

TELMA	Band 35	Seite 33 - 60	9 Abb., 2 Tab.	Hannover, November 2005
-------	---------	---------------	----------------	-------------------------

Rekonstruktion spät- und postglazialer Umweltbedingungen an einem Torfprofil aus dem Varreler Schlatt (Landkreis Diepholz, Nordwestdeutschland)

Reconstruction of late and postglacial environmental conditions due
to a peat profile from the 'Varreler Schlatt' (district Diepholz,
Northwestern Germany)

ANTJE KAPPEL, HERMANN BEHLING
und BERND ZOLITSCHKA

Zusammenfassung

Anhand pollenanalytischer und sedimentologischer Parameter (Wassergehalt, Trockendichte, Kohlenstoff- und Stickstoff-Gehalt und C/N) wurde die lokale und regionale Waldvegetation, die Moorentwicklung und die lokale Siedlungsentwicklung für das Kleinstmoor Varreler Schlatt (Landkreis Diepholz, Nordwestdeutschland) rekonstruiert. Das 3,5 m lange Profil setzt pollenstratigraphisch vor ca. 12.000 Jahren ein und umfasst die Chronozonen ab Allerød. Zwischen 0,9 und 1,5 m Tiefe ist ein Hiatus, der durch Torfstich vermutlich während des 2. Weltkrieges hervorgerufen wurde. Dadurch wurden Torfe ab Subatlantikum bis 1950 AD entfernt.

Abstract

The local and regional forest vegetation, the development of the mire and the local development of settlement near the peat bog 'Varreler Schlatt' (district Diepholz, Northwestern Germany) were reconstructed by pollen and sedimentological parameters (water-content, dry density, the contents of carbon and nitrogen and C/N). The 3.5 m long profile starts due to pollen stratigraphy 12.000 years ago and includes the chrono-zones since Allerød. Between 0.9 and 1.5 m depth is a hiatus, probably caused by peat cutting during World War II. Thereby the peat since Subatlantic until 1950 AD were removed.

1. Einleitung

Zur Vegetationsentwicklung des Varreler Schlatts sind bereits zwei pollenanalytische Untersuchungen durchgeführt worden. Die erste Untersuchung von PFAFFENBERG (1952) umfasste ein Profil von maximal 1,5 m. Die zweite Untersuchung wurde auf Veranlassung von K.-D. MEYER (schriftliche Mitteilung 2002) durchgeführt. Es war zu erwarten, dass die ältesten Torfe bis ins Spätglazial reichen würden; was, da in Nord-Deutschland selten, zu palynologischen Untersuchungen herausforderte. Deshalb wurde ein 3,5 m mächtiges Profil entnommen, untersucht und landschaftsgeschichtlich interpretiert.

2. Untersuchungsraum

Das untersuchte Kleinstmoor „Varreler Schlatt“ (R: 34 90 760, H: 58 48 660) liegt im Staatsforst Erdmannshausen, ca. 50 km südlich von Bremen, nahe der Ortschaft Affinghausen (Ldkr. Diepholz, Niedersachsen; Abb. 1).

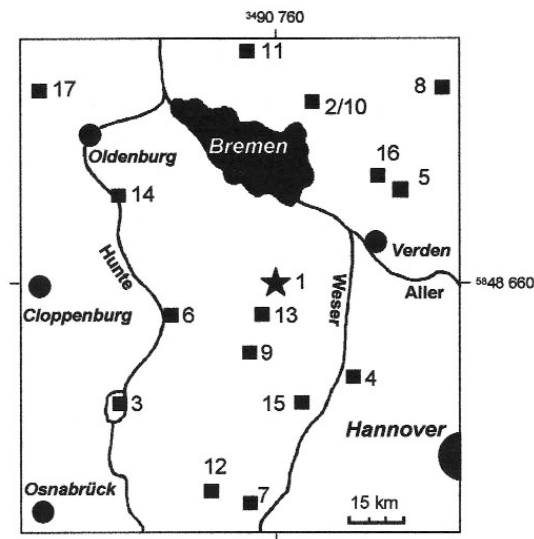


Abb. 1: Lage des Varreler Schlatts und erwähnter pollenanalytischer Untersuchungspunkte (1 Varreler Schlatt - KAPPEL 2002; 2 Dannenberg - OVERBECK 1949; 3 Dümmer - PFAFFENBERG & DIENEMANN 1964; 4 Estorf - CASPERS 1993; 5 Eversener See - MITTMANN & AL. 2004; 6 Großes Moor - SCHNEIDER & STECKHAN 1963; 7 Hiller Moor - FREUND 1994; 8 Hohes Moor - SCHNEEKLOTH 1963; 9 Hustedt - PFAFFENBERG 1933; 10 Huxfeld - OVERBECK 1949; 11 Moor am Heimelberg - ZICKERMANN 1996; 12 Nettelstedt - PFAFFENBERG 1933; 13 Pastorendiek - FELGENER 2002; 14 Poggenpohlsmoor - GROBE-BRAUCKMANN & DIERBEN 1973; 15 Schünebusch - CASPERS 1993; 16 Waller Moor - ZICKERMANN 1996; 17 Zwischenahner Meer - GRAHLE & MÜLLER 1967)

Location of Varreler Schlatt and mentioned pollenanalytical investigations

In dieser Region fallen im Jahr durchschnittlich 718 mm Niederschlag und die Jahresmitteltemperatur liegt bei 9,4 °C (DWD 1989 – 1998, DWD 1999 – 2000). Das Varreler Schlatt liegt in der Syker Geest, einem Teil der Nienburg-Meppener Geest (MEISEL 1959). Das Liegende besteht aus Ablagerungen der saalezeitlichen Drenthe-Hauptmoräne und wird von weichselzeitlichem Sandlöß von 1 m Mächtigkeit überlagert (MEYER 1984, PFAFFENBERG & DIENEMANN 1964).

Die heutige Vegetation des Varreler Schlatts wird vorrangig aus *Eriophorum angustifolium* (Schmalblättriges Wollgras) und Torfmoosen (vor allem *Sphagnum cuspidata*) gebildet. Etwas seltener treten *Eriophorum vaginatum* (Scheidiges Wollgras), *Juncus effusus* (Flutterbinse), *Molinia coerulea* (Pfeifengras), *Carex rostrata* (Schnabel-Segge) und *Typha latifolia* (Breitblättriger Rohrkolben) auf. Vereinzelt kommt es zum Aufwuchs von *Betula* (Birke) und *Pinus* (Kiefer). Die Vegetation des angrenzenden Moorrandes setzt sich aus *Salix aurita* (Ohr-Weide), *Betula pubescens* (Moor-Birke), *Pinus sylvestris* (Wald-Kiefer) und *Frangula alnus* (Faulbaum) zusammen (FA ERDMANNSHAUSEN 1985).

3. Material und Methoden

3.1 Pollenanalytische Untersuchungen

Im zentralen Bereich des Schlatts wurde mit einem Russischen Kammerbohrer ein Profil von 3,5 m Länge entnommen (Abb. 2).

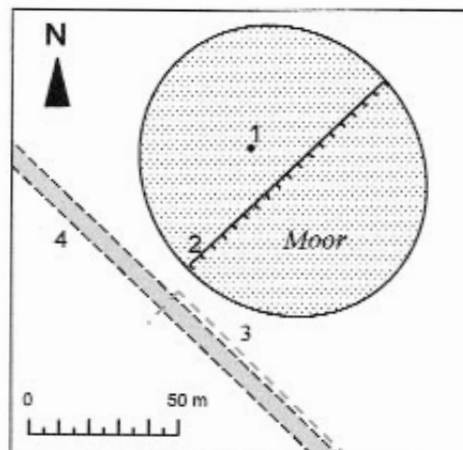


Abb. 2: Lageskizze der Untersuchungspunkte im Varreler Schlatt (nicht maßstabsgerecht; 1 – Kernbohrung; 2 - Transekt; 3 - Alter Entwässerungsgraben; 4 - Forstweg)

Outline of the position of the investigation points in the Varreler Schlatt (not true to scale; 1 – removing point of the profile; 2 - transect; 3 – old draining ditch; 4 – forest path)

Die Proben wurden nach pollenanalytischen Standardmethoden mit 10%iger Salzsäure (HCl), 10%igem Kaliumhydroxid (KOH) und Acetolyse aufbereitet (FAEGRI & IVERSEN 1989). Zur Bestimmung der Pollenkonzentration (Pollenkörner/cm³) wurden *Lycopodium*-Sporen hinzugegeben (LANG 1994). Unter Zuhilfenahme von MOORE, WEBB & COLLISON (1991) sowie der Pollenvergleichssammlung des Bodentechnologischen Institutes Bremen (BTI) wurden die Pollenkörner bestimmt. Die Auszählung wurde bis zu einer Mindestsumme von 500 Baumpollen (BP) vorgenommen. In einigen Fällen konnte aufgrund sehr geringer Baumpollenzahlen eine Auszählung nur bis 300 BP erfolgen.

Für die graphische Darstellung der Ergebnisse wurden die Programme TILIA, TILIA-GRAPH und TGVIEW verwendet (GRIMM 1991). Die graphische Darstellung der prozentualen Pollenanteile bezieht sich immer auf die Gesamtsumme der Baumpollen. In diese Summe wurden die Pollen von *Corylus* (Hasel) nicht einbezogen. Die Zonierung des Pollendiagramms erfolgte nach FIRBAS (1949).

3.2 Sedimentologische Untersuchungen

Wassergehalt, Trockendichte, C- und N-Gehalt wurden erst ab einer Tiefe von 150 cm bestimmt, da im überlagernden Kernmaterial aufgrund des geringen Zersetzungsgrades eine ungestörte Probenahme nicht möglich war. Da die Proben karbonatfrei waren, werden die mit dem C-N-Analysator gemessenen Kohlenstoffwerte dem organischen Kohlenstoff zugeordnet. Der Wassergehalt wurde nach OSTENDORP & BLUM (1998) und die Trockendichte nach DIN 18125-1 (1997-08) errechnet.

4. Ergebnisse

4.1 Querschnitt und Stratigraphie

Die folgende Abbildung stellt die entlang dem SW-NE gerichteten Transekt gemessenen Torfmächtigkeiten dar (Abb. 3). In Tabelle 1 wird die Stratigraphie des entnommenen Profils beschrieben.

4.2 Sedimentologische Ergebnisse

Die Abbildung 4 zeigt die Ergebnisse der Messungen und Berechnungen der sedimentologischen Parameter.

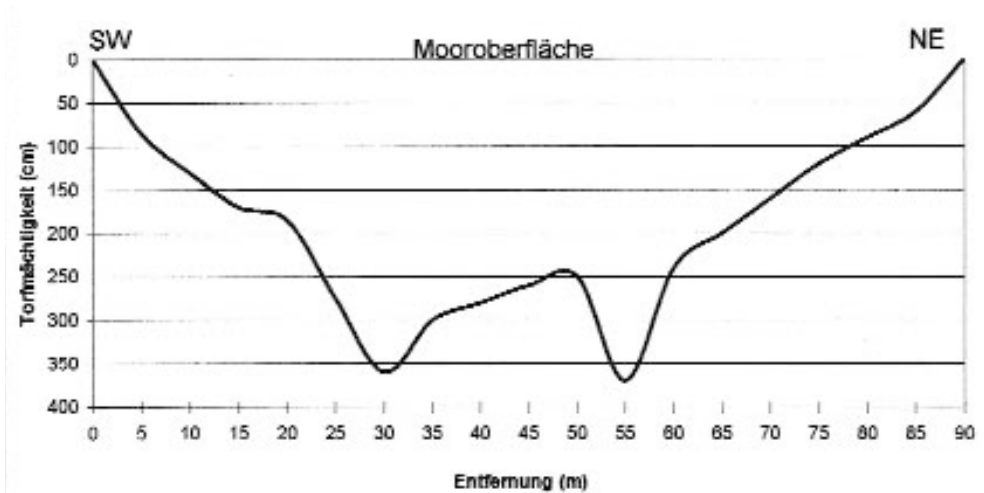


Abb. 3: Torfmächtigkeiten im Varreler Schlatt entlang des Transektes (Überhöhung 10-fach)
Thickness of peat in the Varreler Schlatt along the transect (Superelevation 10-times)

Tab. 1: Stratigraphie des Varreler Schlatts
Stratigraphy of the Varreler Schlatt

Horizont	Tiefe (cm)	Horizontbeschreibung
1.1	0 – 50	<i>Sphagnum cuspidata</i> -Torf, 10 YR 4/4 (gelb-braun), kaum zersetzt, Blattreste, kleinere Wurzeln;
1.2	50 – 90	<i>Sphagnum cuspidata</i> -Torf, 10 YR 4/4 (gelb-braun), schwach zersetzt, Blattreste, kleinere Wurzeln;
2	90 – 150	Wasserlinse;
3.1	150 – 160	Radzellentorf, 5 YR 2,5/1 (schwarz), sehr stark zersetzt, breiig;
3.2	160 – 185	Radzellentorf, 5 YR 2,5/1 (schwarz), sehr stark zersetzt, weichplastisch;
3.3	185 – 260	Radzellen-/ Binsentorf mit <i>Menyanthes trifoliata</i> (Fieberklee), 7,5 YR 3/2 (sehr dunkel braun), stark zersetzt, weichplastisch;
3.4	260 – 285	Radzellen-/ Binsentorf, 2,5 YR 3/2 (sehr dunkel grau-braun), stark zersetzt, halbfest;
4	285 – 315	Mudde/ amorpher Torf, 2,5 YR 4/7 (olive-braun), stark zersetzt, weichplastisch, hoher Tonanteil;
5.1	315 – 325	Riedtorf mit <i>Menyanthes trifoliata</i> , 2,5 YR 3/2 (sehr dunkel graubraun), stark zersetzt, halbfest;
5.2	325 – 330	Mudde/ amorpher Torf, 2,5 YR 4/7 (olive-braun), stark zersetzt, halbfest;
5.3	330 – 345	Riedtorf mit <i>Menyanthes trifoliata</i> , 2,5 YR 3/2 (sehr dunkel graubraun), stark zersetzt, halbfest;
5.4	> 345	Mischhorizont aus Mudde und Torf, 2,5 YR 4/7 (olive-braun), stark zersetzt, halbfest.

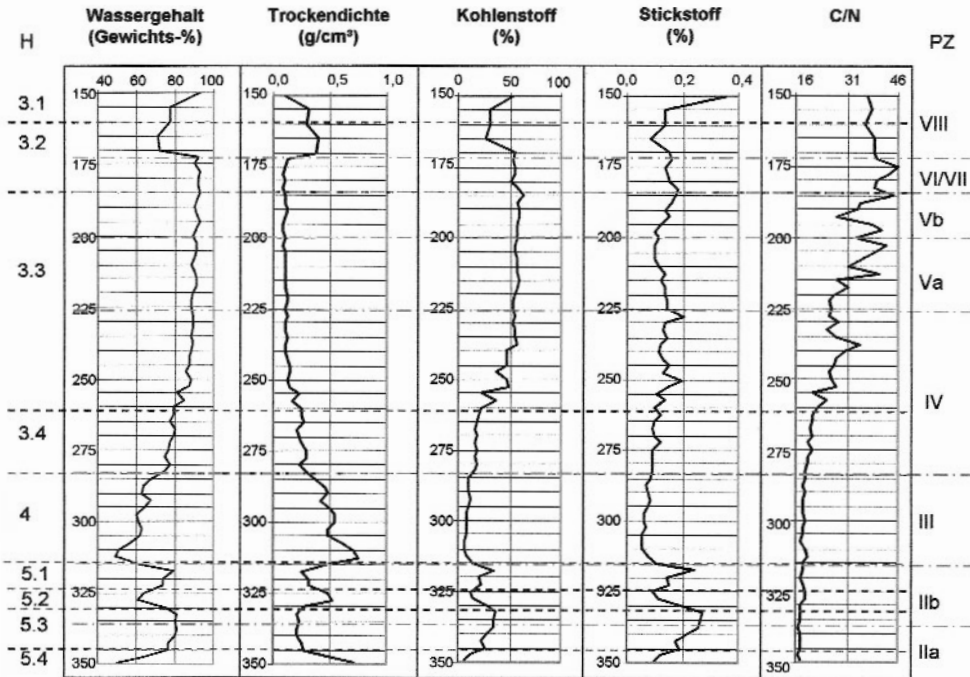


Abb. 4: Überblick über die sedimentologischen Parameter (H-Horizonte aus Tab. 1; PZ- Pollenzonen)
 Overview of the sedimentological parameters (H - horizon corresponding to tab. 1; PZ - pollen zones)

4.3 Pollenanalytische Ergebnisse

In den Abbildungen 5 – 8 werden die Ergebnisse der Pollenanalyse dargestellt. Die Tabelle 2 beschreibt die Grenzen der Pollenzonen, die Probenanzahl und die Kriterien der Grenzziehung zwischen den einzelnen Pollenzonen.

5. Interpretation und Diskussion der Ergebnisse

Für den Kern des Varreler Schlatts liegen keine Radiokarbondatierungen vor. Daher ist eine absolute Datierung der Vegetationsentwicklung nicht möglich. Entsprechend der pollenstratigraphischen Einordnung nach FIRBAS (1949) beginnt das Pollendiagramm im Spätglazial im Älteren Alleröd (PZ IIa). Im Subboreal setzt ein Hiatus ein, der durch die Wasserlinse zwischen 90 und 150 cm Tiefe gegeben ist. Der oberhalb der Wasserlinse liegende *Sphagnum*-Horizont setzt in der Gegenwart, dem Subatlantikum (ca. 1950 AD; PZ X) ein. Die ungefähren Altersangaben der Pollenzonen (PZ) sind geschätzt und erfolgen in konventionellen ¹⁴C-Jahren BP nach LANG (1994).

Tab. 2: Pollenzonen und deren Grenzen im Varreler Schlatt
 Pollen zones and its borders in the Varreler Schlatt

Pollenzone	Kerntiefe (cm)	Probenanzahl	Grenze zur nächsten (oberen) Pollenzone wird charakterisiert durch:
PZ X – Subatlantikum	0 – 90	23	
PZ VIII – Subboreal	150 – 172	5	Das Subboreal und das sich anschließende Subatlantikum liegen nur unvollständig vor. Eine Grenzziehung zur PZ X ist daher nicht möglich
PZ VI/VII – Atlantikum	172 – 185	3	Rückgang von <i>Ulmus</i> , weiterer Anstieg von <i>Quercus</i> und Beginn der geschlossenen <i>Fagus</i> -Kurve (Buche)
PZ Vb – Jüngerer Boreal	185 – 202	5	starker Rückgang der PK von <i>Pinus</i> und <i>Corylus</i> und Anstieg von <i>Alnus</i> (Erle), <i>Quercus</i> und <i>Tilia</i> (Linde)
PZ Va – Älteres Boreal	202 – 227	5	Anstieg von <i>Betula</i> und <i>Corylus</i> sowie Rückgang der <i>Pinus</i> -PK
PZ IV – Präboreal	227 – 285	14	Beginn der geschlossenen Kurven von <i>Quercus</i> (Eiche) und <i>Ulmus</i> (Ulme) und kräftiger Anstieg von <i>Corylus</i>
PZ III – Jüngere Dryas-Zeit	285 – 315	6	Rückgang der PK von <i>Betula</i> , der Gräser und NBP und Anstieg der <i>Pinus</i> -PK
PZ IIb – Jüngerer Alleröd	315 – 337	4	Rückgang der PK von <i>Pinus</i> , Anstieg der PK von <i>Betula</i> , Poaceae (Süß-) und Cyperaceae (Sauergräser)
PZ IIa – Älteres Alleröd	337 – 350	3	Rückgang der PK von <i>Betula</i> , <i>Salix</i> und <i>Populus</i> (Pappel) und Zunahme von <i>Pinus</i>

5.1 Entstehung des Varreler Schlatts

Das Moor Varreler Schlatt ist in einer Hohlform entstanden, deren Genese, Pingo oder Auswehung, nicht weiter untersucht wurde. Es ist anzunehmen, dass das Varreler Schlatt nicht durch Auswehung (Schlattform), sondern durch die periglaziale Bildung eines Pingos im Weichselglazial entstanden ist. Pingos können Durchmesser von 30 m bis mehrere 100 m erreichen (AHNERT 1996, OVERBECK 1975). Die Entstehung des Varreler Schlatts in der Weichsel-Eiszeit wäre auf diese Weise denkbar, allerdings wurde kein morphologischer Hinweis auf den typischen Ringwall gefunden. Des Weiteren ist auch fraglich, ob die Zeit vom Ende des Hochglazials (ca. 15.000 BP) bis zum im Profil nachweisbaren Alleröd (Beginn ca. 12.000 BP) für das Austauen der Bodeneislinse ausreichte. Unterhalb der allerödzeitlichen Bildungen liegen weitere Mudden, die auf eine Seebildung hinweisen und damit die Zeit des möglichen Auftauens weiter verkürzen.

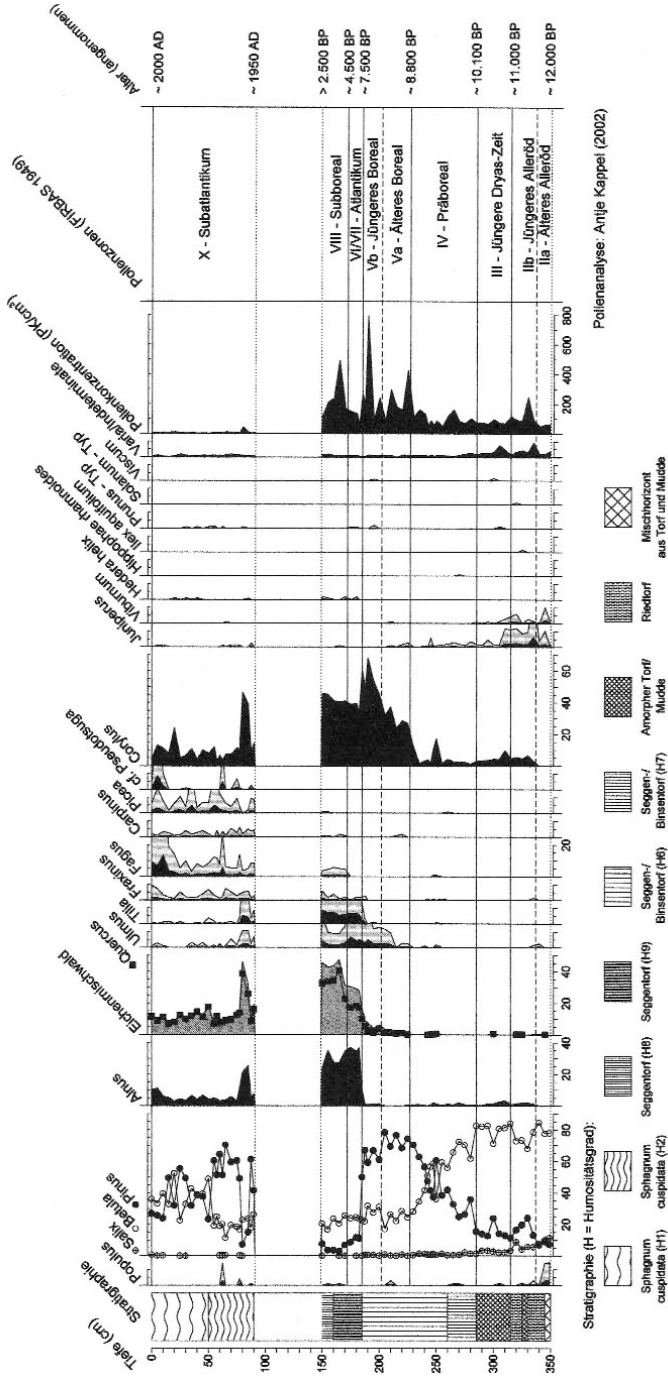


Abb. 5: Pollendiagramm Varreter Schlatt – Lokale Waldentwicklung (Teil 1)
 Pollen diagram Varreter Schlatt – local development of the wood (part 1)

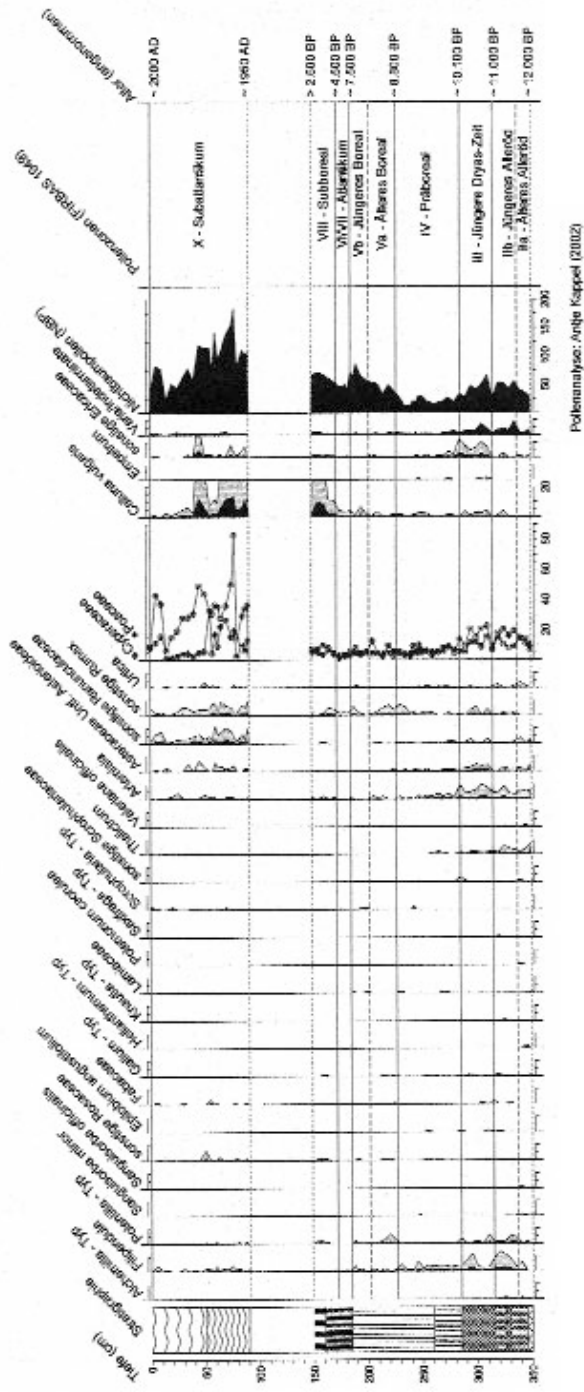


Abb. 6: Pollendiagramm Värreler Schlatt – Lokale Waldentwicklung (Teil 2)
 Pollen diagram Värreler Schlatt – local development of the wood (part 2)

5.2 Lokale und regionale Waldentwicklung

5.2.1 Alleröd-Wärmeschwankung (PZ II; 12.000 – 11.000 BP)

Für die Auswertung war die Einteilung des unteren Sedimentabschnittes (350 – 315 cm Tiefe) in die walddgeschichtlichen Abschnitte nach FIRBAS (1949) problematisch. Aufgrund mehrerer Kriterien, z.B. keine deutliche Zunahme des *Betula*-Pollens und kontinuierliches Auftreten der am häufigsten vertretenen Kräuter *Thalictrum*, *Potentilla* und *Artemisia* sowie das Fehlen typischer Pollen in einer möglichen Pollenzone I (GRAHLE & MÜLLER 1967, vgl. OVERBECK 1949), aber auch aufgrund des Vorhandenseins eines *Betula*- und *Pinus*-Maximums wurde die Einteilung in Älteres und Jüngeres Alleröd gewählt. Eine deutliche Aufspaltung in einen *Betula*- und *Pinus*-Gipfel zeigen auch die spätglazialen Profile von MATHEWS (2000), MERKT & MÜLLER (1999), OVERBECK (1949), RICKERT (2001) und SCHNEEKLOTH (1963). Dabei kennzeichnen nach BEHRE (1967) der *Betula*-Gipfel die kältere Birkenphase (IIa) und der *Pinus*-Gipfel die gemäßigte Birken-Kiefern-Phase des Alleröds (IIb).

Die starke Zunahme der Cyperaceen bestätigen auch die Pollendiagramme von FREUND (1994), SCHNEEKLOTH (1963) und CASPERS (1993). Zudem sollen nach der Aufstellung von OVERBECK (1975) die Pflanzentypen *Myriophyllum* (Tausendblatt) und *Nuphar* (Teichrose) erst ab der Pollenzone II auftreten (siehe Abb.7).

Kurz nach dem Beginn Jüngeres Alleröd tritt eine starke Veränderung der sedimentologischen Parameter ein, wobei sie ähnliche Werte wie in der Jüngeren Dryas-Zeit aufweisen (Abb. 4). Dies deutet auf ähnliche Umweltbedingungen, d.h. ein kühleres Klima und damit eine geringere Vegetationsdichte, die die Ausspülung und Auswehung von Sedimentpartikeln und deren Eintrag in den See begünstigt (BEHRE 1967, CASPERS 1993, OVERBECK 1975, RICKERT 2001 und ZICKERMANN 1996). Allerdings zeigen die für die Waldentwicklung relevanten Pollenwerte der Bäume und Kräuter keine Veränderung, die auf eine schnelle und gravierende Abkühlung hinweist. Jedoch können Pflanzen, die direkt im Zusammenhang mit der Seentwicklung stehen, mit dem zwischengeschalteten Horizont korreliert werden (siehe Kap. 5.3.1.). Daher ist anzunehmen, dass es sich um eine Veränderung im Seebecken handelt und nicht um eine starke klimatische Abkühlung.

Die allerödzeitliche Erwärmung spiegelt sich in den sedimentologischen Parametern wider. Die abfallende Kurve der Trockendichte und die gleichzeitig ansteigenden Kurven des Wassergehaltes und der C/N zeigen eine gesteigerte Biomasseproduktion infolge der Temperaturerhöhung. Das Pollendiagramm zeigt, dass sich im **Älteren Alleröd** (IIa) in der Umgebung des Varreler Schlatts überwiegend *Betula* ausbreitete. Vereinzelt kam auch *Pinus*, seltener *Salix* und *Populus* vor. Nach CASPERS (1993) und FREUND (1994) handelte es sich vor allem im Älteren Alleröd noch vielfach um *Salix herbacea* und *S. reticulata* (Netz-Weide) sowie *Betula nana* (Zwerg-Birke).

Auf eine Auflockerung der allerödzeitlichen Vegetationsdecke weisen am Varreler Schlatt vor allem die lichtliebenden Pflanzenarten hin. Die Artenvielfalt im Pollendiagramm lässt erkennen, dass auf den Freiflächen Relikte der ehemaligen Tundravegetation überdauerten, wie z.B. *Thalictrum*, *Helianthemum* und *Artemisia* zusammen mit zahlreichen Poaceen. Zudem zeigen die mittleren Werte der Trockendichte trotz erhöhter Biomasseproduktion auch den Eintrag von mineralischem Material.

Auf ein verhältnismäßig kühleres Klima im Älteren Alleröd weisen das häufigere Vorkommen von *Betula* und *Salix*, aber auch die sehr selten auftretenden Arten wie *Alchemilla*-Typ (Frauenmantel) und *Polemonium ceorulea* hin (BEHRE 1967).

Die Zunahme von *Pinus* in der Umgebung des Varreler Schlatts im **Jüngeren Alleröd** (IIb) kennzeichnet die weitere Erwärmung in dieser Zeit. Trotz dieser Erwärmung blieb *Betula* dominierend im Landschaftsbild. Nach OVERBECK (1975) ist erst mit der weiteren Erwärmung des Jüngeren Alleröds die Verdrängung der licht- und kälteliebenden Zwergsträucher von *Salix* und *Betula* durch die höherwüchsigen *Betula pubescens* und *Pinus* möglich.

Die zunehmende Beschattung konnte am Varreler Schlatt zwar die Artenvielfalt der Kräuter und den Anteil der Poaceae reduzieren, aber ein deutlicher Rückgang der Kräuter, vor allem lichtliebender Pflanzen der Tundravegetation ist nicht festzustellen. Allerdings weist der gestiegene Anteil der thermophilen Gattung *Filipendula* (Madesüß) auf höhere Temperaturen als im Älteren Alleröd.

Der Anstieg der NBP in dieser Pollenzone beruht allein auf dem Anstieg der Cyperaceen. Durch Änderung des Wasserspiegels müssen größere Flachwasserzonen am Ufer des Sees entstanden sein, in denen sich Cyperaceen ausbreiten konnten (siehe Kap. 5.3.).

Das Auftreten von *Alnus* und *Corylus* im Jüngeren Alleröd kann nicht eindeutig einem natürlichen Vorkommen zugeordnet werden. Verschiedenen Pollendiagrammen folgend, z.B. Moor am Heimelberg (ZICKERMANN 1996), Dannenberg (OVERBECK 1949), Hustedt und Nettelstedt (PFAFFENBERG 1933), Poggenpohlsmoor (GROBE-BRAUCKMANN & DIERBEN 1973) sowie Dümmer (PFAFFENBERG & DIENEMANN 1964), ist anzunehmen, dass *Alnus* erst ab Präboreal/Boreal im Untersuchungsraum vorkam. Das Auftreten einzelner Pollenkörner ist zuvor möglich, allerdings die Bildung einer geschlossenen Kurve wie im Varreler Schlatt unwahrscheinlich, da dies auf ein stetes Vorkommen hinweisen würde. Entsprechend den Pollendiagrammen Hiller Moor (FREUND 1994), Dannenberg und Huxfeld (OVERBECK 1949), Schünebusch (CASPER 1993), Dümmer (PFAFFENBERG & DIENEMANN 1964) und Waller Moor (ZICKERMANN 1996) kann im Untersuchungsraum in der Jüngeren Dryas-Zeit mit dem ersten Vorkommen von *Corylus* gerechnet werden. Auch die Bildung einer geschlossenen *Corylus*-Kurve ist ab Ende Alleröd/Beginn Jüngere Dryas-Zeit wahrscheinlich, allerdings mit Prozentwerten von zunächst ≤ 1 %. Wie weit diese Werte durch Fernflug bestimmt werden, ist nicht zu sagen.

5.2.2 Jüngere Dryas-Zeit (PZ III; 11.000 – 10.100 BP)

Die starke Abkühlung des Klimas und die damit einsetzende Öffnung der Landschaft vor allem zum Anfang der Jüngeren Dryas-Zeit zeigen sich im Anstieg der NBP, im Rückgang von *Pinus*, in der Änderung der sedimentologischen Parameter und im sehr hohen mineralischen Anteil der Seeablagerungen.

Mit der Abkühlung lichteten sich die Wälder des Alleröds und die Tundravegetation konnte sich mit hoher Artenvielfalt auf den entstehenden Freiflächen wieder ausbreiten. Die neuentstandenen Freiflächen wurden des Weiteren auch zunehmend von *Betula*, seltener von *Salix* besiedelt. Nach CASPERS (1993), FREUND (1994), MATHEWS (2000) und ZICKERMANN (1996) kehrten mit der Abkühlung auch die zwerg- und strauchwüchsigen Formen von *Betula* und *Salix* zurück.

Erstmalig wuchsen verstärkt Ericaceen (Heidekrautgewächse), unter anderem *Calluna vulgaris* (Besenheide). Nach FREUND (1994) und OVERBECK (1975) charakterisieren der Anstieg der Zwergsträucher *Calluna vulgaris* und sonstigen Ericaceen, aber auch Pflanzen des *Rumex acetosa*-Typs die einsetzende und zunehmende Auslaugung sowie die Podsolierung der Geestböden. FREUND (1994) korreliert die geringen Werte der azidophilen Ericaceen (Varreler Schlatt $\leq 3\%$) mit dem Vorkommen basenreicher Böden, auf die in der Umgebung des Varreler Schlatts auch Pollenfunde von *Salix*, *Prunus*-Typ (Kirsche), *Solanum*-Typ (Nachtschatten), *Viburnum* (Schneeball), *Thalictrum* und *Urtica* (Brennnessel) weisen (ELLENBERG et al. 1991). Wahrscheinlich ist vor allem an früheren Standorten von *Pinus* mit der Anreicherung von Huminsäuren durch den Abbau der Nadelstreu zu rechnen. An diesen saueren Standorten wurde vermutlich der Aufwuchs und die Ausbreitung der azidophilen Arten begünstigt.

Die stetige Abnahme der Trockendichte sowie die kontinuierliche Zunahme des Wassergehaltes kennzeichnen während der Jüngeren Dryas-Zeit die fortschreitende Ausbreitung der Tundravegetation auf den offenen Bodenflächen, wodurch der Eintrag mineralischer Bestandteile in den See verringert wurde.

5.2.3 Präboreal (PZ IV; 10.100 – 8.800 BP)

Mit der stetigen Erwärmung konnte sich *Pinus* ausbreiten und beendete damit die Dominanz von *Betula*. Eine ähnliche Entwicklung ist in der näheren Umgebung nur in den Pollendiagrammen am Dümmer (PFAFFENBERG & DIENEMANN 1964) und Poggenpohlsmoor (GROBE-BRAUCKMANN & DIERBEN 1973) festzustellen. Andere Pollendiagramme wie Schönebusch (CASPERS 1993), Dümmer/391 (PFAFFENBERG & DIENEMANN 1964), Dannenberg und Huxfeld (OVERBECK 1949), Waller Moor und Moor am Heimelberg (ZICKERMANN 1996) sowie Hiller Moor (FREUND 1994), beschreiben teil-

weise deutlich höhere Werte für *Betula* gegenüber *Pinus*. FREUND (1994) begründet dies damit, dass sich *Pinus* mit der Erwärmung nur dort stark ausbreiten konnte, wo *Pinus* die Dryas-Zeit überdauerte. Demnach muss in der Umgebung des Varreler Schlatts ein solches Reliktvorkommen vorhanden gewesen sein.

Mit der Erwärmung im Präboreal und der Ausbreitung von *Pinus* ging am Varreler Schlatt der Anteil von *Betula* und *Salix*, vor allem der zwerg- und strauchwüchsigen Arten zurück (CASPER 1993, FREUND 1994, ZICKERMANN 1996). Begünstigt durch den Temperaturanstieg gilt nun das vereinzelte Auftreten thermophiler Edellaubhölzer wie *Quercus*, *Ulmus* und *Fraxinus* (Esche) nach FIRBAS (1949) als charakteristisch für das Präboreal.

Die Verdichtung der Wälder zeigt sich vor allem durch den Rückgang der Gräser, Kräuter und Ericaceae, die durch die höhere Beschattung der Bäume verdrängt wurden. Die weitere Abnahme der Trockendichte und der stetige Anstieg des Wassergehaltes belegen die zunehmende Fixierung der Sedimentpartikel durch die bodennahe Vegetationsschicht und Baumwurzeln. Während diese physikalischen Parameter bereits kurz nach dem Beginn des Präboreals ähnliche Werte wie im Alleröd erreichen, steigen die chemischen Parameter Kohlenstoff- und Stickstoffgehalt erst ab etwa der Mitte des Präboreals sehr stark an. Die zunächst geringen C/N-Werte wurden vermutlich durch eine erhöhte Zersetzungsrates im Moor hervorgerufen, wobei wahrscheinlich vor allem Kohlenstoff und Stickstoff in Gasform ausgetragen wurden. Anschließend blieb vermutlich der Abbau der organischen Substanz hinter der Biomasseproduktion zurück.

5.2.4 Boreal (PZ Va/b; 8.800 – 7.500 BP)

Im **Älteren Boreal** (PZ Va) erreichte *Pinus* die maximale natürliche Ausbreitung und dominierte das Waldbild. *Salix*, *Alnus* und *Betula* wuchsen wahrscheinlich fast ausschließlich am Ufer des entstandenen Moores. Selten, aber dennoch kontinuierlich, traten jetzt die Elemente des Eichenmischwaldes *Quercus* und *Ulmus* in Erscheinung.

Mit dem Übergang zum Boreal begann die Bildung einer Strauchschicht aus *Corylus*. Nach FREUND (1994) wurde die starke Ausbreitung von *Corylus* durch thermische Ozeanität und durch das Vorhandensein nährstoffreicherer Böden begünstigt. Durch kleinräumige Änderungen der Wasser- und Nährstoffverhältnisse der Böden können die Werte von *Corylus* jedoch stark schwanken (FREUND 1994).

Das **Jüngere Boreal** (PZ Vb) wird am Varreler Schlatt durch die sehr starke Ausbreitung von *Corylus* im Schatten bzw. Halbschatten von *Pinus* gekennzeichnet, die auch zu dieser Zeit das Waldbild bestimmte. Der leichte Anstieg des *Betula*-Pollens ist vermutlich nicht auf eine erneute Ausbreitung im Wald, sondern auf die Erschließung der

Mooroberfläche zurückzuführen. Zum Ende des Boreals traten *Quercus*, *Ulmus* und *Alnus* häufiger im Wald auf. Gleichzeitig wuchsen auch vereinzelt *Tilia* und *Fraxinus*.

Der Rückgang der NBP während des Boreals wurde nach CASPERS (1993) und FREUND (1994) nicht nur durch die höhere Beschattung des Waldbodens, sondern auch durch Keim Schwierigkeiten in der Nadelstreu verursacht. Die höchsten Wassergehalte und die geringsten Werten der Trockendichte lassen im gesamten Profil keinen Eintrag von Sedimentpartikeln in das Moor erkennen. Wahrscheinlich verhinderte das dichte Wurzelwerk der Bäume den Austrag.

5.2.5 Atlantikum (PZ VI/VII; 7.500 – 4.500 BP)

Die Ausbreitung von *Alnus* und den Arten des Eichenmischwaldes, insbesondere *Quercus*, sowie die Zurückdrängung des *Corylus-Pinus*-Waldes im Atlantikum kennzeichnen die weitere postglaziale Erwärmung. Nach BEHRE (1994) erreichte die postglaziale Erwärmung während des Atlantikums ihr Optimum. Auch die erstmals vorgefundenen Pollenkörner von *Hedera helix* (Efeu) am Varreler Schlatt weisen nach BEHRE (1967) und OVERBECK (1975) auf die Klimaerwärmung und eine zunehmende Ozeanität hin.

Am Varreler Schlatt bildete sich ein Erlenbruchwald aus (siehe Kap.5.3.3.). Aufgrund der überwiegend pseudovergleyten Böden in der Umgebung des Varreler Schlatts ist anzunehmen, dass es sich durch Stauwasserbildung hauptsächlich um feuchte Standorte handelte. Nach PFAFFENBERG (1933) wurde der Rückgang von *Pinus* zusätzlich zur Konkurrenz durch die Laubbäume auch durch die Zunahme der Feuchtigkeit mit dem Anstieg der Ozeanität verursacht. Nach CASPERS (1993) überdauerte *Pinus* im Hochmoorrandbereich, auf trockenen Dünen und Flugsanden sowie gemäß ZICKERMANN (1996) auch auf dem Moor. Die extreme Beschattung des Bodens spiegelt sich im Pollendiagramm unter anderem auch in den sehr niedrigen Werten der Gräser und krautigen Pflanzen wider.

5.2.6 Subboreal (PZ VIII; ab 5.000 BP)

Gegenüber dem Rückgang von *Ulmus* am Übergang Atlantikum/Subboreal, nahm der Anteil von *Quercus* zu und prägte am Varreler Schlatt das Waldbild. Der starke Rückgang von *Ulmus* kennzeichnet im nordwestdeutschen Raum den Übergang vom Atlantikum zum Subboreal (SCHNEEKLOTH 1963, ZICKERMANN 1996).

Alnus blieb am Varreler Schlatt sehr häufig und besiedelte vor allem die feuchten und nassen Standorte.

Aufgrund der geschlossenen Kurve von *Fagus* sowie der fast geschlossenen von *Carpinus* ist anzunehmen, dass diese Pollen auf lokale Vorkommen einzelner Bäume in der Umgebung des Varreler Schlatts zurückzuführen sind. Nach POTT (2000) nutzte *Fagus* den Rückgang von *Tilia* und *Ulmus* zur Ausbreitung auf besseren, nährstoffreicheren Böden im Untersuchungsraum zwischen 3.000 und 2.000 v. Chr. Da die starke Ausbreitung von *Fagus* zwischen 400 und 150 v. Chr. (POTT 2000) fehlt, ist anzunehmen, dass das Torfprofil unterhalb der Wasserlinse älter als ca. 2500 BP ist.

Betula und *Pinus* wuchsen vermutlich nun fast ausschließlich am Moorrand. Trotz der allmählichen Verdrängung von *Corylus* durch den Eichenmischwald, stand dieser immer noch sehr häufig im Unterwuchs der Bäume. Die kaum ausgebildete Krautschicht des Waldes wurde überwiegend von Gräsern und Farnen dominiert.

Insbesondere der Anstieg der Pollen von Poaceen und *Calluna vulgaris* sowie die nun geschlossene Kurve der Kulturpflanzen ab Beginn des Subboreals sind mit hoher Wahrscheinlichkeit auf rodende und ackerbauliche Tätigkeiten der Menschen im Neolithikum zurückzuführen. Der anthropogene Eingriff spiegelt sich auch in einer sehr starken Änderung aller sedimentologischen Parameter wider (siehe Kap. 5.4.1)

5.2.7 Hiatus und Subatlantikum (PZ X; ab ca. 1950 AD)

Den pollenanalytischen Daten folgend, fehlen im Varreler Schlatt Torfablagerungen seit dem Subboreal (ab 2500 BP), die offenbar durch Torfstich entfernt wurden.

Die Wasserlinse zwischen Subboreal und Subatlantikum kennzeichnet den Hiatus im Profil, der durch den Torfstich verursacht wurde. Am deutlichsten zeichnet sich dieser Hiatus in der Stratigraphie anhand des scharfen Überganges vom stark zersetzten Torf des Subboreals zum schwach zersetzten *Sphagnum*-Torf ab. Zudem fehlen im Pollendiagramm nach FIRBAS (1949) die Pollenzone IX mit der Ausbreitung von *Fagus* sowie die wichtigsten Abschnitte der Pollenzone X mit den Veränderungen durch die mittelalterliche Landwirtschaft (FELGENER 2002) bis zum vorhandenen Abschnitt der Gegenwart ab ca. 1950 AD.

5.3 Lokale Vegetationsentwicklung – Moorentwicklung

5.3.1 Älteres Alleröd bis Ende Präboreal: Verlandungszyklen des Varreler Schlatts

Die Verlandung des Varreler Schlatts lässt sich möglicherweise in drei Zyklen einteilen, die in ihrer Dauer verschieden, in ihrem Ablauf aber vergleichbar sind (Abb. 7). Der 1. Zyklus erfolgte Beginn Älteres Alleröd bis Mitte Jüngerer Alleröd (350 - 322 cm Tiefe).

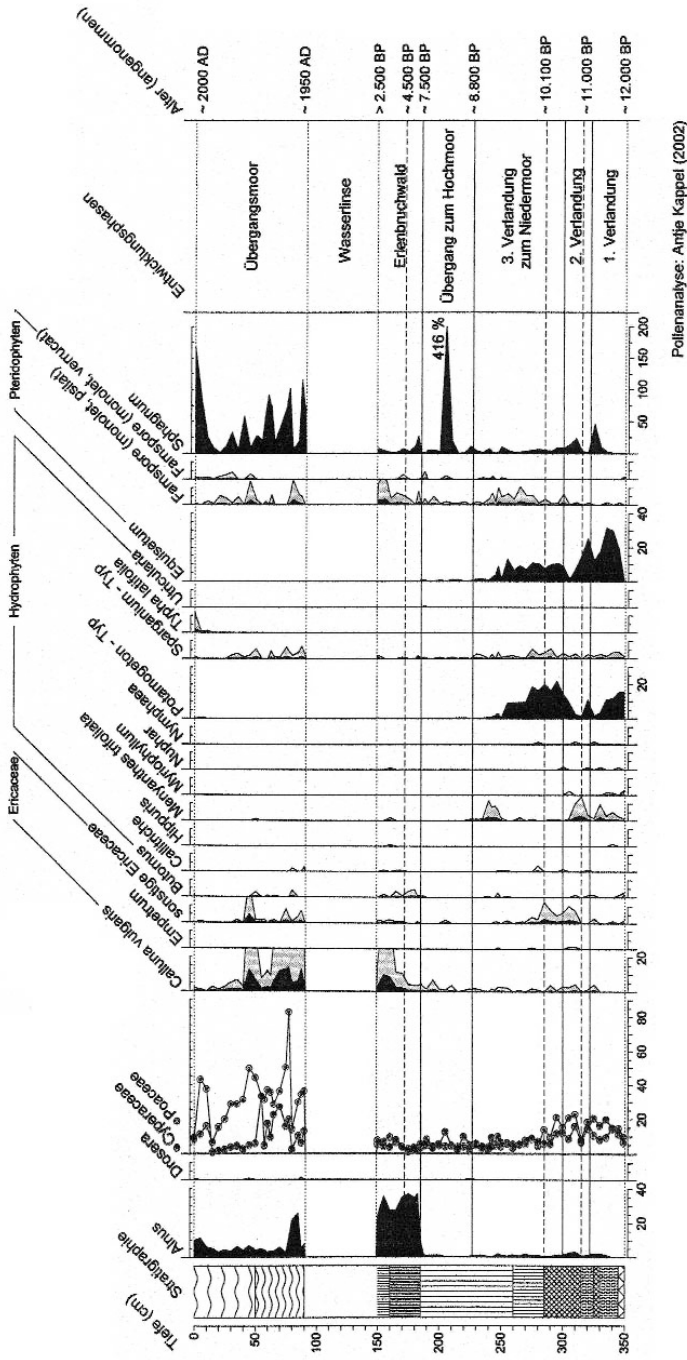


Abb. 7: Pollendiagramm Varreler Schlatt – Lokale Vegetationsentwicklung
 Pollen diagram Varreler Schlatt – local development of the vegetation

Der 2. Zyklus umfasst die Zeit Mitte Jüngerer Alleröd bis Mitte Jüngere Dryas-Zeit (322 – 300 cm Tiefe) und der 3. Zyklus lief von Mitte Jüngere Dryas-Zeit bis Ende Präboreal ab (300 – 227 cm Tiefe).

Alle 3 Zyklen beginnen mit einem Stadium, in dem Wasserpflanzen, vor allem *Potamogeton* (Laichkraut) und seltener *Myriophyllum*, auftraten. In einer vermutlich kleinräumig ausgebildeten Schwimmblattzone kam *Nuphar* vor. Der Röhrichtgürtel setzte sich aus zahlreichen Vertretern der Poaceen, vermutlich *Phragmites australis* (Schilf), und seltener *Hippuris* (Tannenwedel) sowie Vertretern des *Sparganium*-Typs zusammen. Dem Pollendiagramm folgend ist anzunehmen, dass der Groß- und Kleinseggengürtel am stärksten ausgebildet war und zunächst vor allem durch Cyperaceen und seltener durch *Menyanthes trifoliata*, *Butomus* (Schwanenblume) und *Equisetum* (Schachtelhalm) aufgebaut wurde. Am Rand des Sees könnte sich unter Umständen auch ein Birkenbruchwald angeschlossen haben, durchsetzt mit *Salix*.

Der anschließend stark zunehmende Anteil von *Equisetum*-Sporen und Cyperaceen-Pollen bei gleichzeitig einsetzendem Rückgang des *Potamogeton*-Typs lässt möglicherweise die zunehmende Verlandung des vorhandenen Sees erkennen. Bei der Verlandung kann die anfallende Biomasse aufgrund zunehmender anaerober Bedingungen im See nur noch sehr langsam zersetzt werden und sammelt sich am Grund des Sees an. Dies führt zur sukzessiven Erhöhung des Seebodens bei gleichzeitiger Abnahme der Wassertiefe. Die Verkleinerung des Wasserkörpers wurde wahrscheinlich im beginnenden Alleröd und Präboreal zusätzlich durch erhöhte Verdunstung bei zunehmender Erwärmung begünstigt. Durch die geringere Wassertiefe konnte sich vor allem der Klein- und Großseggengürtel zur Seemitte hin ausbreiten und die freie Wasserfläche dadurch weiter verkleinern. Mit der Verringerung der offenen Wasserfläche nahm auch der Anteil der dort wachsenden Pflanzen ab. Das Auftreten von *Sphagnum*-Sporen sowie Cyperaceen bei gleichzeitigem Rückgang der *Equisetum*-Sporen und der *Potamogeton*-Kurve kennzeichnet vermutlich die Entstehung einer Schwingrasendecke, bestehend aus Sphagnum und *Eriophorum* (Cyperaceae).

Neben der Zusammensetzung und der Veränderung der Pflanzengesellschaften zeigen auch die C/N-Verhältnisse die einzelnen Zyklen des Sees. Entsprechend der Anreicherung der organischen Substanz steigen die C/N-Werte in diesen Ablagerungen.

Durch erneute Sauerstoffzufuhr, z.B. mit dem Anstieg des Wasserspiegels, kann nach CAMPBELL (1980) der Prozess der Anreicherung durch erhöhte Abbauaktivitäten beendet bzw. umgekehrt werden. Dadurch wird die organische Substanz abgebaut und Nährstoffe freigesetzt und pflanzenverfügbar. Mit der zunehmenden Zersetzung sinken auch die C/N-Werte in den entsprechenden Ablagerungen. Durch einen Wasserspiegelanstieg mit erneuter Sauerstoffzufuhr könnte die starke Änderung des C/N-Verhältnisse am Ende des 1. und 2. Verlandungszyklus erklärt werden. Fraglich ist, wodurch der Was-

serspiegel im See ansteigen konnte. Nach RICKERT (2001) könnte ein absoluter Anstieg des Grundwasserspiegels durch zunehmend feuchtere Klimaverhältnisse oder ein relativer Grundwasserspiegelanstieg, z.B. durch Absenkung des Seebodens infolge des Tieftauens von unterlagernden Eislinsen, verantwortlich sein. Die genaue Ursache für die starke Änderung der Sedimentparameter kann nicht geklärt werden.

Vor allem das C/N-Verhältnis spiegelt die drei Entwicklungsphasen bis zur endgültigen Verlandung wider. Während der stabilen Seephase bis etwa zum Beginn des Präboreals herrschten eutrophe Bedingungen. Fast das gesamte Präboreal wird dagegen durch bereits mesotrophe Bedingungen gekennzeichnet. Insgesamt spiegelt sich eine zunehmende Oligotrophierung, d.h. Nährstoffverarmung, wider, die durch wesentlich höhere Kohlenstoff-Gehalte gegenüber Stickstoff bedingt wird.

5.3.2 Boreal: Übergang zum Hochmoor

Mit dem **Boreal** begann im Varreler Schlatt möglicherweise der Übergang zum Hochmoor. Das erstmalige Auftreten des vorrangig zur Hochmoorflora gehörenden *Drosera* (Sonnentau) sowie erhöhte *Sphagnum*- und Cyperaceen-Werte können dies allerdings nur ungenügend belegen. Zudem steht die Bestimmung des vorhandenen Radzellentorfes als Niedermoorbildung dem entgegen. Aufgrund der starken Zersetzung des Torfes ist eine Fehlbestimmung jedoch nicht auszuschließen. Andererseits könnte den Übergang zum Hochmoor das C/N-Verhältnis bestätigen, das ab Mitte des Älteren Boreals oligotrophe Nährstoffverhältnisse anzeigt. Zwar lassen die im Pollendiagramm nachgewiesenen Pflanzenarten keine deutlichen Rückschlüsse, insbesondere auf eine Stickstoff-Verarmung zu, allerdings ist eine zunehmende Stickstoffverarmung der Böden durch den *Pinus*-Wald denkbar. Durch den Abbau des Bestandsabfalles der Nadelhölzer entstehen große Mengen stickstoffarmer und mit Wasserstoff-Ionen gesättigte Humus-säuren, die in das Moor eingetragen werden (SCHINNER & SONNLEITNER 1996). Dadurch sinkt der pH im Moor und der Abbau organischer Substanz wird zusätzlich verringert (SCHINNER & SONNLEITNER 1996).

Zudem ist mit der zunehmenden Isolierung des Moores vom Grundwasser-Einflussbereich durch die Ablagerung von Mudden sowie der Oligotrophierung durch Torfmoose zu rechnen.

Pinus und *Betula* wuchsen während des Älteren Boreals vereinzelt auf der Mooroberfläche. Das sehr geringe Auftreten des *Potamogeton*-Typs, *Sparganium*-Typs, *Equisetum* und unter anderem auch höhere Cyperaceen-Werte weisen vermutlich auf eine Versumpfungsfäche oder einen Moorkolk hin. Die geringfügig erhöhten Ericaceen-Werte könnten im Zusammenhang mit dem Anstieg der Cyperaceen-Werte und den extrem hohen *Sphagnum*-Sporen am Ende des Älteren Boreals auf die Entstehung hochmoortypischer Bult- und Schlenkengesellschaften hinweisen.

5.3.3 Atlantikum und Subboreal: Erlenbruchwald

Die starke Ausbreitung von *Alnus* aufgrund erhöhter Ozeanität seit dem Beginn des **Atlantikums** deutet auf die Entstehung eines Erlenbruchwaldes am Moorrand durch erhöhte Feuchtigkeit hin. Höhere Wasserstände werden auch durch das Auftreten der Verlandungspflanze *Butomus* sowie der Sporen von Farnen und Sphagnen unterstützt. Trotz des pollenanalytischen Nachweises erhöhter Feuchtigkeit im Varreler Schlatt nehmen die C/N-Werte ab. Die physikalischen Parameter Wassergehalt und Trockendichte verlaufen sehr konstant. Den Rückgang vor allem des Pflanzennährstoffes Stickstoff lässt auch das C/N-Verhältnis mit sehr armen Nährstoffbedingungen erkennen. Allerdings fehlen pollenanalytisch deutliche Hinweise auf stickstoffärmere Standorte, z.B. durch die Ausbreitung einer typischen Hochmoorflora.

Die höheren Wasserstände seit dem Atlantikum hielten bis in das folgende **Subboreal** an. Das geringe Auftreten des *Potamogeton*-Typs, *Nuphar*, *Hippuris*, *Menyanthes trifoliata*, *Callitriche* (Wasserstern) und *Butomus* sowie die Anstiege der Cyperaceen- und Poaceen-Kurven deuten auf die Entstehung eines kleineren Moorkolkes hin. Am Rand wurde er vermutlich von einer kleinräumig ausgeprägten Verlandungszone begleitet. Der Rückgang der *Sphagnum*-Sporen könnte ebenfalls auf die Entstehung eines Moorkolkes zurückzuführen sein. Der Anstieg von *Calluna vulgaris* in der zweiten Hälfte des Subboreals ist vermutlich nicht auf eine Verbreitung auf der Mooroberfläche, sondern im Zusammenhang mit dem Auftreten von ersten markanten Siedlungszeigern zu sehen (siehe Kap. 5.4.1).

5.3.4 Subatlantikum: Übergangsmoor

Aufgrund der nur teilweise natürlichen Entwicklungsbedingungen nach dem Torfstich (siehe Kap. 5.2.7) wird die Entwicklung im Kapitel 5.4.2 interpretiert und diskutiert.

5.4 Lokale Siedlungsentwicklung und anthropogene Veränderungen

5.4.1 Subboreal: Neolithikum/ Vorrömische Eisenzeit

Erste Hinweise auf eine Besiedlung in der Umgebung des Varreler Schlatts geben die ab dem Subboreal auftretenden Siedlungszeiger und die starke Änderung der sedimentologischen Parameter, die den Eintrag minerogener Materials von entstandenen Freiflächen widerspiegeln (CASPER 1993, Abb.4 und 8). Während vor dem Subboreal auftretende Pollenkörner des Getreidetyps nach BEUG (1986) durch natürliche kurzlebige Polyploidisierung von Poaceen entstanden sind, charakterisieren das gleichzeitige Auftreten weniger Pollen von sonstigen *Cerealia* und des *Plantago lanceolata*-Typs ab Mitte des Sub-

boreals nach BEHRE & KUČAN (1986) und CASPERS (1993) die Wirtschaftsweisen der nordwestdeutschen Trichterbecher-Kultur im Neolithikum. Nach SCHNEEKLOTH (1963) deutet bereits das regelmäßige Auftreten von *Artemisia*, jetzt wahrscheinlich *Artemisia vulgaris* (Gewöhnlicher Beifuß), auf eine Besiedlung im Neolithikum hin. FREUND (1994) kennzeichnet die frühneolithische Besiedlung anhand der Pollen von *Cerealia*, *Artemisia*, *Rumex* und Chenopodiaceen. Demnach könnte das fast gleichzeitige und regelmäßige Vorkommen der Pollen von sonstigen *Cerealia*, des *Rumex acetosa*-Typs und *Artemisia* ab der Grenze Atlantikum/Subboreal auf eine frühneolithische Besiedlung am Varreler Schlatt hinweisen. Allerdings bevorzugten diese Siedler nach CASPERS (1993) neben der ackerbaulichen Nutzung auch die Laubheugewinnung (Schneitelung) von *Ulmus* und *Tilia*. Zwar ist ein starker Rückgang von *Ulmus*-Pollen im Varreler Schlatt zu erkennen, allerdings wurde dieser in Nordwestdeutschland nach BEHRE & KUČAN (1986) hauptsächlich durch den Pilzbefall mit *Graphium ulmi* verursacht. Im Zusammenhang mit den neolithischen Besiedlungsnachweisen in den Pollendiagrammen Estorf (CASPERS 1993), Pastorendiek (FELGENER 2002) und Großes Moor (SCHNEIDER & STECKHAN 1963) ist eine Besiedlung durch die Trichterbecher-Kultur der Umgebung des Varreler Schlatts sehr wahrscheinlich.

Ab etwa der Mitte des vorhandenen Subboreals treten zum einen erstmals einzelne Pollenkörner von *Secale*, des *Cannabis/Humulus*-Typs sowie stark erhöhte *Calluna*-Werte auf, die möglicherweise auf stärkere Siedlungstätigkeiten bis zur vorrömischen Eisenzeit von 750 v. Chr. bis 0 Chr. (MITTMANN et al. 2004) hinweisen. Zum einen wurde nach WILLERDING (1986) und JANKUHN (1969) *Cannabis* in Nordwestdeutschland ab etwa der späten Bronzezeit und *Secale* nach LANG (1994) und JANKUHN (1969) erst ab der vorrömischen Eisenzeit angebaut. Zum anderen trat nach JANKUHN (1969) mit der vorrömischen Eisenzeit erstmalig verstärkte Heidebildung aufgrund von Feldwechsel und Sandverwehungen auf. Diese Ausbreitung von *Calluna* in der vorrömischen Eisenzeit bestätigt ZICKERMANN (1996) im Waller Moor. Ohne ¹⁴C-Datierungen der entsprechenden Proben bleibt jedoch die zeitliche und kulturhistorische Zuordnung dieser Siedlungshinweise schwierig.

5.4.2 Subatlantikum: Torfstich/ Kulturlandschaft des 20. Jahrhunderts

Es gibt keine genauen Aufzeichnungen über den Torfstich im Varreler Schlatt. Allerdings notierte PFAFFENBERG (1952) bei der ersten Pollenanalyse im Varreler Schlatt: „Weil das Schlatt lange Zeit hindurch der Torfgewinnung gedient hat ...“. RICKERT (2001) und ZICKERMANN (1996) führen derartige Torfstiche vor allem auf die große Brennmittelknappheit nach dem 1. und 2. Weltkrieg zurück. Daher ist anzunehmen, dass die 90 cm *Sphagnum*-Torf oberhalb der Wasserlinse nur ca. 50 Jahre Vegetationsentwicklung umfassen.

Das Pollendiagramm zeigt (vgl. Abb. 5 und 8), dass die Entwicklung der Landschaft seit dem 2. Weltkrieg durch die Eingriffe des Menschen bestimmt wird. Nach dem Torfstich war kein natürlicher Wald mehr vorhanden, sondern ein Forst, der sich vorwiegend aus *Pinus* und *Betula* zusammensetzte. Bis zur Gegenwart nahm der Anteil von *Pinus* im Waldbild deutlich ab und der von *Betula* zu. Der Anteil von *Quercus*, *Fraxinus* und *Picea* hat sich im Verlauf der Zeit kaum verändert, wobei *Quercus* noch am häufigsten in Erscheinung trat. Nur *Alnus* und *Fagus* treten in der Gegenwart etwas häufiger auf als zu Beginn des Abschnitts. Der Anstieg von *Fagus* könnte mit dem 1991 ins Leben gerufenen Forst-Programm LÖWE (Langfristig Ökologische Wald-Entwicklung) verbunden sein, dessen Ziel die Erhöhung der Vielfältigkeit in den Forsten vor allem durch die Anpflanzung von Buchen erreicht werden soll (I. SCHUMANN, persönliche Mitteilung 2002; NLF 2002). In der Strauchschicht stand vor allem *Corylus*, in der Krautschicht überwiegend Gräser und einige Farne.

Bei ca. 75, 50 und 20 cm Tiefe zeigt das Pollendiagramm starke Schwankungen vor allem in Bezug auf *Pinus* und *Betula*, aber auch bei allen anderen Bäumen und *Corylus*. Dabei könnte die erste starke Schwankung auf die großflächige Rodung von *Pinus* und *Betula* als Reparationsleistung für die britische Besatzung nach dem 2. Weltkrieg (I. SCHUMANN, persönl. Mitteilung 2002), die anderen beiden Schwankungen auf lokale Windbrüche im Jahr 1972 und 1982 zurückgeführt werden. Wenige Jahre nach den Ereignissen folgte vermutlich die Aufforstung der gerodeten Flächen und zwar vorrangig mit *Pinus*, wodurch sie das Pollendiagramm wieder dominiert.

Die nachkriegszeitliche Landwirtschaft bestand hauptsächlich aus dem Anbau von Getreide und Weidenutzung. Auf eine mögliche Weidenutzung in der Umgebung weisen die hohen Werte der Poaceen hin. Zudem charakterisieren die sehr zahlreich auftretenden Kulturbegleiter die intensive landwirtschaftliche Nutzung der näheren Umgebung. Erstmals zeigt sich in dieser Pollenzone auch der Anbau von *Zea mays* (Mais).

Die hohen Werte von *Calluna vulgaris* können zu diesem Zeitpunkt nicht eindeutig einem natürlichen Vorkommen auf dem abgetorften Moor oder anthropogen bedingt einer nahegelegenen Heidefläche zugeordnet werden. Die plötzlich abbrechende Kurve der Ericaceen, insbesondere von *Calluna vulgaris*, bei ca. 40 cm Tiefe fällt mit dem starken Rückgang der Poaceen zusammen und könnte unter anderem mit der Aufforstung einer ehemaligen trockenen Weidefläche und der damit verbundenen Filterwirkung des Waldes zusammenhängen.

Die Entwicklung des abgetorften Moores blieb vom 2. Weltkrieg bis heute annähernd konstant. Zu Beginn sammelte sich in den Torflöchern Wasser an, dass vor allem zur Ansiedlung zahlreicher Cyperaceen und *Sphagnum cuspidata*, aber auch von *Typha angustifolium* und/oder *Sparganium erectum* führte. Das angesammelte Wasser ermöglichte das Vorkommen von sehr wenigen Wasserpflanzen. Das derzeit existierende Moor

wird nach Angaben des FA ERDMANNSHAUSEN (1985) als Übergangsmoor bezeichnet, das sich im Übergangsstadium von einem Niedermoor zum Hochmoor befindet. Das Auftreten von *Typha latifolia* in den letzten Pollenproben zeigt nach ELLENBERG et al. (1991) eine deutliche Eutrophierung, vor allem der Randbereiche an. Dieser Eintrag von Nährstoffen wird wahrscheinlich durch die Einwaschung nitrat- und damit stickstoffreichen Bodenwassers aus den umliegenden landwirtschaftlichen Nutzflächen bedingt.

5.5 Zusammenfassung der Untersuchungen

Es hat sich gezeigt, dass durch Pollenanalyse und Sedimentologie vor allem Öffnungs- und Schließungsphasen der Vegetationsdecke sehr gut korreliert werden können. Aus dem Eintrag von Sedimentpartikeln konnten unter anderem Rückschlüsse insbesondere auf starke klimatische Änderungen und ab dem Subboreal auch auf den anthropogenen Einfluss gezogen werden. Des Weiteren konnte die pollenanalytische Entwicklung der Verlandungsgesellschaften vor allem mit der Änderung der C/N-Verhältnisse und damit die Übergänge vom See zum Niedermoor parallelisiert werden. Zudem war es damit möglich, auch den Übergang vom Nieder- zum Hochmoor nachzuzeichnen. Allerdings war es schwer, die allgemeine Vegetationsentwicklung zwischen der Mitte Präboreal und dem Atlantikum mit den sedimentologischen Parametern zu korrelieren.

Die Entwicklung der Ökosysteme Wald und Moor im Varreler Schlatt werden bis zum Subboreal ausschließlich von spät- und postglazialen natürlichen Umweltbedingungen gesteuert. Dazu zählen insbesondere Klima, Hydrologie, Geologie und Boden. Ab dem Subboreal tritt zusätzlich der Einfluss des Menschen auf (Abb. 9).

6. Danksagung

Die vorliegende Arbeit basiert auf der Diplomarbeit von KAPPEL (2002). Für die vielfältige Unterstützung gilt der Dank zunächst dem Bodentechnologischen Institut Bremen (BTI). Zudem möchten wir uns bei Dipl.-Geographin B. Lüder und Dipl.-Geoökologen D. Enters (Universität Bremen, GeoPolar), Frau S. Stahl (Universität Bremen, GeoPolar) sowie Dipl.-Geograph G. Becker und Dr. B. Wittig für ihre Unterstützung bei der Geländearbeit und Probenahme sowie die Beantwortung vieler Fragen bedanken. Zudem danken wir der Naturschutzbehörde in Hannover für die Genehmigung zur Begehung des Varreler Schlatts. Sehr herzlich möchten wir uns auch bei dem ehemaligen Förster I. Schumann des Forstamtes Erdmannshausen bedanken, der uns viele wichtige Informationen zukommen ließ.

Tiefe	Stratigraphie	Trophiestufe	Pollenzone	Klima (POTT, 1999)	Waldentwicklung	Moorentwicklung	Siedlungs-entwicklung
0	<i>Sphagnum cuspidata</i> -Torf	Nicht bestimmbar	Subatlantikum	Gemäßig	Forstwirtschaft	Übergangsmoor	Kultur-landschaft
90							

W a s s e r l i n s e

150	Radizellentorf	Oligotroph Arm	Subboreal	Feucht, warm	EMW-Erlen-Wald	Erlenbruchwald	Eisen-/ Bronzezeit ?
170		Oligotroph Sehr arm	Atlantikum	Feucht, Klimaoptimum	Erlen-EMW-Wald		Neolithikum
185	Radizellen-/ Binsentorf mit	Oligotroph Arm	Jüngerer Boreal	Zunehmend feuchter, warm	Hasel-Kiefern-Wald	Übergang zum Hochmoor	Keine Nachweise
200			Älteres Boreal		Kiefern-Hasel-Wald		
230	<i>Menyanthes trifoliata</i>	Mesotroph	Präboreal	Trocken, Erwärmung	Übergang zum Kiefern-Birken-Wald	Niedermoor-entstehung	
260		Ziemlich arm					
285	Radizellen-/ Binsentorf	Mesotroph Mittel					
315	Mudde/ amorpher Torf	Eutroph Kräftig	Jüngere Tundren-Zeit	Trocken, kalt	Tundrenvegetation mit Birken-Kiefern	3. Verlandung	
325	Mudde/ Torf	(nach SUCCOW & JOOSTEN 2001)	Jüngeres Alleröd	Kühl/ Gemäßig	Birken-Kiefern-Wald	2. Verlandung	
330			Älteres Alleröd	Kälter	Birken-Kiefern-Wald mit Weiden		
345	Riedtorf						
350	Mischhorizont						

Abb. 9: Übersicht zu den Entwicklungen im Varreler Schlatt
Summary of the developments of the Varreler Schlatt

8. Literaturverzeichnis

- AHNERT, F. (1996): Einführung in die Geomorphologie. - 440 S.; Stuttgart.
- BEHRE, K.-E. (1967): The late glacial and early postglacial history of vegetation and climate in North-western Germany. - In: Review of Paleobotany and Palynology **4**: 149 – 161.
- BEHRE, K.-E. (1994): Kleine historische Landeskunde des Elbe-Weser-Raumes. - 63 S.; Stade.
- BEHRE, K.-E. & KUČAN, D. (1986): Die Reflektion archäologisch bekannter Siedlungen in Pollendia-grammen verschiedener Entfernung – Beispiele aus der Siedlungskammer Flögeln, Nordwest-Deutschland. - In: BEHRE, K.-E. (Hrsg.): Anthropogenic indicators in pollen diagrams: 95 – 114; Rotterdam.
- BEUG, H. J. (1986): Vegetationsgeschichtliche Untersuchungen über das frühe Neolithikum im Unter-ereichsfeld, Landkreis Göttingen. - In: BEHRE, K.-E. (Hrsg.): Anthropogenic indicators in pollen dia-grams: 115 – 124; Rotterdam.
- CAMPBELL, R. (1980): Mikrobielle Ökologie. - 243 S.; Weinheim.
- CASPERS, G. (1993): Vegetationsgeschichtliche Untersuchungen zur Flussauenentwicklung an der Mit-telweser im Spätglazial und Holozän. - In: Abhandlungen aus dem Westfälischen Museum für Na-turkunde **55/1**. - 92 S.
- DEUTSCHER WETTERDIENST/DWD (1989 bis 1998): Monatlicher Witterungsreport, 1 – 13; Offenbach a. M.
- DEUTSCHER WETTERDIENST/DWD (1999 und 2000): Witterungsreport, 1 – 13; Frankfurt a. M.
- DIN 18125-1 (1997-08): Baugrund, Untersuchung von Bodenproben - Bestimmung der Dichte von Bo-denproben - Teil 1: Laborversuche; Berlin (Beuth-Verlag).
- ELLENBERG, H. et al. (1991): Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. - In: Scripta geobotanica **18**: 248 S.
- FAEGRI, K. & IVERSEN, J. (1989): Textbook of pollen analysis; New York.
- FA ERDMANNSHAUSEN (1985): Waldbiotopkartierung des Forstamtes Erdmannshausen. unveröff. - 85 S.
- FELGENER, S. (2002): Holozäne Umweltbedingungen rekonstruiert am Beispiel eines Sedimentprofils aus dem Pastorendiek, Landkreis Diepholz. – Unveröff. Diplomarbeit Universität Bremen.
- FIRBAS, F. (1949): Waldgeschichte Mitteleuropas, Bd. 1. - 480 S.; Jena.
- FREUND, H. (1994): Pollenanalytische Untersuchungen zur Vegetations- und Siedlungsentwicklung im westlichen Weserbergland. - In: Abhandlungen aus dem Westfälischen Museum für Naturkunde **56/1**: 103 S.
- GRAHLE, H.-O. & H. MÜLLER (1967): Das Zwischenahner Meer. - In: Oldenburger Jahrbuch **66**: 83 – 121.

- GRIMM, E. C. (1991): Editor von TILIA, TILIAGRAPH und TGVIEW. Illinois State Museum.
- GROBE-BRAUCKMANN, G. & K. DIERBEN (1973): Zur historischen und aktuellen Vegetation im Poggenpohlsmoor bei Dötlingen (Oldenburg). - In: Mitteilungen der Floristisch – soziologischen AG **15/16**: 109 – 145.
- JANKUHN, H. (1969): Vor- und Frühgeschichte. - 300 S.; Stuttgart.
- KAPPEL, A. (2002): Holozäne Umweltbedingungen rekonstruiert am Beispiel eines Sedimentprofils aus dem Värreler Schlatt, Landkreis Diepholz. – Unveröff. Diplomarbeit Universität Bremen.
- LANG, G. (1994): Quartäre Vegetationsgeschichte Europas. – 362 S.; Jena.
- MATHEWS, A. (2000): Palynologische Untersuchungen zur Vegetationsentwicklung im Mittelbegebiet. - In: Telma **30**: 1 – 40; Hannover.
- MEISEL, S. (1959): Die naturräumlichen Einheiten auf Blatt 72 Nienburg-Weser. - 29 S.; Bonn-Bad Godesberg.
- MERKT, J. & H. MÜLLER (1999): Varve chronology and palynology of the Lateglacial in Northwest Germany from lacustrine sediments of Hämelsee in Lower Saxony. - In: Quarternary International **61**: 41 – 59.
- MEYER, K.-D. (1984): Der oberflächennahe geologische Bau. - In: Landkreis Diepholz, Bd. 1: 35 – 43; Diepholz.
- MITTMANN, M. [u.a.] (2004): Pollenanalytische und sedimentologische Untersuchungen zur Vegetations- und Siedlungsgeschichte am Eversener See, Ldkr. Rotenburg (Wümme), Niedersachsen. - In: Archäologische Berichte des Landkreises Rotenburg (Wümme) **11**: 37-63.
- MOORE, P. D., J. A. WEBB & M. E. COLLISON (1991): Pollen Analysis. - 216 S.; Oxford.
- NLF/ NIEDERSÄCHSISCHES LANDESFORSTVERWALTUNG: URL: <http://www.forstnds.de/portrait/loewe.htm>, 15.07.2002.
- OSTENDORP, W. & H. BLUM (1998): Hemmhofener Methoden, sedimentologische und paläolimnologische Methoden in der Siedlungsarchäologie. - In: Siedlungsarchäologie im Alpenvorland V. Forschungen und Berichte zur Vor- und Frühgeschichte Baden-Württemberg **68**: 323 S.
- OVERBECK, F. (1949): Ein spätglaziales Profil von Huxfeld bei Bremen. - Planta **37**: 376 – 398.
- OVERBECK, F. (1975): Botanisch-geologische Moorkunde. - 719 S.; Neumünster.
- PFÄFFENBERG, K. (1933): Stratigraphische und pollenanalytische Untersuchungen in einigen Mooren nördlich des Wiehengebirges. - In: Jahrbuch der Preußischen Geologischen Landesanstalt **54**: 160 – 193.
- PFÄFFENBERG, K. (1952): Pollenanalytische Untersuchungen an nordwestdeutschen Kleinstmooren. Ein Beitrag zur Waldgeschichte des Syker Flottsandgebietes. - In: Mitteilungen der Floristisch – soziologischen AG **3**: 27 – 43.

- PPAFFENBERG, K. & W. DIENEMANN (1964): Das Dümmerbecken. Beiträge zur Geologie und Botanik. - 121 S.; Hildesheim.
- POTT, R. (1999): Nordwestdeutsches Tiefland zwischen Ems und Weser. - 256 S.; Stuttgart.
- POTT, R. (2000): Die Entwicklung der europäischen Buchenwälder in der Nacheiszeit. In: Rundgespräch der Kommission für Ökologie **18**: 49 – 75.
- RICKERT, B.-H. (2001): Untersuchungen zur Entwicklungsgeschichte und rezenten Vegetation ausgewählter Kleinstmoore im nördlichen Schleswig-Holstein. - In: Mitteilungen der AG Geobotanik in Schleswig-Holstein und Hamburg **60**: 146 S.
- SCHINNER, F. & R. SONNLEITNER (1996): Bodenökologie. Mikrobiologie und Bodenenzymatik. - 450 S.; Berlin.
- SCHNEEKLOTH, H. (1963): Das Hohe Moor bei Scheeßel (Kreis Rotenburg/Hannover). - In: Beihefte zum Geologischen Jahrbuch **55**: 1 – 104.
- SCHNEIDER, S. & H.-U. STECKHAN (1963): Das Große Moor bei Barnstorf (Kreis Grafschaft Diepholz). - In: Beihefte zum Geologischen Jahrbuch **55**: 139 - 192.
- SUCCOW, M. & H. JOOSTEN (2001): Landschaftsökologische Moorkunde. - 622 S.; Stuttgart.
- WILLERDING, U. (1986): Aussagen von Pollenanalyse und Makrorestanalyse zu Fragen der frühen Landnutzung. - In: BEHRE, K.-E. (Hrsg.): Anthropogenic indicators in pollen diagrams: 135 – 151; Rotterdam.
- ZICKERMANN, F. (1996): Vegetationsgeschichtliche, moorstratigraphische und pflanzensoziologische Untersuchungen zur Entwicklung seltener Moorökosysteme in Nordwestdeutschland. - In: Abhandlungen aus dem Westfälischen Museum für Naturkunde **58/1**: 107 S.

Anschrift der Verfasser:

Dipl.-Geogr. A. Kappel
Bördestrasse 15
D-27711 Osterholz-Scharmbeck
E-mail: antje-stephan@gmx.de

Prof. Dr. H. Behling
Albrecht-von-Haller-Institut für Pflanzenwissenschaften
Abteilung für Palynologie und Klimadynamik
Georg-August-Universität Göttingen
Untere Karspüle 2,
D-37073 Göttingen
E-mail: hbehling@online.de

Prof. Dr. B. Zolitschka
GeoPolar, Institut für Geographie
Universität Bremen
Celsiusstr. FVG-M
D-28359 Bremen
E-mail: zoli@uni-bremen.de

Manuskript eingegangen am 10. Mai 2005