologisch nicht näher ausgewertet werden. Auf das Vorherrschen der Arven an der Baumgrenze in den zentralen Teilen der Alpen nicht nur heute, sondern auch bereits in der postglazialen Wärmezeit verweisen die von S. WEGMÜLLER an Torfen des *Lac du Plan* erzielten pollenanalytischen Ergebnisse. Die Torfe müssen nach ihm aus dem Älteren Subatlantikum bzw. dem jüngeren Subboreal stammen. Sie sind damit wesentlich älter, als es die Radiokarbondatierung der pollenanalytisch bearbeiteten basalen Torfe mit rund 1700 B. P. erwarten läßt. Demgegenüber steht das Radiokarbonalter von rund 4000 B. P. des Arvenstammes im Liegenden der Pollensequenz mit den pollenanalytischen Befunden in gutem Einklang.

Anmerkungen

[1] Auf der Carte touristique 1:25 000, Massif des Ecrins findet sich dafür der Name Ruisseau de la Pisse. Im vorliegenden Artikel wird jedoch der von COUTEAUX (1983a, S. 39) benutzte Name Pisse de la Muzelle verwendet.
[2] Die aufgeführten Klimawerte entstammen der Datensammlung von CH. PEGUY (Grenoble) und wurden auf die Standardperiode 1931–1960 umgerechnet (Näheres HANNSS, 1982, S. 7).
[3] Frau Münnich und Herrn Kromer sei herzlich für die Durchführung der Radiokarbondatierungen im Institut für Umweltphysik der Universität Heidelberg gedankt.

Literatur

DE BEAULIEU, J. L. (1977): Contribution pollenanalytique à l'histoire tardiglaciaire et holocène de la végétation des Alpes méridionales françaises. O. O.

DE BEAULIEU J. L., JORDA, M. (1977): Tardiglaciaire et Postglaciaire des Alpes de Haute Provence. Le glaciaire de la Blanche-Trois Evêchés. In: Bulletin de l'Association Française pour l'Etude du Quaternaire, S. 3–15.

BIRCHER, W. (1982): Gletscher und Klimageschichte des Saastales. Glaziologische und klimatologische Untersuchung. Physische Geographie Universität Zürich, 9.

BOREL, J.-L., JORDA, M., MONJUVENT, G. (1984): Chapitre II. Variations climatiques, morphogenèse et évolution de la végétation postwurmiennes dans les Alpes françaises. Les Alpes, 25e Congrès Internationale de Géographie, Paris, S. 43–53.

BURGA, C. (1987): 3. Vegetationsgeschichte seit der Späteiszeit. In: Geographica Helvetica, 42, S. 71–80.

BURGA, C. (1981): Das Pollendiagramm Crap Alv, 2045 m. In: Maisch M.: Glazialmorphologische und gletschergeschichtliche Untersuchungen im Gebiet zwischen Landwasser- und Albulatal (Kt. Graubünden, Schweiz). Physische Geographie Universität Zürich, 3, S. 141–147.

COUTEAUX, M. (1984): Présence, datages et signification phytosociologique de macro-restes de Pinus et de pollens de Pinus cembra L. à 2050 m dans le vallon de la Lavey (Massif des Ecrins, Isère, France). In: Paléobiologie, Genève, S. 55-62.

COUTEAUX, M. (1983a): Fluctuations glaciaires de la fin du Würm dans les Alpes françaises, établies par les analyses polliniques. In: Boreas, 12, S. 35-56.

COUTEAUX, M. (1983b): Géomorphologie et évolution phytogéographique tardiglaciaire et holocène aux Deux-Alpes (Isère, France): contribution pollenanalytique. In: Revue de Géographie Alpine, 71, S. 143-163.

COUTEAUX, M. (1983c): Déboisements d'altitude par les charbonniers de l'Oisans: contribution pollenanalytique. 108e Congrès National des Sociétés Savantes, Grenoble, Philologie et Histoire, S. 69-87.

COUTEAUX, M. (1982a): La tourbière et le glacier de la Muzelle (Parc National des Ecrins). Travaux Scientifiques du Parc National des Ecrins, 2, S. 31-52.

COUTEAUX, M. (1982b): Récurrences glaciaires en Oisans au Tardiglaciaire. Société Hydrotechnique de France, Section de Glaciologie, Actes de la Réunion du 4-5 mars.

DELIBRIAS, G., GABERT, J., JORDA, M. (1984): Données nouvelles sur la chronostratigraphie et l'évolution paléomorphologique postglaciaire des Alpes françaises du Sud (Moyenne Durance). Comptes Rendus Hebdomadaires des Séances de l'Académie des Sciences, Paris, 299, Série II, S. 263-266.

EDOUARD, J. L. (1978): La glaciation du bassin de la Romanche. Contribution à l'étude des fluctuations postwürmiennes, Grenoble.

FURRER et al. (1987): Zur Gletscher-, Vegetations- und Klimageschichte der Schweiz seit der Späteiszeit. In: Geographica Helvetica, 42, S. 61-91.

GAMPER, M., SUTER, J. (1982): Postglaziale Klimageschichte der Schweizer Alpen. In: Geographica Helvetica, 37, S. 105-114.

HANNSS, Ch. (1984): La constitution des plaines alluviales et leurs rebords dans la vallée de l'Isère entre l'embouchure de l'Arc et le bassin de Moirans, ainsi que de la plaine alluviale de la Leysse dans le Val du Bourget. Revue de Géographie Alpine, 72, S. 439-456.

HANNSS, Ch. (1982): Spätpleistozäne bis postglaziale Talverschüttungs- und Vergletscherungsphasen im Bereich des Sillon alpin der französischen Nordalpen. Mitteilungen der Kommission für Quartärforschung der Österreichischen Akademie der Wissenschaften, 4.

HANNSS, Ch. (1980): Formenschatz und mutmaßliches Alter einer spätglazialen Moränenabfolge im inneralpinen Trokkengebiet der Vanoise (französische Nordalpen). Tübinger Geographische Studien, 80, S. 177-193.

HANNSS, Ch. (1973): Conséquences morphologiques de nouvelles datations au C-14 dans le sillon alpin près de Grenoble. In: Revue de Géographie Alpine, 61, S. 179-201.

HOLZHAUSER, H., SUTER, J. (Hrsg.) (1982): Exkursionsführer Teil B: Westschweiz. Hauptversammlung der Deutschen Quartärvereinigung in Zürich. Physische Geographie Universität Zürich, 7.

JORDA, M. (1987): Morphogenèse postglaciaire des régions intra-alpines françaises du Sud, le bassin de Barcelonnette (Ubaye) du Tardiglaciaire au Subboréal. Premières Communautées Paysannes en Méditerranée Occidentale sous la direction de J. Guilaine, J. Courtin, J.-L. Roudil, J.-L. Vernet, Paris, S. 1-69.

MAISCH, M. (1987): 2. Zur Gletschergeschichte des alpinen Spätglazials: Analyse und Interpretation von Schneegrenzdaten. In: Geographica Helvetica, 42, S. 63-71.

MAISCH, M. (1982): Zur Gletscher- und Klimageschichte des alpinen Spätglazials. In: Geographica Helvetica, 37, S. 93-104.

PATZELT, G., BORTENSCHLAGER, S. (1978): Zur Chronologie des Spät- und Postglazials im Ötztal und Inntal (Ostalpen, Tirol). In: FRENZEL, B. (Hrg.): Führer zur Exkursionstagung des IGCP-Projektes 73/1/24, Quaternary Glaciations in the Northern Hemisphere vom 5. bis 13.9.1976 in den Südvogesen, im nördlichen Alpenvorland und in Tirol. Bonn-Bad Godesberg, S. 185-197.

SCHWARZ, R. (1983): Simulationsstudien zur Theorie der oberen Baumgrenze. In: Erdkunde, 37, S. 1-11.

TONNEL, A., OZENDA, P. (1964): Séries de végétation de la moitié Sud du département de l'Isère, Documents pour la Carte de la Végétation des Alpes, 2, S. 9-36.

WEGMÜLLER, S. (1977): Pollenanalytische Untersuchungen zur spät- und postglazialen Vegetationsgeschichte der französischen Alpen. Bern.