

8. DIE VEGETATIONS- UND BESIEDLUNGSGESCHICHTE DER REGION EISENERZ AUF DER BASIS POLLENANALYTISCHER UNTERSUCHUNGEN IM LEOPOLDSTEINER SEE UND IN DER EISENERZER RAMSAU

Ruth Drescher-Schneider

Inhaltsverzeichnis

- Einleitung – 175
- 8.1 Naturräumliche Voraussetzungen – 175
 - 8.1.1 Geographische und geologische Situation im Untersuchungsgebiet – 175
 - 8.1.2 Aktuelle Vegetation – 177
- 8.2 Methoden – 177
 - 8.2.1 Feldarbeit – 177
 - 8.2.2 Labor – 177
 - 8.2.3 Auswertung und graphische Darstellung der Ergebnisse – 178
- 8.3. Datierung – 178
- 8.4. Ergebnisse – 179
 - 8.4.1 Das Profil Leopoldsteiner See – 179
 - 8.4.1.1 Die Lithostratigraphie – 180
 - 8.4.1.2 Die Pollenstratigraphie – 180
 - 8.4.2 Das Profil Kohlenmeiler – 183
 - 8.4.2.1 Die Lithostratigraphie – 183
 - 8.4.2.2 Die Pollenstratigraphie – 185
- 8.5 Der Wandel von der Natur- zur Kulturlandschaft im Gebiet von Eisenerz seit dem Jungneolithikum – 185
 - 8.5.1 Neolithikum (S 1 und S 2, LPZ-L 2–5) – 186
 - 8.5.2 Bronzezeit (S 3 und S 4, LPZ-L 7–9) – 187
 - 8.5.3 Eisenzeit (S 5 und S 6, LPZ-L 10–12) – 188
 - 8.5.4 Römische Kaiserzeit (S 7, LPZ-L 13) – 189
 - 8.5.5 Römische Kaiserzeit bis frühes Mittelalter (S 8, LPZ-L 14–15) – 189
 - 8.5.6 Frühes Mittelalter bis heute (LPZ-L 15, LPZ-K 1–4) – 189
- 8.6 Schlussbemerkungen – 190
 - 8.6.1 Dank – 191
- 8.7 Zusammenfassung – 191
 - 8.7.1 Summary – 192
- 8.8 Literaturverzeichnis – 192
- 8.9 Liste der deutschen und wissenschaftlichen Pflanzennamen – 196

Einleitung

In ur- und frühgeschichtlicher Zeit war die Metallverhüttung aus arbeitstechnischen Gründen nur dann durchführbar, wenn in der näheren Umgebung der Verhüttungsplätze sowohl Wasser als auch die Möglichkeit zur Holzkohleproduktion bestand. Der Energieaufwand für den Betrieb der Schmelzöfen war hoch. Es ist daher naheliegend, dass die Produktion der Holzkohle nicht ohne Einfluss auf die Ausdehnung, die Artenzusammensetzung und die Dichte der Waldbestände in der jeweiligen Umgebung der Schmelzplätze geblieben ist.

Interdisziplinäre Studien an einer bronzezeitlichen Kupfer-Blei-Mine in Copa Hill (Wales, England; MIGHALL & CHAMERS 1993), mehrheitlich aber zur frühgeschichtlichen Eisengewinnung, konnten zeigen, dass im Allgemeinen das Ausmaß der Waldzerstörung zumindest während der vorrömischen Eisenzeit und der römischen Kaiserzeit überschätzt worden ist und dass ausgedehnte Rodungen erst im Mittelalter einsetzten (DÖRFLER 2000). Auch WAHLMÜLLER (1988, 1996) kommt aufgrund ihrer pollenanalytischen Untersuchungen im Zusammenhang mit dem prähistorischen Bergbau am Götschenberg bei Bischofshofen zum Schluss, dass sich die Eingriffe in den natürlichen Waldbestand zwar im Verlauf der Pollenkurven deutlich abzeichnen, die Ausmaße der Rodungen jedoch nicht mit jenen des Mittelalters oder gar der Neuzeit vergleichbar sind.

Erste pollenanalytische Untersuchungen im südlichen Burgenland lassen andererseits darauf schließen, dass die Gewinnung des Raseneisenerzes gemeinsam mit einer intensiven Siedlungstätigkeit während der Eisenzeit im Zickenbachtal zu einer weitgehenden Zerstörung des Waldes und in der Folge zu starker Bodenerosion und zu einer Wiederbewaldung durch Kiefern führte (DRESCHER-SCHNEIDER & WICK 2001).

Die Anzahl montanarchäologischer Funde in den Eisenerzer Alpen belegt eine intensive Bergbautätigkeit spätestens seit der Bronzezeit. Besonders viele Produktionsstätten sind aus der oberen Eisenerzer Ramsau und aus der Umgebung des Radmerhalses bekannt (KLEMM dieser Bd., Kap. 2 bis 4).

Die Untersuchungen begannen daher zunächst in der Eisenerzer Ramsau mit dem Ziel, mit Hilfe der Pollenanalyse die Intensität der Waldnutzung und die Veränderungen in der Waldzusammensetzung im Zusammenhang mit der Kupferverhüttung in dieser Gegend festzustellen und gemeinsam mit eventuellen Holzkohlebestimmungen die Grundlage für eine ökologische Interpretation der archäologischen Ergebnisse zu legen.

Die Eisenerzer Ramsau ist jedoch für pollenanalytische Untersuchungen wenig geeignet. In der Nähe der

Schmelzplätze gibt es weder Moore noch Tümpel oder Seen. Die im Wald mehrfach anzutreffenden Lacken erwiesen sich alle – erwartungsgemäß – als neuzeitlich. Einzig ein Profil im Randbereich des Kohlenmeilers beim Kupferschmelzplatz S 1 konnte ausgewertet werden. Die Untersuchungen wurden deshalb auf den im Norden von Eisenerz gelegenen Leopoldsteiner See ausgedehnt, wodurch sich die Zielsetzung dahingehend änderte, als nun versucht werden soll, die Beziehung Mensch – Naturlandschaft – Kulturlandschaft seit dem Neolithikum nachzuzeichnen.

8.1 Die naturräumlichen Voraussetzungen

8.1.1 Geographische und geologische Situation im Untersuchungsgebiet

Die beiden Untersuchungspunkte befinden sich im östlichen Teil der Eisenerzer Alpen, die durch die Enns im N, das Palten-Liesing-Tal im S und den Vorderberger- und den Erzbach im E begrenzt sind (Abb. 1).

Die erste Lokalität, der Leopoldsteiner See (Abb. 1.1), liegt im NW des Ortes Eisenerz in einem durch den Gletscher überformten Tal. Im N lehnt er sich an die bis 1650 m ansteigende Seemauer mit Senkkogel und Roßloch, im S an den Seeriegel mit einer Höhe von 820 m NN. Der nach E anschließende Talboden ist über mehrere Quadratkilometer mit Flussgeschiebe angefüllt, das im Laufe der Jahrtausende durch den Seeaubach (Zufluss zum See) abgelagert worden ist. Im W wird der See durch eine Moräne (wahrscheinlich des Hochstandes der Würmvereisung) aufgestaut. Die Entwässerung geschieht über den Seebach, der sich zwischen der Moräne und der Seemauer eingeschnitten hat und nach knapp einem Kilometer in den Erzbach mündet. Der See hat eine maximale Tiefe von über 30 m, was die technischen Möglichkeiten der normalerweise verwendeten Bohrausrüstung überschreitet. Die Bohrstelle wurde daher im unteren Drittel des Sees bei einer Wassertiefe von ca. 65 cm gewählt.

Die zweite Untersuchungsstelle befindet sich in der Eisenerzer Ramsau, im SW von Eisenerz (Abb. 1.2). Das Tal wird im S durch den Hauptgebirgszug der Eisenerzer Alpen zwischen Teiritzkampel und Eisenerzer Reichenstein und im N durch den Höhenzug Kaiserschild-Donnersalpe-Tulleck begrenzt. Durchflossen wird das Tal vom Ramsaubach, der am Radmer Hals und an der Roten Wand auf ca. 1300 m NN entspringt und sich in Eisenerz mit dem Trofengbach zum Erzbach vereinigt. Der Kupferschmelzplatz S 1 (FP 60104.001) mit dem Kohlenmeiler befindet sich oberhalb der Gemeindealm auf 1045 m NN.

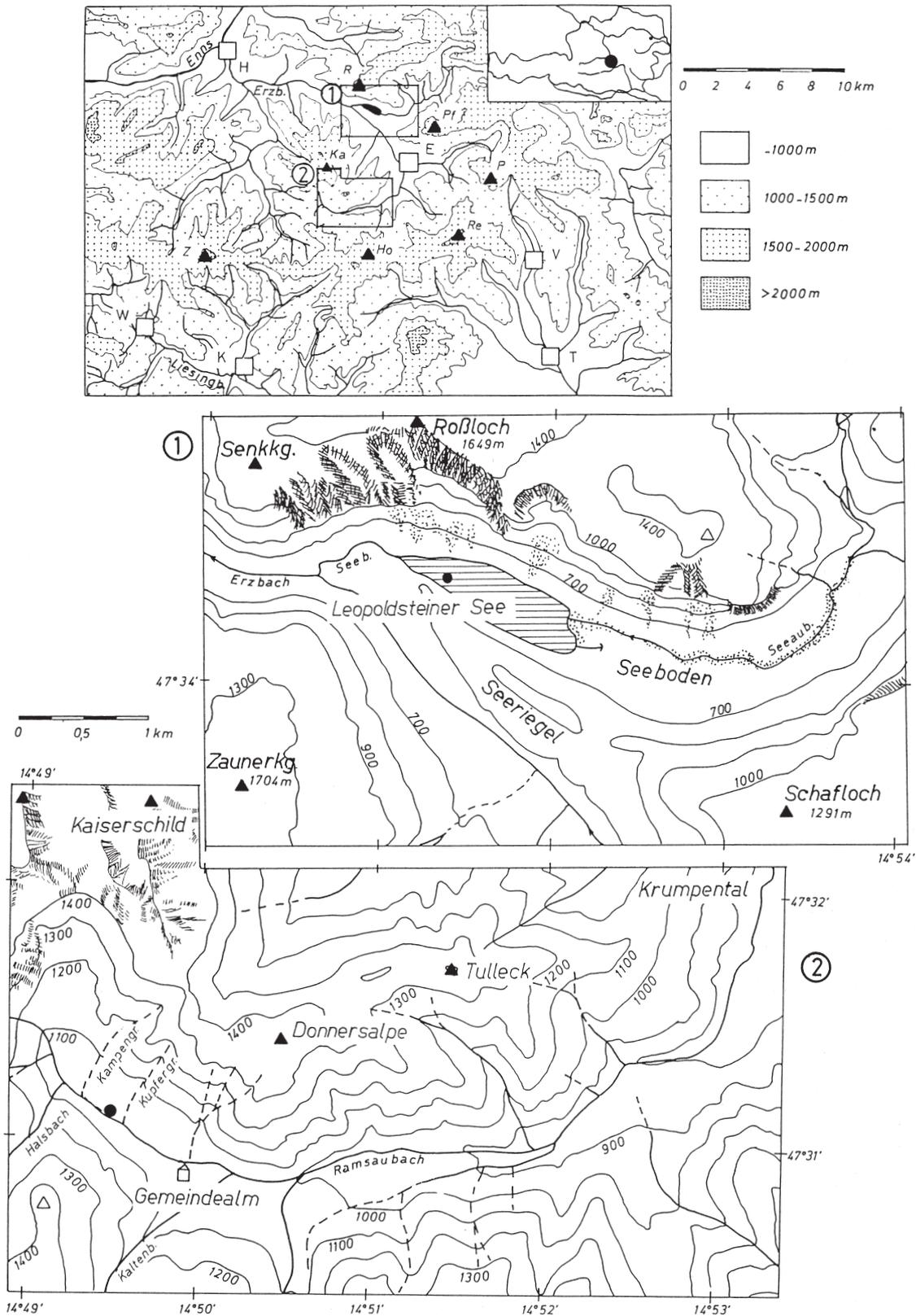


Abb. 1: Geographische Situation des Untersuchungsgebietes. Orte: E – Eisenerz, H – Hieflau, K – Kalwang, T – Trofaiach, V – Vordernberg, W – Wald am Schober; Berge: Ka – Kaiserschild, Ho – Hochtörl, P – Polster, Pf – Pfaffenstein, R – Roßloch, Re – Eisenerzer Reichenstein, Z – Zeiritzkampel. **1.1:** Untersuchungsstelle Leopoldsteiner See (626 m NN) mit Bohrstelle (schwarzer Punkt). **1.2:** Untersuchungsgebiet Eisenerzer Ramsau mit dem Bohrpunkt Kohlenmeiler (1045 m NN, schwarzer Punkt).

Geologisch befindet sich die Gegend von Eisenerz an der Grenze zwischen den Nördlichen Kalkalpen und der steirischen Grauwackenzone (FLÜGEL & NEUBAUER 1984). Die tektonisch zur Müritzalpendecke zu rechnenden Wettersteinkalke reichen vom Kaiserschild über den Zaunerkogel, das Roßloch bis zum Pfaffenstein und bilden somit auf drei Seiten die Umrandung des Leopoldsteiner Sees. Der Haupteintrag an anorganischem Material in den See besteht somit aus erodiertem Wettersteinkalk. Im S wird die Müritzalpendecke durch das tektonisch tiefere „Südrandelement“ unterlagert. Dazu gehören die Werfener Schichten, die einen großen Teil der niedrigeren Hügel im N und W von Eisenerz bilden und mit dem Seeriegel den Leopoldsteiner See im S begrenzen.

Die Eisenerzer Ramsau reicht mit dem westlichsten Teil des Tales in die Übergangszone Wettersteinkalk (Kaiserschild) und Werfener Schichten (bzw. Gutenberger Kalke und Dolomite). Der größte Teil des Tales liegt jedoch im Bereich der Grauwackenzone, die auf der linken Talseite hauptsächlich aus Kalken des Devon und auf der rechten Talseite auch aus Buntem Kalk und Eisenkalk des Obersilur bestehen (FLÜGEL & NEUBAUER 1984).

Während der Eiszeiten waren die östlichsten Ostalpen nur sehr schwach vergletschert. Nach VAN HUSEN (1987) reichte eine Gletscherzunge während des Würmhochglazials aus dem Hochschwab durch das Tal des Seeaubaches bis zum heutigen Ende des Leopoldsteiner Sees, während die kleinen lokalen Vergletscherungen nicht bis ins Tal der Eisenerzer Ramsau hinunterreichten. Nach FLÜGEL & NEUBAUER (1984) soll dagegen der Talgrund des Ramsaubaches unterhalb der Mündung des Lasitzgrabens mit Moränenmaterial bedeckt sein.

8.1.2 Aktuelle Vegetation

Nach MAYER & al. (1971) gehört die Gegend von Eisenerz und die Eisenerzer Ramsau zum Wuchsgebiet 5.2, zum nördlichen randalpinen Fichten-Tannen-Buchen-Waldgebiet. Bei KILIAN & al. (1994) liegt das Untersuchungsgebiet im Wuchsgebiet 4.2, im Ostteil der nördlichen Randalpen. In der tiefmontanen Höhenstufe um den Leopoldsteiner See sind natürlicherweise Buchenwälder mit Beimischung von Tanne, Bergahorn und Esche (ev. auch Eiche) vorherrschend, während in der mittelmontanen Höhenstufe der Eisenerzer Ramsau Fichten-Tannen-Buchen-Wälder dominieren würden.

Durch den enormen Bedarf an Holzkohle für die Eisenproduktion und die zunehmende Waldweide seit dem Mittelalter kam es im Laufe der Jahrhunderte zu einer völligen Übernutzung der Wälder bis hin zu großflächigen Entwal-

dungen. Um der während Jahrhunderten immer wieder drohenden Holznot zu begegnen, wurden spätestens seit dem 19. Jahrhundert Kahlschläge mit Fichte aufgeforstet. Heute sind beinahe 80% der Fläche der Eisenerzer Ramsau von Forstgesellschaften (vorwiegend Fichtenforste) bedeckt (KREINER 2000). Die Reste der ursprünglichen Buchen- und Buchen-Tannen-Wälder auf Kalk und der Fichten-Tannen-(Buchen-)Wälder auf den nordgerichteten Hängen über Grauwacke betragen noch ca. 10% (KREINER 2000) und sind auf wenige Stellen beschränkt, die für eine Nutzung zu steil oder zu abgelegen waren.

Für das Becken von Eisenerz gibt es keine genaueren Abgaben, die Verhältnisse dürften aber ähnlich jenen in der Eisenerzer Ramsau sein.

8.2 Methode

8.2.1 Feldarbeit

Das Profil Kohlenmeiler vom Kupferschmelzplatz S1 wurde 1996 mit Hilfe eines holländischen Erdbohrers von 40 mm Durchmesser erbohrt. Die Entnahme des ungestörten Bohrkernes ist bei diesem Bohrtyp nicht möglich. So mussten die Pollenproben gleich nach der Bohrung entnommen und verpackt werden. Das Restmaterial wurde verworfen. Eine Verringerung der Probenabstände war daher im Nachhinein nicht mehr möglich.

Der Leopoldsteiner See besitzt keine Verlandungszone, was eine Bohrung vom offenen Wasser aus notwendig machte. Größtenteils fallen die Ufer sehr steil ein und führen zu einer Wassertiefe von meist über 30 m. Nur im nördlichen Teil des Sees in der Nähe des Ausflusses verringert sich die Wassertiefe auf ca. 50 cm. In diesem seichteren Teil bei 65 cm Wassersäule wurde die Bohrung im Frühjahr 1997 in einer Distanz zum Südwestufer von ca. 100 m und einer solchen zum Ausfluss von ca. 400 m mit einem Streifkolbenbohrer (LANG 1994) von 80 mm Durchmesser durchgeführt. Die speziell für Seebohrungen adaptierte Ausrüstung wurde uns vom Geobotanischen Institut (heute Institut of Plant Sciences) der Universität Bern zur Verfügung gestellt. Die Bohrung wurde in einer Tiefe von 12,65 m ab Wasseroberkante in fluvioglazialen Schluffen und Sanden abgebrochen.

Die Frage der Besiedlung dieser Region wird an den oberen 800 cm der Sedimentsäule diskutiert.

8.2.2 Laborarbeit

Die Proben wurden in möglichst gleichmäßigen Abständen entnommen. Im Profil Kohlenmeiler richteten sie sich nach dem Sediment und betragen meist ca. 5 cm. Im Profil

Leopoldsteiner See liegen die Proben maximal 10 cm (mit 2 Ausnahmen), während der Kulturphasen max. 5 cm auseinander.

Die Aufbereitung erfolgte nach der üblichen Methode (HF 30% kalt während 12–24 Std., anschließend Acetolyse nach ERDMANN 1934). Den Proben des Leopoldsteiner Sees (je 2 cm³) wurden vor der chemischen Behandlung *Lycopodium*-Sporen nach STOCKMARR (1971) beigelegt, um die Berechnung des Pollenniederschlags/cm²/Jahr (Polleninflux) zu ermöglichen. Das Restmaterial aller Proben wird in wasserfreiem Glycerin aufbewahrt.

8.2.3 Auswertung und Darstellung der Ergebnisse

Bei 400facher Vergrößerung wurden möglichst 1000 Pollenkörner (PK), mindestens jedoch 500 PK pro Horizont bestimmt und gezählt. Für die Bestimmung der Getreide-Typen gelangte Phasenkontrast (1000fache Vergrößerung) zur Anwendung (BEUG 1961).

Die Berechnung und die graphische Darstellung der Schattenrissdiagramme wurden mit Hilfe des EDV-Programmes TILIA und TILIA*.Graph (GRIMM 1992) durchgeführt. Im Diagramm Leopoldsteiner See wurde die Tiefenskala in der Ordinate durch die Zeitskala ersetzt. Die Verwendung von kalibrierten Kalenderjahren vor heute (d.h. vor 1950) an Stelle von BC/AD-Daten ist durch das Rechenprogramm bedingt.

In der Grundsumme zur Berechnung der Prozentwerte ist der Pollen aller Baum- und Straucharten sowie der Kräuter und – ausnahmsweise – die Sporen des Adlerfarns (*Pteridium aquilinum*) eingeschlossen. Auf diese Grundsumme bezogen sind die Werte aller übrigen Sporenpflanzen sowie der Pollen der Wasserpflanzen. Um den Anteil der Siedlungszeiger an der Gesamtpollenmenge zu verdeutlichen, sind deren Prozentwerte im Hauptdiagramm als spezielle Summenkurve eingetragen. Als Siedlungszeiger sind folgende Arten zusammengerechnet:

Getreide allgem. (*Cerealia* indet.), Weizen (*Triticum*-Typ), Gerste (*Hordeum*-Typ), Hafer (*Avena*-Typ), Roggen (*Secale*), Mais (*Zea mays*), Spitzwegerich (*Plantago lanceolata*), Großer und Breiter Wegerich (*Plantago major* und *P. media*), Brennessel (*Urtica*), Ampfer (*Rumex*), Wermuth (*Artemisia*), Adlerfarn (*Pteridium*) und die Melden (*Chenopodiaceae*).

In dem hier besprochenen Teil des Leopoldsteiner Sees konnten 146 Pollentypen, im Profil Kohlenmeiler deren 72 unterschieden werden. Um die Diagramme so übersichtlich wie möglich zu gestalten, werden nur jene Typen dargestellt, die für die Interpretation in Hinblick auf die Besiedlungsgeschichte einen Aussagewert haben. So fehlen neben

der Hainbuche (*Carpinus*), der Grünerle (*Alnus alnobetula*) und der Lärche (*Larix*) fast alle Sträucher und alle jene Arten, die sicherlich nie im Gebiet vorkamen und deren Pollen durch den Wind hauptsächlich aus dem Süden (Föhn) eingeweht worden sind.

Beide Pollendiagramme werden in lokale Pollenzonen (LPZ) gegliedert. Mit LPZ-L sind die Pollenzonen im Leopoldsteiner See, mit LPZ-K jene im Kohlenmeiler bezeichnet. Die Einteilung in die LPZ folgt den internationalen Kriterien, wonach eine LPZ einem Sedimentschnitt entspricht, dessen Pollengehalt von einem einzigen Pollentyp dominiert oder durch eine Kombination von mehreren Pollentypen charakterisiert wird. Die Zuordnung zu regionalen Pollenzonen, wie es nach BERGLUND & RALSKA-JASIEWICZOWA (1986) gefordert wird, ist für den östlichen Teil der Ostalpen noch nicht möglich, da mangels genügend gut datierter Pollenprofile bisher keine regionale Zonierung rekonstruiert werden konnte.

Die Pollenerhaltung ist in beiden Profilen gut. Die Proben des Kohlenmeilers enthalten jedoch einen hohen Anteil an Farnsporen. Dies ist ein Hinweis, dass zeitweise wechselfeuchte, der Pollenerhaltung abträgliche Bedingungen geherrscht haben könnten und dass deshalb eine selektive Zerstörung zarterer Pollentypen (wie z.B. Pappel, Esche, Eibe, Sauergräser und andere Kräuter) nicht ausgeschlossen werden kann.

8.3 Datierung

In der Vegetationsgeschichte, besonders in Zusammenarbeit mit der Archäologie, kommt einer unabhängigen Datierungsmethode größte Bedeutung zu. Die im Normalfall verwendete Standard-Datierung birgt bei Seesedimenten große Fehlerquellen. Die bedeutendste ist der Hartwassereffekt (BARLETT 1951, SHOTTON 1972), der bei der Datierung kalkhaltiger Seesedimente auftritt. Im Sediment sind meist Reste von Wasserpflanzen enthalten, die ihren Kohlenstoffbedarf nicht aus dem Kohlendioxyd der Atmosphäre, sondern aus dem im Wasser gelösten und aus dem Gestein stammenden Karbonat ohne radioaktiven Kohlenstoff (weil zu alt) decken, was dann bei der Messung ein zu hohes Alter vortäuscht (ANDREE & al. 1986). Dieser Hartwasserfehler ist von verschiedenen Faktoren abhängig und kann nicht berechnet werden (OLSSON & al. 1983). Er kann aber vermieden werden, indem Reste von terrestrischen Pflanzen (Blätter, Nadeln, Samen, Holzreste usw.) aus den Seesedimentproben ausgesucht und – da nur kleine Mengen solcher Reste zur Verfügung stehen – mit der AMS-Methode gemessen werden.

Für die zeitliche Einstufung der Kulturphasen im Leopoldsteiner See können 5 AMS-Daten aus einem andern Projekt (LEXER 1997) übernommen werden:

Lab. Nr.	Tiefe in cm	Material	¹⁴ C-Alter	calibr. Alter
Beta-144572	395–400	Knospenschuppen, Nadeln von <i>Abies</i>	2520 ± 40	770 BC (795–515 BC)
Beta-153654	510–512	Zapfenschuppe von <i>Abies</i>	3370 ± 40	1670 BC (1750–1530 BC)
Beta-144571	640–645	Same von <i>Picea</i> , Nadeln von <i>Abies</i>	4230 ± 40	2880 BC (2890–2870 BC)
Beta-144570	720–725	Same, Borke und Nadeln von <i>Abies</i>	5040 ± 40	3800/3900BC (3955–3710 BC)
Beta-153653	790–794	Nadeln und Samen von <i>Picea</i>	5790 ± 50	4680 BC (4740–4510 BC)

Die Umrechnungen der conv. ¹⁴C-Daten in Kalenderjahre wurden mit dem Programm *Intercal 98 Radiocarbon Age Calibration* (STUIVER & al. 1998) vorgenommen. Das als calibr. Alter angeführte Datum ist das Intercept-Datum, das für die Berechnung der Zeitskala im Pollendiagramm zur Verwendung gelangte. In Klammern sind außerdem die 2-Sigma-Werte angegeben, zwischen denen das Alter der jeweiligen Probe mit 95%iger Sicherheit liegt.

Die Entwicklung der jüngsten 2500 Jahre ist nicht mehr durch ¹⁴C-Datierungen abgesichert und musste daher interpoliert werden. Zur Minimierung des Interpolationsfehlers werden außer dem Datum der Oberflächenprobe mit 0 (aus computertechnischen Gründen = 1959 AD) zwei weitere Fixpunkte angegeben:

1. der Horizont 310 cm mit dem ersten Pollenkorn von *Secale* (Roggen) wird mit 2000 ± 50 BP cal (= 50 ± 50 BC) fixiert.

2. Der Beginn des Roggenanstieges im Niveau 166 cm wird als Beginn der intensiveren Besiedlung von Eisenerz im Mittelalter betrachtet und mit ± 900 AD (= 1050 BP cal) festgelegt.

¹⁴C-Datierungen mit Fehlerbreiten von 100 Jahren und mehr sind im Zusammenhang mit Archäologie nicht sehr befriedigend. Für die Interpretation des Profils Leopoldsteiner See bedeutet dies, dass vor allem die Siedlungsphasen S 4 (Bronzezeit) und S 5 (Eisenzeit) entweder einige Jahrzehnte älter oder aber um 100–200 Jahre jünger sein könnten. Die Siedlungsphase S 4 hätte demnach statt von 1729–1345 BC (aufgrund der Intercept-Daten) auch von ca. 1650–1255 BC, die Siedlungsphase S 5 statt von 850–520 BC (Intercept-Daten) von ca. 650–380 BC gedauert haben können.

Die Zuordnung der einzelnen Siedlungsphasen zu den archäologischen Kulturphasen und deren Nomenklatur folgt LENNEIS & al. (1995), LIPPERT (1999), STADLER (1995) und URBAN (2000).

8.4 Ergebnisse

8.4.1 Das Profil Leopoldsteiner See

Wie aus der Abb. 1.1 hervorgeht, ist der See von drei Seiten von z.T. sehr steilen Hügel- und Bergzügen umgeben. Die steilen Wände der Seemauer mit ausgedehnten Schutthalden begünstigen den Eintrag von größerem Material (Sand, gelegentlich Steine) aus Lawinen und Rutschungen. Besonders während der Schneeschmelze und bei starken Gewittern im Gebirge schüttet auch der Seeabach beachtliche Mengen an Grobmaterial in den See, was aber nur in Ausnahmefällen außerhalb des Uferbereiches sedimentiert werden dürfte. Der größte Teil des anorganischen Sedimentes besteht dagegen aus Feinmaterial in Form von Schluff und Ton. Der organische Anteil setzt sich aus biogen ausgefälltem Kalk, aus Molluskenschalen und aus eingeschwemmten und/oder eingewehten Pflanzenresten zusammen. Der Anteil an zersetzten Wasserpflanzenresten ist sehr gering.

Durch die abschirmende Wirkung der Höhenzüge ist der regionale Polleneintrag in den See gegenüber jenem aus den angrenzenden Hügeln etwas unterrepräsentiert. Ausgeglichen wird diese Benachteiligung jedoch wiederum durch eine ausgeprägte S-N (N-S) Richtung der Winde. Dabei steht die Seemauer der direkten Fließrichtung der Luftmassen entgegen, was zu gewissen Turbulenzen und Luftwirbeln über dem See führt und dadurch den regionalen und extra-regionalen Pollenniederschlag wiederum fördert.

8.4.1.1 Die Lithostratigraphie

000–065 cm	Wasser
065–165 cm	beim Bohren ausgeflossen
165–250 cm	Unregelmäßig geschichtete Kalkgyttja mit vielen Schneckenschalen und pflanzlichen Resten. Material sehr weich.
250–665 cm	Unregelmäßig geschichtete Kalkgyttja mit vielen Schneckenschalen und pflanzlichen Großresten. Farben von beige über grau-braun bis olivgrün.
665–800 cm	Unregelmäßig, aber relativ fein laminierte Kalkgyttja. Oliv-braune Farbtöne sind vorherrschend.

8.4.1.2 Die Pollenstratigraphie (Abb. 2)

Wie aus der Lithostratigraphie ersichtlich, konnte der oberste Meter (65–165 cm) trotz mehrerer Versuche nicht gehoben werden. Das Material war zu wässrig und floss regelmäßig aus den Metallrohren aus. Daher fehlt die Vegetationsentwicklung der jüngsten ca. 1000 Jahre. Um trotzdem einen Vergleich zu den heutigen Verhältnissen zu bekommen, wurden 3 Proben aus dem obersten Bereich des Sedimentes mit einem Gefäß geschöpft. Alle drei Proben sind zeitgleich (Oberflächenproben) und beinhalten den Pollenniederschlag der letzten 20–40 Jahre.

Das Pollendiagramm zeigt schon auf den ersten Blick, dass die Wälder um den Leopoldsteiner See – mit Ausnahme der ältesten Phase (LPZ-L 1) und den rezenten Oberflächenproben – durchgehend von der Buche (*Fagus*) dominiert sind. Der Anteil der Tanne (*Abies*) bleibt nach deren Ausbreitung um ca. 5500 BC bis in die jüngsten Abschnitte fast gleich.

LPZ-L 1: 4840–3840 BC, Mittelneolithikum bis Beginn Jungneolithikum
Tiefe: 800–722,5 cm
Dauer: ca. 1000 Jahre

Die Fichte (*Picea*), die schon sehr früh ins Gebiet von Eisenerz eingewandert ist (ca. 9500 BC) und seit ca. 6600 BC die Waldvegetation dominiert, wird nun während der LPZ-L 1 langsam durch die sich ausbreitende Buche (*Fagus*) in höhere Lagen verdrängt. Hasel (*Corylus*) und Birke (*Betula*) – beides lichtliebende Arten – wachsen vorwiegend im Uferbereich und auf den Steilhängen der Seemauer, wo durch Lawinen und Muren immer wieder Lücken im dichten Baumbestand entstehen können. Erle (*Alnus*), Esche (*Fraxinus*) und Weide (*Salix*) kommen außer im Uferbereich wahrscheinlich hauptsächlich in den Schotterbereichen am Südende des Sees vor. Dabei ist zu bedenken, dass vor rund 6000 Jahren der See noch viel weiter talaufwärts

gereicht haben mochte. Die Eiche (*Quercus*) ist auf warme, eher trockene Standorte beschränkt. Linde (*Tilia*) und Ulme (*Ulmus*), die gegenüber früher schon viel an Terrain verloren haben, werden noch seltener. Der Ahorn (*Acer*), als eine durch Insekten bestäubte Baumart in den Pollendiagrammen immer stark untervertreten, ist sicher häufiger vorgekommen, als die geringen Prozentwerte vermuten lassen.

LPZ-L 2: 3840–3490 BC, älteres Jungneolithikum
Tiefe: 722,5–692,5 cm
Dauer: ca. 350 Jahre

Diese PZ ist durch die beginnende Buchen-Dominanz charakterisiert. Gleichzeitig zeichnet sie sich als eine Phase großer Umwälzungen aus.

LPZ-L 2a: 3840–3670 BC
Tiefe: 722,5–707,5 cm
Dauer: 170 Jahre

Die Waldzusammensetzung ist in einem deutlichen Wandel begriffen: die Buche hat sich inzwischen so weit ausgebreitet, dass sie die Fichte anteilmäßig überflügelt hat. Als neues Waldelement erscheint die Eibe (*Taxus*). Innerhalb von ca. 170 Jahren entwickelt sie sich von einer großen Seltenheit (LPZ-L 1) zu einem wichtigen Bestandteil des Buchen-Tannen-Fichten-Waldes. Ihre Ausbreitung dürfte auf Kosten der Tanne erfolgt sein. Der schwache Anstieg der Prozentwerte bei Birke (*Betula*), Kiefer (*Pinus*), Pappel (*Populus*) und Weide (*Salix*) deuten auf eine Störung des Gleichgewichtes im Wald und auf eine Regeneration waldfreier Standorte durch die lichtliebenden Pioniergehölze. Die waldfreien Bereiche waren kleinflächig. Möglicherweise wurde der Waldbestand während der eben zu Ende gegangenen Rotmoos I-Schwankung (4200–3800 BC, PATZELT 1977, HAAS & al. 1998) etwas aufgelockert, was einerseits der Eibe die rasche Ausbreitung erleichterte, an den für *Taxus* ungünstigen Standorten (z.B. die südexponierte Seemauer) dagegen die lichtliebenden Pioniergehölze begünstigte.

LPZ-L 2b: 3670–3460 BC, Siedlungsphase S 1
Tiefe: 707,5–692,5 cm
Dauer: ca. 180 Jahre

PK von Weizen (*Triticum*) und Gerste (*Hordeum*) sowie von Hafer (*Avena*) finden sich zum ersten Mal. Sie werden begleitet von den typischen Siedlungszeigern wie Spitzweigerich (*Plantago lanceolata*) und Brennessel (*Urtica dioica*). Wermuth (*Artemisia*), Adlerfarn (*Pteridium aquilinum*) und die Gräser zeigen kaum höhere Werte als zuvor. Die Rodungen

dürften sehr kleinflächig gewesen sein, da sich das Verhältnis Baumpollen (BP) zu Nichtbaumpollen (= Kräuter, NBP) gegenüber der LPZ-L 2a nur wenig zu Gunsten der NBP verschoben hat und bei den Baumpollenkurven keine deutlichen Veränderungen erkennbar sind.

LPZ-L 3: 3490–3060 BC, jüngeres Jungneolithikum

Tiefe: 692,5–657,5 cm

Dauer: ca. 430 Jahre

Die PK der Getreidearten und des Spitzwegerichs sind verschwunden. Nur Ampfer (*Rumex*), die Meldengewächse (Chenopodiaceae), Wermuth (*Artemisia*) und Adlerfarn (*Pteridium aquilinum*) sind auch jetzt noch in geringer Anzahl zu finden.

Die Buchen-Tannen-Eiben-Wälder sind weiterhin vorherrschend. Die sich in der vorherigen PZ ausgebreiteten Sekundärgehölze sind wiederum durch Arten des Klimax-Waldes verdrängt worden.

LPZ-L 4: 3060–2700 BC, Übergang jüngeres Jungneolithikum zum Endneolithikum, Siedlungsphase S 2a

Tiefe: 657,5–622,5 cm

Dauer: ca. 360 Jahre

Die Eibe (*Taxus*) hat ihren Höhepunkt überschritten und verliert langsam an Bedeutung. Wahrscheinlich werden ihre Standorte von der Buche (*Fagus*) besetzt, die ihre Dominanz weiter ausbaut. Wieweit der Rückgang bei der Erle (*Alnus*) und der Ulme (*Ulmus*) und die starke Zunahme bei der Birke (*Betula*) mit einer menschlichen Rodungstätigkeit zusammenhängt, ist nicht eindeutig zu klären. Regelmäßig sind nun wieder Getreide-PK (*Cerealia*) und Spitzwegerich (*Plantago lanceolata*) zu finden. Die Summenkurve der Siedlungszeiger ist jedoch nur wenig höher als in der LPZ-L 3.

LPZ-L 5: 2700–2420 BC, Endneolithikum, Siedlungsphase S 2b

Tiefe: 622,5–592,5 cm

Dauer: ca. 280 Jahre

Buchen-Tannen-Wälder beherrschen auch weiterhin das Waldbild. Auffallend ist ein Einbruch bei der Eichenkurve (*Quercus*) und ein Gipfel bei Erle (*Alnus*). Getreide-PK sind noch vereinzelt anzutreffen, insgesamt sind die Werte der Siedlungszeiger jedoch deutlich schwächer als zuvor.

LPZ-L 6: 2420–2070 BC, Übergang Endneolithikum/frühe Bronzezeit

Tiefe: 592,5–555 cm

Dauer: ca. 350 Jahre

Die Buche erreicht ihre maximale Ausdehnung und auch die Eibe nimmt noch immer einen beachtlichen Anteil an der Waldvegetation ein. Charakteristisch für diese LPZ ist der starke Rückgang bei den Erlen und die Zunahme bei den Birkenwerten. Die Siedlungszeiger und die Gräser bleiben weiterhin selten. Einzig die Kurve von Spitzwegerich setzt nach einem Unterbruch in LPZ-L 5 erneut ein.

LPZ-L 7: 2070–1729 BC, frühe Bronzezeit, Siedlungsphase S 3

Tiefe: 555–517,5 cm

Dauer: ca. 340 Jahre

Obwohl die Cerealia noch immer fehlen, steigen die Siedlungszeiger als Summe gemeinsam mit den Gräsern wieder an. Die Buche erleidet einen durch einen überhöhten Einzelwert in der LPZ-L 6 etwas überzeichneten Rückgang. Die Linde (*Tilia*) geht nun auf Werte unter 1% zurück und wird in der Folge 0,5% nicht mehr übersteigen. Charakteristisch ist außerdem ein ausgeprägter Gipfel bei der Erle (*Alnus*).

LPZ-L 8: 1729–1345 BC, frühe/mittlere Bronzezeit, Siedlungsphase S 4

Tiefe: 517,5–468 cm

Dauer: ca. 490 Jahre

Diese LPZ ist charakterisiert durch einen deutlichen Anstieg der NBP mit Schwerpunkt in der 2. Hälfte der LPZ (ca. 1460–1345 BC), der hauptsächlich durch eine Zunahme der Siedlungszeiger, der Gräser und der Ericaceae verursacht ist. Die Wälder in unmittelbarer Umgebung des Sees werden vor allem im letzten Abschnitt merklich beeinflusst. Ein deutlicher Rückgang ist nur bei Buche und Eibe erkennbar.

LPZ-L 9: 1345–850 BC, späte Bronzezeit/Urnenfelderzeit

Tiefe: 468–407,5 cm

Dauer: ca. 490 Jahre

Die angestiegenen Birken-, Wacholder- und Kiefernwerte deuten an, dass sich sekundäre Wälder entwickelt haben. Die Kurven von Eiben (*Taxus*) und Tanne (*Abies*) zeigen deutlich niedrigere Werte als zuvor. Bei *Picea*, *Corylus*, *Acer* und *Ulmus* ist ebenfalls eine leicht rückläufige Tendenz erkennbar, während *Fagus*, *Quercus* und *Alnus* zwar etwas schwankende, aber im Durchschnitt etwa konstante Werte aufweisen. Die Siedlungszeiger treten seltener auf als in LPZ 8, steigen aber gegen Ende der LPZ (vorwiegend dank *Urtica*, *Rumex* und den Asteraceae) jedoch wieder an.

LPZ-L 10: 850–520 BC, späte Urnenfelderzeit/ältere Eisenzeit, Siedlungsphase S 5

Tiefe: 407,5–365 cm

Dauer: ca. 330 Jahre

Diese LPZ ist charakterisiert durch einen sehr markanten Anstieg der NBP von durchschnittlich ca. 7% in LPZ-L 9 auf nun maximale Werte von >15%. Getreide-PK sind zwar auch jetzt nur selten zu finden, alle übrigen Siedlungszeiger inkl. der Gräser, der Korbblütler (Asteraceae, Cichoriaceae), der Doldenblütler (Apiaceae) und der Ericagewächsen (Ericaceae und *Calluna*) verzeichnen deutliche Zunahmen. Die Änderungen bei den BP sind dagegen sehr viel undeutlicher. Nur bei *Alnus* und *Pinus* gehen die Werte etwas zurück, jene der Buche schwanken stark und zeigen ebenfalls eine rückläufige Tendenz, während die Werte aller übrigen Bäume gleich bleiben oder gar leicht zunehmen (*Taxus*, *Ulmus* und *Picea*). Bei der Pappel (*Populus*) ist zunächst eine Zunahme, dann aber ein Rückgang zu verzeichnen.

LPZ-L 11: 520–210 BC, ältere/jüngere Eisenzeit

Tiefe: 365–325 cm

Dauer: ca. 300 Jahre

Gegenüber der LPZ-L 10 gehen die Siedlungszeiger stark zurück, die Cerealien fehlen ganz. *Betula* und *Alnus* zeigen eine deutliche, *Quercus* und *Fagus* eine eher schwächere Zunahme. *Abies* ist rückläufig.

LPZ-L 12: 210 BC–5 AD, jüngere Eisenzeit, Siedlungsphase S 6

Tiefe: 325–295 cm

Dauer: ca. 220 Jahre

Diese LPZ ist ziemlich inhomogen. Zunächst ist eine klare Zunahme der Siedlungszeiger (v.a. *Rumex*, *Urtica*, *Plantago lanceolata*) und der erste Fund von Roggen (*Secale*) zu erkennen. Parallel dazu sind Einbrüche bei Birke, Tanne und Eiche erkennbar. In der obersten Probe vermittelt der Birken-Gipfel den Eindruck einer Regenerationsphase und eines vorübergehenden Rückgangs der menschlichen Tätigkeit.

LPZ-L 13: 5–280 AD, Römische Kaiserzeit, Siedlungsphase S 7

Tiefe: 295–255 cm

Dauer: ca. 280 Jahre

Ein klarer Anstieg der Siedlungszeiger mit höheren Werten auch bei den Gräsern und den Korbblütlern wird von einem starken Rückgang bei der Birke und tiefen Werten bei Erle und Hasel begleitet. Dem steht eine starke Zunahme der Buche, eine deutliche bei *Populus* und ungefähr gleichbleibende Werte bei *Taxus* gegenüber.

LPZ-L 14: 280–777 AD, Römische Kaiserzeit und Frühmittelalter, Siedlungsphase S 8

Tiefe: 255–185 cm

Dauer: ca. 560 Jahre

Die Grenze zur LPZ-L 13 ist durch die ersten Funde von Walnuss (*Juglans*) und Edelkastanie (*Castanea*) festgelegt. *Betula* und *Alnus* haben einen Teil der aufgelassenen Rodungsflächen der LPZ-L 13 wieder besiedelt, die Werte der Buchen sind deutlich niedriger als zuvor, während jene von *Abies* und *Picea* zunehmen. Der gesamte Anteil der Siedlungszeiger ist rückläufig, Getreidefunde sind aber noch möglich.

LPZ-L 15: 777–heute, Frühmittelalter und heute

Tiefe: 185–0 cm

Dauer: ca. 1100 Jahre

Besonders der Anstieg von Roggen (von 0,1 auf 0,6%) in der obersten Probe des Seeprofiles (166 cm) gemeinsam mit der Zunahme fast aller übrigen Siedlungszeiger deutet den Beginn des intensiveren Ackerbaus und damit einer dichteren Bevölkerung im Gebiet von Eisenerz an. Fichte, Tanne und Eiche werden durch verstärkte menschliche Tätigkeit besonders betroffen, während sich sekundäre Baum- und Buschbestände mit Birke, Wacholder und Hasel ausdehnen. Im Vergleich dazu zeigen die drei obersten Proben die Situation von heute: Getreideanbau ist kaum nachweisbar, der Anteil der Kräuter zwischen 20 und 27% ist höher als in der LPZ 10 und widerspiegelt die Waldlosigkeit im Bereich des Siedlungsgebietes. Deutlich ist auch die durch waldbauliche Maßnahmen bedingte Dominanz der Fichte. Bedenkt man dagegen die starke Verbuschung der Schutthänge am Fuße der Seemauer durch Haseln, erstaunen ihre niedrigen Werte in diesen Oberflächenproben.

8.4.2 Das Profil Kohlenmeiler (Abb. 3)

Das Tal ist in diesem oberen Abschnitt noch recht schmal und die Hänge steigen auf beiden Talseiten rasch an (Abb. 1.2). Der Kupferschmelzplatz S 1 (FP 60104.001) mit dem Kohlenmeiler liegt am linken Bachufer über einer Böschung auf 1045 m NN.

Im Pollenniederschlag ist hauptsächlich der lokale und der regionale Pollen vertreten, während PK aus dem Fernflug kaum nachgewiesen werden konnten.

8.4.2.1 Die Lithostratigraphie

00–03,0 cm	hellbrauner, gut durchwurzelter Rohhumus
03–08,0 cm	dunkelbrauner, gut humifizierter, durchwurzelter Rohhumus

08–18,5 cm	dunkelbraun-schwarzer, stark mit Holzkohle durchmischter Humus
18,5–32,0 cm	braunrot-grauer Lehm, Mischhorizont
32–60,0 cm	ockerfarbener anstehender Lehm

Wie schon oben erwähnt, ist die Pollenerhaltung auch in diesem Profil gut genug, um eine zuverlässige Bestimmung der Pollentypen zu gewährleisten. Allerdings sind einzelne Horizonte so pollenarm oder überhaupt pollenleer, dass sie nicht für das Pollendiagramm verwendet werden konnten. Es handelt sich um die Tiefen 13 cm (5 PK), 18 cm und 20 cm (beide pollenleer).

8.4.2.2 Die Pollenstratigraphie (Abb. 3)

LPZ-K 1: 50–37 cm

Die unterste Probe bei 50 cm enthält außer monoleten Farnsporen keine weiteren Reste. Auch in den beiden anderen Horizonten ist die Pollenkonzentration sehr gering. Unter den BP dominiert die Buche. Im Gebiet vorhanden sind außerdem Eiche, Tanne, Fichte, Erle und Birke. Auch mit Ulme, Linde, Esche und Ahorn darf gerechnet werden. Die NBP-Prozente sind relativ hoch, wobei die Gräser, die Korblütler und die Seggen besonders häufig vorkommen. Der Anteil der monoleten Farnsporen ist sehr hoch (>150%).

LPZ-K 2: 37–25 cm

Die Buchen-Werte steigen auf 50–60%. Auch Eiche wird etwas häufiger, während die NBP auf Werte zwischen 10 und 15% zurückgehen. Unter den Siedlungszeigern finden sich 1 Cerealia und 1 *Secale* (Roggen).

Übergang LPZ-K 2/3: 25–18,5 cm

Dieser oberste Abschnitt des lehmigen Materials ist wiederum sehr pollenarm und die niedrige Pollensumme im Horizont 23 cm vermittelt nur einen oberflächlichen Eindruck der Vegetation: die Buchenwerte nehmen ab, während jene von Fichte, Tanne, Birke, Kiefer und Erle ansteigen. Die NBP bleiben bei ca. 15%.

LPZ-K 3: 18,5–9 cm: Holzkohle

Die unterste Probe bei 18 cm besteht aus reiner Holzkohle und ist pollenleer. Nach oben nimmt die Pollenkonzentration zu. Die Buche dominiert weiterhin, ist aber auf Werte zwischen 30 und 40% abgesunken. Mit Ausnahme der Birken, die in etwa konstant bleiben, gehen die Werte aller übrigen Bäume zurück. Die NBP steigen bis auf über 40%. Die Gräser und die Siedlungszeiger (besonders der Getreide-Typ, Roggen und Spitzwegerich) nehmen stark zu.

LPZ-K 4: 9–2 cm

Die Buchenwerte sinken unter 10%, jene der Fichte steigen rasch an. Der Anteil des Kräuterpollens bleibt hoch, wobei die Gräser am häufigsten sind. Die Siedlungszeiger bleiben etwa gleich stark vertreten wie vorher.

8.5 Der Wandel von der Natur- zur Kulturlandschaft im Gebiet von Eisenerz seit dem Jungneolithikum

Der Mensch ist derjenige, der in den letzten 7000 Jahren in Europa die größten Veränderungen in der Vegetation verursacht hat. Mit dem Beginn des Neolithikums änderte sich die Rolle des Menschen von einem passiven Nutznießer der natürlichen Ressourcen zu einem aktiven Gestalter seiner Umgebung, was mit weitreichenden Konsequenzen für die ihn umgebende Naturlandschaft verbunden war.

Die menschlichen Einflüsse auf die Vegetation können sich in den Pollendiagrammen in verschiedener Weise manifestieren:

1. durch primäre Indikatoren für Ackerbau, d.h. durch Funde von Kulturpflanzen

2. durch das Einsetzen oder die Zunahme sekundärer Indikatoren, d.h. Arten waldfreier (z.B. Weidezeiger) oder gestörter Standorte („Unkräuter“)

3. durch Rodungen, die sich im Verhältnis von Baumpollen- zu Kräuterpollenprozenten (BP/NBP) abzeichnen.

Die Pollenkörner von Kulturpflanzen sind der sicherste Weg, den Ackerbau auch schon der frühesten Siedler nachzuweisen. Leider zeichnen sich nur sehr wenige Kulturpflanzen in den Pollendiagrammen ab. Entweder sind sie wegen sehr geringer Pollenproduktion und schlechter Verbreitung (z.B. Gemüse wie Erbsen/*Pisum*, Saubohnen/*Vicia faba* usw.) kaum nachweisbar oder der Pollen ist morphologisch nicht von anderen Arten unterscheidbar (z.B. Leindotter/*Camelina sativa*, Färber-Waid/*Isatis tinctoria* oder auch der Schlafmohn/*Papaver somniferum*). Etwas günstiger ist die Chance, Hinweise auf den Getreideanbau zu finden. PK (Pollenkörner) von Roggen (*Secale*) und Mais (*Zea mays*) sind leicht bestimmbar und werden auch in ausreichender Menge produziert und gut verbreitet. Auch Weizen (*Triticum*), Gerste (*Hordeum*) und Hafer (*Avena*) lassen sich bei guter Pollenerhaltung erkennen, während wichtige Getreidearten wie die Rispenhirse (*Panicum*) und die Vogelhirse (*Setaria*) nicht von den Wildgräsern abgetrennt werden können (BEUG 1961). Die geringe Pollenverbreitung gewisser Getreidearten verringert wiederum die Chance ihre PK zu finden. Weizen (*Triticum*) beispielsweise schließt die Spelzen sofort nach der Befruchtung. Bei schlechter Witterung blüht er überhaupt bei geschlossener Blüte. Das bedeutet, dass der größte Teil der PK gar nicht aus den Blüten entlassen und

somit nicht verbreitet wird (WILLERDING 1986). Diese PK werden entweder erst beim Dreschen (Saat- und Hartweizen) oder gar erst beim Zerstampfen vor der Zubereitung (Spelzweizen) frei und sind dann nur nachweisbar, wenn der Dreschplatz oder die Verarbeitungsstelle in unmittelbarer Nähe zur Bohrstelle gelegen ist (z.B. pollenanalytische Untersuchungen im Zusammenhang mit Seeufersiedlungen, u.a. RÖSCH 1990a).

Leichter gelingt der Nachweis jener Pflanzen, die durch das Saatgut importiert wurden oder durch die Veränderungen der ursprünglichen Vegetation (hauptsächlich geschlossene Wälder) neue Lebensräume gefunden haben (z.B. Spitzwegerich/*Plantago lanceolata*, Brennessel/*Urtica*, Wermuth/*Artemisia* usw.). Eine Zusammenstellung der Ackerunkräuter, Weidezeiger, Ruderalpflanzen usw. und deren Interpretationsmöglichkeiten findet sich bei BEHRE (1981).

Ackerbau und Weidewirtschaft verlangten eine Öffnung der Wälder. Die Reduktion der Waldfläche hat einen Rückgang beim Baumpollenniederschlag, der Anstieg an Grasland eine Zunahme des Kräuterpollenanteils zur Folge. Trotz zahlreicher Untersuchungen ist es bis heute nicht möglich, von den Prozentwerten der Kräuter (NBP) direkt auf die Größe der Rodungen zu schließen. Von zu vielen verschiedenen Faktoren wird das Verhältnis BP/NBP beeinflusst. Einigenmaßen zuverlässige Schätzungen können nur dann versucht werden, wenn umfangreiche interdisziplinäre Untersuchungen (Archäologie, Archäobotanik, Palynologie, Archäozoologie, Pedologie usw.) in unmittelbarer Umgebung einer Siedlung durchgeführt werden können (z.B. JACOMET & al. 1989, VOGT 1990, RÖSCH 1994) oder wenn die zur Siedlung gehörenden Felder bekannt sind (BEHRE 1976, ZIMMERMANN 1976).

Zusammenfassend ist festzuhalten, dass eine Siedlung und/oder deren Äcker desto besser pollenanalytisch erfassbar sind, je näher das Pollenprofil bei den ehemaligen Siedlungen/Äckern erbohrt wurde. So reduziert sich z.B. der Anteil des sich gut verbreitenden Roggenpollens in der Ebene in einer Distanz von 400 m zur Ackerfläche um 87%, jener der übrigen Getreide gar um mehr als 95%. Ab einer Distanz von 1,5 km ist Getreide kaum noch nachweisbar (BEHRE & KUČAN 1986).

8.5.1 Das Neolithikum (S 1 und S 2, LPZ-L 2–5)

Das Neolithikum ist durch zwei Siedlungsphasen ausgewiesen, die aber beide eher schwach ausgeprägt sind.

Die ersten Siedler gelangten in das Becken von Eisenerz während einer klimatisch günstigen Periode zwischen der Rotmoos I- und der Rotmoos II-Schwankung (PATZELT 1977, HAAS & al. 1998). Sie trafen auf eine Waldvegetation,

die sich seit etwa 400 Jahren in einem ständigen Umbruch befand: die Fichten-Tannen-Wälder mit reichlich Eichen, Ulmen und Linden wandelten sich in Buchen-Tannen-Wälder mit Eichen, Ulmen und sehr wenig Linde um, in die zum Schluss die Eibe einwanderte und sich dank des gestörten Gleichgewichtes und der günstigen Witterung rasch ausbreiten konnte.

Diese erste Siedlungsphase (S 1) fällt ins späte Neolithikum. Für die Eisenerzer Alpen wird eine relativ dichte Besiedlung während des späten Neolithikums angenommen, obwohl bisher Funde für den Raum Eisenerz aus dieser Zeit fehlen (KLEMM dieser Bd.). Ein interessanter Umstand spricht für einen wenigstens zeitweiligen Besuch der Eisenerzergegend durch eine neolithische Bevölkerung: nach gegenwärtigem Wissen sind die Eibenbestände um Eisenerz die größten zwischen dem Salzkammergut (DRAXLER 1977, SCHMIDT 1981) und der Schneealpe (DRESCHER-SCHNEIDER & DRAXLER 2001). *Taxus* fehlt im Palten-Liesingtal (KRAL 1982) genauso wie im Gesäuse (Radmer, KRAL 1993). Die Eibe war aber der wichtigste Rohstoff für die Herstellung von Bogen, wie mehrere Funde dieser Waffe belegen (u.a. OEGGL & SCHOCH 1995).

Die kühle Rotmoos II-Schwankung, die mit der LPZ-L 3 zusammenfällt, zeichnet sich in der Waldzusammensetzung nicht ab, dürfte aber den Getreideanbau erschwert oder verunmöglicht haben. Jedenfalls werden erst nach Ende dieser ungünstigen Zeit die Hinweise auf eine erneute Besiedlung wieder eindeutig (Siedlungsphase S 2). Die Artenzusammensetzung in den Wäldern hat sich gegenüber von S 1 kaum geändert. Die Buchen haben allerdings inzwischen die Fichten weitgehend aus den Tallagen an die oberen Hänge verdrängt und auch Teile der ehemaligen Eibenstandorte übernommen. Besonders während der älteren Phase S 2a (jüngeres Jungneolithikum) sind die Getreidepollenfunde immer auch von Spitzwegerich, Ampfer, Brennessel und Gräsern begleitet. Neben Ackerbau hatte sicher auch die Viehwirtschaft eine Bedeutung, aber sowohl die Äcker als auch die als Weide genutzten Wälder befanden sich nicht in unmittelbarer Nähe des Sees, so dass sich mit Ausnahme einer gewissen Wiederbewaldung durch Birken keine deutlichen Veränderungen in der Waldvegetation abzeichnen. In S 2b (Endneolithikum) werden die Siedlungszeiger klar schwächer. Außer einem Getreidekorn von Gerste findet sich – wie schon in S 1 und S 2a ein PK von Hafer (*Avena*). Pollenmorphologisch ist der Kulturhafer (*Avena sativa*) nicht von den beiden Wildhaferarten (*Avena fatua* und *A. sterilis*) zu unterscheiden (BEUG 1961). Als Makroreste ist der älteste Wildhaferfund (*A. sterilis*) aus einem neolithischen Tongefäß aus Auvernier (Schweiz) bekannt (VILLARET-VON

ROCHOW 1971), während Funde von Saathafer aus dieser Zeit nur aus dem Gebiet des Dnjester und aus Polen bekannt sind (KÖRBER-GROHNE 1987). Im übrigen Europa kann er als Saatverunreinigung gelegentlich gefunden werden und breitet sich ab der Bronzezeit langsam aus. An größerer Bedeutung gewinnt er in unserem Gebiet jedoch erst im Mittelalter (KÖRBER-GROHNE 1987, RÖSCH & al. 1987, OEGGL 1992). Die Hafer-PK im Leopoldsteiner See sind somit nicht als Hinweis auf kultivierten Hafer zu werten. Sie dürfen aber wohl als Verunreinigung des Saatgutes und somit als Zeichen für Getreideanbau aufgefasst werden.

Auch für diese späte Phase des Neolithikums sind keine Funde aus dem Untersuchungsgebiet bekannt.

8.5.2 Die Bronzezeit (S 3 und S 4, LPZ-L 7–9)

Obwohl die Kulturbegleiter (*Plantago lanceolata*, *Urtica* und *Plantago major/media*) nicht ganz verschwinden, dürfte das Eisenerzgebiet während der Übergangszeit Spätneolithikum/frühe Bronzezeit weitgehend unbewohnt gewesen sein (LPZ-L 6). Was anschließend in der frühen Bronzezeit (LPZ-L 7, 2070–1729 BP) im Untersuchungsgebiet geschehen ist, lässt sich aus dem Pollendiagramm nur schwer ablesen. Das Absinken der Buchen- und Lindenwerte und die Zunahme der Erlen kann nicht mit klimatischen Veränderungen erklärt werden, da sonst auch andere Baumarten, z.B. die Tanne oder die Eibe, eine Reaktion zeigen müssten und außerdem kein klimatischer Rückschlag für diese Zeit bekannt ist. Etwas höhere Werte bei den Siedlungszeigern sprechen eher für eine neue Besiedlungsphase (S 3), für die aber der Nachweis des Getreideanbaus fehlt.

Sehr viel deutlicher werden die Verhältnisse in der Siedlungsphase 4 (LPZ-L 8): zum ersten Mal ist eine klare Reduktion der Waldfläche nachweisbar. Abgesehen vom Getreideanbau ist eine gleichzeitige Zunahme der Weidezeiger (Spitzwegerich, Ampfer, Gräser) und der Wegrand- und Ruderalarten (Brennnessel, Meldegewächse, Wermuth und Großer bzw. Mittlerer Wegerich) zu erkennen. Das häufigere Auftreten des Adlerfarnes (*Pteridium aquilinum*) wird einerseits als Hinweis auf Waldweide (BEHRE 1981), andererseits als Zeichen für Brandrodungen (IVERSEN 1973, POTT 1988) gewertet. Oft zeigen die Kurven vom Adlerfarn einerseits und jene der Holzkohlepartikel andererseits parallele Tendenzen (u.a. RÖSCH 1996, HAAS & HADORN 1998). Im Leopoldsteiner See wurden die Holzkohleteilchen nicht systematisch berücksichtigt. Sie sind im gesamten Profil in geringen Mengen vorhanden. Stichprobenzählungen haben aber ergeben, dass nennenswerte Zunahmen während der Kulturphasen nicht erkennbar sind. Auf Grund der ¹⁴C-Datierung muss die Siedlungsphase S 4 in die mittlere Bron-

zezeit gestellt werden. Insbesondere mit dem jüngeren Abschnitt mit höheren Werten an Siedlungszeigern (ca. 1460–1320 BC) erfassen wir die Landnahme und die Siedlungstätigkeit der Kupferbergleute in der Eisenerzer Ramsau, dessen Kupferschmelzplatz S 1 (FP 60401.001) mit 1395 BC beziehungsweise 1295 BC datiert ist (KLEMM, in d. Bd. Kap. 2.2.2.2, Tab. 3; KLEMM, RESCH † & WEINEK in d. Bd.). Wie sich der Kupferabbau in der engeren Umgebung der Schmelzplätze auf die umgebende Waldvegetation ausgewirkt hat, ist im Pollendiagramm vom Leopoldsteiner See nicht nachzuweisen, dazu ist die Distanz zwischen der Ramsau und dem See zu groß. Es lässt sich aber deutlich erkennen, dass sich die Tätigkeit dieser bronzezeitlichen Bergleute nicht auf die Ramsau allein beschränkte, sondern dass zunächst auch die Wälder im Bereich des heutigen Ortes Eisenerz, später auch jene um den See genutzt wurden. Die Ausweitung des Nutzungsgebietes im Laufe dieser Siedlungsphase dürfte aber kaum aufgrund der Übernutzung des Waldes erfolgt sein. Sowohl RÖSCH (1994) als auch DÖRFLER (1995) und DÖRFLER & WIETHOLD (2000) kommen dank ihrer Modellrechnungen zum Schluss, dass in urgeschichtlichen Zeiten der Holzverbrauch für den Lebensunterhalt (Hausbau, Brennholz, Werkzeugherstellung usw.) einerseits und für die Verhüttungsprozesse (in ihrem Falle Eisen) andererseits durch den natürlichen Nachwuchs von einigen ha gelichteten Waldes abgedeckt werden kann und dass auch bei längerer Siedlungsdauer keine großflächige Waldzerstörung stattfinden muss. Die Zunahme der gerodeten Fläche bzw. die zusätzliche Nutzung auch der Wälder in der Nähe des Sees im Laufe von S 4 kann als ein Anwachsen der Bevölkerung interpretiert werden, was die Notwendigkeit einer Ausdehnung der Acker- und Weideflächen zur Folge hatte.

Um 1300 BC bricht dann – aus welchen Gründen auch immer – die intensive Besiedlung ab. Klimatische Gründe mögen dafür eher nicht verantwortlich gewesen sein, da die Hauptsiedlungsphase (S 4) in die kühle Lössen-Schwankung (1850–1340 BC, PATZELT 1977, HAAS & al. 1998) fällt. Ob nur eine Verlagerung des Abbaues in andere Regionen stattgefunden hat oder ob die Bevölkerung überhaupt weggezogen ist, bleibt solange unklar, als über die zeitliche Verteilung der verschiedenen Schmelz- und Schlackenfundplätze nichts Genaueres bekannt ist. Im Profil des Leopoldsteiner Sees zeichnet sich jedenfalls sehr deutlich ab, dass die Bevölkerungsdichte ganz drastisch zurück gegangen ist. Ein großer Teil der nun brach liegenden Äcker und der nicht mehr benutzten Weidegründe verbuschen mit Wacholder oder wachsen mit sekundären Birken- und Kiefernbeständen zu. Die Buche erholt sich wieder, wäh-

rend die Tanne und die Eibe zusehends an Terrain einbüßen. Das Becken von Eisenerz war jedoch nicht menschenleer, was u.a. die einzelnen Getreide-PK belegen. Vielmehr erweckt der Verlauf der Pollenkurven hauptsächlich im jüngeren Teil der LPZ (d.h. etwa zwischen 1050 und 850 BC) den Eindruck, dass sich die menschliche Tätigkeit vermehrt in höhere Lagen ausgedehnt hat. Besonders der Rückgang von Fichte und Kiefer gemeinsam mit einem Anstieg von Grünerlen (*Alnus alnobetula*, nicht im Pollendiagramm dargestellt), von Weiden und Wacholder sprechen für eine Intensivierung der Almwirtschaft. Es ist bekannt, dass das Gebirge für die Bewohner der Bronzezeit ein äußerst wichtiger Siedlungsraum war. Zwar fällt die im Leopoldsteiner See durch verstärkte Almnutzung gekennzeichnete Periode im Dachsteingebiet (MANDL 1996) in eine Zeit (zumindest vorläufig) ohne archäologische Funde. Der Brandopferplatz (zwischen 1020 und 820 BC) auf dem Sölkpass, belegt aber deutlich eine auch in der späten Bronzezeit/Urnenfelderzeit nicht nachlassende Nutzung der Hochlagen (HEBERT 2000).

8.5.3 Die Eisenzeit (S 5 und S 6, LPZ-L 10–12)

Mit einem NBP-Anteil von bis 15% dürfte die Landschaft von Eisenerz, was die Walddichte betrifft, während der Siedlungsphase S 5 ganz ähnlich ausgesehen haben wie heute. Nicht nur dass die Buchen-Tannen-Wälder gegenüber den vorherigen Jahrhunderten massiv dezimiert wurden, sondern auch die Erlen- und Birkenbestände wurden größten Teils gerodet. Getreideanbau ist belegt, wenn die Spuren auch weiterhin spärlich bleiben. Zu den üblichen Weidezeigern und den Pflanzen ruderaler Standorte kommen nun noch Engelwurz (*Angelica sylvestris*) und Bärenklau (*Heracleum cf. sphondylium*), beides Pflanzen lichter, etwas feuchter Wälder oder feuchter Wiesen, und die Strahlendolde (*Orlaya grandifolia*) dazu, die mehr trocken-warme offene Standorte bevorzugt. Zusammen mit den Erikagewächsen und dem Heidekraut zeichnet sich eine offene Landschaft mit Wiesen und Äckern ab. Ein beachtlicher Teil des Kräuterpollens kommt aber auch aus den durch die Waldweide stark aufgelichteten Wäldern. Die Rodungen beschränken sich offenbar nicht nur auf das Becken von Eisenerz, sondern auch die Nutzung der Hochlagen geht weiter. Die regelmäßigen Pollenfunde subalpiner Arten wie der Bärentraube (*Arctostaphylos*), des Moosfarns (*Selaginella selaginoides*), des Streifenfarns (*Asplenium*-Typ) und der Teufelsklaue (*Huperzia selago*) sind nur verständlich unter der Annahme einer durch Rodungen und teilweiser Übernutzung der Weiden verursachten Erosion in den Hochlagen des westlichen Hochschwab und einer anschließenden Ein-

schwemmung durch den Aubach oder durch Lawinen von der Seemauer in den See.

Aufgrund des ¹⁴C-Datums umfasst S 5 die Periode zwischen 850 und 520 BC und widerspiegelt die Besiedlungsphase einer zur Hallstattkultur zu zählenden Bevölkerung. Außer einem Einzelfund, einem kleinen Bronzering, sind für die Hallstattzeit keine Funde aus Eisenerz bekannt (KLEMM dieser Bd.). Die ausgedehnten Rodungen im Raume Eisenerz sind aber ein deutliches Zeichen für die Anwesenheit einer zahlenmäßig bedeutenden Bevölkerung. Es stellt sich die Frage, was die Menschen veranlasste, während einer klimatisch äußerst ungünstigen Periode (Göschener Kaltphase I, ca. 800–300 BC, ZOLLER & al. 1966) so zahlreich ein Gebiet zu besiedeln, in dem auch in günstigeren Zeiten die Beschaffung der nicht-tierischen Lebensmittel nicht einfach gewesen sein muss. Der Grund kann eigentlich nur die Erzgewinnung (Kupfer/Eisen?) gewesen sein, obwohl bisher archäologische Funde aus dieser Zeit völlig fehlen.

Nach dem Höhepunkt der hallstättischen Besiedlungsperiode ist eine starke Entwicklung sekundärer Birkenbestände und eine Verbuschung durch Weiden erkennbar (LPZ-L 11). Die Haseln spielen in den meisten, im Zusammenhang mit siedlungsgeschichtlichen Untersuchungen durchgeführten Pollenanalysen entweder während der Siedlungsperioden selber oder zu Beginn der anschließenden Regenerationsphasen als Pionier eine wichtige Rolle (vgl. dazu Nussbaumerseen, HAAS & HADORN 1998). Erstaunlich und bisher ungeklärt ist daher die Tatsache, dass die Hasel im Leopoldsteiner See weder auf Rodungen, noch auf das Auflassen des Kulturlandes besonders reagiert. Die Tannen und Eichen können relativ rasch von dem geringer werdenden Besiedlungsdruck profitieren und sich wieder etwas ausbreiten, während sich die Buche nicht so schnell von den Schlägerungen zu erholen vermag. Die Regenerationsphase dauert etwa 300 Jahre bis wiederum eine intensivere Nutzung der Landschaft einsetzt (Siedlungsphase S 6). Wie schon in den früheren Zeiten, werden auch diesmal zunächst die sekundären Pioniergehölze (Birken, Erlen), schon bald aber auch wieder die Buchen-Tannen- und Eichenstandorte dezimiert. Erstaunlich ist, dass die Eibe nicht angetastet wird. Entweder ist sie für die jetzige Bevölkerung uninteressant oder sie hat sich an unzugängliche Stellen zurückgezogen, wo sie unbehelligt ihren Bestand bis ins Mittelalter aufrecht halten kann.

Die zeitliche Einstufung dieses obersten Abschnittes ist nicht mehr durch ¹⁴C-Datierungen abgesichert, sondern beruht auf dem Fund des ersten Roggen-PK ins S 6. Roggen (*Secale*) gehört zusammen mit Edelkastanie (*Castanea*

sativa) und Walnuss (*Juglans regia*) zu jenen Kulturpflanzen, die – abgesehen von ganz wenigen Ausnahmen – gezielt erst ab der Römerzeit angebaut wurden (SCHNEIDER & TOBOLSKI 1985, WICK 1996). Hin und wieder treten auch schon früher einzelne Roggen-PK auf, die aber meistens nur als Verunreinigung des Getreidesaatgutes zu werten sind (OEGGL 1992). Im Leopoldsteiner See tritt das erste Roggen-PK deutlich früher auf als die Edelkastanie und die Walnuss. Die PK von *Castanea*, vielleicht auch jene von *Juglans* stammen nicht aus der Gegend von Eisenerz, sondern wurden gemeinsam mit PK von Steineichen (*Quercus ilex*), Olivenbaum (*Olea*) und Pistazien (*Pistacia*) mit einer kräftigen SN-Strömung aus dem Südalpenraum oder dem Mittelmeergebiet eingeweht (DRESCHER-SCHNEIDER 1993, DRESCHER-SCHNEIDER & PIRKER 1993). Unter der Annahme, dass desto leichter Pollen über große Distanzen vertragen werden kann, je reichlicher er im Herkunftsland vorkommt, wurden die Funde der Edelkastanie in LPZ-L 14 in die erste Hälfte des 1. Jahrtausends AD eingestuft, in eine Zeit, in der *Castanea* in den Südalpen den ersten Höhepunkt ihrer Kultivierung erreichte (WICK 1996).

Die im Vergleich zu S 5 eher schwach ausgeprägte Siedlungsphase S 6 (210 BC–5 AD) entspricht demnach der mittleren und späten Latènezeit, auch dies eine Kulturperiode für die im Untersuchungsgebiet keine Funde bekannt sind.

8.5.4 Römische Kaiserzeit (S 7, LPZ-L 13)

Nach KLEMM (dieser Bd.) dürfte das Gebiet der Eisenerzer Alpen während der Römischen Kaiserzeit dicht besiedelt gewesen sein. Sofern die zeitliche Interpolation richtig ist, umfasst die Siedlungsphase S 7 den älteren Teil der Römischen Kaiserzeit (ca. 5–280 AD). Nachdem sich am Ende der späten Latènezeit die Besiedlung für kurze Zeit deutlich verringert hat (Probe 300 cm) und die Birken rasch die ungenutzten Äcker und Wiesen wieder besiedelt haben, rodete die römerzeitliche Bevölkerung wiederum die schon von der vorherigen Bevölkerung genutzten Standorte: sowohl die Birken- als auch ein Teil der Erlenbestände verschwinden. Die etwas häufigeren Getreidefunde sprechen entweder für eine Intensivierung des Getreideanbaues oder dafür, dass der eine oder andere Acker etwas näher beim See angelegt wurde. Die starke Zunahme der Buche zu Beginn von Siedlungsphase S 7 passt nicht recht in das Bild einer intensiven Besiedlung und erweckt den Eindruck einer absoluten Schonung der Buchenbestände. Es ist aber eher unwahrscheinlich, dass ein doch recht wertvolles Holz nicht genutzt worden sein sollte. Ein Anstieg der Prozentwerte könnte auch rechnerisch durch den starken Rückgang bei

Birke und Erle bedingt sein. Ein unabhängiger Wert ist dagegen der Pollenniederschlag/cm²/Jahr (Influx-Wert). Der Baumpollen-Influx während des fraglichen Abschnittes zwischen 340 und 260 cm streut zwischen 2196 PK (320 cm) und 5640 PK (290 cm) bzw. 6870 PK (250 cm) pro cm²/Jahr, jener der Buche zwischen 736 PK (320 cm) und 2159 PK (290 cm). Die Differenzen sind nicht sehr hoch, vermitteln aber ein sehr uneinheitliches Bild. Die Abstände zwischen den einzelnen untersuchten Horizonten betragen 10 cm, d.h. sie zeigen die Verhältnisse in einer zeitlichen Distanz von jeweils etwa 70 Jahren oder ca. 2 menschlichen Generationen. Eine Entscheidung, ob diese Schwankungen des Influx-Wertes tatsächlich Änderungen in der Waldbedeckung und in der Häufigkeit der Buche repräsentieren oder ob es sich um zufällige (oder auch methodisch bedingte) Ausrutscher handelt, könnte nur eine Reduzierung der Abstände auf 2 cm (14 Jahre), noch besser auf 1 cm (7 Jahre) bringen. Eine mögliche Interpretation des hohen Buchenanteils wäre, dass der Buchen-Tannen-Wald durchaus in beträchtlichem Maße genutzt worden ist, dabei aber nicht flächig abgeholzt, sondern nur plenterartig genutzt und damit mehr oder weniger stark aufgelockert wurde. Die einzelnen, übriggebliebenen Bäume bekamen dadurch mehr Platz, konnten größere Kronen ausbilden und entsprechend stärker blühen. Im Pollendiagramm kann somit der Eindruck einer Zunahme der Buchenbestände entstehen.

8.5.5 Römische Kaiserzeit bis frühes Mittelalter

(S 8, LPZ-L 14–15)

Um ca. 250 AD geht S 7 und damit eine relativ ruhige Siedlungsperiode zu Ende. Im Pollendiagramm brechen zwar die Kurven der Siedlungszeiger nicht ab und die Getreide-PK sind kaum seltener als zuvor, insgesamt geht aber der Siedlungsdruck stark zurück. Archäologische Funde aus diesem Zeitraum sind in den Eisenerzer Alpen noch spärlich (KLEMM in diesem Bd.).

Gegen Ende von S 7 zeichnet sich ein Wandel in der Artenzusammensetzung der Wälder zu Gunsten der Nadelhölzer (Fichte und Tanne) und zu Ungunsten der Buche ab, der aber wegen zu geringer zeitlicher Auflösung des Pollenprofils nicht genauer interpretiert werden kann.

8.5.6 Frühes Mittelalter bis heute

(LPZ-L 15, LPZ-K 1–4)

In schriftlichen Quellen wird Eisenerz bzw. der Erzberg zum ersten Mal im 8. Jh. erwähnt (nach SCHMIDT 1998). Wenn auch historische Nachweise sehr dürftig sind, ist doch anzunehmen, dass eine intensivere Besiedlung im 9. oder spätestens 10. Jahrhundert eingesetzt hat. Die Probe 166 cm

im Seeprofil dürfte gerade noch den Beginn dieser mittelalterlichen Periode illustrieren. Zwar haben die großflächigen Rodungen noch nicht eingesetzt, aber auf den schon bestehenden waldfreien Flächen wird nun erstmals Roggen angebaut.

Die weitere Entwicklung fehlt im Leopoldsteiner See.

Der Pollengehalt des Bodenprofils beim Kohlenmeiler in der Eisenerzer Ramsau gibt nur im oberen Teil der Sequenz zuverlässige Informationen zur Vegetationsentwicklung. Die Herkunft der Pollenkörner in den Ablagerungen unterhalb der Holzkohleschicht ist recht unsicher. Das Material der LPZ-K 1 dürfte anstehender Lehm und somit nicht gestört sein. Zu dieser Zeit war der Wald in der Umgebung der Bohrstelle noch weitgehend von Buchen dominiert. Beigemischt waren außerdem Tanne und Ahorn. Die Fichten beherrschten hauptsächlich die Wälder oberhalb 1300–1400 m ü.M. Der relativ hohe Anteil an Kräuterpollen deutet darauf, dass im flachen Teil des Tales (Gemeindealm abwärts) der Wald schon weitgehend gerodet war und das Gelände als Weidegründe genutzt wurde. Eine Angabe zur Zeitstellung dieser LPZ ist nicht möglich.

Die unterste Probe der LPZ-K 2 lässt eine neuerliche Zunahme der Buchenwälder vermuten. Bei dem Material zwischen 32 und 18,5 cm handelt es sich nach KLEMM (pers. Mitt.) um Aushubmaterial bei der Erstellung der Grube für den Kohlenmeiler; es besteht aus einer Mischung aus anstehendem Boden und bronzezeitlicher Kulturschicht. Der Polleninhalt ist somit völlig heterogen und erlaubt keine Interpretation betreffend die Vegetationsverhältnisse unmittelbar vor der Inbetriebnahme des Kohlenmeilers.

In der LPZ-K 3 (Holzkohleschicht) setzt die zusammenhängende Roggenkurve ein. Wie schon erwähnt, wird Roggen im Alpenraum erst seit dem Mittelalter intensiver angebaut, womit dieser eine Kohlenmeiler vom vegetationsgeschichtlichen Standpunkt aus ins Mittelalter zu stellen ist. Durch die ¹⁴C-Datierung der Holzkohle aus dem Grubenmeiler (1160 AD und 1310/1375 AD, (KLEMM, in d. Bd. Kap. 2.2.2.2, Tab. 3; KLEMM, RESCH † & WEINEK in d. Bd.) wird dies bestätigt. Solange der Kohlenmeiler in Betrieb war, scheinen die Waldflächen zwar gegenüber der LPZ-K 1 geringer gewesen zu sein, die Buchenbestände waren aber noch kaum dezimiert. Aufgrund der relativ hohen Getreidepollenwerte ist während der klimatisch günstigen Phasen neben Weidewirtschaft auch mit Getreideanbau (hauptsächlich wohl Roggen) im Tal zu rechnen. Nach der Aufgabe der Köhlerei an dieser Stelle (LPZ-K 4) wurde das Areal vor allem durch Gräser, Korbblütler, Schmetterlingsblütler usw. besiedelt und anschließend als Weide genutzt.

Wann die letzten, zusammenhängenden Buchenbestände durch die Fichte abgelöst wurden, ist aus dem Pollendiagramm nicht ersichtlich. Es ist anzunehmen, dass das Gelände noch längere Zeit waldfrei gehalten und als Viehweide genutzt worden ist, und dass der Fichtenanstieg erst durch die forstlichen Maßnahmen in jüngerer Zeit initiiert wurde. Eine Datierung an dieser Grenze bei ca. 7 cm würde das Problem aber kaum lösen können, da das Alter durch rezentes Wurzelwerk einerseits und wegen Durchmischung mit älteren Holzkohleteilchen andererseits verfälscht würde.

Die pollenanalytischen Untersuchungen im Moor am Neuburgsattel (Übergang Hinterradmer/Johnsbach) und auf der Schröckalm (Johnsbach), die durch MARSHALL (1994) ebenfalls im Zusammenhang mit Bergbautätigkeit durchgeführt wurden, zeigen schon ab der Römischen Kaiserzeit (resp. seit dem Mittelalter) eine durchgehende Fichtendominanz. Aufgrund ihrer Höhenlage (oberhalb 1350 m ü.M.) lagen beiden Lokalitäten immer im Bereich der Fichtenwälder. Die Zerstörung der letzten Buchenbestände in der weiteren Umgebung des Neuburgsattels hat vor weniger als 200 Jahren begonnen. Im Profil Griesangermoor (Johnsbach, KRAL 1993) ist der Buchenrückgang nicht datiert, dürfte aber ebenfalls neuzeitlich sein.

8.6 Schlussbemerkungen

Die Ergebnisse aus dem Leopoldsteiner See haben gezeigt, dass mit Hilfe von pollenanalytischen Untersuchungen nicht nur die Entwicklung der Vegetation rekonstruiert werden kann, sondern dass Siedlungslücken (durch fehlende archäologische Funde bedingte Wissenslücken) vom pollenanalytischen Standpunkt geschlossen werden können. So ist es möglich seit dem späten Neolithikum acht Perioden auszuscheiden, die durch Rodungen, Spuren von Ackerbau und Weidewirtschaft gekennzeichnet sind. Die Spuren sind gelegentlich schwach (Siedlungsphasen S 1, S 2 und S 3), aber trotzdem deutlich. Es ist ziemlich sicher, dass sich weder die Siedlungen noch die Getreideanbauflächen jemals in der Nähe des Sees befunden haben.

Auffallend ist, dass sowohl der Kupferabbau in der Bronzezeit als auch die intensive Besiedlungsphase während der Hallstattzeit je mit einer klimatisch ungünstigen Periode zusammentreffen (Löbber-Schwankung, Göschener Kaltphase I). Hat es die Bevölkerung trotz oder gerade wegen der allgemein schlechten Klimasituation nach Eisenerz gezogen? Sind die geringen Getreidefunde vielleicht ein Zeichen dafür, dass der Getreideanbau aus Gründen der Witterung nicht möglich war und man sich mehr auf die Viehwirtschaft verlegte, oder lag die Hauptlebensgrundlage

überhaupt im Erzabbau und konnte man sich dank des Handels von außerhalb mit Getreide versorgen?

Dank der relativ hohen Sedimentationsrate von 0,8 mm im Neolithikum bis 1,4 mm im Frühmittelalter könnten auch Fragen zum Verhältnis Ackerbau – Viehwirtschaft/Waldweide – Erzgewinnung diskutiert und zumindest teilweise beantwortet werden. Der Versuch, die hier präsentierten palynologischen Ergebnisse auch in ökonomischer Hinsicht zu interpretieren, musste aufgegeben werden, da die zeitliche Auflösung des Pollenprofils für diese Fragestellung ungenügend ist. Erst die pollenanalytischen Untersuchungen in Form von sogenannten Lupendiagrammen (Probenabstand 1 bis 2 cm) gemeinsam mit einer intensiven Zusammenarbeit mit der Archäologie und einer großen Anzahl von ^{14}C -Datierungen haben beispielsweise im Bodenseeraum zu einem weitestgehenden Verständnis der Siedlungsgeschichte und der Wechselwirkung Mensch – Landschaft vom Neolithikum bis in die Neuzeit geführt (Rösch 1990b, 1996, 2000).

In den Ostalpen sind die Voraussetzungen für eine intensive Zusammenarbeit zwischen Archäologie und Palynologie mangels geeigneter Objekte (See und großflächige Moore mit intensiver urgeschichtlicher Besiedlung) weniger günstig als beispielsweise in der Schweiz oder im Bodenseeraum. Die Region von Eisenerz dürfte eine der wenigen Gelegenheiten in den östlichen Ostalpen sein, wo in einem über Jahrtausende besiedelten, aber räumlich abgrenzbaren Gebiet hervorragende Ablagerungen für vegetations- und siedlungsgeschichtliche Studien zur Verfügung stehen. Es betrifft zudem ein Gebiet, in dem u.a. durch die intensive Bautätigkeit seit dem Mittelalter die Chance auf eine archäologische Erforschung der älteren Siedlungsgeschichte weitgehend zerstört sein mag.

Auf der Grundlage der hier präsentierten Ergebnisse wäre eine detailliertere Bearbeitung (d.h. Reduktion der Probenabstände auf 1 bis 2 cm) der jüngeren Siedlungsphasen (Bronzezeit bis Mittelalter) sehr erfolgversprechend.

8.6.1 Dank

Das Geobotanische Institut der Universität Bern stellte die Bohrausrüstung für die Seebohrung zur Verfügung und ermöglichte die Mithilfe ihres Bohrmeisters W. Tanner. Als weitere Bohrhelfer holten sich S. Tanner und M. Suanjak kalte Finger. Die Familie Hohenberg als Eigentümerin des Leopoldsteiner Sees erlaubte die Bohrung im See und gestattete trotz Motorboot-Verbots ausnahmsweise die Benutzung des Außenbordmotors. Die Bohrung beim Kohlenmeiler fand unter Leitung von Dr. M. Eisenhut und unter tatkräftiger Mithilfe von Mag. Th. Umfer und Dr. A. Dre-

scher statt. Die chemische Aufbereitung der Proben wurde zunächst durch B. Brogli in Bern, später durch M. Suanjak im Institut für Botanik der Karl-Franzens-Universität in Graz durchgeführt. Dr. M. Lexer (BOKU Wien) erlaubte die Verwendung der ^{14}C -Daten. Die Untersuchungen des Kohlenmeilers wurden durch die finanzielle Unterstützung des Kulturvereins Innerberger Forum ermöglicht. Die Untersuchungen im Leopoldsteiner See wurden in das Kulturlandschaftsforschungsprojekt „Perspektiven zur Gestaltung und Nutzung von Bergbaufolgegesellschaften“ des Bundesministeriums für Bildung, Wissenschaft und Kunst und des Landes Steiermark aufgenommen und teilfinanziert.

Ihnen allen sei für die Hilfe herzlich gedankt. Besonderen Dank gilt Dr. S. Klemm für die Anregung zu diesen Untersuchungen und für fruchtbare Diskussionen. Ein weiterer Dank geht an Dr. H. Weinek und an Dr. A. Drescher für ihr Interesse und die mehrfach beanspruchte logistische Hilfe.

8.7 Zusammenfassung

Im Zusammenhang mit der Erforschung des Kupferbergbaus in der Eisenerzer Ramsau wurden pollenanalytische Untersuchungen durchgeführt. Das Pollenprofil Leopoldsteiner See ermöglichte den Nachweis von acht, teilweise durch ^{14}C -Daten abgesicherte Siedlungsphasen. Die drei ältesten Rodungsphasen (Jungneolithikum, Endneolithikum und frühe Bronzezeit) sind relativ schwach ausgebildet und sprechen für eine nur zeitweilige Besiedlung. Die erste bedeutende Kulturphase (S 4) ist in die frühe/mittlere Bronzezeit datiert und ist zeitgleich mit dem Kupferschmelzplatz S 1 (FP 60401.001) in der Eisenerzer Ramsau. Zwischen ca. 850 und 520 BC (Siedlungsphase S 5, späte Urnenfelderzeit/ältere Eisenzeit) ist mit einer Reduktion des Waldbestandes zu rechnen, die nur wenig geringer war als heute. Ab der jüngeren Eisenzeit (Siedlungsphase S 6) war die Gegend von Eisenerz ständig bewohnt, wenn auch die Bevölkerungsdichte schwankte. Die Pollenanalysen in der Eisenerzer Ramsau wurden an einem Bodenprofil am Rande eines Kohlenmeilers durchgeführt. Das Material unterhalb der Holzkohleschicht (Mittelalter) ist eine Mischung aus anstehendem Lehm und aufgeschütteter bronzezeitlicher Kulturschicht und erlaubt keine zuverlässigen Aussagen über die Waldverhältnisse vor Beginn der mittelalterlichen Köhlererei. Durch die Kohleproduktion wurden die Waldbestände in der Eisenerzer Ramsau reduziert, aber nicht vernichtet. Erst die Hochblüte des Erzabbaus in der frühen Neuzeit hatte eine fast vollständige Entwaldung der Eisenerzer Ramsau zur Folge. In dieser Zeit dürften auch die letzten noch verbliebenen zusammenhängenden Buchenbestände

weitgehend gerodet und durch Fichtenaufforstungen ersetzt worden sein.

8.7.1 Summary

Vegetation history and human impact in the region of Eisenerz based on pollen analyses from Lake Leopoldstein and Eisenerzer Ramsau.

In connection with archaeological studies of Bronze Age copper mining in the Valley of the Eisenerzer Ramsau pollen analyses were carried out. The pollen profile from Lake Leopoldstein suggests 8 periods of human impact. During the younger Neolithic, the final Neolithic and the early Bronze Age (S 1–3) the human disturbance is still weak, indicating a sparse population or only interrupted periods of settlement. A significant increase in anthropogenic indicators (S 4) during the early/middle Bronze Age corresponds (^{14}C dates) with the copper smelting place in the Eisenerzer Ramsau (FP 60401.001). The pollen profile suggests that large-scale woodland clearance (comparable to the clearance during the last century) occurred between 850 and 520 BC (S 5). The region of Eisenerz was populated continuously from the late Iron Age (S 5 and 6) onwards with various intensity. The pollen analyses in the Eisenerzer Ramsau was carried out using a soil profile situated on the border of a charcoal making pit. The horizon below the charcoal layer is a mixture of origin soil material and cultural layer of the Bronze Age (copper smelting place). This is the reason why it is not possible to draw any conclusions concerning the composition of the forest canopy before the beginning of the medieval charcoal production. The exploitation influence of the medieval forests was very intensive, but not strong enough to destroy the forest cover totally. The increased activities of iron mining in the early modern period lead to a rather complete deforestation. During that period the rest of beech stands were eliminated and replaced later on by fir plantations.

8.8. Literaturverzeichnis

- ANDREE & al. 1986
ANDREE M., OESCHGER H., SIEGENTHALER U., RIESEN T., MOELL M., AMMANN B. & TOBOLSKI K., ^{14}C Dating of Plant Macrofossils in Lake Sediments. *Radiocarbon*, 28 (2A), 1986, 411–416.
- BARLETT 1951
BARLETT H. H., Radiocarbon datability of peat, marl, caliche and archaeological materials. *Science* 114, 1951, 55–56.
- BEHRE 1976
BEHRE K.-E., Pollenanalytische Untersuchungen zur Vegetations- und Siedlungsgeschichte bei Flögeln und im Ahlenmoor (Elb-Weser-Winkel). *Probl. Küstenforsch.*, 11, 1976, 101–118.
- BEHRE 1981
BEHRE K. E., The interpretation of anthropogenic indicators in pollen diagrams. *Pollen et Spores*, 23, 1981, 225–245.
- BEHRE & KUČAN 1986
BEHRE K.-E. & KUČAN D., Die Reflektion archäologisch bekannter Siedlungen in Pollendiagrammen verschiedener Entfernung – Beispiel aus der Siedlungskammer Flögeln, Nordwestdeutschland. In: BEHRE K.-E. (ed.), *Anthropogenic Indicators in Pollen Diagrams*. Balkema, Rotterdam, Boston, 95–114.
- BERGLUND & RALSKA-JASIEWICZOWA 1986
BERGLUND B. E. & RALSKA-JASIEWICZOWA M. (eds.), *Handbook of Holocene Palaeoecology and Palynology*. John Wiley & Sons, Chichester, New York, Brisbane, Toronto, Singapore, 1986, 869 S.
- BEUG 1961
BEUG H. J., Leitfaden der Pollenbestimmung. Lieferung 1. G. Fischer Verlag Stuttgart, 1961, 63 S.
- ERDTMAN 1934
ERDTMAN G., Über die Verwendung von Essigsäureanhydrid bei Pollen-Untersuchungen. *Svensk Bot. Tidsk.* 28, 1934, 354–358.
- DÖRFLER 1995
DÖRFLER W., Versuch einer Modellierung des Energieflusses und des Rohstoffverbrauchs während römisch-kaiserzeitlichen Eisenverhüttung in Joldelund, Ldkr. Nordfriesland. *Probl. Küstenforsch.*, 23, 1995, 175–185.
- DÖRFLER 2000
DÖRFLER W., Palynologische Untersuchungen zur Vegetations- und Landschaftsentwicklung von Joldelund, Kr. Nordfriesland. *Universitätsforschungen zur prähistorischen Archäologie*, 59, 2000, 147–216.
- DÖRFLER & WIETHOLD 2000
DÖRFLER W. & WIETHOLD J., Holzkohlen aus den Herdgruben von Rennfeueröfen und Siedlungsbefunden des spätkaiserzeitlichen Eisengewinnungs- und Siedlungsplatzes am Kammberg bei Joldelund, Kr. Nordfriesland. *Universitätsforschungen zur prähistorischen Archäologie*, 59, 2000, 217–262.
- DRAXLER 1977
DRAXLER I., Pollenanalytische Untersuchungen von Mooren zur spät- und postglazialen Vegetationsgeschichte im

- Einzugsgebiet der Traun. *Jahrb. Geol. B.-A.*, 120, 1977, 131–163.
- DRESCHER-SCHNEIDER 1993
- DRESCHER-SCHNEIDER R., Funde nordafrikanischer Pollen in spät- und postglazialen Sedimenten am Südrand der Alpen. *Festschrift Zoller, Diss. Bot.* 196, 1993, 415–425.
- DRESCHER-SCHNEIDER & PIRKER 1993
- DRESCHER-SCHNEIDER R. & PIRKER D., Pollenflug und Schadstoffeintrag in Abhängigkeit vom Witterungsgeschehen. Untersuchungen am Masenberg und an anderen steirischen Stationen. *Mitt. naturwiss. Ver. Steiermark*, 123, 1993, 33–51.
- DRESCHER-SCHNEIDER & DRAXLER 2001
- DRESCHER-SCHNEIDER R. & DRAXLER I., Das Hochmoor Capellarowiese (Stmk., Österreich) – Erste Ergebnisse zur Genese des Hochmoors und zur Waldgeschichte der Umgebung. In: MANDL W., *Geologische Bundesanstalt Arbeitstagung – Neuberg a. d. Mürz, Beiträge*, 2001, 153–163.
- DRESCHER-SCHNEIDER & WICK 2001
- DRESCHER-SCHNEIDER R. & WICK L., Neue Pollenanalysen aus der Südoststeiermark und dem Burgenland und ihre siedlungsgeschichtlichen Aussagen. *Universitätsforschungen zur prähistorischen Archäologie* 78, 2001, 15–27.
- FLÜGEL & NEUBAUER 1984
- FLÜGEL H. W. & NEUBAUER F., *Geologie der Österreichischen Bundesländer in kurzgefassten Einzeldarstellungen. Steiermark. Erläuterungen zur Karte der Steiermark 1:200.000.* Geologische Bundesanstalt, Wien, 1984, 127 S., 28 Abb. 5 Tab.
- GRIMM 1992
- GRIMM C., *TILIA 1.11 and TILIA*GRAPH 1.17.* Illinois State Museum, Springfield, 1992.
- HAAS & HADORN 1998
- HAAS J. N. & HADORN PH., Die Vegetations- und Kulturlandschaftsgeschichte des Seebachtales von der Mittelsteinzeit bis zum Frühmittelalter anhand von Pollenanalysen. Das Seebachtal – Eine archäologische und paläoökologische Bestandaufnahme, *Archäologie im Thurgau*, 4, 1998, 221–255.
- HAAS & al. 1998
- HAAS J. N., RICHÖZ I., TINNER W., WICK L., Synchronous Holocene climatic oscillations recorded on the Swiss Plateau and at timberline in the Alps. *The Holocene*, 8, 1998, 301–309.
- HEBERT 2000
- HEBERT B., Zum neuentdeckten hochalpinen Brandopferplatz am Sölkpass. *Mitt. ANISA*, 21, 2000, 69–71.
- HUSEN VAN 1987
- HUSEN VAN D., Die Ostalpen in den Eiszeiten. Aus der geologischen Geschichte Österreichs. *Populärwissenschaftliche Veröffentlichungen GBA, Wien*, 1987, 24 S. mit 1 Karte.
- IVERSEN 1973
- IVERSEN J., The development of Denmark's nature since the glacial. *Dan. Geol. Unders.*, Raekke V, 7–C, 1973, 1–126.
- JACOMET & al. 1989
- JACOMET ST., BROMBACHER CHR. & DICK M., Archäobotanik am Zürichsee. Ackerbau, Sammelwirtschaft und Umwelt von neolithischen und bronzezeitlichen Seeufersiedlungen im Raum Zürich. *Ergebnisse von Untersuchungen pflanzlicher Makroreste der Jahre 1979–1988.* Ber. Zürcher Denkmalpflege, Monographien 7, 1989, 348 S.
- KILIAN & al. 1994
- KILIAN W., MÜLLER F. & STARLINGER F., Die forstlichen Wuchsgebiete Österreichs. Eine Naturraumgliederung nach waldökologischen Gesichtspunkten. *FBVA Bericht* 82, 1994, 60 S.
- KLEMM S. 1998
- KLEMM S., Die archäologische Erforschung der Region Eisenerzer Alpen. In: KATTER R. & al., *Leitschwerpunkt Kulturlandschaftsforschung: Modul MU7 Bergbaufolgelandschaften. Perspektiven zur Gestaltung und Nutzung von Bergbaufolgelandschaften. 1. Arbeitsabschnitt. Endbericht.* Joanneum Research, Inst. f. Umweltgeologie und Ökosystemforschung, 1998, 193–208.
- KÖRBER-GROHNE 1987
- KÖRBER-GROHNE U., *Nutzpflanzen in Deutschland: Kulturgeschichte und Biologie.* 3. unveränd. Auflage, Theiss Stuttgart, 1994, 490 S.
- KRAL 1982
- KRAL F., Pollenanalytische Untersuchungen im Schoberpaßgebiet als Beitrag zur postglazialen Waldgeschichte der Steiermark. *Phyton (Austria)*, 22, 1982, 243–265.
- KRAL 1993
- KRAL F., Zum Aufbau von Fichten-Tannen-Buchen-Wäldern im jüngeren Postglazial (Bregenzwald und Obersteiermark). *Verh. Zool.-Bot. Ges. Österreich*, 130, 1993, 171–188.

KREINER 2000

KREINER D., Naturräumliche Bewertung der Eisenerzer Ramsau (Eisenerzer Alpen/Steiermark). Diplomarbeit Botanik der Karl-Franzens-Universität Graz, 2000, 156 S.

LANG 1994

LANG G., Quartäre Vegetationsgeschichte Europas. Methoden und Ergebnisse. G. Fischer, Jena, Stuttgart, New York, 1994, 462 S.

LENNEIS & al. 1995

LENNEIS E., NEUGEBAUER-MARESCH CHR. & RUTTKAY E., Jungsteinzeit im Osten Österreichs. Wissenschaft. Schriftenreihe Niederösterreich 102/103/104/105, St. Pölten, 1995.

LEXER 1997

LEXER M., Simulation post-glacial vegetation development of forested ecosystems in the eastern Alps. Validation of a forest succession model. Project Proposal, FWF, Wien, 1997, 41 S.

LIPPERT 1999

LIPPERT A., Die archäologischen Grundlagen. In: DRAXLER I. & LIPPERT A., Pollenanalytische Daten und eine archäologische Bestandesaufnahme zur frühen Siedlungsgeschichte im Gebiet zwischen Raab und Mur (Österreich, Slowenien, Ungarn). *Abh. Geol. B.-A.*, 56, 1999, 341–351.

MANDL 1996

MANDL F., Die Ergebnisse der Feldforschungen zur Begehungs- und Besiedlungsgeschichte des östlichen Dachsteinplateaus. Der mittel- und spätbronzezeitliche Horizont. In: CERWINKA G. & MANDL F. (Hg.), *Dachstein. Vier Jahrtausende Almen im Hochgebirge*. Bd. 1, Mitt. ANISA, 17, 1996, 29–53.

MARSHALL 1994

MARSHALL P., The environmental impact of mining and metalworking activities in Steiermark, Austria. Thesis, University of Sheffield, England, 1994, 282 S.

MAYER & al. 1971

MAYER H., ECKHART G., NATHER J. & ZUKRIGL K., Die Waldgebiete und Wuchsbezirke Österreichs. *Cbl. ges. Forstwesen*, 88, 1971, 129–164.

MIGHALL & CHAMBERS 1993

MIGHALL T. & CHAMBERS F. M., The environmental impact of prehistoric mining at Copa Hill, Cwmystwyth, Wales. – *The Holocene* 3, 1993, 260–264.

OEGGL 1992

OEGGL K., Der vorrömische Roggenfund aus Schluderns: Anmerkungen und Korrektur. *Universitätsforschungen zur prähistorischen Archäologie*, Bd. 8, Festschrift zum 50jährigen Bestehen des Institutes für Ur- und Frühgeschichte der Leopold-Franzens-Universität Innsbruck, 1992, 445–449.

OEGGL & SCHOCH 1995

OEGGL K. & SCHOCH W., Neolithic plant remains discovered together with a mummified corps („Homo tyroliensis“) in the Tyrolian Alps. In: KROLL H. & PASTERNAK R., 9th Symposium IWGP, *Res archaeobotanicae*, 1995, 229–238.

OLSSON & al. 1983

OLSSON I., EL-DAOUSKY F. & VASARI Y., Säynäjälampi and the difficulties inherent in the dating of sediments in a hard-water lake. *Developments in Hydrobiology*, 15, 1983, 5–14.

PATZELT 1977

PATZELT G., Der zeitliche Ablauf und das Ausmaß postglazialer Klimaschwankungen in den Alpen. In: FRENZEL B. (ed.), *Dendrochronologie und postglaziale Klimaschwankungen in Europa*. *Erdwissenschaftliche Forschung* 13, 1977, 249–259.

POTT R. 1988

POTT R. 1988: Extensive anthropogene Vegetationsveränderungen und deren pollenanalytischer Nachweis. *Flora* 180, 153–160.

RÖSCH 1990a

RÖSCH M., Pollenanalytische Untersuchungen in spätneolithischen Ufersiedlungen von Allersbach-Strandbad, Kr. Konstanz. In: *Siedlungsarchäologie II, Forsch. u. Ber. Vor- Frühgesch. Baden-Württemberg*, 37, 1990, 91–104.

RÖSCH 1990b

Rösch M., Vegetationsgeschichtliche Untersuchungen im Durchenbergried. In: *Siedlungsarchäologie II, Forsch. u. Ber. Vor- Frühgesch. Baden-Württemberg*, 37, 1990, 9–64.

RÖSCH 1994

Rösch M., Gedanken zur Auswirkung (prä)historischer Holznutzung auf Wälder und Pollen-Diagramme. Mit Fallbeispielen aus dem Bodenseegebiet und dem Schwäbisch-Fränkischen Wald. *Diss. Bot. (Festschrift Lang)*, 234, 1994, 447–471.

RÖSCH 1996

Rösch M., New approaches to prehistoric land-use reconstruction in south-western Germany. *Veg. Hist. Archaeobot.*, 5, 1996, 65–79.

RÖSCH 2000

RÖSCH M., Anthropogener Landschaftswandel in Mitteleuropa während des Neolithikums. Beobachtungen und Überlegungen zu Verlauf und möglichen Ursachen. *Germania*, 78, 2000, 293–318.

RÖSCH & al. 1987

RÖSCH M., JACOMET ST. & KARG S., The history of cereals in the region of the former Duchy of Swabia (Herzogtum Schwaben) from the Roman to the Post-medieval period: results of archaeobotanical research. *Veget. Hist. Archaeobot.*, 1, 1992, 193–231.

SCHMIDT 1998

SCHMIDT G., Abschnitt III, Montangeschichtliche Bedeutung des Erzberges und wirtschaftliche Parameter des Erzabbaus. In: KATTER R. & al., Leitschwerpunkt Kulturlandschaftsforschung: Modul MU7 Bergbaufolgelandschaften. Perspektiven zur Gestaltung und Nutzung von Bergbaufolgelandschaften. 1. Arbeitsabschnitt. Endbericht. Joanneum Research, Inst. f. Umweltgeologie und Ökosystemforschung, Graz 1998, 176–192.

SCHMIDT 1981

SCHMIDT R., Grundzüge der spät- und postglazialen Vegetations- und Klimageschichte des Salzkammergutes (Österreich) aufgrund palynologischer Untersuchungen von See- und Moorprofilen. *Mitt. Komm. Quartärf. Österr. Akad. Wiss.* 3, 1981, 96 S.

SCHNEIDER & TOBOLSKI 1985

SCHNEIDER R. & TOBOLSKI K., Lago di Ganna – Late glacial and holocene environments of a lake in the southern Alps. In: LANG G. (ed.), *Swiss lakes and mires environments during the last 15.000 years*. *Diss. Bot.* 87, 1985, 229–271.

SHOTTON 1972

SHOTTON F.W., An example of hard-water error in Radiocarbon dating of vegetable matter. *Nature* 240, 1972, 460–461.

STADLER 1995

STADLER P., Ein Beitrag zur Absolutchronologie des Neolithikums in Ostösterreich aufgrund der ¹⁴C-Daten. In: LENNEIS E., NEUGEBAUER-MARESCH CHR. & RUTTKAY E., *Jungsteinzeit im Osten Österreichs*. *Wissenschaft. Schriftenreihe Niederösterreich* 102/103/104/105, St. Pölten, 1995, 210–224.

STOCKMARR 1971

STOCKMARR J. 1971: Tablets with spores used in absolute pollen analysis. – *Pollen et Spores* 13, 615–621.

STUIVER & al. 1998

STUIVER M., REIMER P. J., BARD E., BECK J. W., BURR G.S., HUGHEN K. A., KROMER B., MCCORMAC G., PLICHT VAN DER J. & SPURK M., INTRCAL98 Radiocarbon Age Calibration, 24,000–0 cal. BP. *Radiocarbon*, 40(3), 1998, 1041–1084.

URBAN 2000

URBAN O.H., Der lange Weg zur Geschichte. Die Urgeschichte Österreichs. In: H. WOLFRAM, *Österreichische Geschichte bis 14 v.Chr.*, Wien 2000.

VILLARET-VON ROCHOW 1971

VILLARET-VON ROCHOW M., Avena ludoviciana Dur. im Schweizer Spätneolithikum. Ein Beitrag zur Abstammung des Saathafers (*Avena sativa* L.). *Ber. Deutsch. Bot. Ges.* 84, 1971, 243–248.

VOGT 1990

VOGT R., Pedologische Untersuchungen im Umfeld der neolithischen Ufersiedlungen Hornstaad-Hörnle. In: *Siedlungsarchäologische Untersuchungen im Alpenvorland*. 5. Kolloquium der DFG vom 29.–30. März 1990 in Gaienhofen-Hemmenhofen. *Ber. Röm.-German. Kom.* 71, 1990, 136–144.

WAHLMÜLLER 1988

Wahlmüller N., Pollenanalytische Untersuchungen am Götschenberg bei Bischofshofen/Salzburg. *Ber. nat.-med. Verein Innsbruck*, Suppl. 2, 1988, 13–26.

WAHLMÜLLER 1992

Wahlmüller N., Beitrag der Pollenanalyse zur Besiedlungsgeschichte des Haidberges bei Bischofshofen/Salzburg. In: LIPPERT A., *Der Götschenberg bei Bischofshofen*. Verlag d. Österr. Akad. d. Wiss. 1992, 129–142.

WICK 1996

WICK L., Holozäne Vegetationsentwicklung und menschlicher Einfluss am Lago di Annone (226 m), Norditalien. In: WICK-OLATUNBOSI L., *Spät- und postglaziale Vegetationsgeschichte in den Südalpen zwischen Comersee und Splüngenpass (Norditalien)*. Pollen- und grossrestanalytische Untersuchungen unter besonderer Berücksichtigung der holozänen Waldgrenzveränderungen. Inauguraldissertation Philosophisch-naturwiss. Fakultät Universität Bern, 1996.

WILLERDING 1986

WILLERDING U., Aussagen von Pollenanalysen und Makrorestanalysen zu Fragen der frühen Landnutzung. In: BEHRE K.-E. (ed.), *Anthropogenic Indicators in Pollen Diagrams*. Balkema, Rotterdam, Boston, 1986, 95–114.

ZIMMERMANN 1976

ZIMMERMANN W. H., Die eisenzeitliche Ackerflur von Flögel-Haselhorn, Kr. Wesermünde. Probl. Küstenforsch., 11, 1976, 79–90.

ZOLLER & al. 1966

ZOLLER H., SCHINDLER C. & RÖTHLISBERGER H., Postglaziale Gletscherstände und Klimaschwankungen im Gotthardmassiv und Vorderrheingebiet. Verhandl. Naturf. Ges. Basel, 77, 1966, 97–164.

8.9 Liste der deutschen und wissenschaftlichen Pflanzennamen

Adlerfarn	<i>Pteridium aquilinum</i>	Kulturhafer	<i>Avena sativa</i>
Ahorn	<i>Acer</i>	Lärche	<i>Larix</i>
Ampfer	<i>Rumex</i>	Leindotter	<i>Camelina sativa</i>
Bärenklau	<i>Heracleum cf. sphondylium</i>	Linde	<i>Tilia</i>
Bärentraube	<i>Arctostaphylos</i>	Mais	<i>Zea mays</i>
Birke	<i>Betula</i>	Meldengewächse	Chenopodiaceae
Breiter Wegerich	<i>Plantago media</i>	Moosfarn	<i>Selaginella selaginoides</i>
Brennnessel	<i>Urtica</i>	Olivenbaum	<i>Olea europaea</i>
Buche	<i>Fagus</i>	Pappel	<i>Populus</i>
Doldenblütler	Apiaceae	Pistazie	<i>Pistacia</i>
Edelkastanie	<i>Castanea sativa</i>	Rispenshirse	<i>Panicum</i>
Eibe	<i>Taxus</i>	Roggen	<i>Secale cereale</i>
Eiche	<i>Quercus</i>	Rötegewächse	Rubiaceae
Engelwurz	<i>Angelica sylvestris</i>	Saubohne	<i>Vicia faba</i>
Erbse	<i>Pisum</i>	Sauergräser	Cyperaceae
Ericagewächse	Ericaceae	Schlafmohn	<i>Papaver somniferum</i>
Erle	<i>Alnus</i>	Spitzwegerich	<i>Plantago lanceolata</i>
Esche	<i>Fraxinus excelsior</i>	Steineiche	<i>Quercus ilex</i>
Färber-Waid	<i>Isatis tinctoria</i>	Strahlendolde	<i>Orlaya grandifolia</i>
Fichte	<i>Picea</i>	Streifenfarn	Asplenium-Typ
Gerste	Hordeum-Typ	Tanne	<i>Abies</i>
Getreide nicht genauer best.	Cerealia indet.	Teufelsklaue	<i>Huperzia selago</i>
Gräser	Poaceae	Tüpfelfarn, Engelsüß	<i>Polypodium vulgare</i>
Großer Wegerich	<i>Plantago major</i>	Ulme	<i>Ulmus</i>
Grünerle	<i>Alnus alnobetula</i>	Vogelhirse	<i>Setaria</i>
Hafer	Avena-Typ	Wacholder	<i>Juniperus</i>
Hahnenfußgewächse	Ranunculaceae	Walnuss	<i>Juglans regia</i>
Hainbuche	<i>Carpinus</i>	Weide	<i>Salix</i>
Hasel	<i>Corylus avellana</i>	Weizen	Triticum-Typ
Heidekraut	<i>Calluna</i>	Wermuth, Beifuß	<i>Artemisia</i>
Kiefer	<i>Pinus</i>	Wildhafer	<i>Avena fatua</i> und <i>A. sterilis</i>
Korbblütler röhrenförmige	Asteraceae	Abies	Tanne
Korbblütler zungenförmige	Cichoriaceae	Acer	Ahorn
		Alnus	Erle
		Alnus alnobetula	Grünerle
		Angelica sylvestris	Engelwurz
		Apiaceae	Doldenblütler
		Arctostaphylos	Bärentraube
		Artemisia	Wermuth, Beifuß
		Asplenium-Typ	Streifenfarn
		Asteraceae	Korbblütler, röhrenförmige
		<i>Avena fatua</i> und <i>A. sterilis</i>	Wildhafer
		<i>Avena sativa</i>	Kulturhafer
		Avena-Typ	Hafer
		<i>Betula</i>	Birke
		Calluna	Heidekraut
		<i>Camelina sativa</i>	Leindotter

Carpinus	Hainbuche	Pisum	Erbse
Castanea sativa	Edelkastanie	Plantago lanceolata	Spitzwegerich
Cerealia indet.	Getreide nicht genauer best.	Plantago major	Großer Wegerich
Chenopodiaceae	Meldengewächse	Plantago media	Breiter Wegerich
Cichoriaceae	Korbblütler zungenförmige	Poaceae	Gräser
Corylus avellana	Hasel	Polypodium vulgare	Tüpfelfarn, Engelsüß
Cyperaceae	Sauergräser	Populus	Pappel
Ericaceae	Ericagewächse	Pteridium aquilinum	Adlerfarn
Fagus	Buche	Quercus	Eiche
Fraxinus excelsior	Esche	Quercus ilex	Steineiche
Heracleum cf. sphondylium	Bärenklau	Ranunculaceae	Hahnenfußgewächse
Hordeum-Typ	Gerste	Rubiaceae	Rötegewächse
Huperzia selago	Teufelsklaue	Rumex	Ampfer
Isatis tinctoria	Färber-Waid	Salix	Weide
Juglans regia	Walnuss	Secale cereale	Roggen
Juniperus	Wacholder	Selaginella	
Larix	Lärche	selaginoides	Moosfarn
Olea europaea	Olivenbaum	Setaria	Vogelhirse
Orlaya grandifolia	Strahlendolde	Taxus	Eibe
Panicum	Rispenhirse	Tilia	Linde
Papaver somniferum	Schlafmohn	Triticum-Typ	Weizen
Picea	Fichte	Ulmus	Ulme
Pinus	Kiefer	Urtica	Brennessel
Pistacia	Pistazie	Vicia faba	Saubohne
		Zea mays	Mais