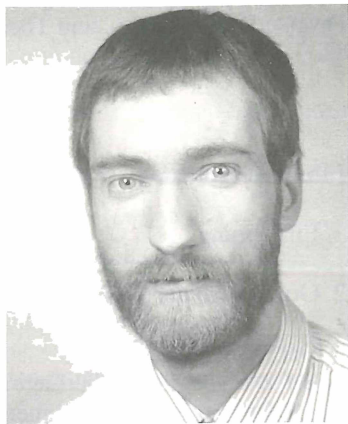


Die Pollenuntersuchung des Moors «im Rietle» auf dem Eschnerberg – Hinweise auf die Vegetation der letzten 7000 Jahre*

LAURENT VAN DER PLAETSEN / LAURENCE MARAMBAT / JEAN-PIERRE HURNI

Zur Autorin/zu den Autoren

Laurent van der Plaetsen, geboren 1957, Diplom in angewandter Geologie, anschliessend Lizenziat der Erdwissenschaften an der Universität Grenoble (F), seit 1989 bei Archéolabs tätig. Hauptsächlichste Forschungsgebiete: Entwicklung der Landschaften und des Einflusses des Menschen anhand von sedimentologischen und geochemischen Untersuchungen.



Laurence Marambat, geboren 1960, Lizenziat der Erdwissenschaften und Doktorat in Vorgeschichte an der Universität Bordeaux (F). Dissertation im Themenbereich «Beitrag der Palynologie zur Kenntnis der Umwelt und der menschlichen Siedlungsgeschichte». Seit 1993 bei Archéolabs tätig. Hauptsächlichste Forschungsgebiete: Entwicklungsgeschichte von Geologie und Vegetation anhand von Pollenuntersuchungen sowie Einfluss von Klima und des Menschen auf die Landschaften während der letzten 10'000 Jahre. Verschiedene Publikationen zum Thema.



* Diese Studie wurde mit der finanziellen Unterstützung des Amtes für Wald, Natur und Landschaft, FL-9490 Vaduz, vertreten durch Herrn Michael Fasel, durchgeführt. Wir danken Herrn Hansjörg Frommelt vom Archäologischen Dienst der Landesverwaltung des Fürstentums Liechtenstein, der uns in der Arbeit vor Ort tatkräftig unterstützt hat.

Jean-Pierre Hurni, geboren 1955, Studium Geographie und Geologie an der Universität Lausanne, seit 1985 wissenschaftlicher Mitarbeiter am Laboratoire Romand de Dendrochronologie in Moudon, zurzeit an einer Dissertation im Themenbereich der angewandten Dendrochronologie (Pfahlbausiedlungen). Hauptsächlichliches Forschungsgebiet: Dendrochronologische Untersuchungen und Datierungen von Hölzern aus Gebäuden, Kunstobjekten, archäologischen Grabungen, geologischen Ablagerungen in der Schweiz und den umliegenden Ländern. Diverse Publikationen zum Thema.



Inhaltsverzeichnis

1. Einführung	195
2. Grundsätze der Pollenuntersuchung	196
3. Der Standort	196
3.1 Die geographische Lage	196
3.2 Der geologische Rahmen	196
4. Bisherige Untersuchungen im «Rietle»	196
4.1 Dendrochronologische Untersuchungen	198
4.2 Palynologische Untersuchungen im Torf	200
4.3 Geophysikalische Untersuchungen	200
5. Bohrkernentnahme im «Rietle»	200
5.1 Die Bohrungen	200
5.2 Abfolge der Bohrkerne	202
5.3 Lithologie der Bohrkerne	202
6. Verprobung der Bohrkerne für die pollenanalytischen Untersuchungen und die 14C-Datierungen	202
6.1 Verfahren	202
6.2 Probenentnahme für die palynologischen Untersuchungen	204
6.3 Probenentnahme für 14C-Datierungen	204
7. Datierung der Sondierungen	204
7.1 Chronozonen	204
7.2 Radiokarbondatierung	206

8. Pollenanalyse: Vorgehen und Ergebnisse	208
8.1 Vorbereitung der Proben und Vorgehen	208
8.2 Pollendiagramm	209
8.3 Beschreibung der Einheiten des Pollendiagramms	209
9. Datierung der palynologischen Einheiten	213
10. Interpretation und Entwicklung der Vegetationsgeschichte	214
11. Zusammenfassung	217
11.1 Die Entwicklung der Vegetation auf dem Eschnerberg	217
11.2 Menschliche Aktivität auf dem Eschnerberg	217
11.3 Vergleich der Untersuchungen im Rietle mit den Untersuchungen in der Rheinebene	218
11.4 Vergleiche mit palynologischen Studien in der Ostschweiz	220
12. Schlussfolgerungen	220
13. Literatur	221
14. Anhang	223

1. Einführung

Zwei pollenanalytische Untersuchungen wurden durch unser Labor bereits im Jahre 1990 in der Rheinebene durchgeführt.

Die eine betraf das «Untere Riet» (Landeskoordinaten ca. 759.580/236.700) in der Gemeinde Ruggell (Bericht ARC90/R778P), die andere die «Judenmähd» (Landeskoordinaten ca. 758.575/229.875) in der Gemeinde Eschen (Bericht ARC90/R896P).

Die Entwicklung der Vegetation konnte dadurch auf mehr als 6000 Jahre v. Chr. zurückverfolgt werden, vor allem jene in der Judenmähd. Dabei wurden an den Standorten in der Rheinebene einige Erkenntnisse gewonnen, die es weiter zu erforschen galt:

- Die Veränderungen der Vegetation im Laufe der Zeit sind in der Ebene wenig ausgeprägt.
- Die Wasser des Rheins haben Pollen mitgeführt, die die lokale Vegetation verdecken.
- Störungen im Ablagerungsverlauf (Überflutungen, Erosion), die mit der Aktivität des Rheins zusammenhängen, wurden festgestellt.

Deshalb die Suche nach einem ungestörten Standort über der Schwemmebene, ausserhalb des Einflussbereiches des Rheins. Das Moor «im Rietle», auf dem Eschnerberg gelegen, entsprach diesen Kriterien für eine ausführliche pollenanalytische Untersuchung mit entsprechenden 14C-Datierungen, um den zeitlichen Rahmen der Ablagerungen festzulegen.

2. Grundsätze der Pollenuntersuchung

Die Bestimmung und die Zählung der Pollen und der Sporen, die in den Sedimenten abgelagert wurden, ermöglichen es, die Veränderungen der Vegetation im Laufe der Zeit zu rekonstruieren. Die Sporen dienen zur Fortpflanzung der Moose, Farne, Pilze, Algen, Flechten. Die Pollen findet man bei höheren Pflanzen, sie werden in den Blüten erzeugt. Diese Pollen und Sporen bestehen aus einer Hülle, Sporoderm genannt, die äusserst resistent ist und ihre Erhaltung ermöglicht. Jeder Pflanzenart entspricht eine Pollen- oder Sporenart; einer jeden sind Form, Grösse, Morphologie, Verzierungen zu eigen, siehe *Abbildungen 1 bis 3*. Die Abbildungen zeigen 2 Pollenkörner und 1 Spore, mit dem elektronischen Rastermikroskop aufgenommen. Sie stammen aus der Gegenwart, deshalb ist ihr Erhaltungszustand ausgezeichnet. In der Praxis, bei palynologischen Untersuchungen an älteren Sedimenten sind die Pollen und Sporen nicht so gut erhalten. Ihre Untersuchung unter dem Lichtmikroskop erlaubt es dabei fast immer, die Familie, in den meisten Fällen die Pflanzengattung und in den günstigsten Fällen sogar die Art zu bestimmen.

3. Der Standort

3.1. Die geographische Lage

Das «Rietle» gehört zur Gemeinde Schellenberg und liegt auf 623 m.ü.M., zirka 1,5 km südwestlich der Grenze zu Österreich. Es liegt in einer langgezogenen, Nordost-Südwest orientierten Mulde, die etwa 500 m lang und 100 m breit ist. Der heutige natürliche Ausfluss des Wassers scheint an seinem nord-östlichen Ende zu liegen. Der Bauernhof der Familie Büchel steht am nord-westlichen Rand der Mulde.

3.2. Der geologische Rahmen

Der Eschnerberg gehört zur Säntis-Decke. Nach der geologischen Karte des Fürstentums Liechtenstein gehören die kleinen Felswände, die das Moor umrahmen, zur Kreide (Drusberg-Schichten und Hurst-Mergel sowie Schratenkalk). Am Ende der letzten Eiszeit (Würm) hinterliess der Rheingletscher Moränen in der Gegend.

4. Bisherige Untersuchungen im «Rietle»

Im Jahr 1995 entdeckte Herr Büchel am südwestlichen Rand der Mulde (Landeskoordinaten ca.760.140/233.725) einen im Torf abgelagerten Eichenstamm, siehe *Abbildung 4*. Dieser Fund gab den Anstoss zu einer ersten kleineren Pollenuntersuchung zur Einschätzung des Potentials des Moors. Der Stamm wurde dendrochronologisch untersucht, um sein Alter zu bestimmen.

Abb. 1: Pollen, Bergföhre
(*Pinus mugo*), Grösse ca.
70/1000 mm

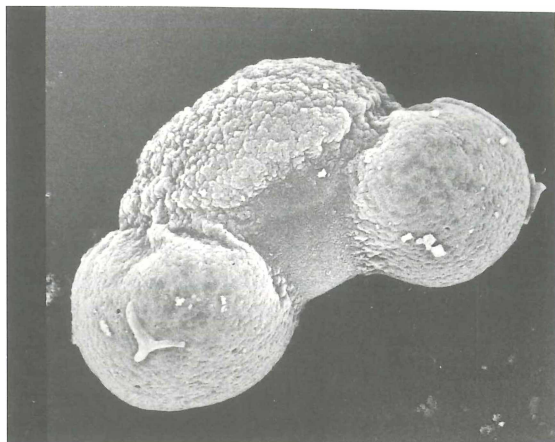


Abb. 2: Pollen, Eiche
(*Quercus petraea*), Grösse
ca. 30/1000 mm

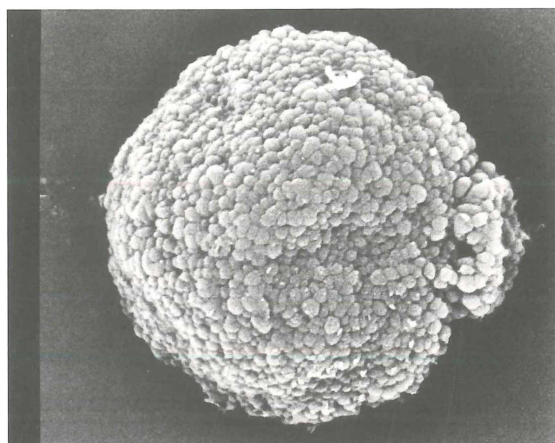
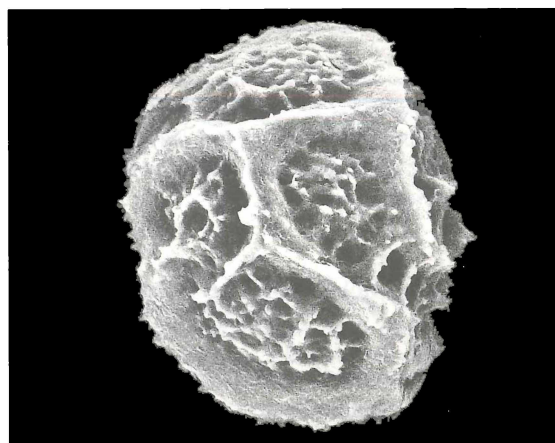


Abb. 3: Spore,
Braunstieliiger
Streifenfarn (*Asplenium
trichomanes*). Grösse ca.
40/10000 mm. Seine
Sporen bilden sich in den
Sporenkapseln, die auf
der Unterseite der Blätter
angelegt sind.



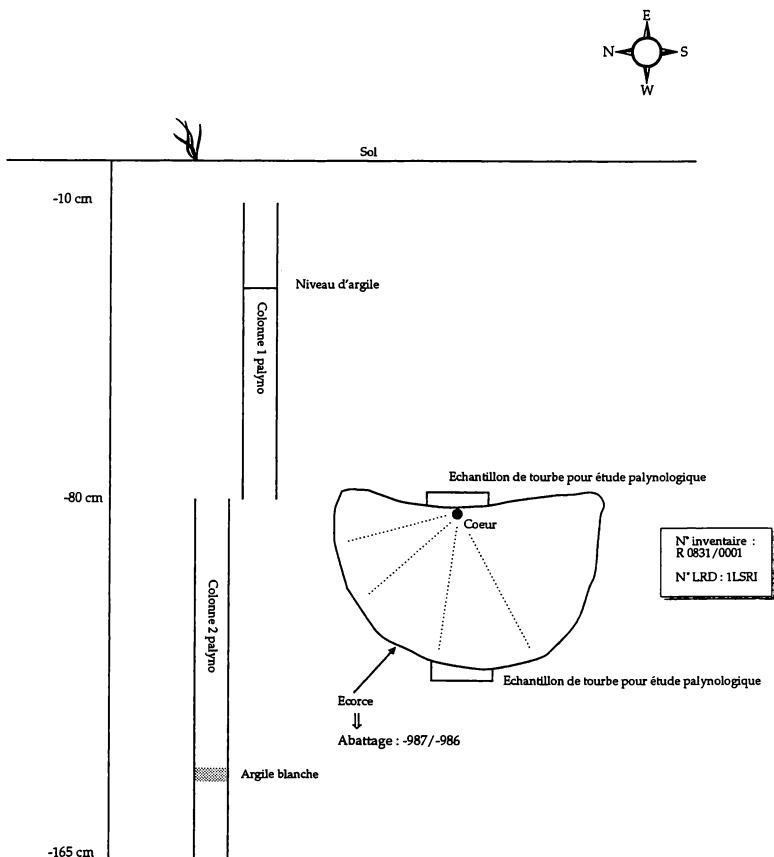


Abb. 4: Fundlage des Eichenstammes und Situation der entnommenen Torfproben für die Pollenanalyse, im Querschnitt. Die gefundene Hälfte des Stammes ist erhalten geblieben, weil sie im Wasser lag. Der obere Teil ist, nach dem Tod des Baumes (an der Luft) vermodert. Holz bleibt über Jahrtausende im Wasser erhalten, sofern es nicht mit Luft in Berührung kommt.

4.1. Dendrochronologische Untersuchungen

4.1.1. Prinzip

Die Dendrochronologie (vom Griechischen: dendron = Baum, chronos = Zeit, logos = Lehre) ist eine Datierungsmethode, welche erlaubt, zu bestimmen, in welcher Periode ein Baum gelebt hat und in welchem Jahr er schliesslich

gefällt worden ist. Die Methode beruht auf der Auswertung der Jahrringbreiten. Der Baum bildet jedes Jahr einen bestimmten Zuwachs, der im Querschnitt als Ring erkennbar ist. Die Anzahl der Jahrringe gibt das Lebensalter des Baumes an. Die Breite der Jahrringe wechselt jedes Jahr in Abhängigkeit von verschiedenen Einflüssen. Der Hauptfaktor ist die Witterung des betreffenden Jahres, hauptsächlich Niederschlag und Temperatur. Unter günstigen Bedingungen bildet der Baum einen breiteren Jahrring. Die Dendrochronologie basiert auf dieser charakteristischen Abfolge unterschiedlicher Jahrringbreiten. Für jede Baumart und für jedes geographische Gebiet ist es möglich, diese Schwankungen Jahr für Jahr zurückzuverfolgen, indem man die Jahrringbreiten zahlreicher Hölzer misst, vergleicht und einen Katalog von parallelen Jahrringchronologien erstellt. Wenn man das Wachstum eines Holzes mit diesen Chronologien vergleicht, kann man die Zeit, in der der Baum gelebt hat, und allenfalls das Jahr, in dem er gefällt wurde, bestimmen. Dadurch kann jedes hölzerne Objekt datiert werden (HURNI J.-P. et al. 1995).

4.1.2. Die dendrochronologische Datierung der fossilen Eiche

Die Eiche ist im Winterhalbjahr -987/-986 gefallen. Die dendrochronologische Untersuchung wurde an einem Querschnitt durchgeführt, der aus der Nähe der Hauptvergabelung stammt. An dieser Stelle sind vom Mark bis zur Rinde 285 Jahrringe vorhanden, siehe Abbildung 5. Der Stumpf kann gut 30 zusätzliche Jahrringe aufgewiesen haben. Die Lebensdauer dieser Eiche kann auf über 300 Jahre geschätzt werden. Die Eiche wäre somit ungefähr im Jahre -1300 gekeimt. Die äussersten Jahrringe zeigen keine Anzeichen von einem Absterben der Eiche, es handelt sich um einen gesunden Baum. Sein Tod ist durch äussere Gewalt verursacht worden. Die Eiche fiel in Richtung Nordwesten, möglicherweise bei einem heftigen Föhnsturm. Sie ist ein chronologisch wichtiger Anhaltspunkt für die Datierung des Torfes, worin sie eingebettet war.

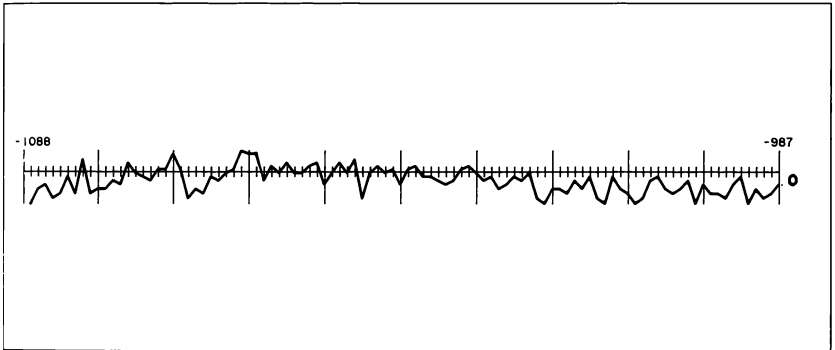


Abb. 5: Dendrochronologische Kurve des Eichenstammes. x: Zeitachse, y: Jahrringbreite. Die Jahrringe unterhalb der Zeitachse sind weniger als 1 mm breit, darüber sind sie mehr als 1 mm breit. Vom Mark bis zur Rinde zählte der Stamm 285 Jahrringe. Dargestellt sind hier die äussersten 100 Jahrringe, die die Eiche bildete. Der äusserste stammt aus dem Jahre 987 v. Chr. Die Eiche ist im Herbst 987 v. Chr. oder im Winter 986 v. Chr. gefallen.

4.2. Palynologische Untersuchungen im Torf (vgl. Anhang 1)

Zwanzig Proben wurden in einem 165 cm hohen Profil entnommen, sowie zwei Proben direkt am Eichenstamm: die eine direkt auf der Oberkante des Stammes, wo sich der Torf nach dem Jahr -986 abgelagert hat, und eine Torfprobe direkt unter dem Stamm. Diese Torfprobe kann dank des Eichenstammes in die Jahre unmittelbar vor -987/-986 datiert werden.

Diese Voruntersuchungen ergaben folgende Schlüsse:

- Pollen sind genügend vorhanden, um paläoökologische Aussagen zu ermöglichen; bis auf drei Proben wiesen alle Proben über 100 Pollen auf.
- Auf dem Grund des Moores dürften die Sedimente sehr alt sein, denn in einer Tiefe von 1 m erreichen sie schon ein Alter von 3000 Jahren.

4.3. Geophysikalische Untersuchungen

Die Tiefe der Mulde war durch mehrere Sondierungen in der Nähe des Bauernhofes mit Hilfe eines Penetrometers geschätzt worden. Diese Sondierungen wurden von Herrn Büchel veranlasst. Die Sedimentschicht betrug ca. 12 m, bevor der Untergrund erreicht wurde.

5. Bohrkernentnahme im «Rietle»

Die Bohrstelle befand sich ca. 30 m östlich der Scheune (Landeskoordinaten ca. 760.260/233.760), in der Mitte der Mulde.

5.1. Die Bohrungen

Die früheren Bohrungen in der Rheinebene (Unteres Riet und Judenmahd) hatten wir mit einer traditionellen Sonde durchgeführt. Es handelt sich dabei um eine 1 m lange Röhre, die es ermöglicht, Bohrkern von 5 cm Durchmesser zu entnehmen. Mit einem Verlängerungssystem war es möglich, noch einige Meter tiefer zu gehen. Für die Bohrungen im Rietle wurde beschlossen, auf die Dienste einer Bohrfirma zurückzugreifen, denn:

- die Tiefe des Moores mit 12 m schloss die Verwendung von Handsonden aus;
- die Verwendung von Bohrkernen mit 15 cm Durchmesser erwies sich als vorteilhafter. Es würde mehr Probenmaterial zur Verfügung stehen, unter anderem auch für die 14C-Datierungen.

Die Firma H. Vogt aus Balzers führte die Bohrungen in den Wochen vom 30. September und 7. Oktober 1996 durch. Mehrere Versuche waren dabei nötig, denn der Torf war in einer Tiefe von 3 bis 6 m sehr flüssig. Der schlechte Zusammenhalt des Torfes ist höchstwahrscheinlich durch das Wasser in dieser Tiefe zu erklären.

Die Bohrmaschine bohrte in drehender Bewegung eine 2 m lange Metallröhre von 15 cm Innendurchmesser in den Boden. Anschliessend wurde die Röhre wieder herausgezogen. Der Bohrkern wurde aus der Röhre herausgestossen

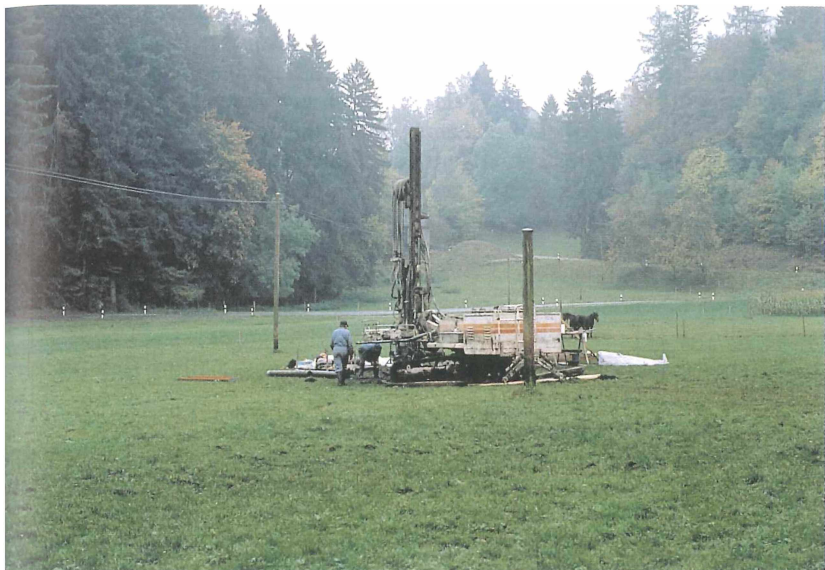


Abb. 6: Im Moor «Rietle» auf dem Eschnerberg wurden bis in eine Tiefe von 10 m Bohrerne für eine palynologische Untersuchung entnommen. (Foto: Hansjörg Frommelt)



Abb. 7: Ein Bohrkern wird vor Ort durch Laurent van der Plaetsen (l.) und Jean-Pierre Furni (r.) auf seine Eignung für die Studie untersucht. (Foto: Hansjörg Frommelt)

und in einer halben PVC-Röhre deponiert. Das Herausstossen bewirkte ein leichtes, auf ca. 5 % einschätzbares Zusammendrücken des Bohrkerns. Dieses Vorgehen wurde bei den tiefer gelegenen Schichten wiederholt. Dabei setzte man eine weitere Röhre an der ersten an und konnte somit zwei Meter tiefer bohren. Es war dabei oftmals notwendig, die oberen Schichten mit einer breiteren Röhre zu verfestigen, damit kein Material in das Bohrloch einstürzte. Trotz mehrmaliger Versuche war es jedoch unmöglich, einen Bohrkern aus der Schicht zwischen 5,50 m und 6,00 m Tiefe herauszuholen.

5.2. Abfolge der Bohrkern

Am Schluss der Bohrungen verfügten wir über eine Serie von 7 Bohrkernen (siehe *Tabelle 1*):

- Die stratigraphische Abfolge zwischen 0,70 m und 5,50 m Tiefe ist vollständig.
- Dann folgt ein Hiatus zwischen -5,50 m und -6,00 m.
- Die stratigraphische Abfolge ist wiederum vollständig zwischen 6,00 m und 10,00 m Tiefe.

Die obersten 70 cm wurden nicht verprobt, denn sie sind zu sehr gestört, um verlässliche palynologische Untersuchungen zu ermöglichen.

5.3. Lithologie der Bohrkern

Es wurden zwei Sedimentarten durchbohrt (siehe *Tabelle 1*): bis in eine Tiefe von 8,15 m Torf, darunter, bis 10,00 m Tiefe (Ende der Bohrung) grauer Lehm. Zwei Erlenstämme (*Alnus* sp.) wurden angebohrt, der erste zwischen 3,68 m und 3,82 m Tiefe, der zweite zwischen 3,88 m und 4,00 m Tiefe.

Bei einem ersten Bohrversuch stiess die Bohrfirma in einer Tiefe von 10,80 m auf ähnliches Kalkgestein wie dasjenige der die Mulde umrahmenden Felswände. Damit wurde höchstwahrscheinlich der Grund der Mulde erreicht. An dieser Stelle war zumindest keine Moräne vorhanden.

Die ausführliche Lithologie ist ebenfalls in den Pollendiagrammen ersichtlich.

6. Verprobung der Bohrkern für die pollenanalytischen Untersuchungen und die 14C-Datierungen

Die PVC-Röhren mit den Bohrkernen wurden beschriftet, verpackt und ins Archäologische Amt in Triesen gebracht, wo die Dokumentierung und die Probenentnahme erfolgte.

6.1. Verfahren

Bei jedem Bohrkern wird die äusserste Schicht sorgfältig entfernt, um allfällige Verunreinigungen zu beheben. Dann wird der Bohrkern in der Längsachse geschnitten, damit die vertikale stratigraphische Abfolge deutlich sichtbar wird. Davon werden dann Fotos und Zeichnungen gemacht und anschliessend gezielt Proben für die Pollenanalyse und die 14C-Datierungen entnommen. Die obersten 5 bis 15 cm jedes Bohrkerns müssen mit Vorsicht behandelt

Tabelle 1: Bodenprofil aus dem Moor «im Rietle», Lithologie und Datierungen

Tiefe	Bohrkerne	Lithologie	¹⁴ C-Datierungen (BP)	gestörte Zonen	Chronozonen	archäologische Kulturperioden
0		Humus und gestörter Torf				
1	1	Humus und Torfschichten	← 1835 ± 40	ungestört	Subatlantik.	Eisen-Römerzeit bis heute
2	2		← 2910 ± 40			
3	3		← 3715 ± 45			
4	4	brauner Torf mit zahlreichem Gezweig	← 3895 ± 40	gestört	Subboreal	Bronzezeit
5	5		← 3665 ± 40			
6		?	← 3455 ± 40			
7	6	brauner Torf mit zahlreichem Gezweig	← 3720 ± 45			
8		Übergangszone				
9		beige-brauner Torf mit feinen pflanzlichen Fragmenten	← 3980 ± 40	ungestört	Atlantik.	Neolithikum
10	7	grauer Lehm, schwach klebrig	← 4910 ± 55			
11		grauer Lehm, sehr klebrig	← 5620 ± 50			
12		?	← 6310 ± 55			
13		dunkler lehmhaltiger Kalk				

werden; sie können durch in das Bohrloch gefallenes Material von den darüberliegenden Schichten verunreinigt sein.

6.2. Probenentnahme für die palynologischen Untersuchungen

Alle 7,5 cm wurden ungefähr 2 cm Sedimente entnommen. An der Stelle, wo der graue Lehm in braun-beigen Torf übergeht (zwischen -8,30 m und -8,05 m) sowie an der Stelle, wo der beige-braune Torf in braunen Torf übergeht (zwischen -7,18 m und -6,58 m) wurden die Proben alle 4 cm entnommen.

6.3. Probenentnahme für 14C-Datierungen

Durchschnittlich alle 50 cm wurde eine 10, höchstens 15 cm dicke Probe entnommen.

Davon wurden insgesamt 11 Proben mittels 14C datiert. Bevor die palynologischen Untersuchungen in Angriff genommen wurden, wurden zuerst 6 Proben datiert, um chronologische Anhaltspunkte zu erhalten. Anschliessend an die palynologischen Analysen wurden weitere 5 Datierungen durchgeführt bei bedeutenden Unterschieden im Erscheinungsbild gewisser Taxa, oder beim Erscheinen von Getreide, welches menschliche Aktivität bezeugt.

7. Datierung der Sondierungen

Zwei Arten von Datierungen sind möglich:

- die relativen Datierungen, die auf dem Prinzip der Überlagerung der Schichten basieren. Im Falle des Torfes ist die untere Schicht älter als die darüber liegende, sofern sie nicht gestört wurde.
- die absoluten Datierungen, die es ermöglichen, die zu datierenden Schichten in eine zeitlich fixierte Skala einzuordnen.

Wir stellen hier die absoluten Datierungen vor, die für das Rietle in Frage kommen.

7.1. Chronozonen

Die palynologischen Untersuchungen ermöglichen es, sogenannte Chronozonen oder palynologische Perioden zu definieren, die mit den grossen klimatischen Schwankungen zusammenhängen. Diese Perioden überbrücken durchschnittlich 1000 bis 2500 Jahre. Sie sind je nach geographischer Zone ziemlich genau datiert. Man erkennt sie durch die charakteristischen Pollenspektren.

Das Holozän ist in 5 Chronozonen unterteilt (siehe *Tabelle 2*), wobei die Gesamtentwicklung der Vegetation und die Klima-Tendenzen für den Alpen-nordhang gültig sind.

Tabelle 2: Die Chronozonen des Holozäns. Zeitliche Zuordnung und Gesamtentwicklung der Vegetation und des Klimas, vereinfacht nach RENAULT-MISKOVSKY J. et al., 1990, und VIVIAN R. et al., 1991.

Jahre BP	Chronozonen	Gesamtentwicklung der Vegetation	Klimatische Entwicklung
2500	Subatlantikum	Die Tanne und die Buche kolonisieren die tiefegelegenen Standorte. Der Einfluss des Menschen auf die Entwicklung der Vegetation macht sich überall bemerkbar.	Klimatische Verschlechterung: feuchtere und kühlere Bedingungen.
	Subboreal	Die Buche breitet sich stark aus und gesellt sich zur Tanne. Der Einfluss des Menschen macht sich durch Rodungen immer mehr bemerkbar.	Trockenere und weniger warme Bedingungen.
5000			
7500	Atlantikum	Im älteren Atlantikum entwickelt sich die Vergesellschaftung von Eiche, Linde, Ulme und Esche. Auch der Ahorn gesellt sich dazu. Dann massive Ausbreitung der Tanne. Beginn der Landwirtschaft.	Das Klima wird mild und feuchter.
	Boreal	Ausbreitung der Hasel, die die Birke und die Kiefer verdrängt. Der Eichenmischwald (Eiche und Ulme) entwickelt sich und das Efeu erscheint.	Die Erwärmung begleitet von einer gewissen Trockenheit, bestätigt sich.
9000			
1000	Präboreal	Birke und Kiefer entwickeln sich gegenüber dem Spätglazial. Hasel, Eiche und Ulme erscheinen.	Merkliche Erhöhung der Temperaturen. Endgültige Verbesserung des Klimas.
SPÄTGLAZIAL			

Die Grenzen dieser Perioden wurden mit Hilfe von 14C-Datierungen bestimmt, deshalb werden die Daten in Jahren «BP», d.h. Before Present, angegeben; siehe auch Kapitel 7.2.2.

Da die Größenordnung der Chronozonen um die 1000 Jahre beträgt, wird diese Datierungsmethode oft durch andere zusätzliche Methoden ergänzt.

7.2. Radiokarbondatierung

Die Radiokarbonmethode wurde Ende der 40er, anfangs der 50er Jahre durch den Amerikaner W.F. Libby entwickelt (LIBBY W.F., 1952).

Die Messung des ^{14}C -Gehalts einer Probe erlaubt es, diese zu datieren und zwar über einen Zeitraum bis zu 35 000 Jahren.

Die Probe muss natürlich Kohlenstoff enthalten. Das zu untersuchende Material ist organischen Ursprungs (Holz, Holzkohle, Torf, Knochen, Muschelschalen). Es kann sich aber auch um Seekreide, Karbonatkonkretionen oder Kalkmörtel handeln.

7.2.1. Das Prinzip

In der Natur kommen verschiedene Isotope des Kohlenstoffs vor (Isotope sind Atome, die gleiche chemische Eigenschaften, jedoch unterschiedliche Massenzahlen aufweisen). Neben dem «gewöhnlichen» Kohlenstoff (^{12}C) kommt, in sehr geringen Mengen, der radioaktive Kohlenstoff ^{14}C vor.

^{14}C bildet sich unter dem Einfluss kosmischer Strahlen in der Atmosphäre aus Stickstoff. Das entstandene ^{14}C verbindet sich mit Sauerstoff zu Kohlendioxid (CO_2). Gleichzeitig zerfällt die gleiche Menge an ^{14}C wegen seiner Radioaktivität (Eigenschaft eines Atomkerns, sich unter Abgabe von Strahlung in einen anderen Atomkern umzuwandeln). Somit entsteht ein Gleichgewicht von «Entstehung und Zerfall» und das Verhältnis zwischen dem im CO_2 der Atmosphäre enthaltenen ^{12}C und ^{14}C bleibt annähernd konstant.

Biologische und/oder chemische Prozesse führen zur Fixierung des aus dem atmosphärischen Kohlendioxid stammenden Kohlenstoffs (z. B. durch Photosynthese). Die Zellulose einer lebenden Pflanze enthält den gleichen Anteil an radioaktivem Kohlenstoff wie das Kohlendioxid in der Atmosphäre. Stirbt die Pflanze, so zerfällt allmählich das radioaktive ^{14}C ohne sich zu erneuern.

Indem der in einer Probe enthaltene $^{14}\text{C}/^{12}\text{C}$ Anteil gemessen wird und man von einer bestimmten Halbwertszeit des ^{14}C ausgeht sowie vom ursprünglichen $^{14}\text{C}/^{12}\text{C}$ Verhältnis, ist es möglich zu bestimmen, wieviel Zeit seit der Fixierung des Kohlenstoffs aus dem atmosphärischen Kohlendioxid vergangen ist.

7.2.2. Vorgehensweise

Die Proben werden sorgfältig sortiert und chemisch behandelt, um Verunreinigungen so weit wie möglich zu beseitigen und den reinen Kohlenstoff zu gewinnen. Eine Reihe chemischer Reaktionen erlaubt es, aus dem zu analysierenden Kohlenstoff Reinbenzol zu synthetisieren.

Wegen des in Spuren enthaltenen ^{14}C ist das gewonnene Reinbenzol (einige cm^3) somit ganz schwach radioaktiv. Diese Radioaktivität wird nun indirekt gemessen, indem ein Szintillationscocktail hinzugefügt wird, der im Verhältnis zu den empfangenen Strahlen eine gewisse Lichtmenge abgibt. Ein Szintillationsszähler misst diese Lichtemission. Diese wird mit Referenzproben verglichen. Daraus wird sodann die Radioaktivität pro Masseneinheit und damit das $^{14}\text{C}/^{12}\text{C}$ Verhältnis abgeleitet. Mittels mathematischer Berechnungen wird danach das Alter der Probe ermittelt.

Dieses Alter ist das sogenannte «konventionelle ^{14}C -Alter», ausgedrückt in Jahren BP (Before Present, «Present» ist dabei das Jahr 1950 unserer Zeitzählung). Dazu wird der Unsicherheitsfaktor des Alters gegeben, der grösstenteils mit dem zufallsbedingten Charakter der Radioaktivität zusammenhängt. Wie schon angedeutet, ist das Verhältnis $^{14}\text{C}/^{12}\text{C}$ in der Atmosphäre im Laufe der Zeit nur annähernd konstant geblieben. Tatsächlich schwankt die ^{14}C -Produktionsrate in Abhängigkeit mit den Veränderungen der Sonnenaktivität und der Stärke des Erdmagnetfeldes. Überprüft wurde dies anhand des ^{14}C -Gehaltes von dendrochronologisch absolut datierten Jahrringabfolgen. Das konventionelle ^{14}C -Alter kann stark vom realen, dendrochronologisch ermittelten Alter abweichen. Verschiedene Laboratorien haben deshalb im wesentlichen mit dendrochronologisch datierten Hölzern Kalibrierungskurven erstellt. Diese ermöglichen die Umrechnung der konventionellen ^{14}C -Alter in sogenannte «kalibrierte ^{14}C -Alter», die den Kalenderjahren entsprechen (STUIVER M., u. REIMER P.J., 1993) (vgl. Abb. 8)

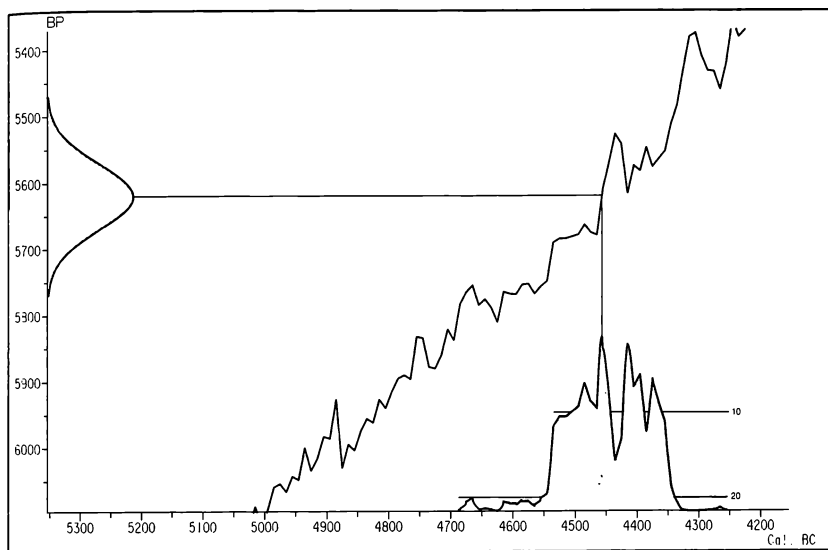


Abb. 8: Kalibrierung der ^{14}C -Datierung Nr. ARC 1665. Es handelt sich dabei um die Torfprobe aus 7,50/7,40 m Tiefe. Das konventionelle ^{14}C -Alter beträgt 5620 ± 50 BP. Dieses Alter ist graphisch durch die Gauss'sche Verteilungskurve auf der y-Achse schraffiert dargestellt. Um das kalibrierte ^{14}C -Alter zu erhalten, wird die Gauss'sche Verteilungskurve auf die Kalibrationskurve (schräg laufende Zickzack-Kurve) projiziert. Das kalibrierte ^{14}C -Alter ist schraffiert auf der x-Achse dargestellt: es liegt zwischen 4550 cal BC und 4340 cal BC mit einer Wahrscheinlichkeit von 95,4% (oder 2 Sigma).

Ein kalibriertes 14C-Alter entspricht einer Zeitspanne, in der das tatsächliche Alter 95,4% (oder 2 sigma) Wahrscheinlichkeit hat, sich zu befinden. Dieses Alter wird je nachdem mit «cal BC» (Before Christ) oder mit «cal AD» (Anno Domini) vermerkt. Bei den Datierungen im Rietle beträgt diese Zeitspanne im Durchschnitt 250 Jahre.

7.2.3. 14C-Datierungen im Rietle

An elf verschiedenen Stellen des Bohrprofils wurden 10 bis 15 cm dicke Torfschichten datiert (siehe *Tabelle 1*).

In den untersten Lehmschichten war zu wenig organisches Material vorhanden, um konventionelle 14C-Datierungen durchführen zu können. Die 14C-Chronologie reicht bis gegen 6300 BP zurück, dem Beginn der Torfablagerungen, in einer Tiefe von ca. 8 m. Nach dem Prinzip der Überlagerung der Schichten wird der Torf logischerweise gegen oben jünger. Zwischen den Koten -4,50 m und -2,85 m ist es jedoch umgekehrt:

Der Torf in 4,50 m Tiefe ist jünger als derjenige in 2,85 m. Der Grund dafür könnte folgender sein:

- Ältere Torfschichten wurden in der Zeit um 3400 bis 3000 BP oberhalb (stromaufwärts) des Sondierpunktes progressiv freigelegt, erodiert, weggeschwemmt und an der Untersuchungsstelle wieder abgelagert. Die neu abgelagerten Schichten beinhalten älteres Material, was ein zu altes 14C-Datum für die Entstehung der Schichten ergibt. Die beiden Erlenstämme an den Koten -3,68/-3,85 m und -3,90/-4,00 m scheinen veränderte hydrologische Verhältnisse zu bestätigen.
- Ein menschlicher Eingriff zur Nutzbarmachung des Moores ist nicht auszuschliessen. Die Periode zwischen 3400 und 3000 BP entspricht in der Archäologie der Bronzezeit.

Die palynologischen Interpretationen müssen selbstverständlich diese sedimentologischen Umschichtungen in Betracht ziehen.

7.2.4. Die Dendrochronologie

Diese Methode zur Altersbestimmung ist sehr präzise (siehe *Kapitel 4.1.*) Sie bedingt aber die Anwesenheit von Holz mit einer genügenden Anzahl von Jahrringen und einer geeigneten Holzart (Eiche, Tanne, Fichte, Föhre, Lärche). Dies war bei den entnommenen Bohrkernen nicht der Fall.

8. Pollenanalyse: Vorgehen und Ergebnisse

8.1. Vorbereitung der Proben und Vorgehen

Eine Reihe von chemischen Behandlungen erlaubt es, von den entnommenen Proben den Hauptanteil der mineralischen Fraktion und der amorphen, organischen Substanz zu eliminieren und die Pollen und Sporen in einem Höchstmass zu konzentrieren.

Die somit erhaltenen Elemente werden zwischen Objektträger und Deckglas angeordnet und unter dem Mikroskop betrachtet. Pollen und Sporen jeder Probe werden sodann bestimmt und ausgezählt. Somit erhält man das Pollenspektrum jeder Probe. Die Ergebnisse werden in Form von Pollendiagrammen veranschaulicht, die den prozentualen Anteil eines jeden Taxons wiedergeben.

8.2. Pollendiagramm

8.2.1. Beschreibung

Das Pollendiagramm ist die graphische Darstellung der Pollenzählungen bzw. der Pollenspektren. In den Kolonnen sind von rechts nach links angegeben:

- Die Position der Proben (ausgedrückt in cm gegenüber der Oberfläche der Sondierung).
- Die Probennummer.
- Die Häufigkeiten der verschiedenen Taxa in % der Pollensumme (Gesamtzahl der Baumpollen und der nicht Baumpollen, Sporen nicht inbegriffen).
 - zuerst die Baumpollen («AP» für: Arborean Pollens)
 - dann die nicht Baumpollen («NAP» für: Non Arborean Pollens).Diese beiden Serien sind durch eine Kolonne getrennt, mit dem Verhältnis zwischen den Baumpollen und den nicht Baumpollen (AP/NAP).
- Die absoluten Zahlen der Pollen und Sporen (nicht mehr in Prozenten).

8.2.2. Interpretation

Zur Interpretation der Diagramme unterscheidet man in einem ersten Schritt zwischen

- der regionalen Vegetation, die durch weit hergebrachte Pollen gekennzeichnet ist, welche sowohl von Standorten in der Ebene als auch in der Höhe stammen können. Diese regionale Vegetation drückt sich in der Regel durch geringe Prozentsätze solcher Taxa wie Eiche, Kiefer, Linde, Ulme, Esche, Hasel aus;
- ferner der lokalen Vegetation, die sich durch die in hohen Prozentteilen anwesenden Pollen ausdrückt. Es handelt sich im allgemeinen um Gräser und im besonderen um Riedgräser, oder um Bäume, die das Moor kolonisieren, wie die Erle.

Dann wird das Pollendiagramm in regionale Einheiten unterteilt.

- Jeder Einheit entsprechen mindestens zwei Änderungen in der Zusammensetzung der Taxa der regionalen Vegetation.
- Jede einzelne Einheit wird anschliessend datiert, indem man sie in die europäische Pollenchronologie einzufügen versucht, siehe *Kapitel 7.1*.

8.3. Beschreibung der Einheiten des Pollendiagramms

Die Pollen und Sporen sind im grössten Teil des Profils zahlreich und gut konserviert. An zwei Stellen ist ihre Anzahl gering (zwischen 1 und 44):

- in 2 Lehmproben an der Basis des Profils in 9,50 m und 9,20 m Tiefe,
- in 18 Torfproben zwischen -2,50 m und -0,75 m Tiefe. Der Torf ist in diesen Schichten wahrscheinlich weniger entwickelt.

Zur Vervollständigung des oberen Teils des Bohrprofils haben wir die Resultate der Voruntersuchungen am westlichen Rand der Mulde miteinbezogen, welche dank der Dendrochronologie sehr genau datiert sind (siehe *Kapitel 4.1.*).

Das Pollendiagramm besteht aus 6 Einheiten.

Einheit 1 (Basis in -10,00 m bis -8,75 m)

- Die Baumpollen dominieren klar die nicht Baumpollen. Gut vertreten sind die Kiefer, Birke und die Hasel (Frequenzen zwischen 20 % und 40 %).
- Die Buche, Ulme, Linde, Eiche und Erle variieren zwischen 5 % und 10 %.
- Die Tanne ist wenig vertreten (maximal 5 %).
- Die Esche und die Fichte sind sporadisch vertreten.
- Der Prozentsatz der nicht Baumpollen ist schwach. Süßgräser (Poazeen) und Cistosegewächse (Cistazeen) weniger als 5 %. Sie wurden von einer Reihe von verschiedenen Arten begleitet wie Beifuss und Rosengewächsen (Rosazeen) usw.
- Die Sporen sind selten.

Einheit 2 (-8,68 m bis -8,10 m)

- Die Bäume dominieren deutlich die Gräser (Herbazeen). Zwei Baumarten sind besonders gut vertreten: Kiefer (zwischen 30 % und 70 %) und Birke (zwischen 20 % und 50 %).
- Die Hasel klingt ab (Frequenz zwischen 5 % und 10 %), sowie auch die Ulme und Linde.
- Die Erle, Buche und Eiche kommen ungefähr auf 1 %.
- Die Esche, Fichte und Tanne treten sporadisch auf.
- Der Anteil der Gräser (Herbazeen) ist gering; Süßgras (Poazeen), Riedgras (Cyperazeen), Beifuss, Cistosegewächse (Cistazeen) haben Frequenzen unter 5 %.
- Die Sporen sind selten.

Einheit 3 (-8,05 m bis -7,10 m)

- Die Vielfalt der Bäume nimmt zu, ja sie dominieren. Linde (zwischen 20 % und 45 %), Hasel (zwischen 20 % und 35 %) und Ulme (durchschnittlich 15 %) bilden den Hauptanteil.
- Die Erle nimmt zu (10-15 %) sowie Esche (5 %), und die Tanne, deren Frequenz bis zu 35 % ansteigt.
- Die Eiche nimmt leicht zu.
- Die Fichte erscheint kontinuierlich. Ihre Frequenzen bleiben schwach (unter 5 %).
- Die Kiefer nimmt stark ab (Frequenzen zwischen 5 % und 8 %), ebenfalls die Birke.

- Die Gräser (Herbazeen) sind schwach vertreten. Riedgras (Cyperazeen) und Süssgras (Poazeen) werden von Wasserpflanzen, Laichkrautgewächsen (Potamogetonazeen), Labkrautgewächsen (Rubiazeen) begleitet, deren Frequenzen 1 % nicht überschreiten.
- Sporen sind selten.

Einheit 4 (-7,06 m bis -3,65 m)

- Die Bäume dominieren die Gräser (Herbazeen).
- Die Erle nimmt zu. (40 - 50 - 70 %).
- Ulme und Linde nehmen ab (bis unter 5 %).
- Die Hasel ist weniger vertreten (5-15 %).
- Die Tanne hält sich (10-15 %, maximal 25 %), die Eiche ebenfalls (durchschnittlich 7 %).
- Die Esche ist kontinuierlich vorhanden, nimmt dann leicht ab.
- Die Fichte erscheint (5-8 %).
- Die Buche ist gut vertreten (5-20 %).
- Birke und Hainbuche sind selten.
- Unter den Gräsern (Herbazeen) stellt man eine maximale Entwicklung der Riedgräser (Cyperazeen) in den Schichten -6,72 m/-6,42 m fest, dann gibt es einen Rückgang dieser Pflanzen. Süssgräser (Poazeen) sind anwesend.
- Die ersten Getreidepollen erscheinen bei -7,02 m.
- Die monoleten Farnsporen nehmen im Moor zu, gefolgt von Sumpffarn (*Thelypteris*) parallel zu den Riedgräsern (Cyperazeen). Die Zahl der Sporen bleibt stabil.

Einheit 5 (-3,58 m bis -3,05 m)

- Die Bäume dominieren.
- Die Buche nimmt stark zu (zwischen 20 % und 30 %).
- Die Tanne nimmt ab (Frequenzen im Durchschnitt 7 %).
- Die Erle hält sich (40-45 %).
- Birke, Hasel, Esche, Fichte, Kiefer, Eiche, Linde und Ulme haben Frequenzen unter 5 %.
- Bei den Gräsern (Herbazeen) dominieren die Riedgräser (Cyperazeen) mit Frequenzen zwischen 5 % und 8 %. Andere amphibische Pflanzen wie Hahnenfussgewächse (Ranunkulazeen) und Wasserpflanzen wie Rohrkolben-gewächse (Typhazeen) sind anwesend.
- Schuttliebende Pflanzen wie Doldengewächse (Apiazeen), Wegerich, Knöterich (*Polygonum*) sind anwesend.
- Monolete Sporen sind zahlreich, Sumpffarn (*Thelypteris*) ist anwesend.

Einheit 6 (-3,00 m bis -0,75 m)

Die nachfolgenden Bemerkungen sind für den unteren Teil dieser Schicht des Bohrprofils gültig. Darüber sind die Pollen in zu geringer Anzahl vorhanden, um einen Kommentar zu erlauben.

Zwischen -3,00 m und -2,50 m finden wir folgendes Resultat:

- Die Bäume und die Gräser (Herbazeen) halten sich die Waage.
- Die Buche nimmt ab (durchschnittlich 7 %).
- Die Erle geht leicht zurück (um etwa 15 %).
- Die übrigen Baumarten halten sich mit den gleichen Frequenzen wie im Pollenspektrum 5.
- Unter den Gräsern nehmen die Riedgräser (Cyperazeen) zu und erreichen ungefähr 40 %. Die Süßgräser (Poazeen) sind anwesend (maximal 10 %).
- Schuttliebende Pflanzen, nämlich Röhrenblütler (Asteroideen) sind kontinuierlich present, andere schuttliebende Pflanzen wie Doldengewächse (Apiazeen), Wegerich und Beifuss sind gelegentlich vorhanden.
- Einige Getreidepollen sind anwesend.
- Die Häufigkeit der monoleten Sporen schwankt; im obersten Teil des Profils sind sie am zahlreichsten. Sumpffarn (*Thelypteris*) ist bis -2,12 m vorhanden.

Zur Vervollständigung der Einheit 6 des Bohrprofils beziehen wir die Resultate der Voruntersuchung mit ein. Sie betreffen ein Profil zwischen -1,65 m und -0,10 m. Darin ist in einer Tiefe von -1,30 m / -0,83 m eine im Winterhalbjahr -987/-986 (v. Chr.) gefallene Eiche eingebettet.

Zwischen -1,65 m und -1,25 m finden wir folgendes Resultat:

- Die Gräser dominieren die Bäume.
- Die Erle ist der wichtigste Baum (zwischen 5 % und 24 %).
- Die übrigen (Kiefer, Fichte, Hasel) halten sich mit ca. 5 %.
- Bei den Gräsern dominieren immer noch die Riedgräser (Cyperazeen) mit ca. 30 % gefolgt von den Süßgräsern (Poazeen) mit ca. 20 %.
- Die schuttliebenden Pflanzen wie Röhrenblütler (Asteroideen), Doldengewächse (Apiazeen), Wegerich und Beifuss sind immer noch anwesend.
- Einige Getreidepollen kommen auch vor.

Zwischen -1,25 m und -1,05 m:

- Dominieren die Bäume.
- Überwiegt die Erle (zwischen 30 % und 50 %).
- Halten sich die Hasel, Kiefer und Fichte (um 5 %), während die Buche rar ist.
- Unter den Gräsern verringern sich die Riedgräser (Cyperazeen), die Süßgräser (Poazeen) bleiben konstant.

Zwischen -0,95 m und -0,70 m sind die Pollenspektren wegen der geringen Pollenanzahl schwer zu interpretieren.

Zwischen -0,65 m und -0,10 m:

- Halten sich die Bäume und Gräser die Waage.
- Geht die Erle zurück.
- Vermehrt sich die Tanne leicht.

- Unter den Gräsern dominieren die Riedgräser (Cyperazeen) mit ungefähr 40 %, gefolgt von den Süßgräsern (Poazeen) mit 25 %.
- Die Spierstaude oder Mädesüß (*Filipendula*) entwickelt sich in den feuchten Wiesen.

9. Datierung der palynologischen Einheiten

Wir verfügen über elf 14C-Datierungen. Die stratigraphische Ordnung ist jedoch an drei Stellen nicht respektiert, nämlich bei den Koten -2,85 m /-2,95 m, bei -3,40 m /-3,50 m und bei -4,35 m /-4,50 m (siehe Kapitel 7.2.4.).

Datierung der Einheiten 1 und 2

Die unterste 14C-Datierung entspricht der Basis der Einheit 3 (-7,80 m /-7,90 m: 6310 ± 55 BP). Sie fällt in die Chronozone des Atlantikums.

Eine zeitliche Zuordnung der Einheiten 1 und 2 kann mit Hilfe dieser 14C-Datierung versucht werden.

Die Anwesenheit von Ulme und Linde schliesst jede Datierung vor dem Präboreal aus. Zwischen -8,10 und -8,05 m (Grenze der Einheiten 2 und 3) gibt es möglicherweise einen Hiatus. Dieser Hiatus entspräche einer wichtigen lithologischen Veränderung: dem Übergang des grauen Lehms zu Torf, verbunden mit einer plötzlichen Veränderung der Prozentzahlen der Taxa.

1. Hypothese: es gibt tatsächlich einen Hiatus. Dann würde die Einheit 1 dem Boreal oder dem Präboreal angehören, und die Einheit 2 würde dem Boreal entsprechen, jedoch mit sehr wenig Hasel.

2. Hypothese: es gibt keinen Hiatus. Die Einheiten 1 und 2 gehören dann gezwungenermassen zum Atlantikum. Die Einheit 1 würde dem Anfang des Atlantikums entsprechen, d.h. einer Erwärmungsperiode. Die Einheit 2 wird durch die Anwesenheit der Kiefer und der Birke dominiert, zwei Arten, die eher ein kühles Klima bevorzugen, und würde einer späteren Phase des Atlantikums angehören. Die Zuteilung der Einheiten 1 und 2 in eine Chronozone bleibt, ohne absolute Datierung, noch hypothetisch.

Datierung der Einheit 3

Wir verfügen für die Einheit 3 über zwei 14C-Datierungen:

- 6310 ± 55 BP an der Basis (-7,90 m bis -7,80 m)
- 5620 ± 50 BP in der Mitte (-7,50 m bis -7,40 m)

Eine dritte Datierung wurde an der Grenze zwischen den Einheiten 3 und 4 durchgeführt:

- 4910 ± 55 BP (-7,10 m bis -7,00 m).

Diese Einheit gehört ins Atlantikum. Ihre obere Grenze bildet den Übergang vom Atlantikum ins Subboreal.

Datierung der Einheiten 4 bis 6

Für die Einheit 4 verfügen wir über drei 14C-Datierungen:

- 3980 ± 40 BP (-6,70 m bis -6,60 m)
- 3720 ± 45 BP (-5,50 m bis -5,35 m)
- 3455 ± 40 BP (-5,00 m bis -4,90 m).

Sie weisen diese Einheit dem Subboreal zu, obschon der oberste Teil gestört ist.

Die Einheit 5 gehört immer noch dem Subboreal an, auch wenn die Störungen anhalten.

Für die Einheit 6 verfügen wir über drei 14C-Datierungen:

- 3715 ± 45 BP (-2,95 m bis -2,85 m)
- 2910 ± 40 BP (-1,95 m bis -1,85 m)
- 1835 ± 40 BP (-0,90 m bis -0,80 m).

Die erste Datierung entspricht gestörten Schichten. Die zweite entspricht dem Subboreal. Die dritte dem Subatlantikum.

Die obersten Schichten sind arm an Pollen. Sie sind zu wenig aussagekräftig, um den Übergang zwischen dem Subboreal und dem Subatlantikum im Bohrprofil palynologisch zu charakterisieren. Das Pollenprofil der Voruntersuchung bringt Aufschluss darüber.

10. Interpretation und Entwicklung der Vegetationsgeschichte

Die Entwicklung der Pflanzengesellschaften lässt sich durch die Veränderungen der Menge der Baumpollen und der Gräserpollen (= nicht Baumpollen) erkennen. Diese Entwicklung wird immer von unten nach oben beschrieben, d.h. von den ältesten zu den jüngsten Schichten, in der logischen Abfolge der Sedimentation.

Einheit 1 (Basis -10,00 m bis -8,75 m)

Diese Einheit ist älter als 6300 BP, was ca. 5300 v. Chr. entspricht.

Die Birke, die Kiefer und die Hasel bilden den Hauptanteil des Waldbestandes auf dem Hügel. Die Birke und die Hasel streben dem Lichte zu, der Wald war somit nicht sehr dicht. Die Eiche, die Ulme und vielleicht auch die Buche siedelten auf trockeneren Standorten. Die Fichte und die Tanne, die im Erscheinungsbild schwach vertreten sind, waren entweder selten in der Nähe des Moores zu finden, oder sie stammten aus sehr weit entfernten Beständen. Die noch wenig vertretene Erle deutet auf die Existenz von offenen und feuchten Zonen.

Die Einheit 1 widerspiegelt einen Wald in der Nähe der Sondierung. Der Eichenmischwald, mit Eichen und Ulmen, ist schon vorhanden und weist wärmeliebende Arten (Linde und sporadisch Esche) auf. In der näheren Umgebung trifft man auf offene Gebiete und Feuchtgebiete.

Einheit 2 (-8,68 m bis -8,10 m)

Diese Einheit ist ebenfalls älter als 6300 BP bzw. 5300 v. Chr.

Im Wald weichen die wärmeliebenden Bäume zugunsten von Holzarten, die ein kühleres und weniger feuchtes Klima bevorzugen zurück. Auf dem Hügel findet man also immer noch einen lichten Wald. Die schuttliebenden Pflanzen, die oft die vom Menschen verlassenen Stellen, Wegränder und Gräben besiedeln, sind unbedeutend. Sie zeugen eher von klimatischen Veränderungen als von menschlicher Präsenz.

In der weiteren Umgebung gibt es die für offene und feuchte Standorte charakteristischen Gräser.

Einheit 3 (-8,05 m bis -7,10 m)

Diese Einheit datiert ungefähr zwischen 6300 und 4900 BP, was der Zeitspanne zwischen 5300 und 3700 v. Chr. entspricht.

Während dieses Abschnitts des Atlantikums siedelten sich auf dem Hügel Baumarten an, die Feuchtigkeit brauchen, wie die Esche, Buche und auch die Tanne. Sie ersetzen den Kiefern- und Birkenwald. Der Eichenmischwald hat sich ausgedehnt; darin beherrschen Linde und Ulme die Eiche. Efeu (*Hedera*) breitet sich im Walde aus. Die Erle, Zeuge von Feuchtgebieten, nimmt zu. Die Ausbreitung von Hasel lässt die Existenz von Waldlichtungen erkennen. Die freiliegenden Gebiete, wo die Gräser vorherrschen, sind weit vom Sondierstandort entfernt.

Einheit 4 (-7,06 m bis -3,65 m)

Diese Einheit beginnt bei ca. 4900 BP, dies entspricht ca. 3700 v. Chr. Die Datierungen für den obersten Teil dieser Einheit sind wegen der festgestellten Störungen (um 3400 BP, d.h. 1700 v. Chr.) mit Vorsicht zu betrachten.

Die Veränderungen in der Vegetation sind sowohl regional wie auch lokal. Regional siedelt sich die Fichte, die zwar schwach schon im Atlantikum anwesend war, auf den Hügeln an. Sie steht jedoch im Verdrängungskampf mit der Tanne und der Buche, die die Oberhand nehmen. Die Ulme und die Linde erreichen nicht mehr ihre früheren Anteile, ihr Rückgang ist definitiv. Dagegen zieht sich die Esche nur vorübergehend zurück. In der direkten Umgebung des Sondierpunktes siedeln sich dank Veränderungen im Wasserhaushalt die Erle und Riedgräser (Cyperazeen) an. Röhricht mit Riedgräsern, umgeben von einem Erlenwald, hat sich ebenfalls angesiedelt.

Röhricht und Erlenwald stehen in Konkurrenz zueinander, jeder versucht, die Oberhand zu gewinnen (einem Erlenminimum entspricht ein Cyperazeenmaximum und umgekehrt). Danach geht das Röhricht zugunsten des Erlenwaldes zurück. Dies könnte eine Austrocknung des Standortes bedeuten. Die Anwesenheit von monoleten Sporen, deren Ausdehnung die der Cyperazeen begleitet, könnte von Schwemmaterial in der Mulde herrühren oder von der Verbreitung von Farnen in der Umgebung des Standortes.

In dieser Einheit, die wir dem Beginn des Subboreals zuordnen, erscheint der Einfluss des Menschen durch die Präsenz von Getreidepollen (Getreidepollen bezeugen eine Bewirtschaftung des Landes). Das jedoch nur sporadische

Auftreten dieser Getreidepollen deutet darauf hin, dass die Kulturen in einer gewissen Entfernung vom Pollenfundort angelegt wurden.

Eine Datierung wurde in einer Getreidepollen enthaltenden Schicht durchgeführt: (-6,70 m / -6,60 m: 3980 ± 40 BP). Dieses Datum entspricht in der Archäologie dem Endneolithikum. Schuttliebende Pflanzen (Röhrenblütler) deuten ebenfalls auf die Präsenz des Menschen hin. Ihr gegenseitiges Auftreten und Zurückgehen, im Wechsel mit der Buche, könnte auf Rodungen zurückzuführen sein.

Einheit 5 (-3,58 m bis -3,05 m)

Die stratigraphischen Umschichtungen in dieser Einheit lassen keine absolut präzise Datierung zu. Sie dürfte zwischen 3400 und 3000 BP liegen, was ungefähr den Kalenderjahren zwischen 1700 und 1300 v.Chr. entspricht.

Diese Umschichtungen haben zur Folge, dass die Pollenzusammensetzung evtl. nicht repräsentativ ist.

Die Ausbreitung der Buche scheint auf Kosten der Tanne und der Fichte zu geschehen. Da die schuttliebenden Pflanzen unbedeutend sind, können Rodungen nicht in Betracht gezogen werden, um den Rückgang dieser beiden Baumarten zu erklären. Der Grund dürfte eher ein natürlicher Konkurrenzkampf gewesen sein.

Im Moor ist der Erlenwald immer noch vorhanden, das Röhricht ist jedoch sehr zurückgegangen.

Einheit 6 (-3,00 m bis -2,50 m)

Die Einheit dürfte bei 3000 BP beginnen (gegen 1300 v.Chr.) und dauert bis in die Gegenwart.

Der unterste Teil ist gestört. Die lokale Vegetation hat Vorrang gegenüber der regionalen Vegetation. In der Tat dehnt sich das Cyperazeen-Röhricht auf Kosten des Erlenwaldes aus und kolonisiert zum Teil das Moor.

In der regionalen Vegetation, auf dem Hügel, geht die Buche zurück. Die gleichzeitige starke Ausbreitung der schuttliebenden Pflanzen (Doldengewächse, Röhrenblütler) könnte diesen Rückgang durch Waldrodungen erklären. Die menschliche Aktivität drückt sich durch vom Standort entfernte Kulturen aus.

Pollenprofil der Voruntersuchung am Westrand der Mulde (-1,65 m bis -0,10 m)

Der untere Teil dieses Profils kann durch den -987/-986 v.Chr. gefallen Eichenstamm dem Subboreal zugeordnet werden. Der Übergang zum Subatlantikum dürfte bei -0,45 m liegen, er entspricht der Abnahme der Eiche und der Tanne sowie der Zunahme der Zungenblütler (Cichoreen).

Der Übergang vom Subboreal ins Subatlantikum findet hier in -0,45 m Tiefe statt, im Bohrprofil dagegen bei der Kote -1,50 m. Dies ist auf eine unterschiedliche Torfkompression zwischen dem Muldenrand und der Muldenmitte zurückzuführen. Die Veränderungen der lokalen Vegetation hängen von den Schwankungen des Wasserspiegels ab, was die Änderungen der Pollenzu-

sammensetzungen erklärt. Zwischen -1,65 m und -1,20 m entwickelt sich ein Röhricht mit Cyperazeen bei einem hohen Wasserspiegel. Zwischen -1,15 m und -0,60 m geht der Wasserspiegel zurück, was der Erle zugute kommt. Schliesslich breitet sich das Röhricht bei -0,60 m und -0,10 m wieder aus. Die Vermehrung der Zungenblütler (Cichoreen) und der Rückgang der Eiche in der regionalen Vegetation weisen auf Rodungen hin.

11. Zusammenfassung

11.1. Die Entwicklung der Vegetation auf dem Eschnerberg

Die Auffüllung der Mulde im Rietle fand unter einer abwechslungsreichen Abfolge von Landschaften statt.

Den Lehmschichten an der Basis (-10,00 m bis -8,15 m) entspricht nicht etwa ein Gewässer sondern eine bewaldete Landschaft mit Kiefer, Birke und Hasel, später dann mit Kiefer und Birke. Auf dem beigen Torf (zwischen -8,15 m und -7,00 m) stockte ein Ulmen- und Lindenwald. Der Übergang (zwischen -7,00 und -6,65 m) vom unteren beigen Torf zum darüber liegenden braunen Torf entspricht einer erneuten Änderung der Landschaft: Entstehung eines Röhrichtes bei der Sondierungsstelle und, darum herum, eines Erlenwaldes. Dieser lithologische Übergang entspricht ebenfalls dem zeitlichen Übergang zwischen der Chronozone des Atlantikums und der des Subboreals um 5000 BP. Die mächtige Torfablagerung ab -6,00 m ist gleichzeitig mit der Ausbreitung des Erlenwaldes und, auf regionaler Ebene, von mesophilen Arten. Dieser braune Torf entspricht ebenfalls den Rodungen, die im Subboreal mit Sicherheit bezeugt sind, dann einem Rückgang des Erlenwaldes im Anschluss an die erneute Ausbreitung eines Röhrichts.

Stratigraphische Umlagerungen in den Schichten -4,70 m bis -2,50 m zeugen von veränderten hydrologischen Verhältnissen, die stark genug waren, um Torfschichten am Rande der Mulde zu erodieren und sie am Untersuchungsort wieder zu deponieren.

11.2. Menschliche Aktivität auf dem Eschnerberg

Im Pollenprofil ist der menschliche Einfluss insgesamt wenig markiert. Dieser Einfluss ist jedoch klar zu erkennen durch die Anwesenheit von Getreidepollen, sprich Kulturen, um 4000 BP, also im Neolithikum.

Wahrscheinlich fanden Rodungen aber schon im Subboreal, nach 3450 BP, statt, also während der Bronzezeit, was den Buchenwald zurückdrängte.

Menschlicher Einfluss ist sicher belegt in einem späteren Zeitpunkt des Subboreals durch Rodungen, die den Rückgang des Buchenwaldes und später der Eiche bewirkten.

Man kommt zu dem Schluss, dass die stratigraphische Torfumlagerung zwischen -4,70 m und -2,50 m auf die Nutzbarmachung des Rietle, wahrscheinlich mittels Dränierung, zurückzuführen ist.

11.3. Vergleich der Untersuchungen im Rietle mit den Untersuchungen in der Rheinebene

Die Untersuchung des Pollenprofils aus dem Rietle ermöglicht es, die zeitliche Ausdehnung gewisser Taxa zu bestimmen:

- Die Linde, Ulme, Erle und Buche dringen in den Kiefer-, Birken- und Haselwald ein (bestimmter Zeitpunkt vor 6300 BP).
- Die Tanne, die Esche und das Efeu (*Hedera*) etablieren sich kurz vor 6300 BP d.h. während des Atlantikums.
- Die Fichte, die während des Atlantikums schon anwesend war, etabliert sich später während des Übergangs vom Atlantikum zum Subboreal, d.h. um 5000 BP.

Nachstehend vergleichen wir die Merkmale der Vegetation des Profils aus dem Rietle mit denjenigen aus der Ebene (Judenmähd und Unteres Riet), um basierend auf den 14C-Datierungen, die Gesamtentwicklung der Vegetation darzustellen.

Die *Tabelle 3* gibt zuerst einen Überblick darüber welche Chronozonen in welchem Standort belegt sind.

Tabelle 3: Belegung der Chronozonen in den drei Standorten.

	Judenmähd	Unteres Riet	Rietle
Subatlantikum	vorhanden	vorhanden	vorhanden
Subboreal	vorhanden	vorhanden	vorhanden
Atlantikum	vorhanden	fraglich	vorhanden
Boreal	-	-	fraglich
Preboreal	-	-	fraglich

Atlantikum (zwischen 7500 BP und 5000 BP)

Zwei 14C-Datierungen wurden im Profil Judenmähd durchgeführt: 7395 ± 70 BP und 6465 ± 70 BP. Sie liegen somit im älteren Atlantikum.

Um 7400 BP ist die Ebene durch den Erlenwald und Feuchtwiesen besetzt. Die Pollenzufuhr aus der regionalen Vegetation bezeugt die Anwesenheit der Buche und des Eichenmischwaldes mit Linde und Ulme auf den Hügeln, und die Präsenz der Tanne in den höher gelegenen Standorten.

Der Vergleich mit dem Pollenprofil aus dem Rietle erweist sich als hypothetisch, denn darin können die Polleneinheiten 1 und 2 nicht mit absoluter Sicherheit dem älteren Atlantikum zugewiesen werden.

Dagegen lassen sich die mit 6465 ± 70 BP datierten palynologischen Zusammensetzungen aus der Judenmähd mit den mit 6310 ± 55 BP datierten aus dem Rietle vergleichen (Einheit 3):

- Die Tanne breitet sich in beiden Profilen aus. Merkwürdigerweise sind die Prozentzahlen in der Ebene höher als die auf dem Eschnerberg (etwa 10% mehr). Möglicherweise sind Tannennpollen durch das Wasser des Rheins zugeführt worden und sind deswegen in der Judenmähd übervertreten.

- In beiden Profilen ist die Verbreitung der Fichte gut markiert.
- Die Erle und die Birke sind schwach vertreten.
- Die Eiche, Linde und die Ulme sind im Rietle reichlicher vorhanden.

Um 6400 BP haben Cyperazeenwiesen den Erlenwald ersetzt. Auf den Hügeln entwickelt sich eher ein Eichenmischwald mit Ulme und Linde, gepaart mit Hasel. Weiter oben breiten sich die Tanne und die Fichte aus. Bemerkenswert ist die zeitliche Übereinstimmung in beiden Profilen der Ausbreitung der Tanne und das noch zaghafte Erscheinen der Fichte.

Wir haben die Hypothese geäußert, unterstützt von einer 14C-Datierung (-7,10/-7,00 m: 4910 ± 55 BP), dass der Übergang vom Atlantikum ins Subboreal mit dem Rückgang der Ulme und der Linde zusammenfällt. Dieser Übergang wäre allein im Rietle erkennbar.

Subboreal (zwischen 5000 und 2500 BP)

Zusätzlich zu den Datierungen im Rietle sind zwei weitere 14C-Datierungen verfügbar:

- 4785 ± 75 BP im Unteren Riet
- 3390 ± 70 BP in der Judenmahd.

Um 4800 BP weiten sich die Feuchtwiesen mit Cyperazeen im Profil Unteres Riet, in der Ebene, aus. Auf den Hügeln bleibt der Eichenmischwald beständig wie auch der Tannen- und Fichtenwald. Im Profil aus dem Rietle ist das Landschaftsbild dasselbe. Die Tanne, Eiche, Ulme und Linde sind darin ähnlich vertreten, die Buche besser. Eine Ausnahme bildet die Fichte, deren Ausbreitung im Profil aus dem Rietle gut erkennbar ist, was im Unteren Riet dagegen nicht der Fall ist. Der Grund dafür bleibt offen.

Die mit 3390 (70 BP datierten Schichten in der Judenmahd können mit den mit 3455 (40 BP datierten Schichten im Rietle verglichen werden.

- Die Prozentzahlen der Birke, Hasel, Fichte, Linde und Ulme sind gleichwertig.
- Die Hainbuche ist in beiden Profilen selten.
- Die Buche und die Esche sind im Rietle häufiger.
- Die Kiefer ist in der Judenmahd gut, dagegen im Rietle schlecht vertreten.
- Dieser Unterschied könnte durch die Anwesenheit der Erle auf dem Moor beruhen, die einen Teil der Pollenzufuhr verdecken würde.

Zu dieser Zeit haben sich in der Ebene die Cyperazeenwiesen entfaltet. Auf den Hügeln scheint der Buchenwald besser vertreten als die Wälder mit Kiefern, Tannen und Fichten.

Der Übergang vom Subboreal ins Subatlantikum ist an keinem Standort erkennbar.

Subatlantikum (2500 BP bis Gegenwart)

Das Subatlantikum ist im Rietle schlecht charakterisiert, weil wenig Pollen vorhanden sind. In der Judenmahd gibt es ein Datum 2390 ± 55 BP, die Sedimentschicht ist jedoch dünn. Darin zeigt sich ein Rückgang gewisser Baum-

arten, wie Kiefer und Tanne, und eine Zunahme der Birke, der Buche und der Eiche sowie der schuttliebenden Pflanzen.

11.4. Vergleiche mit palynologischen Studien in der Ostschweiz

Einige Vergleiche wurden mit Pollenprofilen aus der Ostschweiz (Faningebiet und Thuralpen) (H.P. WEGMÜLLER, 1976) gezogen. Nach Wegmüller:

- erscheinen die ersten Hasel-, Ulmen- und Lindenpollen im Präboreal, gegen 10000 BP. Im Rietle sind diese Pollen in der Basis des Profils vorhanden;
- die explosionsartige Ausbreitung der Hasel findet im Boreal, gegen 9300 BP statt (Wegmüller). Eine solche Phase wird im Rietle nicht registriert;
- während des Atlantikums, gegen 7800 BP, tritt die Kurve des Efeus hervor. Dasselbe gilt im Rietle um 6300 BP;
- in der Ostschweiz geschieht die Ausbreitung der Buche gegen 6500 BP. Im Rietle ist es schwierig, den Beginn dieser Ausbreitung zu datieren, denn die Buche ist schon in der Basis des Diagramms anwesend. Jedoch wird die Buche gegen 6300 BP klar präsenter;
- die Fichte breitet sich in der Ostschweiz gegen 6200 BP aus, ihre Ausdehnung fällt ins Subboreal. Im Rietle sind die Fichtenpollen ab 6300 BP kontinuierlich anwesend. Ihre Ausbreitung findet gegen 5000 BP im Subboreal statt;
- der Rückgang der Ulme hätte gleichzeitig mit der neolithischen Landwirtschaft stattgefunden und wäre auf die Verwendung von Zweigen und Blättern als Tierfutter zurückzuführen. Im Rietle gibt es keine Anhaltspunkte für eine solche Interpretation;
- landwirtschaftliche Aktivitäten werden in der Ostschweiz ab 7000 BP bezeugt. Die Entwicklung der Landwirtschaft kann bis ins Subatlantikum verfolgt werden. Auf dem Eschnerberg sind derartige Zeugnisse selten vorhanden.

12. Schlussfolgerungen

Die ausführlichen Untersuchungen des Moores im Rietle auf dem Eschnerberg bieten uns eine palynologische Referenz für das Fürstentum Liechtenstein an einem vom Wasser des Rheins nicht berührten Standort.

Das Zurückgreifen auf «massive» technische Verfahren (Bohrmaschine, professionelle Bohrfirma) ermöglichte es, eine Tiefe von 10 Metern zu erreichen und Bohrkerne mit einem grossen Durchmesser zu erhalten. Dies ergab eine gute zeitliche Einordnung des Bohrprofils dank elf ¹⁴C-Datierungen und ein dichtes Netz von palynologischen Proben (123 Proben im Bohrprofil, dazu 20 Proben aus den Voruntersuchungen im Rietle).

Die Untersuchungen ergaben, dass

- das Moor über 7000 Jahre Vegetationsgeschichte aufgezeichnet hat;
- die Chronozonen des Atlantikums, des Subboreals und des Subatlantikums erkannt werden konnten;

- die Vielzahl der 14C-Datierungen es ermöglichte, Umbildungen der Torfschichten in 4,70 m bis 2,50 m Tiefe hervorzuheben, nämlich im Subboreal, was in der Archäologie der Bronzezeit entspricht.

Obschon diese Umlagerungen natürlichen Ursprungs sein können, muss doch eine Einrichtung dieses Standortes durch den Menschen in Betracht gezogen werden. In der Tat sind menschliche Aktivitäten schon in früher Zeit erkennbar (Getreidepflanzungen im Neolithikum, wahrscheinliche Rodung des Buchenwaldes in der Bronzezeit).

Die palynologischen Aussagen im einzelnen.

- Die Basis des Profils, bestehend aus grauem Lehm (-10,00 m /-8,75 m), lässt im wesentlichen eine bewaldete Landschaft erkennen. Der Wald ist wenig dicht, mit Arten, die das Licht mögen und ein eher warmes und ziemlich feuchtes Klima bevorzugen.
- Darüber lagern weitere graue Lehmschichten (-8,68 m /-8,10 m). Die entsprechende Vegetation besteht aus einem immer noch lichten Wald, der sich unter einem kühleren und weniger feuchten Klima entwickelt.
- Dann wird Torf abgelagert, wobei die Frage offenbleibt, ob zwischen dem Lehm und dem Torf eine Ablagerungslücke, ein sogenannter Hiatus, besteht oder nicht.
- Die ersten Torfschichten (-8,05 m /-7,10 m) fallen in die Chronozone des Atlantikums (7500-5000 BP). Die Vegetation entspricht einer feuchteren Umgebung als zuvor. Zur gleichen Zeit entwickeln sich in der Rheinebene Cyperazeenwiesen.
- Die Torfschichten im Rietle zwischen -7,06 m und -2,50 m gehören zum Subboreal (5000-2500 BP). In der Vegetation wechseln sich ein Cyperazeenröhricht und ein Erlenwald ab. Menschliche Aktivitäten wurden schon erwähnt (Getreide, Rodungen). In der Rheinebene bestätigt sich die Entwicklung der Cyperazeenwiesen.
- Der Übergang vom Subboreal ins Subatlantikum (gegen 2500 BP) ist im Rietle schwach markiert (wahrscheinlich bei -1,50 m im Bohrprofil und bei -0,45 m am westlichen Rand des Moores). Während des Subatlantikums geht der Konkurrenzkampf zwischen dem Cyperazeen-Röhricht und dem Erlenwald weiter. Erneute Rodungen finden wahrscheinlich statt. Zu dieser Zeit bestätigt die Zunahme der schuttliebenden Pflanzen in der Rheinebene die Hypothese von menschlichen Eingriffen in die Vegetation.

13. Literatur

GEOLOGISCHE KARTE DES FÜRSTENTUMS LIECHTENSTEIN (1985), Herausgeber: Regierung des Fürstentums Liechtenstein, 1:25000.
 HURNI J.-P., ORCEL A., ORCEL C., (1995): Ein Jahrzehnt Dendrochronologie im Dienste der historischen Bauforschung im Kanton Zürich (1983-1993), Sonderdruck aus: Denkmalpflege des Kantons Zürich, 11. Bericht 1983-1986, Seiten 443-458.

- LIBBY W.F., (1952): Radiocarbon dating. University of Chicago Press, Chicago.
- PALÉO-ENVIRONNEMENT HOLOCÈNE ET ARCHÉOLOGIE DANS LES ALPES FRANÇAISES DU NORD ET LEUR PIÉMONT (1991): Ouvrage collectif, sous la direction de R. Vivian. Editions du Comité des Travaux Historiques et Scientifiques, Paris, 184 p.
- RENAULT-MISKOVSKY J., PETZOLD M., (1990): Spores et pollen. Editions La Duraulié, 360 p.
- STUIVER M., REIMER P.J., (1993): Extended 14C data base and revised CALIB 3.0 14C age calibration program. Radiocarbon, vol. 35, n° 1, p. 215-230.
- WEGMÜLLER H.P., (1976): Vegetationsgeschichtliche Untersuchungen in den Thuralpen und im Faningebiet (Kantone Appenzell, St. Gallen, Graubünden/Schweiz). Bot. Jahrb. Syst., 97, 2, 226-307.

Anschrift der Autorin/Autoren:

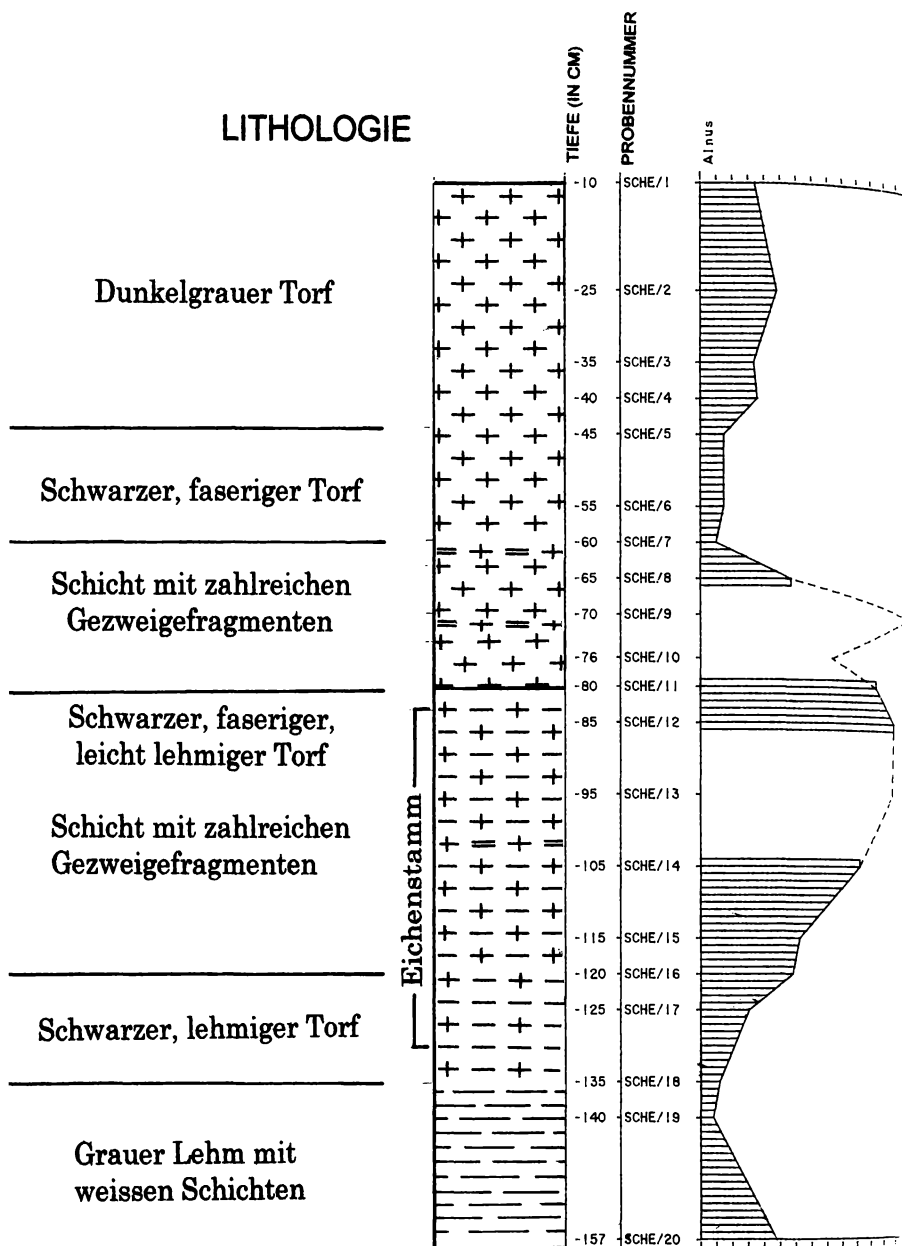
*Laurent Van der Plaetsen
Laurence Marambat
Laboratoire Archéolabs
F-38840 St-Bonnet de Chavagne*

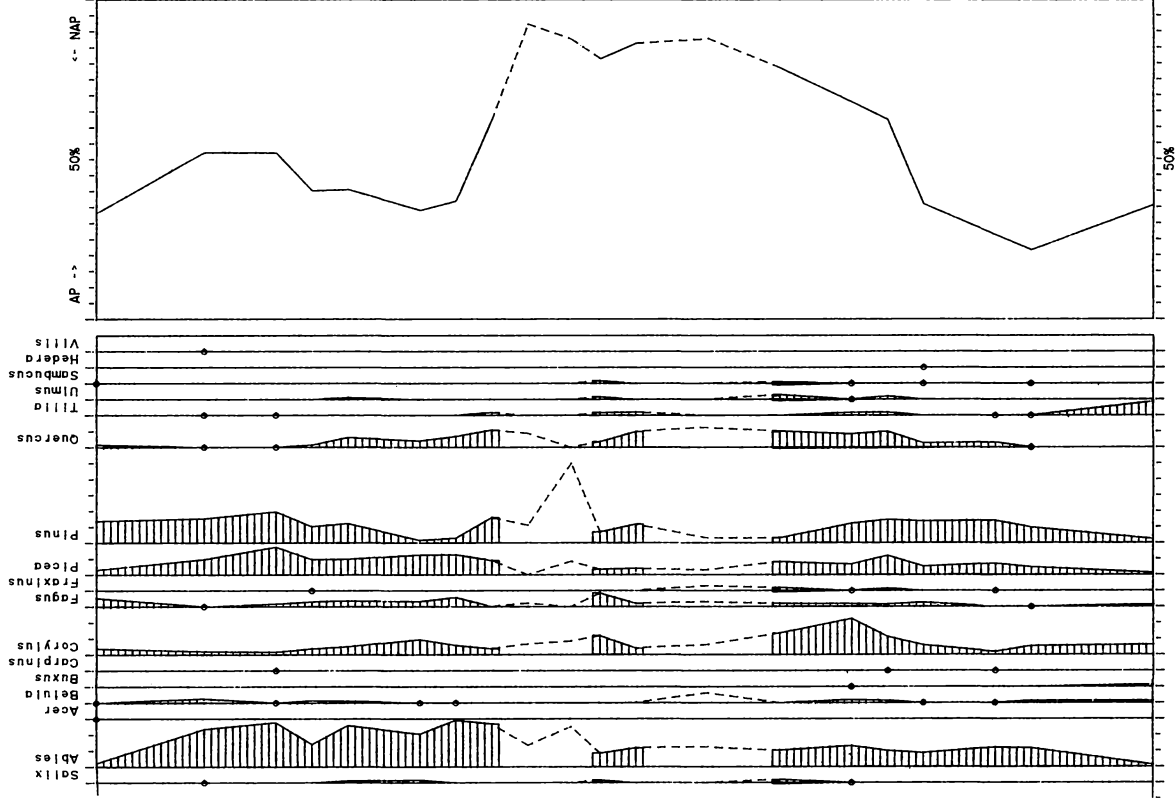
*Jean-Pierre Hurni
Laboratoire Romand de Dendrochronologie
rue St-Michel 4
CH-1510 Moudon*

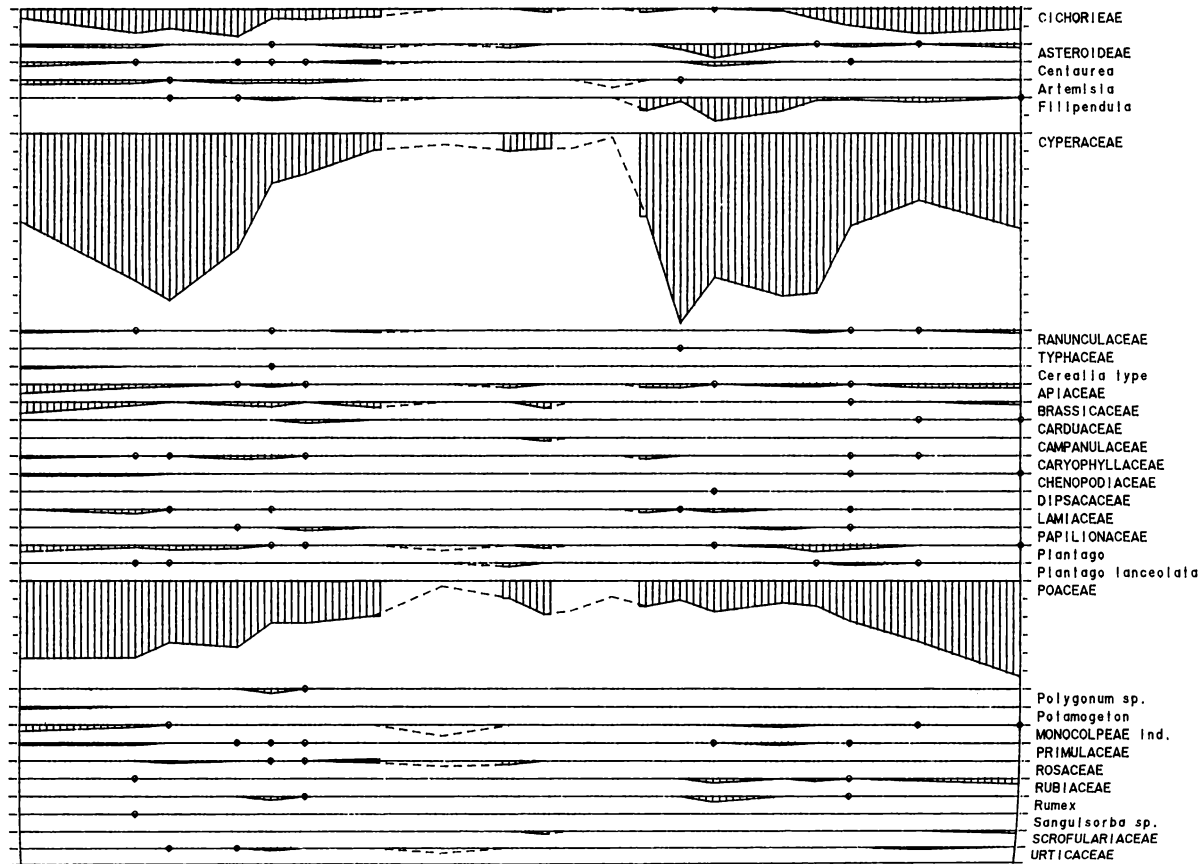
Anhang 1: Resultate der ersten Pollenuntersuchung von Torfproben, entnommen in der Nähe eines kleinen Eichenstammes (vgl. Kap. 4)

Anhang 2: (Plan Buchrückseite): Vegetationsabfolge aufgrund der detaillierten palynologischen Untersuchung im «Rietle»

LITHOLOGIE







AP + NAP (IN ZAHLEN)					PROBENNUMMER	DENDROCHRONOLOGISCHE DATIERUNG	CHRONOZONEN
	MONOLETES	Polypodium	Sphagnum	TRILETES			
- 263	64	0	0	1	SCHE/1		
- 315	131	1	0	0	SCHE/2		
- 356	80	2	0	1	SCHE/3		
- 272	107	0	0	0	SCHE/4		
- 163	259	0	0	0	SCHE/5		
- 256	47	0	0	0	SCHE/6		
- 206	23	0	0	0	SCHE/7		
- 112	36	0	0	1	SCHE/8		
- 90	32	0	0	0	SCHE/9		
- 24	10	0	0	0	SCHE/10		
- 118	27	0	0	3	SCHE/11	Winterhalbjahr -987/-986	
- 102	40	0	0	0	SCHE/12		
- 65	13	0	0	1	SCHE/13		
- 195	28	0	0	0	SCHE/14		
- 214	50	0	0	0	SCHE/15		
- 302	68	0	0	0	SCHE/16		
- 234	26	0	0	1	SCHE/17		
- 316	21	0	0	1	SCHE/18		
- 328	7	1	0	0	SCHE/19		
- 163	54	0	3	0	SCHE/20		
					SUBBOREAL ——— SUBATLAN.—		

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Berichte der Botanisch-Zoologischen Gesellschaft Liechtenstein-Sargans-Werdenberg](#)

Jahr/Year: 1998

Band/Volume: [25](#)

Autor(en)/Author(s): van der Plaetsen Laurent, Marambat Laurence, Hurni Jean-Pierre

Artikel/Article: [Die Pollenuntersuchung des Moors «im Rietle» auf dem Eschnerberg - Hinweise auf die Vegetation der letzten 7000 Jahre 193-227](#)