

WERNER KOFLER

Die Vegetationsentwicklung im Spätpaläolithikum und Mesolithikum im Raume Trient

ABSTRACT

KOFLER W., 1993 - Die Vegetationsentwicklung im Spätpaläolithikum und Mesolithikum im Raume Trient. [Lo sviluppo della vegetazione nel Tardo Paleolitico e Mesolitico nel Trentino]. *Preistoria Alpina*, 28: 83-103.

Two pollen analytical studies, which were carried out close to archaeological sites in North Italy, are discussed. The late-glacial vegetational development and climatic conditions in the oreale region of the Trento-basin are reconstructed on the basis of the pollen diagram Viotte del Bondone; early post-glacial developments in the subalpine region on the one of Lago delle Buse. The significance of fire as an important disturbing factor in these woods is shown.

Parole chiave: palinologia, fuoco, Mesolitico, Tardo Paleolitico, Bondone, Lago delle Buse, Trento (Italia).

Key words: palynology, fire, Mesolithic, Late Palaeolithic, Bondone, Lago delle Buse, Trento (Italy).

Werner Kofler - Institut für Botanik der Leopold - Franzens - Universität Innsbruck, Sternwartestr. 15, A - 6020 Austria.

1. Einleitung

In den letzten Jahrzehnten wurden in den Voralpen und hier besonders im Etschtal und im Raume Trient eine Reihe von spätpaläolithischen und mesolithischen Jägerstationen entdeckt. Die zahlreichen Funde liegen in der Vegetationsstufe der alpinen Grasflächen zwischen 1800 und 2300 m NN, sowohl im freien, ebenen Gelände im Bereich von Passübergängen, als auch unter Felsdächern in der Nähe von kleinen Seen und Was-

serläufen. Die Lage und Artefakte der mesolithischen Fundplätze legen die Vermutung nahe, daß es sich um saisonale Rastplätze von Jägern handelt, die verschiedenen Tieren, wie Steinbock (Ibex) und Murmeltier (*Marmota marmota*) nachstellten. Die Funde aus diesem Raum fügen sich in den typologischen Rahmen der Sauveterrien und Castelnovien-Komplexe (8500-5000 v.Chr.) des nahen Trientner Beckens ein (BAGOLINI *et al.*, 1984).

Um die Vegetationsverhältnisse des Spätpaläolithikums und Mesolithikums zu rekonstruieren, wurden pollenanalytische Untersuchungen in der Nähe von zwei Fundplätzen durchgeführt: am BONDONE und am LAGO DELLE BUSE (Abb. 1). Anhand des Profils Bondone wird die spätglaziale Vegetationsentwicklung in der hochmontanen Zone diskutiert, anhand der Sedimente des Lago delle Buse jene des frühen Postglazials im subalpinen Bereich. Im Rahmen der archäologischen Untersuchungen, die vom Museo Tridentino Di Scienze Naturali durchgeführt wurden, soll der pollenanalytische Beitrag zusätzliche Informationen über die Verhältnisse im Mesolithikum bringen. Besonders interessant in dieser Hinsicht ist es, klären zu können, zu welcher Zeit die Waldgrenze im Bereich der untersuchten Lokalitäten lag. Die Ergebnisse aus den Analysen von LANZINGER (1991) zeigen, daß es eine enge Beziehung zwischen Höhenverbreitung der Fundplätze und Lage der Waldgrenze gibt und daß die mesolithischen Jäger auf eine Verschiebung der Waldgrenze reagierten.

2. Untersuchungsgebiet

2.1 Bondone

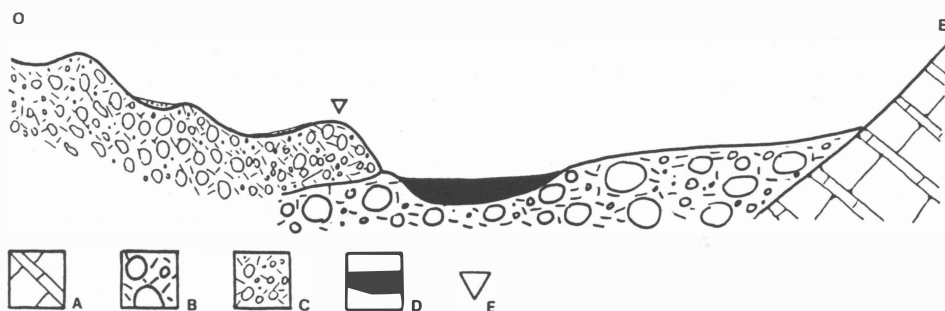
Die paläolithische Jägerstation, welche sich auf der als Bondone bezeichneten Verebnung befindet, liegt auf einer Spätglazialmoräne am Rande eines heute verlandeten Sees in 1550 m Höhe (BAGOLINI & GUERRESCHI, 1978). Der verlandete See PALU DI BONDONE liegt außerhalb der Spätglazialmoräne, eingetieft in der Grundmoräne von Bondone und wird von den höchsten Erhebungen des Bondonerückens, Doss d'Abramo (2155 m), Cima Verde (2110 m), Cornetto di Bondone (2179 m), Monte Palone (2091 m) und La Rosta umgeben. Die Grundmoräne stammt vom Etschgletscher, der in der Würmeiszeit die Ebene von Bondone überschritt (TREVISAN, 1941). Die Spätglazialmoräne wurde von einem lokalen Gletscher aus dem Val Mana abgelagert (Abb. 2). Während des Höchststandes der letzten Kaltzeit war Bondone bis gegen 1650 m vergletschert (KLEBELSBERG, 1936; 1949). Die Gesteine, die den Bondonerücken aufbauen, sind Jurakalke (PENCK & BRÜCKNER, 1909).

Die Waldgrenze wird heute bei Bondone von *Larix* gebildet und liegt am Westhang des M. Palone in 1800 Meter. Bis 2200 m steigen *Pinus mugo*, *Alnus viridis* und einige *Salix*-Arten. Im NO und SW des untersuchten Moores befinden sich Baumbestände, welche aus *Larix*, *Picea*, *Pinus* sp., *Salix* sp. und *Betula* sp. gebildet werden. Die Vegetation der weidewirtschaftlich genutzten Flächen am Bondone zählt zur Pflanzengesellschaft des *Nardetum alpigenum* (CANULLO, 1988). Die Sumpfvegetation gehört zur Assoziation des *Caricetum fuscae* (CETTO, 1963). Am Rande der offenen Wasserfläche, welche ca. 10 Quadratmeter beträgt, wachsen *Menyanthes trifoliata* und *Carex* sp..

Der Bohrkern stammt aus dem südöstlichen Bereich des Moores, nahe der spätpaläolithischen Jägerstation.



Abb. 1 - Lage des Untersuchungsgebietes.



a) Vorquaternäre Felsen, b) Hochglaziale Moräne, c) Spätglaziale Moräne, d) Moor, e) Spätpaläolithischer Jägerplatz

Abb.2 - Geologischer Schnitt von Bondone. (verändert nach CREMASCHI & LANZINGER, 1984)

2.2 Lago delle Buse

Die zweite Lokalität, welche palynologisch untersucht wurde, ist der Lago delle Buse im Lagoraigebirge (Abb. 1). Es handelt sich dabei um ein Moor westlich dieses Gebirgsees in 2060 m Seehöhe, der vom Monte Ziolera (2478 m), Monte Manghen (2162 m) und von der Cima Buse Todesche (2382 m) umgeben wird. Am nördlichen Seeufer liegt der saisonale Jägerplatz (DALMERI & LANZINGER, 1992). Aus diesem Bereich stammen auch die mesolithischen Funde. Der See ist auf der südlichen Seite von einem steilen Hang flankiert, auf welchem ein *Rhododendretum extrasylvaticum* ausgebildet ist und einzelne Exemplare von *Pinus cembra* und *Larix decidua* stocken. Die Waldgrenze liegt oberhalb des Sees und wird von *Larix decidua* und *Pinus cembra* gebildet. *Alnus viridis* tritt an wasserzügigen Stellen auf. Die Moorvegetation wird aus *Eriophorum vaginatum*, *Carex rostrata*, *Carex pauciflora* und *Sphagnum* sp. gebildet.

3. Methodik

Die Sedimentkerne wurden mit einem Geonor-Kernbohrgerät nach vorhergehenden Sondierungen entnommen. Die Aufbereitung des Materials zur Pollenanalyse erfolgte nach der am Institut für Botanik der Universität Innsbruck üblichen Methode (SEIWALD, 1980). Zur Absolutzählung wurde den Proben Fremdpollen in Suspension beigemischt (STOCKMARR, 1971). Die Berechnung und Darstellung der Ergebnisse erfolgte mit dem am Institut für Botanik, Abteilung Palynologie entwickelten Computerprogramm POLPROF (TRANQUILLINI, 1988). Die Berechnungsgrundlage für die Prozentdiagramme ist $\Sigma P = AP + (NAP - \text{Cyperaceae})$, für Cyperaceae, Wasserpflanzen, Pteridophyten $\Sigma P + n$. Die Abkürzung ΣP steht für Pollensumme, AP für Arboreal Pollen (Baumpollen) und NAP für Non Arboreal Pollen (Nichtbaumpollen). Die Diagramme wurden in «lokal pollen assemblage zones» (IPAZ) (CUSHING, 1967) unterteilt. Diese IPAZ haben rein deskriptiven Charakter und verstehen sich als Sedimentkörper mit einheitlicher Fossilienzusammensetzung. Die Einteilung in Chronozonen folgt nach MANGERUD *et al.* (1974) und WELTEN (1982).

Die Radiokarbondatierungen wurden am Institut für Radiochemie und Kernphysik in Wien (VRI) vorgenommen. Die Angaben entsprechen konventionellen 14C-Jahren vor heute (BP = before present).

Tab. 1 - 14C-Datierungen (VRI = Radiocarbon laboratory Vienna).

Labornummer	Lokalität	Tiefe	Sediment	Radiokarbondatum
VRI-1138	Bondone	63 - 66 cm	Cyperaceae- Radizellen-Torf	1.870 ± 90 a BP
VRI-1139	Bondone	95 - 100 cm	Grobdetritusgyttia	11.080 ± 100 a BP
VRI-1055	Buse	90 - 95 cm	Cyperaceae- Radizellen-Torf	3.650 ± 70 a BP
VRI-1056	Buse	130 - 135 cm	Cyperaceae- Radizellen-Torf	4.290 ± 80 a BP
VRI-1057	Buse	170 - 175 cm	Cyperaceae- Radizellen-Torf	5.110 ± 80 a BP
VRI-1058	Buse	220 - 225 cm	Cyperaceae- Radizellen-Torf	6.500 ± 80 a BP
VRI-1059	Buse	275 - 280 cm	Cyperaceae- Radizellen-Torf	8.270 ± 90 a BP

4. Ergebnisse der Pollenanalyse

Einen Überblick über die Bio- und Chronostratigraphie der Pollendiagramme geben die Tabellen 2 und 3.

Tab. 2 - Bio- und Chronostratigraphie des Pollendiagramms BONDONE. Chronozonen nach MANGERUD *et al.* (1974) und WELTEN (1982).

C14 - Alter (J. vor 1950)	Chronozonen	C14 - Daten	Biozonen
10.000_	PRÄBOREAL	11.080 ± 100 a BP	IPAZ-3: <i>Pinus</i> - <i>Artemisia</i> - <i>Cyperaceae</i> <i>Corylus</i> Zone
11.000_	DRYAS III		
	ALLERÖD		
11.800_			
	DRYAS II		
12.000_			
	BÖLLING		IPAZ-2: <i>Pinus</i> - <i>Poaceae</i> - <i>Artemisia</i> Zone
13.300_*)			
	DRYAS I		IPAZ-1: <i>Artemisia</i> - <i>Chenopodiaceae</i> - <i>Pinus</i> Zone
*) <u>Welten</u> (1982)			

Tab. 3 - Bio- und Chronostratigraphie des Pollendiagramms LAGO DELLE BUSE. Chronozonen nach MANGERUD *et al.* (1974).

C14 - Alter (J. vor 1950)	Chronozonen	C14 - Daten	Biozonen
2.500_	SUBATLANTIKUM	3.650 ± 70 a BP	
	SUBBOREAL		
5.000_		4.290 ± 80 a BP	IPAZ-2: <i>Picea - Pinus - Abies - Fagus</i> Zone
		5.110 ± 80 a BP	
8.000_	ATLANTIKUM	6.500 ± 80 a BP	IPAZ-1: <i>Picea - Pinus</i> Zone
9.000_	BOREAL	8.250 ± 90 a BP	
	PRÄBOREAL		

4.1 Die Vegetationsentwicklung während des Spätglazials

Die Sedimente von Bondone erfassen die Vegetationsentwicklung während des Spät- und Postglazials. Die Sukzession beginnt mit einer *Artemisia*-Chenopodiaceae-*Pinus* Zone (IPAZ-Bondone-1, Abb. 3), welche in die Älteste Dryas fällt. Die hohen NAP-Werte (bis 82%) entstammen größtenteils der regionalen Vegetation, obgleich wahrscheinlich schon bald nach dem Eisrückgang (KLEBELSBERG, 1949) an geeigneten Stellen Pflanzenwuchs möglich ist. Dominierend unter den NAP sind Poaceae und Zeigerpflanzen für lichtoffene Pionierstandorte und Kältesteppen (*Artemisia*, Chenopodiaceae, *Thalictrum*). Neben diesen Apokraten treten noch *Ephedra fragilis*-Typ und *Ephedra distachya* auf, ebenfalls Vertreter dieser spätglazialen Flora. Die niedere Pollenakkumulationsrate bestätigt, daß das Gebiet weitgehend vegetationslos ist (Abb. 4). Auch das steinig, sandige Sediment im untersten Bereich der IPAZ-Bondone-1 deutet darauf hin. Ab 195 cm Tiefe steigen die Werte vor allem von *Artemisia*, Poaceae, Chenopodiaceae und zeigen ein lokales Auftreten an (Abb. 4). Hier haben sich lokale Pionierassen- und Schneebodengesellschaften ausgebildet, auch die Anwesenheit von

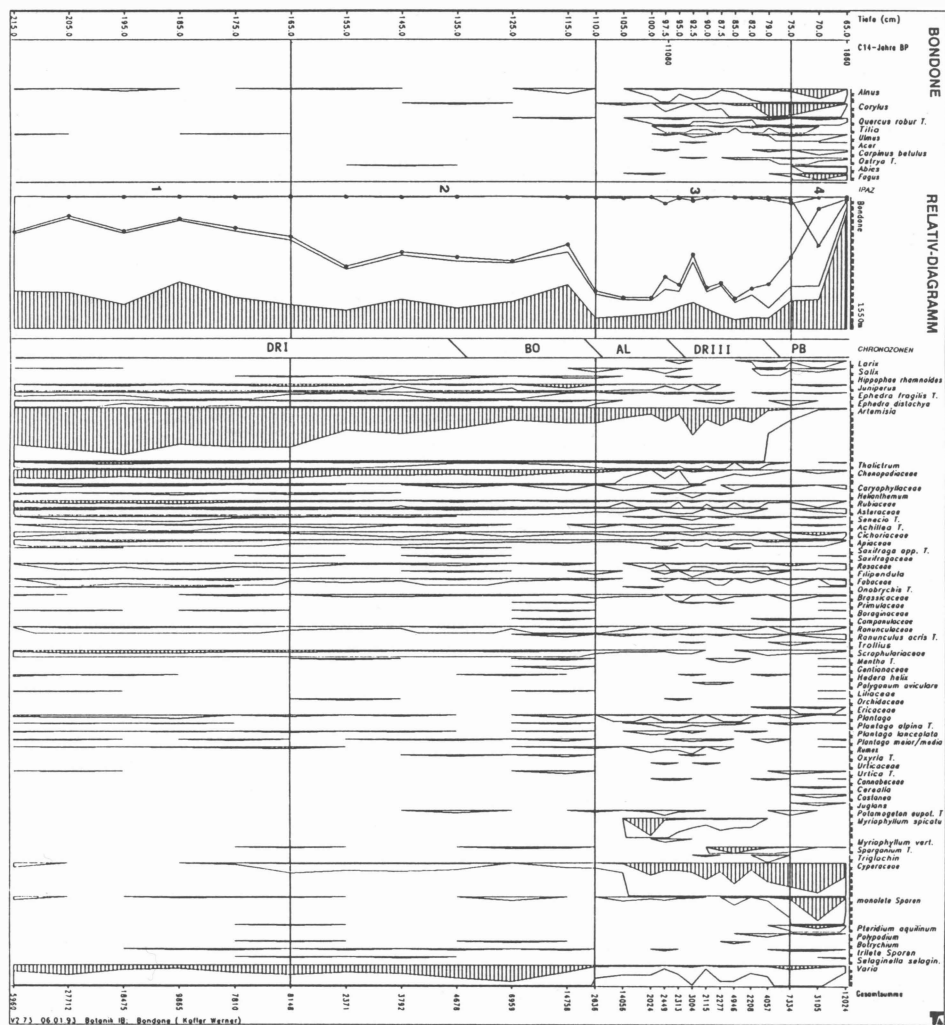


Abb. 3 - Bondone - Relativdiagramm

Juniperus, *Salix*, *Hippophae* und *Betula* darf angenommen werden. Die Pollenkörner von *Pinus* sind auf Fernflug zurückzuführen. Die weitere Entwicklung (IPAZ-Bondone-2: *Pinus*-Poaceae-*Artemisia* Zone, Abb. 3) ist als eine Verdichtung der Pioniergesellschaften und als Höhersteigen der in IPAZ-Bondone-1 noch tiefer gelegenen Vegetationsstufen infolge einer Klimabesserung zu verstehen. Deutlich erkennbar ist diese ab der Tiefenstufe 135 cm. Die steigenden Pollenakkumulationsraten (Abb.4), die diesen jüngeren Teil der IPAZ-Bondone-2 kennzeichnen, zeigen an, daß sich die Vegetationsdecke zunehmend schließt. Die NAP sinken auf 66% (Poaceae, *Artemisia*, Chenopodiaceae, Ranunculaceae, Scrophulariaceae, Caryophyllaceae, Rubiaceae), wobei sich die Artenvielfalt der Florenelemente erhöht (Primulaceae, Campanulaceae, *Ranunculus acris*-Typ, Gentianaceae, *Mentha*-Typ, *Oxyria*-Typ).

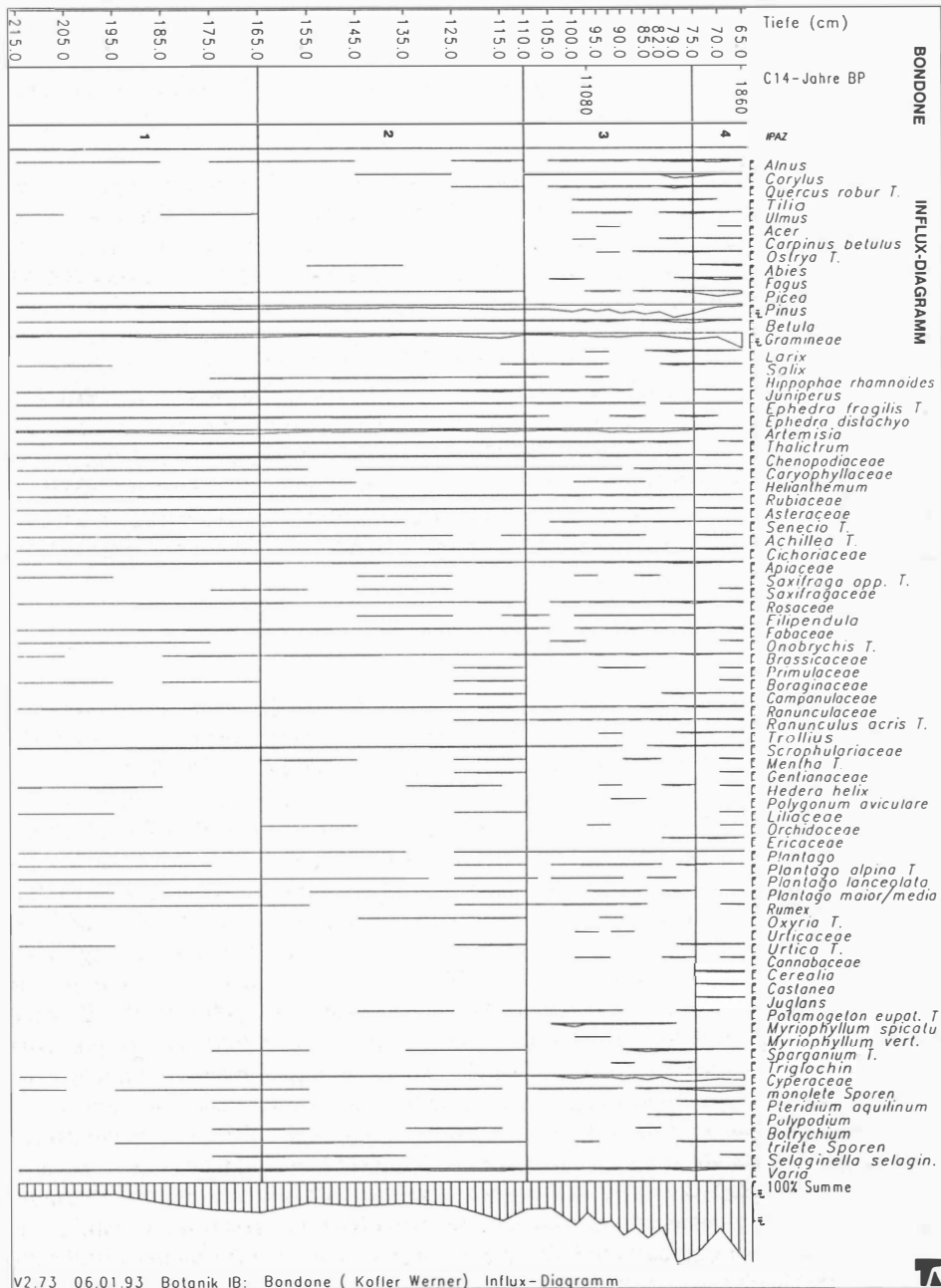


Abb. 4 - Bondone - Influxdiagramm.

Gleichzeitig nehmen die Sträucher (*Juniperus*, *Ephedra distachya*) und der Nanophanerophyt *Betula nana* zu. Das ist die initiale Strauchphase, welche in die Bölling - Chronozone (13.300-12.000 BP), sensu WELTEN (1982) zu stellen ist. Auch *Pinus* steigt im Influx- und Relativdiagramm (Abb. 4 und Abb. 3) an, was für ein Näherücken von *Pinus* sp., bzw. für ein Höhersteigen der *Pinus*-Grenze spricht. Die Waldgrenze steigt während der IPAZ-Bondone-3 (Abb. 3), deren unterstes Drittel ins Alleröd zu stellen ist, höher hinauf und erreicht das Plateau von Bondone. Dies folgt aus den hohen *Pinus*-Werten (77%) und den geringen NAP-Werten (22%). AARIO (1940) konnte in der skandinavischen Tundra nachweisen, daß erst NBP-Werte von 30% Waldlosigkeit anzeigen. Ähnliche Werte für Waldlosigkeit in der rezenten alpinen Vegetation werden von WELTEN (1949) angeführt. Mit dem verstärkten Aufkommen von *Pinus* werden fast gänzlich die Sträucher (*Juniperus*, *Ephedra*, *Hippophae*) am Bondone verdrängt, während die Cyperaceae jetzt verstärkt auftreten. Mit der 14C-Datierung 11.080 BP, am Übergang Alleröd/Jüngere Dryas, beginnt eine regressive Phase, die durch eine Zunahme der NAP (*Artemisia*, Chenopodiaceae, *Thalictrum*) und einen Rückgang von *Pinus* charakterisiert ist. Der *Pinus*-Abfall deutet weniger auf ein Absinken der Waldgrenze, sondern eher auf eine Auflichtung des Waldes im Bereich der Verebnung von Bondone hin. Zum ersten Mal tritt *Larix* als neue Komponente dieser *Pinus*-Wälder auf. Die Gipfel von *Larix* und *Salix* in 79 cm Tiefe, die auf ein verstärktes Auftreten dieser beiden Arten in den *Pinus*-Wäldern von Bondone hinweisen, fallen ins Präboreal (GRÜGER, 1968). Lokal tritt jetzt auch *Betula* und *Alnus* etwas verstärkt in Erscheinung. Nach dem Präboreal verliert *Pinus* in der montanen Lage zunehmend an Bedeutung und *Picea* kommt verstärkt auf (BORTENSCHLAGER, 1984) (Abb. 3).

4.2 Die Vegetationsentwicklung im frühen Postglazial

Die Sedimente des Lago delle Buse erfassen die Vegetationsentwicklung im subalpinen Bereich vom Boreal bis heute. Die Sukzession beginnt mit einer *Picea-Pinus* Zone: IPAZ-Buse-1 (Abb. 5), deren unterster Bereich aufgrund der 14C-Datierung von 8.270 BP in das Boreal zu stellen ist. Der AP-Wert (ca.75%), das Vorkommen von vielen Kräutern (Cichoriaceae, Apiaceae, Rosaceae), von Apokraten (*Artemisia*), Sträuchern (*Juniperus*, *Salix*) und Ericaceae, deuten auf eine Vegetation mit einem aufgelockerten Baumbestand hin, welcher in der Höhe des Sees von *Pinus* sp. und *Larix* gebildet wird. Die Waldgrenze liegt im Bereich des Lago delle Buse, wahrscheinlich darüber. Die *Picea*-Kurve weist zunehmende Tendenz auf, was auf eine Arealerweiterung dieser Art schließen läßt (Abb. 6). Der Kurvenverlauf von *Picea*, *Pinus* und der NAP zeigt, daß der Wald anfangs lichter ist und sich ab 245 cm Tiefe verdichtet (Abb. 5). Die Einwanderung von *Abies* in tiefen Lagen kündigt sich durch die Zunahme weittransportierter Pollenkörner an. Während in IPAZ-Buse-1 *Picea* und *Pinus* kodominant sind, übersteigt in IPAZ-Buse-2: *Picea-Pinus-Abies-Fagus* Zone die *Picea*-Kurve jene von *Pinus* (Abb. 5). Dieser Dominanzwechsel von *Pinus* durch *Picea* um 6.500 BP, das Ausklingen der *Larix*-Werte und die Abnahme der NAP auf 10% in der ersten Hälfte dieser Zone, deuten auf ein Höhersteigen des Waldes und somit auf eine Klimabesserung hin. *Picea* gewinnt zunehmend an Bedeutung, während unter den NAP vor allem die Cichoriaceae, Apiaceae und Rosaceae aufgrund des dichter werdenden Baumbestandes abnehmen. Aus dem Vergleich mit den rezenten Proben kann man auf *Picea*-reiche *Pinus*-Wälder schließen, denen in der Umgebung des Sees vereinzelte *Larix* beigemischt sind.

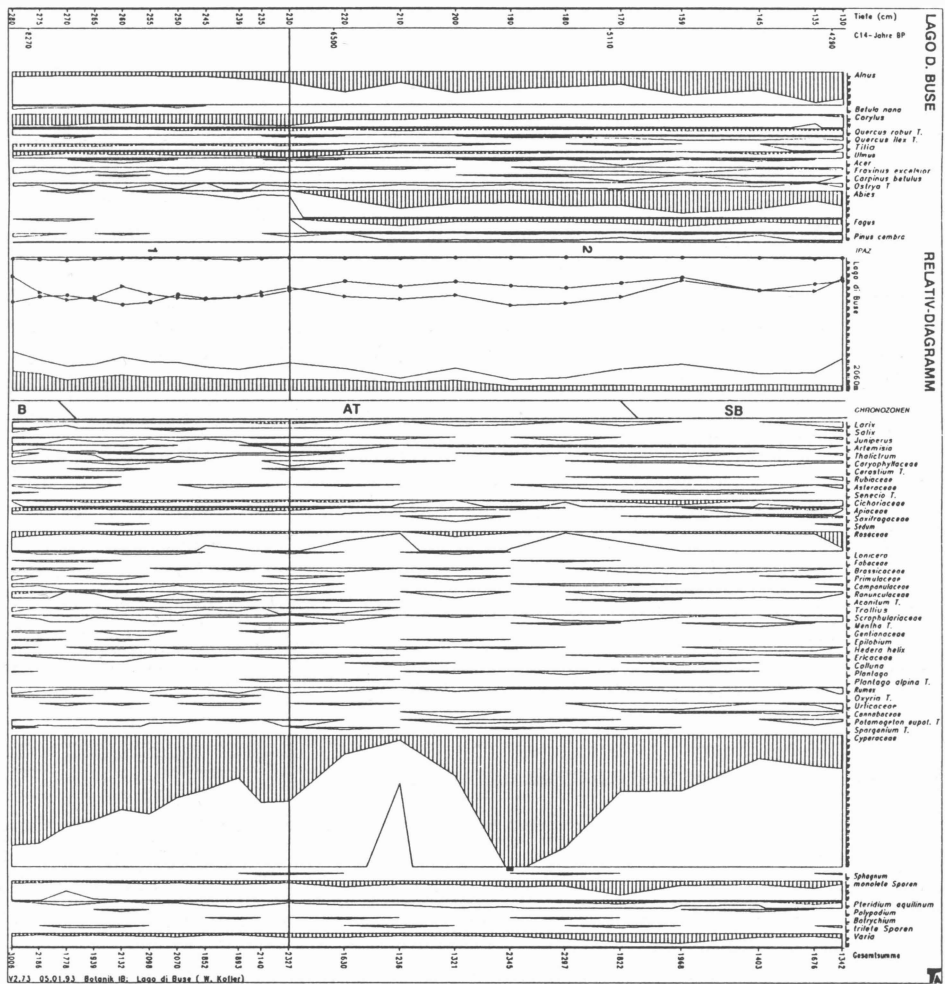


Abb. 5 - Lago delle Buse - Relativdiagramm.

Gleichzeitig mit dieser subalpinen *Picea*-Ausbreitung (BORTENSCHLAGER, 1984) wandern um 6.500 BP *Abies* und *Fagus* in das Gebiet ein. Zwischen 7.000 und 6.000 BP nehmen die sommerlichen Niederschläge (PATZELT, 1987) zu, was in der Folge zu einer Versauerung und Bodenverarmung führt (HEITZ - WENIGER, 1976). Die höhere Humidität begünstigt die Ausbreitung von *Picea* und der mesophilen Arten *Abies* und *Fagus*. *Picea* weist um 6.000 BP ihre höchsten Werte auf, damit wird ein im weiteren Postglazial kaum mehr überschrittenes *Picea*-Areal angezeigt (Abb. 9). Die Ausbreitung von *Picea* verläuft hauptsächlich auf Kosten von *Larix* und *Pinus* sp.. *Larix* kann sich in der Nähe des Moores nicht mehr behaupten, während *Pinus cembra* gleichzeitig mit der *Picea*-Dominanz etwas an Bedeutung gewinnt (Abb.5).

Mit dem 14C-Datum von 5.110 BP ist die Grenze Atlantikum/Subboreal erfaßt. Die *Picea*- und *Pinus*-Werte nehmen ab, während die NAP wieder ansteigen. Dies zeigt eine regressive Phase an, die in der Umgebung des Sees den Baumbestand auflichtet und die Waldgrenze senkt. Diese Phase dauert bis ins ausgehende Frühe Subboreal. *Picea* geht im Influx- und Relativdiagramm zurück, was für eine Absenkung der *Picea*-Grenze, bzw. für eine Einengung ihres Areals spricht (Abb. 6 und Abb. 5). Lokal breitet sich *Alnus* mehr aus und drängt *Picea* ab. Bei dem Rosaceae-Gipfel an der oberen Grenze der IPAZ-Buse-2 handelt es sich um eine lokale Erscheinung, die entweder auf eventuelle Änderungen der Standortverhältnisse oder auf menschlichen Eingriff zurückzuführen ist (Abb. 5).

5. Holzkohlenanalyse

Sowohl am Profil Bondone, als auch am Profil L. delle Buse wurden Holzkohlenanalysen durchgeführt. Die Holzkohlen wurden in drei Größenklassen unterteilt: 10-25 μ , 25-50 μ , >50 μ . Aus der Abb. 8 und Abb. 10 geht hervor, daß die Konzentrationen der zwei ersten Größenklassen parallel verlaufen, wobei die Klasse 25-50 μ indikativ für die Feueraktivität im lokalen Bereich ist (TOLONEN, 1986). Analog zum Pollenniederschlag müssen auch beim Transport der Holzkohlen Faktoren wie Topographie, Windverhältnisse, Niederschlag und Ferntransport berücksichtigt werden.

5.1 BONDONE

Der kontinuierliche Eintrag an Holzkohlen während des Spät- und Postglazials deutet auf eine permanente Feueraktivität im Gebiet hin (Abb. 8). Parallel mit dem Anstieg der *Pinus*-Kurve, welcher auf einen, dem Plateau von Bondone sich nähernden *Pinus*-Wald hinweist, nimmt auch die Konzentration der Holzkohlen zu. Im Profil treten vier Spitzenwerte hervor, die auf eine lokale Feueraktivität schließen lassen. Ein erstes Maximum haben die Holzkohlen von 25-50 μ an der oberen Grenze der IPAZ-Bondone-2. Zeitlich gesehen fällt dieser Spitzenwert in die Bölling-Chronozone. Hier liegt der Wald schon in der Nähe der Lokalität. In der IPAZ-Bondone-3 treten drei Spitzenwerte auf, die in das Alleröd, Dryas III und Präboreal zu stellen sind. Das Maximum in 85 cm Tiefe fällt in den jüngeren Teil der Dryas III und deutet in Richtung eines zunehmend kontinentaler (trockener) werdenden Klimas in dieser Phase.

Daß es sich bei diesen vier Spitzenwerten um eine lokale Feueraktivität handelt, wird durch das Auftreten von Holzkohlen, welche größer als 50 μ sind, bekräftigt. Da so große Partikel nicht sehr weit durch den Wind verfrachtet werden, ist mit einer lokalen Herkunft zu rechnen. Diese Holzkohlen konnten als Nadelhölzer bestimmt werden.

5.2 LAGO DELLE BUSE

Während der IPAZ-Buse-1 (Abb. 9) steigt die Holzkohlenkonzentration kontinuierlich mit dem dichter werdenden Wald, bzw. mit der höher steigenden Waldgrenze. In der subalpinen Zone ist die Feueraktivität vom Boreal (14C-Basisdatierung von 8.270 BP) bis zum Mittleren Atlantikum (IPAZ-Buse-2,) hoch und geht dann zurück (Abb. 10).

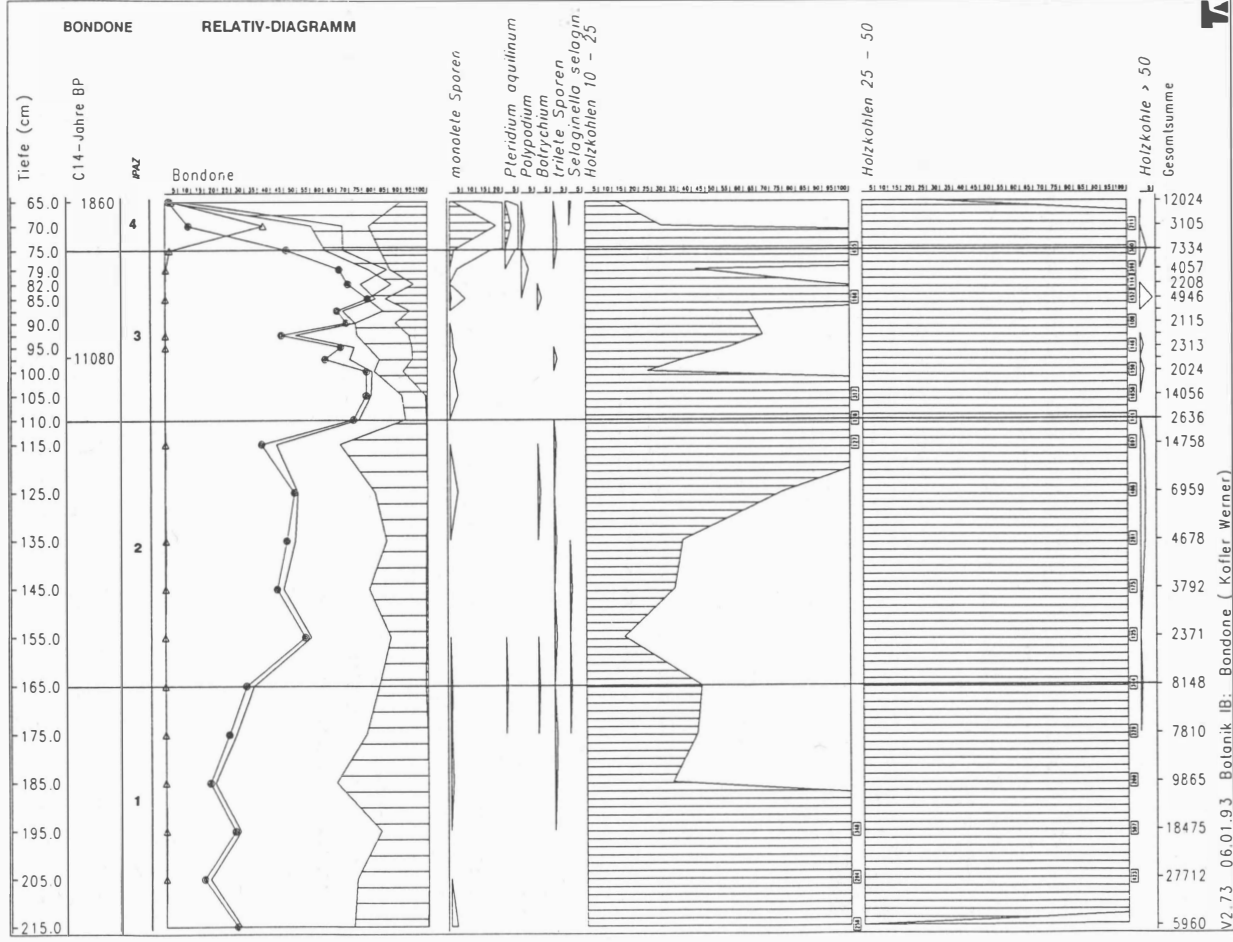


Abb. 7 - Bondone - Relativdiagramm mit Holzkohlen.

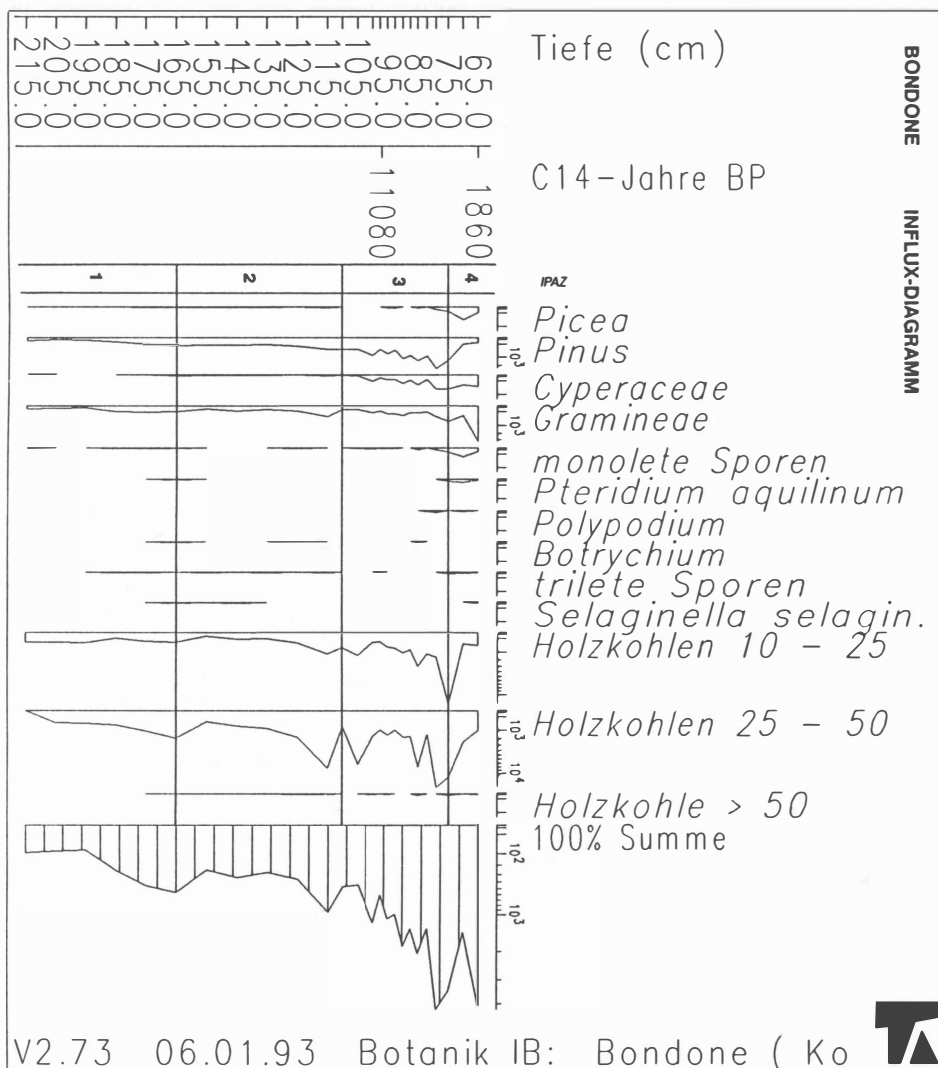


Abb. 8 - Bondone - Influxdiagramm mit Holzkohlen.

Diese Abnahme der Feueraktivität um 6.500 BP fällt mit dem Beginn der Frosnitzschwankung (PATZELT & BORTENSCHLAGER, 1973) zusammen, die durch eine höhere Humidität gekennzeichnet ist. Auch CLARK (1988) führt die Abnahme der Feueraktivität am Deming Lake im Nordwesten von Minnesota auf feuchtere Klimabedingungen zurück.

Ein von Menschenhand gelegtes Feuer konnte nicht nachgewiesen werden, dennoch darf diese Möglichkeit nicht ausgeschlossen werden. Die Rolle des Feuers als Störungsfaktor in der Vegetationsentwicklung wurde für lange Zeit unterschätzt. Das Feuer ist aber sicherlich ein strukturformendes Element in montanen und subalpinen Wäldern des frühen Postglazials (cf. OEGGL & WAHLMÜLLER, 1992).

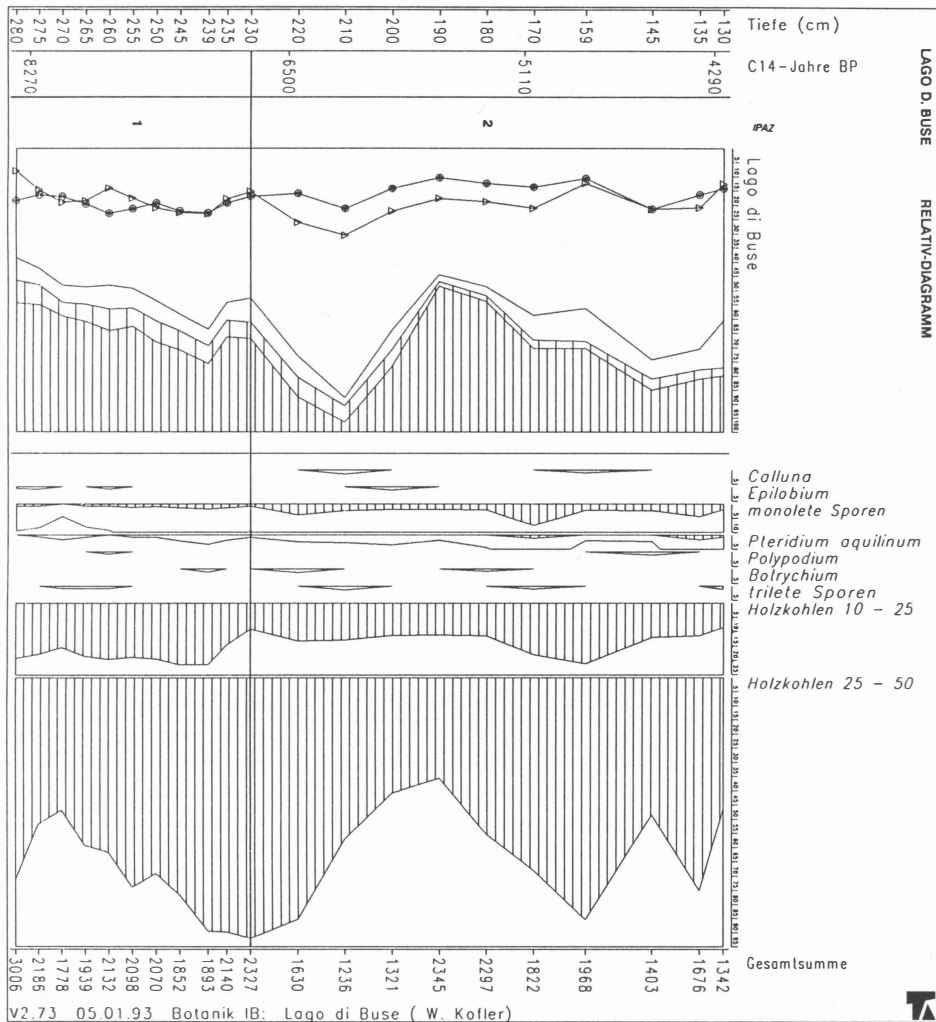


Abb. 9 - Lago delle Buse - Relativdiagramm mit Holzkohlen.

Zusammenfassung

Die spätglazialen Sedimente des Moores von Bondone und die frühpostglazialen Sedimente vom Lago delle Buse wurden pollenanalytisch untersucht.

BONDONE: Die Sukzession beginnt in der Ältesten Dryas mit einer *Artemisia-Chenopodiaceae-Pinus* Phase. Diese geht in eine *Pinus-Poaceae-Artemisia* Phase über, die bis ins Bölling reicht. Darauf folgt eine *Pinus-Artemisia-Cyperaceae-Corylus* Phase, die bis zur Jüngeren Dryas andauert.

Das Diagramm Bondone enthält neben einer NBP-reichen Phase, welche in die Dryas I und das Bölling fällt, eine weitere, durch hohe NBP ausgezeichnete stadiale Phase, die aufgrund einer ¹⁴C-Datierung (11.080 BP) mit der Dryas III identisch ist.

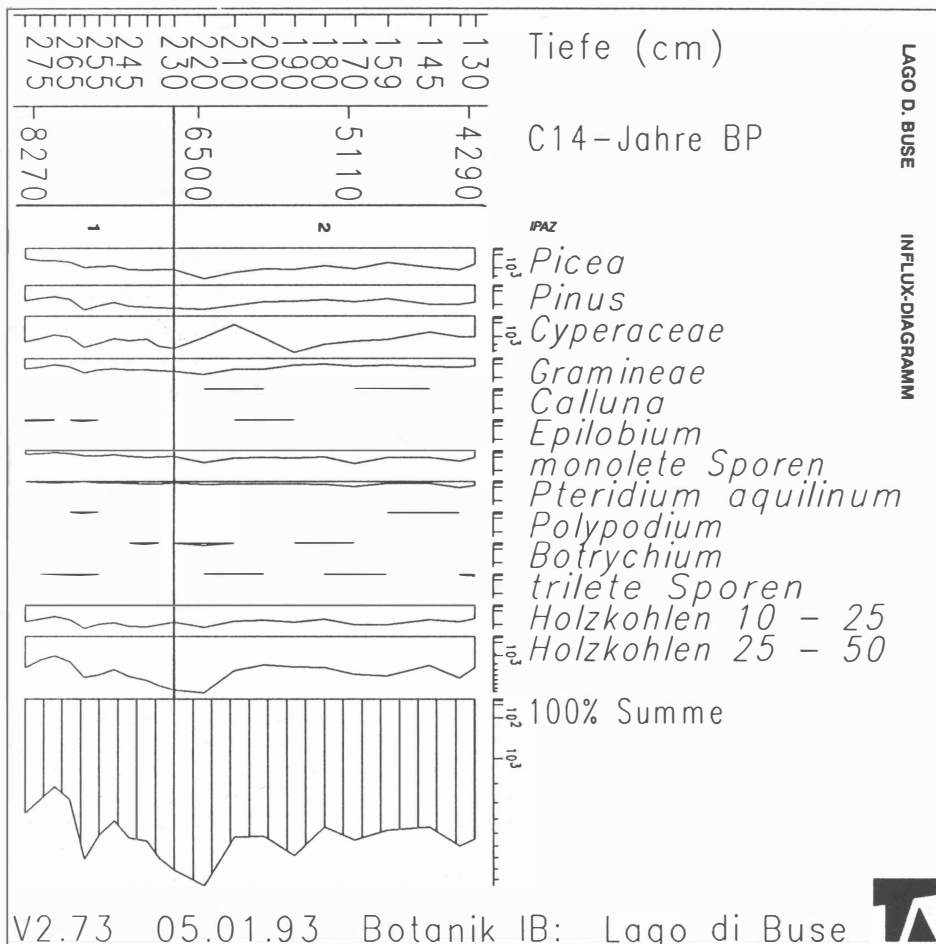


Abb. 10 - Lago delle Buse - Influxdiagramm mit Holzkohlen

Nach einer weitgehend vegetationslosen Zeit siedeln sich am Bondone Schneebodengesellschaften, Pionierrasen und schließlich Strauchgesellschaften an. Im Alleröd steigt die Waldgrenze, welche von *Pinus* gebildet wird, bis auf die Höhe des heute verlandeten Sees (1550 m). In der Dryas III lichtet sich der Wald auf und *Larix* tritt als neue Baumart in diesen *Pinus*-Wäldern auf.

Die Feueraktivität ist am Bondone während des Bölling, Alleröd, Präboreal, und Boreal hoch. Die hohen Holzkohlenwerte im jüngeren Teil der Dryas III deuten darauf hin, daß das Klima in dieser Phase kontinentaler ist.

LAGO DELLE BUSE: Die Sukzession beginnt mit einer *Picea-Pinus* Phase, die in eine *Picea-Pinus-Fagus-Abies* Phase übergeht. Im späten Boreal (8.270 BP) liegt die Waldgrenze in der Höhe des Sees (2060 m) und wird von *Pinus* sp. und *Larix* gebildet. Um 6.500 BP rückt die Waldgrenze höher hinauf und es breiten sich im subalpinen Bereich *Picea*-reiche *Pinus*-Wälder aus, in welchen auch vereinzelt *Larix* und *Pinus*

cembra vorkommen. *Picea* gewinnt zunehmend an Bedeutung. Um 5.110 BP sinkt die Waldgrenze ab, gleichzeitig lichtet sich der Wald am See. Diese Phase dauert bis ins ausgehende Frühe Subboreal an. Im Bereich des Sees breitet sich *Alnus viridis* aus.

Die Feueraktivität ist am Lago delle Buse vom Präboreal bis zum Mittleren Atlantikum hoch und nimmt dann aufgrund des feuchter werdenden Klimas ab.

Dank: An dieser Stelle sei allen jenen Personen und Institutionen gedankt, deren Hilfe ich in Bezug auf diese Arbeit in Anspruch nehmen konnte: Herrn Univ. Prof. Dr. SIGMAR BORTENSCHLAGER, unter dessen Leitung diese Arbeit durchgeführt wurde. Herrn Univ. Ass. Dr. KLAUS OEGGL für die zahlreichen Diskussionen und für die Geländearbeit. Herrn Prof. C. D. VORREN für die Holzkohlenbestimmung. Herrn Dr. E. PAK vom Institut für Radiochemie und Kernphysik in Wien für die Radiokarbondatierungen. Herrn SIEGFRIED TATZREITER für die Einführung in die Laborarbeiten und die Geländearbeit. Dem Museo Tridentino Di Scienze Naturali für die finanzielle Unterstützung dieser Untersuchung.

NOTA RIASSUNTIVA

Lo sviluppo della vegetazione durante il Tardiglaciale

Bondone:

I sedimenti di Bondone documentano lo sviluppo della vegetazione durante il Tardiglaciale e il Postglaciale nella zona montana. La successione incomincia con una *Artemisia-Chenopodiaceae-Pinus*-Zona (IPAZ-Bondone-1, Abb. 3), del periodo Dryas I. I valori alti dei NAP (80%, NAP = non arboreal pollen) provengono in gran parte dalla vegetazione regionale, benché già poco dopo il ritiro del ghiaccio sia possibile una crescita di piante in luoghi favorevoli (KLEBELSBERG, 1949). Tra i NAP predominano le Poaceae e le piante della steppa fredda (*Artemisia*, *Chenopodiaceae*, *Thalictrum*). Altri rappresentanti di questa flora tardiglaciale sono *Ephedra distachya* e *Ephedra fragilis*-Typ. Il basso valore del tasso di accumulazione di pollini indica che l'ambiente è più o meno senza vegetazione (Abb. 4). Questo viene confermato anche dalla serie stratigrafica. Il sedimento nella parte più profonda della IPAZ-Bondone-1 è ricco di ciottoli e sabbia. Alla profondità di 195 cm aumentano i valori, particolarmente salgono *Artemisia*, Poaceae, *Chenopodiaceae* e indicano una vegetazione locale, ma ancora aperta (Abb. 4). Si formano associazioni di apocrati e associazioni di vallette nivali. Anche la presenza di *Juniperus*, *Salix*, *Hippophae* e *Betula* è probabile. I pollini di *Pinus*, Pino, sono di lungo trasporto, cioè provengono da aree sottostanti, per azione di correnti ascendenti. Lo seguente sviluppo della vegetazione viene causato da un miglioramento del clima (IPAZ-Bondone-2: *Pinus*-Poaceae-*Artemisia* zona, Abb. 3). La vegetazione pioniera diventa più folta e le zone della vegetazione, che nella IPAZ-Bondone-1 erano situate ancora più in basso, salgono in alto. Il miglioramento del clima, favorevole allo sviluppo della vegetazione, si manifesta chiaramente oltre la profondità di 135 cm. Il tasso di accumulazione dei pollini, che sono evidentemente in aumento (Abb. 4), caratterizzano la parte superiore della zona pollinica IPAZ-Bondone-2 e indicano una vegetazione che diventa man mano più folta. La curva dei NAP decresce fino al valore di 66% (diminuiscono: Poaceae, *Artemisia*, *Chenopodiaceae*, *Ranunculaceae*, *Scrophulariaceae*, *Caryophyllaceae*, *Rubiaceae*), d'altra parte la vegetazione diventa qualitativamente più ricca. Al quadro floristico precedente si aggiungono *Primulaceae*, *Campanulaceae*, *Gentianaceae*, *Ranunculus acris*-Typ, *Mentha*-Typ e *Oxyria*-Typ. Contemporaneamente questo cambiamento aumentano i cespugli (*Juniperus*, *Ephedra distachya*) e anche la nanophanerophyta *Betula nana*. Questa è la fase iniziale a cespugli, che deve essere posta nella cronozona del Bölling (13.300-12.000 BP, sensu

WELTEN, 1982). Anche la curva di *Pinus*, Pino, s'innalza sia nel diagramma relativo che anche in quello dell'influsso (Abb. 3, Abb. 4). Questo aumento esprime l'avvicinamento dei boschi a *Pinus* sp., Pino sp., e la salita del limite di *Pinus* sp., Pino sp., verso la zona presa in esame. Il limite del bosco sale in alto durante la IPAZ-Bondone-3 (Abb. 3), della quale la parte inferiore deve essere posta nell'interstadio del Alleröd, e arriva fino al plateau di Bondone (1550 m s.l.m.). Questo si può dedurre dalle alte percentuali di *Pinus*, Pino, (77%) e dai bassi valori dei NAP (22%). Già AARIO (1940) poté dimostrare nella tundra scandinava, che percentuali di NAP pari o superiori al 30% indicano che l'ambiente è privo di foreste. Simili valori che riguardano l'assenza di boschi nella recente vegetazione alpina vengono citati da WELTEN (1949). Contemporaneamente all'evidente espansione di *Pinus*, Pino, nella località esaminata, scompaiono in gran parte i cespugli (*Juniperus*, *Ephedra*, *Hippophae*). Al passaggio Alleröd/Dryas III (11.080 BP) incomincia una fase regressiva, quindi un lasso di tempo non favorevole agli elementi forestali. *Pinus*, Pino, subisce un abbassamento, mentre i NAP (*Artemisia*, *Chenopodiaceae*, *Thalictrum*) sono in aumento. Questa diminuzione di *Pinus*, Pino, segna un diradamento della densità dei boschi a *Pinus*, Pino, sulla pianura di Bondone, verosimilmente non si tratta di un abbassamento del limite di bosco durante il Dryas III. Per la prima volta entra nello spettro *Larix*, Larice, come nuova componente delle foreste del Bondone. I valori massimi di *Larix*, Larice, e *Salix*, Salice, al livello 79 cm, che cadono nel Preboreale (GRÜGER, 1968), indicano una presenza più alta di queste due specie nei boschi a *Pinus*, Pino. Anche *Betula*, Betulla, e *Alnus*, Ontano, mostrano un incremento locale. Dopo il Preboreale diminuisce l'importanza di *Pinus*, Pino, nella zona montana e incomincia l'espansione di *Picea*, Abete rosso, (BORTENSCHLAGER, 1984) (Abb. 3).

Lo sviluppo della vegetazione durante il Postglaciale iniziale

Lago delle Buse:

I sedimenti del Lago delle Buse documentano lo sviluppo della vegetazione nella zona subalpina dal tardo-Boreale fino a oggi. La successione incomincia con una *Picea-Pinus* zona: IPAZ-Buse-1 (Abb. 5), della quale la parte inferiore, secondo la datazione con il metodo del ^{14}C (8.270 BP) è posta entro il Boreale. Sia la curva dei AP (arboreal pollen), che oscilla intorno al 75% della totalità dei pollini, che la molteplicità delle piante erbose (*Cichoriaceae*, *Apiaceae*, *Rosaceae*) e anche la presenza di apocrati (*Artemisia*), di cespugli (*Juniperus*, *Salix*) e di *Ericaceae* indicano un diradamento della densità del consorzio delle componenti arboree. Si tratta di un bosco rado, formato da *Pinus* sp., Pino sp., e *Larix*, Larice, che si estende sull'altezza della località esaminata. Il limite del bosco si trova all'altezza del lago, o poco al di sopra. La curva di *Picea*, Abete rosso, va man mano alzandosi, indicando un allargamento dell'areale di questa specie (Abb. 6). Il corso delle curve di *Picea*, Abete rosso, di *Pinus*, Pino, e dei NAP (non arboreal pollen) mostra, che nella parte inferiore di questa zona pollinica il bosco è rado e che alla profondità di 245 cm diventa più folto (Abb. 5). L'immigrazione di *Abies*, Abete bianco, a livelli più bassi si annuncia con l'aumento dei pollini di *Abies*, Abete bianco, che sono di lungo trasporto. Nella zona pollinica IPAZ-Buse-1 codominano *Picea*, Abete rosso, e *Pinus*, Pino. Nella IPAZ-Buse-2 (*Picea-Pinus-Abies-Fagus* zona) viene superata dalla curva di *Picea*, Abete rosso, che raggiunge valori intorno al 20-30% del totale della somma dei pollini contati (Abb. 5). Questo cambio di dominanza da parte di *Picea*, Abete rosso, verso 6.500 BP, la diminuzione di *Larix*, Larice, e i bassi valori dei NAP, che nella prima parte di questa zona decrescono fino al 10% della somma totale, indicano un limite di bosco che sale in alto e quindi un miglioramento del clima. L'importanza della *Picea*, Abete rosso, aumenta, mentre i NAP, in particolare le *Cichoriaceae*, *Apiaceae* e *Rosaceae* subiscono una diminuzione a causa della vegetazione arborea, che diventa più folta. Facendo un paragone con le analisi recenti, si può dedurre, che si tratta di un bosco a *Pinus*, Pino, ricco di *Picea*, Abete rosso, che nella vicinanza del lago viene completato dalla presenza di alcuni esemplari di *Larix*, Larice. Contemporaneamente all'espansione della *Picea*, Abete rosso, nella zona subalpina (BORTENSCHLAGER, 1984) incomincia verso 6.500 BP l'immigrazione di *Abies*,

Abete bianco, e di *Fagus*, Faggio, nella regione. Tra 7.000 BP e 6.000 BP aumentano le precipitazioni estive (PATZELT, 1987), che provocano un inacidimento e un peggioramento del suolo (HEITZ-WENIGER, 1976). L'umidità più alta favorisce l'espansione di *Picea*, Abete rosso, e delle specie mesofile *Abies*, Abete bianco, e *Fagus*, Faggio. *Picea*, Abete rosso, raggiunge i valori massimi verso 6.000 BP. Si tratta dell'areale di *Picea*, Abete rosso, più esteso nel Postglaciale. Probabilmente l'estensione di questo areale della *Picea*, Abete rosso, non verrà più superata nell'ulteriore Postglaciale (Abb. 9). L'espansione di *Picea*, Abete rosso, si svolge principalmente a scapito di *Larix*, Larice, e di *Pinus* sp., Pino sp.. Così *Larix*, Larice, non può più sussistere a causa della competizione con *Picea*, Abete rosso. Aumenta un po' l'importanza di *Pinus cembra*, Cembro (Abb. 5). Con la datazione radiocarbonica di 5.110 BP viene afferrato il passaggio dall'Atlantico al Subboreale. I valori di *Picea*, Abete rosso, e di *Pinus*, Pino, decrescono e i NAP aumentano di nuovo. Tale cambiamento viene causato da un peggioramento del clima, che provoca un diradamento del consorzio arboreo intorno al lago e un abbassamento del limite del bosco. Questa fase continua fino al Subboreale iniziale. *Picea*, Abete rosso, decresce sia nel diagramma relativo che in quello dell'influsso (influx). Questo indica un abbassamento del limite della *Picea*, forse in concomitanza con un restringimento del suo areale (Abb. 5, Abb. 6). *Alnus*, Ontano, si diffonde nei dintorni del lago e respinge la *Picea*, Abete rosso. Le Rosaceae culminano nella parte superiore della IPAZ-Buse-2. Si tratta di un fenomeno locale, causato o dal cambiamento delle condizioni ambientali sul posto di crescita oppure dall'influsso umano (Abb. 5).

Analisi dei carboni

Sia per il profilo di Bondone che per quello del Lago delle Buse sono state fatte analisi dei carboni. I carboni sono stati divisi in tre classi, secondo la loro grandezza: 10-25µm, 25-50µm, >50µm. Dalle Fig. 8 e 10 (Abb. 8, Abb. 10) si può osservare che le curve di concentrazione delle prime due classi si sviluppano in modo parallelo. La classe dei 25-50µm è indicativa dell'attività locale del fuoco (TOLONEN, 1986).

Bondone:

La continua entrata di carboni durante il Tardiglaciale e il Postglaciale indica una permanente attività del fuoco nella regione (Abb. 8). Con la salita della curva di *Pinus*, Pino, che segnala un bosco a *Pinus*, Pino, in avvicinamento alla zona presa in esame, aumenta in modo parallelo anche la concentrazione dei carboni. Nel diagramma appaiono quattro valori massimi, dai quali si può dedurre, che si tratta di una attività locale del fuoco. Il primo valore massimo della classe di 25-50µm viene raggiunto al limite superiore della IPAZ-Bondone-2. Questo valore cade nella cronozona del Bölling. Certamente il limite del bosco a *Pinus*, Pino, si è già notevolmente avvicinato alla località esaminata. Nella IPAZ-Bondone-3 compaiono tre valori massimi, che devono essere posti nel Alleröd, Dryas III e Preboreale. Il valore massimo alla profondità di 85 cm è della parte giovane della Dryas III e indica un clima sempre più continentale (secco). La presenza di carboni della classe >50µm conferma che si tratta di una locale attività del fuoco, perché carboni di questa grandezza non vengono trasportati lontano dal vento (Abb. 7). L'analisi di questi carboni ha dimostrato che provengono da conifere.

Lago delle Buse:

Durante la IPAZ-Buse-1 (Abb. 9) la concentrazione di carboni sale continuamente e in parallelo al bosco, che diventa sempre più folto o che si espande sempre più in alto. Nella zona subalpina è alta l'attività del fuoco (la datazione radiocarbonica della base è di 8.270 BP) dal Boreale fino al medio Atlantico (IPAZ-Buse-2), poi diminuisce (Abb. 10). Questa diminuzione dell'attività del fuoco verso 6.500 BP coincide con l'inizio della oscillazione di Frosnitz (PATZELT & BORTENSCHLAGER, 1973), che è caratterizzata da una più alta umidità. Anche la diminuzione dell'attività del fuoco al Deming Lake nel nord-ovest del Minnesota viene attribuita a circostanze climatiche più umide (CLARK, 1988).

Un influsso umano sull'attività del fuoco non è stato provato. Il ruolo del fuoco come fattore di disturbi nello sviluppo della vegetazione è stato sottovalutato per lungo tempo. Ma il fuoco è certamente un elemento che forma le strutture di questi boschi della zona montana e subalpina del Postglaciale iniziale (cf. OEGGL & WAHLMÜLLER, 1992).

LITERATURVERZEICHNIS

- AARIO L., 1940 - Waldgrenzen und subrezente Pollenspektren in Petsamo, Lappland. *Annales Acad. scient. Fenn. Ser. A*, 54/8: 120 pp.
- BAGOLINI B., BROGLIO A. & LUNZ R., 1984 - Le Mesolithique des Dolomites. *Preistoria Alpina*, Vol. 19: 15-36.
- BAGOLINI B. & GUERRESCHI A., 1978 - Notizie preliminari sulle ricerche 1977-78 nell'insediamento paleolitico delle Viotte di Bondone (Trento). *Preistoria Alpina*, Vol.14: 7-31.
- BORTENSCHLAGER S., 1984 - Beiträge zur Vegetationsgeschichte Tirols I: Inneres Ötztal und unteres Inntal. *Ber. nat. - med. Ver. Innsbruck*, 71: 19-56.
- CANULLO R., 1988 - Approccio quantitativo all'esame delle variazioni della vegetazione lungo un gradiente edafico nei pascoli del Monte Bondone (Trentino). *Studi trent. Sci. nat.*, Vol. 64, Acta Biologica: 61-79.
- CETTO P., 1963 - Le praterie e la torbiera di Monte Bondone presso Trento. *Studi. trent. Sci. nat.*, anno XL, N. 2: 192- 27.
- CLARK J. S., 1988 - Stratigraphic Charcoal Analysis on Petrographic Thin Sections: Application to fire History in Northwestern Minnesota. *Quaternary Research* 30: 81-91.
- CREMASCHI M. & LANZINGER M., 1984 - La successione stratigrafica e le fasi pedogenetiche del sito epigravettiano di Andalo, i Loess tardiglaciali della Val d' Adige. *Preistoria Alpina*, Vol. 19: 179-188.
- CUSHING E. J., 1967 - Late - Wisconsin pollen stratigraphy and the glacial sequence in Minnesota. In: CUSHING E. J. & H. E. WRIGHT (Eds.), *Quaternary paleoecology. Yale University Press*, New Haven. 59-88.
- DALMERI G. & LANZINGER M., 1993 - Risultati preliminari delle ricerche nei siti mesolitici del Lago delle Buse, nel Lagorai (Trentino). *Preistoria Alpina*, Vol. 28/1:317-349.
- GRÜGER J., 1968 - Untersuchungen zur spätglazialen und frühpostglazialen Vegetationsentwicklung der Südalpen im Umkreis des Gardasees. *Bot. Jahrb. Syst.*, 88 (2): 163-199.
- HEITZ - WENIGER A., 1976 - Zum Problem des mittelholozänen Ulmenabfalls im Gebiet des Zürichsees (Schweiz). *Bauhinia*. 5/4: 215-229.
- LANZINGER M., 1991 - Peopling in the Eastern Alps. *British Archeological Report* (in press).
- MANGERUD J., ANDERSEN S.T., BERGLUND B.E. & DONNER J.J., 1974 - Quart. stratigraphy of Norden, a proposal for terminologie and classification. *Boreas* 3: 109-126.
- OEGGL K. & WAHLMÜLLER B., 1993 - Vegetation and climate history of high alpine mesolithic camp site in the Eastern Alps. *Preistoria Alpina*, Vol. 28/1:71-82.

- PATZELT G., 1987 - Untersuchungen zur nacheiszeitlichen Schwemmkegel und Talentwicklung in Tirol. I. Teil: Das Inntal zwischen Mötz und Wattens. *Veröff. Museum Ferdinandeum Innsbruck*, 67: 93-123.
- PATZELT G. & BORTENSCHLAGER S., 1973 - Die postglazialen Gletscher- und Klimaschwankungen in der Venedigergruppe (Hohe Tauern, Ostalpen). *Z. Geomorph. Suppl.*, 16: 25-72.
- PENCK A. & BRÜCKNER E., 1909 - Die Alpen im Eiszeitalter, Bd. 3. *Leipzig*.
- SEIWALD A., 1980 - Beiträge zur Vegetationsgeschichte Tirols IV: Natzer Plateau - Villanderer Alm. *Ber. nat. - med. Verein Innsbruck*, 67: 31-72.
- STOCKMARR J., 1971 - Tablets with Spores used in absolut pollen analysis. *Pollen et Spores*, 13 (4): 615-621.
- TOLONEN K., 1986 - Charred particle analysis. *Handbook of Holocene Palaeoecology and Palaeohydrology*: 485-490.
- TRANQUILLINI A., 1988 - POLPROF, ein Programm zum computergesteuerten Zeichnen von Pollenprofilen. *Ber. nat. - med. Verein Innsbruck*, 67: 31-72.
- TREVISAN L., 1941 - La struttura geologica dei dintorni di Trento. *Studi Trent. Sci. Nat.*, anno 22, Fasc. 3: 1-5.
- VON KLEBELSBERG R., 1936 - Die Eiszeitgletscher im Gardatale. *Z. Gletscherkde.* 24: 122-139.
- VON KLEBELSBERG R., 1949 - Handbuch der Glazialgeologie, II. Teil.- Wien.
- WELTEN M., 1949 - Beobachtungen über den rezenten Pollenniederschlag in alpinen Vegetation. *Ber. Geobot. Inst. Rübel*, 5: 48-57.
- WELTEN M., 1982 - Vegetationsgeschichtliche Untersuchungen in den westlichen Schweizer Alpen: Bern - Wallis. *Denkschriften der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft*: Band/Vol. 95: 24-26.