

# Palynologische Untersuchungen zur Vegetations- und Siedlungsentwicklung im Raum Kramsach – Brixlegg (Tirol, Österreich)

von

Carolina WALDE \*)

## A Contribution to the Vegetation and Settlement History in the Region of Kramsach - Brixlegg (Tyrol, Austria)

**Synopsis:** The vegetation history and the anthropogenic influence in the Kramsach - Brixlegg area (Northern Tyrol, Austria) are reconstructed by pollen-analysis, by macrofossil analysis and by conventional and AMS radiocarbon analysis of the lake sediment from the Frauensee near Kramsach and the peat profile from Oberkienberg near Brixlegg. The pollen-diagram Frauensee begins with an open vegetation in the oldest Dryas and shows the late- and postglacial development. The pollen-diagram Oberkienberg describes the vegetational development since the Atlanticum. Anthropogenic impact is evident by cultural indicators since 6000 BP. The following neolithic traces are correlated with the archaeological discoveries in the investigation area. Anthropochores (*Cerealia*) and the *Cerealia*-zones describe the human impact in a very effective way. Since the Bronze Age the human influence becomes more intensive and continues until now.

### 1. Einleitung:

Das Unterinntal ist seit einigen Jahrzehnten Ziel von pollenanalytischen Untersuchungen über Vegetationsentwicklung und Nachweis früher menschlicher Tätigkeit. Palynologische Studien liegen von folgenden Mooren und Seen aus dem Unterinntal vor: Egelsee (SARNTHEIN 1948, WAHLMÜLLER 1985a), Giering (BORTENSCHLAGER 1976, BORTENSCHLAGER & BORTENSCHLAGER 1981), Hasenmoos (BORTENSCHLAGER 1976), Kirchbichl (WAHLMÜLLER 1985a, b), Moor beim Krummsee (BORTENSCHLAGER 1972a, 1984a, b), Lindenmoos (BORTENSCHLAGER 1984a, b, 1986; OEGGL unpubl.), Miesberg (BORTENSCHLAGER 1976), Moor bei Mosen (SARNTHEIN 1948), Moor beim Reintaler See (SARNTHEIN 1948), Schwarzsee (SARNTHEIN 1948), Schwemm (OEGGL 1988a, b; OEGGL & EICHER 1989), Zotensenk (BORTENSCHLAGER 1984a, b).

Das Ziel dieser Untersuchung ist es, die Vegetationsentwicklung und den Einfluß des Menschen auf die Vegetation und damit auch die Siedlungstätigkeit im Unterinntal auf palynologischem Wege aufzuzeigen. Spezifisch im Raum Kramsach - Brixlegg soll der anthropogene Nachweis anhand eines Sedimentkernes aus einem See auf den Inntalterrassen im Norden (Frauensee bei Kramsach) und eines Torfprofils ob Brixlegg auf der südlichen Talseite (Oberkienberg) mit Hilfe der Pollenanalyse erfolgen. Besonderes Augenmerk gilt dem Beginn des anthropogenen Einflusses, der mit einem feinstratigraphischen Profil des Frauensees zwischen 400 und 500 cm Tiefe detailliert erfasst wird.

\*) Anschrift der Verfasserin: Mag. C. Walde, Institut für Botanik, Sternwartestrasse 15, A-6020 Innsbruck, Österreich.

## 2. Das Untersuchungsgebiet:

### 2.1. Lage, Geologie, Klima und Vegetation des Untersuchungsgebietes:

Der Frauensee, einer der Reintaler Seen bei Kramsach, auf der linken und der Oberkienberg ob Brixlegg auf der rechten Innseite, liegen ungefähr in der Mitte des Unterinntales (Abb.1). Das Untersuchungsgebiet gehört zu den Nördlichen Kalkalpen, die aus Kalkstein, Mergel und Dolomit aufgebaut sind und von Schwaz bis Würgl auch auf das rechte Innufer übergreifen (ZANGERL 1940, HEIBEL 1972, 1986; MEISEL et al. 1984). Bei den Toteisseen des Reintaler Seen-Gebietes findet man Schotter aus dem Rib-Würrn Interglazial (HEIBEL 1972). An den Hängen liegen Reste von Grundmoränen der letzten Eiszeit. Besonders auf der rechten Innseite zwischen Schwaz und Brixlegg führt der Schwazer Dolomit Erz. Hier blühte seit der Bronzezeit einer der ergiebigen Bergbaue Tirols (KLEBELSBERG 1935).

Das Unterinntal unterhalb von Schwaz gehört zum nördlichen Klimagebiet mit geringer Variabilität der Jahresmengen des Niederschlags und kontinentalem Jahresgang (FLIRT 1975). Das Klima ist temperiert mit einer ausgeprägten kalten Jahreszeit, die sich durch große Schneemengen auszeichnet. Juni, Juli und August sind die niederschlagsreichsten Monate mit mehr als 100 mm mittlerem monatlichen Niederschlag. Der mittlere Jahresniederschlag liegt im Inntal zwischen Schwaz und Kirchbühl bei 1000 mm. (MEISEL et al. 1984).

Auf dem Angerberg und den Mittelgebirgsterassen bei Brixlegg wächst ein Tannen-Fichtenwald auf Karbonatgestein (*Piceo-Abietetum*, *Galio-Abietetum*), Hainlätlich-Tannen-Buchenwald und Zahnwurz-Tannen-Buchenwald (*Apoxyridio-Fagetum* und *CARDAMINO ENNAEAPHYLLI-FAGETUM*) (MEISEL et al. 1984, SCHIECHTL 1987). Im als Naturdenkmal unter Schutz stehenden (HOLZL 1981) Frauensee (ÖK 50, Blatt Nr. 120: 47° 27' 16" N, 11° 52' 35", 560 m Meereshöhe) auf dem westlichen Angerberg findet man einen dichten Rasen von *Chara* (KREWEDL 1988, 1992). Die randlichen Verlandungszonen des Frauensees am Westufer sind mit einem Streifen von *Phragmites communis*, *Carex elata* und *CLADIUM MARISCUS* besetzt, die in einen kleinen Flachmoorkomplex mit Erlenbruch übergehen. Am Ostufer befindet sich ein Schwarzerlen-Birkenbruch mit Weide, der an Mähwiesen angrenzt (GAMS 1972, KREWEDL 1988, 1992). Der Name Frauensee leitet sich vom ehemaligen Dominikanerinnenkloster Mariathal ab, in dessen Besitz der See über mehrere Jahrhunderte war (STOLZ 1936). Auf der rechten Innseite liegt der Oberkienberg (Österreichkarte 1:50000, Blatt 120: N 47° 25' 55", O 11° 52' 36"), ein Waldgebiet mit einem Hof ob Brixlegg in 757 m Meereshöhe. Die Hangvermoorung am Oberkienberg ist umgeben von Weiden und Mähwiesen. In der Nähe befindet sich ein Fichten-Tannen-Wald mit Buchen. Der Name Kienberg stammt wahrscheinlich vom Adelsgeschlecht Chienberger, das um 800 aus Bayern in die Brixlegger Gegend kam (MOSER 1988). Kienberg wird als ältestes namentlich bekanntes Gut in Brixlegg erstmals 1120 urkundlich erwähnt (REBITSCH 1988).

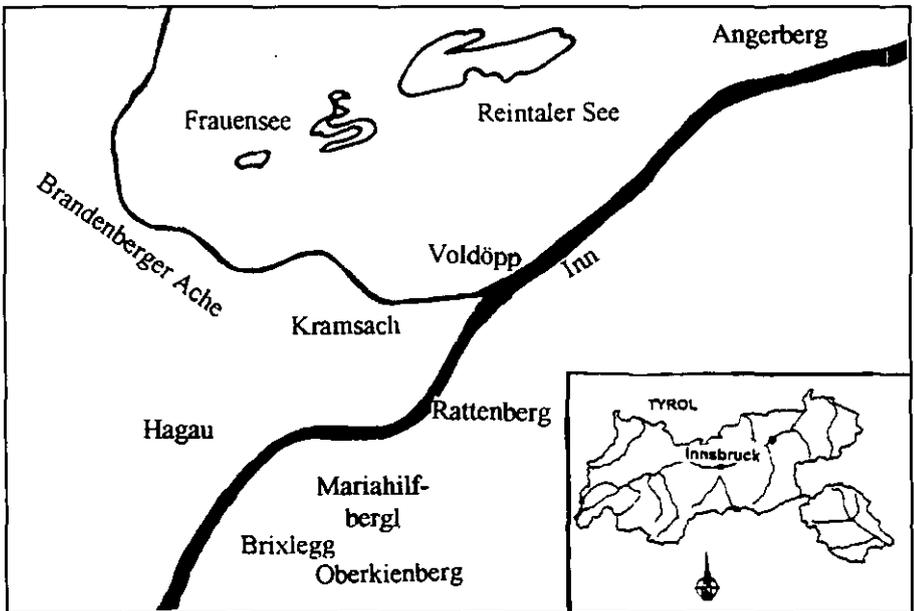


Abb. 1: Lage des Untersuchungsgebietes.

## 2.2. Siedlungsgeschichte:

Erste Spuren einer jungpaläolithischen Jägerkultur (30.000 v. Chr.) in Tirol sind aus der Tischofer und der Hyänen-Höhle im Kaisertal bei Kufstein bekannt, wo auch jungsteinzeitliche (2000 v. Chr.) und bronzezeitliche (1500 v. Chr.) Besiedlungen nachgewiesen werden konnten (LEITNER 1990). Neolithische Funde aus dem Untersuchungsgebiet stammen von einer Wohnstelle am Mariahilfbergl bei Brixlegg, die vor allem auf Grund des Fundes des Eismannes für die urgeschichtliche Besiedlung und Siedlungsentwicklung im Inntal bzw. Etsch- und Eisacktal von Bedeutung sind. Die Siedlungstätigkeit am Mariahilfbergl erstreckte sich über die Bronzezeit bis in die Neuzeit (KRAUB & HUIJSMANS 1996). Der Raum Brixlegg war relativ günstig für die frühe Besiedlung. Die Menschen mieden die versumpften Innauen und den sich immer wieder einen neuen Weg bahrenden Inn, sowie die nähere Umgebung des Alpbaches und bevorzugten daher die Plateaus der Hochkapelle, die auch strategisch günstig lagen. Der Bergbau um Kitzbühel und Schwaz führte in der Bronzezeit (2400 – 800 v. Chr.) zu einer verstärkten Siedlungstätigkeit im Tiroler Unterland (LEITNER 1990, REBITSCH 1988). Schlackefunde bezeugen, daß hier erfolgreich nach Kupfer geschürft wurde (REBITSCH 1988). Aus der späten Bronzezeit stammen auch Urnengräber in Kitzbühel, Schwaz, Westendorf, Brixen im Thal und Kufstein sowie eine Siedlung bei der Hochkapelle in Brixlegg. Die Artefakte der Fritzens-Sanzeno Kultur (400 – 15 v. Chr.) größtenteils aus Siedlungen (LEITNER 1990) belegen wohlentwickelte Viehzucht, Ackerbau und Bergbau. Mit der Eroberung Tirols (15 v. Chr.) führten die Römer neue Sorten von Erbsen, Äpfeln, Birnen und Süßkirschen, die Walnuss sowie eine neue Rinderrasse ein. Während der römischen Herrschaft war das Plateau der Hochkapelle in Brixlegg wieder besiedelt. Ab 550 n. Chr. gehörte das Tiroler Unterland zum Herzogtum Bayern. (EGG 1971). Die Siedlungsgebiete wurden nun durch Rodungen vergrößert. Im 15. Jahrhundert blühte der Bergbau wieder auf (ASCHER 1949, REBITSCH 1988) und ein Schmelzwerk wurde in Brixlegg errichtet. Um Holzkohle für die Schmelzöfen herzustellen, wurden die Wälder rund um Brixlegg abgeholzt, und schließlich mußte Holz aus dem Brandenbertal und dem Zillertal genutzt werden.

## 3. Methodik:

### 3.1. Feldarbeit:

Im Frauensee wurde aus der Seemitte ein 930 cm langer Bohrkern entnommen. Die Bohrung erfolgte mit einem Markt-Streif-Bohrgerät von einem Floß aus. Die Lockersedimente wurden in 1 m langen Plexirohren geborgen.

Der Bohrkern Oberkienberg ist 55 cm lang. Nachdem mit einer Lawinensonde die tiefste Stelle des Moores festgestellt worden war, wurde ein Bohrkern mit Hilfe eines Metallrohres, das in das Sediment geschlagen wurde, entnommen.

### 3.2. Laborarbeit:

Die chemische Aufbereitung der Proben wurde nach der am Institut für Botanik, Abteilung Palynologie, angewandten Methode vorgenommen (SEWALD 1980). Zur Errechnung der Konzentrationsdiagramme wurde den Proben eine bekannte Konzentration von Fremdpollen (*Impatiens walleriana*) in Eisessig zugegeben (BENNINGHOFF 1962, STOCKMARR 1971).

Die Ergebnisse wurden mit dem am Institut für Botanik entwickelten Computerprogramm FAGUS 4 in Form von Schattenrissdiagrammen dargestellt. Bei der Berechnung der Relativdiagramme sind die Wasserpflanzen, Sporen, Holzkohlepartikel und die Cyperaceae aus der 100%-Summe ausgeschlossen. Im Profil Oberkienberg ist zusätzlich *Alnus* als Standortpflanze ausgenommen.

Die biostratigraphische Einteilung der Profile erfolgt in assemblage-zones (HEDBERG 1972a, b), die hier nur durch den Gehalt an Pollen und Sporen definiert werden ohne sich an Klima, Vegetation oder Sediment anzulehnen und als local pollen assemblage zones (lpaz) bezeichnet sind.

Die Gliederung in Chronozonen wurde nach MANGERUD et al. (1974) durchgeführt.

Zur chronostratigraphischen Korrelation der Biostratigraphie wurden konventionelle und Accelerator Mass Spectrometry (AMS)-<sup>14</sup>C-Datierungen vorgenommen. Die Altersbestimmung in Hartwasserseen ist auf Grund von Depoteffekten problematisch (TÖRNQVIST et al. 1992). Da Wasserpflanzen vom Hartwassereffekt betroffen sind (OLSSON 1991, TÖRNQVIST et al. 1992), wurden für die AMS-Datierungen im Profil Frauensee die Makroreste terrestrischer Pflanzen ver-

wendet. Die Datierungen wurden am Institut für Radiumforschung und Kernphysik der Universität Wien (VRI) und an der Universität Utrecht, Faculteit der Natuur- en Sterrenkunde (UIC) durchgeführt. Die pflanzlichen Makroreste, die zur AMS-Datierung nach Utrecht eingeschickt wurden, sind zuvor bestimmt und gefriergetrocknet worden.

Die Sedimentbestimmung erfolgte nach TROELS-SMITH (1955).

### 3.3. Radiokarbonaten:

Tab. 1: Radiokarbonaten Frauensee und Oberkienberg.

Lokalität	Labor Nr.	Tiefe cm	Material	Datum BP	Cal. Datum
Frauensee	VRI-1775	45 - 50	Cyperaceentorf	1240 ± 50	710-880 AD
Frauensee	VRI-1776	85 - 90	Cyperaceentorf	1600 ± 50	410-540 AD
Frauensee	VRI-1777	125 - 130	Cyperaceentorf	1950 ± 50	10-120 AD
Frauensee	UtC-5952	200 - 205	Samen von <i>Alnus glutinosa</i> , <i>Alnus incana</i> , Blatt, Holz, Holzkohlen, Knospenschuppen von <i>Picea</i>	2216 ± 32	313-2224, 2213-145 BP
Frauensee	UtC-5953	285 - 290	Frucht von <i>Betula</i> , Holz, Nadeln von <i>Larix</i> und <i>Picea</i> , Knospenschuppen von <i>Picea</i> , Laubholzrinde, Blattfragmente	2635 ± 37	2764-2745 BP
Frauensee	UtC-5954	410 - 415	Samen von <i>Ranunculus</i> sp., Cupula von Fagaceae, Holz; Knospenschuppen von <i>Fagus</i> und <i>Picea</i>	4419 ± 45	5200-5199, 5045-4959, 4959-4873 BP
Frauensee	UtC-7141	438 - 440	Nadeln von <i>Abies</i> und <i>Picea</i> , Holz von <i>Picea</i>	4965 ± 39	5734-5649 BP
Frauensee	UtC-7142	452 - 454	Nadeln von <i>Abies</i> und <i>Picea</i> , Samen von <i>Alnus</i> und <i>Picea</i> , Segmente von Samenschuppen von <i>Picea</i>	5255 ± 43	6165-6150,14 6091-6069, 6035-5939 BP
Frauensee	UtC-7143	500 - 502	Nadeln von <i>Abies</i> und <i>Picea</i> , Same und Knospenschuppen von <i>Picea</i>	6276 ± 44	7213-7165, 7105-7095 BP
Frauensee	UtC-7144	675 - 680	Bracteen von <i>Betula pubescens</i> und <i>Pinus</i> , Tegment von <i>Ulmus</i> , Bractee, Periderm, Frucht und Same von <i>Betula</i> , Tegmente von <i>Picea</i> ; Holz: Koniferenperiderm	9670 ± 70	10966-10863, 10834-10806, 10746-10655, 10644-10615 BP
Frauensee	UtC-7145	833 - 835	Nadeln von <i>Juniperus</i> , Periderm und Holz von <i>Alnus</i> und <i>Betula</i>	12830 ± 70	14663-14314 BP
Oberkienberg	UtC-7140	21	Radzellentorf	2430 ± 39	2702-2645, 2482-1354 BP
Oberkienberg	UtC-7139	55	Ton	5401 ± 49	6280-6175, 6127-6114 BP

### 4. Abkürzungsverzeichnis:

5000 BP	5000 Radiokarbonjahre vor heute	FS	Frauensee
200 n. Chr. / v. Chr.	200 nach / vor Christus	lpaz	local pollen assemblage zone
AP	Baumpollen	NAP	Nichtbaumpollen
EMW	Eichennischwald	OK	Oberkienberg

## 5. Ergebnisse:

### 5.1. Definition der lokalen Pollenzonen (Ipaz):

Tab. 2: Local pollen assemblage zones.

Chronozone	Radiokarbon- jahre BP	Ipaz Frauensee	Ipaz Oberkienberg	
Subatlantikum	0	FS-13: <i>Picea</i> -Gramineae Zone	OK-5: <i>Picea-Pinus</i> -NAP Zone	
		FS-12: <i>Picea-Pinus</i> Zone		
		FS-11: <i>Fagus-Picea</i> Zone		OK-4: <i>Picea-Pinus-Corylus avellana</i> Zone
		FS-10: <i>Corylus avellana</i> -NAP Zone		OK-3: <i>Picea-Pinus-Fagus</i> Zone
	2500	FS-9: <i>Corylus avellana-Pinus-Picea</i> Zone		
Subboreal	5000	FS-8: <i>Corylus avellana-Picea-Fagus</i> Zone	OK-2: <i>Picea-Pinus</i> Zone	
		FS-7: <i>Fagus-Picea</i> Zone		
		FS-6: <i>Picea-Abies</i> Zone		OK-1: <i>Tilia-Picea-Pinus</i> Zone
Atlantikum	8000	FS-5: EMW- <i>Picea</i> Zone		
Boreal	9000	FS-4: <i>Corylus avellana</i> -EMW Zone		
Präboreal	10000	FS-3: <i>Pinus-Betula-Alnus</i> Zone		
Jüngere Dryas	11000			
Alleröd		FS-2: <i>Pinus-Betula</i> Zone		
Ältere Dryas	12000			
Bölling	13000	FS-1: <i>Pinus</i> -Gramineae-Cyperaceae Zone		
Älteste Dryas	14000			

#### 5.1.1. Frauensee:

Ipaz FS-1: *Pinus*-Gramineae-Cyperaceae Zone

Tiefe: 928 - 829 cm

Ablagerung: Tongyttja

Vegetation: Überwiegen der *Pinus*-Pollen. *Betula*, *Alnus viridis*, *Hippophae rhamnoides*, *Juniperus* und *Ephedra* kommen vor. NAP wie Gramineae, Cyperaceae, Chenopodiaceae-Typ, Cichoriaceae, *Helianthemum*, Ranunculaceae und *Urtica* sind vertreten.

Obergrenze: *Pinus* nimmt ab, *Betula* steigt auf > 5 % an.

Zeitstellung: älteste Dryas pp, Bölling pp.

Ipaz FS-2: *Pinus-Betula* Zone

Tiefe: 829 - 750 cm

Ablagerung: 829 - 799 cm Kalkgyttja mit Sand und Kies, 799 - 740 cm Kalkgyttja, sandig

Vegetation: Dominanz von *Pinus*. *Betula* nimmt nach einem Einbruch wieder zu. Einzelfunde von EMW-Arten. Apokraten wie Cichoriaceae, *Helianthemum*, Chenopodiaceae-Typ, *Senecio*-Typ und die Gramineae sowie die Cyperaceae treten auf.

Obergrenze: *Pinus* Abfall, *Betula* Gipfel

Zeitstellung: Bölling pp, ältere Dryas, Alleröd, jüngere Dryas pp

Ipaz FS-3: *Pinus-Betula-Alnus* Zone

- Tiefe: 750 - 670 cm  
Ablagerung: 740 - 710 cm Kalkgyttja mit Sand, 710 - 670 cm Kalkgyttja mit Feindetritus  
Vegetation: Abnahme von *Pinus*, *Betula* zeigt einen Gipfel von 40 %, empirische Pollengrenze von *Corylus avellana* und der EMW-Arten (*Quercus robur*-Typ, *Tilia*, *Ulmus*, *Fraxinus excelsior*). Leichte Zunahme der NAP. wie *Artemisia*, Chenopodiaceae-Typ und Cyperaceae.  
Obergrenze: *Pinus* Abfall, Beginn der durchgehenden Kurven der EMW-Arten.  
Zeitstellung: jüngere Dryas pp. Präboreal pp

Ipaz FS-4: *Corylus avellana*-EMW Zone

- Tiefe: 670 - 590 cm  
Ablagerung: Kalkgyttja mit Feindetritus  
Vegetation: Die EMW-Arten (*Quercus robur*-Typ, *Tilia*, *Ulmus*, *Fraxinus excelsior*) und *Corylus avellana* sind dominant. *Pinus* sinkt unter 10 %. Daneben treten noch Pioniersträucher (*Hippophae rhamnoides*, *Juniperus*, *Salix*) und Apokraten (*Artemisia*, Chenopodiaceae-Typ, Caryophyllaceae, *Helianthemum*, *Thalictrum*) auf.  
Obergrenze: *Corylus avellana* sinkt ab, rationale Pollengrenze von *Picea*.  
Zeitstellung: Präboreal, Boreal

Ipaz FS-5: EMW-*Picea* Zone

- Tiefe: 590 - 510 cm  
Ablagerung: Kalkgyttja mit Feindetritus  
Vegetation: Empirische Pollengrenze von *Abies*. *Picea* beginnt sich auszubreiten. Leichte Abnahme der EMW-Arten und von *Corylus avellana*.  
Obergrenze: *Picea*-Zunahme auf > 15 %.  
Zeitstellung: Atlantikum pp

Ipaz FS-6: *Picea-Abies* Zone

- Tiefe: 510 - 410 cm  
Ablagerung: graubraune Kalkgyttja mit Feindetritus  
Vegetation: Empirische Pollengrenze von *Fagus*. Rückgang von *Picea*. Die Artenzahl der Kräuter nimmt zu. Ab 485 cm Tiefe tritt *Plantago lanceolata*-Typ auf. Vereinzelt Vorkommen von Chenopodiaceae-Typ, Cichoriaceae, *Plantago media*, *Rumex*-Typ und *Urtica*. In 433 cm Tiefe erscheint das erste Pollenkorn vom *Cerealia*-Typ.  
Obergrenze: *Picea*-Kurve fällt unter *Fagus*-Kurve  
Zeitstellung: Atlantikum pp, Subboreal pp

Ipaz FS-7: *Fagus-Picea* Zone

- Tiefe: 410 - 320 cm  
Ablagerung: 410 - 375 cm Kalkgyttja mit Feindetritus, 375 - 320 cm Kalkgyttja mit Cyperaceentorf  
Vegetation: *Fagus* dominiert. Auftreten anthropogener Zeiger (*Plantago lanceolata*-Typ, *Plantago major*-Typ, *Plantago media*, *Humulus lupulus*, *Urtica*, *Rumex*-Typ) und von *Cerealia*.  
Obergrenze: *Fagus*-Abfall, *Corylus avellana*-Maximum.  
Zeitstellung: Subboreal pp

Ipaz FS-8: *Corylus avellana-Picea-Fagus* Zone

- Tiefe: 320 - 280 cm

Ablagerung: Kalkgyttja mit Feindetritus und Cyperaceentorf  
Vegetation: *Fagus*-Rückgang. *Picea* kreuzt die *Fagus*-Kurve. Anthropogene Zeiger sind *Plantago lanceolata*-Typ, *Artemisia*, Ranunculaceae, Chenopodiaceae-Typ, *Urtica* und *Cerealia*.  
Obergrenze: *Fagus*-Maximum, Einbruch von *Picea*.  
Zeitstellung: Subboreal pp

Ipaz FS-9: *Corylus avellana*-*Pinus*-*Picea* Zone

Tiefe: 280 - 219 cm  
Ablagerung: Kalkgyttja mit Feindetritus und Cyperaceentorf  
Vegetation: *Fagus* und *Abies* erreichen Minima, Zunahme von *Pinus*, *Corylus avellana* und *Betula*. *Cerealia* treten auf. Vorkommen von *Plantago lanceolata*-Typ, *Plantago media*, *Rumex*-Typ, *Humulus lupulus*, Chenopodiaceae-Typ, *Urtica*, Ranunculaceae.  
Obergrenze: Maximum von *Fagus*, Minimum von *Corylus avellana*.  
Zeitstellung: Subboreal pp, Subatlantikum pp

Ipaz FS-10: *Corylus avellana*-NAP Zone

Tiefe: 219 - 130 cm  
Ablagerung: braune Kalkgyttja mit Feindetritus und Cyperaceentorf  
Vegetation: Die Klimaxbaumarten gehen zurück, während die lichtliebenden Arten (*Corylus avellana*, *Betula*, *Salix* und *Alnus*) und die NAP zunehmen. Erstmaliges Auftreten von *Castanea sativa*, *Juglans* und *Secale*. *Achillea*-Typ, *Artemisia*, *Centaurea nigra*-Typ, Chenopodiaceae-Typ, Caryophyllaceae, *Plantago lanceolata*-Typ, *Plantago media*, *Humulus lupulus*, *Urtica* und *Rumex*-Typ treten stetig auf. *Cerealia* kommen vor.  
Obergrenze: Zunahme von *Fagus*, Absinken von *Corylus avellana*.  
Zeitstellung: Subatlantikum pp

Ipaz FS-11: *Fagus*-*Picea* Zone

Tiefe: 130 - 90 cm  
Ablagerung: 130 - 110 cm Übergang Kalkgyttja - Cyperaceentorf, 110 - 90 cm Cyperaceentorf  
Vegetation: *Picea* nimmt stetig zu. Lichtliebende Gehölze (*Corylus avellana*, *Betula* und *Salix*) sowie die NAP nehmen ab.  
Obergrenze: Die *Fagus*-Kurve fällt unter die *Picea*-Kurve.  
Zeitstellung: Subatlantikum pp

Ipaz FS-12: *Picea*-*Pinus* Zone

Tiefe: 90 - 50 cm  
Ablagerung: Cyperaceentorf  
Vegetation: *Picea* und *Pinus* sind dominant. Anthropogene Zeiger wie *Plantago lanceolata*-Typ, Chenopodiaceae-Typ, *Rumex*-Typ, *Urtica* und *Secale* treten auf.  
Obergrenze: Rückgang von *Picea*, Maximum von *Alnus*.  
Zeitstellung: Subatlantikum pp

Ipaz FS-13: *Picea*-Gramineae Zone

Tiefe: 50 - 0,5 cm  
Ablagerung: 50 - 30 cm Übergang Cyperaceentorf-Kalkgyttja, 30 - 0,5 cm Kalkgyttja  
Vegetation: *Pinus* ist dominant. Die NAP nehmen zu. Wiesen- und Weidezeiger (*Achillea*-Typ, Umbelliferae, Cruciferae, Cichoriaceae, *Plantago lanceolata*-Typ, *Plantago major*-Typ).

*Rumex*-Typ) treten auf. *Cerealia* und *Secale* sind vorhanden.

Obergrenze: Profitende  
Zeitstellung: Subatlantikum pp

### 5.1.2. Oberkienberg:

lpaz OK-1: *Tilia-Picea-Pinus* Zone

Tiefe: 55 - 39 cm  
Ablagerung: Ton  
Vegetation: Dominanz von *Picea*, *Pinus* und *Tilia*. Anthropogene Zeiger sind *Artemisia*, *Chenopodiaceae*-Typ, *Urtica*, *Rumex*-Typ, *Plantago lanceolata*-Typ, *Plantago media*.  
Obergrenze: *Picea* Zunahme, Abnahme von *Tilia*.  
Zeitstellung: Atlantikum pp, Subboreal pp

lpaz OK-2: *Picea-Pinus* Zone

Tiefe: 39 - 24 cm  
Ablagerung: 39 - 31,5 cm Ton, 31,5 - 24 cm Übergang Radizellentorf - Ton  
Vegetation: Ausbreitung von *Picea*. *Fagus* nimmt zu. Die EMW-Arten sinken ab. Anthropogene Zeiger wie *Plantago lanceolata*-Typ, *Rumex*-Typ und *Urtica* treten auf.  
Obergrenze: *Picea* Maximum von 50 %, Abnahme von *Pinus*.  
Zeitstellung: Subboreal pp

lpaz OK-3: *Picea-Pinus-Fagus* Zone

Tiefe: 24 - 15,5 cm  
Ablagerung: Radizellentorf  
Vegetation: *Picea* und *Pinus* nehmen leicht ab. *Fagus* erreicht am Ende der Zone zusammen mit *Picea* 20 %. Die NAP nehmen zu. Anthropogene Zeiger (*Urtica*, *Plantago media*, *Plantago lanceolata*-Typ, *Chenopodiaceae*-Typ) und Weidezeiger (*Juniperus*, *Calluna vulgaris*, *Centaurea nigra*-Typ, *Papilionaceae*, *Umbelliferae*, *Cruciferae*, *Campanula*, *Cichoriaceae*) treten auf.  
Obergrenze: Abnahme von *Picea*, *Fagus* auf 20 %.  
Zeitstellung: Subboreal pp, Subatlantikum pp

Lpaz OK-4: *Picea-Pinus-Corylus avellana* Zone

Tiefe: 15,5 - 10 cm  
Ablagerung: 15,5 - 13,5 cm Radizellentorf, 13,5 - 10 cm *Cyperaceae*-Radizellentorf  
Vegetation: *Picea* und *Pinus* sind die dominierenden Baumarten. Siedlungs- und Kulturzeiger (*Castanea sativa*, *Juglans*, *Secale*, *Cerealia*, *Urtica*, *Plantago media*, *Plantago lanceolata*-Typ, *Chenopodiaceae*-Typ, *Artemisia*) und Weidezeiger (*Achillea*-Typ, *Umbelliferae*, *Cichoriaceae*, *Cruciferae*, *Campanula*, *Ranunculaceae*, *Ranunculus acris*-Typ, *Senecio*-Typ) sind vorhanden.  
Obergrenze: Anstieg von *Picea* und *Pinus*, Abfall von *Fagus*.  
Zeitstellung: Subatlantikum pp

Lpaz OK-5: *Picea-Pinus-NAP* Zone

Tiefe: 10 - 0,5 cm  
Ablagerung: 10 - 0,5 cm *Cyperaceae*-Radizellentorf

Vegetation:	<i>Pinus</i> und <i>Picea</i> sind dominant. Die NAP sind vermehrt vorhanden. Wiesen- und Weidezeiger ( <i>Achillea</i> -Typ, Umbelliferae, Cruciferae, <i>Campanula</i> , Cichoriaceae, <i>Trifolium</i> -Typ) sowie Siedlungs- und Kulturzeiger ( <i>Castanea sativa</i> , <i>Juglans</i> , <i>Secale</i> , <i>Cerealina</i> , <i>Centaurea cyanus</i> , <i>Urtica</i> , <i>Rumex</i> -Typ, <i>Plantago media</i> , <i>Plantago major</i> -Typ, <i>Plantago lanceolata</i> -Typ, Chenopodiaceae-Typ, <i>Artemisia</i> ) treten verstärkt auf.
Obergrenze:	Profilende
Zeitstellung:	Subatlantikum pp

## 5.2. Sedimentbeschreibung:

### 5.2.1. Frauensee:

Der Bohrkern aus dem Frauensee beginnt mit einer 1 m mächtigen Lage aus Tongyttja mit mineralischen Partikeln > 2 mm, die ab 829 cm in Kalkgyttja übergeht, in welcher immer mehr Feindetritus sowie Schnecken- und Muschelschalen beigemischt sind. Ab 375 cm wird die Kalkgyttja von Cyperaceentorf überlagert. Ab 50 cm verschwindet der Cyperaceentorf und das Sediment besteht in den obersten 30 cm aus Kalkgyttja mit Feindetritus und Sand. Eine detaillierte Sedimentbeschreibung liefert die nachstehende Tabelle (Tab. 3).

Tab. 3: Sedimentbeschreibung Frauensee.

Tiefe (cm)	Sediment	Bezeichnung nach TROELS-SMITH (1955)
0 - 30	Kalkgyttja mit Feindetritus und Sand; grau-braun	Lc2 Ld1 Ga1 Dg+
30 - 50	Übergang Cyperaceentorf - Kalkgyttja	Lc2 Th <sup>2</sup> 2 Ga+
50 - 110	Cyperaceentorf, braun	Th <sup>2</sup> 4 Lc+
110 - 140	Übergang Cyperaceentorf - Kalkgyttja	Th <sup>2</sup> 2 Lc1 Ld1
140 - 375	braune Kalkgyttja mit Feindetritus und Cyperaceentorf	Lc2 Th <sup>2</sup> 1 Ld1 Dg+
375 - 710	graubraune Kalkgyttja mit Feindetritus, <i>Pisidien</i> div. spec., <i>Valvata</i> div. spec.	Lc2 Ld2 Dg+
710 - 799	graubraune Kalkgyttja mit Feindetritus, sandig, <i>Pisidien</i> div. spec., <i>Valvata</i> div. spec.	Lc2 Ld1 Ga1 Dg+
799 - 829	graue Kalkgyttja mit Sand und Kies, <i>Pisidien</i> div. spec., <i>Valvata</i> div. spec.	Lc2 As1 Ga1 Gg+ Dg+
829 - 928	weiß-graue Tongyttja, mineralische Partikel > 2 mm	As2 Lc1 Ga1 Gg+

### 5.2.2. Oberkienberg:

Der Bohrkern Oberkienberg ist 55 cm lang. Das Sediment beginnt mit einer Schichte aus tonigem Material, dem Torfreste und Sand beigemischt sind. Ab 31,5 cm Tiefe geht es fließend in Radzellentorf über und besteht ab 13,5 cm überwiegend aus gut durchwurzeltem, leicht zersetzten Cyperaceentorf (Tabelle 4).

Tab. 4: Sedimentbeschreibung Oberkienberg.

Tiefe (cm)	Sediment	Bezeichnung nach TROELS-SMITH (1955)
0,5 - 13,5	brauner Cyperaceen-Radzellentorf, Sand	Th <sup>2</sup> 3 Ga1 Dg+
13,5 - 31,5	Radzellentorf mit Sand und Ton	Th <sup>1</sup> 2 Ga1 As1 Dg+
31,5 - 55	braun-grauer Ton	As2 Ga1 Dg1 Th <sup>1</sup> +

### 5.3. Makroreste:

Tab. 5: Makroreste Frauensee.

Tiefe (cm)	Großreste
200 - 205	Samen: <i>Alnus glutinosa</i> , <i>Alnus incana</i> , <i>Eupatorium cannabinum</i> : Blatt; Holz, Holzkohlen, Knospenschuppen von <i>Picea</i> ; <i>Drepanocladus</i>
285 - 290	Frucht von <i>Betula</i> , Holz, Nadeln von <i>Larix</i> und <i>Picea</i> , Knospenschuppen von <i>Picea</i> , Laubholzrinde, Blattfragmente
410 - 415	Samen: <i>Eupatorium cannabinum</i> , <i>Ranunculus</i> sp. (kein <i>Batrachium</i> ); Cupula von <i>Fagus</i> , Holz, Knospenschuppen von <i>Fagus</i> und <i>Picea</i>
438	Nadeln von <i>Picea</i> , Holz von <i>Picea</i>
439	Nadeln von <i>Picea</i> und <i>Abies</i> , Holz von <i>Picea</i>
440	Nadeln von <i>Picea</i>
452	Nadel von <i>Picea</i> , Samen von <i>Picea</i>
453	Nadeln von <i>Picea</i> , Segmente von Samenschuppen von <i>Picea</i>
454	Nadeln von <i>Abies</i> , Samen von <i>Alnus</i> , <i>Picea</i>
500	Nadel von <i>Picea</i> , Knospenschuppen von <i>Picea</i>
501	Nadeln von <i>Abies</i> und <i>Picea</i>
502	Nadel von <i>Picea</i> , Same von <i>Picea</i>
675	Bracteen von <i>Betula pubescens</i> und <i>Pinus</i>
678	Periderm, Tegment von <i>Ulmus</i>
679	Frucht von <i>Betula</i> , Tegmente von <i>Picea</i> , Holz, Koniferenperiderm
680	Holz, Samen von <i>Betula</i> , Bractee und Periderm von <i>Betula</i>
833 - 835	2 Nadeln von <i>Juniperus</i> , Periderm und Holz von <i>Alnus</i> und <i>Betula</i> , Samen von trigyner <i>Carex</i> und <i>Polygonum amphibium</i>

### 5.4. Cerealia-Zonen:

Deutlich zeigt sich der Eingriff des Menschen am Auftreten der Pollenkörner von Kulturpflanzen wie *Cerealia*. Signifikante Zeiger menschlichen Eingriffes sind auch *Plantago lanceolata* Typ, *Plantago major* Typ, *Rumex*-Typ, *Artemisia*, *Urtica* und Chenopodiaceae-Typ (IVERSEN 1941, BEHRE 1981).

RÖSCH (1993) hat erstmals *Cerealia*-Zonen als Sedimentschichte, in der Pollen vom Getreide-Typ kontinuierlich oder sporadisch auftreten, definiert. Dabei sollen die Abstände zwischen den Schichten mit Getreidepollen nicht größer als 1 Probe sein. Die *Cerealia*-Zonen werden durch Abstände von 3 aufeinanderfolgenden Straten ohne Getreidepollen voneinander getrennt.

Die *Cerealia*-Zonen wurden in Tabellen (Tabelle 6, 7) zusammengefasst, in der die *Cerealia*-Zone (CZ), die Ipaz, die Tiefe, die Zeit in Radiokarbon- und siderischen Jahren und die Zahl der *Cerealia*-Pollen pro Zone (n) angegeben sind.

## 6. Diskussion:

### 6.1. Spätglaziale Vegetationsentwicklung:

Im Profil Frauensee wurden die ältesten Schichten (Ipaz FS-1) mit geringer Pollendichte auf Grund des <sup>14</sup>C-Datums 12380 ± 70 BP (UIC-7145) im hangenden Stratum der ältesten Dryas (Chronozone nach MANGERUD et al. 1974), die nach WELTEN (1972) meist durch eine Gramineae-*Artemisia*-Steppe charakterisiert ist, zugeordnet. Apokraten wie *Helianthemum*, Chenopodiaceae-Typ, Cichoriaceae, Ranunculaceae und *Ur-*

Tab. 6: *Cerealia*-Zonen Frauensee.

CZ	lpaz FS	Tiefe (cm)	Zeit BP	Zeit cal BC/AD	n	Kommentar
1	6	436 - 430	4800	3644 - 3524 BC	1	Ausbreitung von <i>Fagus</i> ; <i>Plantago lanceolata</i> -Typ, <i>Rumex</i> -Typ, Holzkohle
2	6	430 - 422	4700	3616 - 3372 BC	2	<i>Artemisia</i> , <i>Plantago lanceolata</i> -Typ, <i>Rumex</i> -Typ, Holzkohle
3	7	370 - 345	3700	2140 - 1980 BC	1	<i>Artemisia</i> , Chenopodiaceae-Typ, <i>Plantago lanceolata</i> -Typ, Holzkohle
4	7	333 - 327	3200	1515 - 1414 BC	1	<i>Artemisia</i> , Chenopodiaceae-Typ, <i>Humulus lupulus</i> , <i>Plantago lanceolata</i> -Typ, <i>Rumex</i> -Typ, <i>Urtica</i> , Holzkohle
5	7.8	310 - 250	2600	805 - 783 BC	3	Maximum von <i>Fagus</i> , Absinken von <i>Corylus avellana</i> , <i>Humulus lupulus</i> , <i>Plantago lanceolata</i> -Typ, Holzkohle
6	10	200 - 150	2200	364 - 180 BC	1	Anstieg der Gramineae, <i>Plantago lanceolata</i> -Typ, <i>Rumex</i> -Typ, <i>Secale</i> , Holzkohle
7	12, 13	90 - 0.5	1300-0	667 - 1950 AD	15	<i>Artemisia</i> , Gramineae, <i>Humulus lupulus</i> , <i>Juglans</i> , <i>Plantago lanceolata</i> -Typ, <i>Rumex</i> -Typ, <i>Secale</i> , Holzkohle

Tab. 7: *Cerealia*-Zonen Oberkienberg.

CZ	lpaz OK	Tiefe (cm)	Zeit BP	Zeit cal AD	n	Kommentar
1	6	12 - 10	1200	820 - 881	3	<i>Artemisia</i> , <i>Castanea sativa</i> , Chenopodiaceae-Typ, <i>Juglans</i> , <i>Plantago lanceolata</i> -Typ, <i>Plantago media</i> , <i>Secale</i> , <i>Urtica</i> , Holzkohle
2	7	7 - 0.5	700 - 0	1280 - 1950	13	<i>Artemisia</i> , <i>Castanea sativa</i> , Chenopodiaceae-Typ, <i>Juglans</i> , <i>Plantago lanceolata</i> -Typ, <i>Plantago major</i> -Typ, <i>Plantago media</i> , <i>Rumex</i> -Typ, <i>Secale</i> , <i>Urtica</i> , Holzkohle

*tica* sowie Gramineae und Cyperaceae kennzeichnen diesen Abschnitt. Die Vegetation ist noch offen, sodass tonig-sandiges Material in den See eingeschwehmt werden kann (Tab. 3). *Picea* und *Alnus* sind durch Umlagerungen in diese Schichten gelangt.

Das Basisdatum dieses Profiles wurde an Hand von Großresten bestimmt. Durch dieses AMS-Datum kann die Präsenz von *Pinus* im Profil Frauensee auf  $12380 \pm 70$  BP (UtC-7145) festgelegt werden (Tab. 1). Ab  $12380 \pm 70$  BP (UtC-7145, Tab. 1) steigen die relativen *Pinus*-Werte und die Pollenkonzentration im Influxdiagramm Frauensee stark an (lpaz FS-2), die *Pinus*-Ausbreitung beginnt, vergleichbar mit dem Lanser See (OEGGL 1992), in der zweiten Hälfte der Bölling Chronozone. Diese Vegetationsveränderungen als Ausdruck günstiger Klimaverhältnisse im Bölling zeigen sich im Frauensee auch lithostratigraphisch am Übergang von Tongyttja mit Mineral-Partikeln  $> 2$  mm zu Kalkgyttja mit Seekreide, Schnecken- und Muschelschalen (Tab. 3).

Der Rückgang von *Betula* im Profil Frauensee (lpaz FS-2), der im Influxdiagramm schwächer ausgeprägt ist, wird der Abkühlungsphase der älteren Dryas zugerechnet. Da die ältere Dryas in Tallagen eine Verlangsamung der Pflanzen-Ausbreitung und keine Zerstörung der Vegetation darstellt (BORTENSCHLAGER 1984a, PATZELT & BORTENSCHLAGER 1976), kann eine Zuordnung meist nur anhand von  $^{14}\text{C}$ -Daten erfolgen. Im Lanser See weist OEGGL (1992) während der älteren Dryas ein Minimum von *Pinus*-Großresten und einen Anstieg des minerogenen Anteils im Sediment nach, während die Klimaschwankung im Pollendiagramm Lanser See nicht aufgezeigt werden kann (BORTENSCHLAGER 1984b). WAHLMÜLLER (1985b) stellt einen Einbruch der Absolut-

Kurven im Profil Seefeld zur älteren Dryas.

Die günstigen klimatischen Bedingungen im Alleröd führen zu einer raschen Entwicklung der Vegetation mit *Pinus*-Höchstwerten, wie im Profil Seefeld (WAHLMÜLLER 1985b). *Pinus* zeigt im Frauensee hohe Prozentwerte, geht aber seit Beginn des Alleröds zurück.

Beim Frauensee zeichnet sich die jüngere Dryas zu Beginn der Ipaz FS-3 in einem *Betula*-Gipfel und einem Einbruch der *Pinus*-Kurve ab. Eine leichte Öffnung der Vegetation lässt sich anhand der durchgehenden Kurve von *Juniperus* und den etwas höheren Werten der Cyperaceae und *Artemisia* erkennen. Eine Auffichtung der Wälder und eine Zunahme von NAP wird in den Tallagen Tirols (BORTENSCHLAGER 1984a) und in den bayerischen Voralpen (SCHMEIDL 1972) durch die Abkühlung während der jüngeren Dryas hervorgerufen. Im Profil Götschberg geht die Pollendichte als Zeichen der klimatischen Ungunst zurück (WAHLMÜLLER 1988).

## 6.2. Postglaziale Vegetationsentwicklung:

Der Übergang zum Postglazial ist durch den präborealen *Betula*-Gipfel und die rationelle Pollengrenze der EMW-Arten angezeigt (Ipaz FS-3). Gleichzeitig nimmt *Pinus* ab, bleibt aber noch die dominante Baumart und beherrscht den Alpenraum im Präboreal (KRAL 1972). Mit der Klimabesserung wandern die wärmeliebenden EMW-Arten und *Corylus avellana* vom Süden ein (BORTENSCHLAGER 1984a, OEGGL 1988a). *Ulmus* ist anhand der Makroreste (Tab. 5) im Untersuchungsgebiet bereits vorhanden. Am Lanser Moor erfolgte der Übergang zum EMW-dominierten Abschnitt um  $10130 \pm 80$  BP (HV 5271; BORTENSCHLAGER 1984a). Die AMS-<sup>14</sup>C-Untersuchung der Großreste in 670 cm Tiefe ergab für die empirische Pollengrenze der EMW-Arten ein Alter von  $9670 \pm 70$  BP (UIC-7144, Tab. 1). Diese Zeitdifferenz lässt sich durch <sup>14</sup>C-Schwankungen in der Atmosphäre während der zweiten Hälfte der jüngeren Dryas und am Beginn des Präboreals erklären. Das Absinken der <sup>14</sup>C-Konzentration der Atmosphäre macht das Bestimmen genauer Daten zu dieser Zeit unmöglich (AMMANN & LOTTER 1989). Gegen Ende des Präboreals (Ipaz FS-4) tritt beim Frauensee *Carpinus betulus* im EMW, der aus *Quercus robur*-Typ, *Tilia*, *Ulmus*, *Fraxinus excelsior* und *Acer* besteht, auf. *Corylus avellana* übertrifft ab dem Ende des Präboreals die EMW-Werte.

Ab der Mitte des Präboreals treten in allen Profilen im Unterinntal die ersten Spuren von *Picea* auf, die kontinuierlich ansteigen. *Picea* wandert aus dem Laibacher Becken (BORTENSCHLAGER 1984a) in das Grenzgebiet zwischen den Laubwäldern im Tal und den montanen und subalpinen *Pinus*-Mischwäldern ein (BORTENSCHLAGER 1976) und kann in den Ostalpen rasch die präborealen Wälder mit *Pinus sylvestris*, *Pinus mugo*, *Pinus cembra* und *Larix* zurückdrängen (ZOLLER & KLEIBER 1971). In Kirchbichl wird die Anwesenheit von *Picea* um 9000 BP dokumentiert (WAHLMÜLLER 1985b). Aufgrund der Großreste (Tab. 5) war *Picea* bereits um  $9670 \pm 70$  BP (UIC-7144, Tab. 1) im Gebiet Kramsach vorhanden, was durch den endgültigen Anstieg von *Picea* um  $9345 \pm 110$  BP (HV 5280) beim Krummsee (BORTENSCHLAGER 1984a) bestätigt wird.

Im Boreal dominieren Laubmischwälder aus EMW-Arten und *Corylus avellana* das Vegetationsbild im Raum Kramsach. Am Ende des Boreals beschreibt BORTENSCHLAGER (1984a) ein Gleichgewicht der Waldtypen. An der Waldgrenze tritt ein Pinetum mit *Larix* auf, in mittlerer Höhe das Piceetum und in tiefen Lagen der EMW. Am Übergang vom Boreal zum Atlantikum kommt im Profil Frauensee erstmals *Viscum* zusammen mit *Hedera helix* vor und weist auf mildere Temperaturen im Winter hin (OVERBECK 1975, IVERSEN 1960).

Im Atlantikum findet mit der Einwanderung von *Abies* aus dem Westen (ZOLLER & KLEIBER 1971) und *Fagus* aus dem Osten (KRAL 1972) die letzte große, noch nicht anthropogen bedingte Veränderung der Wälder statt. Im Profil Frauensee (Ipaz FS-5, FS-6) zeichnet sich deutlich das frühere Auftreten von *Abies* gegenüber *Fagus* ab. *Abies* ist ab dem frühen Atlantikum (560 cm) mit 2 % lokal (cf. HUNTLEY & BIRKS 1983) vertreten. *Fagus* ist ab  $5255 \pm 43$  BP (UIC-7142, Tab. 1), im späten Atlantikum, lokal (cf. HUNTLEY & BIRKS 1983) vorhanden. Dies ist mit der Einwanderung von *Fagus* am Egelsee um  $5290 \pm 100$  BP (VRI-786; WAHLMÜLLER

1985b) vergleichbar. Im Gebiet Kufstein - Kitzbühel (BORTENSCHLAGER 1976) zeigt sich bei der Einwanderung von *Abies* und *Fagus* ein geringer Vorsprung von *Abies*.

Die Ausbreitung von *Picea* und *Abies* und die Einwanderung von *Fagus* werden auf die erhöhten Niederschläge während der Frosnitz-Schwankung um 6500 - 6000 BP zurückgeführt (BORTENSCHLAGER 1972b, 1982, 1984a; PATZELT 1972, 1987), welche sich zu Ungunsten des EMW auswirken. Die damit einhergehende Verkürzung der Vegetationsperiode führt zu einer Absenkung der Waldgrenze in Hochlagen und damit zu einer Ausbreitung der Nadelhölzer. In den Tallagen, andererseits, konnte bei Sauerstoffisotopenmessungen in der Schwemm bei Kufstein keine Temperaturabnahme im Tal nachgewiesen werden, weshalb die Zunahme der Niederschläge für die Ausbreitung von *Picea* und *Abies* verantwortlich gemacht wird (OEGGL 1993). *Abies*, die frische bis feuchte Standorte benötigt, und *Fagus*, die sommerfeuchte, wintermilde Gebiete bevorzugt (LANG 1994), können sich in der niederschlagsreichen Periode der Frosnitzschwankung durchsetzen.

Um gute Keimbedingungen zu finden, müssen die Samen von *Fagus* mit Laubstreu zugedeckt werden. Durch Windwürfe erzeugte Lichtungen oder leichte anthropogene Eingriffe fördern die Etablierung von *Fagus* (BJORKMAN 1996, 1997; AABY 1986, 1988). *Fagus* wird durch den anthropogenen Einfluss zur dominanten Baumart im montanen Bergmischwald (BORTENSCHLAGER et al. 1996), während *Picea* im Neolithikum im Unterinntal abnimmt. Die Menschen bevorzugen die leichter bearbeitbaren Hölzer von *Picea* und *Abies*. Die kohlehydratreichen Bucheckern hingegen werden ebenso wie die Eicheln als Zusatzfutter genutzt (AABY 1986, OEGGL unpubl., 1993), und diese Bäume werden daher in geringerem Ausmaß gerodet.

Der EMW nimmt so wie in der Schwemm (OEGGL 1993) schon seit ca. 7000 BP auf Grund klimatischer Bedingungen ab und wird durch *Picea* und dann durch *Abies* und *Fagus* zurückgedrängt. Am Übergang Atlantikum-Subboreal wird ein Einbruch von *Ulmus* beobachtet. Dieser plötzliche Einbruch um 5000 BP kann als anthropogen bedingt gedeutet werden, da junge Triebe von *Ulmus* geschneitelt und zur Viehfütterung genutzt werden (IVERSEN 1960, BORTENSCHLAGER & BORTENSCHLAGER 1981, BORTENSCHLAGER 1976, WAHLMÜLLER 1985b). Andererseits kann der Ulmenabfall um 5000 BP durch den Pilz *Ceratocystis ulmi* hervorgerufen worden sein (PERRY & MOORE 1987, PATTERSON & BACKMAN 1988, PEGLAR 1993a, b).

Mit Beginn der *Fagus*-Ausbreitung im Atlantikum macht sich der anthropogene Einfluß im Raum Kramsach - Brixlegg bemerkbar. Dieser Bereich wurde feinstratigraphisch ausgezählt und kann als Zeitfenster palynostratigraphisch detailliert ausgewertet werden.

### 6.3. Pollenanalytische Ergebnisse zum anthropogenen Einfluß:

Der Eingriff des Menschen zur landwirtschaftlichen Nutzung und Siedlungsgründung hinterlässt Spuren in der Pflanzendecke, die sich im Pollendiagramm abbilden. Anhand von Siedlungs- und Kulturzeigern, die höchstens einige Kilometer von der Siedlung entfernt nachgewiesen werden (BEHRE & KUČAN 1986), kann der anthropogene Einfluss im Pollendiagramm verfolgt werden. Auch die Abfolge der von IVERSEN (1941, 1949) beschriebenen Landnahmephasen zeigt den anthropogenen Eingriff in die natürliche Vegetation auf.

Im Profil Frauensee zeichnet sich die erste Phase menschlicher Aktivität in der näheren Umgebung um 6000 BP (IpaZ FS-6) ab. Hier kann die Landnahme nach IVERSEN (1941, 1949) gut verfolgt werden. Mit dem plötzlichen Rückgang der Kurven von *Picea* und *Pinus* in 490 cm Tiefe wird die Auflichtung des Waldes angezeigt, während gleichzeitig die lichtliebenden Pflanzen *Betula*, *Corylus avellana*, *Salix* und *Alnus Maxima* bilden. Im hangenden Stratum kommt *Plantago lanceolata*-Typ vor. Das Auftreten von *Achillea*-Typ, *Juniperus*, *Pteridium aquilinum*, Ranunculaceae und Umbelliferae zeigt Beweidung an (BEHRE 1981, 1990). Schließlich gehen die Kurven von *Alnus*, *Betula*, *Corylus avellana* und *Salix* wieder zurück, und die Klimaxbaumarten *Picea* und *Pinus* nehmen zu. Auch Siedlungszeiger sind nun keine mehr vorhanden. Nachdem die Lichtung nicht mehr beweidet wird, schließt sich die Krone des Waldes mit den Klimaxbaumarten.

In 475 cm Tiefe gehen die Werte von *Picea* wieder zurück, während *Betula*, *Corylus avellana* und die Diversität der NAP zunehmen und so die Auflichtung des Waldes anzeigen.

Die nächste deutliche, anthropogen bedingte Auflichtung der Wälder zeigt sich um 5600 BP in 467 cm Tiefe. *Pinus*, *Picea* und der EMW weisen Einbrüche auf. *Corylus avellana* und *Betula* können in den aufgelichteten Wäldern aufkommen. Auch *Carpinus betulus* und *Taxus baccata* kommen eher in offenen Wäldern vor. *Achillea*-Typ, Ericaceae, *Plantago lanceolata*-Typ, Ranunculaceae, *Rumex*-Typ, Umbelliferae und *Urtica* weisen auf Weidetätigkeit hin (IVERSEN 1969, BEHRE 1981).

In 463 cm Tiefe hat die *Picea*-Kurve den nächsten Einbruch, während die Holzkohlen als Brandrodungszeiger zunehmen. Gemäß der Landnahmephasen von IVERSEN (1941, 1949) steigen *Betula* und *Corylus avellana* an und spiegeln nun die vierte Rodungsphase wider. Anthropogene Indikatoren wie *Artemisia*, *Rumex*-Typ und *Urtica* zeigen die Anwesenheit des Menschen im Untersuchungsgebiet auf. Diese Landnahme ist mit der Ausbreitung der Klimaxart *Picea* abgeschlossen.

Die Rodungsaktivität setzt sich in 456 cm Tiefe fort. *Picea* geht zurück während *Betula* und *Corylus avellana* ansteigen. Die Holzkohlepartikel bezeugen die Brandrodung. *Fagus* ist ab 454 cm Tiefe lokal vorhanden.

Weitere Pollen vom *Plantago lanceolata*-Typ sind durch die Radiokarbondatierung auf  $5255 \pm 43$  BP (UtC-7142; Tab. 1) festgelegt. Zur selben Zeit weisen die Holzkohlepartikel auf Brandrodungen hin. Die dominanten Baumarten *Abies*, *Picea* und *Pinus* werden zurückgedrängt. Daneben treten noch andere anthropogene und Weidezeiger auf, so etwa *Achillea*-Typ, *Artemisia*, *Humulus lupulus*, *Juniperus*, *Pteridium aquilinum*, Ranunculaceae, *Rumex*-Typ, Umbelliferae und *Urtica*. Am Ende dieser Rodungsphase verdoppeln sich die Werte von *Fagus*. Die  $^{14}\text{C}$ -Altersbestimmung einer Tierknochenprobe aus dem neolithischen Siedlungshorizont vom Mariahilfbergl von  $5480 \pm 60$  BP (GrN-21364; KRAUSS & HUIJSMANS 1996) ist mit diesen Zeichen menschlicher Präsenz beim Frauensee vergleichbar. Erste Eingriffe des neolithischen Menschen um 6000 BP sind in der Umgebung des Frauensees auf palynologischem Wege nachgewiesen, wenn auch noch nicht durch archäologische Befunde. Ab 5400 BP kann die Existenz des Menschen im Untersuchungsgebiet sowohl palynologisch als auch archäologisch belegt werden.

Ab 5200 BP wird die Siedlungstätigkeit intensiver. Der Wald wird aufgelichtet, was anhand der Rückgänge der *Picea*- und *Abies*-Kurven zu erkennen ist. *Fagus* ist von der Rodungstätigkeit nicht betroffen sondern nimmt weiterhin zu. Gleichzeitig sind lichtliebende Sträucher wie *Betula*, *Corylus avellana* und *Salix* stärker vertreten. Unter den NAP finden sich Zeigerpflanzen des menschlichen Eingriffes wie *Artemisia*, Chenopodiaceae-Typ, *Plantago lanceolata*-Typ, Ranunculaceae, *Rumex*-Typ und *Urtica*.

Die nächste Siedlungsphase kann um 5100 BP nachgewiesen werden. Die Palynostratigraphie dieser Landnahme zeichnet sich in einem Rückgang der Klimaxarten *Abies*, *Picea* und *Pinus* und einer Zunahme der lichtliebenden Gehölze *Betula*, *Corylus avellana* und *Salix* aus. Auch die NAP sind stärker vorhanden, unter denen der *Rumex*-Typ auftritt. Schließlich kommen die Klimaxbaumarten wieder auf, und die lichtliebenden Pflanzen gehen zurück. Während dieser Phase des anthropogenen Einflusses wird die *Fagus*-Kurve verdoppelt.

Ab 437 cm Tiefe (IpaZ FS-6) wird der anthropogene Eingriff am Einbruch der *Picea*-Kurve, an der Abnahme von *Alnus* und *Corylus avellana* und an Siedlungs- und Weidezeigern verfolgt. Auch hier wird *Fagus* nicht gerodet, sondern zeigt eine deutliche Zunahme. Mit dem Auftreten der *Cerealia* ab 433 cm, *Cerealia*-Zone I (Tab. 6), ist der menschliche Einfluss in der näheren Umgebung (BEHRE & KUČAN 1986) des Frauensees am besten erfasst. Als Siedlungszeiger findet man *Artemisia*, *Plantago lanceolata*-Typ, *Rumex*-Typ und *Urtica*. Die erste und zweite *Cerealia*-Zone (Tab. 6) im Frauensee können mit der auf  $4820 \pm 40$  BP datierten Holzkohle aus der neolithischen Feuerstelle vom Mariahilfbergl (KRAUSS & HUIJSMANS 1996) korreliert werden. Im Pollendiagramm sind auch während der zweiten *Cerealia*-Zone anthropogene Zeiger wie *Artemisia*, *Plantago lanceolata*-Typ und *Rumex*-Typ sowie Weidezeiger (*Achillea*-Typ, Cichoriaceae, *Juniperus*, *Pteridium aquilinum*,

Ranunculaceae, *Senecio*-Typ, Umbelliferae) vorhanden. Nun kumuliert *Corylus avellana* und *Betula* steigt an.

Zu dieser Zeit tritt im Profil Oberkienberg (I paz OK-1), auf der rechten Innseite, nach einem Einbruch der *Picea*- und *Pinus*-Kurven (45 cm) der erste *Plantago lanceolata*-Typ auf. Nun greift der Mensch also auch in höheren Lagen in die Vegetation ein.

Die menschliche Aktivität in der Bronzezeit zeichnet sich im Profil Frauensee (I paz FS-7) durch *Cerealia*-Pollen (*Cerealia*-Zonen 3 und 4, siehe Tab. 6) sowie durch stete Kurven der Siedlungszeiger aus. Diese Funde bestätigen den von BORTENSCHLAGER (1972a, 1984a, 1986) nachgewiesenen Getreideanbau am Angerberg ab der frühen Bronzezeit. Im Profil Oberkienberg sind als anthropogene Zeiger *Plantago lanceolata*-Typ und *Rumex*-Typ vorhanden, die Gramineae nehmen leicht zu, und die Siedlungszeiger sind nun stetig vertreten.

Während der Eisenzeit verstärkt sich die Rodungstätigkeit. Die Kurven von *Abies*, *Fagus* und *Picea* sinken ab, während lichtliebende Arten zunehmen, und anthropogene Zeiger wie *Artemisia*, *Humulus lupulus*, *Plantago lanceolata*-Typ und Holzkohlen auftreten. Dies zeigt die Rodung des Bergmischwaldes unter Einsatz von Feuer an. Hier nehmen auch die NAP und vor allem die Gramineae zu. Im Profil Frauensee wird die fünfte *Cerealia*-Zone (Tab. 6) auf  $2635 \pm 37$  BP (UtC-5953, Tab. 1) datiert (I paz FS-8). Die aufgelichteten Flächen werden für Ackerbau und als Weide genutzt und verstrauchen schließlich mit den Pioniergehölzen *Betula* und *Corylus avellana*. In der späten Eisenzeit treten im Profil Frauensee Pollen von *Castanea sativa* und *Secale* auf. Auf frühe Funde dieser Nutzpflanzen weisen BORTENSCHLAGER (1976, 1984a, 1986), OEGGL (1988a, b, 1991, 1993) und WERNECK (1961) hin.

Am Übergang von der Eisenzeit zur Römerzeit tritt die sechste *Cerealia*-Zone auf (Tab. 6), in der neben *Cerealia* auch *Secale*, *Artemisia*, *Humulus lupulus*, *Plantago lanceolata*-Typ und *Rumex*-Typ, auf einen starken anthropogenen Eingriff deuten.

Am Oberkienberg ist während der Römerzeit *Picea* die dominante Baumart (I paz OK-4). *Castanea sativa*, *Juglans* und *Secale* sind vorhanden. Beim Frauensee (I paz FS-11) ist *Fagus* vorherrschend. *Fagus* wird beim Frauensee am Ende der Römerzeit von *Picea* abgelöst. Lichtliebende Gehölze wie *Betula* und *Corylus avellana* gehen zurück. Die NAP erreichen anfangs noch hohe Werte, besonders die Gramineae und Cyperaceae. Allerdings geht die Artenvielfalt zurück und in der späteren Römerzeit sinken die NAP ab. Dies weist auf eine stärkere Schließung der Wälder während der Römerzeit hin. Trotzdem bezeugen Kurven der Kultur- und Siedlungszeiger eine landwirtschaftliche Aktivität im Untersuchungsgebiet. Eine ähnliche Entwicklung zeigt sich auch beim Lindenmoos (BORTENSCHLAGER 1986, OEGGL unpubl.).

Um 2000 BP ist eine Sedimentveränderung im Frauensee von Kalkgyttja zu Cyperaceentorf Abbildung der fortschreitenden Verlandung (I paz FS-11, FS-12). Ab dem mittleren Subatlantikum hat sich der Wasserspiegel des Sees durch Aufstauen wieder gehoben, da der See im Mittelalter als Fischteich genutzt wird (HOLZI, 1981). Dies führt zur Überlagerung des Cyperaceentorfs durch Kalkgyttja.

Der menschliche Einfluss macht sich nun immer mehr bemerkbar. Im Mittelalter gehen die AP zurück, während die NAP zunehmen. Beim Frauensee ist anfangs *Picea* die dominante Baumart, wird aber um  $1240 \pm 50$  BP (VRI-1775, siehe Tab. 1) zurückgedrängt und erreicht fast das heutige Niveau (I paz FS-13). *Fagus* und *Abies* werden von den Rodungen kaum betroffen, nehmen aber kontinuierlich ab. Die Blüte des Bergbaus führt zu Rodungen zur Holzgewinnung für die Stollen und Schmelzöfen und die verstärkte Siedlungstätigkeit. Zusätzlich werden die landwirtschaftlichen Flächen weiter ausgedehnt und der Ackerbau wird intensiver betrieben. Dies zeigt sich an den hohen Gramineae-Werten und den durchgehenden Kurven der Kultur- und Siedlungszeiger im Profil Frauensee und Oberkienberg. Die siebte *Cerealia*-Zone im Profil Frauensee (Tab. 6) sowie die *Cerealia*-Zonen 1 und 2 des Oberkienbergs (Tab. 7) bezeugen den Getreidebau in der unmittelbaren Umgebung des Untersuchungsgebietes. Das Auftreten von *Secale* zusammen mit *Centaurea cyanus* (I paz OK-5) belegt den Wintergetreidebau (BEHRE 1981) in der Nähe der Hangvermooring am Oberkienberg (BEHRE &

KUČAN 1986).

In der Neuzeit machen die Wiesen- und Weidezeiger den Großteil der NAP aus, Kultur- und Siedlungszeiger sind stark vorhanden. Die AP sind zurückgedrängt, während die Krautigen hohe Prozentwerte verzeichnen. Das Gebiet wird intensiv für Siedlungen und Landwirtschaft genutzt.

#### Schlussfolgerungen zum anthropogenen Eingriff:

Der früheste anthropogene Eingriff im Untersuchungsgebiet erfolgt um 6000 BP, im Atlantikum, beim Frauensee. Der menschliche Einfluss ist noch gering. Die aufgelichteten Flächen werden als Waldweide genutzt. Zu dieser Zeit wandern *Abies* und *Fagus*, die durch eine Klimaschwankung und die damit einhergehenden erhöhten Niederschläge begünstigt werden, ein. *Abies* ist ab dem frühen Atlantikum und *Fagus* ab 5255 ± 43 BP (UIC-7142) lokal im Untersuchungsgebiet vorhanden. Ab 5400 BP kann das Auftreten des Menschen im Untersuchungsgebiet sowohl playnologisch als auch mit Funden vom Mariahilfbergl von 5480 ± 60 BP (GrN-21364; KRAUSS & HUIJSMANS 1996) archäologisch nachgewiesen werden. *Fagus* wird durch leichte anthropogene Eingriffe gefördert (BORTENSCHLAGER et al. 1996) und wird schließlich zur dominanten Baumart. Dies zeigt sich an der Zunahme der *Fagus*-Kurven nach den Rodungsphasen. Durch leichte Störungen können die Samen von *Fagus* bessere Keimungsbedingungen finden (BJORKMAN 1996, 1997; AABY 1986, 1988). Außerdem werden die Bucheckern als zusätzliches Mastfutter im Herbst genutzt und die Buche daher gefördert (OEGGL unpubl.). Die ersten *Cerealia*-Pollen weisen auf den anthropogenen Eingriff in der näheren Umgebung des Frauensees hin. Diese deutlichen Signale menschlicher Siedlungstätigkeit können mit der Holzkohle aus der neolithischen Feuerstelle am Mariahilfbergl von 4820 ± 40 BP (KRAUSS & HUIJSMANS 1996) korreliert werden. Während der Bronzezeit kann Ackerbau beim Frauensee nachgewiesen werden. In der Eisenzeit nimmt die Rodungstätigkeit zu. Siedlungs- und Kulturzeiger spiegeln die menschliche Präsenz im Untersuchungsgebiet wider. In der Römerzeit geht die menschliche Beeinflussung zurück, kann aber ab dem Mittelalter wieder stärker beobachtet werden. Die Rodungstätigkeit und der Ackerbau sowohl beim Frauensee als auch am Oberkienberg werden intensiver und verstärken sich bis heute.

#### 7. Zusammenfassung:

Anhand der Pollenprofile Frauensee und Oberkienberg wird die Vegetationsentwicklung und der anthropogene Eingriff im Raum Kramsach - Brixlegg dargestellt. Neben der Pollenanalyse wurden auch konventionelle und AMS-Radiokarbondatierungen sowie Makrofossilbestimmungen durchgeführt.

Das Profil Frauensee beginnt in der ältesten Dryas und zeigt die spät- und postglaziale Vegetationsentwicklung auf. Das Profil Oberkienberg stellt die Entwicklung ab dem Atlantikum dar. Die älteste Dryas ist gekennzeichnet durch eine offene Vegetation, die sich im Bölling immer mehr schließt. Die Anwesenheit von *Pinus* ist mit 12380 ± 70 BP (UIC-7145) festgelegt. Die ältere Dryas zeigt sich in einem leichten Rückgang von *Betula*. Im Alleröd dominiert *Pinus* die Vegetation. Während der jüngeren Dryas kann der Klimarückschlag mit einem *Betula*-Gipfel und einem Rückgang von *Pinus* korreliert werden. Der Übergang zum Postglazial wird durch den präborealen *Betula*-Gipfel angezeigt. Die Klimabesserung des Präboreals ist durch die Einwanderung der Eichenmischwaldarten dargestellt. Um 9670 ± 70 BP (UIC-7144) ist *Picea* bereits im Raum Kramsach vorhanden. Im Boreal dominieren der Eichenmischwald und *Corylus avellana* im Untersuchungsgebiet. Die letzte große Veränderung der Vegetation, ohne dass der Mensch eingreift, ist die Einwanderung von *Abies* und *Fagus* im Atlantikum. Ein dezimierter Nachweis von Landwirtschaft erfolgt um 6000 BP im Untersuchungsgebiet. Mit Hilfe eines feinstratigraphischen Profils vom Frauensee werden neolithische Siedlungsphasen dargestellt und mit den neuesten archäologischen Funden vom Mariahilfbergl korreliert. *Fagus* wird durch leichte anthropogene Eingriffe gefördert, was sich am Anstieg der *Fagus*-Kurve nach den Rodungsphasen widerspiegelt. Durch

*Cerealia*-Zonen lässt sich der anthropogene Eingriff in der Nähe des Untersuchungsgebietes am besten darstellen. Die ersten *Cerealia*-Pollen treten am Ende des Neolithikums im Frauensee auf. Ab der Bronzezeit intensiviert sich der anthropogene Eingriff und hält bis heute an.

Dank: An dieser Stelle möchte ich all jenen danken, die diese Arbeit möglich gemacht haben: Herrn A. Univ.-Prof. Dr. Klaus Oeggl, unter dessen Leitung diese Arbeit durchgeführt wurde, für die Hilfe bei der Geländearbeit, die Bestimmung der Großreste und die zahlreichen anregenden Diskussionen, Herrn Univ.-Prof. Dr. Sigmar Bortenschlager, der mir Freude am palynologischen Arbeiten vermittelte, Herrn ARat. Siegfried Tatzreiter für die Einführung in die Aufschlussmethoden, Herrn ARat. Stefan Medgyesy für die Hilfe bei Computerproblemen, Herrn Werner Kofler für die Hilfe bei der Geländearbeit, die Unterstützung im Labor und bei der Auswertung der Ergebnisse, Herrn Jakob Thummer für die Erlaubnis am Oberkienberg und Herrn Anton Sommeregger für die Erlaubnis im Frauensee Sedimentsäulen zu bergen, dem Dekanat der naturwissenschaftlichen Fakultät für die Bereitstellung eines Förderstipendiums zur Durchführung dieser Arbeit.

## 8. Literatur:

- AABY, B. (1986): Trees as anthropogenic indicators in regional pollen diagrams from eastern Denmark. - In: BEHRE, K.-E. (ed.): Anthropogenic Indicators in Pollen Diagrams: 73 - 93.
- (1988): The Cultural Landscape as Reflected in Percentage and Influx Pollen Diagrams from Two Danish Ombrotrophic Mires. - In: BIRKS, H.H., H.J.B. BIRKS, P.E. KALAND & D. MOE (eds.): The Cultural Landscape - Past, Present and Future: 209 - 228.
- AMMANN, B. & A.F. LOTTER (1989): Late-Glacial radiocarbon- and palynostratigraphy on the Swiss Plateau. - *Boreas* **18**: 109 - 126.
- ASCHER, L. (1949): Brixlegg und seine Umgebung bis 1948: 131 pp.
- BEHRE, K.-E. (1981): The Interpretation of Anthropogenic Indicators in Pollen Diagrams. - *Pollen et Spores* **XXIII**: 225 - 245.
- (1990): Some General Remarks on Human Impact in Pollen Diagrams. - In: Impact of Prehistoric and Medieval Man on the Vegetation. Man at the Forest Limit. Report of the Meeting held in Ravello, December 9. and 10. 1989, Pact: 31 - 33.
- BEHRE, K.-E. & D. KUČAN, (1986): Die Reflexion archäologisch bekannter Siedlungen in Pollendiagrammen verschiedener Entfernung - Beispiele aus der Siedlungskammer Flögeln, Nordwestdeutschland. - In: BEHRE, K.-E. (ed.): Anthropogenic Indicators in Pollen Diagrams: 95 - 114.
- BENNINGHOFF, W.S. (1962): Calculation of pollen and spores density in sediments by addition of exotic pollen in known quantities. *Pollen et Spores* **IV**, **2**: 332 - 333.
- BJORKMAN, J. (1996): Long-term population dynamics of *Fagus sylvatica* at the northern limits of its distribution in southern Sweden: a palaeoecological study. - *The Holocene* **6**, **2**: 225 - 234.
- (1997): The history of *Fagus* forest in southwestern Sweden during the last 1500 years. - *The Holocene* **7**, **4**: 419 - 432.
- BORTENSCHLAGER, I. (1976): Beiträge zur Vegetationsgeschichte Tirols II: Kufstein - Kitzbühel - Paß Thurn. - *Ber. nat.-med. Verein Innsbruck* **63**: 105 - 137.
- BORTENSCHLAGER, S. (1972a): Die Vegetationsentwicklung um Kramsach seit der letzten Eiszeit. - In: BACHMANN, H.: Das Buch von Kramsach. - *Schlern-Schriften* **262**: 21 - 25.
- (1972b): Der pollenanalytische Nachweis von Gletscher- und Klimaschwankungen in Mooren der Ostalpen. - *Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft* **85**: 113 - 122.
- (1982): Chronostratigraphic Subdivisions of the Holocene in the Alps. - *Striae* **16**: 75 - 79.
- (1984a): Beiträge zur Vegetationsgeschichte Tirols I. Inneres Ötztal und unteres Inntal. - *Ber. nat.-med. Verein Innsbruck* **71**: 19 - 56.
- (1984b): Die Vegetationsentwicklung im Spätglazial: Das Moor beim Lanser See III. Ein Typprofil für die Ostalpen. - *Diss. Bot.* **72** (Festschrift Welten): 71 - 79.
- (1986): Pollenanalytische Untersuchung zur menschlichen Tätigkeit in den letzten 3000 Jahren im Gebiet des Lindenmooses. - In BACHMANN, H.: Kundli: 32 - 34.
- BORTENSCHLAGER, I. & S. BORTENSCHLAGER (1981): Pollenanalytischer Nachweis früher menschlicher Tätigkeit in Tirol. - *Veröff. Tiroler Landesmuseum Ferdinandeum Innsbruck* **61**: 105 - 137.
- BORTENSCHLAGER, S., K. OEGGL & N. WAHLMÜLLER (1996): Austria. - In: BERGLUND, B.E., H.J.B. BIRKS, M. RALSKA-JASIEWICZOWA & H.E. WRIGHT (eds.): Palaeoecological Events During the Last 15000 Years: Regional Syntheses of Palaeo-

ecological Studies of Lakes and Mires in Europe: 667 - 685.

- EGG, E. (1971): Das Tiroler Unterland. Die Bezirke Kufstein, Kitzbühel und Schwaz. Seine Kunstwerke, historischen Lebens- und Siedlungsformen. - Österreichische Kunstmonographie Band IV. 227 pp.
- FLIRI, F. (1975): Das Klima der Alpen im Raume von Tirol. - Innsbruck, 454 pp.
- GAMS, H. (1972): Beiträge zur Kenntnis der Pflanzendecke um Kramsach. - In: BACHMANN, H.: Das Buch von Kramsach. - Schlern-Schriften **262**: 27 - 33.
- HEDBERG, H.D. (ed.) (1972a): Introduction to an International Guide to Stratigraphic Classification, Terminology, and Usage. - International Subcommission on Stratigraphic Classification, Report 7a. *Boreas* **1**: 199 - 211.
- (ed.) (1972b): Summary of an International Guide to Stratigraphic Classification, Terminology, and Usage. International Subcommission on Stratigraphic Classification, Report 7b. *Boreas* **1**: 213 - 239.
- HEISSEL, W. (1972): Geologische Skizze der Umgebung von Kramsach. - In: BACHMANN, H.: Das Buch von Kramsach. - Schlern-Schriften **262**: 13 - 20.
- (1986): Die Umgebung von Kundl, geologisch gesehen. - In: BACHMANN, H.: Kundl: 23 - 27.
- HÖLZL, S. (1981): Geschichte des Frauensees bei Kramsach. - Tiroler Heimatblätter **4**: 134 - 138.
- HUNTLEY, B. & H.J.B. BIRKS (1983): An atlas of past and present pollen maps for Europe: 0 - 13000 years ago. - Cambridge, 667 pp.
- IVERSEN, J. (1941): Land Occupation in Denmark's Stone Age. - Danmarks Geologiske Undersogelse **II** (66), 66 pp.
- (1949): The Influence of Prehistoric Man on Vegetation. - Danmarks Geologiske Undersogelse **IV** (3/6), 25 pp.
- (1960): Problems of the Early Post-Glacial Forest Development in Denmark. - Danmarks Geologiske Undersogelse **IV** (4, 3), 33 pp.
- (1969): Retrogressive development of a forest ecosystem demonstrated by pollen diagrams from fossil mor. - *Oikos Suppl.* **12**: 35 - 49.
- KLEBELSBERG, R. v. (1935): Geologie von Tirol. - Berlin, 872 pp.
- KRAL, F. (1972): Grundlagen zur Entstehung der Waldgesellschaften im Ostalpenraum. - *Ber. Deutsch. Bot. Ges.* Bd. **85**: 173 - 186.
- KRAUSS, R. & M. HUIJSMANS (1996): Die erste Fundstätte der Münchshofer Kultur in Nordtirol. - *Archäologisches Korrespondenzblatt* **26**: 43 - 51.
- KREWEDL, G. (1988): Die Vegetation von Naßstandorten im Inntal zwischen Telfs und Wörgl. - Grundlagen für den Schutz bedrohter Lebensräume, 1087 pp.
- (1992): Die Vegetation von Naßstandorten im Inntal zwischen Telfs und Wörgl. Grundlagen für den Schutz bedrohter Lebensräume. - *Ber. nat.-med. Verein Innsbruck, Supplementum* **9**, 464 pp.
- LANG, G. (1994): Quartäre Vegetationsgeschichte Europas. Methoden und Ergebnisse. - Fischer, 462 pp.
- LEITNER, W. (1990): Geschichte des Landes Tirol. Urzeit. Band 1. - Athesia, 124 pp.
- MANGERUD, J., S.T. ANDERSEN, B.E. BERGLUND & J.J. DONNER (1974): Quaternary stratigraphy of Norden, a proposal for terminology and classification. *Boreas* **3**: 109 -128.
- MEISEL, K., H.M. SCHIECHTL & R. STERN (1984): Karte der aktuellen Vegetation von Tirol 1/100 000. 10. Teil: Blatt 3. Karwendelgebirge-Unterinntal. - *Documents de cartographie ecologique XXVII*: 65 - 84.
- MOSER, A. (1988): Zur Höfegeschichte. - In: LANDMANN, S. (ed): Brixlegg eine Tiroler Gemeinde im Wandel der Zeit. 230f.
- OEGGL, K. (1988a): Beiträge zur Vegetationsgeschichte Tirols VII: Das Hochmoor Schwemm bei Walchsee. - *Ber. nat.-med. Verein Innsbruck* **75**: 37 - 60.
- (1988b): Pollenanalytische Untersuchungen zum Nachweis anthropogener Vegetationsveränderungen in einem großen Sedimentationsbecken. - *Ber. nat.-med. Verein Innsbruck, Supplementum* **2**: 59 - 72.
- (1991): Zur Besiedlung des mittleren Alpenraumes während der Bronze- und Eisenzeit, die Vegetationsverhältnisse. - *Palaeovegetational Development in Europe and Regions Relevant to its Palaeofloristic Evolution*: 47 - 57.
- (1992): Sediment- und Makrofossilanalysen aus dem Lanser See in Tirol (Austria): Ein Beitrag zur spätglazialen Bio- und Chronostratigraphie der Ostalpen. - *Flora* **186**: 317 - 339.
- (1993): Der Nachweis von Vegetationsveränderungen mit Pollenkonzentrationsdiagrammen. *Bioarchäologie und Frühgeschichtsforschung*. - *Archaeologia austriaca - Monographien* **2**.
- Pollenanalytische Grundlagenforschung zur Siedlungsgeschichte im Inntal von der Eiszeit bis ins Mittelalter. - Projekt-Bericht Fonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung. Unpubl. Manuskript.
- OEGGL, K. & U. EICHER (1989): Pollen- and oxygen-isotope analyses of late- and postglacial sediments from the Schwemm raised bog near Walchsee in Tirol, Austria. - *Boreas* **18**: 245 - 253.
- OLSSON, I.U. (1991): Accuracy and precision in sediment chronology. - *Hydrobiologia* **214**: 25 - 34.

- OVERBECK, F. (1975): Botanisch-geologische Moorkunde. - Neumunster, 719 pp.
- PATTERSON, W.A. & A.E. BACKMAN (1988): Fire and disease history of forests. - In: HUNTLEY, B. & T. WEBB: Vegetation history. Handbook of vegetation science 7: 753 - 777.
- PATZELT, G. (1972): Die spätglazialen Stadien und postglazialen Schwankungen von Ostalpengletschern. - Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft 85: 47 - 57.
- (1987): Untersuchungen zur nacheiszeitlichen Schwemmkegel- und Talentwicklung in Tirol. - Veröff. Tiroler Landesmuseum Ferdinandeum, Innsbruck 67: 93 - 123.
- PATZELT, G. & S. BORTENSCHLAGER (1976): Zur Chronologie des Spät- und Postglazials im Ötztal und Inntal (Ostalpen, Tirol). - In: FRENZEL, B. (1976): Führer zur Exkursionstagung des IGCP-Projektes 731/24. Quaternary Glaciations in the Northern Hemisphere.
- PEGLAR, S.M. (1993a): The development of the cultural landscape around Diss Mere, Norfolk, UK, during the past 7000 years. - Review of Palaeobotany and Palynology 76: 1 - 47.
- (1993b): The mid-Holocene Ulmus decline at Diss Mere, Norfolk, UK: a year-by-year pollen stratigraphy from annual laminations. - The Holocene 3 (1): 1 - 13.
- PERRY, I. & P.D. MOORE (1987): Dutch elm disease as an analogue of Neolithic elm decline. - Nature 326: 72 - 73.
- REBITSCH, F. (1988): Brixlegg im Mittelalter. - In: Brixlegg eine Tiroler Gemeinde im Wandel der Zeit: 105 - 134.
- REBITSCH, W. (1988): Der Raum Brixlegg in der Frühgeschichte und in der Römerzeit. - In: LANDMANN, S.: Brixlegg, eine Tiroler Gemeinde im Wandel der Zeit: 99 - 105.
- ROSCH, M. (1993): Prehistoric land use as recorded in a lake-shore core at Lake Constance. - In: Vegetation History and Archaeobotany 2: 213 - 232.
- SARNTHEIN, R. v. (1948): Moor- und Seeablagerungen aus den Tiroler Alpen in ihrer walddgeschichtlichen Bedeutung. III. Teil: Kitzbühler Alpen und unteres Inntal. - Österreichische Botanische Zeitschrift 95 (1): 1 - 85.
- SCHIECHTL, H.M. (1987): Aktuelle Vegetation. - Tirol-Atlas. Institut für Geographie / Abt. Landeskunde, Universitätsverlag Wagner, Innsbruck.
- SCHMEIDL, H. (1972): Zur spät- und postglazialen Vegetationsgeschichte am Nordrand der bayer. Voralpen. - Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft 85: 79 - 82.
- 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 absolute pollen analysis. - Pollen et Spores XIII (4): 615 - 621.
- STOLZ, O. (1936): Geschichtskunde der Gewässer Tirols. - Schlem-Schriften 32: 181 - 200.
- TROELS-SMITH, J. (1955): Characterization of Unconsolidated Sediments. - Danmarks Geol. Unders. IV (3/10): 39 - 73.
- TORNQUIST, T.E., A.F.M. DE JONG, W.A. OOSTERBAAN & K. VAN DER BORG (1992): Accurate dating of organic deposits by AMS <sup>14</sup>C Measurement of macrofossils. - Radiocarbon 34 (3): 566 - 577.
- WAHLMÜLLER, N. (1985a): Der vorgeschichtliche Mensch in Tirol. Neue Aspekte aufgrund der Pollenanalyse. - Veröff. Tiroler Landesmuseum Ferdinandeum, Innsbruck 65: 105 - 120.
- (1985b): Beiträge zur Vegetationsgeschichte Tirols V: Nordtiroler Kalkalpen. - Ber. nat.-med. Verein Innsbruck 72: 101 - 144.
- (1988): Pollenanalytische Untersuchungen am Götschenberg bei Bischofshofen/Salzburg. - Ber. nat.-med. Verein Innsbruck, Suppl. 2: 13 - 26.
- WELTEN, M. (1972): Das Spätglazial im nördlichen Voralpengebiet der Schweiz. Verlauf, Floristisches, Chronologisches. - Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft 85: 69 - 74.
- WERNECK, H.L. (1961): Ur- und frühgeschichtliche sowie mittelalterliche Kulturpflanzen und Hölzer aus den Ostalpen und dem südlichen Böhmerwald. - Archäologia Austriaca, 39: 68 - 117.
- ZANGEL, F. (1940): Der Heimatboden. Die Geologie in der Heimatkunde von Tirol. - Innsbruck, 142 pp.
- ZOLLER, H. & H. KLEIBER (1971): Überblick der spät- und postglazialen Vegetationsgeschichte in der Schweiz. - Boissiera 19: 113 - 128.

Anmerkung: 4 Pollendiagramme in einer Tasche auf der Innenseite des Umschlags.

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Berichte des naturwissenschaftlichen-medizinischen Verein Innsbruck](#)

Jahr/Year: 1999

Band/Volume: [86](#)

Autor(en)/Author(s): Walde Carolina

Artikel/Article: [Palynologische Untersuchungen zur Vegetations- und Siedlungsentwicklung im Raum Kramsach - Brixlegg \(Tirol, Österreich\). 61-79](#)