

# Vegetationsgeschichtliche Untersuchungen zur Flußauenentwicklung an der Mittelweser im Spätglazial und Holozän

Gerfried Caspers, Hannover \*

## Inhaltsverzeichnis

A. Einleitung .....	4
B. Lage und Beschreibung des Untersuchungsgebietes .....	5
I. Lage .....	5
II. Geologie .....	5
III. Böden .....	7
IV. Potentielle natürliche Vegetation .....	9
C. Methodik .....	11
I. Probenaufbereitung und Glühverlustbestimmungen .....	11
II. Mikroskopische und rasterelektronenmikroskopische Untersuchungen .....	12
III. Die Pollendiagramme und ihre Berechnungsgrundlagen .....	13
1. Schünebusch .....	13
2. Estorf .....	14
D. Quartärgeologische Voruntersuchungen .....	15
E. Vegetations- und siedlungsgeschichtliche Aussagen aufgrund der pollenanalytischen Befunde .....	23
I. Das spätglaziale Vegetationsgeschehen .....	24
1. Alleröd .....	24
2. Jüngere Tundrenzeit .....	27
II. Die postglaziale Vegetationsentwicklung vor der anthropogenen Überformung .....	31
1. Präboreal .....	31
2. <i>Alnus viridis</i> in Nordwestdeutschland .....	35
3. Boreal .....	39
4. Atlantikum .....	43
III. Die vegetationsgeschichtliche Entwicklung unter anthropogenem Einfluß im Subboreal und Subatlantikum .....	47
1. Neolithikum .....	47
2. Bronzezeit .....	52
3. Eisenzeit .....	55
4. Völkerwanderungszeit .....	65
5. Mittelalter .....	67
6. Neuzeit .....	77

---

\* Geringfügig geänderte Veröffentlichung der Dissertation „Pollenanalytische und vegetationsgeschichtliche Untersuchungen zur Flußauenentwicklung an der Mittelweser im Spätglazial und Holozän“ aus dem Institut für Geobotanik, Fachbereich Biologie, der Universität Hannover.

IV. Die lokale Vegetationsentwicklung als Ausdruck der Verlandungssukzessionen in Paläomäandern .....	80
F. Die Phasen der Auelehmsedimentation .....	85
G. Zusammenfassung .....	88
H. Literatur .....	89

## A. Einleitung

Die holozäne Vegetations- und Siedlungsgeschichte der norddeutschen Tiefebene ist im Verlauf der letzten Jahrzehnte durch zahlreiche pollenanalytische Arbeiten in ihren Grundzügen erhellt worden. Vielfach handelt es sich um Untersuchungen, die aufgrund des damaligen Forschungsstandes weniger detailliert durchgeführt werden konnten, als es heute möglich ist. Pollenanalytische Untersuchungen mit geringen Probenabständen und hoch ausgezählten Proben, in denen auch seltene Pollen erfaßt und differenziert sind, liegen lediglich vereinzelt vor; Pollendiagramme, die das Spätglazial in seiner vegetationsgeschichtlichen Entwicklung widerspiegeln, stehen ebenfalls nur in sehr begrenztem Umfang zur Verfügung.

Vor allem gibt es aber immer noch zu wenige Arbeiten, in denen versucht wird, das komplexe Wechselspiel zwischen quartärgeologischen, klimatischen, vegetationsgeschichtlichen, anthropogenen und anthropo-zoogenen Faktoren aufzuzeigen. In Gebieten intensiver Erosion und Akkumulation können Eingriffe in dieses Gefüge zu gravierenden Veränderungen führen. Gerade der fluviatile Faziesbereich gehört zu den Landschaftskomplexen lebhaftester Akkumulation und Erosion.

Obwohl Nordwestdeutschland von einem Netz schmaler und breiter Talauen durchzogen ist, existieren bisher keine umfassenden pollenanalytischen Arbeiten, die die spätglaziale und holozäne Vegetationsentwicklung dieser landschaftsprägenden Elemente offenlegen. Die vorliegende Untersuchung soll dazu beitragen, diese Forschungslücke zu schließen.

Von November 1987 bis Dezember 1990 ist die Weseraue im Rahmen des DFG-geförderten Forschungsprojektes „Holozäne Flüsse in Nordwestdeutschland“ als eine der bedeutendsten nordwestdeutschen Flußlandschaften sowohl unter vegetationsgeschichtlichen als auch unter geologischen Fragestellungen bearbeitet worden. Ein zentrales Ziel war es, durch die interdisziplinäre Zusammenarbeit Aussagen treffen zu können, die den Einfluß des Menschen auf die Ausgestaltung der holozänen Auenlandschaften erhellen. Im Mittelpunkt des Interesses standen vor allem die der Auelehmsedimentation zugrunde liegenden Ursachen. Desweiteren ist die Vegetationsbedeckung und -entwicklung vor der neolithischen Revolution untersucht worden, insbesondere die Einwanderung der verschiedenen Baumarten entlang der Flüsse. Neben den palynologischen Untersuchungen wurden seit März 1989 auch die vorwiegend geologisch ausgerichteten, bis zu diesem Zeitpunkt von Frau Dr. S. LIPPS durchgeführten Arbeiten von mir übernommen. Ermöglicht wurde das Forschungsvorhaben dankenswerterweise durch die großzügige finanzielle Unterstützung der Deutschen Forschungsgemeinschaft.

Bei Herrn Prof. Dr. R. POTT, meinem Hochschullehrer und Doktorvater, möchte ich mich für die vielfältige Unterstützung und die zahlreichen Anregungen besonders herzlich bedanken. Mein besonderer Dank gilt auch Herrn Dr. C. HINZE und Herrn Dr. H. JORDAN, die das Projekt am Niedersächsischen Landesamt für Bodenforschung (NLFb) eingerichtet und mich in jeglicher Hinsicht unterstützt haben. Herrn Dr. H. MÜLLER von der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR) und Herrn Prof. Dr. K.-E. BEHRE vom Institut für historische Küstenforschung danke ich für zahlreiche, die Pollenanalyse betreffende Hinweise. Frau Dr. S. LIPPS bin

ich für die Zusammenarbeit im Gelände und die vielen fachlichen Diskussionen zu Dank verpflichtet.

Die Radiokarbondatierungen übernahm freundlicherweise Herr Prof. Dr. M.A. GEYH (NLfB); die Rasterelektronenmikroskopaufnahmen fertigte Herr E. KNICKREHM (BGR) an; Frau K. BECKER half mir bei der Beantwortung vieler Fragen. Herr E. RODE (NLfB) führte die fototechnischen Arbeiten in bewährter Weise aus; Frau L. WULFF (NLfB) und Herr M. WALLOCHA (BGR) bereiteten einen Teil der Proben auf. Herr G. DEKING aus Estorf recherchierte den Anbau von Kulturpflanzen in den örtlichen Gutsarchiven. Von vielen Kollegen und Mitarbeitern des Niedersächsischen Landesamtes für Bodenforschung, der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe und des Instituts für Geobotanik (alle Hannover) bekam ich wertvolle Hinweise. Ihnen allen und auch all jenen, die mir bei der Geländearbeit geholfen haben, sei an dieser Stelle herzlich gedankt.

Meinen Eltern, die mich zu jeder Zeit und in jeder erdenklichen Form unterstützt haben, und meiner Frau MARTINA CASPERS, die stets verständnisvoll und geduldig gewesen ist, widme ich diese Arbeit in Dankbarkeit.

## B. Lage und Beschreibung des Untersuchungsgebietes

### B.I. Lage

Inmitten des nordwestdeutschen Tieflandes fließt die Weser als der zweitgrößte Fluß Niedersachsens der Nordsee zu. An der Porta Westfalica durchbricht sie den Ost-West-Riegel, den Weser- und Wiehengebirge an dieser Stelle bilden, verläßt die Mittelgebirgsregion und wird zum Tieflandsfluß.

Bis sie bei Verden in das Urstromtal der Aller eintritt, fließt die Weser mäandrierend in einer durchschnittlich 2,5 km breiten Talaue. Bereits zwischen Achim und Bremen tritt der Fluß dann in den perimarinem Bereich ein, der sich in seinen Ablagerungen und in seiner Entwicklung vom fluviatilen Sedimentationsraum deutlich unterscheidet.

Die beiden hochauflösenden Pollendiagramme der vorliegenden Untersuchung entstammen diesem fluviatilen Sedimentationsraum in der niedersächsischen Tiefebene. In einem verlandeten, spätglazialen Paläomäander der Weser am „Schünebusch“, etwa 4 km westlich von Stolzenau, wurden zur palynologischen Bearbeitung Rinnensedimente erbohrt. Fast 12 km nordöstlich dieses Gebietes liegt die Bohrung für das zweite Pollendiagramm „Estorf“ (vgl. Abb. 1). Der gleichnamige Ort grenzt südlich unmittelbar an den Paläomäander.

### B.II. Geologie

Oberflächennah wird das nordwestdeutsche Flachland ganz überwiegend von pleistozänen und holozänen Ablagerungen geprägt. Im Bereich der Mittelweser zwischen Stolzenau und Estorf bestimmen im wesentlichen fluviatile Sedimente und auch Ablagerungen aus dem Drenthe-Stadium der Saale-Kaltzeit das Erscheinungsbild der Landschaft (Abb. 1).

Den nordwestlichen Teil des Untersuchungsgebietes nimmt die Nienburg-Meppener Geestplatte ein, die basal von einer elsterzeitlichen Grundmoräne gebildet wird. An vielen Stellen wird sie von einer drenthezeitlichen Grundmoräne überlagert. Der Geestanteil, der in Abb. 1 dargestellt ist, wird von einer drenthestadialen Endmoräne, Schmelzwassersanden und Flugsanddecken aufgebaut; elsterzeitliches Geschiebe konnte in diesem Bereich bisher nicht nachgewiesen werden (HÖFLE 1981).

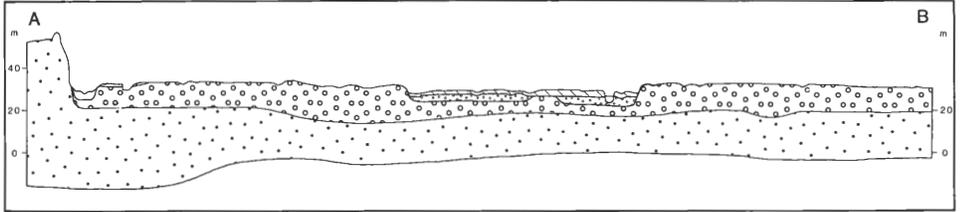
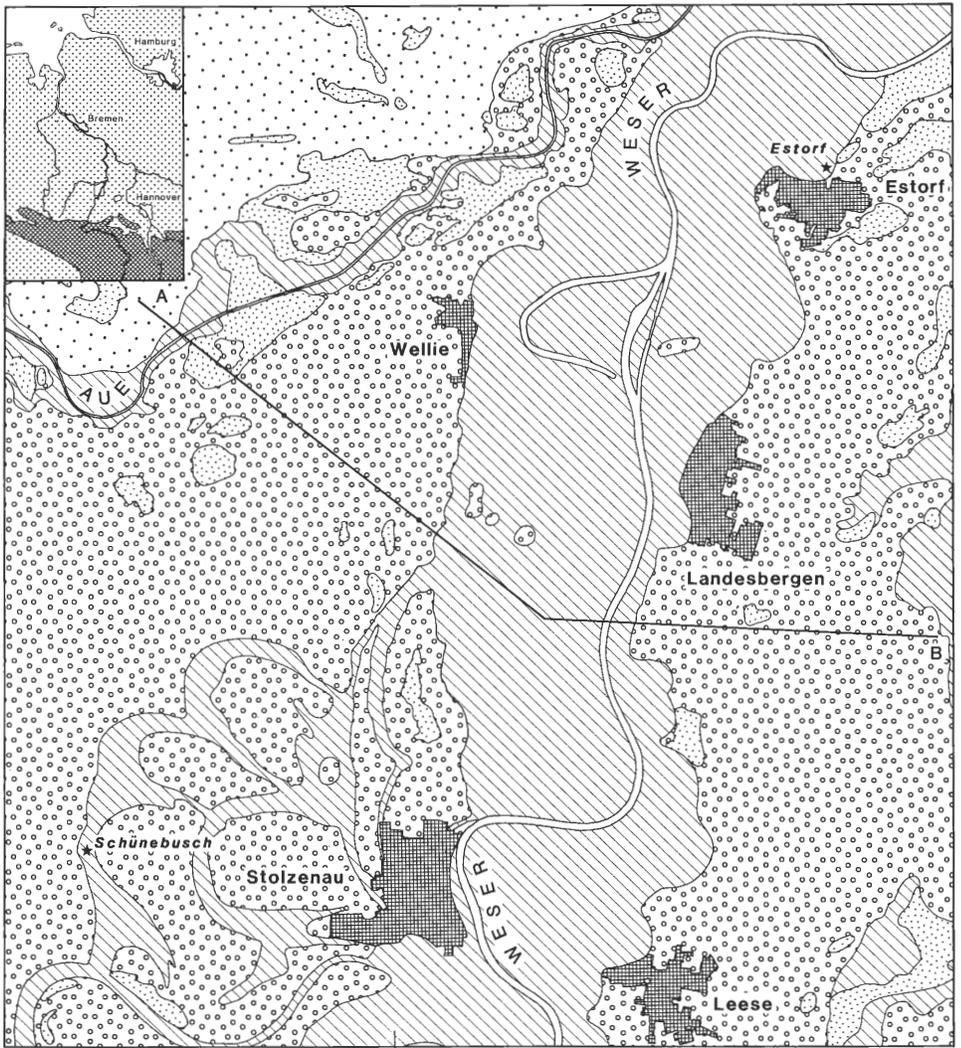


Abb. 1: Geologische Übersichtskarte und Lage des Untersuchungsgebietes (verändert nach: Geolog. Karte von Niedersachsen 1:25000; Blatt 3320 Liebenau, LÜTTIG & MEYER 1980, und 3420 Stolzenau, HÖFLE 1981)

Flugsande und Dünen sind in Abb. 1 zu einer Einheit zusammengefaßt. Sie kommen am Rande der Geestflächen noch recht häufig vor, spielen aber ansonsten im Bereich Stolzenau/Estorf nur eine untergeordnete Rolle.

Im weitaus größten Teil des Kartenausschnitts (Abb. 1) sind fluviatile Ablagerungen dargestellt. Die Niederterrasse, aufgeschottert von einem verwilderten Flußsystem (braided river), läßt sich bei Stolzenau geröllanalytisch in eine ältere warthezeitliche und zwei weichselzeitliche Einheiten unterteilen (mdl. Mitt. MEINKE, Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung). Durchschnittlich ist die Niederterrasse ca. 12 m mächtig, an einigen Stellen hat die pleistozäne Weser bis zu 18 m Sande und Kiese akkumuliert. Den Umschwung vom verwilderten Fluß mit jahreszeitlich extrem stark wechselnder Wasserführung zum mäandrierenden Fluß, der das ganze Jahr über relativ gleichmäßig Wasser führt, kennzeichnet die zunehmende Erwärmung gegen Ende der letzten Eiszeit. Wann genau dieser Zeitpunkt an der Mittelweser erreicht war, ist aufgrund der vorliegenden Untersuchung recht genau festzustellen.

Während des Holozäns erodierte die Weser die Niederterrasse, und die heutige Talau entstand. Durch laterale Erosion wurden große Teile des holozänen Sedimentkörpers mehrfach aufgearbeitet, wie auch SCHIRMER (1983) an den mitteldeutschen Flüssen Main und Regnitz feststellen konnte. Altholozäne Sedimente sind deshalb selten nachzuweisen. Aufgrund der Tatsache, daß die Weser im Spätglazial/Altholozän ihren Lauf bei Stolzenau weiter nach Osten verlegte, blieben westlich des Ortes spätglaziale Sedimentkörper und Rinnensysteme auf der „Stolzenauer Terrasse“ (LIPPS & CASPERS 1990) erhalten.

Den Abschluß der holozänen Sedimentation bildet der Auelehm, der beinahe die gesamte Talau bedeckt. Er ist mit den Auesanden des Meerbaches (vgl. den östlichen Rand des Kartenausschnitts, Abb. 1) und der Aue im Nordwesten kartographisch als eine Einheit ausgewiesen. Auf der etwa 3 m höher gelegenen Stolzenauer Terrasse ist der Auelehm in den alten Rinnensystemen verbreitet. Soweit es Hochwasserdämme und wasserstandsregulierende Maßnahmen zulassen, dauert die Ablagerung in der Talau bis heute an.

Seit den 40er Jahren ist in zahlreichen Arbeiten versucht worden, die unterschiedlichen Auelehme der Weser gegeneinander abzugrenzen und ihre Genese zu klären (NATERMANN 1941, NIETSCH 1952, 1955a, 1955b, FABIAN 1957/58, STRAUTZ 1958, 1963, LÜTTIG & MEYER 1980). Nach neuesten Untersuchungen (LIPPS 1988) lassen sich an der Mittelweser drei Auelehme (qh1 als ältester, qh2 und qh3) nachweisen, von denen der qh2-Auelehm am weitesten verbreitet ist und sich petrographisch in drei weitere Einheiten aufgliedern läßt (LIPPS 1987, 1988). Eine Differenzierung der Auelehme erfolgte in Abb. 1 nicht; hierzu sei auf LÜTTIG & MEYER (1980), HÖFLE (1981) und LIPPS (1987) verwiesen. Ob und in welchem Umfang anthropogene bzw. klimatische Ursachen die Auelehmsedimentation bedingen, ist neben den vegetations- und siedlungsgeschichtlichen Aussagen ein zentrales Anliegen dieser Arbeit.

### B.III. Böden

Im Tal der Mittelweser sind bei den Böden im wesentlichen zwei große Gruppen zu unterscheiden, von denen die eine die Niederterrassenflächen und die andere die Talau und ihre Auelehme charakterisiert. In den Talauen von Großer Aue und Weser überwiegen frische bis nasse Böden, die, je nach Alter, entkalkt oder kalkhaltig (qh3-Auelehm) sind und als vergleyte und pseudovergleyte Auenböden anzusprechen sind. Diese Böden sind die fruchtbarsten im Untersuchungsgebiet und erreichen bei der Bodenschätzung Werte bis zu 75 Punkten. Auf der Niederterrasse haben sich, von örtlichen Ausnahmen abgesehen, Braunerden entwickelt, die lokal pseudovergleyt sein können. In Abb. 2 ist

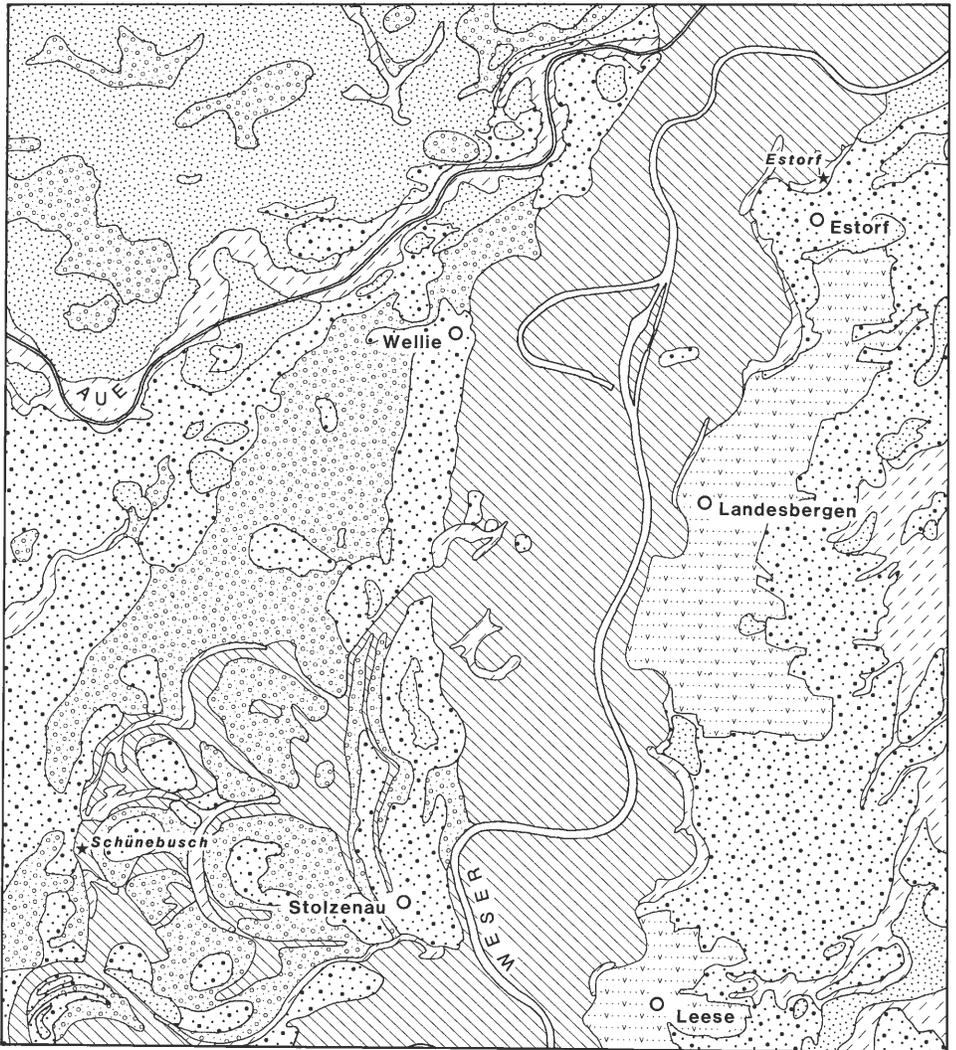


Abb. 2: Übersichtskarte der Bodengesellschaften (verändert nach: HEINEMANN in LÜTTIG & MEYER 1980, HEINEMANN & WISKOW in HÖFLE 1981)

das teilweise recht kleinflächige Mosaik zugunsten übersichtlicherer, größerer Einheiten zusammengefaßt worden.

Von besonderem Interesse für die siedlungsgeschichtliche Auswertung der Pollendia-gramme ist die Verbreitung der Plaggenaufgaben im Untersuchungsgebiet, spiegelt sich in ihr doch eine rund 1000 Jahre betriebene Wirtschaftsweise wider, die charakteristisch für das nordwestdeutsche Flachland gewesen ist (BEHRE 1976, 1988, POTT 1988). In

Abb. 2 fällt auf, wie stark diese anthropogen beeinflussten Böden auenorientiert sind. Bisher wurden sie nur auf der Niederterrasse östlich der Weser (Abb. 2) angetroffen, doch dürfte diese Tatsache wohl u.a. auf das komplizierte quartärgeologische Geschehen der Stolzenauer Terrasse zurückzuführen sein, das sich auch pedologisch in einer sehr heterogenen Struktur ausdrückt.

Die Nienburg-Meppener Geestplatte ist in den Bereichen, in denen sie von Schmelzwassersanden und Flugsanddecken aufgebaut wird, einer Podsolierung unterworfen. In den meisten Fällen handelt es sich um flache bis mittlere Podsole mit fester Orterde. Sie sind auch auf den Flugsanddecken und Dünen verbreitet. Vergesellschaftet sind die Podsole mit Podsol-Rankern, Podsol-Braunerden und in tieferen Lagen mit Gley-Podsolon (HEINEMANN in LÜTTIG & MEYER 1980, HEINEMANN & WISKOW in HÖFLE 1981). Die Geschiebelehmflächen der Geestplatte werden von Pseudogley-Braunerden und Pseudogley-Parabraunerden eingenommen.

#### B.IV. Potentielle natürliche Vegetation

Wesentlicher Bestandteil des naturräumlichen Inventars eines Gebietes ist seine potentielle natürliche Vegetation. Sie kann sich von der ursprünglichen natürlichen Vegetation grundsätzlich unterscheiden, wenn sich im Laufe der Zeit Standortveränderungen eingestellt haben (zur Definition der Vegetationsbegriffe vgl. TÜXEN 1956, BURRICHTER 1973, BURRICHTER, POTT & FURCH 1988). Die Bildung von Auelehmddecken zählt zu den weitreichenden und großräumig irreversiblen Standortveränderungen, die zu solch erheblichen Unterschieden zwischen der ursprünglich natürlichen und der potentiellen natürlichen Vegetation führen (BURRICHTER, POTT & FURCH 1988).

Die heutige Weseraue mit ihren Auelehmen ist potentielles Wuchsgebiet eines artenreichen *Quercus-Ulmetum*, während die überwiegend von Sanden geprägten Auenbereiche des Meerbachs im Osten und der Aue im Nordwesten des Untersuchungsgebietes von der artenarmen Ausbildung des *Quercus-Ulmetum* beherrscht würden (Abb. 3). In dem artenarmen Hartholzauenwald findet sich *Quercus robur* als Hauptbaumart, an günstigen Stellen kommen auch *Fraxinus excelsior* und *Ulmus carpinifolia* vor. Desgleichen ist *Carpinus betulus* an der Gehölzartenzusammensetzung beteiligt. Gegenüber der artenarmen Ausbildung der Assoziation sind diese Bäume der artenreichen in größerem Umfang beigemischt; hinzu treten *Acer campestre* und in feuchteren Bereichen *Alnus glutinosa*. In der artenreichen Strauchschicht finden sich u.a. *Crataegus laevigata*, *Sambucus nigra* und *Corylus avellana*.

Größere Bestände des artenreichen *Quercus-Ulmetum* sind an der Mittelweser selten geworden und meist überformt. Aufgrund der wertvollen und ertragreichen Böden stellt sich die Talaue heute als eine Kultursteppe mit überwiegendem Zuckerrüben-, Weizen- und Gerstenanbau dar, in der zwischen den Äckern und wenigen Weiden nur ganz vereinzelt Bäume und Sträucher zu finden sind.

Auf der Niederterrasse, die wesernah oft von anlehmigen Sanden aufgebaut wird, ist die potentielle natürliche Vegetation das *Fago-Quercetum*. In den weserfernen Niederterras senbereichen, wo die Hochfluten der letzten Eiszeit kaum noch bindiges Material sedimentiert haben, dominiert das *Betulo-Quercetum*, das mit dem *Fago-Quercetum* sowohl ökologische als auch pflanzensoziologische Gemeinsamkeiten hat. Beide Gesellschaften bestimmen auch die potentielle natürliche Vegetation auf der Nienburg-Meppener Geestplatte.

*Fagus sylvatica*, *Quercus petraea* und anspruchsvolle Arten der Krautschicht wie *Pteridium aquilinum*, *Convallaria majalis*, *Luzula pilosa* u.v.a. sind Differentialarten des

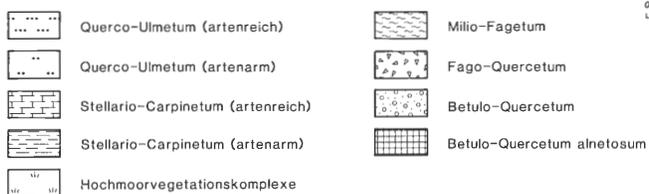
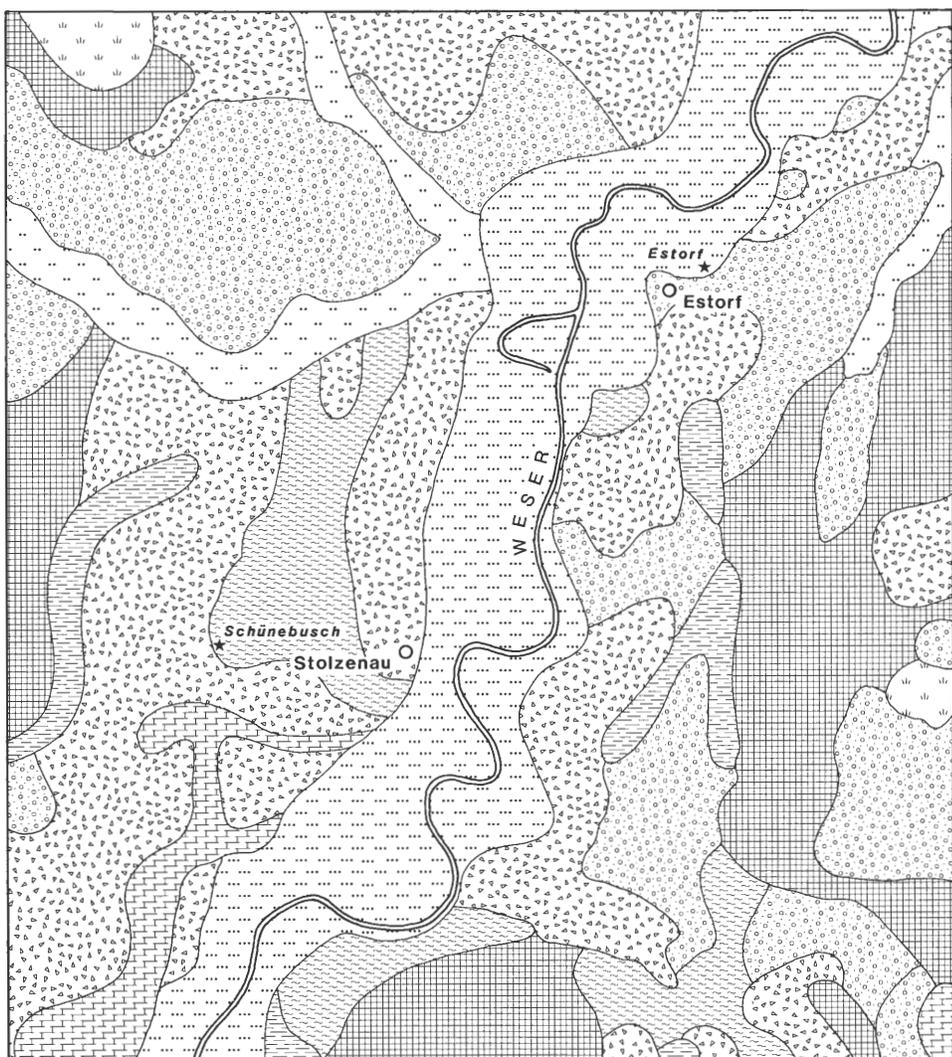


Abb. 3: Übersichtskarte der potentiellen natürlichen Vegetation (verändert nach: BURRICHTER, POTT & FURCH 1988)

*Fago-Quercetum*. Gelegentlich findet sich in der Strauchschicht *Ilex aquifolium*, eine atlantische Art, deren aktuelle Verbreitung etwa durch die 0° C-Januar-Isotherme begrenzt wird und die als Relikt anthropo-zoogener Hudewaldnutzung einer positiven Weideselektion unterworfen war (POTT & BURRICHTER 1983, POTT 1990).

Zum *Betulo-Quercetum* leiten dann in der Gehölzbestockung Arten wie *Quercus robur* und *Betula pendula* über. Azidophytische Gräser wie *Avenella flexuosa* oder *Holcus mollis* und Zwergsträucher (*Vaccinium myrtillus*) kennzeichnen die artenarme Krautschicht.

Eine der drei Subassoziationen, das *Betulo-Quercetum alnetosum*, ist charakteristisch für etwas nährstoffreichere, wasserzürgige Quarzsandböden (BURRICHTER 1986). Neben *Alnus glutinosa* in der Baumschicht lassen sich als weitere Differentialarten u.a. *Lysimachia vulgaris*, *Deschampsia caespitosa* und *Athyrium filix-femina* ausweisen. *Rhamnus frangula* dominiert in einer gut ausgeprägten Strauchschicht.

Großflächige Bestände des *Betulo-Quercetum alnetosum* sind kaum noch zu finden; denn die Standorte dieses Waldes werden heute weitestgehend von Dauergrünland eingenommen. Der Übergang zur Uchter Moorniederung westlich der Weser und das Gebiet des Meerbaches im Osten werden vom Erlen-Eichen-Birkenwald besetzt (Abb. 3).

Besonders auf Pseudogley-Braunerden, wie sie z.B. nördlich von Stolzenau anzutreffen sind, und auf Löß wächst das *Milio-Fagetum*, eine mesotraphente, syntaxonomisch allerdings nicht unumstrittene Waldgesellschaft (DIERSCHKE 1989), die zwischen dem azidophytischen *Fago-Quercetum* auf der einen Seite und dem anspruchsvollen *Galio odorati-Fagetum* auf der anderen Seite vermittelt. Die günstigen Bodeneigenschaften in den Wuchsgebieten des *Milio-Fagetum* ließen viele dieser Standorte bereits für Neolithiker zu bevorzugten Siedlungs- und Ackerbauplätzen werden. Vor allem durch die Konkurrenz des Ackerbau treibenden Menschen hat die Buche ihr potentiell Areal niemals vollständig besetzen können (VAN ZEIST 1959, BURRICHTER 1969, 1970, KRAMM 1978, ISENBERG 1979, POTT 1982, 1985).

Überall dort, wo die Buche wegen zu großer Bodenfeuchte trotz eines ausreichenden Nährstoffangebots nicht gedeihen kann, finden sich in Nordwestdeutschland subozeanische *Stellario-Carpinetum*-Gesellschaften, die heute noch oft in Resten erhalten sind. Drei Subassoziationen des *Stellario-Carpinetum* lassen sich ausdifferenzieren: das *Stellario-Carpinetum periclymenetosum* als ärmste Ausbildung und das *Stellario-Carpinetum typicum* sind in Abb. 3 zum artenarmen, mesotraphenten *Stellario-Carpinetum* zusammengefaßt; das *Stellario-Carpinetum stachyetosum* mit seiner Kombination eutraphenter Arten ist als artenreiches *Stellario-Carpinetum* ausgewiesen. Gemeinsam ist allen Subassoziationen, daß in der Gehölzbestockung *Carpinus betulus* und vor allem *Quercus robur* vorherrschen. Die Strauchschicht ist im naturnahen Zustand nicht optimal ausgebildet, weil die hygrophile Waldgesellschaft relativ schattig ist. Die kleinflächigen Vorkommen des *Stellario-Carpinetum* beschränken sich im Untersuchungsgebiet auf schlecht entwässerte, bindige Niederungsböden.

Hochmoorvegetationskomplexe sind in Abb. 3 nur randlich erfaßt und spielen im Tal der Mittelweser keine Rolle (SCHNEEKLOTH & SCHNEIDER 1970). Ohnehin sind viele Hochmoore industriell oder im bäuerlichen Handstich abgetorft und durch die Entwässerung zu reinen Torflagerstätten degradiert worden. Die Sekundärvegetation dieser Standorte wird sich im wesentlichen zu bodensauren Eichenmischwäldern hin entwickeln oder bereits von den entsprechenden Gesellschaften beherrscht.

## C. Methodik

### C.I. Probenaufbereitung und Glühverlustbestimmungen

In den palynologisch ausgewerteten Ablagerungen wird die mineralische Komponente durch das fluviatile Geschehen in entscheidender Weise beeinflusst. Mudden werden an

der Mittelweser als Schluff- oder Sandmudden mit einem organischen Anteil von durchweg weniger als 20% abgesetzt. Auch die Torfe des Profils Estorf weisen fast ausnahmslos mehr als 40% Asche auf.

Sämtliche Proben wurden 15 Minuten mit Kalilauge aufgekocht und nach mehrmaligem Waschen mit kalter Flußsäure behandelt (BERGLUND & RALSKA-JASIEWICZOWA 1986). Sowohl organische als auch Reste mineralischer Bestandteile konnten anschließend mit einem 10 µm-Sieb im Ultraschall entfernt werden (BARCKHAUSEN & MÜLLER 1984). Durch diese Aufbereitung ist eine hinlängliche Anreicherung der Pollen gewährleistet.

Bei intensiver Ultraschalleinwirkung ist häufig zu beobachten, daß vornehmlich die Luftsäcke von *Pinus*-Pollenkörnern abgetrennt werden, teilweise aber auch die von anderen Koniferen-Pollen. Es empfiehlt sich deshalb, jeweils zwei Luftsäcke von *Pinus* einem Pollenkorn gleichzusetzen und als solches zu zählen. Sofern der Nachweis von *Juniperus* gelang, waren seine Pollenkörner nach Flußsäure- und Ultraschallaufbereitung stets glatt und nicht granuliert. Versuche an rezentem Pollenmaterial ergaben, daß *Juniperus*-Pollenkörner im Ultraschall einerseits häufig gespalten werden und die Spalthälften das 10 µm-Sieb passieren, andererseits ihre mäßig granulierten Oberflächen-skulpturen verlieren.

In Sedimenten und Torfen enthaltene Holzkohleflitter, vor allem solche von Koniferen, aber auch solche von Laubgehölzen, werden durch die Behandlung mit Ultraschall gespalten. Dabei entstehen aus großen Holzkohleflittern zahlreiche kleinere Bruchstücke, die dann, falls sie kleiner als 10 µm sind, durch das Sieb gewaschen werden. Aus diesem Grunde wurden die Holzkohlepartikel nicht ausgezählt, sondern in ihrer Häufigkeit abgeschätzt.

Parallel zur pollenanalytischen Auswertung der Proben von Estorf und Schönebusch ist deren Glühverlust im Muffelofen bestimmt worden. Bei 105° C ist das Trockengewicht der Probe festzustellen, bei 550° C der Verlust an organischer Substanz und bei 880° C der Kalkanteil. Der Gewichtsverlust, der bei 880° C gegenüber 550° C auftritt, ist teilweise auch auf ausgetriebenes Kristallwasser zurückzuführen. Da die untersuchten Sedimente aber weitestgehend entkalkt waren, hat sich bei der letzten Erwärmung auf 880° C der Glührückstand meist nur unwesentlich verringert. Minerale wie z.B. Siderit, Pyrit oder Dolomit spielten in den Sedimenten und Torfen keine Rolle, konnten die Glühverlustbestimmungen also nicht beeinflussen.

Einige Proben aus dem in Bohrung Estorf angetroffenen Bruchwaldtorf konnten nicht auf ihren Glührückstand untersucht werden, weil der Erlenbruchwaldtorf lagenweise soviel Holz enthielt, daß es bereits schwierig war, genügend Material für die Pollenanalysen zu entnehmen. Grundsätzlich wurde versucht, homogene Proben zu glühen, damit Schwankungen des organischen Anteils z.B. durch Holz so gering wie möglich gehalten werden konnten. Abgesehen von wenigen Ausnahmen ist das auch gelungen.

## C.II. Mikroskopische und rasterelektronenmikroskopische Untersuchungen

Die Bestimmung der verschiedenen Pollenkörner wurde vor allem mit Hilfe der umfangreichen Vergleichssammlungen des Instituts für Geobotanik (Universität Hannover) sowie des Niedersächsischen Landesamtes für Bodenforschung bzw. der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe vorgenommen, erfolgte aber auch anhand der üblichen Literatur (ERDTMAN, BERGLUND & PRAGLOWSKI 1961, FAEGRI & IVERSEN 1989, PUNT 1976, MOORE & WEBB 1983, PUNT & CLARKE 1980, 1981, 1984). Arbeiten, in denen die Pollenmorphologie einzelner Gattungen oder Familien beschrieben wird, sind bei der Erläuterung der Pollendiagramme angeführt.

Die Pollen der *Chenopodiaceae* sind im Diagramm Estorf in einen *Chenopodium album*-Typ und einen *Chenopodium polyspermum*-Typ differenziert worden. Unter dem *Chenopodium album*-Typ sind alle *Chenopodiaceae*-Pollen mit mehr als 40 Poren zusammengefaßt, d.h. vor allem die von *Chenopodium bonus-henricus*, *Chenopodium ficifolium*, *Chenopodium album* und den *Atriplex*-Arten. Die Pollen von *Chenopodium polyspermum*, *Chenopodium rubrum* und von *Chenopodium urbicum* sind mit durchschnittlich 20–30 Poren als *Chenopodium polyspermum*-Typ ausgewiesen.

Lichtmikroskopisch nicht mehr weiter zu differenzierende Pollentypen lassen im Rasterelektronenmikroskop oftmals noch erhebliche Unterschiede in ihren Skulpturen und teilweise auch Strukturen erkennen. Insbesondere ist versucht worden, ein präboreales Vorkommen von *Alnus*, das offensichtlich nicht mit Kontaminationen aus jüngeren Sedimenten erklärt werden konnte, bis auf die Art zu spezifizieren. Bereits BURRICHTER et al. (1968: 236) betonen: „Verlässliche Artbestimmungen von kritischen fossilen Pollen könnten unsere Kenntnisse über die floren- und vegetationsgeschichtlichen Vorgänge der Spät- und Nacheiszeit wesentlich erweitern.“

Große Schwierigkeiten bestehen darin, einen interessanten Pollentyp – es handelt sich meist nicht um die häufig vorkommenden – so hoch anzureichern und von den anderen Pollenkörnern des Spektrums zu trennen, daß er im Rasterelektronenmikroskop mit einem vertretbaren Aufwand wiedergefunden werden kann. Um eine solche Anreicherung der *Alnus*-Pollen zu erzielen, wurde im Lichtmikroskop zunächst der maximale Durchmesser mehrerer Pollenkörner ermittelt. Die Fraktionen im Probenmaterial, die größer als 27 µm und kleiner als 18 µm waren, wurden durch entsprechende Siebe abgetrennt. Die auf diese Weise angereicherten, fossilen *Alnus*-Pollenkörner konnten auch im Rasterelektronenmikroskop wiedergefunden werden.

### C.III. Die Pollendiagramme und ihre Berechnungsgrundlagen

#### C.III.1. Schönebusch

Westlich von Stolzenau sind insgesamt vier deutlich ausgeprägte Paläomäander mit spätglazialen Rinnenfüllungen erhalten (Abb. 1). Die Ablagerungen in den Mäandern sind durch die Erosionswirkung mittelalterlicher Hochwasser meist lückenhaft, lediglich in dem Paläomäander am Schönebusch sind bisher keine Schichtlücken nachgewiesen (LIPPS & CASPERS 1990). Er bot sich deshalb als geeigneter Ort zur Probenentnahme für ein Standardprofil an.

Durch den hohen Grundwasserstand und die abschließende Sedimentation von Auelehm, die das Moorwachstum zum Erliegen brachte, blieben die Torfe und Mudden im Mäander ständig unter Sauerstoffabschluß. Die Pollenerhaltung ist dementsprechend gut. Die nach den quartärgeologischen Voruntersuchungen an der tiefsten Stelle der Paläorinne abgeteufte Bohrung zeigt den folgenden stratigraphischen Aufbau:

TK 25, Blatt Nr. 3420 Stolzenau

R 3500910 H 5820700

Profiltiefe : 0,60–4,88 m

Untergliederung : 230 Proben

Probenabstand : 1,5–2,0 cm

0,00–0,60 m künstliche Auffüllung, schluffiger Fein- bis Mittelsand, stark humos

0,61–1,73 m Erlenbruchwaldtorf, lagenweise sehr schwach schluffig, mäßig zersetzt

1,74–2,89 m Cyperaceentorf mit wechselnden Anteilen an Seggenrhizomen, bis 1,95

- m ganz vereinzelt mit Erlenästchen, (mikroskopisch erkennbar: Holzkohleflitter bei 1,82 m, 2,37 m, 2,47 m, 2,51 m, 2,53 m)
- 2,90–4,22 m Schluffmudde mit ganz vereinzelt Seggenrhizomen, sehr schwach tonig
- 4,23–4,62 m Schluffmudde mit vielen Seggenrhizomen, (mikroskopisch erkennbar: Laacher See-Tephra bei 4,61 m)
- 4,63–4,88 m Braunmoostorf, schluffig, lagenweise sehr schwach sandig (mm-geschichtet)

Berechnungsgrundlage für das Pollendiagramm Schönebusch (als Anlage) ist die Summe der Baumpollen, die 100% entspricht. Vergleichende Berechnungen belegen, daß sich an den allermeisten Tendenzen im Pollendiagramm auch dann nichts ändert, wenn als Bezug die Gesamtpollensumme ohne die Sporen und die Pollenanteile der Wasserpflanzen gewählt wird. Die Entwicklung der spät- zur postglazialen Vegetation ist anhand einiger ausgewählter Pollentypen zusätzlich in gesamtpollenberechneten Kurven dargestellt (Abb. 15). In allen Pollendiagrammen und Diagrammausschnitten sind die Zonierungen sowohl nach FIRBAS (1949) als auch nach OVERBECK (1975) angegeben; im Text beziehen sich die Angaben ausschließlich auf die Pollenzonen nach OVERBECK (1975).

Obwohl die oberen 113 cm des untersuchten Profils von Erlenbruchwaldtorf gebildet werden und *Alnus* infolgedessen mit sehr hohen Pollenfrequenzen vertreten ist, wurde darauf verzichtet, ein reduziertes Pollendiagramm zu zeichnen (LESEMANN 1968, KRAMM 1978, POTT 1982); denn die Erle beherrschte nicht nur die lokale Bruchwaldvegetation, sondern war auch erheblich an der Gehölzartenzusammensetzung der Aue beteiligt.

Wasserpflanzenpollen, Sporen und Algen sind in der zusammenfassenden Gegenüberstellung von Bäumen, Sträuchern und Kräutern nicht berücksichtigt. Diese Form der Darstellung gibt Hinweise auf die Waldbedeckung einer Landschaft (FIRBAS 1934, 1949).

### C.III.2. Estorf

Die pollenanalytisch bearbeitete Stechrohr-Bohrung Estorf ist in einem Paläomäander abgeteuft worden, der im heutigen Überflutungsbereich der Weser liegt (Abb. 1) und in dessen Torfen und Mudden die Pollen größtenteils hervorragend erhalten geblieben sind. Ebenso wie beim Profil Schönebusch wurde die Muddesedimentation von einer Torfakkumulation abgelöst und oberflächlich durch die Auelehmsedimentation beendet. Im einzelnen hat die Bohrung folgende Schichten durchteuft:

TK 25, Blatt Nr. 3420 Stolzenau

R 3509800 H 5828770

Profiltiefe : 0,80–3,64 m

Untergliederung : 173 Proben

Probenabstand : 1,5–2,0 cm

- 0,00–0,80 m schluffiger Auelehm, im unteren Bereich zunehmend humos
- 0,81–0,91 m schluffiger Auelehm, tonig, stark humos
- 0,92–1,53 m Schluffmudde mit vielen Seggenrhizomen
- 1,54–2,70 m Erlenbruchwaldtorf, lagenweise schwach schluffig (cm-geschichtet), schwach bis mäßig zersetzt
- 2,71–3,64 m Schluffmudde, sehr schwach tonig, unten lagenweise schwach feinsandig (mm-geschichtet)

Entsprechend der im vorausgehenden Abschnitt beschriebenen Berechnungsweise, ist auch das Diagramm Estorf als Baumpollendiagramm dargestellt, in dessen Baumpollensumme alle Bäume einbezogen sind, also auch *Alnus*. Mit Ausnahme der z.T. sehr pollenarmen spätglazialen bis früh-borealen Proben des Profils Schönebusch sind alle Proben auf etwa 1000 oder mehr Baumpollen ausgezählt worden, um auch Arten mit geringer Pollenproduktion und selten vorkommende, insbesondere die siedlungsanzeigenden Arten zu erfassen (BEHRE 1966, POTT 1984). Vor allem bei Proben, die dem Erlenbruchwaldtorf entnommen sind, mußten des öfteren über 2000 BP, in Einzelfällen sogar mehr als 4000 BP gezählt werden, damit neben *Alnus* etwa 300 weitere Baumpollenkörner ausgewertet werden konnten.

Die in einer eigenen Kurve dargestellte Pollenkonzentration (Diagramm Estorf als Anlage) bezieht sich auf die organische Trockensubstanz, die bei den Glühverlustbestimmungen ermittelt wurde.

Bei der quantitativen Aufbereitung der Proben ist darauf zu achten, daß während des Dekantierens und Umfüllens Verluste an Sporomorphen vermieden werden (MIELKE & MÜLLER 1981). Das Volumen der in Glycerin eingebetteten Probe wird bestimmt und zu dem Gewicht, das die Probe vor der Aufbereitung hatte, in Beziehung gesetzt (MÜLLER 1974). 25 µl des Präparats werden dann unter einem Deckglas von 21 x 26 mm auf ihren Sporomorphengehalt untersucht. Die Pollenkonzentration pro Milligramm organischer Trockensubstanz läßt sich schließlich nach folgender Formel berechnen:

$$\frac{\text{gezählte Pollenkörner} \times \text{Gesamtstreifen pro Deckglas} \times \text{Probenmenge im Röhrchen [mm} \times 10]}{\text{gezählte Steifen} \times \text{Gewicht der org. Trockensubstanz [mg]} \times \text{Probenmenge unter 1 Deckglas [µl]}}$$

Zufällige Schwankungen der Pollenkonzentration, wie sie durch eingeschwemmtes mineralogenes Material entstehen, werden bei Konzentrationsberechnungen eliminiert, die sich auf die organische Trockensubstanz beziehen. Natürlich wird neben der mineralogenen auch organische Substanz durch Hochwasser herangeführt und abgelagert, doch überwiegt der mineralische Anteil mit meist 95% und mehr bei weitem. Entsprechende Glühverlustbestimmungen erfolgten an Auelehmen, die außerhalb von Paläomäandern auf der Fläche sedimentiert wurden.

Gegenüber limnischen Sedimenten oder relativ gleichmäßig aufgewachsenen Hochmoortorfen muß also im fluviatilen Milieu mit sehr viel größeren Schwankungen der Pollenkonzentration gerechnet werden. Dazu trägt auch der rasche Wechsel von Mudden, unterschiedlichen Torfen und Auelehmen bei. Aus diesem Grund wurde darauf verzichtet, das Pollendiagramm Estorf als Konzentrationsdiagramm zu zeichnen.

## D. Quartärgeologische Voruntersuchungen

Erst in den letzten Jahren wendet sich das Interesse in zunehmendem Maße der Erforschung des fluviatilen Geschehens zu. Vor dieser Zeit lagen aus weiten Teilen der Bundesrepublik entweder gar keine oder nur sehr alte Untersuchungen vor, die eine detaillierte Revision dringend erforderlich machten. Insbesondere durch das IGCP-Projekt 158-A und das DFG-Schwerpunktprogramm „Fluviatile Geomorphodynamik im jüngeren Quartär“, in dessen Rahmen auch das vorliegende Forschungsvorhaben durchgeführt wurde, ist die Entwicklung der mitteleuropäischen Flüsse seit dem letzten Pleniglazial weiter in den Blickpunkt gerückt (KOZARSKI 1983a, VAN HUISSTEDEN, VANDENBERGHE & VAN GEEL 1986, KALICKI 1987, VANDENBERGHE et al. 1987, STAR-

KEL 1982, 1987, BUCH 1988, VAN HUISSTEDEN & VANDENBERGHE 1988, PÖRTGE & HAGEDORN 1989, SCHIRMER 1983, 1990, VAN HUISSTEDEN & RAN 1990, VAN HUISSTEDEN 1990, SCHELLMANN 1990, MOLDE 1991, HILLER, LITT & EISSMANN 1991 u.v.a.).

Hochauflösende pollenanalytische Diagramme, mit deren Hilfe die enge Verzahnung von quartärgeologischen, klimatischen, vegetationsgeschichtlichen und anthropogenen Einflüssen auf die fluviatile Geomorphodynamik erfaßt werden kann, liegen bisher nur ganz vereinzelt aus Polen (ROTNICKI & LATALOWA 1986, RALSKA-JASIEWICZOWA & STARKEL 1988), den Niederlanden (BOHNCKE et al. 1987, RAN 1990) und dem süddeutschen Raum (ERTL 1987, SMETTAN 1990) vor. Dabei wurden fast immer Mudden und Torfe palynologisch bearbeitet, die in Paläorinnen des Flusses abgelagert bzw. aufgewachsen sind.

Rinnenfüllungen können aber nur dann sinnvoll untersucht werden, wenn die Morphologie der Paläomäander bekannt ist. Arbeiten über die subrezente und spätglaziale Mäandermorphologie großer Tieflandflüsse stammen überwiegend aus dem osteuropäischen Raum (KOZARSKI & ROTNICKI 1977, KOZARSKI 1983b, GONERA 1986, TOMCZAK 1987), aus Deutschland fehlen sie bisher fast völlig. Deshalb soll hier exemplarisch die Morphologie des Paläomäanders am Schönebusch (Abb. 4) westlich von Stolzenau beschrieben werden.



Abb. 4: Paläomäander am Schönebusch, 1990 (vgl. Abb. 13: von Profil I in Richtung Profil III fotografiert)

In den Bereichen, in denen aufgrund der größten Erosionstiefe des Flusses das Altwasser nach dem Abschnüren des Mäanders zuletzt verlandet, wird die Sedimentationsrate hoch und eine entsprechend feine zeitliche Auflösung möglich sein. Naturgemäß erodiert der Fluß innerhalb eines Mäanders in den Abschnitten am meisten in die Tiefe, in denen die Mäanderkrümmung den kleinsten Radius aufweist (Abb. 13). Dabei treten, wie die genauen Untersuchungen GONERAS (1986) zeigen, allerdings einige Variationen zutage. Mit einer Rammkernsonde (Innendurchmesser 2,5 cm) wurden 85 Bohrungen durchgeführt, einnivelliert und in 7 Profilen (Abb. 6–12) dargestellt. Die Mäanderquerschnitte

vermitteln genaue Vorstellungen über das spätglaziale Flußbett der Weser sowie die Verlandung des Altwassers. Kaum gekrümmte Abschnitte des Paläomäanders sind selten tiefer als 2 m (Abb. 6–8, 13), während am extremen Prallhang Tiefen von nahezu 5 m erreicht werden (Abb. 9, 10, 13). Vielfach wuchsen und wachsen an den tiefsten Stellen kleine, der Rinnenmorphologie angepaßte Verlandungsmoore oder Bruchwälder (vgl. Torfbildungen in Abb. 9–12).

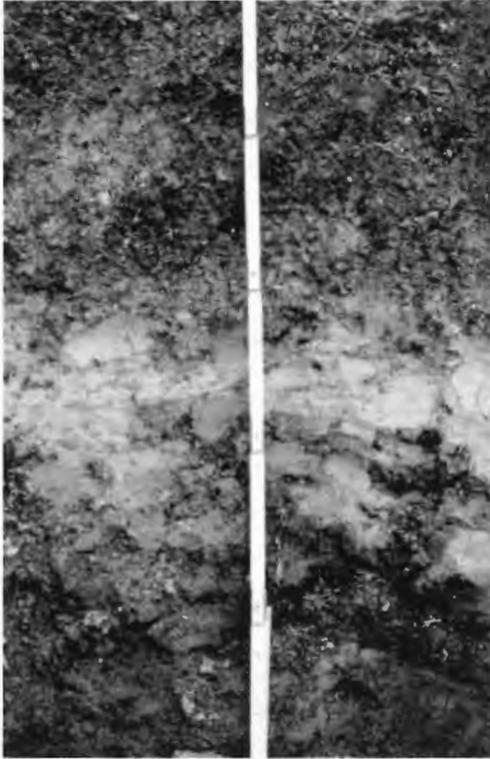


Abb. 5: Zusammengeschwemmter Laacher Tuff im Paläomäander am Schönebusch, aufgeschlossen in einem Entwässerungsgraben zwischen den Profilen III und IV, 1990

In den mineralreichen Mudden, die für das fluviatile Milieu typisch sind (HINZE et al. 1989), findet sich im Paläomäander am Schönebusch in oft mehreren Dezimeter mächtigen Lagen ein zusammengeschwemmter vulkanischer Tuff (Abb. 5), der aufgrund der palynologischen Untersuchungen dem allerödzeitlichen Laacher See-Ausbruch zugeordnet werden muß (Abb. 6–9, 11, 12). Aus dem Gebiet der Mittelweser ist dieser Nachweis neben dem Vorkommen vom Hämelsee (mdl. Mitt. Dr. MERKT, Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung, nicht publ.) bislang der einzige Fund dieser stratigraphisch signifikanten Ablagerung.

Durch morphologische Betrachtungen und petrographische Ansprache der Sedimente ist es nur selten möglich, das Alter der Ablagerungen festzustellen. In den allermeisten Fällen ist die zeitliche Dimension des Sedimentationsgeschehens nur mit Hilfe zahlreicher Datierungen aufzuklären, die an Ablagerungen aus dicht abgebohrten und genau beschriebenen Profilreihen vorgenommen werden. Deshalb wurden insgesamt über 250 Bohrungen und 102 pollenanalytische Einzeldatierungen durchgeführt, um Vorstellungen über die teilweise äußerst komplizierten Laufverlagerungen ehemaliger Weserarme

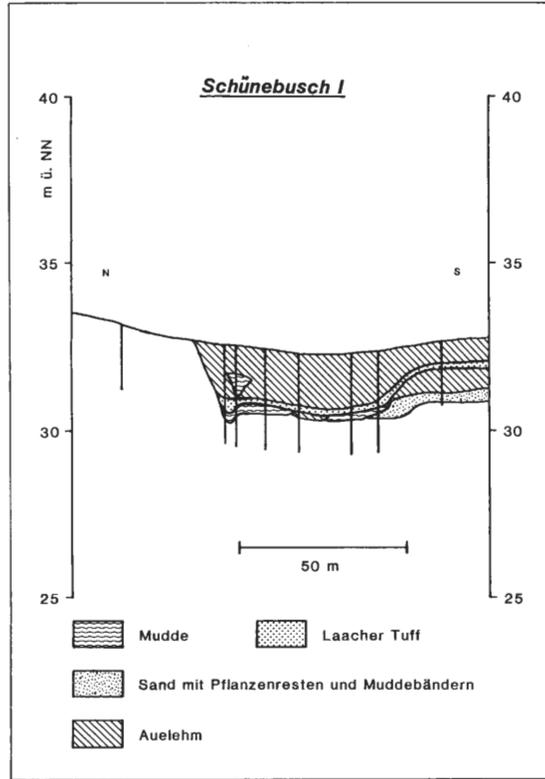


Abb. 6: Profil Schönebusch I (zur Lage siehe Abb. 13)

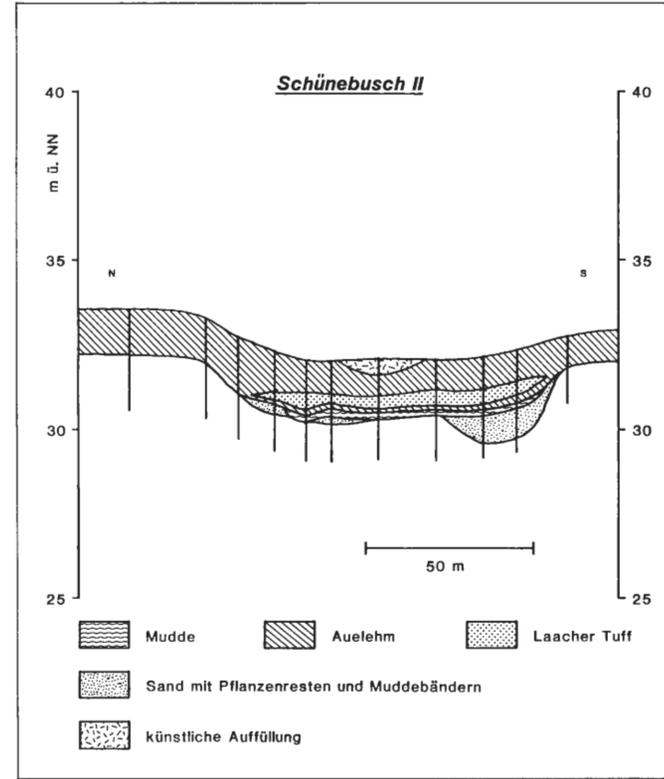


Abb. 7: Profil Schönebusch II (zur Lage siehe Abb. 13)

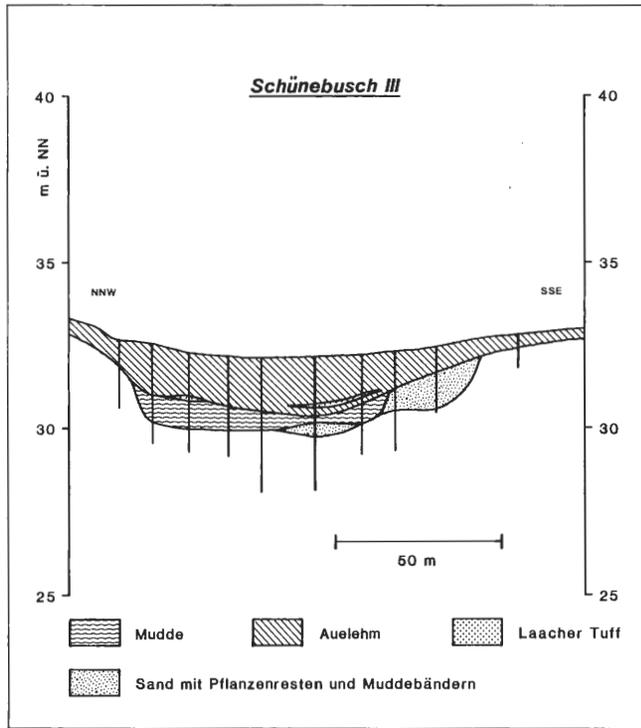


Abb. 8: Profil Schönebusch III (zur Lage siehe Abb. 13)

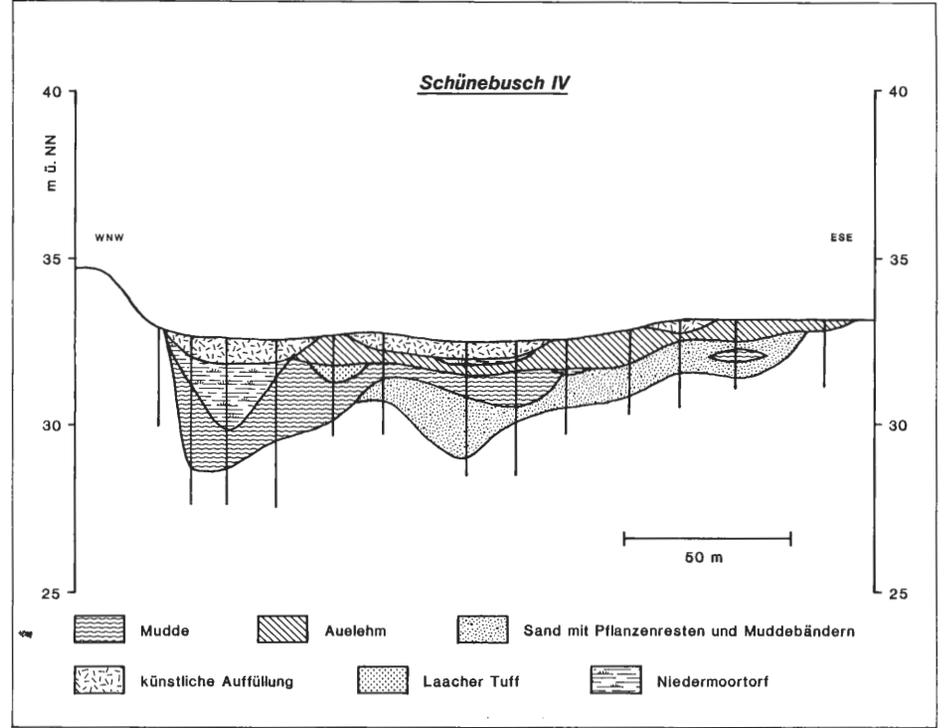


Abb. 9: Profil Schönebusch IV (zur Lage siehe Abb. 13)

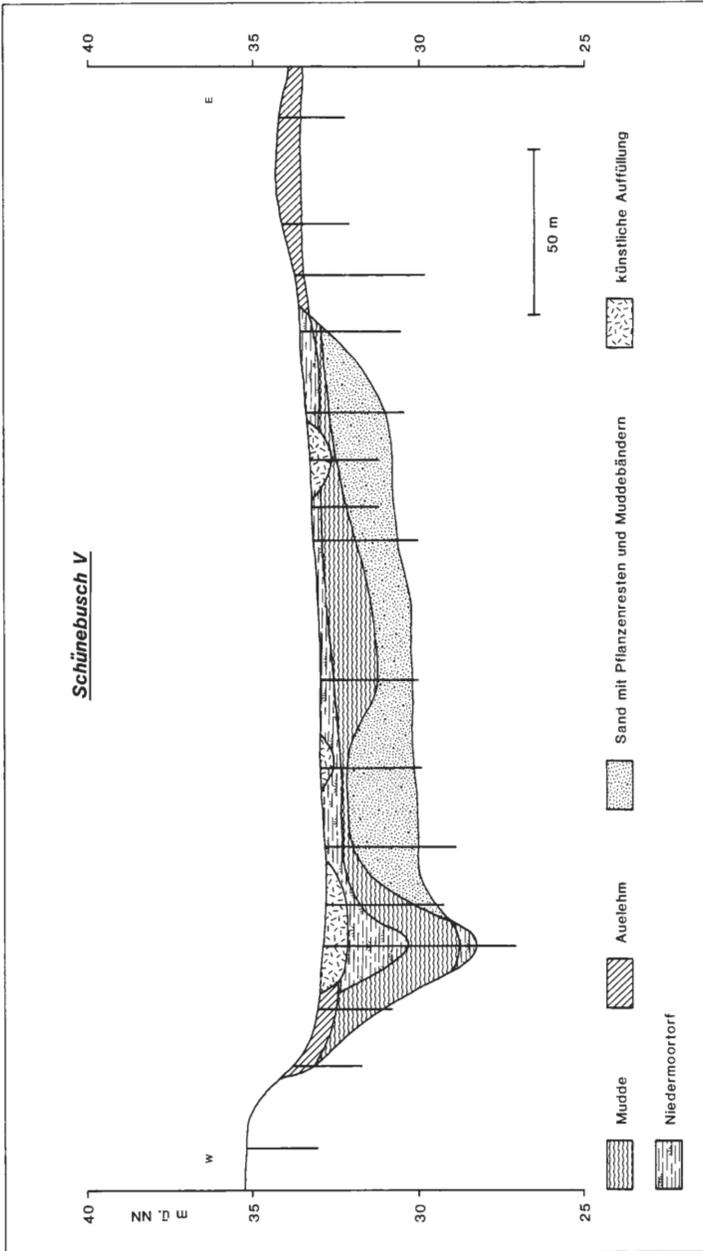


Abb. 10: Profil Schünebusch V (zur Lage siehe Abb. 13)

zwischen Stolzenau und Estorf zu bekommen. Besonders in der auch heute noch überfluteten Talau kam und kommt es bei Hochwassern zu rinnenartiger und auch flächenhafter Erosion älterer Ablagerungen. Schichtlücken sind zwangsläufig die Folge.

Nach umfangreichen quartärgeologischen und palynologischen Vorarbeiten gelang es, in einem Mäander bei Estorf Ablagerungen zu erbohren, die folgende Voraussetzungen erfüllen:

1. Die Sedimentation der Mudden und das Aufwachsen der Torfe verlief mehr oder weniger kontinuierlich. Dokumentationslücken waren weitestgehend auszuschließen.
2. Die Mudden und Torfe dokumentieren zum einen die Vegetationszusammensetzung bis in die nahe Gegenwart und gewährleisten zum anderen den vegetationsgeschichtlichen Anschluß an das Pollendiagramm Schönebusch.
3. Der Mäander liegt im Überflutungsbereich der Weser. Damit können über Glühverlustbestimmungen mögliche Zusammenhänge zwischen anthropogener Tätigkeit und Auelehmsedimentation erkannt werden.

Dank seiner geschützten Lage hinter dem Niederterrassenvorsprung bei Estorf (Abb. 1) erfüllt der Mäander, aus dem das zweite Pollendiagramm stammt, diese Voraussetzungen. Selbst bei extremen Hochwassern ist die Strömungsgeschwindigkeit so gering gewesen, daß einmal abgelagerte Mudden und Torfe nicht mehr erodiert wurden.

Die Entnahme der Rinnensedimente erfolgte mit dem Stechrohrbohrgerät nach MERKT & STREIF (1970). Vor allem in sehr wasserreichen Mudden war die Technik des Stechrohrbohrens, bei dem die Bohrkern durch Vakuum in den Rohren gehalten werden, allen anderen Bohrverfahren überlegen. Der Bohrkerndurchmesser von 48 mm ermöglicht es, Glühverluste, <sup>14</sup>C-Gehalte und Pollenführung aus dem Material einer Bohrung zu ermitteln (KRAMM 1978, POTT 1984, HÜPPE, POTT & STÖRMER 1989). Parallelbohrungen wurden tiefenversetzt niedergebracht und in den Überlappungsbereichen zur Kontrolle ebenfalls ausgewertet.

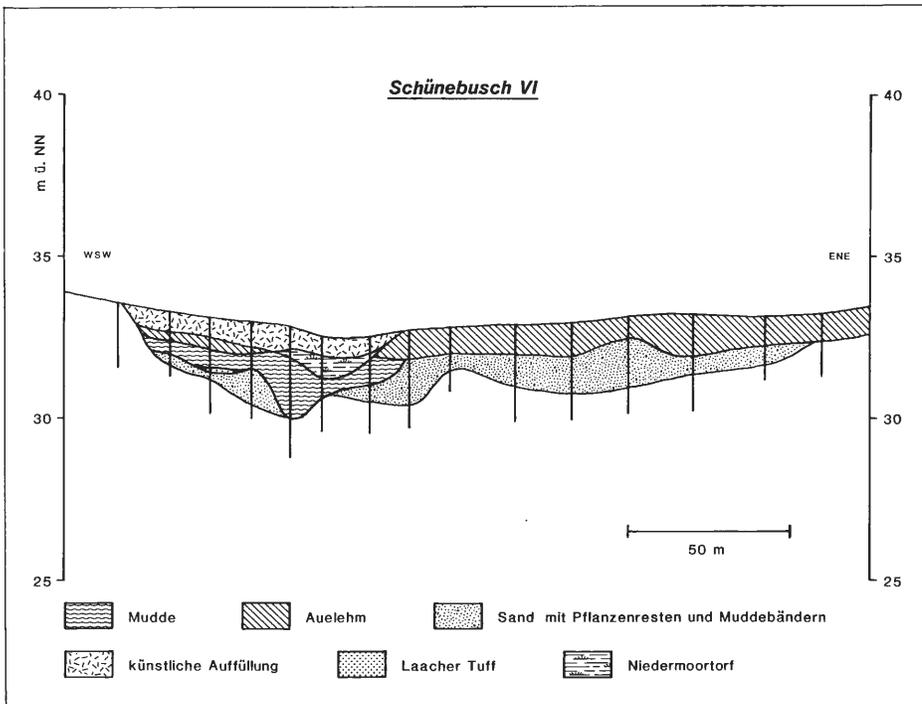


Abb. 11: Profil Schönebusch VI (zur Lage siehe Abb. 13)

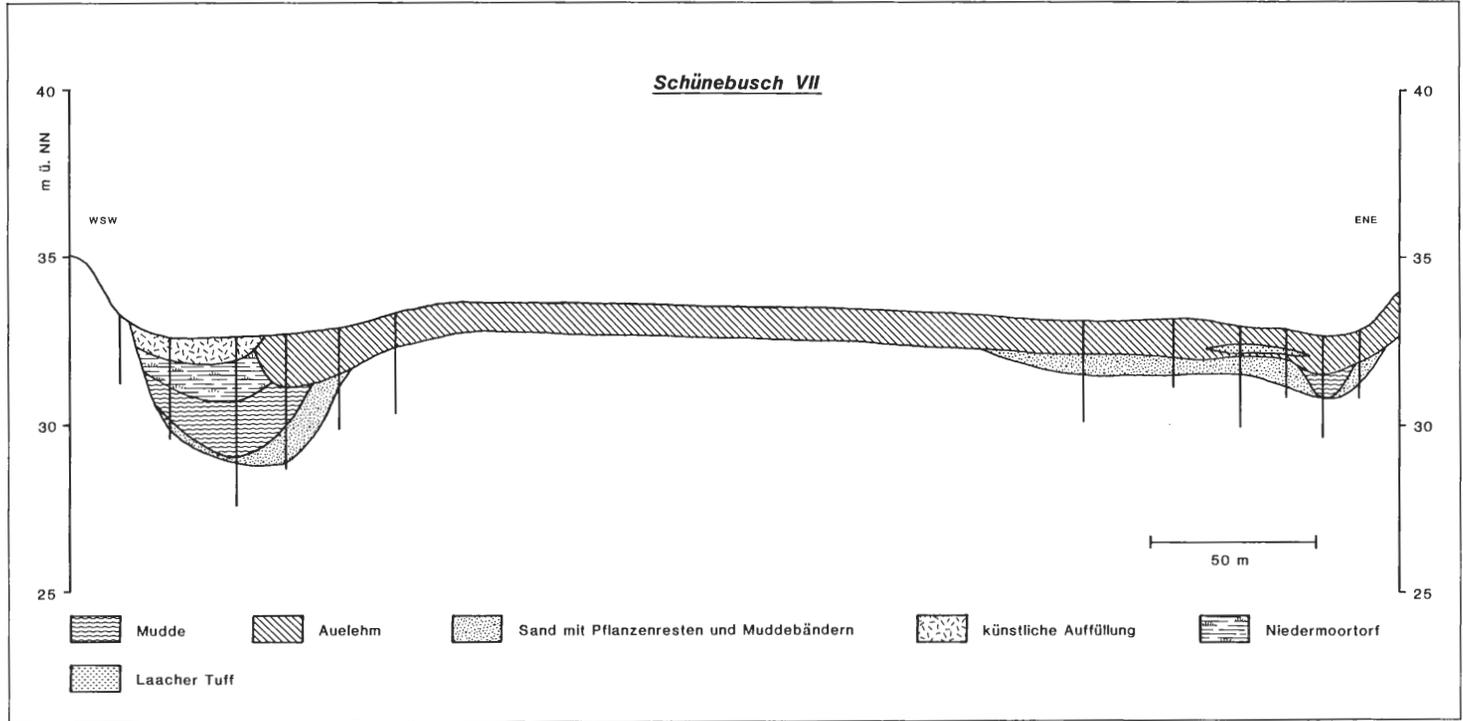


Abb. 12: Profil Schönebusch VII (zur Lage siehe Abb. 13)

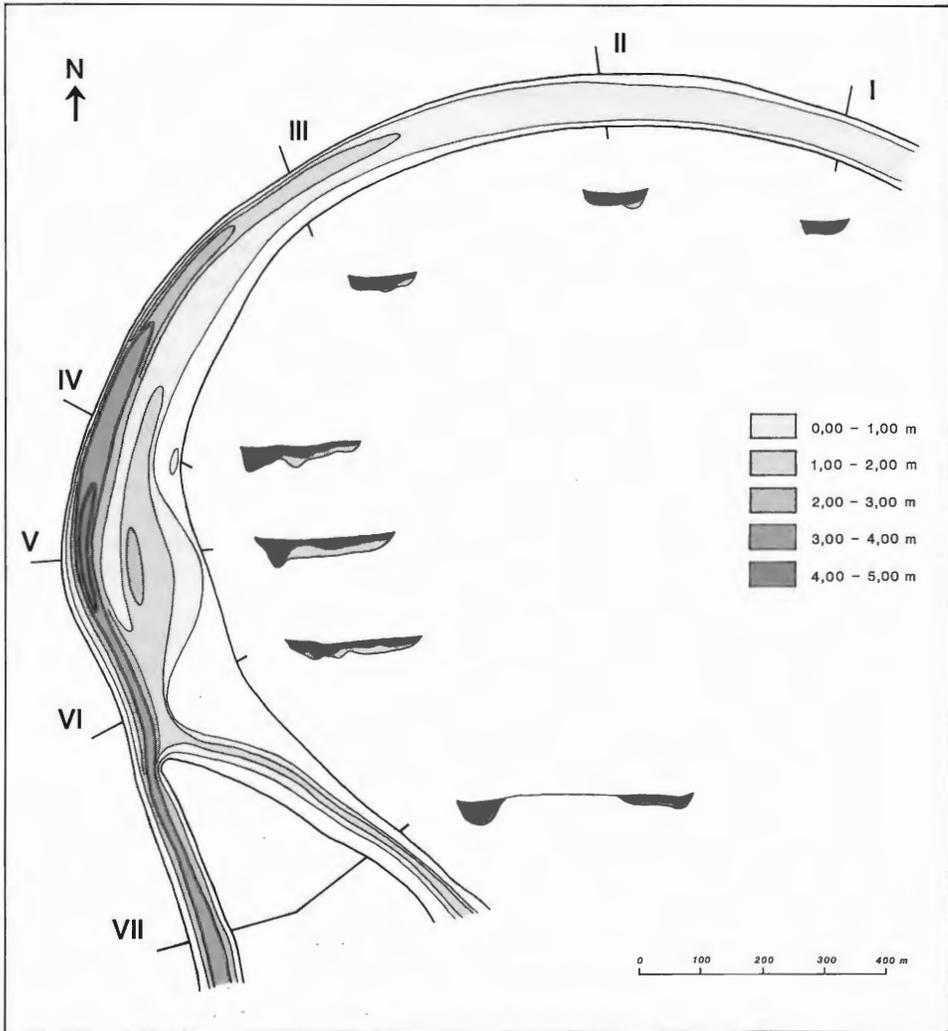


Abb. 13: Rinnenmorphologie des Paläomäanders am Schönebusch

### E. Vegetations- und siedlungsgeschichtliche Aussagen aufgrund der pollenanalytischen Befunde

Als landschaftsprägende Elemente Nordwestdeutschlands nahmen Hoch- und Niedermoore noch im Jahre 1981, in dem die geologische Übersichtskartierung der Moore abgeschlossen worden ist, rund 10% der Fläche Niedersachsens ein (SCHNEEKLOTH, JENSEN & BEUG 1983).

Die Verteilung der überwiegend entwässerten und dadurch toten Moore betrachtend, fällt auf, daß im Tal der Mittelweser einschließlich der Niederterrassenbereiche keine größeren Moore aufgewachsen sind (OVERBECK 1950, SCHNEEKLOTH, JENSEN & BEUG 1983). Die einzige pollenanalytische Bearbeitung von subatlantischen Altarmsedimenten (REI-

CHELT 1950) erfaßt nur einen kurzen Zeitabschnitt der Florenentwicklung an der Mittelweser. Die wenigen pollenanalytisch untersuchten Moore, etwa 20 km westlich der Weser, sind von PFAFFENBERG (1930, 1934) mit so großen Probenabständen bearbeitet worden, daß die entsprechenden Diagramme unter heutigen Fragestellungen nur sehr eingeschränkt zu verwerten sind.

Außerdem befassen sich fast alle pollenanalytischen Untersuchungen in Nordwestdeutschland mit der klimazonalen Waldgeschichte; die Entwicklung der Talauen mit ihren azonalen Wäldern ist bisher unerforscht. Aber nur dann, wenn die untersuchten Sedimente und Torfe dem fluviatilen Faziesbereich entnommen werden, ist zu erwarten, daß sie tatsächlich die Vegetationsentwicklung der Talauen widerspiegeln. Der Pollenniederschlag der umgebenden klimazonalen Wälder ist auch bei solchen Diagrammen noch beträchtlich repräsentiert.

Zweifel an der Zuverlässigkeit von Pollendiagrammen aus dem fluviatilen Milieu können aufgrund der vorliegenden Untersuchungen nicht bestätigt werden (vgl. auch GRICHUK 1967, ERTL 1987). Insbesondere der Eintrag allochthoner Pollen, die mit abgeschwemmtem Bodenmaterial in Mudden und Auelehme gelangen, oder von Pollen, die aus aufgearbeiteten, älteren stratigraphischen Einheiten stammen, scheint nur eine untergeordnete Rolle zu spielen. Jedenfalls ist sowohl der Anteil tertiärer Pollentypen als auch deutlich schlecht erhaltener Pollenkörner zu vernachlässigen. Spätglaziale Pollen, wie die von *Helianthemum* oder *Hippophaë*, die Hinweise auf allochthone Beimischungen geben, sind in den holozänen Spektren allenfalls sporadisch vertreten.

Im vorliegenden Fall sind pollenanalytisch bearbeitete Sedimente des fluviatilen Faziesbereichs denen des limnischen Milieus und palynologisch untersuchten Torfen in ihrer Aussagekraft durchaus gleichwertig.

## E.I. Das spätglaziale Vegetationsgeschehen

### E.I.1. Alleröd

Pollendiagramme, die das Spätglazial erfassen, fußen sehr oft auf der Analyse überwiegend minerogener Ablagerungen. Nur gelegentlich finden sich geringmächtige Torfe, die allerdings nur kleinflächig verbreitet sind und häufig von Braunmoosen gebildet werden.

Im Profil Schönebusch werden die spätglazialen, basalen Schichten von Braunmoostorf aufgebaut, die dem Alleröd zuzuordnen sind und die übergangslos den kiesigen Sanden des ehemaligen Weser-Flußbettes auflagern. Die Pollenspektren dieses älteren Alleröd-Abschnitts zeigen z.T. erhebliche Schwankungen im Verhältnis von *Betula* und *Pinus*; insgesamt läßt sich aber eine leichte Dominanz der Birke feststellen. Ob Birken und Kiefern nur auf den Niederterrassenflächen und Gleithangsedimenten (point bars) gewachsen sind oder ob sie zumindest in Teilen auch die von der Weser verlassene Rinne besiedelt haben, kann nicht beantwortet werden. Bei *Salix* und *Artemisia*, zwei Gattungen, die in der älteren Tundrenzeit stark vertreten sind, ist bereits ein Rückgang in den allerödzeitlich eingestufteten Diagrammabschnitten festzustellen. Auch der Nachweis anderer kälteresistenter Arten und Heliophyten, z.B. durch Pollen vom *Potentilla*-Typ oder von *Helianthemum*, gelingt nur mit sehr geringen Prozentsätzen. Diese Pflanzen fanden in den offensichtlich dichter und schattiger werdenden Birken-Kiefern-Wäldern nicht mehr die Bedingungen, die sie als Tundrenelemente optimal gedeihen ließen.

Hingegen trat *Filipendula*, eine thermophile Gattung, die eine mittlere Julitemperatur von mehr als 10° C benötigt (BOHNCKE et al. 1987), mit Werten um 8% deutlich in Erscheinung. Durchaus vergleichbare Entwicklungen zeigen sich in anderen Spätglazial-Pollendiagrammen, sofern die Ablagerungen oder Torfe mächtig genug und in engem

Probenabstand untersucht worden sind (BEHRE 1966, USINGER 1975, BOHNCKE et al. 1987, BURRICHTER und POTT 1987).

Die Schwankungen, die in den Kurven von *Pinus* und *Betula* auftreten, dürften auf die sehr enge Beprobung oder vielleicht auch auf Waldbrände in den kieferndominierten Wäldern zurückzuführen sein. Daß Klimaoszillationen für ein solches Kurvenbild als Ursache anzusehen sind, ist eher unwahrscheinlich, zumal der Bereich der Mittelweser während des Alleröds nicht an der klimazonalen Waldgrenze lag, wo sich derartige Schwankungen am ehesten auswirkten (BEHRE 1966, OVERBECK 1975).

Gegenüber den jüngeren spätglazialen Profilabschnitten ist keine Reduktion der Nichtbaumpollen festzustellen, wie es bei zunehmender Bewaldung eigentlich zu erwarten wäre; allerdings wird die Nichtbaumpollensumme überwiegend von *Gramineae* und *Cyperaceae* bestimmt, die im Paläomäander und an dessen Rand in großen Beständen vorgekommen sein dürften. Während des älteren Teils des Alleröds muß der Grundwasserspiegel zwar tiefer gelegen haben als es heute der Fall ist, doch darf aus dem Vorkommen des Braunmoostorfs nicht geschlossen werden, daß in dem Paläomäander zu dieser Zeit kein Gewässer existierte. Der Braunmoostorf enthält zersetzte, nicht weiter zu bestimmende *Drepanocladus*-Arten, unter denen auch *Drepanocladus fluitans*, eine ausgesprochen limnische Spezies, sein könnte. Andere Arten der *Bryales* bilden Schwinggrasen, so daß Braunmoostorfe nicht nur unter terrestrischen Bedingungen gebildet wurden.

Der Übergang von der birken- zur kiefernreichen Phase des Alleröds vollzieht sich im Diagramm Schünebusch in einer Tiefe von 4,62 m (Probe 14) und ist durch ein Ansteigen der Kiefernwerte bis auf durchschnittlich 70% von zuvor etwa 35% gekennzeichnet. Zeitgleich erhöhen sich die Prozentsätze von *Salix* leicht, doch ist dieses Phänomen sicherlich auf lokale Einflüsse zurückzuführen. In eine ganz ähnliche Richtung weisen die *Cyperaceae*-Werte, die mit hohen Anteilen von Seggenrhizomen im Torf korrelieren und nicht als Indiz für eine um sich greifende Öffnung der Landschaft gewertet werden dürfen.

Bereits in Pollenzone III deutet sich die Ausbreitung der *Ericaceae* durch zumeist einzelne Nachweise von *Calluna* an. Zur kiefernreichen Zeit des Alleröds vermehren sich dann vor allem die Funde des *Calluna*-Pollens und bilden zumindest abschnittsweise eine geschlossene *Ericaceae*-Kurve, in die auch die ersten, wenn auch seltener nachzuweisenden *Vaccinium*-Pollenkörner einbezogen sind. Eine durchaus ähnliche Entwicklung läßt sich auch in Westrhaderfehn (BEHRE 1966) beobachten, wo kurz nach dem Beginn der geschlossenen *Ericaceae*-Kurve *Pinus* im allerödzeitlichen Wald zur Dominanz gelangt.

Gegenüber dem ostfriesischen Pollendiagramm, in dem *Filipendula* bereits nach dem Wechsel von Pollenzone IIIa nach IIIb das spätglaziale Maximum zeigt, weist diese Art an der Mittelweser die höchsten Werte erst in der Mitte von Pollenzone IIIb auf. Solche Verschiebungen können mit regionalen und lokalen Unterschieden erklärt werden.

Die Depression der *Gramineae*-, *Cyperaceae*- und *Artemisia*-Kurve in den Proben 36–40 trifft mit den höchsten allerödzeitlichen Werten von *Pinus* zusammen (ca. 80%). Zweifellos spiegelt sich in den genannten Pollenspektren ein recht dicht geschlossener, überwiegend von Kiefern gebildeter Wald wider, dessen erheblicher Pollenniederschlag sich in den übrigen Kurven durch Depressionen auswirkt und der durch Beschattung zu einem Rückgang der Krautvegetation führte. Zusätzlich muß berücksichtigt werden, daß der Pollentransport in Wäldern weniger weitreichend ist als in einer offenen oder halboffenen Landschaft (TAUBER 1967, ANDERSEN 1967, 1988).

Mehrfach treten in den allerödzeitlichen Spektren umgelagerte Pollen wärmeliebender Gehölze auf, wie z.B. *Quercus*, *Ulmus*, *Tilia* und *Corylus*. Die entsprechenden Pollenkör-

ner sind meist schlecht erhalten, und fast immer lassen sich mehrere Sekundärpollen in einem Spektrum gemeinsam nachweisen. Nach WILLERDING (1960) kann sekundärer Polleneintrag aber vernachlässigt werden, wenn die Pollenproduktion der umgebenden Vegetation hoch ist. Das ist im Schünebusch der Fall gewesen.

Neben den pollenfloristischen Merkmalen, die es erlauben, die Grenze zwischen Alleröd a und Alleröd b zu ziehen, gibt die Laacher See-Tephra in Probe 15 als signifikante stratigraphische Marke einen weiteren wichtigen Hinweis zur absoluten Alterseinstufung. Der mehrere Dezimeter mächtige Tuff in dem Paläomäander am Schünebusch wurde zusammengespült, offensichtlich unmittelbar nachdem er sich abgelagert hatte. Im Gegensatz zu diesen allochthonen Tufflagen, die überall in dem Paläogerinnebett nachzuweisen sind (Abb. 6–9, 11, 12), handelt es sich bei dem sehr dünnen und nur mikroskopisch zu erfassenden Band in den Torfen um eine in situ-Ablagerung, die der nordostwärts ziehenden Fahne des vulkanischen Ausbruchs zu verdanken ist (VAN DEN BOGAARD & SCHMINCKE 1990) und die auch in den mit 2,5% sehr niedrigen Glühverlustwerten zum Ausdruck kommt. Vor allem in Seen, die bereits im Spätglazial existiert haben, ist der Tuff weiter verbreitet als in der von OVERBECK (1975: 382) gegebenen Übersicht. So konnte er beispielsweise im Hämelsee zwischen Weser und Aller entdeckt werden (mdl. Mitt. Dr. MERKT, Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung). Im Gebiet der Mittelweser bei Stolzenau ist in einer anderen Paläorinne, die 2,5 km südöstlich des Schünebuschs fragmentarisch erhalten ist, ein weiteres allochthones Vorkommen der Tephra im Rahmen der vorliegenden Untersuchungen erbohrt worden.

Zur zeitlichen Einordnung des Laacher See-Ausbruchs liegen einige neuere Untersuchungen vor. Nach  $^{14}\text{C}$ -Datierungen eines Waldes bei Miesenheim, der von den Tufferruptionen begraben worden ist, ergibt sich für den Ausbruch ein Alter von höchstens 11040 BP (STREET 1986). Dieses Alter fügt sich in eine Reihe weiterer Datierungen, nach denen man den Vulkanausbruch um 11000 BP annimmt (WEGMÜLLER & WELTEN 1973, VAN DEN BOGAARD & SCHMINCKE 1985).

Die an der Basis des Profils Schünebusch vorgenommene  $^{14}\text{C}$ -Datierung des torfigen Sandes, die den Beginn der sedentären Torfbildung auf  $11130 \pm 300$  BP (Hv 16454) festsetzt, fügt sich unter Berücksichtigung der Standardabweichung gut in das allgemeine Bild ein. Ein deutlich zu geringes Alter ergibt die Probe 47 mit  $9575 \pm 240$  BP (Hv 16453), durch die die Klimaverschlechterung zur Jüngeren Tundrenzeit erfaßt werden sollte. Bei beiden  $^{14}\text{C}$ -Daten ist aber zu berücksichtigen, daß sie aus Sedimenten stammen, die nach den Glühverlustbestimmungen lediglich 4,0% (Hv 16454) und 6,5% (Hv 16453) organische Substanz enthalten. Normalerweise sind für gesicherte Radiokarbonanalysen aber wenigstens 10% organischen Anteils nötig. Erschwerend wirkte sich auch aus, daß nur begrenzte Mengen an Probenmaterial verfügbar waren und infolgedessen sehr wenig Kohlenstoff untersucht werden konnte.

Zahlreiche Radiokarbonatierungen, die spätglaziale Sedimente erfassen, entsprechen nicht dem erwarteten Alter (FRENZEL 1983). Schwankende  $^{14}\text{C}$ -Gehalte der Atmosphäre und die marine  $\text{CO}_2$ -Pufferkapazität sind zwei der wichtigsten Gründe für abweichende Datierungen, doch vor allem durch die Dendrochronologie erscheint es möglich, weitere  $^{14}\text{C}$ -Plateaus wie das hallstattzeitliche zu erfassen (BECKER, KROMER & TRIMBORN 1989). Derzeitig deuten sich am Übergang vom Spätglazial zum Holozän zwei Zeiträume an, die um 9550 BP für beinahe 400 Jahre und um 10000 BP für wenigstens 300 Jahre durch die  $^{14}\text{C}$ -Analyse nicht auflösbar erscheinen (BECKER, KROMER & TRIMBORN 1991). An Seesedimenten durchgeführte Untersuchungen bestätigen das ältere der beiden Radiokarbon-Plateaus (ANDREE et al. 1986, AMMANN & LOTTER 1989, LOTTER 1988, 1990). Durch den Ausbau der Kiefernjahrringchronologie und deren Verbindung mit der

Eichenchronologie sind in den nächsten Jahren detaillierte Kenntnisse über die  $^{14}\text{C}$ -Schwankungen der Atmosphäre im Spätglazial und Altholozän zu erwarten.

Die im Rahmen der vorliegenden Untersuchung durchgeführten  $^{14}\text{C}$ -Datierungen werden konventionell in Jahren vor 1950 angegeben (GEYH 1971, 1983). Die Kalibrierung erfolgte, soweit möglich, nach STUIVER & KRA (1986).

Mit dem Wechsel von Pollenzone IIIa nach IIIb wurde die Phase der Torfbildung durch eine abgelöst, in der Schluffmudden sedimentiert wurden. Der Übergang vom Torf zur Mudde erfolgte nicht abrupt, sondern allmählich, und läßt keine Diskordanz erkennen. In den schluffigen und sandigen Torfen überwiegt der mineralische Anteil mit 80–85% und steigt in der Mudde auf teilweise über 97% an.

### E.I.2. Jüngere Tundrenzeit

Der letzte Klimarückschlag im Spätglazial beendete die Erwärmung des Alleröd-Interstadials und bewirkte eine Auflockerung der Vegetation, insbesondere der Wälder. In den Proben 44–47 sinken die Anteile der Kiefer von 75% auf weniger als 30% ab, während die Birken ihre Anteile von 20% auf mehr als 55% fast verdreifachen und die Weiden von unter 5% auf mehr als 17% ansteigen. Die Kiefer, die die spätallerödzeitlichen Wälder ganz wesentlich beherrscht hatte, verlor entscheidenden Wuchsraum; weitaus häufiger waren Birken in der sich etablierenden Parktundrenlandschaft anzutreffen. Freie Flächen wurden von *Betula nana*, arktischen Zwergweiden und niedrigen Strauchweiden wie *Salix polaris*, *Salix reticulata*, *Salix herbacea* u.v.a. besiedelt. Die rasche Ausbreitung der Weiden wird aus dem klar hervortretenden Gipfel der *Salix*-Kurve zu Beginn der Jüngeren Tundrenzeit ersichtlich.

In den Kurven von *Betula* und *Pinus* sind einige Schwankungen zu erkennen, die eine Abfolge von mehreren Pollenproben erfassen. Solche Schwankungen dürften ebenso wie im Alleröd wohl eher in lokalen oder regionalen Vegetationsveränderungen begründet sein als in Klimaoszillationen, zumal sich die entsprechenden Tendenzen nicht in der Krautvegetation ausgedrückt haben.

Zu den wichtigsten Holzarten des Spätglazials gehörten neben *Salix*, *Betula* und *Pinus* auch ganz wesentlich *Juniperus* und *Populus*. Der Nachweis von *Juniperus*, dessen Kurve immer wieder unterbrochen ist, deutet also lediglich auf das Vorkommen des lichtbedürftigen Strauches hin; denn die Pollenkörner sind bei der angewandten Aufbereitungsmethode nur schlecht erhalten geblieben oder sogar völlig zerstört worden. Mit aller Vorsicht kann *Juniperus* als Hinweis auf den Übergang von einer noch offenen Landschaft zu einer mit geschlossener Bewaldung interpretiert werden. Auch in Schleswig-Holstein (AVERDIECK, ERLKENKEUSER & WILLKOMM 1972, USINGER 1975) und Ostfriesland (BEHRE 1966) findet sich am Ende der Jüngeren Tundrenzeit ein *Juniperus*-Maximum. *Populus* ist nur mit einigen wenigen Pollenkörnern vertreten (Tab. 1) und dürfte an der Mittelweser vorgekommen sein. In Nord- und Nordwestdeutschland erfolgte die Einwanderung der Pappel bereits im Alleröd (USINGER 1975).

Der Anteil der *Gramineae* und *Cyperaceae* nahm während der Jüngeren Tundrenzeit nicht signifikant zu; ein Phänomen, das wohl durch lokale Einflüsse zu erklären ist. Alle anderen Kurven spiegeln die allgemein bekannte Vegetationsentwicklung wider:

Auf den offenen, wieder in Bewegung gekommenen Böden wuchs *Empetrum* und erreicht in einer geschlossenen Kurve schon bald nach der Klimaverschlechterung Werte um 5%, die diese Pflanze in Pollenzone IV beibehält. Auch *Helianthemum*, ein kälteresistenter Heliophyt, ist in nahezu jedem Pollenspektrum nachzuweisen und ganz charakteristisch für die Pollenflora der Jüngeren Tundrenzeit; desgleichen sind die erhöhten

Tab. 1: Pollen und Sporen, die nicht im Diagramm Schönebusch vermerkt sind

Probennummer	Pollen und Sporen	PZ
230	<i>Lythrum</i> 0,1%	XI
227	<i>Juglans</i> 0,1%; <i>Lysimachia</i> 0,1%	
225	<i>Liliaceae</i> 0,7%	X
222	<i>Cornus</i> 0,1%	
221	<i>Liliaceae</i> 0,1%; <i>Linum</i> 0,1%	
220	<i>Rumex cf hydrolapathum</i> 0,2%; <i>Taxus</i> 0,1%	
219	<i>Liliaceae</i> 0,2%	
217	<i>Anemone</i> -Typ 0,3%; <i>Liliaceae</i> 0,7%, <i>Rumex cf hydrolapathum</i> 0,1%; <i>Lythrum</i> 0,1%	
215	<i>Ilex</i> 0,1%	
214	<i>Ilex</i> 0,1%; <i>Linum</i> 0,1%	
213	<i>Lotus</i> 0,1%	
212	<i>Centaurea jacea</i> -Typ 0,1%	
208	<i>Centaurea jacea</i> -Typ 0,1%	IX
200	<i>Centaurea jacea</i> -Typ 0,1%	
193	<i>Abies</i> 0,1%	
190	<i>Ilex</i> 0,1%	
180	<i>Centaurea cyanus</i> 0,1%	
179	<i>Drosera</i> 0,1%	
171	<i>Ilex</i> 0,1%; <i>Sambucus</i> 0,1%	
169	<i>Lysimachia</i> 0,1%; <i>Melampyrum</i> 0,1%	
165	<i>Sambucus</i> 0,1%	
159	<i>Drosera</i> 0,1%	
154	<i>Utricularia</i> 0,1%	VIII
151	<i>Utricularia</i> 0,1%	
145	<i>Populus</i> 0,1%	
144	<i>Melampyrum</i> 0,1%	
143	<i>Utricularia</i> 0,1%	
142	<i>Scheuchzeria</i> 0,1%	
130	<i>Ephedra distachya</i> 0,2%	VII
127	<i>Populus</i> 0,2%	
124	<i>Caltha</i> 0,8%; <i>Botrychium</i> 0,4%	
121	<i>Solanaceae</i> 0,2%	
119	<i>Dryas</i> 0,2%	
118	<i>Polygonum amphibium</i> 0,2%; <i>Scheuchzeria</i> 0,2%	
116	<i>Thalictrum</i> 0,2%	VI
115	<i>Dryas</i> 0,4%; <i>Succisa</i> 0,2%	
110	<i>Populus</i> 0,4%; <i>Boraginaceae</i> 0,2%; <i>Ephedra distachya</i> 0,2%	
101	<i>Thalictrum</i> 0,8%	
94	<i>Dryas</i> 0,2%	
90	<i>Rubus</i> -Typ 0,4%	
82	<i>Thalictrum</i> 0,6%	
76	<i>Dryas</i> 0,2%	
73	<i>Thalictrum</i> 0,2%	
60	<i>Hypericum</i> 0,2%; <i>Utricularia</i> 0,2%	
48	<i>Thalictrum</i> 0,2%	V
46	<i>Populus</i> 0,2%	
42	<i>Lycopodium</i> 0,2%	
40	<i>Boraginaceae</i> 0,2%	
24	<i>Boraginaceae</i> 0,2%	

Prozentsätze von *Artemisia* und *Rumex* prägend für diesen letzten Abschnitt des Spätglazials.

Zweifelsohne handelt es sich bei *Artemisia* im wesentlichen nicht um *Artemisia vulgaris*, eine Pflanze, die nach der neolithischen Revolution als Ruderalement siedlungsanzeigend ist (FIRBAS 1948), sondern vielmehr um *Artemisia campestris* sowie andere Arten, die heute in der subalpinen bis alpinen Stufe und in der arktischen Tundra verbreitet sind (FIRBAS 1949, OVERBECK 1975). Wie schwierig und unsicher es ist, die Arten pollenmorphologisch zu differenzieren, hat DANIELSEN (1970) gezeigt. Zur Unterscheidung der siedlungsanzeigenden *Artemisia*-Pollen von denen der spätglazialen Arten ist der Kurvenverlauf nur im oberen Diagrammteil durch geschwärzte Balken dargestellt. Gleiches trifft für die *Chenopodiaceae* und für *Rumex* zu.

Vor allem der *Rumex acetosa*-Typ, der in den tundrenzeitlichen Spektren ganz überwiegend den Kurvenverlauf von *Rumex* bestimmt, verweist auf eine zunehmende Versauerung der Böden, die auf der Niederterrasse und in der Talauie die sandigen Substrate erfaßt hatte. Aber auch die relativ hohen *Empetrum*-Werte deuten auf teilweise azidophytische Verhältnisse hin. Das kleinflächig stark wechselnde Mosaik der Böden (Abb. 2) auf der Stolzenauer Terrasse wird u.a. durch *Helianthemum* mit Durchschnittswerten von knapp 1% und ganz vereinzelt Pollenfunden von *Dryas octopetala* angezeigt; denn diese Arten benötigen zumindest einen Restgehalt an Kalk.

Für die Jüngere Tundrenzeit Westrhauderfehns hat BEHRE (1966) überwiegend saure Bodenverhältnisse beschrieben, die einerseits in den *Rumex*- und hohen *Empetrum*-Werten, andererseits in der nur noch unterbrochenen Kurve von *Helianthemum* zum Ausdruck kommen. Daß die Bodenverarmung zumindest in Teilbereichen der Stolzenauer Terrasse damals noch nicht so weit vorangeschritten war wie in den Sandgebieten Ostfrieslands, ist auch durch die Wasserpflanzen zu belegen. Das oligotraphente *Myriophyllum alterniflorum* herrschte unter den aquatischen Elementen in Westrhauderfehn vor, während die meso- bis eutraphenten Arten wie *Myriophyllum verticillatum* und *Myriophyllum spicatum* in dem Altwasser am Schönebusch verbreitet waren. Die bessere Nährstoffversorgung im fluviatilen Milieu lag und liegt darin begründet, daß die Weser eine gewisse Nährstoffzufuhr sicherstellt.

Die *Chenopodiaceae* treten mit dem Wechsel vom Alleröd zur Jüngeren Tundrenzeit häufiger auf und nutzen ebenfalls die nährstoffreicheren Standorte. Sofern die entsprechenden Pflanzen kälteresistent waren, boten sich ihnen in der Parktundra oftmals bessere Lebensbedingungen als im Mittel- und Altholozän, in dem die Wälder weite Teile Mitteleuropas bedeckten. Das wird in den tundrenzeitlichen Maxima der *Brassicaceae*, des *Potentilla*-Typs und der *Rosaceae* deutlich, aber auch *Tubuliflorae*, *Caryophyllaceae*, *Rubiaceae* und der *Plantago major/media*-Typ sind verstärkt nachweisbar und dokumentieren eine artenreiche Vegetation (Abb. 30). *Urtica* ist bisher nur in wenigen spätglazialen Pollendiagrammen beschrieben worden, doch war diese Art nach neueren Untersuchungen und den eigenen Befunden ein fester Florenbestandteil der Jüngeren Tundrenzeit (USINGER 1982, LOTTER 1988, KNIPPING 1989).

Der letzte Klimarückschlag des Spätglazials ist aber nicht nur in einer artenreichen, heliophilen Vegetation zum Ausdruck gekommen, sondern hat seine Spuren auch im Sedimentationsgeschehen dieser Zeit hinterlassen. Die von OVERBECK (1975: 420) zusammengestellten Daten zeigen, daß die Sedimentationsraten der Jüngeren Tundrenzeit gegenüber denen des Alleröds stark angestiegen waren. Von den Böden, die teilweise nicht mehr durch die Vegetation festgelegt waren, wurde in größerem Umfang feinklastisches Material erodiert. Auf Flächen mit einer Neigung von 2° und mehr kann mit Solifluktion gerechnet werden (FRENCH 1976, WEISE 1983).

Die minerogenen Komponenten bestimmten auch die tundrenzeitliche Muddesedimentation in dem Paläomäander am Schönebusch. In den Schluffmudden schwankt der organische Anteil, der wesentlich durch spätglaziale *Pediastrum*-Arten bestimmt wird, zwischen 2% und 18%. Während der rund 700 Jahre vom Alleröd bis zum Präboreal bildeten sich 121 cm Schluffmudde; das entspricht einer Sedimentationsrate von durchschnittlich 1,7 mm/Jahr. Mit der zunehmend dichter werdenden Bewaldung im Präboreal sinkt sowohl die Sedimentationsrate als auch der mineralische Anteil in den Mudden und Torfen. Zum Vergleich sind die Sedimentations- und Akkumulationsraten aller biostratigraphischen Zonen in Abb. 14 dargestellt.

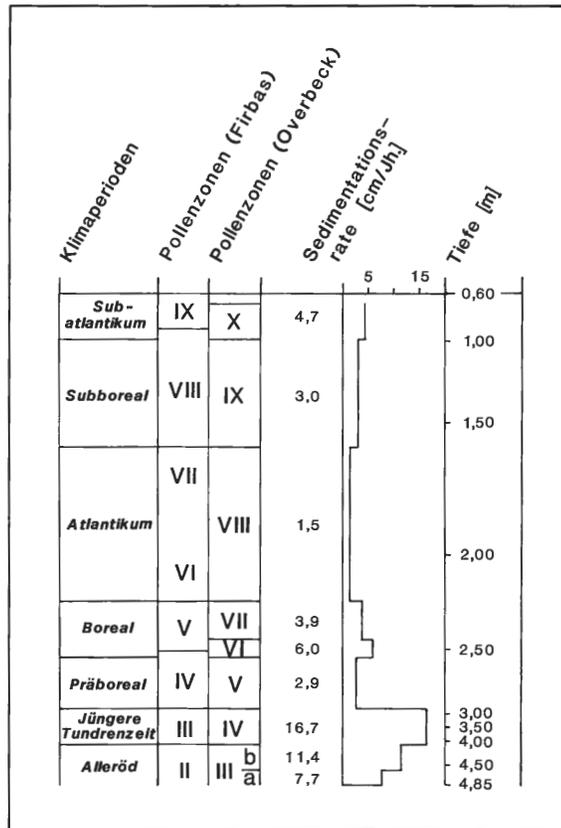


Abb. 14: Sedimentationsraten im Paläomäander am Schönebusch

Aus den Glühverlustbestimmungen und den quartärgeologischen Voruntersuchungen läßt sich aber noch ein anderer weitreichender Schluß ziehen: Bisher ist es an der Weser noch nicht gelungen, die Bildungsphase des Hochflutlehms als pleistozän definiertem Sediment (HINZE et al. 1989) genau einzugrenzen. Zwar bieten geomorphologische Kartierungen und Terrassendatierungen Anhaltspunkte für das Alter des Hochflutlehms (NIETSCH 1955a), aus der vorliegenden Glühverlustkurve (Abb. 38) und der Einschaltung der Laacher See-Tephra in den Lehm (Abb. 6–8) geht aber erstmalig klar hervor, daß die Sedimentation des Hochflutlehms auf der Stolzenauer Terrasse und damit wohl auch in weiteren Gebieten der Mittelweser im älteren Abschnitt des Alleröds begann und über die gesamte Jüngere Tundrenzeit andauerte (Probe 12–111). Ob auch unter hochglazialen

Verhältnissen feinklastische Sedimentdecken gebildet worden sind, kann aufgrund der vorliegenden Untersuchungen nicht geklärt werden.

Der Wechsel vom Spätglazial zum Postglazial vollzieht sich sehr schnell. Der organische Anteil steigt von 19% (Probe 111) auf 47,5% (Probe 114) an. Die durchschnittliche Sedimentationsrate, die in der Jüngeren Tundrenzeit 16,7 cm/Jh. betragen hat, verringerte sich im Präboreal drastisch auf 2,9 cm/Jh.. Offensichtlich ist mit einer raschen Erwärmung zu rechnen, die einen sehr schnellen Vegetationsschluß bedingt hat. Neueste Untersuchungen an laminierten Seesedimenten zeigen, daß sich zu dieser Zeit der gesamte Chemismus der Seen innerhalb von etwa 20 Jahren geändert hat und kaum noch feinklastisches Material in den Mudden abgelagert wurde (mdl. Mitt. Dr. MERKT, Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung).

Im Paläomäander am Schönebusch ging die überwiegend minerogene Sedimentation in eine Torfakkumulation über. Eine Diskordanz war in diesem Bereich des Profils nicht zu erkennen, so daß keine Schichtlücke zu erwarten ist. Warum der Grundwasserstand so weit abgesunken war, kann letztlich nicht geklärt werden, möglicherweise spielte der rasche Vegetationsschluß dabei eine wesentliche Rolle.

## E.II. Die postglaziale Vegetationsentwicklung vor der anthropogenen Überformung

### E.II.1. Präboreal

Der gravierende Wandel zwischen Glazial und Postglazial wirkt sich nicht nur sedimentologisch und hydrologisch aus, sondern zeigt sich ebenso signifikant in einem Wechsel der Vegetation. In einer ganzen Reihe von Pollenkurven drückt sich diese Entwicklung durch ein deutliches Ansteigen oder Abfallen der Prozentsätze aus. Einige, vor allem kälteunempfindliche und lichtliebende Arten verschwanden ganz, andere, insbesondere thermophile Arten, treten erstmalig auf.

Während des älteren Teils des Präboreals verändern Kiefern, Weiden und im wesentlichen Birken ihre Mengenanteile an der Waldzusammensetzung kaum. Zumindest entsteht dieser Eindruck, wenn man das Baumpollendiagramm betrachtet. Vor allem die *Betula*-Kurve verhält sich grundlegend anders, wenn man die Gesamtpollensumme ohne die Wasserpflanzen und Sporen als Berechnungsgrundlage wählt (Abb. 15); dann nämlich verdoppelt *Betula* ihre Anteile von ca. 22% (Probe 111) auf ca. 46% (Probe 113), während die *Gramineae*- und *Cyperaceae*-Werte, je nach Berechnungsweise, auf die Hälfte bis ein Viertel ihrer vorhergehenden Anteile absinken (Abb. 15).

Ganz offensichtlich wurden die tundrenzeitlich offenen Flächen an der Mittelweser von *Betula* besetzt, und in den sich rasch schließenden, aber immer noch lichten Wäldern verloren viele Kräuter und Zwergsträucher der Tundrenlandschaft zusehends an Lebensraum. Es ist nicht verwunderlich, daß sich zuerst die Baumbirken ausbreiteten; denn sie waren es, die an günstigen Standorten die Jüngere Tundrenzeit überdauert hatten. Nur ganz vereinzelt dürfte, wenn überhaupt, *Pinus* während des letzten Stadials an der Mittelweser vorgekommen sein.

Ohnehin zeigen *Betula* und *Pinus* in Norddeutschland ganz unterschiedliche Mengenverhältnisse während des Präboreals. Höchstwahrscheinlich ist die Lage der *Pinus*-Standorte, von denen sich der Baum ausgebreitet hat, für diese von Ort zu Ort wechselnden Anteile verantwortlich (OVERBECK 1975). Aber auch die edaphischen Verhältnisse wirkten sich auf das Vorkommen der beiden Bäume aus, indem sich *Betula*, insbesondere auf den lehmigen und nährstoffreichen Böden, lange Zeit gegenüber *Pinus* behaupten konnte

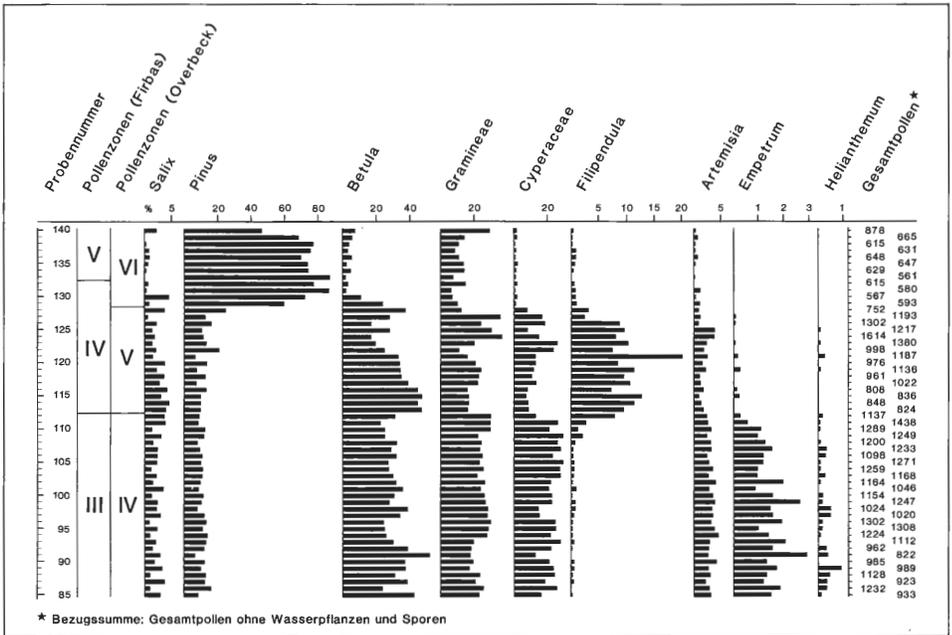


Abb. 15: Wiederbewaldung im ältesten Postglazial (Diagramm Schönebusch, gesamtpollenberechnete Darstellung)

(FIRBAS 1949, KUBITZKI 1961). Durch die Sedimentation des Hochflutlehms im Alleröd und in der Jüngeren Tundrenzeit standen solche Böden an der Mittelweser zur Verfügung. Das Präboreal ist im nordwestdeutschen Raum mehrfach in zwei Abschnitte unterteilt worden. Einerseits wurde ein birkenreicher, älterer Abschnitt von einem kiefernreichen, jüngeren abgegrenzt (SCHMITZ 1953), andererseits ist die Depression der *Juniperus*- und *Artemisia*-Kurve als Kriterium verwendet worden, um das Präboreal zu gliedern (LANGE & MENKE 1967). Allenfalls mit dem ersten der beiden für den schleswig-holsteinischen Raum entwickelten Ansätze gelangt man zu einer Differenzierung des präborealen Abschnitts beim Pollendiagramm Schönebusch. Angesichts der sich kaum verändernden *Pinus*-Anteile bei gesamtpollenberechneten Prozenten (Abb. 15) kann diese Unterteilung für den Raum der Mittelweser aber nur mit Vorsicht verwendet werden.

Doch noch ein weiterer Vergleich bietet sich an. BEHRE (1966) hat bei seinen Untersuchungen in Westrauderfehn eine Kälteschwankung festgestellt, die eine Dreigliederung des Präboreals nahelegt (vgl. auch WIJMSTRA & DE VIN 1971). Der warmen Friesland-Schwankung (Präboreal a) folgt eine Klimaverschlechterung, die BEHRE mit der Piottino-Oszillation (ZOLLER 1960) korreliert (Präboreal b) und die von der endgültigen, nacheiszeitlichen Erwärmung abgelöst wird (Präboreal c).

Im Präboreal des Pollendiagramms Schönebusch tritt dabei überaus deutlich zutage, daß nach der schnellen Birkenausbreitung die Werte in den Proben 122–126 auf das Niveau der Jüngeren Tundrenzeit zurückgehen und auch *Cyperaceae*, *Gramineae* und *Artemisia* die ursprünglichen Anteile zurückgewinnen (Abb. 15). Die zeitgleich, wenn auch nur vereinzelt auftretenden Pollenkörner von *Helianthemum* und *Empetrum* weisen auf eine Auflichtung der Wälder und damit indirekt ebenfalls auf einen Klimarückschlag hin. Auch die entsprechende  $^{14}\text{C}$ -Datierung der Probe 123 bestätigt mit  $9830 \pm 280$  BP (Hv

16866) das ins Präboreal b (9700–10100 BP) fallende Alter der Probensequenz (122–126).

Es gibt aber auch einige wichtige Hinweise, die zumindest gegen eine einschneidende Änderung des Klimas sprechen. Prägnant erscheinen vor allem die hohen, z.T. sicherlich lokal bedingten Werte von *Typha latifolia*, dem breitblättrigen Rohrkolben, der erst bei einer mittleren Julitemperatur von 13–14° C gedeiht (IVERSEN 1954, KOLSTRUP 1979). Auch *Filipendula*, eine bislang als thermophil angesehene Gattung (BEHRE 1966, OVERBECK 1975), kommt mit sehr hohen Prozentsätzen vor. Nach BOHNCKE et al. (1987) soll *Filipendula* allerdings schon bei einer mittleren Julitemperatur von mindestens 10° C gedeihen; KOLSTRUP (1979) hält sogar eine mittlere Julitemperatur von mehr als 8–9° C für ausreichend. Gleichfalls erreichen *Tubuliflorae*, *Liguliflorae*, *Apiaceae* und *Caryophyllaceae* zu der Zeit des *Betula*-Tiefstandes signifikant höhere Prozentsätze als während der gesamten Jüngerer Tundrenzeit (vgl. Diagramm Schönebusch, als Anlage), und zeitgleich zeigt ausgerechnet *Pinus* den einzigen deutlichen Ausschlag im mittleren und älteren Teil des Präboreals (Abb. 15). Auch an der Glühverlustkurve läßt sich keinerlei Zunahme der mineralischen Komponente beobachten. Es soll aber noch ein anderer Gesichtspunkt berücksichtigt werden: Wie sich oben gezeigt hat, müssen wir uns den präborealen Wald an der Mittelweser wohl als ganz überwiegend von Birken beherrscht vorstellen. Warum aber sollte gerade *Betula*, die die Jüngere Tundrenzeit auch nördlich der Mittelgebirgsschwelle verbreitet überdauert hat, durch einen Klimarückschlag so schwer geschädigt worden sein, daß sich die Wälder erneut aufgelockert haben, zumal aufgrund der Vorkommen von *Filipendula* und *Typha latifolia* kaum eine Klimadepression dryaszeitlichen Ausmaßes angenommen werden kann? Aus welchem Grunde breiteten sich aber dann die Gräser und zahlreiche andere Kräuter im Präboreal noch einmal aus?

Die Auflockerung des präborealen Waldes durch Brände (KNIPPING 1989, MAC DONALD et al. 1991) scheidet im Bereich der Mittelweser sehr wahrscheinlich aus, da keine Holzkohlepartikel nachgewiesen werden konnten. Außerdem ist es schwer vorstellbar, daß fast reine Birkenwälder durch Feuer vernichtet werden können (ANDERSEN 1988, CLARK, MERKT & MÜLLER 1989).

Schwierig wird die Interpretation des Diagramms nach dem starken Anstieg der *Cyperaceae*-, *Gramineae*- und *Artemisia*-Kurve, da für den Abschnitt nach der angenommenen Klimaschwankung, also für die eigentliche Erwärmung, lediglich ein Pollenspektrum bis zum Schnittpunkt der *Betula*- mit der *Pinus*-Kurve bleibt, der den Übergang zum Boreal kennzeichnet (ALETSEE 1959, BEHRE 1966). Gerade die endgültige Erwärmungsphase (Präboreal c) umfaßt aber den größten Zeitraum des Präboreals (BEHRE 1966, WIJMSTRA & DE VIN 1971). Dementsprechend müßte sich entweder die Torfbildung auf ein Minimum verringert haben oder sogar zum Stillstand gekommen sein. Für eine solche Annahme existieren aufgrund des gleichmäßigen Torfaufbaus aber keine Hinweise; deshalb erscheint ein Hiatus ausgeschlossen.

Nahezu identische Kurvenverläufe von *Betula*, *Pinus*, *Gramineae*, *Apiaceae* und *Cyperaceae* sind im New Dinkel Canal/Diagramm 5 (WIJMSTRA & DE VIN 1971) zu verfolgen; auch dort ist das Präboreal sensu stricto, d.h. die endgültige Erwärmungsphase (BEHRE 1966: Präboreal c) nur mit geringmächtigen Torfen repräsentiert, die höchstens zwei Pollenspektren umfassen. Eine Schichtlücke ist aufgrund des folgenden, synchronen Anstiegs der *Alnus*- und *Quercus*-Frequenzen aber nicht auszuschließen.

Zusammenfassend muß festgestellt werden, daß die pollenanalytischen Befunde heterogen sind und keine eindeutige Aussage zulassen. Eine Klimaschwankung ist durchaus denkbar. Vielleicht liegen viele der beschriebenen und so widersprüchlich erscheinenden Phänomene darin begründet, daß der Schönebusch 115 km südöstlich von Westrhauder-

fehn lokalisiert ist und bereits weit innerhalb des präborealen Waldgebietes lag. Aber nur in den Grenzgebieten von Pflanzenarealen, darauf weist BEHRE (1966) ausdrücklich hin, zeichnen sich vor allem kleinere Klimaszillationen ab.

Nachdem das Hochmoor der Bedrina, in dessen Torfen ZOLLER (1960) die Piottino-Schwankung nachgewiesen hat, von KÜTTEL (1977) neu bearbeitet worden ist, scheinen Zweifel an der Existenz dieser Schwankung im Alpenraum durchaus berechtigt. Dadurch ist ein Klimarückschlag im Präboreal Nordwestdeutschlands, wahrscheinlich sogar Nordeuropas aber noch nicht widerlegt (BEHRE 1978); denn BEHRE (1966: 76) betont, daß „man mit der Konnektierung solcher kleinerer Klimaschwankungen über größere Entfernungen überaus vorsichtig sein muß“. Zur Klärung des Ausmaßes präborealer Klimaszillationen werden u.a. die zahlreichen, detaillierten Untersuchungen an laminierten Seesedimenten beitragen können, die unsere Kenntnisse über den Seechemismus, das Ablagerungsgeschehen und die Vegetationsgeschichte erweitern werden (vgl. u.a. GEYH, MERKT & MÜLLER 1971, USINGER 1982, ZOLITSCHKA 1988, MERKT & MÜLLER, in Vorbereitung).

In der Sedimentabfolge enthält Probe 113 als tiefstgelegene, ins Präboreal eingestufte Probe neben hohen Birkenanteilen auch ein einzelnes *Corylus*-Pollenkorn. Sicherlich muß man bei Einzelfunden vorsichtig sein, aber schon bald setzt die empirische Haselkurve nach weiteren Funden in Probe 120 ein. Desgleichen lassen sich im unteren Teil des Präboreals *Ulmus* und *Quercus* mit einzelnen Pollenfunden belegen, doch ist eine Umlagerung nicht auszuschließen, obwohl die entsprechenden Pollenkörner weder korrodiert noch stärker inkohlt gewesen sind. Auch fertransportierte Pollen sind in Betracht zu ziehen und könnten die bevorstehende Einwanderung der wärmeliebenden Eichenmischwaldelemente ankündigen. Vereinzelt Pollenfunde von *Quercus*, *Ulmus* und *Corylus* werden als charakteristisch für diese Zone angesehen (FIRBAS 1949, ALETSEE 1959).

*Alnus*-Pollen wird auffallend häufig lange vor dem Einsetzen der empirischen Kurve festgestellt, oder die *Alnus*-Kurven zeigen in präborealen Diagrammabschnitten vorübergehend erhöhte Werte, zumeist noch auf einem niedrigen Niveau. Gelegentlich sind diese *Alnus*-Pollenkörner als aufgearbeitet und umgelagert betrachtet worden (SCHNEEKLOTH 1963a, KNIPPING 1989). Mitunter hat man entsprechende *Alnus*-Funde auch nicht weiter beachtet oder auf Kontaminationen zurückgeführt (SELLE 1959, AVERDIECK & DÖBLING 1959, BURRICHTER & POTT 1987, ERTL 1987, HENRION 1990, HAHNE 1991). Einige Autoren erwägen auch die Möglichkeit, *Alnus glutinosa* oder *Alnus incana* seien sehr früh eingewandert und hätten sich erst später ausgebreitet (TIDELSKI 1929, BAAS 1938, FIRBAS 1949, KUBITZKI 1961), etwa dem Verhalten der Buche vergleichbar.

Im Pollendiagramm Schönebusch sind in den präborealen Spektren 121–128 bis zu 7% *Alnus*-Pollen, bezogen auf die Baumpollensumme, zu beobachten. Keines der Pollenkörner war in irgendeiner Weise schlecht erhalten oder ließ durch höhere Inkohlung auf umgelagertes Material schließen. Verunreinigungen mit jüngerem Torf, die für derartig hohe Erlen-Frequenzen die Ursache sein könnten, sind bei der angewandten Bohrtechnik weitestgehend auszuschließen, zumal die entsprechenden Horizonte nicht am Ende eines Bohrkerns gelegen haben.

Dann bleibt aber zu klären, wie die ungewöhnlich hohen und in Nordwestdeutschland bisher höchst selten beobachteten *Alnus*-Werte zustande gekommen sind. Die wahrscheinlichste Annahme ist die, daß *Alnus* im Präboreal an der Mittelweser eingewandert ist; denn derart beträchtliche Prozentsätze lassen sich kaum durch Pollenfertransport erklären, wenn sie nicht in verschiedenen Ablagerungen zu entdecken sind. Aufgrund der im folgenden dargelegten Untersuchungen muß davon ausgegangen werden, daß *Alnus viridis* während des Präboreals im niedersächsischen Tiefland vorgekommen ist.

## E.II.2. *Alnus viridis* in Nordwestdeutschland

Die aktuellen Vorkommen der drei einheimischen *Alnus*-Arten zeigen *Alnus glutinosa* als die in Mitteleuropa am weitesten verbreitete Art, die oftmals sowohl in Auenwäldern als auch auf sickerfeuchten und staunassen Böden bestandsbildend ist (OBERDORFER 1983). *Alnus incana*, im Indigenat häufig nicht eindeutig zu fassen, ist hauptsächlich auf den süddeutschen Raum beschränkt (HAEUPLER & SCHÖNFELDER 1988) und ebenfalls vorwiegend als Auenwaldelement anzusprechen. Im Norden ist dieser Baum bis an die polare Waldgrenze verbreitet (FIRBAS 1949, HULTÉN 1971). Das aktuelle Areal von *Alnus viridis* ist durch die subalpine Verbreitung der Art gekennzeichnet. Nördlich der Linie Stuttgart/Passau kommt *Alnus viridis* in Deutschland nicht vor (HAEUPLER & SCHÖNFELDER 1988). Die Grünerle findet sich als Knieholz in den Alpen bis in eine Höhe von 2050 m und im Schwarzwald, ist aber auch auf den tiefergelegenen, schotterigen Alluvionen fast aller Alpenflüsse heimisch.

Nun sagt die gegenwärtige Verbreitung einer Art noch nichts über die vegetationsgeschichtlich-dynamischen Prozesse aus, die zu den heutigen Arealgrenzen geführt haben. Die in den präborealen Torfen des Paläomäanders am Schönebusch nachgewiesenen *Alnus*-Pollen hätten also grundsätzlich von jeder der drei Erlenarten stammen können.

Bereits bei der Feststellung des maximalen äquatorialen Durchmessers der einzelnen *Alnus*-Pollenkörner in den Proben 121–128 fiel deren relativ geringe Größe von durchschnittlich 20–23  $\mu\text{m}$  auf (Abb. 16). Messungen an rezenten, azetolysierten Pollenkörnern bestätigten die allgemein bekannten Größenunterschiede zwischen *Alnus viridis* (21,8  $\mu\text{m}$ ) auf der einen sowie *Alnus glutinosa* und *Alnus incana* auf der anderen Seite (Abb. 16), wenngleich *Alnus incana* mit durchschnittlich 27,3  $\mu\text{m}$  im untersuchten Vergleichsmaterial größer als *Alnus glutinosa* (25,6  $\mu\text{m}$ ) war, Pollenkörner von *Alnus incana* ansonsten aber als durchschnittlich etwas kleiner als von *Alnus glutinosa* angegeben werden (LÜDI 1930, POTONIÉ 1934, ERDTMAN 1954).

Es lag also der Verdacht nahe, *Alnus viridis* könne an der Mittelweser während des Präboreals in dem Zeitraum um  $9830 \pm 280$  BP (Probe 123) vorgekommen sein. Den endgültigen Beweis erbrachten dann rasterelektronenmikroskopische Untersuchungen. Die Pollen der drei Erlenarten lassen sich anhand ihrer Feinskulpturen klar und eindeutig unterscheiden (Abb. 17, 18, 19; vgl. auch BURRICHTER et al. 1968). Mit Hilfe der im methodischen Teil beschriebenen Siebtechnik konnten insgesamt 7 fossile *Alnus*-Pollenkörner in den Proben 123 und 126 untersucht und zweifelsfrei, als von *Alnus viridis* stammend, identifiziert werden. Da einzeln liegende Pollenkörner sich im Elektronenstrahl oft stark aufladen, sind sie nicht immer zufriedenstellend abzulichten. Trotz dieses Mangels beweisen die Abbildungen 20, 21 und 22 das präboreale Vorkommen von *Alnus viridis* an der Weser bei Stolzenau.

Daß die entsprechenden *Alnus viridis*-Pollenkörner aus aufgearbeitetem Material stammen könnten, erscheint angesichts ihres guten Erhaltungszustandes und der nur sehr spärlich vertretenen anderen Laubwaldelemente höchst unwahrscheinlich, zumal auch die Glühverluste durchschnittlich über 90% liegen und die höchsten Werte des gesamten Profils zeigen. Der fluviatile Einfluß, durch den Sekundärpollen hätten eingeschwemmt werden können, ist also zu vernachlässigen, besonders wenn man noch den Anteil berücksichtigt, den die Torfasche bei Glührückständen ausmacht.

*Alnus viridis* wird im Altholozän vor der Massenausbreitung der Kiefer weit über das heutige Areal hinaus verbreitet gewesen sein. Es ist ohne weiteres denkbar, daß das Pioniergehölz in den Mittelgebirgen natürlichen Wuchsraum fand und, ganz ähnlich seinen aktuellen ökologischen Bedürfnissen, als bach- und flußbegleitendes Element auftrat. Die Grünerle wird weser- bzw. fulda- oder werraabwärts bis ins Flachland

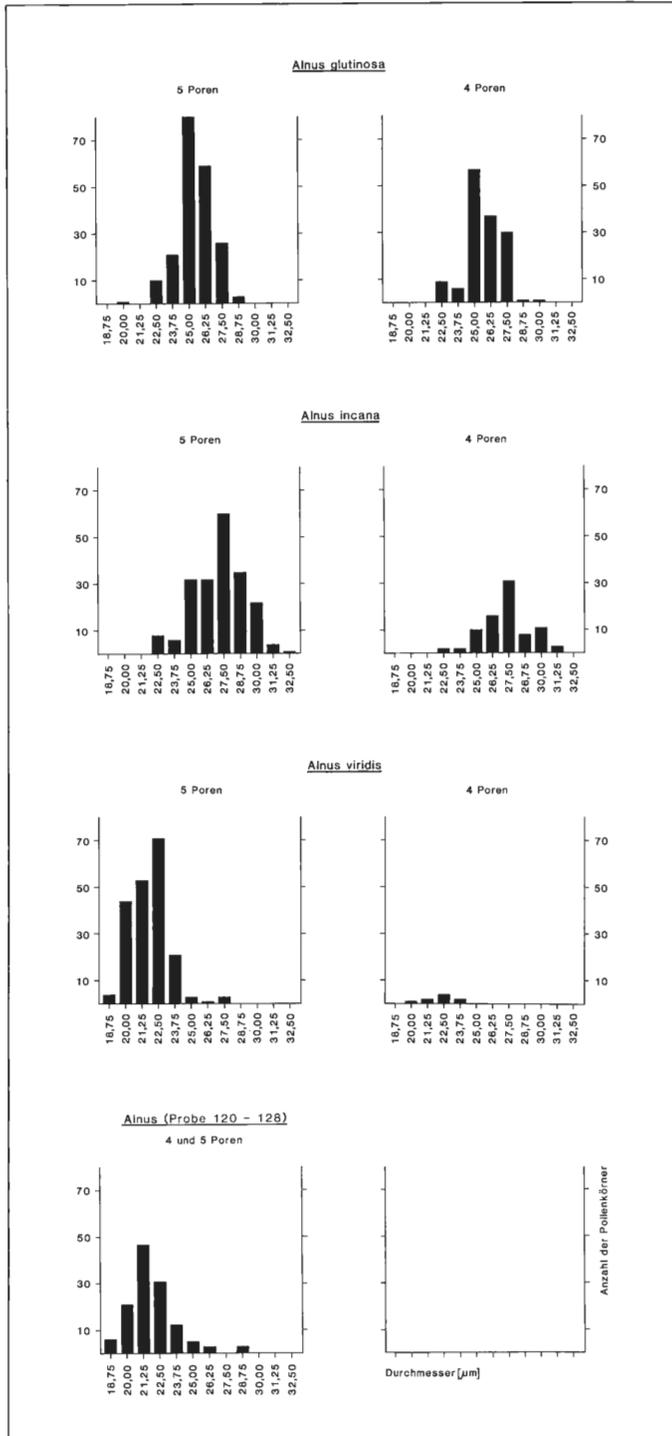


Abb. 16: Größenvergleich rezenter und fossiler *Alnus*-Pollenkörner

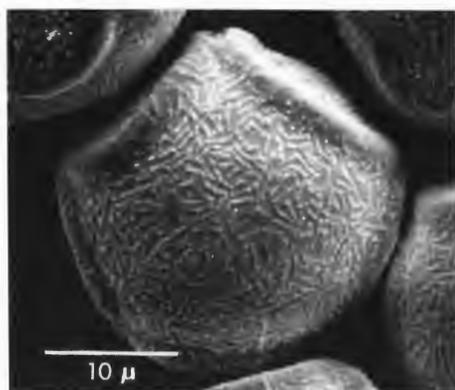


Abb. 17: *Alnus glutinosa* (Rezentmaterial), Polansicht (Foto KNICKREHM, NLfB)



Abb. 18: *Alnus incana* (Rezentmaterial), Polansicht (Foto KNICKREHM, NLfB)

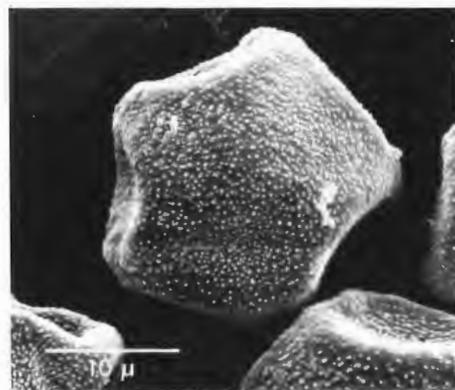


Abb. 19: *Alnus viridis* (Rezentmaterial), Polansicht (Foto KNICKREHM, NLfB)



Abb. 20: *Alnus viridis*, fossiles Pollenkorn aus Probe 123 (Foto KNICKREHM, NLfB)



Abb. 21: *Alnus viridis*, fossiles Pollenkorn aus Probe 123 (Foto KNICKREHM, NLfB)

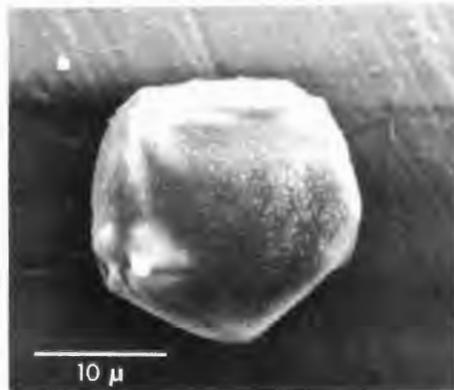


Abb. 22: *Alnus viridis*, fossiles Pollenkorn aus Probe 126 (Foto KNICKREHM, NLfB)



Abb. 23: *Alnus glutinosa* (Rezentmaterial), Äquatorialsicht (Foto KNICKREHM, NLfB)

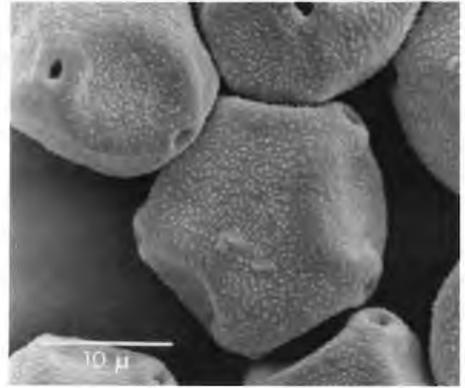


Abb. 24: *Alnus viridis* (Rezentmaterial), Äquatorialsicht (Foto KNICKREHM, NLfB)

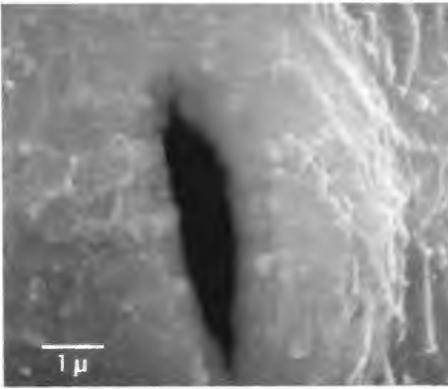


Abb. 25: *Alnus glutinosa* (Rezentmaterial), Apertur (Foto KNICKREHM, NLfB)

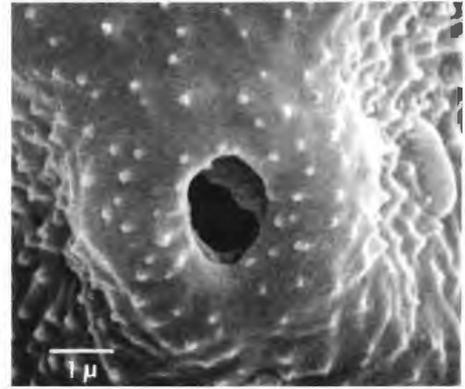


Abb. 26: *Alnus viridis* (Rezentmaterial), Apertur (Foto KNICKREHM, NLfB)

gelangt und dort auf konkurrenzschwachen Standorten gewachsen sein. Als sich dann *Pinus* ausbreitete und schließlich auch die thermophilen Laubgehölze einwanderten, unterlag *Alnus viridis* dieser Konkurrenz und ist in den nordwestdeutschen Vorkommen erloschen.

Zukünftige Untersuchungen werden zeigen müssen, ob *Alnus viridis* auch in anderen Flußgebieten wie beispielsweise dem der Elbe oder des Rheins gewachsen ist. Einen Hinweis auf das mögliche Vorkommen von *Alnus viridis* in anderen Flußlandschaften gibt der präboreale *Alnus*-Gipfel mit 15% (!), den REHAGEN (1964) für das Tal der Lippe bei Hünxe beschrieben hat. Auch dort werden die höchsten *Alnus*-Werte vor dem Anstieg der *Pinus*-Kurve registriert, und die *Alnus*-Prozente sinken gegen Ende der Pollenzone VII auf 3–4% deutlich ab. Selbst wenn in Zone VI und dem älteren Teil von Zone VII ein Hiatus aufgetreten sein sollte, ist *Alnus* in diesen Diagrammabschnitten nicht mit derartig hohen Frequenzen zu erwarten.

Pollenanalytische Untersuchungen humoser Schluffe, Mudden und Torfmudden aus den Niederterrassen der sächsischen Flüsse Weiße Elster und Mulde erbrachten neben *Pinus*

(15–35%) und *Betula* (2–17%) auch einen Anteil von maximal 3% *Alnus* an der Gesamtpollensumme (HILLER, LITT & EISSMANN 1991). Thermophile Laubwaldarten, die auf Umlagerung hindeuten könnten, werden nicht erwähnt.

Möglicherweise lassen sich die Nachweise der Grünerle auch auf die Spätweichsel-Interstadiale ausdehnen; denn gelegentlich sind in allerödzeitlichen Diagrammabschnitten, ebenfalls über einen längeren Zeitraum hinweg, geschlossene *Alnus*-Kurven zu beobachten (BURRICHTER & POTT 1987). Auch im Pollendiagramm Schünebusch ist die Erlenkurve (Probe 40–47) zu dieser Zeit geschlossen, doch bleiben die Prozentsätze unter 1%. Die elektronenmikroskopische Untersuchung der fossilen *Alnus*-Pollenkörner aus den entsprechenden Proben schlug fehl, weil die Pollenkörner nicht hoch genug angereichert werden konnten. Sicherlich ist in diesem Abschnitt z.T. mit umgelagertem Material zu rechnen, da einige *Alnus*-Pollenkörner schlecht erhalten gewesen sind.

In dem vor-cromerzeitlichen Komplex der Kalkgrube bei Lieth, Westholstein, hat MENKE (1969) in mehreren interstadialen und warmzeitlichen Ablagerungen z.T. erhebliche Pollenanteile vom *Alnus viridis*-Typ nachgewiesen, und zwar auffälligerweise zu Beginn der Birken-Zeit, einer Warmzeit (MENKE 1969: 82):

„Zu Beginn der Warmzeiten und in den Interstadialen hatte die Vegetation einen mehr oder minder ‘borealen’ Charakter. Sie bestand aus Birken- und Kiefern-Wäldern mit *cf Larix* und *Alnus cf viridis*, die hier ihre Hauptverbreitung hatten...“.

Demnach fallen die von MENKE beschriebenen Pollenfunde der Grünerle im Altpleistozän Schleswig-Holsteins ebenso wie im Pollendiagramm Schünebusch in die Wiederbewaldungsphase am Beginn einer Klimabesserung.

Die Erlenarten lassen sich im Lichtmikroskop aber nicht nur an der Größe des Pollens unterscheiden, sondern auch aufgrund eines weiteren, pollenmorphologischen Merkmals, zumindest soweit es die Abgrenzung von *Alnus viridis* und *Alnus glutinosa* betrifft. Anders als bei der Schwarzerle, deren Blütenstaub durch schlitzförmige Poren charakterisiert ist (Abb. 23, 25), weist der Pollen von *Alnus viridis* fast immer eiförmig ovale bis kreisrunde und nur höchst selten schlitzförmige Poren auf (Abb. 20, 24, 26). *Alnus incana* nimmt bezüglich der Porenform eine Zwischenstellung ein, weil sowohl eiförmige bis runde als auch schlitzförmige Poren zu beobachten sind. Bei gut erhaltenen, fossilen Pollenkörnern ist es nicht weiter schwierig, auch lichtmikroskopisch die Poren zu unterscheiden.

Es ist also zu erwarten, daß durch die Kombination von Größenmessung und Bestimmung der Porenform in den nächsten Jahren weitere spätglaziale bzw. holozäne Vorkommen von *Alnus viridis* außerhalb des heutigen Areals belegt werden können – mit einiger Sicherheit auch ohne rasterelektronenmikroskopische Untersuchungen.

### E.II.3. Boreal

Der Wechsel vom Präboreal zum Boreal wird durch zwei wesentliche Ereignisse bestimmt. Einerseits schneidet die *Pinus*- die *Betula*-Kurve, andererseits breitet sich *Corylus* aus. In einigen Diagrammen fallen diese beiden Kriterien zusammen, aber vor allem die Hasel verhält sich in benachbarten Regionen so unterschiedlich (ALETSEE 1959), daß eine Grenzziehung zwischen Präboreal und Boreal unsicher sein muß, wenn sie allein nach dem Haselanstieg erfolgt (BEHRE 1966).

Das vorliegende <sup>14</sup>C-Alter datiert Probe 129, in der die *Pinus*-Werte die *Betula*-Werte übertreffen. Das <sup>14</sup>C-Alter von 9490 ± 295 BP (Hv 16452) fällt unter Berücksichtigung der Standardabweichung in den Zeitraum von 9250–8225 BP, in dem die Präboreal/Boreal-Grenze nach den von OVERBECK (1975) zusammengestellten <sup>14</sup>C-Datierungen

anzusetzen ist. Die meisten Daten der Aufstellung sind um 8700 BP gruppiert und stammen aus Schleswig-Holstein. In diesem Gebiet ist mit einer gegenüber Niedersachsen verzögerten Ausbreitung, wahrscheinlich sogar späteren Einwanderung der Kiefer zu rechnen, wie u.a. aus Kreissektorendiagrammen (OVERBECK 1975: 538) hervorgeht. Die Wanderungsgeschwindigkeit der Kiefer wird nur durch weitere, eng beprobte Profile und zusätzliche radiometrische Messungen aufzuklären sein.

Der Steilanstieg von *Pinus* erfolgt im Pollendiagramm Schünebusch sehr rasch, von ca. 37% (Probe 128) auf über 95% (Probe 131). Derartig schnell und gravierend änderte sich die Gehölzzusammensetzung aber nur in ganz wenigen Gebieten Nordwestdeutschlands (SCHNEEKLOTH 1963a). Auf der einen Seite befand sich *Pinus* in den kontinental getönten Regionen im Optimalbereich und war dementsprechend konkurrenzstark. Auf der anderen Seite hat gerade *Pinus* vor der Eicheneinwanderung zahlreiche Auenlandschaften besiedelt und geschlossene Wälder gebildet (SCHELLMANN 1990, BECKER & KROMER 1991, HILLER, LITT & EISSMANN 1991).

Wesentlich häufiger ist ein Verbreitungstyp anzutreffen, der durch gleitend ansteigende *Pinus*-Werte charakterisiert ist (OVERBECK 1949, AVERDIECK & DÖBLING 1959, BEHRE 1966, GRAHLE & MÜLLER 1967, LANGE & MENKE 1967, WIJMSTRA & DE VIN 1971). In den meisten Fällen handelt es sich um eine eher ozeanisch geprägte Ausbreitung, bei der die Kiefern nur allmählich die Birken ablösen, die in diesem Klimabereich optimal gedeihen. Zwischen dem ozeanischen und dem kontinentalen Ausbreitungstyp finden sich natürlicherweise viele Übergangsformen, die ganz entscheidend durch standörtliche Faktoren geprägt sein können. Leider sind aufgrund zu groß gewählter Probenabstände viele ältere Untersuchungen kaum geeignet, über die Art und Weise der Kiefernmasenausbreitung Auskunft zu geben.

Nach den vorliegenden Befunden muß damit gerechnet werden, daß sich die Kiefer auch auf den sandigen und kiesigen Böden der Auen der norddeutschen Tiefebene ausgebreitet hat und ihre Zapfen bzw. Samen fluvial verbreitet worden sind. Die rasche Ausbreitung des Baumes im Pollendiagramm Schünebusch erscheint dadurch plausibel. Aber erst weitere, detaillierte Untersuchungen der Auenlandschaften könnten diese Hypothese stützen. Die innerhalb kleiner Räume stark schwankenden *Pinus*-Anteile würden leichter verständlich, wenn man von einem azonalen Vorrücken des Baumes entlang der großen Flüsse ausgehen könnte. Für einen Hiatus, durch den eine schnelle *Pinus*-Ausbreitung vorgetäuscht werden könnte, liegen keine Hinweise vor.

Das Altboreal (Pollenzone VI) wird ganz klar von fast reinen Kiefernwäldern beherrscht, die im Pollendiagramm durch baumpollenbezogene Prozentsätze von über 90% belegt sind. Erst mit dem Wechsel zum Jungboreal, der Pollenzone VII, gehen die Prozentsätze allmählich zurück. Indem sich die Wälder des Altboreals schlossen, nahm die krautige Vegetation rasch ab. *Cyperaceae* und *Gramineae*, *Artemisia* und *Apiaceae* zeigen deutlich verringerte Werte; die Kurven nahezu aller anderen Kräuter und Zwergsträucher weisen mehr oder weniger große Unterbrechungen auf, wie bei den *Chenopodiaceae* und *Rumex*. Zwei Faktoren sind ganz wesentlich an dieser Entwicklung beteiligt: erstens wurden heliophytische Arten beschattet und auf diese Weise zurückgedrängt, und zweitens waren zahlreiche krautige Arten nicht in der Lage, in der Nadelstreu der Kiefern zu keimen und zu gedeihen.

In den altborealen Kiefernwäldern bildeten Farne den Unterwuchs, deren Sporen mehrfach über 100% der Baumpollensumme erreichen. Sie konnten nicht bis zur Art bestimmt werden, weil das empfindliche Perispor in den allermeisten Fällen spätestens bei der Aufbereitung durch Säuren und Ultraschall zerstört wird. Die recht widerstandsfähigen Sporen von *Polypodium* waren in den Spektren nur selten zu beobachten.

Erstmalig treten in den Proben 132 und 133 Holzkohlepartikel auf und liefern einen Hinweis auf Waldbrände, die die kieferndominierten Waldbestände vernichteten. Die an der Mittelweser zunächst nur spärlichen Vorkommen der Hasel – die empirische Kurve beginnt bereits im Präboreal –, könnten durch diese ersten Waldbrände lokal gefördert worden sein; denn unmittelbar nach den ersten Holzkohlefunden steigen die Prozentsätze von *Corylus* an. Schon in Probe 135 sind dann erneut Holzkohlefitter in erheblichem Umfang zu finden. Zeitgleich erreicht *Ulmus* die bis dahin höchsten Werte. Die Kurve dieses Baumes wird nur noch einmal unterbrochen, ansonsten könnte man hier den Beginn der empirischen Kurve nach einem Waldbrand konstatieren. Immerhin hat die brandbedingte Auflichtung oder Vernichtung der *Pinus*-Wälder die Ausbreitung der Ulme nicht behindert. Schließlich kann noch von einem dritten borealen Horizont berichtet werden, in dem Holzkohlepartikel Waldbrände im Gebiet des Schönebuschs belegen. Im Jungboreal erhöhen sich die Werte von *Quercus* schlagartig von weniger als 1% auf über 10%, nachdem in Probe 141 die entsprechenden Brandspuren festgestellt werden konnten, und auch *Tilia* setzt mit der empirischen Kurve ein, die sehr rasch Werte von über 1% erreicht.

*Pteridium aquilinum*, ein typischer Brandzeiger (SCHWABE-BRAUN 1980, POTT 1985), läßt im Diagramm Schönebusch eine klare Korrelation zwischen Holzkohlepartikeln und vermehrtem Auftreten des Farns erkennen. Die Kurve zeigt insgesamt niedrige Prozentsätze, und bereits in den Pollenspektren, die den holzkohlehaltigen folgen, sinken die Werte auf ihr ursprüngliches Niveau ab.

Bei der angewandten Siebtechnik im Ultraschallbad ist nicht auszuschließen, daß ursprünglich auch in anderen, boreal eingestuften Proben vor allem kleine Holzkohlefitter von weiter entfernten Bränden enthalten waren; jedenfalls lassen sich diese kleinen Partikel nicht mehr nachweisen. Sicherlich sind aber die Waldbrände dokumentiert, die in der näheren Umgebung des Paläomäanders gewütet und zahlreiche, über 100 µm große Holzkohlen in den Torfen abgesetzt haben. Abhängigkeiten zwischen Transportentfernung und Größe der Holzkohlefitter sind von CLARK, MERKT & MÜLLER (1989) und von MAC DONALD et al. (1991) untersucht worden.

Bemerkenswert ist in jedem Fall, daß sich *Quercus* und *Corylus* nach Waldbränden stark ausbreiteten und daß *Ulmus* und *Tilia* ebenfalls nach einem Brand erhöhte Werte sowie eine nahezu geschlossene Kurve zeigen. Sowohl die Hasel als auch die Eichenmischwalelemente sind möglicherweise, zumindest lokal, in ihrer Ausbreitung durch Waldbrände gefördert worden.

Der rasche Anstieg der *Quercus*-Kurve, der zusammen mit dem von *Ulmus* und dem Steilanstieg von *Corylus* die Grenze zum Jungboreal kennzeichnet, ist aber nicht allein durch ein eventuell brandbegünstigtes Vordringen der Art zu erklären. *Quercus*, im wesentlichen wohl *Quercus robur*, drängte gerade in Flußlandschaften die Kiefer sehr schnell zurück und wurde zur absolut dominierenden Holzart der Auen. Zahlreiche Eichenstämme (Rannen) aus Flußschottern sind dendrochronologisch datiert und beweisen, wie schnell *Quercus* entlang der Flüsse eingewandert ist (BECKER & SCHIRMER 1977, BECKER 1983). In fluviatilen Sedimenten und Mudden lassen sich des öfteren Eicheln finden, die in den Fluß gefallen und mit dem Wasser verfrachtet worden sind. Bei den quartärgeologischen Untersuchungen konnten in verschiedenen Paläomäandern insgesamt vier Eicheln erbohrt werden.

Die ältesten Eichenrannen der Weser stammen aus dem Raum Hameln und wurden auf 8850 BP <sup>14</sup>C-datiert (SCHMIDT 1977). Leider liegen aus dem Raum Stolzenau nur wenige datierte Rannen vor; denn die Aufschlußsituation dieses Gebietes stellt sich als schwierig dar. Im Zuge der Naßbaggerei, die zum Zwecke der Kiesgewinnung betrieben wird, werden meist nur 2–2,5 m des Auelehms aufgeschlossen; die rannenführenden Schotter

der holozänen Terrassen liegen fast immer unterhalb der Wasserlinie. Die von den Schwimmbaggern erfaßten Baumstämme werden einige Meter weiter gleich wieder verkippt, ohne jemals ganz aus dem Wasser gehoben worden zu sein. Aufgrund der Verbreitung der Eicheln durch den Fluß darf man aber wohl davon ausgehen, daß *Quercus* in die Talaue der gesamten Weser um 8850 BP eingewandert ist. Verglichen mit dieser Annahme fällt das <sup>14</sup>C-Alter der Probe 146 (Hv 16451: 7875 ± 235 BP) zu niedrig aus.

Der erste deutliche Abschwung der *Pinus*-Kurve auf weniger als 75% könnte z.T. durch die Verdrängung der Art im Wesertal zu erklären sein, z.T. aber auch durch den Konkurrenzkampf, der sich auf fast allen anderen Standorten zwischen der Kiefer und dem Eichenmischwald abzeichnete. Der Antagonismus zwischen *Pinus* und *Quercus* spiegelt sich in den Kurven der beiden Bäume wider und ist nur teilweise durch die Berechnungsgrundlage bedingt. Der niedrige Extremwert der Kiefer (Probe 146) verursacht bei allen anderen Baumpollenkurven stark zunehmende Prozentsätze, die ausschließlich durch die gemeinsame Bezugssumme zustande kommen. Warum die Werte derartig aus der Reihe fallen, kann nicht geklärt werden. Die Probe 146 lag weder an einem Stechrohrende, noch deuten irgendwelche Holzkohlepartikel auf Waldbrände hin, die den Eintrag von *Pinus*-Pollen um die Hälfte hätten herunterdrücken können.

Im jüngeren Teil der Zone VII wird die Kiefer durch den Eichenmischwald, der im Pollenbild bereits 25% und mehr erreicht, weiter zurückgedrängt. Die klar beherrschende Laubholzart ist während dieser Zeit *Quercus*; *Ulmus* und *Tilia* spielen eine nicht unbedeutende, aber gegenüber der Eiche untergeordnete Rolle. Gleichzeitig zeigt *Corylus* mit Maximalwerten von 77% den größten Anteil an der Waldzusammensetzung des Holozäns.

Erstaunlich hoch sind die *Salix*-Werte, die mit durchschnittlich ca. 5% fast wieder das Niveau des Spätglazials erreicht haben. Für das nordwestdeutsche Flachland sind für Boreal und Atlantikum selten mehr als 3% *Salix*-Pollen zu ermitteln (OVERBECK 1950, FIRBAS 1952, SELLE 1959, SCHNEEKLOTH 1963a, 1963b, REHAGEN 1964, BURRICHTER 1969, KRAMM 1978, BARCKHAUSEN & MÜLLER 1984, BURRICHTER & POTT 1987). Sehr wahrscheinlich kommt in den durchgängig hohen *Salix*-Werten des Jungboreals die Ausformung einer Weichholzaue zum Ausdruck. *Salix* rückt parallel zur Ausbreitung der Eiche vor, die in dieser Zeit zum beherrschenden Baum der Hartholzaue geworden sein dürfte. Allerdings sind es sicherlich andere *Salix*-Arten gewesen, die die Weichholzaue aufgebaut, als die, die in der Jüngeren Tundrenzeit den Pollenniederschlag geliefert haben.

In der Hartholzaue war *Ulmus* mit geringeren Anteilen als *Quercus* vertreten, und während des Jungboreals wanderte auch *Fraxinus* ein. Die Kurve des schwachen Pollenerzeugers (POHL 1937) bleibt bis ins Atlantikum unterbrochen und unter 1%. Charakteristisch für den Eichenmischwald, der sich sowohl in als auch außerhalb der Weseraue etablierte, sind desweiteren die ersten Pollennachweise von *Hedera*. Die als Klimaanzeiger zu wertende Art blüht nur dann, wenn die mittlere Januartemperatur  $-1,5^{\circ}$  C nicht unterschreitet (IVERSEN 1960). Der Efeu kann deshalb als Indikator für den ozeanischen Klimabereich gelten (OVERBECK 1975). Seine gegen Ende des Boreals geschlossene Kurve ist für Nordwestdeutschland kennzeichnend und deutet auf milde Winter hin.

Die Umformung der Wälder drückt sich aber nicht nur in der Gehölzartenkombination aus, sondern auch in der Krautvegetation. Gegenüber der relativ artenarmen, alpborealen Krautflora, die im Pollendiagramm nur sehr spärlich dokumentiert ist, lassen sich in den jungborealen Spektren wieder einige Pollentypen mehr nachweisen (Abb. 30). Insbesondere *Rubiaceae*, *Tubuliflorae* und *Campanulaceae* treten wieder häufiger auf, während die *Gramineae* kontinuierlich zurückweichen. Nur in einigen Proben wird der Rückgang

der Gräser kurzfristig gestoppt, und ihre Anteile nehmen zu. Zwei Kurvenausschläge in den Proben 133 und 135 können mit den altborealen Waldbränden korreliert werden; der dritte Gipfel, der in Probe 139 zu beobachten ist und zudem die höchsten Werte der Pollenzonen VI und VII darstellt, ist mit Bränden nicht in Einklang zu bringen.

Die tendenziell abnehmenden *Gramineae*-Frequenzen können als ein Indiz für zunehmend dichtere Wälder gewertet werden. In die gleiche Richtung weisen auch die *Artemisia*-Werte, die gegen Ende des Boreals unter 1% absinken.

Daß die Vegetationsdecke an der Mittelweser bereits frühzeitig geschlossen gewesen sein muß, ist aus den Ergebnissen der Glühverlustbestimmungen ersichtlich; denn die organischen Bestandteile der Proben aus dem gesamten Boreal liegen bei ca. 85% und weisen keine großen Schwankungen auf. Da in der ohnehin kleinen mineralischen Fraktion, methodisch bedingt, auch die Torfasche enthalten ist, können während des Präboreals und Boreals nur wenige minerogene Partikel äolisch oder fluvial verfrachtet worden sein. Die Böden dieses Zeitabschnitts waren durch die Vegetation festgelegt, so daß nahezu kein Material erodiert werden konnte. Die Sedimentationsrate verdoppelt sich zwar von Pollenzone V zu Zone VI (Abb. 14), doch handelt es sich lediglich um Durchschnittsangaben, die sich auf jeweils eine Pollenzone beziehen. Sie sind zu relativieren, weil man von einer gleitenden Änderung im Sedimentationsgeschehen ausgehen muß, sofern keine Schichtlücken festzustellen sind. Bereits in Pollenzone VII, dem Jungboreal, wurden nur noch 3,9 cm in 100 Jahren gegenüber 6,0 cm in Zone VI abgelagert.

#### E.II.4. Atlantikum

Nachdem die postglaziale Wiederbewaldung zunächst durch die Pionierarten *Betula* und *Pinus* erfolgt ist, wandern im Jungboreal die wärmebedürftigen Laubholzarten des Eichenmischwaldes ein und drängen die Kiefern-Hasel-Wälder zunehmend zurück. Der rasche, sukzessionsbiologisch bedingte Wechsel im Waldbild des Präboreals und Boreals findet während des Atlantikums seinen vorläufigen, natürlichen Abschluß; denn gegen Ende dieser am längsten andauernden Biozone greift der Mensch mit der neolithischen Revolution in das natürliche Vegetationsgefüge ein und verändert es.

Gleich zu Beginn des Atlantikums breitet sich in Nordwestdeutschland die Erle aus, die bereits an der Grenze zwischen Jung- und Altboreal mit ihrer empirischen Kurve einsetzt. Zweifelsohne, das zeigen rasterelektronenmikroskopische Untersuchungen, war es *Alnus glutinosa*, die Schwarzerle, die zur Massenentfaltung kam. *Alnus viridis* konnte in den atlantischen Spektren nicht mehr nachgewiesen werden. Die <sup>14</sup>C-Analyse der beiden Proben 156 und 161 ergab, verglichen mit anderen Radiokarbondatierungen aus entsprechenden Diagrammabschnitten, ein zu niedriges <sup>14</sup>C-Alter (Hv 16449: 7125 ± 205 BP; Hv 16450: 7460 ± 220 BP).

Als ursächlich für den raschen Anstieg der *Alnus*-Kurven sind oft klimatische Faktoren, vor allem eine Zunahme der Niederschläge, diskutiert worden (KUBITZKI 1961, REHAGEN 1964, OVERBECK 1975), darüber hinaus sollen erlenfähige Standorte, die durch verlandete Seen und den Meeresspiegelanstieg entstanden waren, die Erlenausbreitung begünstigt haben (FIRBAS 1949). Zumindest der Meeresspiegelanstieg wird an der Mittelweser bei Stolzenau als Ursache ausscheiden, da sich der Tidenhub in historischer Zeit selbst bei Sturmfluten höchstens bis Verden ausgewirkt hat (VON HORN 1964, LIPPS 1988, vgl. auch die Untersuchungen in den Flußgebieten von Saale und Elbe bei EISSMANN 1975). Um 7000–8000 BP lag der Meeresspiegel ca. 25 m unter dem heutigen (LUDWIG, MÜLLER & STREIF 1981, BEHRE 1987, STREIF 1990). Auf feuchtere Verhältnisse, wie sie durch zunehmende Niederschläge ausgelöst werden können, weisen die erhöhten *Cyperaceae*-Frequenzen zur Zeit der Erlenausbreitung hin. Allerdings könnte

auch eine Verlagerung des Weserflußlaufes innerhalb der Aue den Grundwasserspiegel verändert und auf diese Weise eine Zunahme der Feuchtigkeit bewirkt haben.

Die zahlreichen Faktoren, die der enormen Ausdehnung der Schwarzerlenbestände zugrunde lagen, können derzeit nur unbefriedigend abgeschätzt und in ihrem komplexen Wirkungsgefüge erkannt werden. Fest steht jedenfalls, daß *Alnus glutinosa* von wenig mehr als 1% (Probe 157) zu Beginn des Atlantikums auf rund 15% in Probe 162 ansteigt und dann im älteren und mittleren Teil der Zone VIII Werte von etwa 20% beibehält. *Alnus* besetzte gegen Ende des Atlantikums die Niedermoorstandorte des Paläomäanders und erreicht im Pollendiagramm erstmalig 50% (Probe 180). In einer Tiefe von 1,84–1,88 m wurde ein dicker Erlenast durchbohrt, so daß die Proben 181 und 182 palynologisch nicht bearbeitet werden konnten; die entsprechende Lücke ist im Diagramm sichtbar. Die Ergebnisse einer weiteren Probe (160) sind im Diagramm nicht dargestellt, weil *Pinus*, *Tilia* und *Polypodiaceae* durch Zersetzungsauslese fast ausnahmslos das Pollenspektrum beherrschen.

Die Veränderungen, die im borealen Waldbild aufgetreten sind, setzen sich im Atlantikum fort. Schon in den untersten Pollenspektren dieser Epoche erleidet *Pinus* einen entscheidenden Einbruch und sinkt um weitere 30% auf weniger als 40% der Baumpollensumme ab. Berücksichtigt man die immense Pollenproduktion der Kiefer (POHL 1937), die sicherlich eine zu starke Verbreitung des Baumes vortäuscht, so muß man davon ausgehen, daß der Eichenmischwald an der Mittelweser nun endgültig dominiert hat. *Pinus* wird zu dieser Zeit nur noch auf extremen Standorten heimisch gewesen sein, auf denen der Baum als Pionierholzart den Laubgehölzen nicht unterlegen war. Speziell in Hochmoorrandbereichen hat die Kiefer bis ins Subatlantikum hinein überdauert (BURRICHTER 1982, POTT 1982), aber auch auf sehr trockenen Dünen sind Reliktorkommen denkbar (HESMER & SCHROEDER 1963). Im Untersuchungsgebiet dürfte *Pinus* nur noch auf den Flugsanddecken der Niederterrasse und den ärmeren Böden der Nienburg-Meppener Geestplatte (Abb. 2) größere Bestände gebildet haben.

Wesentlichen Anteil an der Gehölzartenzusammensetzung des Eichenmischwaldes erlangte die Linde, die, beginnend mit dem Atlantikum, kontinuierlich ansteigt und im mittleren Abschnitt der Pollenzone VIII ihr Maximum mit 15% erreicht. In dieser Entwicklung spiegelt sich z.T. wohl die Nähe der großen geschlossenen Lößgebiete wider, die sich bis in den Raum um Minden erstrecken (MÜLLER 1959), also nur etwa 22 km vom Schönebusch entfernt sind. Sowohl die Polleneinwehung aus diesen lindenreichen Gebieten (PFAFFENBERG 1934, POTT 1990) als auch der lokale Polleneintrag von lindenreichen Wäldern, die kleine, hochflutlehmbedeckte Flächen der Niederterrasse einnahmen, dürften für die hohen *Tilia*-Frequenzen verantwortlich sein.

*Ulmus* breitete sich zwar ebenfalls weiter aus, bleibt im Durchschnitt aber meist unter 10% und damit ein wenig hinter der Linde zurück. Im Gegensatz zur potentiellen natürlichen Vegetation (Abb. 3) spielte die Ulme in der Talau der Weser während des Atlantikums wohl nur eine untergeordnete Rolle, weil zu dieser Zeit keine ausgedehnten Auelehmdecken existierten, der Talgrund also ganz überwiegend von sandigen Sedimenten geprägt wurde. Gerade die artenreiche Ausbildung des *Quercu-Ulmetum*, in der *Ulmus carpinifolia* nicht unerhebliche Anteile aufweist, bevorzugt aber feindisperse Böden. Auch ohne geschlossene Auelehmdecken werden die fluviatil beeinflussten Böden des Wesertals einen gewissen Nährstoffgehalt besessen haben, doch ist wegen des sandigen Substrats damit zu rechnen, daß die damalige Vegetation von *Quercus robur* dominiert wurde, wie auch die fossilen Eichenstämme in den Schottern beweisen (SCHMIDT 1977). Wahrscheinlich sind die damaligen Wälder am ehesten mit der heutigen, artenarmen Ausbildung des *Quercu-Ulmetum* zu vergleichen, in der *Ulmus* und auch *Fraxinus* weit hinter *Quercus* zurücktreten (BURRICHTER, POTT & FURCH 1988).

*Ulmus* war zu dieser Zeit aber wohl nicht nur auf die Hartholzaue beschränkt, sondern auch ein prägender Bestandteil der Eichenmischwälder, die die trockeneren und besseren Böden besiedelten. In erster Linie ist hier an Standorte auf der Niederterrasse zu denken, die teilweise von Hochflutlehm bedeckt ist. Insbesondere die Mäanderzungen boten sich deshalb als ulmen- und lindenfähige Standorte im besten Sinne an. Auf diese Weise sind die für das nordwestdeutsche Tiefland relativ hohen Anteile von *Ulmus* und *Tilia* zu erklären; denn höchstwahrscheinlich wuchsen unmittelbar neben dem Verlandungsmoor der Paläorinne linden- und ulmenreiche Eichenmischwälder.

Gegenüber den Pollenprozenten, die *Quercus* im ausklingenden Boreal zeigt, gehen die Pollenanteile des Baumes aufgrund der sich weiter etablierenden, übrigen Eichenmischwaldelemente im Atlantikum um etwa ein Drittel zurück. Während des gesamten Zeitabschnittes weist die Eichenkurve die größten Schwankungen unter den Edellaubhölzern auf. Ebenso wie bei *Ulmus*, *Tilia* und *Fraxinus* wird das recht stabile Gefüge des Eichenmischwaldes aber auch im *Quercus*-Kurvenverlauf deutlich, der keine sprunghaften Änderungen anzeigt. Mit dem *Pinus*-Rückgang hat sich der Laubwald weitestgehend formiert (ab Probe 163), und es finden nur noch geringfügige Verschiebungen der einzelnen Komponenten untereinander statt.

Gegen Ende des Atlantikums erfuhr der Eichenmischwald einen letzten, jedoch erheblichen Ausbreitungsschub zu Lasten der Kiefer. *Pinus* verlor zusehends an Wuchsraum und geht in den Pollenwerten von rund 50% in einem letzten atlantischen Gipfel (Probe 173) auf weniger als 10% (Probe 180) zurück. Ganz offensichtlich waren an dieser endgültigen Verdrängung der Pionierholzart auch Brände beteiligt, wenn sie nicht sogar als die wesentliche Ursache anzusehen sind; denn in Probe 173 lassen sich nach den boreal belegten Bränden erneut Holzkohlepartikel nachweisen. Im Anschluß an diesen Horizont setzt der entscheidende Abschwung der *Pinus*-Kurve ein.

Wahrscheinlich war es die Eiche, die die letzten ehemaligen *Pinus*-Standorte besetzte oder in die durch Brände aufgelichteten Bestände eindrang, da *Quercus* parallel zur Depression der Kiefernkurve die Anteile verdoppelt. Die Prozentsätze der anderen Eichenmischwaldarten schwanken in den entsprechenden Pollenspektren nur geringfügig.

Kurz bevor *Alnus glutinosa* als mooreigenes Element alle anderen Kurven herunterdrückt, ist mit über 40% der Höchststand des Eichenmischwaldes zu registrieren (Proben 177, 178). Sicherlich behauptete der Eichenmischwald seine Anteile bis zum Ende des Atlantikums oder baute sie sogar noch aus, doch wird diese Entwicklung wegen des Polleneintrags der Erle, der sich mehr als verdoppelt hatte, nicht deutlich. Auch der *Pinus*-Rückgang ist durch diesen lokalen Effekt zusätzlich verschärft worden.

Obwohl die Probleme bekannt sind, die durch einen lokal überrepräsentierten Pollentyp hervorgerufen werden (FIRBAS 1949, OVERBECK 1975), wurde auf eine reduzierte Diagrammdarstellung verzichtet (LESEMANN 1968, KRAMM 1978, GRÜGER 1980, POTT 1982, ERTL 1987); denn *Alnus glutinosa* war neben mooreigenen Vorkommen ein ganz wesentlicher Bestandteil der Auenwälder (BEHRE 1985, BURRICHTER, POTT & FURCH 1988), deren vegetationsgeschichtlich-dynamische Entwicklung mit dieser Untersuchung vorrangig erhellt werden soll.

Neben *Pinus* tritt als weiterer Nadelbaum *Picea* im älteren Teil des Atlantikums in Erscheinung. Zunächst sind nur einzelne Pollenkörner nachweisbar, später schließt sich die Kurve fast, ohne in Zone VIII oder den nachfolgenden Zonen IX und X jemals auf mehr als 0,5% anzusteigen. Auch in anderen Gebieten der nordwestdeutschen Tiefebene ist *Picea* meist durchgängig seit dem mittleren Atlantikum zu beobachten (SCHNEEKLOTH 1963b, BURRICHTER 1969, KRAMM 1978, ISENBERG 1979, WIERMANN & SCHUL-

ZE 1986). All diese Funde sind offensichtlich auf die Ausbreitung der Fichte im Harz (WILLUTZKI 1962, CHEN 1988, HENRION 1990) und auf den Ferntransport des in enormen Mengen produzierten Pollens zurückzuführen. Vorkommen des Baumes in der südöstlichen Lüneburger Heide werden für das Atlantikum ebenfalls als möglich angesehen (OVERBECK 1975). Im Drömling konnten neben hohen Prozentsätzen auch Spaltöffnungen und Fichtenholz gefunden werden, wodurch atlantische und jüngere Vorkommen des Baumes für diesen Raum als gesichert gelten können (GOLOMBEK 1980). In Gebiete westlich der Weser dürfte *Picea* aber wohl kaum eingewandert sein (HESMER & SCHROEDER 1963).

Einen nicht unerheblichen Anteil an der Gehölzartenkombination der atlantischen Eichenmischwälder hat *Corylus* aufzuweisen. Nach den jungborealen Maximalwerten verliert der Strauch langsam und kontinuierlich an Wuchsraum, ohne die oft zu registrierenden, aber sehr umstrittenen Gipfel zu zeigen. Die gravierende Depression, die die Kurve an der Grenze zum Subboreal kennzeichnet, ist wohl ebenfalls als „Verdünnungseffekt“ der hochschnellenden Erlenprozente zu werten, ansonsten muß gerade im beginnenden Subboreal mit leicht erhöhten Haselanteilen gerechnet werden, da die anthropozogenen Einflüsse den heliophilen Strauch allgemein gefördert haben (KUBITZKI 1961, BEUG 1986).

Erste *Cerealia*-Pollenkörner treten in Probe 180 auf, d.h. vor dem Ulmen- und Lindenabfall, der das Atlantikum gegen das Subboreal abgrenzt. Die beiden stratigraphisch nächst jüngeren Proben konnten nicht untersucht werden, weil ein Erlenast durchbohrt wurde und kein pollenanalytisch zu bearbeitendes Material verfügbar war. Es ist nicht auszuschließen, daß der Ast, trotz seines sehr weichen Holzes, während des Bohrvorgangs um einige cm nach unten gedrückt wurde und daß der erste Getreidenachweis durch kontaminiertes Material zustande kommt.

Die *Cerealia*-Pollen wurden aufgrund morphologischer Merkmale von den *Gramineae*-Pollen unterschieden (FIRBAS 1937, BEUG 1961, FAEGRI & IVERSEN 1964, ANDERSEN 1979), nur ergänzend wurde die 40 µm-Grenze zur Differenzierung herangezogen (FAEGRI & IVERSEN 1964, KRAMM 1978, ISENBERG 1979, KÜSTER 1988). Eine Verwechslung von *Cerealia*-Pollenkörnern mit großen *Gramineae*-Pollenkörnern wie beispielsweise denen von *Agropyron* kann deshalb ausgeschlossen werden (FAEGRI & IVERSEN 1964).

Zusammen mit dem Getreide-Pollen sind erstmalig auch mehrere Funde von *Fagus*-Pollenkörnern zu beobachten. Sie können gleichfalls auf Verunreinigungen zurückzuführen sein, zumal häufigere, zunächst aber noch lückenhafte Nachweise der Buche erst wieder aus dem älteren Subboreal vorliegen, ebenso wie bei den *Cerealia*. Aber auch in vielen anderen Pollendiagrammen der nordwestdeutschen Tiefebene und der angrenzenden Mittelgebirge treten fast zeitgleich mit den ersten Getreidepollen die ersten Buchenpollen auf (REHAGEN 1964, KRAMM 1978, POTT 1982, 1984, WIERMANN & SCHULZE 1986, POTT & CASPERS 1989).

Ein Vergleich zwischen den Pollendiagrammen des Schünebuschs und des Großen Torfmoores (WIERMANN & SCHULZE 1986) zeigt den nahezu identischen Verlauf verschiedener Kurven (Abb. 28), und das, obwohl das Große Torfmoor in 30 km Entfernung am Fuße des Wiehengebirges gelegen ist. Auch im Pollendiagramm aus dem Großen Torfmoor ist in einem der letzten atlantischen Pollenspektren ein niedriger *Fagus*-Wert vor dem Einsetzen der empirischen *Fagus*-Kurve im Subboreal festzustellen. Beide Pollendiagramme sind in den dargestellten Zonen mit annähernd der gleichen Probenanzahl ausgewertet worden, die entsprechenden Kurven der Abb. 28 sind also weder gestaucht noch gestreckt.

Für die Ausbreitung der Buche sind aus dem koinzidenten Auftreten des *Fagus*- und *Cerealia*-Pollens weitreichende Folgen abzuleiten; denn die wenigen buchenfähigen

Standorte wurden wegen der besseren Böden vom Ackerbau treibenden Menschen beansprucht. Aufgrund dieser Konkurrenz hat die Buche ihr potentiell Areal niemals vollständig besetzen können (VAN ZEIST 1959, BURRICHTER 1969, KRAMM 1981, POTT 1989a).

Ähnlich wie zu Zeiten des Jungboreals stellt sich während des Atlantikums die Krautflora dar. Geringe, meist unter 5% liegende *Gramineae*-Werte und sehr niedrige Prozentsätze aller anderen Kräuter, deren Kurven zudem meist unterbrochen sind, verweisen auf eine Waldlandschaft, in der höchstens kurzzeitig kleinflächige Auflockerungen bestanden haben können. Die Glühverluste sind mit durchschnittlich 85% sehr hoch und deuten auf keinerlei erosive Ereignisse hin. Wäre es in dieser Zeit zur Sedimentation von Auelehm gekommen, hätten sich die mineralischen Bestandteile im Torf signifikant erhöhen müssen, völlig ungeachtet der Frage, ob in den Einzugsgebieten der Weser unter einem geschlossenen Wald derartige Mengen feinklastischen Materials hätten abgeschwemmt werden können, daß sich der qh1-Auelehm in der völlig bewaldeten Weseraue hätte ca. 2 m mächtig ablagern können. Bereits kleinste Mengen eingeschwemmten Schluffs müßten deutlich in Erscheinung treten, da die Sedimentationsrate des fast rein organischen Torfs mit 1,5 cm/Jh. sehr niedrig gewesen ist (Abb. 14).

Mit dem Wechsel vom Atlantikum zum Subboreal ändert sich nicht nur das Sedimentationsgeschehen einschneidend, sondern auch der Landschaftscharakter wandelt sich grundlegend. Der seßhaftwerdende Mensch formt im Verlaufe der nun folgenden 5000 Jahre aus der ursprünglichen Naturlandschaft die heutige Kulturlandschaft. Pollenstratigraphisch läßt sich die neolithische Revolution, die in der nordwestdeutschen Tiefebene mit der Trichterbecherkultur eng verbunden gewesen ist, mit dem Ulmenabfall korrelieren. Dieser Leithorizont ist in weiten Teilen Mittel- und Nordwesteuropas auf etwa 3000 v. Chr. zu datieren und kennzeichnet das Ende des Atlantikums (vgl. die Zusammenstellung von <sup>14</sup>C-Daten bei OVERBECK 1975: 399, KRAMM 1978). Die Ursachen des Phänomens sind auch nach jahrzehntelanger Diskussion nicht geklärt, wahrscheinlich sind mehrere Faktoren eng miteinander verknüpft (KOLSTRUP 1990). Auf der einen Seite werden die anthropogenen Wirtschaftsweisen, insbesondere die Schneitelung der Ulme als ursächlich für ihren Abfall angesehen (FAEGRI 1940), auf der anderen Seite sollen es klimatische Gründe gewesen sein (IVERSEN 1941), und schließlich wird einem ulmenschädigenden Pilz wie *Graphium ulmi* die entscheidende Rolle zugeordnet (ALETSEE 1959).

Parallel zum Ulmenabfall, oder diesem ein wenig später folgend, ist oft auch ein rasches Absinken der Lindenfrequenzen festzustellen. Im Diagramm Schünebusch wird durch eine deutliche Reduktion der *Ulmus*- und *Tilia*-Werte das Ende der postglazialen, 5000 Jahre dauernden und vom Menschen nahezu unbeeinflussten Waldsukzession angezeigt. Von diesem Zeitpunkt an wird der Mensch in zunehmender Weise zum natur- und landschaftsgestaltenden Faktor.

### E.III. Die vegetationsgeschichtliche Entwicklung unter anthropogenem Einfluß im Subboreal und Subatlantikum

#### E.III.1. Neolithikum

Bereits im ausgehenden Atlantikum zeichnete sich ein Übergang von *Cyperaceae*-haltigem Niedermoortorf zu Erlenbruchwaldtorf ab. Während des gesamten Subboreals und auch im älteren Teil des Subatlantikums, der Pollenzone X, hielt die Akkumulation von Erlenbruchwaldtorf an. Erst mit dem Auftreten von *Plantago lanceolata* und den

ersten subborealen *Cerealia*-Funden erhöht sich der mineralische Anteil im Torf entscheidend und weist damit auf zunehmende anthropo-zoogene Tätigkeiten hin. In keiner der nachfolgenden Proben wurden noch einmal die hohen organischen Anteile gemessen, die für die atlantischen und borealen Torfe charakteristisch sind. Größtenteils handelt es sich um schluffiges Material, das in dem Paläomäander wohl überwiegend fluviatil sedimentiert wurde; nur vereinzelt lassen sich in den Torfen Sandkörner finden.

Die anthropo-zoogene Verlichtung des Waldes ist während des Neolithikums lediglich auf kleine Flächen beschränkt gewesen; denn sonst müßten höhere Frequenzen der Wildgräser und anderen Kräuter festzustellen sein. Zunächst aber zeigt sich in der Krautartenzusammensetzung kein Wandel gegenüber dem Atlantikum, zumindest nicht soweit die siedlungsanzeigenden Arten wie *Rumex* und *Plantago lanceolata* betroffen sind. Andere sog. Siedlungsanzeiger wie *Artemisia* – nun handelt es sich überwiegend um *Artemisia vulgaris* – und die *Chenopodiaceae* müssen in Pollendiagrammen aus Flußlandschaften mit großer Vorsicht bewertet werden, weil diese Pflanzen natürliche Standorte an den Ufern besitzen (FIRBAS 1948, LOHMEYER 1950, TÜXEN 1950, BEHRE 1981).

In allen Pollenzonen, ausgenommen der des Altboreals, finden sich *Chenopodiaceae*-Pollen und deuten auf Bestände der entsprechenden Arten im näheren Umkreis des Schönebuschs hin. Vornehmlich in den hochwasserüberfluteten Ufersäumen wachsen heute *Chenopodium rubrum* und *Chenopodium glaucum* als Charakterarten in den Assoziationen des *Chenopodion rubri* (LOHMEYER 1950, HILBIG & JAGE 1972). Des öfteren ist vermutet worden, daß einige Ackerunkräuter und Ruderalelemente natürlich in den Uferbereichen der Flüsse und größeren Bäche vorgekommen seien und sich nach der anthropo-zoogenen Öffnung der Landschaft von diesen Standorten ausgebreitet hätten (CAJANDER 1909, WILLERDING 1960, MÜLLER 1987, POTT & HÜPPE 1991). Die, wenn auch nicht durchgängigen, Belege der *Chenopodiaceae* während des Alt- und Mittelholozäns könnten vorsichtig in diese Richtung weisen.

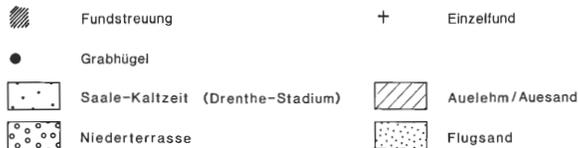
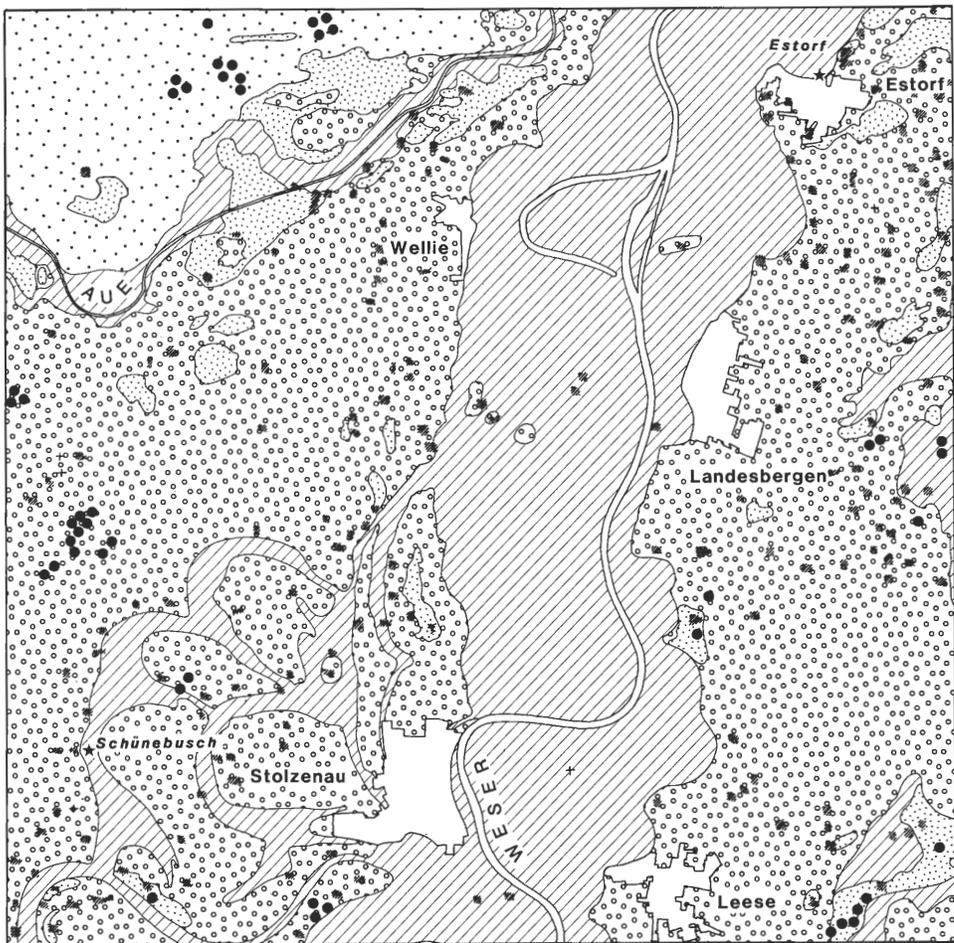
Desgleichen ist *Artemisia* seit dem Spätglazial regelmäßig vertreten. Pflanzensoziologisch umfaßt die Klasse der *Artemisietea vulgaris* ruderale Säume und Uferstaudengesellschaften; insbesondere die Assoziationen des *Calystegion sepium* kennzeichnen heute periodisch überschwemmte und mit Nährstoffen angereicherte Ufersaumbereiche der Flüsse und Bäche (DIERSSEN 1988).

Es fällt daher verständlicherweise schwer, pollenanalytisch eine Grenze zwischen natürlichen und anthropo-zoogenen Vorkommen zu ziehen. Der Wert einiger kulturbegleitender Indikatoren ist, pollenanalytisch betrachtet, infolgedessen eingeschränkt. Im Zusammenhang mit den Kulturarten selbst und „strengen“, siedlungsanzeigenden Arten wie *Plantago lanceolata*, die nach den pollenanalytischen Befunden prä-neolithisch an der Mittelweser nicht verbreitet waren, besitzen aber auch *Chenopodiaceae*- und *Artemisia*-Pollen einen nicht zu vernachlässigenden Zeigerwert. Aus diesem Grunde erscheint es gerechtfertigt, auch die kritischen Arten in die Summenkurve der Siedlungsanzeiger einzubeziehen, zumal die atlantischen, natürlichen Frequenzen der entsprechenden Kräuter im jüngeren Abschnitt des Subboreals bereits deutlich übertroffen werden. Als ausschlaggebendes Kriterium, eine Summenkurve der Siedlungsanzeiger, bestehend aus den Prozentsätzen von *Artemisia*, *Chenopodiaceae*, *Rumex*, *Centaurea cyanus*, *Cerealia* und *Plantago lanceolata*, zu zeichnen, wurde das erste, subboreale Auftreten von *Plantago lanceolata* und *Cerealia* gewertet.

Zunächst bleiben die Prozentsätze der Siedlungsanzeiger sehr gering und übersteigen 1% erstmalig im mittleren Abschnitt des Subboreals, um sogleich wieder abzusinken. Offensichtlich spiegelt sich in diesen niedrigen Werten, die für das nordwestdeutsche Flachland ganz typisch sind (OVERBECK 1975), der Einfluß der Trichterbecher- und nachfolgenden Glockenbecherkultur wider. Die Menschen dieser mittelneolithischen Kulturen

rodeten nur kleine Flächen, die überwiegend ackerbaulich genutzt wurden und wohl nur in geringem Umfang der Ernährung des Viehs dienten. Vielmehr wurde in den Wäldern Laubheu gewonnen und an das Vieh verfüttert (TROELS-SMITH 1953, BURRICHTER & POTT 1983).

Die Zeugnisse der Kulturen sind vielerorts bis heute nachzuweisen, so auch an der Mittelweser bei Stolzenau. Aus dieser Zeit haben sich im wesentlichen Feuersteinwerkzeuge wie verschiedene Schaber und Kratzer erhalten, vor allem aber die bei der Herstellung der Geräte reichlich anfallenden Flintabschläge, während Keramik ver-



0 1000 2000 3000 m

Abb. 27: Neolithische und bronzezeitliche Funde im Gebiet von Blatt 3420 Stolzenau der TK 25 (nach Angaben des Niedersächsischen Landesverwaltungsamtes – Institut für Denkmalpflege, Fundstellenkartei)

gleichsweise selten gefunden wird. Zum überwiegenden Teil sind es eben diese sich hervorragend erhaltenden Feuersteinabschläge und -werkzeuge, die sich hinter den vielen Fundstreuungen in Abb. 27 verbergen, doch darf man aufgrund der Funddichte nicht auf die Dichte der Bevölkerung schließen. Auffällig ist die Häufung der Belege entlang der Wasserläufe. Das trifft sowohl für die hochwasserfreie Niederterrasse der Aue als auch für die der Weser zu. Aber auch entlang kleiner, in Abb. 27 nicht dargestellter Bäche sind die Relikte des Neolithikums und der Bronzezeit verstärkt zu beobachten. Die zahlreichen Artefakte, mit zwei deutlichen Schwerpunkten auf der Stolzenauer Terrasse und im Estorfer Raum, weisen auf älteste Besiedlung des Wesertals hin.

Daß die Eingriffe in die Waldlandschaft aber höchstens lokalen Charakters waren, ist nicht nur an den geringen Gras-, Kraut- und Siedlungsanzeigerfrequenzen zu erkennen, sondern auch an dem weitestgehend ruhigen Verlauf einiger Baumpollenkurven. Während des Neolithikums bleiben *Quercus* und *Betula* nahezu konstant. Unter größeren Schwankungen, die sich aber nicht mit den menschlichen Wirtschaftsweisen korrelieren lassen, hält sich *Alnus* als lokale Komponente mit Werten über ca. 60%. Die *Pinus*-Kurve setzt nach einem vorübergehenden Anstieg zu Beginn des Subboreals ihren Abschwung weiter fort, im Wechselspiel mit der ansteigenden Kurve der kulturbegleitenden Arten. Erst als sich eine kurzfristige Depression der Siedlungsanzeiger bemerkbar macht (Proben 202, 203), erholt sich *Pinus* ein letztes Mal und kann die Prozentsätze von ca. 5% auf über 10% verdoppeln.

Parallel zu den insgesamt steigenden Siedlungsanzeigern verloren auch *Ulmus*, *Tilia* und *Corylus* zusehends an Wuchsraum, nachdem sie die Anteile im älteren Abschnitt des Subboreals noch hatten halten bzw. leicht erhöhen können. In diesen Entwicklungen kommen höchstwahrscheinlich die Wirtschaftsweisen der Trichterbecher- bzw. Glockenbecherleute zum Ausdruck, die zwar nur kleine Flächen entwaldeten, die aber Laubheugewinnung und Waldhude des Viehs verstärkt betrieben (TROELS-SMITH 1960, TURNER 1962). Das wird um so mehr deutlich, als mit abnehmender Fundhäufigkeit von *Cerealia*, *Plantago lanceolata* und *Artemisia* u.a. die Kurven der Ulme, Linde und Hasel erneut ansteigen. Auch *Fraxinus* verhält sich ähnlich und zeigt zurückgehende Werte, sobald die kulturbegleitenden Arten leicht gehäuft auftreten, erholt sich aber von dem Rückschlag während des Subboreals nicht mehr.

Zusammenfassend betrachtet war die Landschaft des Neolithikums noch entscheidend durch Eichenmischwälder geprägt, die nur kleinere Auflichtungen erkennen ließen, die anthropogen geschaffen und genutzt worden sind. *Corylus avellana* ging in dieser Kulturrepoche fast unmerklich zurück, und *Pinus sylvestris* unterlag immer mehr der Konkurrenz des Eichenmischwaldes. Gleichzeitig aber ist mit *Fagus sylvatica* eine Baumart an der Mittelweser eingewandert, die später in vielen Waldgesellschaften zur absoluten Dominanz gelangt. Nach einigen frühsubborealen *Fagus*-Pollenfunden setzt die empirische Kurve der Buche in Probe 193 ein, bleibt aber während des neolithischen Abschnitts stets unter 1%.

Die große Diskrepanz, die die Buche zwischen ihrer Einwanderung und ihrer Massenausbreitung zeigt, ist hinlänglich bekannt (SCHNEIDER & STECKHAN 1963, REHAGEN 1964, BURRICHTER 1969, STALLING 1983, POTT 1982, KUHRY 1985, BEHRE & KUCAN 1986). Durch neuere Bearbeitungen konnte gezeigt werden, daß *Fagus sylvatica* für die Einwanderung vom Mittelgebirgsrand bis in die niedersächsischen Küstenregionen rund 1000 bis 1500 Jahre benötigte (BURRICHTER, POTT & FURCH 1988). Die entsprechenden Untersuchungen stützen sich auf <sup>14</sup>C-Datierungen, durch die der Beginn der empirischen Kurven bestimmt wurde.

Die vorliegenden Ergebnisse fügen sich in das allgemeine Bild der Buchenausbreitung gut ein. Aus dem Vergleich einiger Pollenkurven des Schönebuschs mit den entsprechen-

den des Großen Torfmoores bei Nettelstedt sind folgende Entwicklungen zu ersehen (Abb. 28). Gegenüber dem Großen Torfmoor, in dessen unmittelbarer Nachbarschaft das Wiehengebirge liegt, setzt die empirische Buchenkurve im Schönebusch etwas später ein, allerdings sollte bedacht werden, daß der *Alnus*-Pollen bei Nettelstedt mit 40–50% hervortritt, die Bucheneinwanderung im Schönebusch aber von 60–70% *Alnus* begleitet wird. Auch wenn man den in den Diagrammen in eine ähnliche Richtung zielenden Verdünnungseffekt der Erlen berücksichtigt, bleibt die Kurve von *Fagus* im Pollendiagramm Schönebusch länger unterbrochen als in dem des Großen Torfmoors. POTT (1989a) weist darauf hin, wie unterschiedlich geschlossene Kurven ausfallen, wenn divergierende Pollenzählungen vorliegen, die beispielsweise 200 oder 1000 Baumpollen

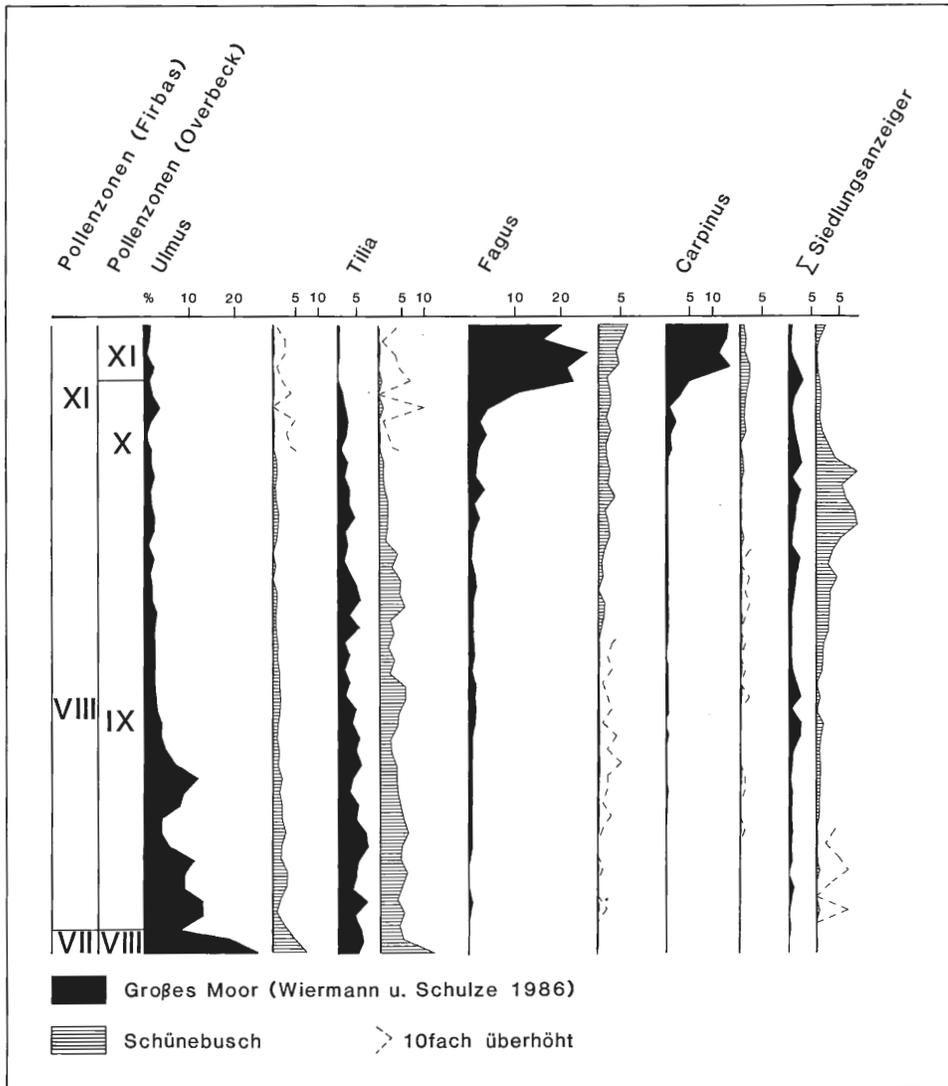


Abb. 28: Ein Vergleich der Vegetationsentwicklung des Stolzenauer und Nettelstedter Raums anhand ausgewählter Pollenkurven

als Bezugsgröße aufweisen. Die beiden vorliegenden Diagramme basieren auf der gleichen statistischen Grundlage mit einer Auszählung von ca. 1000 Baumpollen.

Dem unterschiedlichen Kurvenbild liegt die in den Hügel- und Berglandregionen um spätestens 3000 v. Chr. erfolgte Bucheneinwanderung zugrunde und das sich erst langsam anschließende Vordringen des Baumes in die Tieflandsbereiche. Dabei konnte die Buche dank ihrer enormen Konkurrenzkraft viele Standorte besetzen, mit Ausnahme der grund- oder stauwasserbeeinflussten und nährstoffarmen Böden.

Ein erster Pollenfund von *Carpinus betulus* ist in dem Spektrum zu registrieren, in dem auch die geschlossene Buchenkurve einsetzt. Um 3495–2900 v. Chr. (Hv 16446: 4475 ± 195 BP) deutet sich mit der Hainbuche die Einwanderung der letzten Baumart nach der Eiszeit an. Weitere Einzelnachweise folgen, aber erst gegen Ende des Subboreals trat die Art regelmäßig auf, und man darf ihre Anwesenheit voraussetzen (FIRBAS 1949, KUBITZKI 1960).

Tab. 2: Zusammenstellung der 14C-Datierungen aus dem Pollendiagramm Schönebusch

Probe	Hv-Nr.	konvent. 14C-Alter	wirkliches Altersintervall nach Stuiver & Kra (1986)
219	16 442	2520 ± 225 BP	905– 380 v.Chr.
215	16 443	865 ± 320 BP	780–1410 n.Chr.
207	16 444	2345 ± 275 BP	810– 95 v.Chr.
203	16 445	3970 ± 185 BP	2860–2180 v.Chr.
192	16 446	4475 ± 195 BP	3495–2900 v.Chr.
186	16 447	4010 ± 195 BP	2880–2195 v.Chr.
184	16 448	6575 ± 230 BP	–
161	16 449	7125 ± 205 BP	–
156	16 450	7460 ± 220 BP	–
146	16 451	7875 ± 235 BP	–
129	16 452	9490 ± 295 BP	–
123	16 866	9830 ± 280 BP	–
47	16 453	9575 ± 240 BP	–
1	16 454	11130 ± 300 BP	–

Erstaunlich ist das Absinken der *Salix*-Werte auf maximal 1%. Dieses Phänomen lediglich mit den höheren *Alnus*-Frequenzen erklären zu wollen, ist nicht statthaft, da *Salix* etwa auf ein Fünftel der atlantischen Pollenanteile absinkt, die Erle ihre Werte aber nur verdreifacht. Neben den Standorten in der Weichholzaue wird *Salix* wohl auch direkt am Moorrand vorgekommen sein, also in Bereichen, die *Alnus glutinosa* seit dem Subboreal beansprucht und aus denen *Alnus* die Weiden verdrängt hat. Für schwerwiegende, direkte anthropo-zoogene Eingriffe in die Weseraue liegen keine Hinweise vor. Aufgrund der guten Wüchsigkeit des Weidengebüschs an heutigen Flüssen ist es auch unwahrscheinlich, daß die Weiden im Uferbereich durch stärkere Hochwasser geschädigt wurden, die mit abnehmenden Glühverlusten in den Torfen dokumentiert sind.

### E.III.2. Bronzezeit

Gegen 1700 v. Chr., nach einer kurzen Siedlungsdepression, zeichnet sich die Bronzezeit im Pollendiagramm Schönebusch mit einer erneuten Siedlungsbelebung ab. Schneller als im Mittelneolithikum steigt die Summenkurve der siedlungsanzeigenden Pollen an,

synchron zur *Cerealia*- und *Plantago lanceolata*-Kurve, und erreicht in Probe 205 rasch die spätneolithischen Maximalwerte. Die offensichtliche Ausweitung der Siedlungs- und Ackerbauflächen schritt voran und führte zu weiteren Kulminationen der kulturbegleitenden Arten. Zuvor fragmentarisch ausgebildete Kurven wie die von *Rumex*, einem Weidezeiger (IVERSEN 1941), und die der *Chenopodiaceae* schließen sich und weisen in dieselbe Richtung. Parallel zu den erhöhten Siedlungsanzeiger-Frequenzen nehmen auch die Pollen der *Gramineae*, *Tubuliflorae*, *Liguliflorae*, *Caryophyllaceae* und *Brassicaceae* zu und bilden z.T. geschlossene Kurven. Desgleichen sind *Urtica* und *Plantago major/media* in der entsprechenden Probensequenz des ausklingenden Subboreals und beginnenden Subatlantikums häufiger zu beobachten.

Die höheren Werte der einzelnen Pollentypen dokumentieren aber nicht nur die gesteigerte Siedlungstätigkeit des bronzezeitlichen Menschen, sondern auch seine unterschiedlichen Wirtschaftsweisen. Vor allem Pflanzen, die brachliegende Flächen besiedeln, und Elemente der nassen Wiesen und Weiden sind pollenanalytisch gut belegt. Daneben läßt sich aus dem Diagramm ein weiterer Schwerpunkt bei der Gruppe der trittresistenten Arten und der Ruderalpflanzen ablesen. In Anlehnung an das von BEHRE (1981, 1988) entwickelte Schema sind in Tab. 3 die einzelnen, in den bronzezeitlichen Spektren des Schönebuschs vorkommenden Pollentypen nach ihrem Indikatorwert geordnet.

Tab. 3: Verbreitungsschwerpunkte wichtiger Kräuter zur Bronzezeit im Mittelweserraum

	Brache	nasse Wiesen und Weiden	Tritt- und Ruderalpflanzen
<i>Urtica</i>			+++
<i>Plantago maj./med.</i>		+	+++
<i>Artemisia</i>			+++
<i>Chenopodiaceae</i>	+		+++
<i>Tubuliflorae</i>	+	+	+
<i>Liguliflorae</i>	+	+	+
<i>Plantago lanceolata</i>		+++	
<i>Rumex</i>		+++	
<i>Cyperaceae</i>		+++	
<i>Ranunculaceae</i>		+++	
<i>Gramineae</i>	+++	+++	
<i>Brassicaceae</i>	+		+

Auf der einen Seite wurde der Wald also direkt vernichtet, um Äcker anlegen zu können, auf der anderen Seite wurde er aber auch extensiv bewirtschaftet. Der dadurch bewirkte Wandel drückt sich in einer veränderten Artenkombination aus. Bei nahezu konstanten *Alnus*-Anteilen nahmen *Ulmus* und *Tilia* mit zunehmender Siedlungsintensität weiter ab, nachdem sich diese beiden Eichenmischwaldelemente auffälligerweise in einer siedlungsarmen Phase an der Grenze der Jungsteinzeit zur Bronzezeit erholt hatten. Tiefstände der Siedlungsanzeigerkurven finden sich in den entsprechenden Diagrammabschnitten auch bei OVERBECK (1950), MÜLLER (1970), POTT (1982) und WIERMANN & SCHULZE (1986). Die auf 2860–2180 v. Chr. (Hv 16445: 3970 ± 185 BP) datierte Probe 203 im Diagramm Schönebusch gibt das Alter der Siedlungsdepression gegen Ende des Neolithikums an. Im Vergleich zu dem <sup>14</sup>C-Alter der Probe 203 müssen die Proben 207 (Hv 16444: 2345 ± 275 BP, kalibriert: 810–95 v. Chr.) und 215 (Hv 16443: 865 ± 320 BP, kalibriert: 780–1410 n. Chr.) mit jüngerem Material kontaminiert worden sein, was in Bruchwaldtorfen nicht völlig auszuschließen ist.

In den spät-subborealen Pollenspektren zeigt *Tilia* trotz hoher Siedlungsaktivitäten ein letztesmal ansteigende Tendenzen. Es ist zu vermuten, daß vor allem durch die Schneitelung Edellaubhölzer wie Ulmen und Linden geschädigt worden und letztlich fast völlig aus den Wäldern verschwunden sind (POTT 1982, AABY 1988). *Tilia* ist aber auch wohl durch die Nutzung ihrer Borke zurückgedrängt worden (BEHRE & KUCAN 1986, POTT 1990). Klimatische Faktoren haben die Entwicklung wahrscheinlich zusätzlich begünstigt.

Insgesamt bleibt der Eichenmischwald aber auch in dem letzten Abschnitt der Pollenzone IX beherrschend. Bemerkenswert ist allerdings das antagonistische Verhalten von *Quercus* und *Alnus*, das mit der Bronzezeit beginnt und sich bis zum Ende des Pollendiagramms fortsetzt. Gerade in der subborealen Sequenz ist es ausgeschlossen, das Phänomen lediglich auf die gemeinsame Bezugsbasis zurückführen zu wollen; denn die Schwankungen der Eichenkurve sind stärker als die entgegengesetzten der Schwarzerlenkurve. Außerdem ist ein entsprechender Antagonismus in keiner der anderen Baumpollenkurven zu beobachten. Es bleibt also zu klären, welche Ursachen dieser Erscheinung zugrunde liegen.

Der im Schönebusch eingewehte *Alnus glutinosa*-Pollen setzte sich im wesentlichen aus zwei Komponenten zusammen: erstens aus dem lokalen Pollenniederschlag und zweitens aus dem regionalen Pollen, der aus einer Entfernung von wenigen Kilometern angeliefert wurde. Daß der in dem Paläomäander stockende Erlenbruchwald bereits in prähistorischer Zeit anthropo-zoogener Beeinflussung ausgesetzt war, ist unwahrscheinlich, da in den noch weit verbreiteten Eichenmischwäldern auf der Niederterrasse und Talaue attraktivere Wälder für Viehhude und Laubheugewinnung zur Verfügung standen. Das kleine Moor wird also weitestgehend ungestört aufgewachsen sein. Infolgedessen muß die Ursache für die schwankenden *Alnus*-Frequenzen außerhalb des Bruches zu suchen sein, d.h. in den feuchten Eichenmischwäldern der Hartholzau, in denen *Alnus glutinosa* entscheidend an der Holzartenzusammensetzung beteiligt gewesen ist.

Siedlungen in der Talaue selbst sind bronzezeitlich bisher nicht belegt; die Menschen haben vorwiegend von der hochwassersicheren Niederterrasse aus die Auenbereiche bewirtschaftet. In Abb. 27 sind die Funde des Neolithikums und der Bronzezeit zusammengefaßt dargestellt, weil viele Feuersteinartefakte weder der einen noch der anderen Epoche eindeutig zugeordnet werden können. Gerade Flintwerkzeuge fanden aber auch noch bronzezeitlich weite Verbreitung; denn Geräte aus Bronze waren für große Teile der Bevölkerung zu kostspielig. Neben den Fundstreuungen weisen auch die 2,5 km nördlich der Bohrung Schönebusch gelegenen Grabhügelgruppen als Zeugnisse, die überwiegend aus der Bronzezeit stammen, auf die Besiedlung des Gebietes hin.

Die entlang der Auen siedelnde Bevölkerung wird das Vieh zur Hude in die Wälder der Flußniederungen eingetrieben und die *Quercus*-Bestände zur Schweinemast genutzt haben. Dabei dürften vor allem die Eichen so weit wie möglich geschont worden sein. Möglicherweise ist *Alnus glutinosa* in dieser Anfangsphase der Auennutzung nicht oder doch nur in geringem Maße anthropo-zoogen zurückgedrängt worden. Es ist allerdings schwer abzuschätzen, in welchem Umfang die einzelnen Komponenten des multifaktoriellen Wirkungsgefüges an der Gegenläufigkeit der Schwarzerlen- und Eichenkurve beteiligt sind.

Mit den steigenden Siedlungsaktivitäten treffen aber noch weitere, auffällige Entwicklungen in der Gehölzartenkonfiguration zusammen. Die Kiefer, die während des älteren Subboreals noch durchschnittlich 10% der Baumpollen lieferte, sinkt bronzezeitlich plötzlich auf Werte unter 4% ab, und es ist zu bezweifeln, ob *Pinus* tatsächlich noch im Gebiet um Stolzenau vorkam. Vielleicht spiegeln sich in den niedrigen Frequenzen nur

noch Reliktvorkommen wider, oder es handelt sich um Fernflugpollen aus den weit im Osten liegenden, geschlossenen Kiefernwäldern.

*Fagus sylvatica* zeigt im ausklingenden Subboreal erste Kulminationen; von einer Massenausbreitung kann im Gebiet des Schönebuschs aber noch nicht die Rede sein, da 2% vorläufig nicht überschritten werden. Auch *Carpinus betulus* ist nun endgültig an der Mittelweser eingewandert und weist eine geschlossene Kurve auf.

Zusammenfassend betrachtet zeichnet sich die anthropo-zoogene Überprägung des natürlichen Vegetationsgefüges in der Bronzezeit immer deutlicher ab:

1. Die ackerbaulichen Nachweise, die durch *Cerealia*-Pollenfunde dokumentiert sind, nehmen stark zu und beweisen eine Ausweitung des Getreideanbaus. *Secale*-Pollenköner treten erstmalig in Probe 208 auf, doch darf daraus noch nicht auf Roggenanbau geschlossen werden. Gelegentlich wurde die Ansicht vertreten, *Secale* sei zuerst als Unkrautroggen nach Mitteleuropa gelangt (WILLERDING 1970, KÜSTER 1988).
2. Sowohl Pollen von Pflanzen, die sich auf brachliegenden Äckern ansiedeln, als auch solche von Elementen der Tritt- und Ruderalgesellschaften sind häufiger zu beobachten und bezeugen den im Wechsellandsystem betriebenen Ackerbau. Die bewirtschafteten Böden waren wegen fehlender Düngung rasch erschöpft, wurden dann brach liegengelassen und nach einigen Jahren erneut unter Kultur genommen. In der näheren Umgebung des Schönebuschs ist vor allem die Niederterrasse zur Anlage von Äckern geeignet gewesen.
3. Durch Laubheugewinnung wurden bestimmte Bäume wie *Ulmus* und, unter gewissen Schwankungen, *Tilia* in ihrer Wuchskraft beeinträchtigt und schließlich zurückgedrängt. Die Ausübung der Schneitelwirtschaft erfolgte sicherlich in allen Eichenmischwäldern, also denen der Aue und der trockeneren Bereiche.
4. Desgleichen dürften die Wälder in und außerhalb der Aue im Hudewaldbetrieb genutzt worden sein. Dadurch kam es zu einer Auflichtung der Wälder, örtlich vielleicht sogar zu einer Vernichtung, die durch den Menschen möglicherweise bewußt gefördert wurde. Die aus der Hude resultierende Auflockerung des Auenwaldes wird an den verstärkt auftretenden Pollen von Pflanzen deutlich, die auf feuchten und nassen Grünlandstandorten heimisch sind.

Sowohl im Neolithikum als auch in der Bronzezeit haben wir es also mit einer gemischt-bäuerlichen Wirtschaft zu tun, in der das Viehbauerntum mit Waldweide und Ackerbau dominierte. Auch in der jüngeren Bronzezeit, die bereits ins ältere Subatlantikum gehört, blieben diese Wirtschaftsformen vorherrschend.

Die Grenze zwischen den Pollenzonen IX und X, dem Subboreal und dem Subatlantikum, ist nicht ganz eindeutig zu ziehen, weil vor allen Dingen die ausgeprägten, jüngeren *Corylus*-Gipfel im Diagramm Schönebusch fehlen. Einerseits ist der Wechsel durch steigende *Fagus*-Werte, andererseits durch zunehmende *Betula*-Frequenzen gekennzeichnet. Ergänzend kann die <sup>14</sup>C-Datierung der Probe 219 herangezogen werden, die ein Alter von 905–380 v. Chr. (Hv 16442: 2520 ± 225 BP) ergeben hat. Das Alter ist aufgrund des hallstattzeitlichen <sup>14</sup>C-Plateaus allerdings nur eingeschränkt aussagefähig (PEARSON, NORONHA & ANDREWS 1983, OLSSON 1986).

### E.III.3. Eisenzeit

Die eisenzeitlichen Pollenspektren des Diagramms Schönebusch belegen die zunehmende Ausweitung der bewirtschafteten Flächen im Gebiet der Mittelweser. Die auffällige Häufung der archäologischen Funde in den wesernahen Bereichen der Niederterrasse im

Westen bezeugt die unverändert auenorientierte Siedlungsweise der eisenzeitlichen Menschen. Sowohl die Auenwälder als auch die trockeneren Eichenmischwälder auf der Niederterrasse sind in dieser Zeit immer mehr aufgelichtet worden; wahrscheinlich müssen wir in dieser Epoche sogar erstmalig mit einem weitestgehend waldfreien Streifen entlang der Weseraue rechnen, während die Waldvernichtung in den flußfernen Regionen eher inselartig gewesen sein dürfte.

Die Dichte eisenzeitlicher Funde (Abb. 29) nimmt gegenüber der neolithisch-bronzezeitlicher (Abb. 27) nur scheinbar ab; denn die Fundkomplexe sind wesentlich ausgedehnter, und des öfteren konnten Spuren eisenzeitlicher Häuser ergraben werden. Vor allem Urnenbestattungen, die in der ausgehenden Bronzezeit und vorrömischen Eisenzeit praktiziert wurden, belegen eine deutlich höhere Bevölkerungsdichte als in vorangegangenen Epochen. Allein bei Leese sind mehrere hundert Urnen entdeckt worden (TACKENBERG 1934), und im gesamten Untersuchungsgebiet werden bei der Anlage von Spargelfeldern ständig weitere Keramiken und Urnen dieser Zeit zutage gefördert.

Den archäologischen Funden nach zu urteilen, lag der Schönebusch eisenzeitlich eher siedlungsfern und wird infolgedessen die siedlungsgeschichtlichen Tendenzen im Pollendiagramm nicht so deutlich ausgeprägt zeigen. Die auch weiterhin ohne erkennbare Störung aufgewachsenen Bruchwaldtorfe weisen gleichfalls auf eine siedlungsferne Lage des Paläomänders hin. Das hat zur Folge, daß sich im Diagramm Schönebusch mehr die regionalen Entwicklungen des Siedlungsgeschehens abzeichnen.

Neben dem raschen Anstieg der Siedlungsanzeiger und vieler krautiger Pflanzen fällt vor allem der massive Einbruch der *Alnus glutinosa*-Kurve auf. Im Pollendiagramm Schönebusch zeichnet sich die Rezession der Erle, die in den Auenwäldern wuchs, durch Prozentsätze aus, die beinahe um ein Viertel reduziert sind. Zeitgleich erhöhen sich die *Quercus*-Frequenzen signifikant, indem sie sich fast verdoppeln.

Zweifelsfrei wird in diesen Entwicklungen – immer im Zusammenspiel mit den Nichtbaumpollen – der anthropo-zoogene Einfluß auf die Auenwälder deutlich. *Gramineae*, *Plantago lanceolata*, *Plantago major/media*, *Rumex*, *Ranunculus flammula*, *Tubuliflorae* und *Liguliflorae* sind mit derartig hohen Werten ohne weiteres als Indiz für Wiesen und Weiden im Überflutungsbereich der Weser zu werten, d.h. als erste Zeichen einer beginnenden Grünlandweidewirtschaft. Selbstverständlich darf man diese frühen Weiden und vielleicht auch Wiesen nicht mit dem heutigen Grünland vergleichen; denn zum einen ist das Vieh bis in die Neuzeit hinein nicht in umzäunten Flächen geweidet worden (POTT 1989b), zum anderen wird die Aue in dieser Zeit partiell entwaldet gewesen sein, aber doch noch einige durch den Hudebetrieb sicherlich aufgelockerte Waldbestände getragen haben, in denen *Quercus robur* die absolut dominierende Holzart gewesen ist, weil der Baum wegen seiner Bedeutung für die Schweinemast und als Bauholzlieferant weitestgehend geschont wurde.

Die gestiegenen Pollenfrequenzen einiger Bäume und vieler Kräuter sind z.T. auf die abgesunkenen *Alnus*-Werte zurückzuführen, doch unzweifelhaft kommt der wirklichen Ausbreitung der entsprechenden Arten der größere Anteil an den erhöhten Werten zu. Der Einbruch der *Alnus glutinosa*-Kurve bedarf aber noch einer Erklärung. Es scheint nur schwer vorstellbar, daß ausschließlich die Waldweide des Viehs den Rückgang der Erle verursacht hat. Zwar werden die Viehbestände mit steigender Bevölkerungszahl ebenfalls gewachsen sein, doch wahrscheinlicher ist es, daß die Schwarzerle selektiv gefällt wurde, um gerade erlenreiche Standorte in wertvolles Weidegrünland umzuwandeln (OVERBECK 1950). Auch die verschiedenen Nutzungen, denen das Erlenholz zugeführt worden ist, dürften den Rückgang des Baumes mitverursacht haben. Zwar ist das Holz längst nicht so gut als Brennmaterial geeignet wie das von Buche oder Eiche, doch ist es für Wasserbauten und als Werkholz geschätzt worden, wie z.B. mehrere Schwertknäufe

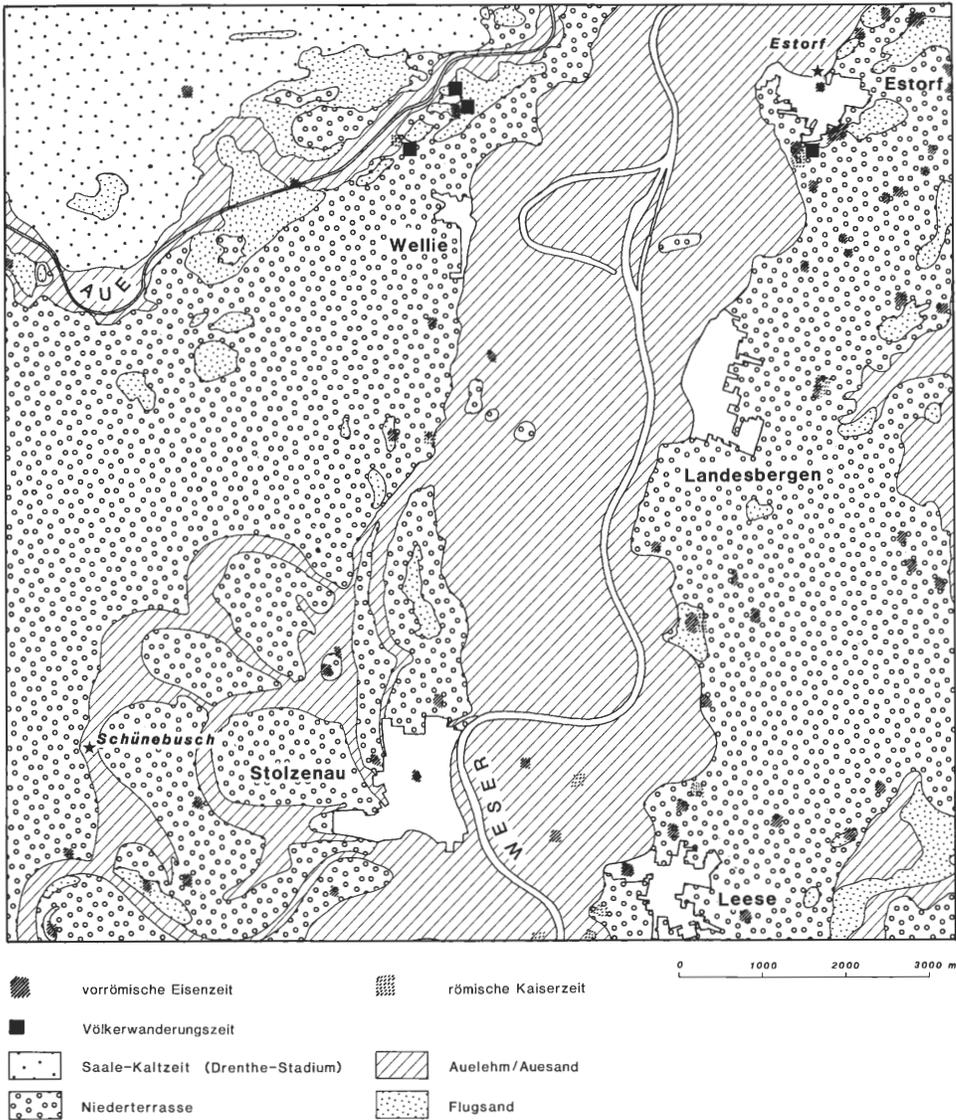


Abb. 29: Eisen- und völkerwanderungszeitliche Funde im Gebiet von Blatt 3420 Stolzenau der TK 25 (nach Angaben des Niedersächsischen Landesverwaltungsamtes – Institut für Denkmalpflege, Fundstellenkartei)

aus Erlenholz beweisen, die auf der westlichen Weserseite bei Liebenau gefunden worden sind (FEINDT & FISCHER 1992). Vielleicht spiegelt sich in dem schwerwiegenden, sich rasch vollziehenden Wandel auch der Erwerb neuer Techniken wider, die beispielsweise die Herstellung von Eisenwerkzeugen betrafen.

Die viehbäuerlich bewirtschafteten Flächen weiten sich offensichtlich stärker aus als die ackerbaulich genutzten Ländereien. Die Prozentsätze der Weidezeiger *Plantago lanceolata* und *Rumex* steigen bedeutend steiler an als die der Ruderalelemente *Artemisia*, *Chenopodiaceae* und *Urtica*. Auch die *Cerealien*-Kurve zeigt einen moderateren Anstieg

als die Kurven der Beweidung anzeigenden Arten und das, obwohl der Kurvenverlauf späteisenzeitlich erstmalig von *Secale cereale*, der eine bis zu 500fach höhere Pollenproduktion aufweist als die anderen Getreidearten (MÜLLER 1948), erheblich mitbestimmt wird. Bei archäologischen Ausgrabungen zwischen Stolzenau und Leese wurden in einer vorrömischen Fundschicht aber auch 12 Körner der Spelzgerste (*Hordeum vulgare*) gefunden. Sie belegen den Anbau auch dieser Getreideart an der Mittelweser während der Eisenzeit.

Einige der entwaldeten Standorte werden hochstaudenreiche Vegetationseinheiten getragen haben, die im Schünebusch durch höhere *Filipendula*- und *Apiaceae*-Frequenzen dokumentiert sind. Es liegt auf der Hand, daß aus solchen hochstaudengeprägten Pflanzengesellschaften im Bereich der Hartholzaue erste Streuwiesen und Mähweiden entstanden sein könnten (BEHRE 1979, BURRICHTER & POTT 1983). Ganz überwiegend dürften die waldfreien Flächen der Weseraue aber als Weide genutzt worden sein.

Nun könnte man angesichts der immer noch beachtlichen *Alnus glutinosa*-Werte meinen, dieser Baum habe in der Hartholzaue bei weitem dominiert, doch dürften die hohen Pollenfrequenzen einerseits auf die enorme Pollenproduktion zurückzuführen sein (POHL 1937, OVERBECK 1975), andererseits sowohl in den lokalen Standorten des Baumes am Rand der Altarme als auch in Verlandungsbrüchern begründet liegen. Auch wenn ANDERSEN (1970) Eichen- und Erlenpollenwerte viertelt, um die tatsächliche Repräsentanz der Arten abschätzen zu können, erscheint es ungerechtfertigt, beide Bäume in dieser Weise gleich zu behandeln; denn *Quercus* ist ein bedeutend schwächerer Pollenproduzent (POHL 1937) und dürfte deshalb, im direkten Vergleich mit *Alnus glutinosa*, deutlich untervertreten sein.

Parallel zum *Alnus*-Rückgang nehmen die Pollenfunde von *Salix* zu. Nachdem *Salix* während des gesamten Subboreals nur eine sehr untergeordnete Rolle gespielt hatte, dehnten sich die Bestände im älteren Teil des Subatlantikums wieder stärker aus. Die Frequenzen bei Stolzenau steigen gleich zu Beginn der eisenzeitlichen Siedlungsbelegung auf ein Maximum. Vielleicht haben sich durch den direkt eingreifenden, d.h. rodenden Menschen die Bäume der Weichholzaue lokal und zeitlich begrenzt ausbreiten können, wurden aber, nachdem die anthropo-zoogenen Einflüsse nachgelassen hatten, von der erlenreichen Ausbildung der Hartholzaue wieder zurückgedrängt. Daß gerade *Salix triandra*, *Salix viminalis* und *Salix alba* auch in sehr stark anthropo-zoogen überformten Flußlandschaften zu den widerstandsfähigsten Gehölzen zu zählen sind, läßt sich nicht nur in der aktuellen Vegetation, sondern auch in den mittelalterlichen Pollenspektren des Diagramms Estorf (als Anlage) beobachten.

Wie selektiv die Schwarzerlen in den Auen eingeschlagen worden sein müssen, zeigt sich sowohl in den klar erhöhten *Quercus*-Frequenzen als auch im Verlauf der *Fraxinus*-Kurve. Die Esche, der auch potentiell natürlich nicht unerhebliche Anteile in der Hartholzaue eingeräumt werden, wurde geschont und weist recht hohe Werte auf. Ob *Fraxinus*, ebenso wie *Tilia* und *Ulmus*, noch im Schneitelbetrieb zur Winterheugewinnung genutzt worden ist, kann nicht beantwortet werden, ist nach den bisherigen Kenntnissen aber anzunehmen (POTT 1982). Unklar bleibt dann allerdings, warum *Fraxinus* und *Ulmus* ausgerechnet zu einer Zeit intensiven bäuerlichen Wirtschaftens durchgängig höhere Werte aufweisen als in der anschließenden, siedlungsschwachen Völkerwanderungszeit, die im Pollendiagramm Estorf dokumentiert ist. Im Diagramm Schünebusch zeichnet sich zu Beginn der Eisenzeit sogar eine kurzfristige Erholung der *Ulmus*-Bestände ab.

Rein hypothetisch ist die Annahme, der Mensch habe die entsprechenden Edellaubhölzer nur so weit genutzt, daß sie nicht geschädigt wurden. Zumindest die Esche war als Nutzholz von großer Bedeutung, da sie zur Herstellung von Pfeil- und Speerschäften

genutzt wurde (FEINDT & FISCHER 1992). Vielleicht ist aber auch die Konkurrenzkraft der anspruchsvollen Ulme durch die andauernde Auelehmsedimentation gestärkt worden.

Die zunehmende Umformung der Naturlandschaft in eine Kulturlandschaft wird auch in den Bereichen außerhalb der Weseraue klar erkennbar. *Tilia* als weiteres Eichenmischwaldelement erlitt mit den ausgeweiteten menschlichen Tätigkeiten einen entscheidenden Einbruch. In den aufgelichteten und teilweise devastierten Wäldern breitete sich *Betula* wieder aus, indem der Baum als Pioniergehölz verarmte Böden besiedelte oder in Waldverlichtungen neuen Wuchsraum fand. Eine Verdoppelung der *Betula*-Werte ist im Diagramm Schönebusch die sichtbare Folge.

Das Waldbild änderte sich während der Eisenzeit aber nicht nur durch anthropogene Einflüsse, sondern auch durch die Ausbreitung von *Fagus sylvatica* und *Carpinus betulus*. Die Buche erreicht in Probe 214 des Diagramms Schönebusch erstmalig mehr als 2%, also genau zu einer Zeit, die durch eine deutliche Belebung der Siedlungsaktivitäten gekennzeichnet ist. Auch in anderen Regionen Mitteleuropas ist der enge Zusammenhang zwischen Buchenausbreitung und Siedlungsphasen festgestellt worden (BURRICHTER 1970, 1976, OVERBECK 1975, BEHRE & KUCAN 1986, O'CONNELL 1986, RÖSCH 1987, AABY 1988, ANDERSEN 1988, POTT 1989a). Der weitere Verlauf der *Fagus*-Kurve ist durch die vorübergehende, die Eisenzeit andauernde Stagnation der Werte auf einem Niveau von etwa 2% charakterisiert; erst in den oberen 4 Proben des Diagramms Schönebusch steigen die Prozentsätze auf mehr als 5% an und dokumentieren die Massenausbreitung des Baumes.

Nach der Einwanderung der Hainbuche im späten Subboreal erhöhen sich die *Carpinus*-Frequenzen im Subatlantikum mehr oder weniger kontinuierlich und überschreiten 2% gegen Ende der vorrömischen Eisenzeit (Probe 225). Die obersten drei Pollenspektren weisen dann nochmals niedrige Werte um 1% auf.

Erstmalig muß in der Eisenzeit und ausklingenden Bronzezeit auch mit Zwergstrauchheiden gerechnet werden, die durch gestiegene *Ericaceae*-Werte dokumentiert sind. Da die *Ericaceae*-Kurve in fast allen Spektren, also auch in den bronze- und eisenzeitlichen, ganz überwiegend durch die Verbreitung von *Calluna* bestimmt wird, ist vor allem an Heiden vom Typ des *Genisto-Callunetum* zu denken, die an trockene Böden gebunden sind. Abgesehen von der Nienburg-Meppener Geestplatte finden sich Podsole aber nur kleinflächig im Untersuchungsgebiet (Abb. 2), und infolgedessen haben Heideflächen sicher nur eine untergeordnete Rolle gespielt. Daß nahezu alle Heideflächen im nordwestdeutschen Binnenland anthropogenen Ursprungs sind (ELLENBERG 1954, BURRICHTER 1954, OVERBECK 1975), bestätigt sich ein weiteres Mal im Pollendiagramm Schönebusch; denn erst mit steigender Siedlungsintensität häufen sich auch die *Ericaceae*-Funde.

Die sich öffnende Landschaft in den trockeneren Bereichen zeichnet sich, neben Kulminationen der *Ericaceae*- und *Betula*-Kurve, durch vereinzelt nachgewiesene *Juniperus*-Pollenkörner ab. Desgleichen bezeugt die vorübergehend geschlossene Kurve der *Campanulaceae*, die überwiegend von *Jasione montana* beherrscht wird, diese Entwicklung. Halbtrockenrasen und Sandtrockenrasen werden noch nicht großflächig ausgeprägt gewesen sein, da der anthropo-zoogene Druck gegenüber dem Spätmittelalter oder der Neuzeit vergleichsweise gering war und weil trockene, arme Böden im Wesertal kaum vorhanden sind.

Fast alle krautigen Pflanzen zeigen während dieser ersten siedlungsintensiven Phase höhere Werte als in siedlungsschwachen Zeiten. Zusätzlich treten aber auch neue Arten auf, die bis dahin praktisch nicht nachzuweisen waren. Dadurch nahm die Artenzahl signifikant zu und ist direkt mit den anthropo-zoogenen Tätigkeiten zu korrelieren (Abb.

30). Solange also die extensiven Wirtschaftsformen vorherrschten, wurden durch den Menschen neue Lebensräume für zahlreiche Pflanzen geschaffen, die in der ursprünglichen Waldlandschaft kaum oder gar nicht konkurrenzfähig waren. Deshalb kam es unter dem Einfluß des Menschen zunächst zu einer Vegetationsbereicherung (BURRICHTER 1977, POTT 1988, BIRKS, LINE & PERSSON 1988, GAILLARD & BERGLUND 1988, BEHRE & JACOMET 1991, KNÖRZER 1991).

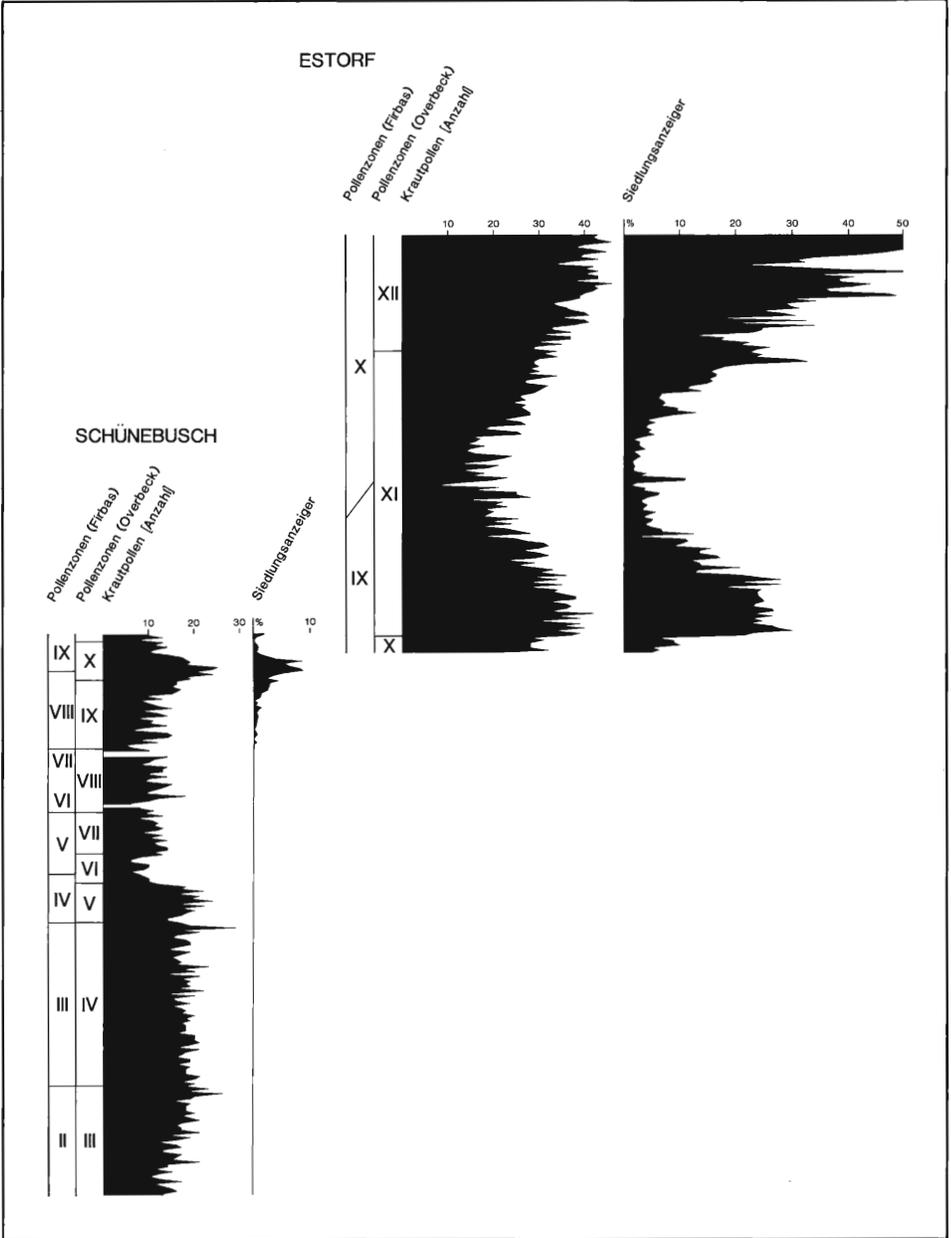


Abb. 30: Vegetationsbereicherung unter dem Einfluß des Menschen

Während sich in der älteren Eisenzeit die gravierendsten Eingriffe zeigten, die der Mensch in seiner Umwelt bis dahin vorgenommen hatte, gehen die Hinweise auf anthropogene Tätigkeiten in den jüngeren Abschnitten zunächst zurück. Die Archäologen nehmen für die jüngere Eisenzeit eine gleichbleibende oder leicht steigende Bevölkerungszahl an; keinesfalls wird von einer Abnahme der Besiedlungsdichte ausgegangen.

Die Befunde von pollenanalytischer Seite sind gelegentlich abweichend. Im nordwestdeutschen Raum deuten reduzierte *Cerealia*- und Kulturbegleiter-Werte auf herabgesetzte Siedlungsintensitäten hin, die kontinuierlich, seltener abrupt nachlassen (BURRICHTER 1969, KRAMM 1978, MOHR 1990: Aschener Moor). Auch im Pollendiagramm Schönebusch sind diese des öfteren festgestellten Entwicklungen gegen Ende der Pollenzone X zu erkennen. Durch die geringe Sedimentationsrate ist die zeitliche Auflösung in dem entsprechenden Diagrammabschnitt nicht sehr hoch und täuscht einen schnellen Rückgang der siedlungsanzeigenden Arten vor, der sich in Wirklichkeit über einen längeren Zeitraum vollzogen haben dürfte. Unmittelbar nachdem im Schönebusch die höchsten Werte der Siedlungsanzeiger aufgetreten sind (Probe 219), geht der anthropo-zoogene Einfluß zurück. Bereits in Probe 221 sind die Prozentsätze gedrittelt. An dem Verhältnis von Getreideanbau und Viehhaltung hat sich wahrscheinlich nichts geändert; denn die Kurven der *Cerealia* und Weidezeiger verhalten sich synchron.

Sobald sich die Siedlungsdepression am Schönebusch abzeichnet, erobert sich *Alnus* verlorengegangene Standorte zurück. *Pinus*, bis in Probe 220 noch mit Prozentanteilen von etwa 2,5% vertreten, sinkt auf Pollenwerte um und unter 1% ab und liefert einen Hinweis auf Wälder, die wieder dichter geworden sind; denn mit Sicherheit ist *Pinus* in den Laubwäldern, die den Schönebusch zu dieser Zeit umgeben haben, nicht mehr vorgekommen. Die Polleneinwehung mußte deshalb auf Ferntransport beruhen oder von Reliktvorkommen stammen, kann also als indirektes Maß für die Öffnung der Landschaft gelten, da der Anteil fernverwehten Pollens in dichten Wäldern abnimmt (OVERBECK 1950, TAUBER 1968, ANDERSEN 1970, MÜLLER 1970, BIRKS & BIRKS 1980).

Auch die *Betula*- und *Corylus*-Frequenzen belegen den erneut vorrückenden Wald. Zunächst besiedelte *Betula* als Pionierholzart die offenen und z.T. verarmten Böden, sichtbar an dem Gipfel in Probe 222, wurde aber schon bald von den Eichenmischwald-elementen und der Buche überschattet und zurückgedrängt. Desgleichen verlor *Corylus avellana* mit zunehmendem Kronenschluß wichtigen Wuchsraum. Insgesamt nahm die Artenvielfalt (Abb. 30), die die ältere Eisenzeit auszeichnete, wieder ab, und beinahe alle Kurven der krautigen Pflanzen sind nur noch fragmentarisch ausgebildet oder setzen völlig aus. Etwa gegen Ende der im Diagramm Schönebusch festzustellenden Siedlungsdepression setzt die Verfüllung des Paläomäanders bei Estorf ein.

Die Einstufung der basalen Schichten des Diagramms Estorf erfolgte nach dem Kurvenverlauf der beiden Bäume *Fagus* und *Carpinus* und nicht nach den vorliegenden <sup>14</sup>C-Datierungen der Proben 1 (Hv 16926: 3140 ± 180 BP, kalibriert: 1640–1145 v. Chr.) und 8 (Hv 17152: 3335 ± 190 BP, kalibriert: 1885–1415 v. Chr.). Es scheint kaum vorstellbar, daß *Fagus* gegen etwa 3200 BP an der Waldzusammensetzung im Estorfer Raum so stark beteiligt war, daß der Baum 18% der Baumpollensumme erreichen konnte. Zwar zeichnen sich in mehreren Mooren Nordwestdeutschlands bereits im ältesten Subatlantikum zunehmende *Fagus*-Frequenzen ab, doch sind Prozentsätze von 10% oder mehr bisher nicht beobachtet worden (BURRICHTER, POTT & FURCH 1988, POTT 1989a). Auch *Carpinus* überschreitet die 2% im nordwestdeutschen Flachland meist in den letzten vorchristlichen Jahrhunderten, aber nicht schon mehr als 1000 Jahre zuvor, wie aufgrund der beiden <sup>14</sup>C-Datierungen zu vermuten wäre.

Tab. 4: Zusammenstellung der  $^{14}\text{C}$ -Datierungen aus dem Pollendiagramm Estorf

Probe	Hv-Nr.	konvent. $^{14}\text{C}$ -Alter	wirkliches Altersintervall nach Stuiver & Kra (1986)
168	17 143	2120 $\pm$ 170 BP	385 v.Chr.– 55 n.Chr.
158	17 144	1225 $\pm$ 115 BP	660– 975 n.Chr.
140	17 145	1220 $\pm$ 115 BP	665– 975 n.Chr.
129	17 146	890 $\pm$ 155 BP	990–1280 n.Chr.
118	17 147	1185 $\pm$ 210 BP	640–1025 n.Chr.
101	17 148	1260 $\pm$ 110 BP	645– 890 n.Chr.
91	17 149	1340 $\pm$ 165 BP	545– 875 n.Chr.
72	17 150	1740 $\pm$ 160 BP	75– 530 n.Chr.
48	17 151	1780 $\pm$ 135 BP	35– 410 n.Chr.
8	17 152	3335 $\pm$ 190 BP	1885–1415 v.Chr.
1	16 926	3140 $\pm$ 180 BP	1640–1145 v.Chr.

Demzufolge ergänzen sich die beiden Pollendiagramme Schönebusch und Estorf; denn etwa zu der Zeit, in der die Auelehmsedimentation das Moorwachstum im Schönebusch abschloß, begann die Verfüllung des Estorfer Paläomänders. Der Bereich, in dem sich die beiden Diagramme überschneiden, kann aufgrund der  $^{14}\text{C}$ -Datierungen nicht genau festgelegt werden. Offensichtlich sind Humusstoffe und Pflanzenhäcksel erodierter älterer Schichten sowohl mit dem Auelehm als auch mit den Schluffmudden abgesetzt worden und erhöhen durch ihren geringen  $^{14}\text{C}$ -Gehalt das Radiokarbonalter der untersuchten Sedimente. Wie die vorliegenden  $^{14}\text{C}$ -Datierungen zeigen, sind Ablagerungen aus dem fluviatilen Faziesbereich aufgrund von Umlagerungen und Einschwemmungen nur begrenzt für radiometrische Messungen geeignet. Das trifft vor allem für die regelmäßig vorkommenden Erlenbruchwaldtorfe (GEYH 1983), aber auch für mineralreiche Mudden zu (KOZARSKI 1983a, GAILLARD & BERGLUND 1988). Ähnliche Erfahrungen berichtet auch SMETTAN (1990) von seinen Untersuchungen im Talauenbereich des Neckars.

In den schnell sedimentierten Schluffmudden des Estorfer Paläomänders sind zunächst nur geringe Prozentsätze der kulturbegleitenden Arten und übrigen Kräuter festzustellen, aber bereits in Probe 8 erhöhen sich die Werte sprunghaft. Das unterschiedliche Niveau der siedlungsschwachen Phase in den beiden Pollendiagrammen liegt in der Lage der Profilentnahmepunkte zu den nächsten Siedlungen und Ackerflächen begründet. Während in der Nähe des Schönebuschs bislang kaum eisenzeitliche Spuren gefunden worden sind, deuten in unmittelbarer Nachbarschaft zum Estorfer Paläomäander zahlreiche Urnenfunde auf eine Besiedlung dieses Gebietes hin (Abb. 29). Der scharf abfallende Rand der Niederterrasse (Abb. 31) und die Form des Sporns, die durch Hochwasser kaum geglättet ist, lassen vermuten, daß die heutige Auengrenze von dem untersuchten Paläomäander ausgebildet worden ist und demnach nicht wesentlich älter als spät-eisenzeitlich sein kann. Der Niederterrassensporn wird aufgrund seiner besonderen Standortgunst schon bald zu einem beliebten Siedlungsplatz geworden sein.

Daß die Ackerflächen bei Estorf nicht allzu weit von dem Paläomäander und damit von der Niederterrassenkante entfernt gewesen sein können, wird durch Pollenfunde des Flachs (*Linum usitatissimum*) belegt, der zwar nur mit sehr geringen Prozentsätzen, aber doch in mehreren Proben nachzuweisen ist. Diese seit dem Neolithikum bekannte Kulturart (KÖRBER-GROHNE 1967, WILLERDING 1970, LANGE 1978, BEHRE & JACOMET 1991) ist als äußerst schwacher Pollenproduzent (FURCH 1986, GAILLARD & BERGLUND

Tab. 5: Pollen und Sporen, die nicht im Diagramm Estorf vermerkt sind

Probennummer	Pollen und Sporen	PZ	
172	<i>Thalictrum</i> 0,2%	XII	
169	<i>Botrychium</i> 0,2%		
167	<i>Allium</i> -Typ 0,1%; <i>Botrychium</i> 0,3%; <i>Menyanthes</i> 0,1%		
165	<i>Botrychium</i> 0,1%; <i>Primulaceae</i> 0,1%		
164	<i>Valeriana dioica</i> 0,2%; <i>Malvaceae</i> 0,1%		
162	<i>Polygonaceae</i> indet. 0,1%		
161	<i>Asplenium</i> 0,1%		
159	<i>Corydalis</i> 0,1%		
155	<i>Primulaceae</i> 0,1%		
154	<i>Allium</i> -Typ 0,1%		
152	<i>Liliaceae</i> 0,1%; <i>Menyanthes</i> 0,1%		
150	<i>Stratiotes</i> 0,1%; <i>Malvaceae</i> 0,1%		
149	<i>Primulaceae</i> 0,1%		
144	<i>Malvaceae</i> 0,1%		
142	<i>Botrychium</i> 0,1%; <i>Polygonaceae</i> indet. 0,1%		
141	<i>Asplenium</i> 0,1%		
139	<i>Valeriana dioica</i> 0,1%		
138	<i>Valeriana dioica</i> 0,1%		
131	<i>Liliaceae</i> 0,1%		
129	<i>Asplenium</i> 0,1%; <i>Liliaceae</i> 0,2%		
93	<i>Liliaceae</i> 0,1%		XI
92	<i>Empetrum</i> 0,1%		
67	<i>Drosera</i> 0,1%		
42	<i>Myriophyllum alterniflorum</i> 0,1%		
41	<i>Menyanthes</i> 0,1%		
36	<i>Vicia</i> -Typ 0,1%		
32	<i>Utricularia</i> 0,1%		
28	<i>Myriophyllum alterniflorum</i> 0,1%; <i>Utricularia</i> 0,2%		
27	<i>Utricularia</i> 0,1%		
18	<i>Polygonaceae</i> indet. 0,1%; <i>Malvaceae</i> 0,1%		
16	<i>Polygonaceae</i> indet. 0,2%		
14	<i>Myriophyllum alterniflorum</i> 0,1%		
12	<i>Melampyrum</i> 0,1%		
11	<i>Malvaceae</i> 0,1%		
10	<i>Melampyrum</i> 0,1%; <i>Polygonaceae</i> indet. 0,1%		
8	<i>Asplenium</i> 0,1%	X	
4	<i>Viscum</i> 0,1%		

1988) bekannt, und die großen Pollenkörner sind mit Sicherheit nicht weit verfrachtet worden (BURGA 1980). Wahrscheinlich konnte die Faserpflanze Flachs aus diesem Grunde im Diagramm Schönebusch nur mit 3 Pollenkörnern festgestellt werden. Anders als in den organischen Ablagerungen am Schönebusch könnten die *Linum*-Pollenkörner in den Schluffmudden bei Estorf teilweise auch aus Rösten eingeschwemmt worden sein.

Die im Pollendiagramm Estorf dokumentierte Siedlungsphase ist in zwei Abschnitte zu gliedern. Zunächst bleiben die Siedlungsanzeiger-Frequenzen auf dem hohen Niveau, das sie in Probe 8 erreicht haben, und verweisen auf umfassende anthropogene Tätigkeiten. In den Proben 32–34 sinken die Pollenwerte der kulturbegleitenden Arten um etwa ein Drittel ab und erreichen während der römischen Kaiserzeit auch nicht mehr das alte Niveau. Von archäologischer Seite werden für die römische Kaiserzeit fast nur noch



Abb. 31: Niederterrassenkante an der Mittelweser zwischen Stolzenau und Estorf, 1990

Siedlungs- und Streufunde berichtet (SCHIRNIG 1969); Urnenfunde sind selten, da Körperbestattungen in dieser Zeit weit verbreitet waren. Körpergräber sind zwar nachweisbar, werden aber beispielsweise durch Pflügen spurlos zerstört und fallen deshalb bei weitem nicht so stark auf wie Urnengräber.

Der attraktive Siedlungsplatz auf dem Niederterrassensporn ist zwar offensichtlich weiterhin bewohnt gewesen, aber nicht mehr so stark genutzt worden wie in früheren Zeiten. Auf der einen Seite könnten die unter Kultur genommenen Flächen verringert worden sein, auf der anderen Seite könnte aber auch die Intensität der Bewirtschaftung nachgelassen haben. Lokal sind vielleicht Kultur- und Siedlungsflächen verlagert worden, doch sprechen gegen diese Annahme die allgemein rückläufigen Tendenzen. Ob es sich bei dem Phänomen um erste Vorläufer der großen Völkerwanderung gehandelt haben könnte, wie BURRICHTER (1969) vermutet hat, oder ob der Handel mit den römischen Provinzen, der zweifellos bestanden haben muß (HEINE in HÖFLE 1981), eingeschränkt worden ist, kann wohl nur durch interdisziplinäre archäologisch-pollenanalytische Arbeiten geklärt werden.

Spätestens seit der jüngeren Eisenzeit muß auch mit Roggenanteilen in den Getreideätern gerechnet werden (WILLERDING 1960, 1986, OVERBECK 1975, ISENBERG 1979, KRAMM 1981, POTT 1984, KÜSTER 1988). *Secale cereale* ist bis zu 30% an der Summe der *Cerealia*-Pollen beteiligt, doch sicherlich hat es sich noch nicht um reine Roggenkulturen gehandelt (BEHRE 1986), dazu ist *Secale* zu schwach vertreten, sondern wohl eher um Unkrautroggen. Auch nach ethnobotanischen Befunden fand die Kultur des Roggens in der Eisenzeit bei uns Eingang (WILLERDING 1970, KNÖRZER 1991).

Der Übergang zur Völkerwanderungszeit ist durch den Rückgang aller siedlungsanzeigenden Pollen in den Proben 48–54 gekennzeichnet. Die Radiokarbonbestimmung der Probe 48 (Hv 17151: 1780 ± 135 BP) datiert den entsprechenden Diagrammabschnitt mit 35–410 n. Chr. in die ausgehende römische Kaiserzeit.

Der Siedlungsrückgang gegen Ende der römischen Kaiserzeit muß größere Gebiete erfaßt haben; denn abrupt nimmt der mineralische Anteil von 88% (Probe 45) auf 44% (Probe 49) ab und bleibt insgesamt auf einem niedrigeren Niveau als zuvor. Die Ergebnisse der Glühverlustbestimmungen können nur so gedeutet werden, daß die Hochwassertätigkeit zurückgegangen und die Auelehmsedimentation dadurch weitestgehend zum Erliegen gekommen ist. Gerade in einer Phase, die wieder durch feuchtere Verhältnisse gekennzeichnet sein soll (OVERBECK 1975), wurde deutlich weniger mineralisches Material in den Fluß eingetragen. Zweierlei Ursachen sind für diese Entwicklung verantwortlich gewesen:

1. Die Vegetationsdecke im Einzugsgebiet der Weser schloß sich zumindest teilweise wieder (LESEMANN 1968). Der Wald wird auf ehemals gerodete Flächen erneut vorgerückt sein und den erosiven Abtrag des Bodens gemindert haben.
2. Auch die Talau der Weser dürfte sich in weiten Teilen wiederbewaldet haben, wie das Diagramm Schönebusch zeigt, und auf diese Weise die Abfluggeschwindigkeit der Hochwasser vermindert haben. Dadurch wurde die Menge des mitgeführten Materials entscheidend reduziert und weniger feinklastisches Material sedimentiert.

In einem gewissen Gegensatz zu den vorliegenden Ergebnissen steht ein Siedlungsfund, der auf rund 1,5 m mächtigem Auelehm bei Wellie gemacht wurde und in die vorrömische Eisenzeit gestellt wird (STRAUTZ 1959). Aufgrund der Scherbenfunde hat TACKENBERG (1959) eine höchstens 30 Jahre andauernde Besiedlung des Platzes vermutet. NIETSCH (1959a) hat aber auf wahrscheinlich nur jahreszeitlich genutzte Unterkünfte in Talauen hingewiesen und Zweifel an der Interpretation der bei Wellie entdeckten Fundsicht als Wohnhausgrundriß geäußert (GENRICH & STRAUTZ 1959), zumal keine Pfostenlöcher entdeckt werden konnten, die eine solche Hypothese hätten stützen können.

Ein weiterer Siedlungsfund ist aus der Weseraue zwischen Stolzenau und Leese bekannt. Die zwei ebenfalls in die vorrömische Eisenzeit datierten Siedlungsgruben sind im Rahmen des Kiesabbaus freigelegt worden und wie die Fundsicht bei Wellie in den Auelehm eingebettet gewesen. Sie werden nicht als Dauersiedlungen angesehen, die auf feste Behausungen hingedeutet hätten, insbesondere da bei der Notgrabung ebenfalls keine Pfostenlöcher festgestellt werden konnten. Sehr viel wahrscheinlicher ist auch hier ein saisonal bewohnter Handelsplatz anzunehmen.

Es ist nur schwer vorstellbar, daß die eisenzeitlichen Menschen in der Weseraue gesiedelt haben, wenn diese regelmäßig überflutet worden ist. Neben den Glühverlustwerten zeigen auch zahlreiche pollenanalytische Einzeldatierungen aus Auelehm dessen eisenzeitliche Bildungsphase und damit andauernde Überschwemmungen in der Aue an.

#### E.III.4. Völkerwanderungszeit

Die pollenanalytisch untersuchten Sedimente bei Estorf sind in einem archäologisch höchst interessanten Gebiet des nordwestdeutschen Flachlandes lokalisiert. Auf der westlichen Niederterrasse der Weser finden sich Zeugnisse völkerwanderungszeitlicher Besiedlung, und auch in den östlich des Flusses gelegenen Gebieten sind Einzelfunde dieser Epoche bekannt geworden. Vor allen Dingen der gemischt belegte Friedhof von Liebenau mit seinen bisher mehr als 600 erfaßten Gräbern erlangte überregionale Bedeutung für die Siedlungsforschung und dokumentiert Siedlungskontinuität für die Zeit von ca. 300 bis 850 n. Chr., nur 3–4 km von Estorf entfernt (GENRICH 1960, 1975, VON BOTHMER 1969, HÄSSLER 1983, 1985, 1992).

Insgesamt gesehen muß man aber wohl von einer abnehmenden Bevölkerungsdichte im Umkreis des Estorfer Paläomänders ausgehen, da alle siedlungsanzeigenden Pollen

deutlich niedrigere Werte aufweisen als in den Spektren, die der römischen Kaiserzeit zuzurechnen sind. Auch wenn die Kurven von *Plantago lanceolata*, *Rumex acetosella*, den *Cerealien* im allgemeinen und *Secale cereale* im speziellen geschlossen bleiben, sinken sie in Probe 72 durchweg auf weniger als 1% ab und bleiben unter sehr geringen Schwankungen auf diesem Niveau. Der Getreideanbau ist zu dieser Zeit also signifikant zurückgegangen. Infolgedessen zeichnen sich auch Brachezeiger wie *Plantago lanceolata*, *Rumex acetosella*, *Brassicaceae* und *Gramineae* u.a. (BEHRE 1981, 1988) durch sehr niedrige Frequenzen und einen teilweise sogar unterbrochenen Kurvenverlauf aus.

Auch *Linum usitatissimum* wird in dieser Epoche nicht nachgewiesen, und die Kurve von *Cannabis* ist nur noch fragmentarisch ausgebildet. Angesichts der geringen Werte der kultivierten Arten ist durchaus damit zu rechnen, daß auf der an den Paläomäander grenzenden Niederterrasse keine Siedlung mehr bestanden hat. Die geringen Werte könnten ohne weiteres die Besiedlung auf dem anderen Weserufer bei Liebenau ausdrücken und den regionalen Pollenniederschlag widerspiegeln. BEHRE & KUCAN (1986) haben in eindrucksvoller Weise dokumentiert, wie rapide der Pollen der Nutzpflanzen und siedlungsbegleitenden Arten bereits in 1,5–3 km Entfernung von den Acker- und Brachflächen abnimmt und wie vorsichtig der Verlauf der Siedlungszeigerkurven interpretiert werden muß (vgl. auch JANSSEN 1986).

Es ist allerdings nicht das Ziel der vorliegenden Untersuchungen, die Kontinuität einzelner Siedlungen nachzuweisen, sondern die Ausformung und Ausgestaltung der Wesertalaue vor und nach der neolithischen Revolution zu erkennen. Und dabei zeichnet sich die Völkerwanderung nicht nur in dem ruhigen Verlauf nahezu aller Pollenkurven ab, sondern auch im Sedimentationsgeschehen. Durch die Glühverlustbestimmungen konnten die niedrigsten mineralischen Anteile des gesamten Profils Estorf in den Proben 72–90 ermittelt werden. Innerhalb des Erlenbruchwaldtorfes, der auch vor und nach der Völkerwanderungszeit die Ablagerungen der Rinnenfüllung beherrschte, liegen die Glühverluste etwa zwischen 50% und 60%. Zweifelsohne werden in dieser Entwicklung großräumige Tendenzen sichtbar, die, wie oben dargestellt, sowohl die lößbedeckten Mittelgebirgsregionen als auch den Talbereich der Weser insgesamt erfaßt haben.

Der bereits gegen Ende der römischen Kaiserzeit wieder vorrückende Wald schloß sich weiter und drang in die aufgelassenen Flächen vor. Mit über 90% Baumpollen zeichnet sich der schwindende anthropo-zogene Einfluß auch in der Gegenüberstellung der Bäume, Sträucher und Kräuter ab. Stark reduzierte Werte oder sogar unterbrochene Kurven von *Filipendula*, *Cyperaceae*, *Lythrum*, *Valeriana officinalis*, *Ranunculus flammula* und *Rumex cf. hydrolapathum* zeigen die Wiederbewaldung der Talaue auf Kosten der feuchtigkeitsliebenden Hochstaudenfluren und Grünlandgesellschaften an.

*Alnus glutinosa* wird auf den feuchten Aueböden im *Quercu-Ulmetum* beträchtliche Anteile an der Gehölzartenzusammensetzung erlangt haben; dies deutet sich mit steigenden Erlenfrequenzen schon in den Diagrammabschnitten der römischen Kaiserzeit an. Die Sedimente dieser Zeit bestehen in ihrem unteren Teil aus Schluffmudde und nicht aus Erlenbruchwaldtorf, in dem *Alnus*-Pollen naturgemäß überrepräsentiert ist. Die andere beherrschende Baumart der Auenwälder ist *Quercus robur* gewesen, obwohl die *Quercus*-Kurve in den völkerwanderungszeitlichen Spektren sehr niedrige Prozentsätze ausweist. Dieses Phänomen ist auf die hohen Erlenwerte zurückzuführen. Um *Alnus* reduzierte Pollenprozentanteile offenbaren, daß die *Quercus*-Anteile nicht absinken, sondern etwa gleich bleiben wie auch die von *Ulmus*.

Gerade zu einer Zeit, in der sich die potentielle natürliche Vegetation nahezu ungehindert ausbilden konnte, gewann die Ulme keinen zusätzlichen Wuchsraum im artenreichen *Quercu-Ulmetum*. Man muß nach den vorliegenden Befunden davon ausgehen, daß *Ulmus* in der Hartholzau des Wesertals nur eine untergeordnete Rolle gespielt hat und

auch in der potentiellen natürlichen Vegetation spielt. Die aktuelle, zumeist geringe Beteiligung von *Ulmus* an der Baumschicht kleinflächig erhaltener Auenwaldreste entspricht nach den vorliegenden vegetationsgeschichtlichen Befunden durchaus dem natürlichen Verhalten des Baumes. Für *Fraxinus* trifft Vergleichbares zu.

Der Einbruch der *Fagus*-Kurve ist gleichfalls durch die gemeinsame Berechnungsgrundlage mit *Alnus* bedingt. Auch die Buche hält ihre Anteile während der Völkerwanderungszeit und wird vor allem auf den etwas besseren Böden außerhalb der Weseraue der Hauptwaldbildner gewesen sein (Abb. 2, 3).

Parallel zu der fortschreitenden Wiederbewaldung nimmt die Anzahl der registrierten Pollen ab (Abb. 30) und zeigt mit durchschnittlich 17 Arten bzw. Gattungen/Familien die geringste Artenvielfalt des Pollendiagramms Estorf an. Bestimmt wird die Entwicklung durch eine artenärmer werdende Krautflora, die der Konkurrenz der Bäume ausgesetzt ist. Röhrichtpflanzen wie die *Typha*-Arten, *Alisma* oder *Sagittaria* sind in den Verlandungszonen der Weseraltarme von vorrückenden Erlenbruchwaldgürteln in ihrem Wuchsraum eingeschränkt worden, entziehen sich dem pollenanalytischen Nachweis aber sicherlich auch durch die Filterwirkung des sich schließenden Waldes.

Der Effekt spielt bei den reinen Wasserpflanzen wie den *Myriophyllum*-Arten, der *Batrachium*-Gruppe, *Potamogeton*, *Nuphar*, *Nymphaea* u.v.a. eine nicht so bedeutende Rolle, da die Pollenkörner in erheblichem Maße direkt ins Wasser gelangten. Die in den Erlenbruchwaldtorfen nachgewiesenen Wasserpflanzenpollen können als Indiz für die Hochwasserhäufigkeit gewertet werden, weil sie mit niedrigen Glührückständen, d.h. hohen mineralischen Einschwemmungen korrelieren. Aus der Zeit des ausgeprägten Siedlungsrückganges der Völkerwanderung sind Wasserpflanzenpollen kaum zu beobachten, steigende Frequenzen treten erst wieder mit dem erneuten Ansteigen der kulturbegleitenden Arten sowie des Glührückstandes auf.

Mit durchschnittlich 200.000–300.000 Pollenkörnern pro Gramm organischer Trockensubstanz ist die Pollenkonzentration sehr hoch; größtenteils setzt sich der Pollenniederschlag aus *Alnus glutinosa*-Pollenkörnern zusammen, die sowohl einzeln abgelagert werden als auch aus herabfallenden Kätzchen stammen. Vergleicht man die vorgefundenen Pollenkonzentrationen mit den von GRÜGER (1980) angegebenen Werten, die bei Proben aus Erlenbruchwaldtorf bis zu 53.659 Pollenkörner pro Milliliter erreichen, so liegen die Estorfer Werte in derselben Größenordnung, weil die Konzentration im Diagramm Estorf auf die organische Trockensubstanz, bei den Untersuchungen am Fiekers Busch aber auf den feuchten Torf bezogen ist. Die sich an die Völkerwanderungszeit anschließende Siedlungsbelebung zeichnet sich im Verhältnis der Bäume, Sträucher und Kräuter und in einer geringeren Pollenkonzentration ab.

### E.III.5. Mittelalter

Die erste, wenn auch noch nicht sehr deutliche Kulmination der siedlungsanzeigenden Summenkurve, der neuerliche Anstieg der Glührückstände und der zurückweichende Wald bezeugen in Probe 91 das Ende der Völkerwanderung an der Mittelweser bei Estorf. Die Siedlungskontinuität im Liebenauer Raum ist durch Brandgräber bereits seit 300 n. Chr. belegt, doch nimmt die Zahl der nachgewiesenen Bestattungen um 600 n. Chr. sprunghaft zu und beweist eine höhere Bevölkerungsdichte als in dem vorangegangenen Abschnitt (HÄSSLER 1992). Vielleicht ist die in den Pollenkurven festzustellende erste Siedlungsbelebung nach der Völkerwanderungszeit mit diesen archäologischen Befunden in Zusammenhang zu bringen. Das zugehörige <sup>14</sup>C-Alter der Probe 91 fällt mit 545–875 n. Chr. (Hv 17149: 1340 ± 165 BP) in diesen Zeitabschnitt, ist aufgrund der hohen Standardabweichung aber nur unter Vorbehalten in diese Richtung zu interpretieren.

*Alnus glutinosa* erleidet mit dieser ersten frühmittelalterlichen Ausweitung der unter Kultur genommenen Flächen einen deutlichen Rückschlag; die Werte sinken von 92% (Probe 89) auf 69% (Probe 91) und steigen anschließend fast auf das alte Niveau an. Mit der Erholung der Erlenbestände sinken die Siedlungsanzeiger und *Gramineae* wieder leicht ab. Diese erste Rodungsphase ist ganz offensichtlich von kurzer Dauer gewesen, und nur ein Teil der waldfreien Flächen wurde längere Zeit genutzt. Aus den reduziert berechneten Prozentsätzen von *Quercus* wird ersichtlich, daß die Erlen selektiv genutzt worden sind. Die Kulminationen der anderen Bäume lassen sich zum überwiegenden Teil auf die Depression von *Alnus* zurückführen. Nur *Fagus* zeigt, wie überall in der nordwestdeutschen Tiefebene, im Anschluß an die Völkerwanderung erhöhte Frequenzen, die auch reduziert berechnet zum Ausdruck kommen.

Schon bald wurde die Erholung der Erlenbestände durch eine zweite Rodungsperiode beendet, die länger andauerte als die erste und einschneidender gewesen ist. In Probe 101 erreicht *Alnus* nur noch 60%; das Ergebnis der <sup>14</sup>C-Bestimmung datiert diese Probe auf 645–890 n. Chr. (Hv 17148: 1260 ± 110 BP). Vor der endgültigen Siedlungsbelebung sind also mehrere Siedlungsschübe erfolgt, die einerseits in den Kurven der Kultur- und kulturbegleitenden Arten ihren Niederschlag finden, andererseits in Einbrüchen der *Alnus*-Kurve sichtbar werden. Schon bald wurde die zweite Siedlungsphase beendet, das erneute Vordringen von *Alnus* war die Folge. Auch dieses Mal sinkt die Summenkurve der Siedlungsanzeiger, die der *Gramineae*, der *Ericaceae* u.v.a. wieder ab.

Der endgültige Anstieg der Siedlungsaktivitäten zeichnet sich zur Zeit des Frankenreiches unter Karl dem Großen um etwa 800 n. Chr. ab (Probe 109). Nicht nur die Prozentsätze der *Cerealia* verdoppeln sich auf ca. 6%, sondern auch *Filipendula*, die *Gramineae* und weitere krautige Pflanzen erhöhen ihre Anteile signifikant. Die Öffnung der Landschaft ist an dem größer werdenden Anteil der Kräuter im Verhältnis zu den Bäumen zu erkennen und ist weitreichender als bei den vorangegangenen Rodungen. Mit der abfallenden Kurve zeigt *Alnus glutinosa* zum dritten Mal seit der Völkerwanderungszeit die Nutzung der Auenwälder an. Zwar kann die Erle in den nächst jüngeren Pollenspektren ihre Anteile erneut erhöhen, insgesamt aber zeigen die kurzfristigen Oszillationen der Kurve den stärker werdenden anthropo-zoogenen Einfluß im Überflutungsbereich der Weser an. Beherrschte die Erle nicht unverändert die Bruchwaldstandorte in dem Paläomäander, würden sich die Rodungsphasen noch um ein Vielfaches deutlicher abzeichnen als es so zu beobachten ist.

Hinweise auf die zunehmende Vernichtung der erlendominierten Auenwälder liefert auch die *Filipendula*-Kurve, die sprunghaft ansteigt und von jetzt an mit der *Alnus*-Kurve negativ korreliert ist (vgl. ähnliche Tendenzen bei JANSSEN 1986). Die erhöhten *Cyperaceae*- und *Ranunculaceae*-Prozente sowie die noch lückenhaften Nachweise von *Vale-riana officinalis* (als Gruppe im Sinne von WAGENITZ, 1956) können desgleichen als Zeiger für feuchtes Grünland gewertet werden. Auch die plötzlich ansteigenden Kurven von *Typha angustifolia/Sparganium* und *Alisma* fallen auf. Sie zeichnen jede der drei frühmittelalterlichen Liebenau-Estorfer Auenrodungsphasen nach. Es werden also nicht alle gerodeten Flächen von Hochstaudenfluren und Grünlandgesellschaften eingenommen, sondern auch von Röhrichtgesellschaften des *Phragmition australis* in den nassen, des öfteren überfluteten Bereichen.

Die Landröhrichte dringen aber auch in nicht mehr bewirtschaftetes Feuchtgrünland vor (DIERSSEN 1988), können also als Anzeiger nachlassenden anthropo-zoogenen Einflusses in der Aue gelten. In diese Richtung könnten, mit aller Vorsicht, die *Typha angustifolia/Sparganium*-Werte gedeutet werden, die beim 1. und 2. Erlenminimum immer dann ansteigen, wenn *Alnus* die Anteile bereits wieder erhöht. Demgegenüber fallen die Maxima von *Lythrum*, einer Feuchtwiesenart, jeweils mit dem Zurückweichen der Erle zusammen (Abb. 32).

Im Anschluß an die 3. Rodungsperiode steigen viele siedlungsanzeigende Arten wie *Rumex acetosa*, *Plantago lanceolata* und *Artemisia* in ihrer Nachweishäufigkeit verzögert an und verweisen auf ausgeweitete, nach wie vor im Wechsellandsystem bewirtschaftete Ackerflächen. Durch die erhöhten Frequenzen der genannten Arten und auch der *Ericaceae*, *Campanulaceae* sowie vereinzelt *Juniperus*-Pollenkörner wird die auf den trockenen Böden der Niederterrasse fortschreitende Auflichtung des Waldes belegt. Diese ist tiefgreifender als in den vorangegangenen Siedlungsphasen, da sich das Verhältnis der Kräuter und Bäume zu Ungunsten der Gehölze entwickelt hat. Die ärmeren Böden wurden zu dieser Zeit wahrscheinlich wieder von kleinflächig ausgebildeten Heiden besetzt.

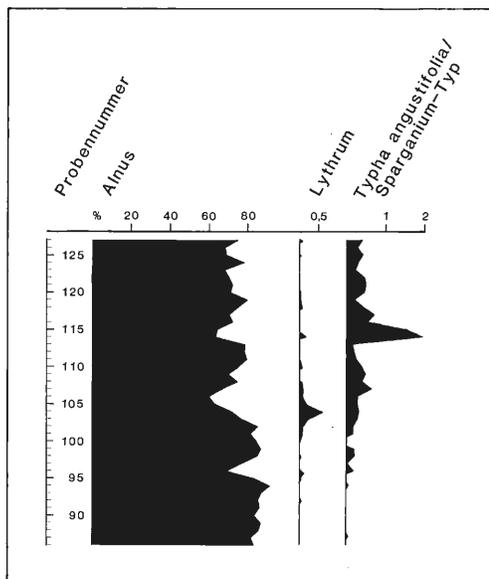


Abb. 32: *Lythrum* und *Typha angustifolia/Sparganium* als Indikatoren der frühmittelalterlichen Auenwaldrodungen

Die fortschreitende Waldvernichtung schlägt sich auch in den Kurven der Koniferen *Pinus* und *Picea* nieder; denn in Übereinstimmung mit den Siedlungsanzeigermaxima erhöht sich der Anteil des ganz überwiegend ferntransportierten Pollens, und zwar weit über das Maß hinaus, das durch die absinkenden Erlenwerte begründet ist. Vor allem die widerstandsfähigen Koniferenpollen können teilweise aber auch fluviatil verfrachtet und mit den zunehmenden Feinsedimentanteilen im Erlenbruchwaldtorf abgelagert worden sein.

Die Prozentsätze von *Fagus* und *Quercus* steigen im Wechselspiel mit *Alnus* zunächst an, um unter größeren Schwankungen wieder abzusinken. Diese Entwicklung impliziert, die Eichen- und Buchenbestände hätten die Rodungsphase gegen 800 n. Chr. ziemlich unbeschadet überstanden, da die Werte durchweg noch recht hoch sind, doch wenn man die höherfrequenten Nichtbaumpollen berücksichtigt (sichtbar im Verhältnis Bäume/Sträucher/Kräuter), werden die Wirkungen des Holzeinschlags in den trockeneren Bereichen offenkundig. *Quercus* erlitt in dieser Zeit auch erste Einbrüche in der Weseraue, wengleich sie noch nicht gravierend gewesen sein dürften.

Der Rückgang von *Tilia* im Zuge der Landnahme ist auffällig und belegt die seit dem Neolithikum bekannten, zahlreichen Nutzungen des Baumes. Im Mittelalter spielte die Laubheugewinnung, von der u.a. die Linde betroffen war, eine erhebliche Rolle (POTT 1982). Obwohl die waldfreien Flächen im frühen Mittelalter rasch ausgedehnt wurden und schon bald eisenzeitliche Ausmaße angenommen haben müssen, kannte man die Grasheunutzung kaum. Das in den Wäldern weidende Vieh wird ebenfalls zu deren Auflichtung beigetragen haben. Die langsam und kontinuierlich ansteigenden Werte der *Liguliflorae* und die hohen Prozentsätze der *Polypodiaceae* sowie *Gramineae* bezeugen die stetig wachsenden zoogenen Einflüsse.

Während vor allem die *Secale cereale*-Kurve nach 800 n. Chr. ziemlich gleichbleibende, aber geringe Zuwächse zeigt, die Äcker bzw. Felder also nur langsam ausgedehnt worden sind, deutet sich in Probe 118 der Anbau von Hanf an. Schlagartig erreicht *Cannabis* ca. 3% von zuvor weniger als 1% und steigt weiter auf rund 15% an (Probe 122). Das ermittelte <sup>14</sup>C-Alter der Probe 118 von 640–1025 n. Chr. (Hv 17147: 1185 ± 210 BP) scheint aufgrund eingeschwemmten, älteren organischen Materials etwas zu hoch zu sein, allerdings liegt das erwartete Alter von ca. 1000 n. Chr. noch innerhalb der Standardabweichung.

Daß es sich zum absolut überwiegenden Teil um *Cannabis*-Pollen handelt, konnte aufgrund von Größenmessungen, morphologischen Merkmalen des Anulus und mit Hilfe rasterelektronenmikroskopischer Untersuchungen nachgewiesen werden (PUNT & MALOTAUX 1984, WHITTINGTON & GORDON 1987, DÖRFLER 1989, SMETTAN 1989). Im Pollendiagramm Estorf tritt *Humulus* seit der Völkerwanderung mit Prozentsätzen von weniger als 0,5% in Erscheinung.

Die hohen *Cannabis*-Werte könnten einerseits mit nahegelegenen Anbauflächen der anemogamen Art, andererseits aber auch durch Hanfrösten in unmittelbarer Nähe des Paläomäanders erklärt werden. Vielleicht nutzte man ein in Teilbereichen der Paläorinne noch vorhandenes, flaches Gewässer für den Röstvorgang, und der ausgewaschene Pollen gelangte dann mit den regelmäßigen Hochwassern in den Erlenbruchwaldtorf.

Durch den hochmittelalterlichen Hanfanbau zwischen etwa 1000 und 1250 n. Chr. zeigt die Summenkurve der Siedlungsanzeiger einen deutlich ausgeprägten, aber unechten Gipfel. Die Kurve der *Cerealia* steigt während dieser Zeit zwar kontinuierlich, weist aber auf eine eher langsam zunehmende Ausweitung oder Intensivierung des Ackerbaus hin. *Rumex acetosella* mit mehr oder weniger gleichbleibenden Werten, zwei Einzelfunde von *Centaurea cyanus* sowie die Vorherrschaft von *Secale* unter den Getreiden zeichnen die größer werdende Bedeutung des Wintergetreideanbaus, vielleicht sogar erste Anfänge der Plagenwirtschaft nach.

Elemente der feuchten Wiesen und Weiden wie *Plantago lanceolata*, *Rumex acetosa*, *Gramineae* p.p. und *Liguliflorae* p.p. gehen in ihrer Nachweishäufigkeit zurück. Parallel zu dieser Entwicklung erholt sich *Alnus* ein letztes Mal, ohne die völkerwanderungszeitlichen Höchstwerte zu erreichen. Die Weidewirtschaft in den Auen läßt während des Hochmittelalters in ihrer Intensität vorübergehend nach; auch die unterbrochenen Kurven bzw. reduzierten Anteile der *Cyperaceae*, *Ranunculaceae*, von *Lythrum*, dem *Ranunculus repens*-Typ und *Rumex cf. hydrolapathum* lassen eine geringfügige Abnahme der anthropo-zoogenen, auenorientierten Tätigkeiten vermuten. Wahrscheinlich verschob sich der Schwerpunkt der gemischtbäuerlichen Wirtschaftsformen in dieser Epoche weiter in Richtung ackerbaulicher Praktiken, da der Nahrungsmittelbedarf der wachsenden Bevölkerung in dieser Weise am ehesten gedeckt werden konnte. Die sich erholenden Bestände von *Tilia* und *Ulmus* sind unter Umständen mit einer kurzfristig zurückgehenden Laubheugewinnung zu erklären.

Der Beginn einer dramatischen Entwicklung, in deren Verlauf weite Teile Mitteleuropas nahezu waldfrei geworden sind, zeichnet sich dann in Probe 127 mit dem einsetzenden, endgültigen Erlenrückgang ab. Die letztmalig hohen Werte von *Alnus glutinosa* (ca. 80% in Probe 126) sind zu einem großen Teil auf den standorteigenen Pollenniederschlag zurückzuführen; in dem sich anschließenden Sedimentationswechsel vom Erlenbruchwaldtorf zur Schluffmulde kommt mit großer Wahrscheinlichkeit die u.a. die Auenbereiche erfassende Rodungsphase des Hochmittelalters zum Ausdruck. Die Rodungen wurden wesentlich durch die Klostergründungen von Schinna (1,5 km nördlich von Stolzenau) aus dem Jahre 1148 und von Loccum aus dem Jahre 1163 gefördert (TÜXEN 1983).

Mit der weiten Verbreitung des Wintergetreideanbaus im 12. Jahrhundert wird *Centaurea cyanus* in Nordwestdeutschland häufiger nachgewiesen und setzt meist mit der geschlossenen Kurve ein (Einzelfunde des Kornblumen-Pollens sind seit dem Spätglazial bekannt, WILLERDING 1986). Im Pollendiagramm Estorf ist das in Probe 128 der Fall. Die <sup>14</sup>C-datierte Probe 129 weist ein Alter von 990–1280 n. Chr. (Hv 17146: 700 ± 215 BP) auf, das in die Zeit der erwähnten Klostergründungen fällt und auch den Beginn der umfangreichen Rodungen angibt.

Bei Estorf findet ein Gut erstmalig 1096 n. Chr. urkundlich Erwähnung. Im Gegensatz zu den von der ortsansässigen, bäuerlichen Bevölkerung betriebenen Wirtschaftsweisen waren aber gerade die auf Gütern betriebenen sehr stark auenorientiert. Das geht aus den Abgabeforderungen des Herforder Klosters im 12. Jahrhundert (ohne Jahresangabe) hervor. Im Codex Traditionum Westfalicarum (ohne Autor, 1892: 41) wurde eine Abgabe von 20 modios Weizen für die Güter, aber nur von 5 modios für die Estorfer Bauern festgesetzt. Weizen ist aber nicht auf den armen Böden der Niederterrasse, sondern in der Weseraue angebaut worden.

Die *Cerealia*-Werte bleiben während des 1. Teils des Erlenrückgangs nahezu unverändert, und auch bei den meisten kulturanzeigenden Pollentypen sind keine erhöhten Prozentsätze festzustellen. Lediglich die *Gramineae*, *Rosaceae*, *Brassicaceae*, *Filipendula* und die *Cyperaceae* deuten mit steigenden Frequenzen auf neu geschaffene, offene Flächen sowohl in der Weseraue als auch auf trockenen Böden hin. Im Pollenspektrum der Probe 133 verschiebt sich das Verhältnis der Nichtbaumpollen zu Ungunsten der Baumpollen deutlich. Schlagartig nehmen jetzt auch die Getreide- und *Centaurea cyanus*-Pollenfunde sowie fast alle anderen Kräuter zu. Zum einen wird der Ackerbau weiter intensiviert worden sein, zum anderen sind aber auch zuvor nicht kultivierte Bereiche in die Anbauflächen miteinbezogen worden. Die leicht verzögert ansteigenden *Ericaceae*-Frequenzen dürften zu dieser Zeit auf die sich im Zuge der Plaggenwirtschaft ausdehnenden Heiden hinweisen.

Es ist damit zu rechnen, daß die Weseraue bei *Alnus*-Werten von 38% (Probe 136) bereits in weiten Teilen entwaldet gewesen ist. Die Nutzungen im Überflutungsbereich sind bedeutend vielfältiger als in früheren Zeitabschnitten geworden, und erstmalig wird es Äcker in der Aue gegeben haben, die bis heute durch Langstreifenfluren zu belegen sind (TÜXEN 1983). Aber auch pollenanalytisch läßt sich der Ackerbau auf den feuchten Böden der Weseraue beweisen und von dem auf der Niederterrasse abgrenzen.

Plötzlich und unvermittelt setzt in Probe 131 die empirische Kurve von *Anthoceros laevis* (Abb. 33, 34) nach einigen wenigen zuvor gemachten Einzelfunden ein. Die in pflanzensoziologischen Aufnahmen zumeist nicht differenzierten *Anthoceros*-Arten sind auf feuchten Löß- und Lehmäckern im *Centunculo-Anthocerotetum* verbreitet, einer Assoziation, die vorwiegend im subatlantischen Klimabereich vorkommt (PASSARGE 1959, JAGE 1973, OESAU 1973). Palynologisch scheint *Anthoceros laevis* gegenüber *Anthoceros punctatus* (Abb. 35) ein noch sicherer Indikator für solche feinerdereichen Standorte

zu sein, zumindest ist *Anthoceros laevis* häufiger und in einer geschlossenen Kurve auch früher nachzuweisen als *Anthoceros punctatus*. Vor allem bei Einzeldatierungen des Auelehms erweist sich *Anthoceros laevis* mit bis zu 10% der Baumpollensumme als hervorragende Zeitmarke für das hochmittelalterliche oder geringere Alter der entsprechenden Probe. Im Rahmen der vorliegenden Untersuchungen (einschließlich der zahlreichen Einzeldatierungen) konnten beide Arten bisher kein einziges Mal in älteren als mittelalterlichen Pollenspektren beobachtet werden. Auch WILLERDING (1960) hebt das Vorkommen von *Anthoceros punctatus* im Zusammenhang mit mittelalterlichen Kulturspektren hervor, erwähnt *Anthoceros laevis* allerdings nicht.

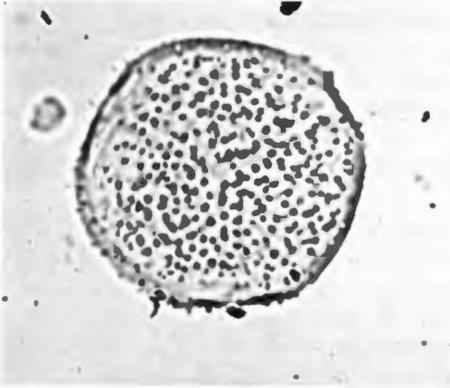


Abb. 33: *Anthoceros laevis* (Rezentmaterial)



Abb. 34: *Anthoceros laevis* (Rezentmaterial)

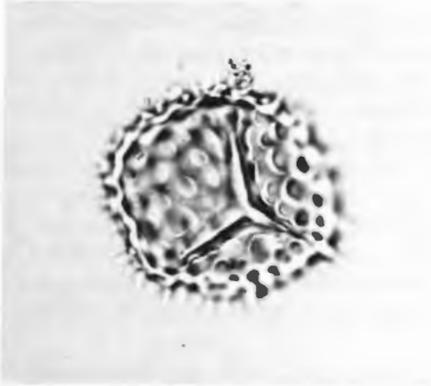


Abb. 35: *Anthoceros punctatus* (Rezentmaterial)

Aufgrund des hohen Indikatorwertes, den die beiden Lebermoosarten bezüglich feuchter Lehmäcker besitzen, scheint ihre Einreihung unter die siedlungsanzeigenden Arten im Pollendiagramm Estorf berechtigt. In der Summenkurve der Siedlungsanzeiger sind sie nicht berücksichtigt.

Seit dem ausgehenden Hochmittelalter sind die ackerbäuerlichen Wirtschaftsweisen an der Mittelweser in zwei grundsätzlich unterschiedliche Gruppen zu unterteilen:

1. Vor allem auf der östlich der Weser gelegenen Niederterrasse zwischen Leese und Estorf herrschte der „ewige“ Roggenanbau auf plaggengedüngten, sandigen Böden vor. Die ehemals große Bedeutung dieser Wirtschaftsform (BEHRE

1976) zeigt sich bis heute an den weit verbreiteten Böden mit Plaggenauflage (Abb. 2), die im Bohrstock gut zu erkennen sind. Derart mächtige Esche, wie sie im Münsterland als typische Relikte des ewigen Roggenanbaus auch heute noch existieren, finden sich an der Mittelweser nicht. Im rückwärtigen Raum, d.h. zum weiter östlich fließenden Meerbach hin verweisen alte „Heide“-Flurnamen auf die Lage der ehemals im Plaggenhieb genutzten Flächen.

Pollenanalytisch ist der Roggenanbau nicht nur durch den Nachweis von *Secale cereale*, sondern auch durch den von *Scleranthus annuus*, *Rumex acetosella* und dem Wintergetreideunkraut *Centaurea cyanus* zu belegen (BEHRE 1976, 1981, GAILLARD & BERGLUND 1988).

Im Diagramm Estorf ist der anemochore Roggen aufgrund seiner großen Pollenproduktion und der Nähe der Anbauflächen zum Profilentnahmepunkt sicherlich überrepräsentiert im Vergleich zu den anderen Getreidearten.

2. Für den Anbau von Wintergetreide sind die Auenbereiche der Mittelweser nicht geeignet gewesen. Durch die rasch fortschreitende Entwaldung sowohl der Aue als auch der übrigen Gebiete konnten die Niederschläge im Vergleich zu früheren Zeiten ungehinderter abfließen, wodurch Höhe und Anzahl der Überflutungen zunahmten; das zeigen die auf rund 80% angestiegenen Glührückstände.

Unter den nicht *Secale* zuzuordnenden Getreidepollenkörnern fanden sich am häufigsten die von *Triticum* und *Hordeum*. Beide *Cerealialia*-Arten sind wohl als Sommergetreide auf den fruchtbaren Böden in der Aue angebaut worden. Da die Anzahl schlecht erhaltener und deshalb nicht determinierbarer *Cerealialia*-Pollenkörner durchweg sehr groß war, wurde darauf verzichtet, die zunächst getrennt ausgezählten Getreide auch in eigenen Kurven darzustellen.

Die Pollen der *Brassicaceae*, des *Chenopodium polyspermum*-Typs und für die Wesertalaue die Sporen von *Anthoceros laevis* und *Anthoceros punctatus* dienen als Indikatoren für den Sommergetreide- und Hackfruchtanbau.

Der Ackerbau auf den ärmeren, pleistozänen Böden der Niederterrasse ergänzte zweifelsohne den stets hochwassergefährdeten Anbau im Überflutungsbereich des Flusses. Durch die ständige Zufuhr von frischem Feinsediment konnte man in der Aue auf Plaggendüngung der Äcker verzichten. Wie unsicher die Erträge aus der Weseraue über Jahrhunderte hinweg waren, wird anhand einer aus dem Jahre 1785 stammenden, zeitgenössischen Schilderung im Kontributionsbuch der Gemeinde Leese deutlich:

„Anno 1785 war alhie zu Leese der Anschein einer glücklichen Erndte, allein mitten in der Erndte, kam eine Waßer Fluth, die Weser ging durch die ganze Masch, vieles Korn schwamm weg, das übrige verdarb größten Theils.“ (zitiert nach TÜXEN 1983: 99).

Schwere Sommerhochwasser, die fast die gesamte Ernte vernichteten, sind auch für 1870 und für den 16.–30. Juli 1956 überliefert.

Natürlich waren nur die höchstgelegenen Bereiche innerhalb der Aue ackerbaulich bevorzugte Standorte, die tiefer gelegenen Flächen wurden auf andere Weise genutzt. Besonders *Filipendula* und *Valeriana officinalis* belegen durch die um ein Vielfaches erhöhten Prozentsätze die Ausbreitung der Hochstaudenfluren, desgleichen weist *Lythrum*, es dürfte sich im wesentlichen um *Lythrum salicaria* handeln, Gesellschaften des *Filipendulion* aus. *Lysimachia*, *Typha angustifolia/Sparganium*, *Rumex cf. hydrolythum* sowie *Cyperaceae* spiegeln die Ausdehnung der Großseggenrieder und *Phragmition*-Assoziationen in den nassen und zeitweilig überstauten Auenbereichen wider. Feuchte Wiesen und Weiden werden schließlich durch die gestiegenen Anteile von

*Plantago lanceolata*, *Gramineae*, *Ranunculaceae* und *Polygonum sect. bistorta* dokumentiert.

Ähnlich wie es z.T. in der Kurhannoverschen Landesaufnahme von 1771 noch erkennbar ist, müssen wir seit dem Hochmittelalter mit einem Mosaik von Hochstaudenfluren, Röhrrichten, Wiesen, Weiden und Äckern, wahrscheinlich zunächst auch noch kleinflächig erhaltenen Waldresten in der Weseraue rechnen. Noch bis zur Flurbereinigung in den Jahren 1959/60 sind 60% der Flußniederung bei Estorf von Wiesen und Weiden eingenommen worden. Heute beträgt der Grünlandanteil in diesem Gebiet nur noch 3%.

Um das Vieh von den Äckern fernzuhalten, vielleicht auch, um die Strömung der Hochwasser auf der Fläche zu mindern (STRAUTZ 1963), sind Hecken um die unter Kultur genommenen Flächen angepflanzt worden. Sie bestanden vor allem aus bewehrten und stockausschlagfähigen Gehölzen wie *Crataegus*-, *Prunus*- und *Rosa*-Arten, die mit *Corylus*, *Carpinus* und *Salix* verflochten wurden (POTT 1989b). In den ansteigenden Frequenzen der *Rosaceae* und teilweise auch denen von *Salix*, *Carpinus* und *Corylus* kommt der zunehmende Heckenreichtum der mittelalterlichen Landschaft zum Ausdruck, der dann später, im 18. und 19. Jahrhundert, auf dem Höhepunkt war. Neben der Auszäunung des Viehs kam den Hecken zusätzlich eine wichtige Rolle in der Brennholzversorgung und als Laubheulieferant zu und das umso mehr, je weiter die Devastierung der Wälder voranschritt (POTT 1989b).

Es ist nicht unwahrscheinlich, daß die relativ häufigen Pollenfunde von *Cornus* (zur Bestimmung des Pollens vgl. STRAKA 1954, MENKE 1970) in den Proben 130–140 auf Vorkommen von *Cornus sanguinea* in den Hecken der Weseraue zurückzuführen sind. Im übrigen könnte der Strauch in den aufgelichteten Waldresten gewachsen sein, in denen auch *Sambucus nigra* sowie *Rhamnus frangula* an der Zusammensetzung der Strauchschicht beteiligt waren. *Sambucus nigra* hat allerdings ebenfalls in Hecken gestockt, während *Rhamnus* vor allem auf verlandende Weseraltarme mit Erlenbruchwäldern beschränkt gewesen sein dürfte.

Mit den endgültig zurückgehenden *Alnus*-Werten steigen aufgrund der gemeinsamen Berechnungsgrundlage die *Quercus*-Anteile kurzfristig (Probe 130–136: Ø 16%), und pendeln sich anschließend unter größeren Schwankungen auf einem mit durchschnittlich 12% deutlich niedrigeren Niveau als zuvor ein (Probe 137–147). Das Ausmaß, in dem die Eichenbestände von den Rodungen betroffen waren, wird erst dann sichtbar, wenn die Erlenprozentage unberücksichtigt bleiben und wenn die sehr viel höhere Pollenproduktion und -verwehung einzelner oder in kleinen Gruppen zusammenstehender Eichen gegenüber Eichen in geschlossenen Wäldern in Betracht gezogen wird (AABY 1988). Auch *Quercus* ist in dieser Zeit also nicht verschont worden und aus den Auenlandschaften der meisten Flüsse weitestgehend verschwunden (BECKER & FRENZEL 1977, FRENZEL 1977). Aus den Schottern der Terrassenkörper, die in den letzten 1000–1200 Jahren vor heute entstanden sind, werden nahezu keine Eichenrannen zutage gefördert, deren Alter hochmittelalterlich oder jünger ist (BECKER 1983, DELORME & LEUSCHNER 1983, SCHIRMER 1983, SCHELLMANN 1990).

Die gestiegenen Prozentsätze von *Salix* sind sicherlich nur teilweise mit dem Vorkommen in Hecken zu erklären. Zwar werden die Weiden vor allem in Flechthecken und als Kopfweiden anthropogen bevorzugt worden sein und sich ausgebreitet haben, bestimmt ist in den zunehmenden Anteilen aber auch eine Ausweitung der Weichholzaue zu sehen. Schon in der Eisenzeit und ausgehenden Bronzezeit erhöhen sich die *Salix*-Werte im Diagramm Schönebusch und lassen eine solche Entwicklung vermuten. Viele als Pionierhölzer bekannte Weidenarten werden auf den sandigen Böden an Gleithängen sowie im Uferwallbereich gewachsen sein und dort selbst Hochwasser mit extremen Fließgeschwindigkeiten ausgehalten haben. Entwaldete Auen und stärkere Hochwasser sind oft

als Ursache für flacher und breiter werdende, sich gelegentlich sogar verzweigende, inselbildende Flußläufe zu sehen, die in Extremfällen fast an eiszeitliche Gerinnebettmuster erinnern (SCHIRMER 1980, 1983, RALSKA-JASIEWICZOWA & STARKEL 1988). Naturgemäß weiten sich durch derartige Tendenzen die Standorte der Weichholzaue aus, deren Gehölze eine hohe Regenerationskraft besitzen und gerade deshalb sehr widerstandsfähig sind. An der Mittelweser ist eine mit dem Mittelalter einsetzende Verflachung des Flusses anhand der Paläorinnen nachzuweisen, für das 14. Jahrhundert sind bei Stolzenau mehrere, gleichzeitig von der Weser durchflossene Arme bekannt (TÜXEN 1983).

Die mittelalterlichen Rodungen des 12. Jahrhunderts beschränkten sich aber nicht nur auf die Auenbereiche, sondern erfaßten auch die auf Niederterrasse und Geest stockenden Wälder. Der vorübergehende Rückgang der *Quercus*-Frequenzen bringt neben der Zurückdrängung der Hartholzaue die Devastierung der trockeneren Eichenwälder zum Ausdruck, und *Fagus* zeigt lediglich geringfügig erhöhte Werte. Unter Einbeziehung des Verhältnisses von Bäumen, Sträuchern und Kräutern ist von einer Auflichtung der entsprechenden Wälder auszugehen.

Zwei schon im Spätglazial und Altholozän als Pionierarten in Erscheinung getretene Bäume, *Betula* und *Pinus*, weisen mit ihren kulminierenden Prozenten gleichfalls auf die anthropo-zoogene Überformung der Wälder hin. *Betula* drang, insbesondere auf den ärmeren Sandböden, verstärkt in die aufgelichteten Gehölzbestände ein und konnte zuerst auch auf aufgelassenen Flächen die Wiederbewaldung einleiten. Spätestens seit dem Hochmittelalter ist mit spontanem Samenanflug der Kiefer sowohl von Reliktstandorten als auch aus östlich gelegenen Gebieten zu rechnen, und eine Sekundärbesiedlung entwaldeter Flugsanddecken und Dünen ist anzunehmen. <sup>14</sup>C-datierte *Pinus*-Holzkohlen aus Brandgräbern des Liebenauer Gräberfeldes ergaben Alter von 400, 450 und 600 n. Chr. und dokumentieren ebenso wie die 3,6% Kiefernanteile an den untersuchten Holzkohlen die Repräsentanz des Baumes auf den Flugsanddecken bzw. Dünen des gemischtebelegten Friedhofs zur Völkerwanderungszeit (FEINDT & FISCHER 1992); denn es ist schwerlich vorstellbar, daß während dieser walddreichen Zeit Brennholz aus weiter entfernten Gebieten importiert worden ist. Vor allem bei Kiefernstandorten auf trockenen Sandböden, die lange vor den ersten Anpflanzungen des 17. Jahrhunderts in historischen Quellen erwähnt sind (HESMER & SCHROEDER 1963), kann man nicht selbstverständlich auf ein reliktsches Überdauern von *Pinus* seit dem Boreal schließen, sondern muß mit Sekundärvorkommen rechnen. Reliktstandorte im ursprünglichen Sinne (BURRICHTER 1982) müssen insbesondere in den Randbereichen der Hochmoore mit Torfmächtigkeiten von maximal 40 cm gesucht werden (HÜPPE, POTT & STÖRMER 1989) und konnten anhand entsprechender palynologischer Untersuchungen nachgewiesen werden (BURRICHTER 1982, POTT 1982).

Die in den Diagrammabschnitt fallende <sup>14</sup>C-Datierung der Probe 140 ist mit 665–975 n. Chr. (Hv 17145: 1220 ± 115 BP) ebenso zu alt wie die Datierungen der noch jüngeren Proben 158 (Hv 17144: 1225 ± 115 BP, kalibriert: 660–975 n. Chr.) und 168 (Hv 17143: 2120 ± 170 BP, kalibriert: 385 v. Chr.–55 n. Chr.). Die zu beobachtende Altersumkehr der <sup>14</sup>C-Daten läßt sich durch Kontaminationen mit älterem organischen Material erklären, die in der starken Einschwemmung von Auelehm begründet liegen. Bei der Sedimentation des Auelehms werden nicht unerhebliche Mengen organischen Materials abgelagert, die normalerweise bis zu 5%ige Glühverluste bei mittelalterlichen Auelehmen verursachen können. Der hohe organische Anteil stammt zu einem großen Teil aus Humus der im Wesereinzugsgebiet erodierten Lößböden. Bezeichnenderweise werden die <sup>14</sup>C-Daten umso älter je höher die entsprechenden Proben entnommen worden sind. Das deutet darauf hin, daß zunächst die oberen Bodenschichten mit einem noch relativ hohen <sup>14</sup>C-Gehalt erodiert wurden. Von der weiter fortschreitenden Erosion waren dann zunehmend

auch ältere Bodenhorizonte mit einem immer geringeren <sup>14</sup>C-Gehalt betroffen. Meistens sind Verunreinigungen mit alter organischer Substanz a priori nicht zu erkennen und abzuschätzen, beispielsweise an einer größeren Anzahl schlecht erhaltener Pollenkörner. Die <sup>14</sup>C-Altersumkehr im Pollendiagramm Estorf zeigt einmal mehr die Problematik von Radiokarbondatierungen an Torfen oder Sedimenten des fluviatilen Faziesbereichs.

Parallel zu der signifikant abnehmenden Bewaldungsdichte von Probe 131 zu 132 steigen die Glührückstände von 56% auf 76% an und belegen mit bald noch höheren Werten die starke Auelehmbildung vom ausgehenden Hochmittelalter an. Ab Probe 133 zeigt dann auch die Summenkurve der Siedlungsanzeiger deutlich höhere Frequenzen als zuvor.

Die Interpretation und zeitliche Einstufung der spätmittelalterlichen bis neuzeitlichen Diagrammabschnitte ist nicht einfach, zumal die Vegetationsentwicklung im Mittelwerraum doch in einigen Punkten von der allgemein bekannten abweicht. Die spätmittelalterliche Wüstungsperiode, die in vielen Pollendiagrammen Nordwestdeutschlands und der angrenzenden Mittelgebirgsregionen mit abnehmenden Prozenten der Siedlungsanzeiger hervortritt, hinterließ in den Sedimenten des Paläomäanders bei Estorf palynologisch kaum erkennbare Spuren. Der Einbruch mehrerer siedlungsanzeigender Pflanzen in den Proben 137 und 139 ist höchstwahrscheinlich auf die gleichzeitig hohen Prozentsätze der Erle zurückzuführen, deren Pollen aus letztlich nicht geklärten Gründen reichlich vertreten ist und den Pollen der anderen Arten verdünnt. Auch TÜXEN (1958) konnte keine Hinweise für die großflächige Aufgabe von Ackerflächen in diesem Bereich der Mittelweser finden.

Unter der nicht unproblematischen Annahme, die Sedimentationsrate habe sich nicht entscheidend geändert, müßte in den Pollenspektren der Proben 137 bis 140 etwa die Mitte des 14. Jahrhunderts repräsentiert sein, also die Zeit, die durch die schwere Pestepidemie der Jahre 1347 und 1348 gekennzeichnet gewesen ist. Im Gegensatz zu den Lößgebieten nördlich der Mittelgebirgsschwelle war die Bevölkerung des Liebenau-Estorfer Raums nach den vorliegenden pollenanalytischen Ergebnissen, wenn überhaupt, dann nur in sehr geringem Maße von der Pest betroffen. Tatsächlich findet sich weder im Hoyer Urkundenbuch (VON HODENBERG 1855) noch im Codex Traditionum Westfalicarum (ohne Autor, 1892) ein Hinweis auf den Ausbruch der Pest an der Mittelweser. Auch indirekte Belege wie beispielsweise eine Reduzierung der Abgaben sind nicht überliefert.

Die spätmittelalterliche Wüstungsperiode tritt in dem Gebiet höchstens durch eine vorübergehende Stagnation der siedlungsanzeigenden Summenkurve bis Probe 148 in Erscheinung. Desgleichen bleibt die *Secale*-Kurve trotz zunehmender *Centaurea cyanus*-Werte für eine lange Zeit auf etwa dem gleichen Niveau und zeigt keine sich weiter ausdehnenden Ackerflächen an. Eine schwache Zunahme der Baum- gegenüber den Krautpollen (Probe 143–147), die hohen Werte der Pionierholzart *Betula* sowie die kurzfristige Erholung der *Tilia*- und *Ulmus*-Bestände deuten den geringfügig nachlassenden, anthropo-zoogenen Druck auf die noch bestehenden Wälder an. In die gleiche Richtung weisen die leicht zurückweichenden Kurven der *Gramineae* und *Ericaceae*.

Etwa gegen 1450 n. Chr. zeichnet sich eine erneute Siedlungsbelebung sowohl aufgrund steigender *Gramineae*-, *Caryophyllaceae*-, *Brassicaceae*-, *Apiaceae*-Frequenzen als auch anhand erhöhter *Cannabis*-, *Centaurea cyanus*-, *Rumex acetosella*-, *Rumex acetosa*-, *Plantago major/media*- und *Scleranthus annuus*-Werte ab (Probe 148). Desgleichen sind reduzierte Werte von *Ulmus* und *Tilia* sowie ein nochmals einsetzender, allmählicher Abschwung der *Alnus*-Kurve zu beobachten.

Die zeitliche Einordnung kann mit Hilfe der ab Probe 145 regelmäßig, wenn auch nicht in jedem Spektrum anzutreffenden *Fagopyrum*-Pollenkörner erfolgen. Der Anbau von Buchweizen im 32 km weiter östlich gelegenen Blanken Flat bei Vesbeck ist 1380 n. Chr. das erste Mal urkundlich festgehalten worden (LOSERT 1953). Verbreitet dürfte *Fagopy-*

rum in Nordwestdeutschland etwa ab 1400 n. Chr. kultiviert worden sein (OVERBECK 1950, 1975). Da arme Sandböden als potentielle Anbauflächen im Wesertal nur eine untergeordnete Rolle spielen, sind *Fagopyrum*-Pollenkörner lediglich in geringen Mengen nachzuweisen. Für Estorf wird der Buchweizen 1636 n. Chr. urkundlich zum ersten Mal in einer Akte des Freytagschen Gutsarchivs erwähnt. Auch in den nachfolgenden Jahrhunderten ist der Anbau von *Fagopyrum* mehrfach archivalisch dokumentiert (Archiv Söder: Estorf I, 12a, 1738; Estorf VII, 16, 1739; Archiv Hannover: Hann. 74, Stolzenau I, 3, 1780).

Die beiden Einzelfunde von Buchweizenpollen in den älteren Proben 133 und 135 passen recht gut mit der Vorstellung zusammen, die Kulturpflanze sei im 13. Jahrhundert vermutlich durch Kreuzfahrer nach Mitteleuropa gelangt (MÜLLER 1956). Auch in anderen Pollendiagrammen werden gelegentlich vor den um 1400 n. Chr. eingestufteten Spektren *Fagopyrum*-Pollenkörner gefunden (SELLE 1959, BEHRE 1976, KRAMM 1978, POTT 1985, MOHR 1990).

Um 1400 n. Chr. wurde bei Estorf auch wieder *Linum usitatissimum* kultiviert. Seit der Völkerwanderungszeit ist der Flachs nur für die Zeit um 800 n. Chr. durch 3 Einzelnachweise belegt. Die häufiger werdenden, ins Spätmittelalter und die Neuzeit zu datierenden Pollenfunde spiegeln den zur Ölgewinnung vermehrt betriebenen Anbau der Pflanze wider (BEHRE 1986). Für das 18. Jahrhundert konnten dann auch erste archivalische Hinweise auf den Flachs-anbau im Gutsarchiv zu Söder gefunden werden (Signaturen: Estorf II, Nr. 6, 1715–1718; Estorf I, 12a (22a), ca. 1738; Estorf VII, 16, 1739, 1777–1785).

Die gegenläufigen Tendenzen der Kurven von *Centaurea cyanus* und *Anthoceros laevis*, aus denen eine Zunahme des Wintergetreide- und eine Abnahme des Sommergetreide- und Hackfruchtanbaus abgeleitet werden könnte, sind unter Einbeziehung der Kulturarten wie *Secale cereale* auf der einen Seite und *Linum usitatissimum*, *Cannabis* oder den übrigen *Cerealien* auf der anderen Seite zu relativieren. Auch andere Arten, die für eine der beiden Wirtschaftsformen charakteristisch sind, zeichnen sich durch mehr oder weniger gleichbleibende Prozentsätze aus. Wintergetreide-, Sommergetreide- und Hackfruchtanbau haben bis in die Neuzeit hinein unverändert ihre Bedeutung behalten und sind entsprechend der unterschiedlichen Böden nebeneinander betrieben worden.

Wo genau die Grenze zwischen dem Mittelalter und der Neuzeit zu ziehen ist, kann aufgrund der <sup>14</sup>C-Datierungen nicht klar gesagt werden. Der Beginn des 16. Jahrhunderts dürfte aber mit großer Wahrscheinlichkeit in den Diagrammabschnitt zwischen den Proben 147–150 fallen.

### E.III.6. Neuzeit

Die neuzeitlich einzustufenden Pollenspektren des Diagramms Estorf zeigen zunächst keine gravierenden Veränderungen der Wirtschaftsformen oder Siedlungsintensitäten an. Erst mit Probe 159 sinken die Werte der siedlungsanzeigenden Arten ab, um in Probe 161 den Tiefstand zu erreichen. Die niedrigen Prozentsätze vieler Kräuter (*Gramineae*, *Liguliflorae*, *Caryophyllaceae*, *Apiaceae*, *Brassicaceae*), besonders feuchte Standorte bevorzugender Arten (*Filipendula*, *Lythrum*, *Lysimachia*, *Succisa*, *Valeriana officinalis*, *Ranunculaceae*) und Röhrichtpflanzen (*Typha angustifolia*, *Typha latifolia*, *Alisma*) sowie das sich zugunsten des Waldes verschiebende Mengenverhältnis der Bäume, Sträucher und Kräuter charakterisieren eine siedlungsschwache Phase größeren Ausmaßes, wie sie neuzeitlich nur durch die unruhigen Zeiten des 30jährigen Krieges (1618–1648) zu erklären ist. Sowohl in den Grünland- und Ackerbereichen der Aue als auch auf der Niederterrasse wurden bewirtschaftete Flächen zu dieser Zeit aufgegeben.

Estorf selbst und das 1 km weiter nordöstlich gelegene Leeseringen wurden im 30jährigen Krieg nicht zerstört, da Tilly während der Belagerungen von Nienburg (1625 und 1627) sein Quartier höchstwahrscheinlich in Estorf aufgeschlagen hatte. Um den bis zu 40000 Mann starken tillyischen Truppen die Nahrungsgrundlage zu entziehen und Abtrünnige zu strafen, ließ der Nienburger Stadtkommandant, ein Däne, Gehöfte und Ortschaften in der Umgebung niederbrennen. Die vollständige Einebnung von Drakenburg, 11 km flußabwärts von Estorf, ist nur ein Beispiel für eine bis dahin weitestgehend unbekannte Art der Kriegsführung.

Auch die letzte, durch den 30jährigen Krieg verursachte Siedlungsdepression bewirkte eine abnehmende Sedimentzufuhr mit durchschnittlich um 10% erniedrigten Glührückständen. *Salix* breitete sich in der nicht mehr so intensiv bewirtschafteten Aue explosionsartig aus und zeigt mit 56% (Probe 161) die höchsten Pollenprozentage des Diagramms. Die schnell aufkommenden Weiden müssen ihre Bestände erheblich ausgeweitet haben. Diese Entwicklung wurde aber erst durch die anthropo-zoogene Vernichtung der Hartholzauenwälder ermöglicht. *Quercus* und *Ulmus* konnten die aufgelassenen Flächen wohl nur langsam wieder besiedeln, jedenfalls sind bei diesen Bäumen keine gestiegenen Werte festzustellen. Zudem ist das hohe Blühalter der Ulmen und Eichen zu bedenken, so daß sich auch aus diesem Grunde eine partielle Wiederbewaldung mit den Hartholzauenelementen im Pollendiagramm später auswirken müßte als bei Bäumen mit einem geringen Blühalter.

Die Waldbedeckung in der beginnenden Neuzeit ist schon vor dem 30jährigen Krieg gering gewesen, die Wälder waren weitestgehend devastiert. Die vorübergehende Abnahme der bewirtschafteten Flächen reichte aber keineswegs aus, um anspruchsvollen Laubgehölzen wie *Fagus* und den Eichenmischwaldarten ein weiträumiges Vordringen zu erlauben, ganz im Gegenteil wurden viele Waldbestände durch Brände und völlig unregelmäßigen Holzbetrieb während der Kriegsjahre schwer geschädigt. Über den Nienburger Wald wird 1697 n. Chr. berichtet, es sei „in den vorigen 30 Jährigen Teutschen Kriege solcher Waldt mehrentheils ruiniret, und abgebrandt worden“ und 1774 heißt es für dieses sich nordöstlich von Estorf erstreckende Gebiet:

„Es ist solcher eine geräumige Heid-Gegend, so Anwesende auf zwo Quadratmeilen anschlugen. Der ganze District soll in älteren Zeiten eine starcke Waldung gewesen sein, welche aber in dem 30jährigen Kriege gänzlich verwüstet, und nach der Zeit nicht gehörig wieder angebauet ist“ (zitiert nach HESMER & SCHROEDER 1963: 138).

In der zweiten Hälfte des 17. Jahrhunderts, nach dem Westfälischen Frieden, wuchs der anthropo-zoogene Druck auf die verbliebenen Wälder weiter an und führte schließlich zu dem vielfach beschriebenen Holzangel (VON HODENBERG 1855, HESMER & SCHROEDER 1963). Spätestens im 18. Jahrhundert waren weite Teile des nordwestdeutschen Raumes fast vollkommen entwaldet, und auch die ersten größeren Aufforstungen konnten an diesem Zustand vorerst wenig ändern. Die wenigen noch erhaltenen Wälder dieser Zeit befanden sich zumeist in herrschaftlichem Besitz. Zwischen Estorf und Nienburg ist in der Kurhannoverschen Landesaufnahme von 1771 ein solches Waldgebiet ausgewiesen. Es trägt bezeichnenderweise den Namen „Herrschaftliche Holtz“ und gehörte den Grafen von Hoya. Wann der Wald aus der Allmende ausgegliedert worden ist, steht nicht eindeutig fest. Trotz dieses großen Waldbestandes in der Nähe des Profilenahmezeitpunktes zeichnet sich die Öffnung der Landschaft in einer deutlichen Zunahme der Nichtbaumpollen ab.

Der rasche Anstieg nahezu aller Kultur- und kulturbegleitenden Arten dokumentiert die Entwicklung für den Mittelweserraum nach dem 30jährigen Krieg. Während einer ersten Phase (Probe 162–167) steigen die Frequenzen, verglichen mit dem jüngsten Diagrammabschnitt, noch relativ moderat an. *Salix*-Anteile von 15–20% sind ein klarer Hinweis für

eine nicht nur fragmentarisch ausgebildete Weichholzaue, und die hohen *Filipendula*- und *Apiaceae*-Werte belegen die Existenz von Hochstaudenfluren in der Aue. Auf den ärmeren Böden breitete sich die Heide weiter aus; das ist aus der *Ericaceae*- und *Juniperus*-Kurve zu entnehmen.

In der zweiten Phase, die die obersten 6 Proben umfaßt, steigt die Summenkurve der Siedlungsanzeiger mit einer Ausnahme auf über 100% an. Der entscheidende Zuwachs ist vor allem auf die hohen *Cerealia*-Werte zurückzuführen und als Ausdruck stärkster anthropogener Tätigkeiten zu werten. Die extreme anthropo-zoogene Überformung der Landschaft ist gleichfalls an den sehr hohen Prozentsätzen der *Gramineae* und *Ericaceae* zu erkennen, die die ausgedehnten, oft beschriebenen Heideflächen anzeigen. Auch in der Aue zeichnen sich gravierende Veränderungen ab; denn unter dem Holzmangel hat selbst *Salix* einen deutlichen Rückgang erlitten und spiegelt mit deutlich absinkenden Pollenwerten die Ausräumung der Weichholzaue wider. Die *Salix*-Kurve verhält sich in einem Pollendiagramm, das aus dem 14 km weiter südlich gelegenen Paläomäander Schmiedebuch stammt, völlig synchron (REICHEL 1950). Auch dort sinken die *Salix*-Prozente bei gleichzeitig sprunghaft steigenden *Cerealia*-Werten deutlich ab.

Die gegenüber der ersten Phase stark erniedrigten Frequenzen von *Filipendula* sowie den *Apiaceae* und die erhöhten Werte der *Gramineae*, *Tubuliflorae*, *Liguliflorae*, *Ranunculaceae*, insbesondere vom *Ranunculus flammula*-Typ, weisen Grünlandgesellschaften aus, die sich, vorwiegend in der Weserniederung, auf Kosten der Hochstaudenfluren ausgedehnt haben.

In mehreren alten Gebäuden des Ortes Estorf ist bis heute dokumentiert, daß der um sich greifende Holzmangel auch die *Quercus*-Bestände erfaßt hat: Häuser und Scheunen sind vor 1700 n. Chr. vollständig aus Eichenholz erbaut, während andere Hölzer später mehr und mehr Verwendung fanden, vor allem für innenliegende Holzkonstruktionen.

Nach dem 30jährigen Krieg waren die weit verbreiteten, offenen Böden in noch stärkerem Maße als früher der Erosion ausgesetzt. Die Verlandung des Paläomänders war beinahe abgeschlossen, und die ohnehin schon im Mittelalter und der frühen Neuzeit sehr mineralreichen Mudden wurden nun endgültig durch die Sedimentation von Auelehm abgelöst. In den Proben 170–173 steigt die Anzahl korrodierter Pollenkörner erheblich, vor allem die der *Cerealia*, so daß verstärkt mit umgelagertem Pollenmaterial zu rechnen ist. Sicherlich stammt ein Teil der aufgearbeiteten Pollen von den Äckern im Überflutungsbereich; sie sind von den winterlichen Hochwassern mitgerissen und, fluvial verfrachtet, abgelagert worden. Es ist aufgrund der eingeschwemmten Pollen schwierig, das Verhältnis von Wintergetreideanbau auf der einen Seite und Sommergetreide- bzw. Hackfruchtanbau auf der anderen Seite zu bestimmen. Von einer starken Ausweitung und eventuellen Intensivierung aller Wirtschaftsformen muß man aber generell ausgehen, mit Ausnahme der Waldhude, da die höchstens noch kleinflächig vorhandenen Waldbestände durch Übernutzung kontinuierlich weiter verringert worden sind. Nur geringfügig mehr als 20% Baumpollenanteile in den oberen Pollenspektren sind ein klarer Hinweis auf eine nahezu waldfreie Landschaft, die für diese Epoche kennzeichnend ist. Großflächige Aufforstungen und Neuanpflanzungen, wie sie im 19. Jahrhundert vorgenommen wurden, sind angesichts der niedrigen Baumpollenwerte noch nicht zu konstatieren. Auch der zweite Teil des sekundären Kiefernanstiegs mit nochmals steigenden *Pinus*-Prozenten, die nicht nur auf die Fernflugkomponente, sondern auch auf angepflanzte Kiefern zurückzuführen sind, macht sich noch nicht bemerkbar. Infolgedessen wird durch das Pollendiagramm Estorf die Vegetations- und Siedlungsentwicklung, höchstwahrscheinlich bis ins 18. Jahrhundert hinein, erfaßt.

#### E.IV. Die lokale Vegetationsentwicklung als Ausdruck der Verlandungssukzessionen in Paläomäandern

Palynologische Untersuchungen an Torfen und minerogenen Sedimenten einer Paläorinne spiegeln neben der vegetations- und siedlungsgeschichtlichen Entwicklung der näheren und bis zu einigen km weiten Umgebung auch die Verlandungsgeschichte des Altarmes wider. Bei der bisherigen Darstellung der Ergebnisse sind die ausschließlich lokal geprägten Aspekte der Mäanderverlandung nur dort am Rande erwähnt worden, wo Standorte der entsprechenden, pollenliefernden Pflanzen bzw. Pflanzengruppen sowohl in den trockeneren Bereichen außerhalb des Paläomäanders als auch in Verlandungsgesellschaften denkbar sind. Anhand der Rinnenfüllungen der Paläomäander Schönebusch und Estorf sollen im folgenden die zwei petrographisch am häufigsten anzutreffenden Verlandungstypen des Mittelweserraumes hinsichtlich der palynologisch zu beobachtenden Sukzession beschrieben werden.

Die im Spätglazial entstandenen Paläomäander der Stolzenauer Terrasse wurden basal mit Mudden verfüllt, die spätglazialen Alters und mineralreich sind (LIPPS 1987, LIPPS & CASPERS 1990, vgl. auch Abb. 9–12). Postglazial weisen die entsprechenden Rinnen in Bereichen der maximalen Krümmung Vermoorungen auf, die durch Seggen-, Schilf- und Erlenbruchwaldtorfe geprägt werden, aber ganz unterschiedlich alt sein können. Mit Ausnahme des Paläomäanders am Schönebusch lagern in einem Fall subboreale, ansonsten mittelalterliche Torfe den spätglazialen Mudden direkt auf, lassen also Hiaten von wenigstens 5000 Jahren erkennen, deren Genese an anderer Stelle noch zu klären ist.

Eine Besonderheit, die bisher an keinem weiteren Bohrpunkt in den Paläoflußbetten bei Stolzenau gefunden werden konnte, ist der Beginn der Mäanderverfüllung mit Braunmoostorf am Bohrpunkt für das Pollendiagramm Schönebusch. Wahrscheinlich handelte es sich um Schwinggrasen, die den Torf abgelagert haben. In den Uferbereichen werden im wesentlichen *Cyperaceae* und *Equisetum* gewachsen sein.

Im Anschluß an die initiale Verlandung existierte in dem Paläomäander periodisch ein stehendes Gewässer, das aber nicht sehr tief gewesen sein kann; denn die zahlreichen Seggenrhizome in der Schluffmudde deuten auf ein vorübergehendes, wahrscheinlich jahreszeitlich bedingtes Absinken des Wasserstandes hin, das den *Cyperaceae* Lebensräume, zumindest in den Uferbereichen, eröffnete. Als weiteres Indiz für ein flaches, teilweise trocken fallendes Gewässer sind die hohen *Cyperaceae*-Werte in den Pollenspektren des kiefernreichen Allerödabschnitts und die nur sehr spärlichen Nachweise der Wasserpflanzen zu werten. Pollenfunde von *Nuphar* und *Myriophyllum verticillatum* belegen wenigstens 0,5 m tiefe Gewässer, in denen die Arten wachsen konnten (OBERDORFER 1983). Im Paläomäander am Schönebusch sind solch tiefe Auskolkungen nicht zu erwarten (Abb. 6–13), so daß die entsprechenden Pollenfunde auf bei Hochwasser eingeschwemmtem Material beruhen dürften. Der in dem Gerinnebett weitverbreitete, zusammengeschwemmte Laacher See-Tuff stützt diese Annahme.

Gegen Ende des Alleröds (Probe 27) steigen die Werte des *Typha angustifolia/Sparganium*-Typs an und erreichen durchschnittlich 3%. Gleichzeitig sinken die *Cyperaceae*-Frequenzen ab, und auch die Seggenrhizome sind in der Schluffmudde zunächst seltener, im ausgehenden Alleröd gar nicht mehr nachzuweisen. Offensichtlich breiten sich am Schönebusch in dieser Zeit Röhrichte aus, die, im Zusammenhang mit der zurückgehenden *Cyperaceae*-Nachweishäufigkeit, auf steigende Wasserstände in dem Paläomäander hindeuten. Die fast geschlossenen Kurven von *Batrachium*, *Myriophyllum spicatum* und *Myriophyllum verticillatum* könnten gleichfalls in diese Richtung weisen, sind aber auch ohne weiteres durch eine gesteigerte Hochwassertätigkeit zu erklären.

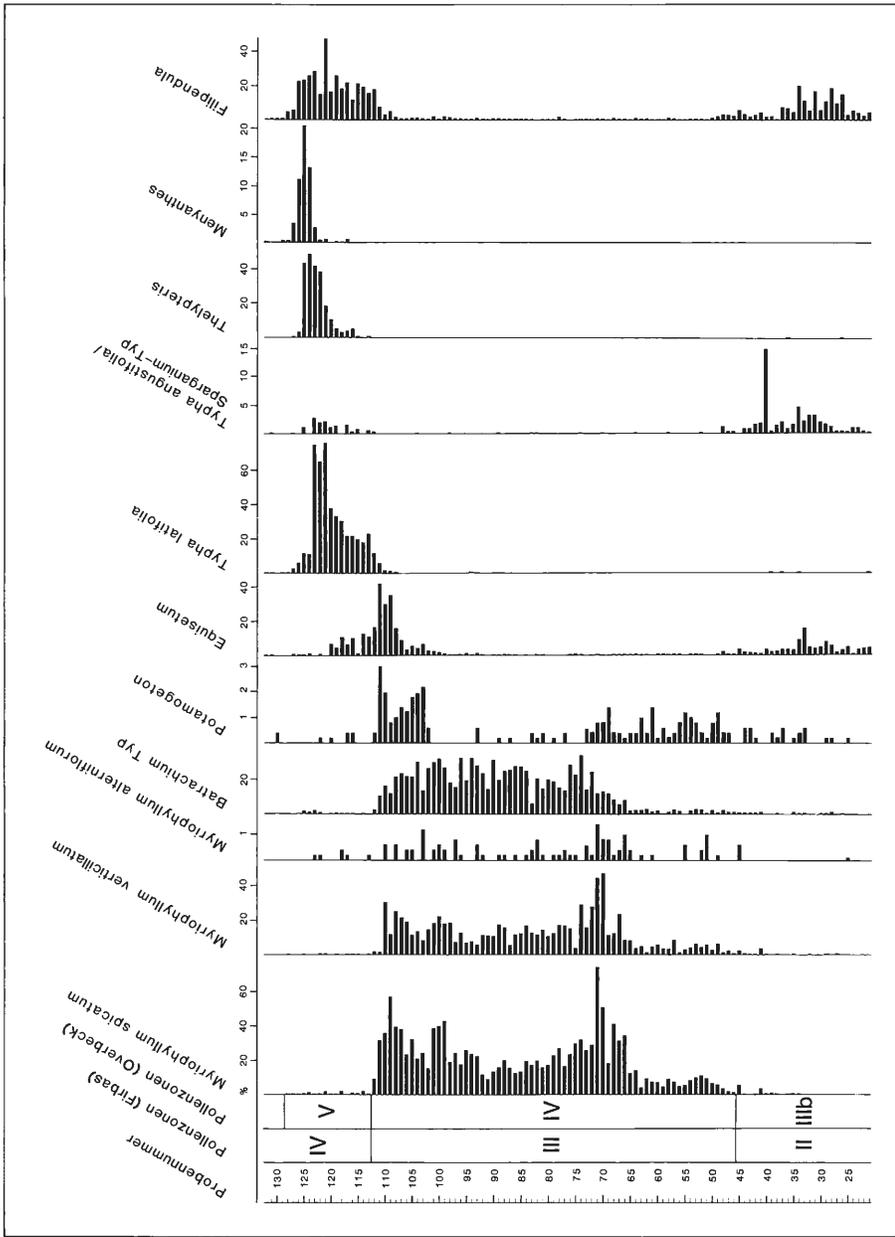


Abb. 36: Verlandungssukzession des Paläomänders am Schönebusch

Mit der einschneidenden Klimaverschlechterung in der Jüngerer Tundrenzeit lassen sich steigende Prozentsätze der Wasserpflanzen korrelieren, während die *Typha angustifolia/Sparganium*-Kurve in den entsprechenden Diagrammabschnitten nur noch fragmentarisch ausgebildet ist. Für die Dauer des letzten Weichsel-Stadials war der Paläomäander von einem nicht nur periodisch existenten Gewässer erfüllt, in dem *Myriophyllum spicatum* und *Myriophyllum verticillatum* neben *Ranunculus*-Arten der Untergattung *Batrachium* die submerse Vegetation beherrschten. Im wesentlichen werden die *Batrachium*-Pollen von den für stehende und träge fließende Gewässer charakteristischen Arten *Ranunculus peltatus* und *Ranunculus circinatus* stammen; *Ranunculus fluitans* scheidet als Art des strömenden Wassers ebenso aus wie die anderen Spezies der Untergattung.

In einer ersten, etwa bis Probe 65 dauernden Phase war vor allem *Myriophyllum spicatum* unter den höheren Wasserpflanzen stark vertreten, während die Algenflora ganz wesentlich durch *Pediastrum*-Kolonien geprägt wurde. Vor allem die Formen *Pediastrum boryanum* var. *boryanum*, *Pediastrum boryanum* var. *longicorne* und auch die spätglaziale Art *Pediastrum kawraiskyi* dominierten in dem tundrenzeitlichen Gewässer am Schönebusch; ganz vereinzelt kamen auch *Pediastrum integrum* und die hauptsächlich aus dem Postglazial bekannte Grünalge *Pediastrum duplex* vor (KOMAREK & FOTT 1983). *Myriophyllum verticillatum*, *Batrachium* und *Potamogeton* sind im Pollendiagramm ebenfalls regelmäßig, aber keineswegs mit hohen Prozentsätzen während dieses älteren Abschnitts der Jüngerer Tundrenzeit vertreten.

In einer zweiten Phase nehmen die Werte aller *Myriophyllum*-Arten, der *Pediastrum*-Arten und von *Batrachium* bis zum Ende des Spätglazials deutlich zu (Probe 66–112). Die beinahe geschlossene Kurve von *Myriophyllum alterniflorum* kann als Beleg für ein zunehmend saueres Milieu gewertet werden, vielleicht beruhen die geringen Werte aber auch auf Einschwemmung aus weiter flußaufwärts gelegenen Bereichen; denn gerade die meso- bis euträphenten Wasserpflanzen *Myriophyllum spicatum* und *Myriophyllum verticillatum* sowie *Batrachium* verweisen mit ihren hohen Anteilen auf eine gute Nährstoffversorgung.

Auffällig sind die von Probe 74–101 nahezu fehlenden Nachweise von *Potamogeton*, insbesondere weil die Gattung von Probe 47–73 und gegen Ende der Jüngerer Tundrenzeit (Probe 102–112) zwei klare Verbreitungsschwerpunkte im Paläomäander am Schönebusch zeigt. Angesichts der nicht möglichen Unterscheidung einzelner *Potamogeton*-Arten, des völligen Fehlens von *Nuphar*-Pollen (Probe 54–105) und aufgrund des gegenüber heute sehr viel kälteren, dryaszeitlichen Klimas soll an dieser Stelle nicht versucht werden, die Pollenkurven der Wasserpflanzen mit bestimmten Assoziationen oder Verbänden in Verbindung zu bringen. Zusammenfassend sei deshalb lediglich festgehalten, daß während der gesamten Jüngerer Tundrenzeit ein wenigstens 0,5 m tiefes Gewässer den Paläomäander am Schönebusch ausgefüllt hat.

Mit der raschen Wiederbewaldung des Mittelweserraumes durch *Betula* zu Beginn des Präboreals (Probe 113) geht ein Fazieswechsel in der Sedimentfolge des Altarms einher. Ziemlich kurzfristig schlägt die Sedimentation von Mudde in eine Torfakkumulation um. Die bis dahin vertretenen Wasserpflanzen sind nur noch kurze Zeit mit geringen Prozentsätzen nachzuweisen und setzen dann völlig aus. In den tieferen, sicherlich immer noch sehr feuchten Bereichen des Paläomäanders breiteten sich mit der Klimabesserung nun auch wärmebedürftige Arten wie *Typha latifolia* und *Typha angustifolia/Sparganium* aus, nachdem *Equisetum* die Verlandung bereits zu Zeiten des permanent bestehenden Gewässers in der ausgehenden Jüngerer Tundrenzeit eingeleitet hatte (Abb. 36). Auch *Alisma* spielte in den Verlandungsröhrichtern eine nicht unbedeutende Rolle und zeigt parallel zu den *Typha*-Arten maximale Werte.

Verzögert zum Kurvenanstieg der genannten Röhrichtarten nehmen die *Thelypteris*-Frequenzen stark zu und dokumentieren auf ihre Weise die verlandungsbedingt entstandenen modrig-torfigen Standorte in dem Paläomäander. Desgleichen dürfte *Thelypteris* die hohen Werte der perisporlosen *Polypodiaceae* bestimmen.

Die Verlandung der Rinne hat sich im Anschluß an dieses Stadium mit einem fieberklee-reichen Seggentorf fortgesetzt. Die extrem hohen *Menyanthes trifoliata*-Prozente korrelieren mit zahlreichen, im Torf gefundenen Samen der auf mesotrophen Torfschlamm-Böden wachsenden Art. Auch in mehreren anderen Bohrungen am Schönebusch konnten die auffälligen, rötlich-braunen Samen des Fieberkleees oft nur wenige Zentimeter oberhalb der Mude beobachtet werden und verweisen auf die große Bedeutung des Fieberkleees in Verlandungsgesellschaften des Präboreals (LANGE & MENKE 1967, BARCKHAUSEN & MÜLLER 1984, HAHNE 1991).

Außerhalb der Röhrichte beherrschten hochstaudenreiche Pflanzengesellschaften mit *Filipendula*, *Sanguisorba officinalis* und *Apiaceae* die etwas höher gelegenen, aber doch feuchten bis nassen Bereiche des ehemaligen Flußbettes. Der Kurvenverlauf der entsprechenden Pollen ist unabhängig von dem der Röhrichtarten sowie von *Menyanthes*, dokumentiert also zwei grundsätzlich unterschiedliche Standorte, die im wesentlichen durch ihre Lage zum Grundwasserspiegel charakterisiert sind.

Die weitere Verfüllung des Paläomäanders vollzog sich, beginnend mit dem Boreal, in größeren Einheiten. Bis zum Ende des Atlantikums sind in dem Seggentorf weder makroskopisch noch palynologisch derart gravierende, sukzessionsbiologische Veränderungen erkennbar wie während der vorangegangenen spätglazialen und altholozänen Abschnitte. Lediglich die in Pollenzone VII nochmals kulminierenden Werte der *Typha*-Arten sowie der *Cyperaceae* belegen eine Vernässungsphase mit nur kleinflächig ausgebildeten Röhrichten am Schönebusch.

Abschließend etablierte sich im ausklingenden Atlantikum ein Erlenbruchwald, der, hätte der Mensch nicht direkt oder indirekt in den Naturhaushalt eingegriffen, auch heute noch die natürliche Vegetation in den maximal gekrümmten Mäanderbereichen bilden würde (STRAUTZ 1963). Die Vernichtung der Bruchwälder erfolgte einerseits durch Auelehm-sedimentation in den Rinnen, andererseits durch die Umwandlung der Bruchwaldstandorte in landwirtschaftlich genutzte Flächen, mit der oftmals auch eine Auffüllung und Trockenlegung einhergegangen ist. Die vielfach noch nicht abgeschlossene natürliche Verfüllung und auf Drainung zurückzuführende Setzungserscheinungen der Torfe und Mudden lassen die Rinnen der spätglazialen Paläomäander auf der Stolzenauer Terrasse morphologisch bis heute deutlich in Erscheinung treten.

Ähnlich wie die meisten Paläorinnen auf der Stolzenauer Terrasse verlanden auch die Altarme in der Weseraue zunächst durch den Absatz von mineralreichen Mudden. Nachdem sich der Paläomäander bei Estorf von der Weser abgeschnürt hatte, erfüllte aufgrund des hohen Grundwasserstandes für etwa 300 Jahre ein Gewässer die Hohlform. Unter den Wasserpflanzen zeigt *Batrachium* mit Werten um 1% (Probe 1–10) zumindest für Teilbereiche des Altarms die Besiedlung mit *Ranunculus peltatus* oder *Ranunculus circinatus* an (Abb. 37). Alle anderen Wasserpflanzen sind bis in Probe 6 nur mit einzelnen Pollenkornfunden nachzuweisen, erst dann tritt *Potamogeton* mit einer geschlossenen Kurve auf sehr niedrigem Niveau in Erscheinung, gefolgt von *Myriophyllum spicatum* (ab Probe 8). In den Uferbereichen des Gewässers etablierten sich zeitgleich die ersten, wahrscheinlich noch nicht sehr ausgedehnten Verlandungsröhrichte mit *Sagittaria sagittifolia*, *Typha angustifolia/Sparganium*, z.T. *Phragmites* und *Equisetum*. Von Anfang an waren auch *Cyperaceae* auf nicht überstauten Standorten des Paläogerinnebettes vertreten.

Als dann die organische Substanz in den Mudden 10% und mehr erreichte, fand *Nuphar*

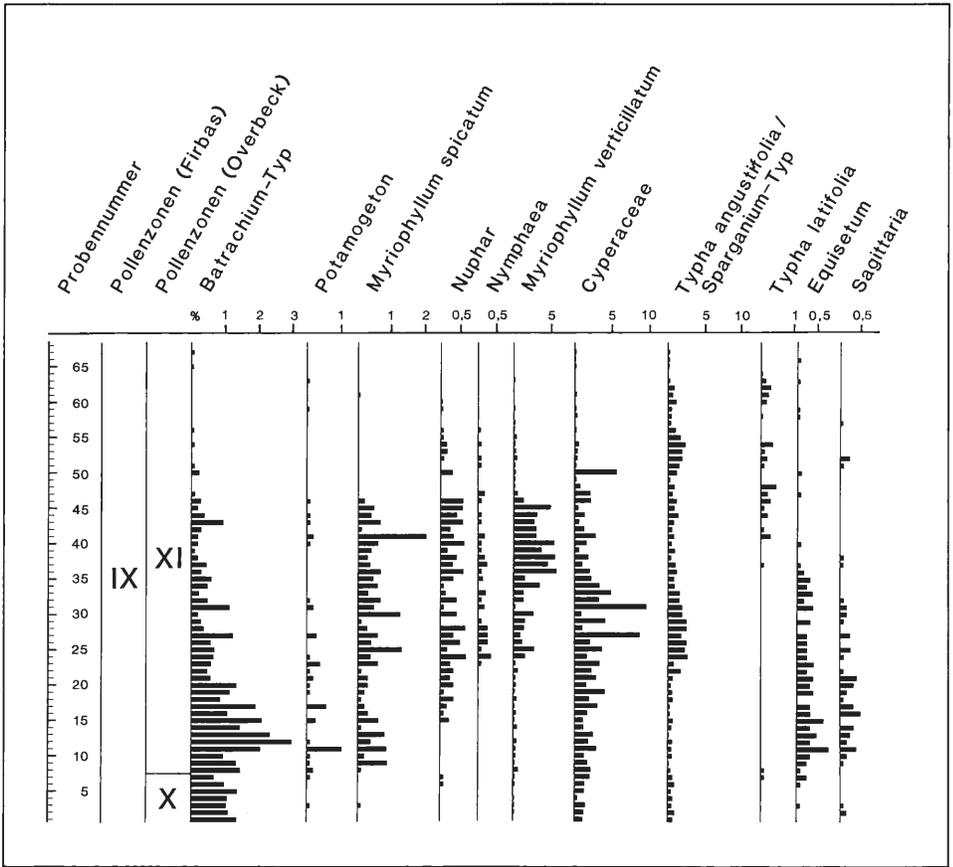


Abb. 37: Verlandungssukzession des Paläomäanders bei Estorf

in dem Gewässer geeignete Lebensbedingungen und drängte *Batrachium* und *Myriophyllum spicatum* zurück. Der unter kleinen Schwankungen weiterhin steigende organische Anteil der abgesetzten Mudde ermöglichte es schließlich *Nymphaea*, in dem Altarm aufzukommen. Parallel zum Einsetzen der *Nymphaea*-Kurve erhöhen sich auch die Werte von *Myriophyllum verticillatum* erheblich und dokumentieren auf diese Weise wahrscheinlich die Ausbreitung *Myriophyllo-Nupharetum*-ähnlicher Bestände. Die Assoziation ist die typische Verlandungsgesellschaft eutropher Gewässer, die eine durchschnittliche Tiefe von 1–2 m aufweisen. Artenarme Ausbildungsformen des *Myriophyllo-Nupharetum* sind aufgrund der Lichtintussuszeption durch die Schwimmblätter von *Nymphaea alba* und *Nuphar lutea* aktuell weiter verbreitet als artenreiche (POTT 1980).

Eine erste Phase (Probe 24–35) ist durch etwas höhere Prozentsätze von *Nymphaea* und niedrigere Werte von *Myriophyllum verticillatum* und *Nuphar* gekennzeichnet, während sich die Verhältnisse in einer zweiten Phase (Probe 36–45) umkehren (Abb. 37). Damit scheint sich anhand der palynologischen Befunde die von POTT (1980: 55) geäußerte Ansicht zu bestätigen, nach der in seichten Gewässern *Nuphar lutea* *Nymphaea alba* wohl eher überlegen ist als umgekehrt (HILBIG 1970); denn unmittelbar vor Abschluß der Verlandung weist *Nuphar* (Probe 43–46) mit über 0,5% unverändert relativ hohe Werte auf, während die Kurve von *Nymphaea* nur noch fragmentarisch ausgebildet ist.

Die Röhrichtgesellschaften an der Gewässerperipherie zeigen durch Pollen des *Typha angustifolia/Sparganium*-Typs zwei Ausbreitungsmaxima an. In Übereinstimmung mit der Vegetationsentwicklung des Paläomäanders am Schönebusch wurde auch in Estorf die Verlandungsserie von *Typha*-reichen Röhrichten abgeschlossen, doch im Unterschied dazu war in Estorf überwiegend *Typha angustifolia* bzw. *Sparganium* und weniger *Typha latifolia* das beherrschende Element. Auf welche lokalen Einflüsse die erste Kulmination der *Typha angustifolia/Sparganium*-Kurve (Probe 22–33) zurückzuführen ist, kann nicht geklärt werden.

Der Abschluß der Verlandung war erreicht, als die Muddesedimentation in eine Torfakkumulation überging (Probe 56). Der sich ausbreitende Erlenbruchwald ist nicht nur anhand der Torfe zu erkennen, sondern auch durch hohe *Alnus*-Frequenzen im Pollendiagramm charakterisiert. Die lokale Vegetation im Paläomäander bei Estorf bestimmte nun für mehr als 900 Jahre ein Erlenbruchwald, bis er durch den Menschen im 12. Jahrhundert n. Chr. gerodet wurde und sich erneut Röhrichte ausbreiten konnten.

Steigende Frequenzen der *Cyperaceae*, von *Filipendula* und *Typha angustifolia/Sparganium* belegen den vorletzten Abschnitt der Rinnenverfüllung. Auch *Batrachium*- und *Alisma*-Pollenkörner sind in einer Tiefe von 0,80–1,53 m wieder verstärkt nachzuweisen; sie dienen als Hinweis auf ein gelegentlich trockenfallendes und nur flaches Gewässer (OBERDORFER 1983). Die *Cyperaceae*-Rhizome in der sehr mineralreichen Muddesedimente bezeugen ebenfalls geringe Wassertiefen in dem ehemaligen Gerinnebett. Vielleicht sind die Verhältnisse noch am ehesten mit einem sehr feuchten Verlandungssumpf zu vergleichen, in dem kleinflächig *Typha/Sparganium*- und *Cyperaceae*-Bestände neben flachen Tümpeln mit *Ranunculus peltatus* und *Alisma* vorgekommen sind. Bis zur Flurbereinigung 1959/60, in deren Zuge die Entwässerung des Paläomäanders erfolgt ist, konnte das Grünland nur durch eine einmalige Mahd im Juli oder August genutzt werden. Lediglich in trockenen Jahren ist es möglich gewesen, die gemähten Wiesen zusätzlich abzuhüten.

Den Abschluß der Rinnenverfüllung bildet eine 90 cm mächtige Auelehmdecke, die etwa seit dem 18. Jahrhundert abgelagert worden ist und von der noch 10 cm in die pollenanalytischen Untersuchungen einbezogen worden sind. Der Übergang zwischen der an Seggenrhizomen reichen Schluffmuddesedimente und dem Auelehm vollzieht sich nicht abrupt, sondern über ca. 3–4 cm und ist wohl so einzuschätzen, daß der Sumpf durch die Auflandung von Auelehm trockener geworden und schließlich in einen hochstaudenreichen Standort überführt worden ist.

## F. Die Phasen der Auelehmsedimentation

Bei der Erforschung des holozänen, fluviatilen Geschehens ist die Frage nach der Entstehung des Auelehms von zentralem Interesse, verändert sich das Erscheinungsbild der Flußlandschaften durch seine Ablagerung doch grundlegend. Schon früh sind die der Auelehmsedimentation zugrunde liegenden Ursachen in den Mittelpunkt der Diskussion gerückt (NATERMANN 1941, NIETSCH 1952, LÜTTIG 1960, HÄNDEL 1964, NEUMEISTER 1964), die in den letzten Jahren erneut belebt worden ist (FRENZEL 1979, BECKER 1983, SCHIRMER 1980, 1983, DELORME & LEUSCHNER 1983). Dabei ist vor allem umstritten, mit welchem Anteil klimatische und anthropogene Faktoren an dem Prozeß der Auelehm-bildung beteiligt sind.

Aufgrund einiger neuerer Arbeiten (LIPPS 1987, 1988, LITT 1988, HILLER, LITT & EISSMANN 1991) und der vorliegenden Untersuchung erscheint es höchst unwahrscheinlich, daß feinklastische Sedimentdecken während des Holozäns in einer Waldlandschaft abgelagert werden konnten. Abgesehen von einigen Extremstandorten war Mitteleuropa bis zur neolithischen Revolution vollständig von Wäldern bedeckt, eine Auelehmsedi-

mentation also kaum vorstellbar. Die neuerdings an der Weißen Elster (LITT 1988) und an der Pleiße (HILLER, LITT & EISSMANN 1991) nachgewiesenen, spätatlantischen Auelehmedecken sind eindeutig durch Rodungen hervorgerufen und zählen zu den ältesten Bildungen dieser Art. Im nordwestdeutschen Flachland vollzog sich der Umschwung von der mesolithischen zur neolithischen Lebensweise erst mit dem Wechsel vom Atlantikum zum Subboreal um 3000 v. Chr.. Ältere als subboreale Auelehme sind deshalb nicht zu erwarten.

Zu gänzlich anderen Ergebnissen kam LÜTTIG (1960), der die Entstehung des ältesten Auelehms (qh1) ins Boreal und Atlantikum stellte. Nördlich von Liebenau, wo eine atlantische Rinne den qh1-Auelehm zerschnitten haben soll (LÜTTIG & MEYER 1980), zeigen mehrere, im Rahmen dieses Projektes durchgeführte Bohrungen und Einzeldatierungen, daß sich die entsprechenden Rinnenfüllungen auch unter dem Auelehm weiterverfolgen lassen und daß der Auelehm erst einige Jahrtausende später, nämlich zur Eisenzeit, sedimentiert worden ist. Dank der hohen Anreicherung der Pollenkörner mit Hilfe von Ultraschall und Sieben ist es heute möglich, Auelehme direkt zu datieren.

Keine der 102 Einzeldatierungen im Gebiet von Blatt Stolzenau, der weiteren 70 Datierungen bis zur Allermündung und auch keine der 127 von MÜLLER (1987) untersuchten Proben ergibt einen Anhaltspunkt für eine prä-subboreale Auelehmbildung an der Mittelweser. Die geringen mineralischen Anteile, die in den borealen und atlantischen Torfen des Paläomäanders am Schönebusch festzustellen sind, müssen als weiterer Beleg für das Fehlen feinklastischer Sedimentation in dieser Zeit angesehen werden (Abb. 38).

Mit dem ersten Auftreten von *Cerealia*- und *Plantago lanceolata*-Pollenkörnern zu Beginn des Neolithikums erhöht sich der Eintrag von Schluff und Ton in die Erlenbruchwaldtorfe. Mit über 50% Glührückstand zeichnet sich im Schönebusch die Sedimentationsphase des qh1-Auelehms während der Bronze- und Eisenzeit ab. Der Höhepunkt der Einschwemmung minerogenen Materials war bereits in der jüngeren Bronzezeit erreicht. Ganz ähnlich ist die Auelehmbildung im Einzugsgebiet der Leine beurteilt worden (HEMPEL 1956, WILLERDING 1967, HUCKRIEDE 1971). Auch die in den letzten Jahren durchgeführte geologische Landesaufnahme hat keinen Beweis für die Existenz eines atlantischen Auelehms an der Leine erbracht (JORDAN 1987).

Sobald der Anteil der bewaldeten Flächen wieder zugenommen hatte, ging auch die Ablagerung von Auelehm zurück. Die Sedimentfracht der Weser verringerte sich erheblich und erreichte in der Völkerwanderungszeit ihren Tiefststand, bei gleichzeitig maximaler Bewaldung und nur noch sehr geringer menschlicher Siedlungstätigkeit. Völkerwanderungszeitlich dürfte nach den vorliegenden Ergebnissen kaum noch Auelehm gebildet worden sein.

Mit steigenden Siedlungsanzeigerfrequenzen erhöhen sich auch die Glührückstände in den Torfen der Estorfer Paläorinne wieder: Die Sedimentation des qh2-Auelehms begann gegen 600 n. Chr.. Aufgrund der Schwankungen der Glühverlustkurve, die in Erlenbruchwaldtorfen nicht vollständig zu eliminieren sind, ist es nicht möglich, die Bildungsphasen der tonigen (qh2/T), schluffigen (qh2/U) und sandigen (qh2/S) Fazies des Auelehms zu unterscheiden (LIPPS 1988). Die Akkumulation des qh2-Auelehms hat offensichtlich bis in die beginnende Neuzeit hinein angedauert. Erst während des 30jährigen Krieges ist vorübergehend etwas weniger feinklastisches Material abgelagert worden. Vielleicht spiegelt sich in der nicht sehr ausgeprägten Depression der Glühverlustkurve der Übergang zur qh3-Auelehmsedimentation wider, die bis heute andauert, durch wasserbauliche Maßnahmen und Aufforstungen aber bei weitem nicht die Ausmaße der qh2-Auelehmsedimentation erreicht (LIPPS 1987, 1988).

Es ist heute kaum vorstellbar, wie extrem die Hochwasser des Mittelalters gewesen sein müssen. Mehrere pollenanalytische Datierungen des bis dahin als Hochflutlehm einge-

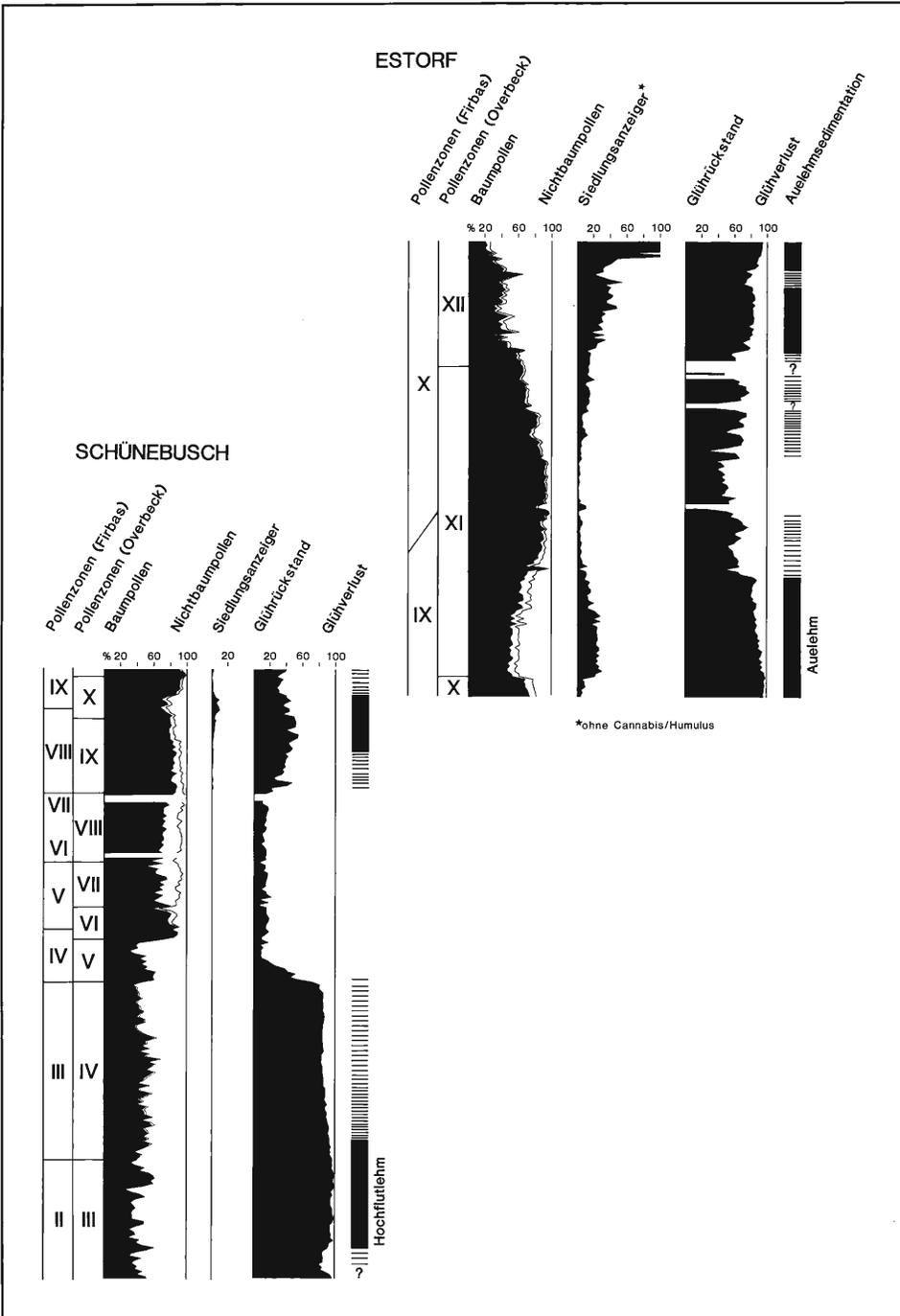


Abb. 38: Auelehmbildung und anthropogene Einflüsse

stufen Lehms auf der Stolzenauer Terrasse bezeugen dessen hoch- und spätmittelalterliche Akkumulation, d.h. die mittelalterlichen Hochwasser müssen auch die Stolzenauer Terrasse erreicht haben, und das nicht nur ausnahmsweise. Nur die am höchsten gelegenen Bereiche (>33,0 m) sind nicht vom mittelalterlichen qh2-Auelehm bedeckt (HÖFLE 1981). Das bedeutet, daß die stärksten Hochwasser die Weseraue (Höhe über NN zwischen Stolzenau und Leese: ca. 30,0 m) etwa 3 m hoch überflutet haben. (Zum Vergleich: Das schwerste Hochwasser dieses Jahrhunderts vom März 1947 hat nach Angaben der Wasser- und Schifffahrtsdirektion Mitte ca. 1 m hoch in der Weseraue bei Stolzenau gestanden.) Während dieser mittelalterlichen katastrophalen Ereignisse sind auf der Stolzenauer Terrasse die höchsten Fließgeschwindigkeiten in den Hohlformen der großen Paläomäander aufgetreten. Auf diese Weise sind auch die vielfach ermittelten Schichtlücken in den Rinnensedimenten zu erklären, da die bis zum Mittelalter abgesetzten Mudden und Torfe vom Wasser erodiert worden sind und die neuerliche Verfüllung der Hohlformen auf wesentlich älteren Sedimenten begonnen hat.

Es ist ohne weiteres verständlich, daß nicht jede einzelne Schwankung des Verhältnisses von Baum- und Nichtbaumpollen auch in der Glühverlustkurve wiederzufinden ist, weil gerade bei einem engen Probenabstand sehr kurzfristige und oft nur lokal feststellbare Vegetationsentwicklungen erfaßt sein können. Die Koinzidenz zwischen Bewaldung und Siedlungsgeschehen auf der einen Seite und Auelehmakkumulation auf der anderen Seite ist dennoch augenfällig. Größere, mindestens regionale Änderungen der Bevölkerungsdichte oder der anthropogenen Tätigkeiten schlagen sich unvermittelt im fluviatilen Sedimentationsgeschehen nieder – als Beispiele seien der 30jährige Krieg und die Völkerwanderung genannt. In dem komplexen Wirkungsgefüge, das der Ausgestaltung der Weserflüßbaue zugrunde liegt, wird der Ackerbau treibende Mensch zum beherrschenden Faktor. Die natürliche, klimatisch gesteuerte Flußdynamik wird seit der Bronzezeit anthropogen überprägt. In einer geschlossenen Waldlandschaft ist die flächenhafte Bildung von Auelehm ohne die menschliche Landnahme kaum denkbar; die agrarische Landnutzung scheint die Hauptursache für die Ablagerung feinklastischer Auensedimente im Holozän zu sein (FRENZEL 1979, LEUSCHNER et al. 1985, HILLER, LITT & EISSMANN 1991).

## G. Zusammenfassung

Die Flußauenlandschaft der Weser ist in ihrer spät- und postglazialen Ausformung mit Hilfe geobotanischer und quartärgeologischer Methoden untersucht worden. Pollenanalytisch bearbeitete Torfe und Mudden aus zwei Paläomäandern bei Stolzenau (Pollendiagramm Schünebusch) und Estorf (Pollendiagramm Estorf) lassen Rückschlüsse auf die fluviatile, vegetations- und siedlungsgeschichtliche Entwicklung des Mittelwesertales seit dem Alleröd zu.

Die Vorkommen des Laacher See-Tuffs in zwei Paläomäandern bei Stolzenau, das im Alleröd einsetzende Pollendiagramm Schünebusch und zahlreiche pollenanalytische Einzeldatierungen beweisen den spätestens allerödzeitlichen Umschwung der Weser vom verwilderten Fluß (braided river) zum mäandrierenden Fluß. Die Bildung von Hochflutlehm in der zweiten Hälfte des Alleröds und in der Jüngeren Tundrenzeit konnte aufgrund von Glühverlustbestimmungen aufgezeigt werden. Die Ablagerung von Auelehm setzt an der Mittelweser während des Subboreals ein; für Boreal und Atlantikum ist die Sedimentation großflächig verbreiteter Auelehmdecken auszuschließen. Die Bildung des ältesten Auelehms (qh1) findet während der Bronze- und Eisenzeit statt; der qh2-Auelehm wird mittelalterlich etwa seit 600 n. Chr. und der qh3-Auelehm neuzeitlich abgelagert. Die Phasen der Auelehmbildung sind mit den Siedlungstätigkeiten des Men-

schen und der Bewaldungsdichte eindeutig zu korrelieren, höchstwahrscheinlich sogar ursächlich verknüpft.

Die enorme Bedeutung großer Flüsse für die Einwanderung der Gehölze und die Wiederbewaldung Nordwestdeutschlands wird in den altholozänen Abschnitten des Diagramms Schönebusch dokumentiert. Mittels spezieller Siebtechniken und rasterelektronenmikroskopischer Untersuchungen konnte für das nordwestdeutsche Flachland erstmalig nachgewiesen werden, daß *Alnus viridis* um 9830 BP an der Mittelweser gewachsen ist. Vermutlich ist die Art von Standorten in den Mittelgebirgen bis auf Alluvionen der Tiefebene entlang der Flüsse vorgedrungen. Für den sprunghaften Anstieg der *Pinus*-Frequenzen, der auf 9490 BP datiert ist, wird eine fluviatil begünstigte Ausbreitung der Kiefer diskutiert.

Eine erste Besiedlung des Stolzenauer Raumes ist aufgrund mehrerer *Cerealia*- und *Plantago lanceolata*-Pollenfunde gegen 3000 v. Chr. im Zusammenhang mit dem Ulmen- und Lindenabfall anzunehmen. Zahlreiche Flintabschläge und Artefakte belegen die auenorientierte Lebensweise des prähistorischen Menschen. Die ersten Rodungen in der Weseraue spiegeln sich in Depressionen der *Alnus*-Kurven wider und erfolgen in der ausgehenden Bronze- und vorrömischen Eisenzeit. Bei Estorf ist seit der römischen Kaiserzeit mit großen, weitestgehend entwaldeten Flächen nicht nur in der Aue, sondern auch auf der Niederterrasse zu rechnen. Zur Völkerwanderungszeit erfolgte die Wiederbewaldung des Wesertals.

Die neuerliche Vernichtung der Auenwälder ist im Estorfer Raum durch drei kleine Rodungsphasen eingeleitet und mit den großen Rodungen des 12. und 13. Jahrhunderts vollendet worden. Zwei Lebermoose, *Anthoceros punctatus* und *Anthoceros laevis*, belegen mit ihren Sporen den etwa ab 1200 n. Chr. auf die Auen ausgeweiteten Ackerbau. Erst der 30jährige Krieg bewirkte vorübergehend einen deutlichen Rückgang der Siedlungsaktivitäten. Die *Salix*-Bestände profitierten vom nachlassenden anthropo-zoogenen Druck und dehnten sich zu dieser Zeit aus, sind aber mit der anschließenden Siedlungsbelebung wieder zurückgedrängt worden. Durch das Pollendiagramm Estorf wird die Vegetations- und Siedlungsentwicklung bis ins 18. Jahrhundert hinein dokumentiert.

## H. Literatur

- AABY, B. (1988): The cultural landscape as reflected in percentage and influx pollen diagrams from two Danish ombrotrophic mires. – In: BIRKS, H.H. et al. (Hrsg.): The cultural landscape – past, present and future. – 209-229, Cambridge.
- ALETSEE, L. (1959): Zur Geschichte der Moore und Wälder des nördlichen Holsteins. – Nova Acta Leopoldina NF 21, 139: 5-15, Halle.
- AMMANN, B. & A.F. LOTTER (1989): Late-glacial radiocarbon- and palynostratigraphy on the Swiss Plateau. – Boreas 18: 109-126, Oslo.
- ANDERSEN, S.T. (1967): Tree-pollen rain in a mixed deciduous forest in South Jutland (Denmark). – Rev. Palaeobot. Palynol. 4: 267-275, Amsterdam.
- ANDERSEN, S.T. (1970): The relative pollen productivity and pollen representation of north european trees and correction factors for tree pollen spectra. – Danm. geol. Unders. 96: 1-99, Kopenhagen.
- ANDERSEN, S.T. (1979): Identification of wild grass and cereal pollen. – Danm. geol. Unders.: 59-92, Kopenhagen.
- ANDERSEN, S.T. (1988): Changes in agricultural practices in the Holocene indicated in a pollen diagram from a small hollow in Denmark. – In: BIRKS, H.H. et al. (Hrsg.): The cultural landscape – past, present and future. – 395-409, Cambridge.

- ANDREE, M., H. OESCHGER, U. SIEGENTHALER, T. RIESEN, M. MOELL, B. AMMANN, & K. TOBOLSKI (1986):  $^{14}\text{C}$ -Dating of plant macrofossils in lake sediment. – *Radiocarbon* **28**, 2A: 411-416, New Haven/Conn..
- AVERDIECK, F.R., H. ERLLENKEUSER, & H. WILLKOMM (1972): Altersbestimmungen an Sedimenten des Großen Segeberger Sees. – *Naturw. Ver. Schlesw.-Holst.* **42**: 47-57.
- AVERDIECK, F.-R. & H. DÖBLING (1959): Das Spätglazial am Niederrhein. – *Fortschr. Geol. Rhld. u. Westf.* **4**: 341-362, Krefeld.
- BAAS, J. (1938): Zur Geschichte der Pflanzenwelt und der Haustiere im unteren Main-Tal. – *Abh. senckenberg. naturforsch. Ges.* **440**: 1-36, Frankfurt.
- BARCKHAUSEN, J. & H. MÜLLER (1984): Ein Pollendiagramm aus der Leybucht. – *Probl. d. Küstenforsch. i. südl. Nordseegeb.* **15**: 127-135, Hildesheim.
- BECKER, B. (1983): Postglaziale Auwaldentwicklung im mittleren und oberen Maintal anhand dendrochronologischer Untersuchungen subfossiler Baumstammablagerungen. – *Geol. Jb. A* **71**: 45-59, Hannover.
- BECKER, B. & B. FRENZEL (1977): Paläoökologische Befunde zur Geschichte postglazialer Flußauen im südlichen Mitteleuropa. – In: FRENZEL, B. (Hrsg.): *Dendrochronologie und postglaziale Klimaschwankungen in Europa.* – 43-61, Wiesbaden.
- BECKER, B. & B. KROMER (1991): Dendrochronology and radiocarbon calibration of the early holocene. – In: BARTON, N., D. ROE, & A. ROBERTS (Hrsg.): *The late glacial of NW-Europe.* – 22-24, Oxford.
- BECKER, B. & W. SCHIRMER (1977): Palaeoecological study on the Holocene valley development of the river Main, southern Germany. – *Boreas* **6**: 303-321, Oslo.
- BECKER, B., B. KROMER & P. TRIMBORN (1989): Paläoklimadaten aus Baumringchronologien des Beginnes der Nacheiszeit (Holozän). – *Klimaforschungsprogramm/Konferenzbericht (Hrsg.: GSF München)*: 497-502, München.
- BECKER, B., B. KROMER & P. TRIMBORN (1991): A stable-isotope tree-ring timescale of the Late Glacial/Holocene boundary. – *Nature* **353**: 647-649, London.
- BEHRE, K.-E. (1966): Untersuchungen zur spätglazialen und frühpostglazialen Vegetationsgeschichte Ostfrieslands. – *Eiszeitalter u. Gegenwart* **17**: 69-84, Öhringen/Württ..
- BEHRE, K.-E. (1976): Beginn und Form der Plaggenwirtschaft in Nordwestdeutschland nach pollenanalytischen Untersuchungen in Ostfriesland. – *Neue Ausgrab. u. Forsch. i. Nieders.* **10**: 197-224, Hildesheim.
- BEHRE, K.-E. (1978): Die Klimaschwankungen im europäischen Präboreal. – *Peterm. Geogr. Mitt.* **122**: 97-102, Gotha – Leipzig.
- BEHRE, K.-E. (1979): Zur Rekonstruktion ehemaliger Pflanzengesellschaften an der deutschen Nordseeküste. – In: WILLMANN, O. & R. TÜXEN (Red.): *Werden und Vergehen von Pflanzengesellschaften.* – 181-214, Rinteln.
- BEHRE, K.-E. (1981): The interpretation of anthropogenic indicators in pollen diagrams. – *Pollen et Spores* **23**, 2: 225-246, Paris.
- BEHRE, K.-E. (1985): Die ursprüngliche Vegetation in den deutschen Marschgebieten und deren Veränderung durch prähistorische Besiedlung und Meeresspiegelbewegungen. – *Verh. Ges. f. Ökologie* **13**: 85-96, Bremen.
- BEHRE, K.-E. (1986): Kulturpflanzen und Unkräuter des Mittelalters. – *Abh. Westf. Mus. f. Naturk.* **48**, 2/3: 441-457, Münster.
- BEHRE, K.-E. (1987): Der Anstieg des Meeresspiegels in den letzten 10.000 Jahren. – *Wilhelmshavener Tage* **1**: 13-18, Wilhelmshaven.
- BEHRE, K.-E. (1988): The role of man in European vegetation history. – In: HUNTLEY, B. & T. WEBB (Hrsg.): *Vegetation history.* – 633-672, Dordrecht.
- BEHRE, K.-E. & S. JACOMET (1991): The ecological interpretation of archaeobotanical data. – In: ZEIST, W. VAN, C. WASYLIKOWA & K.-E. BEHRE (Hrsg.): *Progress in old world palaeoethnobotany.* – 81-108, Rotterdam.

- BEHRE, K.-E. & D. KUCAN (1986): Die Reflektion archäologisch bekannter Siedlungen in Pollendiagrammen verschiedener Entfernung – Beispiele aus der Siedlungskammer Flögel, Nordwestdeutschland. – In: BEHRE, K.-E. (Hrsg.): Anthropogenic indicators in pollen diagrams. – 95-114, Rotterdam – Boston.
- BERGLUND, B.E. & M. RALSKA-JASIEWICZOWA (1986): Pollen analysis and pollen diagrams. – In: BERGLUND, B.E. (Hrsg.): Handbook of holocene palaeoecology and palaeohydrology. – 455-484, Chichester – New York.
- BEUG, H.-J. (1961): Leitfaden der Pollenbestimmung. – 1. Lief.: 63 S., Stuttgart.
- BEUG, H.-J. (1986): Vegetationsgeschichtliche Untersuchungen über das Frühe Neolithikum im Untereichsfeld, Landkreis Göttingen. – In: BEHRE, K.-E. (Hrsg.): Anthropogenic indicators in pollen diagrams. – 115-124, Rotterdam – Boston.
- BIRKS, H.J.B. & H.H. BIRKS (1980): Quaternary Palaeoecology. – 289 S., London.
- BIRKS, H.J.B., J.M. LINE & T. PERSSON (1988): Quantitative estimation of human impact on cultural landscape development. – In: BIRKS, H.H. et al. (Hrsg.): The cultural landscape – past, present and future. – 229-241, Cambridge.
- BOGAARD, P. VAN DEN & H.-U. SCHMINCKE (1985): Laacher See tephra: A widespread isochronous late Quaternary tephra layer in central and northern Europe. – Geol. Soc. Amer. Bull. **96**: 1554-1571.
- BOGAARD, P. VAN DEN & H.-U. SCHMINCKE (1990): Die Entwicklungsgeschichte des Mittelrheinraumes und die Eruptionsgeschichte des Osteifel-Vulkanfeldes. – In: SCHIRMER, W. (Hrsg.): Rheingeschichte zwischen Mosel und Maas. – DEUQUA-Führer **1**: 166-190, Hannover.
- BOHNCKE, S., J. VANDENBERGHE, C. RUSSELL & R. REILING (1987): Geomorphology and palaeoecology of the Mark valley (southern Netherlands): palaeoecology, palaeohydrology and climate during the Weichselian Late Glacial. – Boreas **16**: 69-85, Oslo.
- BOTHMER, H. VON (1969): Das Gräberfeld auf den Reeser Bergen bei Liebenau. – Die Kunde, Mitt. nieders. Landesver. Urgesch. **20**: 66-92, Hannover.
- BUCH, M.W. (1988): Spätglaziale und holozäne fluviale Geomorphodynamik im Donautal zwischen Regensburg und Straubing. – Regensburger Geogr. Schr. **21**, I, II: 197 S., Regensburg.
- BURGA, C.A. (1980): Pollenanalytische Untersuchungen zur Vegetationsgeschichte des Schams und des San Bernadino-Passgebietes. – Diss. Bot. **56**: 165 S., Vaduz.
- BURRICHTER, E. (1954): Zur Heidefrage in Westfalen. – Natur u. Heimat **14**, 1: 17-19, Münster.
- BURRICHTER, E. (1969): Das Zwillbrocker Venn, Westmünsterland, in moor- und vegetationskundlicher Sicht. – Abh. Landesmus. f. Naturk. **31**, 1: 60 S., Münster.
- BURRICHTER, E. (1970): Beziehungen zwischen Vegetations- und Siedlungsgeschichte im nord-westlichen Münsterland. – Vegetatio **20**: 199-209, Den Haag.
- BURRICHTER, E. (1973): Die potentielle natürliche Vegetation in der Westfälischen Bucht. – Landeskdl. Karten u. Hefte d. Geogr. Komm. f. Westf., Reihe: Siedl. u. Landsch. **8**: 58 S., Münster.
- BURRICHTER, E. (1976): Vegetationsräumliche und siedlungsgeschichtliche Beziehungen in der Westfälischen Bucht. – Abh. Landesmus. f. Naturk. **38**, 1: 3-14, Münster.
- BURRICHTER, E. (1977): Vegetationsbereicherung und Vegetationsverarmung unter dem Einfluß des prähistorischen und historischen Menschen. – Natur u. Heimat **37**, 2: 46-51, Münster.
- BURRICHTER, E. (1982): Torf-, pollen- und vegetationsanalytische Befunde zum Reliktorkommen der Waldkiefer (*Pinus sylvestris*) in der Westfälischen Bucht. – Ber. Dtsch. Bot. Ges. **95**: 361-373, Berlin.
- BURRICHTER, E. (1986): Zur pflanzensoziologischen Erfassung und Struktur des Erlen-Eichen-Birkenwaldes in der Westfälischen Bucht. – Natur u. Heimat **46**, 4: 105-110, Münster.
- BURRICHTER, E. & R. POTT (1983): Verbreitung und Geschichte der Schneitelwirtschaft mit ihren Zeugnissen in Nordwestdeutschland. – Tuexenia **3**: 443-453, Göttingen.

- BURRICHTER, E. & R. POTT (1987): Zur spät- und nacheiszeitlichen Entwicklungsgeschichte von Auenablagerungen im Ahse-Tal bei Soest (Hellwegbörde). – Münstersche Geogr. Arb. **27**: 129-135, Paderborn.
- BURRICHTER, E., R. POTT & H. FURCH (1988): Die potentielle natürliche Vegetation. – Geograph.-landeskd. Atlas v. Westf., Lief. 3. Doppelbl.: Text- u. Kartenteil: 42 S., Münster.
- BURRICHTER, E., F. AMELUNXEN, J. VAHL & T. GIELE (1968): Pollen- und Sporennuntersuchungen mit dem Oberflächen-Rasterelektronenmikroskop. – Z. Pflanzenphysiol. **59**: 226-237, Stuttgart.
- CAJANDER, A.K. (1909): Beiträge zur Kenntnis der Vegetation der Alluvionen des nördlichen Eurasiens. III. Die Alluvionen der Tornio- und Kemi-Thäler. – Acta Soc. Scient. Fennicae **37**, 5: 223 S., Helsingfors.
- CHEN, S.-H. (1988): Neue Untersuchungen über die spät- und postglaziale Vegetationsgeschichte im Gebiet zwischen Harz und Leine (BRD). – Flora **118**: 147-177, Jena.
- CLARK, J.S., J. MERKT & H. MÜLLER (1989): Post-glacial fire, vegetation, and human history on the northern alpine forelands, South-Western Germany. – Journal of Ecology **77**: 897-925, Oxford.
- DANIELSEN, A. (1970): Pollen-analytical late quaternary studies in the Ra District of Ostfold, Southeast Norway. – Arbok of Univ. Bergen, math.-nat. ser. **14**: 1-146, Bergen – Oslo.
- DELORME, A. & H.-H. LEUSCHNER (1983): Dendrochronologische Befunde zur jüngeren Flußgeschichte von Main, Fulda, Lahn und Oker. – Eiszeitalter u. Gegenwart **33**: 45-57, Hannover.
- DIERSCHKE, H. (1989): Artenreiche Buchenwald-Gesellschaften Nordwest-Deutschlands. – Ber. d. Reinh. Tüxen-Ges. **1**: 107-148, Göttingen.
- DIERSSEN, K. (1988): Rote Liste der Pflanzengesellschaften Schleswig-Holsteins. – Schriftenr. d. Landesamtes f. Natursch. u. Landschaftspf. Schlesw.-Holst. **6**: 157 S., Kiel.
- DÖRFLER, W. (1989): Pollenanalytische Untersuchungen zur Vegetations- und Siedlungsgeschichte im Süden des Landkreises Cuxhaven, Niedersachsen. – Probl. d. Küstenforsch. i. südl. Nordseegeb. **17**: 1-75, Hildesheim.
- EISSMANN, L. (1975): Das Quartär der Leipziger Tieflandsbucht und angrenzender Gebiete um Saale und Elbe. – Modell einer Landschaftsentwicklung am Rand der europäischen Kontinentalvereisung. – Schriftenr. f. geol. Wiss. **2**: 1-263, Berlin.
- ELLENBERG, H. (1954): Steppenheide und Waldweide. Ein vegetationskundlicher Beitrag zur Siedlungs- und Landschaftsgeschichte. – Erdkunde **8**: 188-194, Bonn.
- ERDTMAN, G. (1954): An introduction to pollen analysis. – 239 S., Waltham, Mass..
- ERDTMAN, G., B. BERGLUND & J. PRAGLOWSKI (1961): An introduction to a Scandinavian pollen flora. – 92 S., Stockholm.
- ERTL, U. (1987): Pollenstratigraphie von Talprofilen im Main-Regnitz-Gebiet. – Ber. Naturwiss. Ges. Bayreuth **19**: 45-123, Bayreuth.
- FABIAN, H. (1957/58): Der Auelehm der Mittelwesermarsch. – Neues Arch. f. Nieders. **9**, 14: 352-369, Bremen.
- FAEGRI, K. (1939/40): Quartärgeologische Untersuchungen im westlichen Norwegen. – II. Zur spätquart. Gesch. Jaerens, Bergens Mus. Arbok naturv. rekke **7**: 1-201, Bergen.
- FAEGRI, K. & J. IVERSEN (1964, 1989): Textbook of pollen analysis. – 2nd ed., 168 S., 4th ed. 328 S., Kopenhagen.
- FEINDT, F. & M. FISCHER (1992): Untersuchungen von Holzproben aus dem völkerwanderungs- bis karolingerzeitlichen Gräberfeld Liebenau, Ldkr. Nienburg (Weser). – In: HÄSSLER, H.-J.: Das sächsische Gräberfeld bei Liebenau, Kr. Nienburg (Weser). – Teil 4, im Druck, Hildesheim.
- FIRBAS, F. (1934): Über die Bestimmung der Walddichte und der Vegetation walddloser Gebiete mit Hilfe der Pollenanalyse. – Planta **22**: 109-145, Berlin.
- FIRBAS, F. (1937): Der pollenanalytische Nachweis des Getreidebaus. – Z. f. Bot. **31**: 447-478, Jena.

- FIRBAS, F. (1948): Über das Verhalten von *Artemisia* in einigen Pollendiagrammen. – Biol. Zbl. **67**: 17-22, Leipzig.
- FIRBAS, F. (1949): Spät- und nacheiszeitliche Waldgeschichte Mitteleuropas nördlich der Alpen. – **1**: 480 S., Jena.
- FIRBAS, F. (1952): Spät- und nacheiszeitliche Waldgeschichte Mitteleuropas nördlich der Alpen. – **2**: 256 S., Jena.
- FRENCH, H.M. (1976): The periglacial environment. – 309 S., London – New York.
- FRENZEL, B. (1977): Postglaziale Klimaschwankungen im südwestlichen Mitteleuropa. – In: FRENZEL, B. (Hrsg.): Dendrochronologie und postglaziale Klimaschwankungen in Europa. – 297-322, Wiesbaden.
- FRENZEL, B. (1979): Dendrochronologie und Landschaftsökologie. – Allgem. Forst-Z. **49**: 1355-1359, Stuttgart.
- FRENZEL, B. (1983): Die Vegetationsgeschichte Südwestdeutschlands im Eiszeitalter. – In: Urgeschichte in Baden-Württemberg. – 93-166, Stuttgart.
- FURCH, H. (1986): Pollenanalytische Untersuchungen zur Vegetations- und Siedlungsgeschichte im Hücker Moor/Kreis Herford. – unveröff. Diplomarb.: 108 S., Münster.
- GAILLARD, M.-J. & B.E. BERGLUND (1988): Land-use history during the last 2700 years in the area of Bjäresjö, southern Sweden. – In: BIRKS, H.H. et al. (Hrsg.): The cultural landscape – past, present and future. – 409-429, Cambridge.
- GENRICH, A. (1960): Der Friedhof Liebenau und seine Bedeutung für die Besiedlungs- und Kulturgeschichte des Mittelwesergebietes. – Die Kunde, Mitt. nieders. Landesver. Urgesch. NF **11**: 60-65, Hannover.
- GENRICH, A. (1975): Der Friedhof bei Liebenau in Niedersachsen. – Ausgrab. i. Dtschl. **3**: 17-40, Mainz.
- GENRICH, A. & W. STRAUTZ (1959): Bericht über die Ausgrabung einer frühgeschichtlichen Siedlung im Auenlehm der Wesertalau bei Wellie, M.Bl. Stolzenau. – Archiv NLF, Nr. 68301 (unveröff.): 15 S., Hannover.
- GEYH, M.A. (1971): Die Anwendung der <sup>14</sup>C-Methode – Entnahme, Auswahl und Behandlung von <sup>14</sup>C-Proben sowie die Auswertung und Verwendung von <sup>14</sup>C-Ergebnissen. – Clausthaler Tekton. Hefte **11**: 118 S., Clausthal-Zellerfeld.
- GEYH, M.A. (1983): Physikalische und chemische Datierungsmethoden in der Quartärforschung – Praktische Aspekte zur Entnahme, Auswahl und Behandlung von Proben sowie zur Beurteilung und Interpretation geochronologischer Ergebnisse. – Clausthaler Tekton. Hefte **19**: 163 S., Clausthal-Zellerfeld.
- GEYH, M.A., J. MERKT & H. MÜLLER (1971): Sediment-, Pollen- und Isotopenanalysen an jahreszeitlich geschichteten Ablagerungen im zentralen Teil des Schleinsees. – Arch. Hydrobiol. **69**, 3: 366-399, Stuttgart.
- GOLOMBEK, E.B. (1980): Pollenanalytische Untersuchungen zur spät- und postglazialen Vegetationsgeschichte im Drömling. – Ber. naturhist. Ges. Hannover **123**: 79-157, Hannover.
- GONERA, P. (1986): Zmiany Geometrii Koryt Meandrowych Warty. – Uniwersytet im. Adama Mickiewiczaw Poznaniu, Seria Geografia **33**: 84 S., Poznan.
- GRAHLE, H.-O. & H. MÜLLER (1967): Das Zwischenahner Meer. – Oldenburger Jb. **66**: 83-121, Oldenburg.
- GRICHUK, M.P. (1967): The study of pollen spectra from recent and ancient alluvium. – Rev. Palaeobot. Palynol. **4**: 107-112, Amsterdam.
- GRÜGER, E. (1980): Das Alter des Quell-Erlenwaldes Fiekers Busch bei Rinteln a.d. Weser nach pollenanalytischen Untersuchungen. – Mitt. flor.-soz. Arbeitsgem. **22**: 139-144, Göttingen.
- HAEUPLER, H. & P. SCHÖNFELDER (1988): Atlas der Farn- und Blütenpflanzen der Bundesrepublik Deutschland. – 768 S., Stuttgart.
- HÄNDEL, D. (1964): Zur Genese des Auelehms in den nordwestsächsischen Flußauen. – Geologie **13**: 1144-1146, Berlin.

- HÄSSLER, H.-J. (1983): Das sächsische Gräberfeld bei Liebenau, Kreis Nienburg (Weser). – Stud. z. Sachsenforsch. **5**, 1: 140 S., Hildesheim.
- HÄSSLER, H.-J. (1985): Das sächsische Gräberfeld bei Liebenau, Kreis Nienburg (Weser). – Stud. z. Sachsenforsch. **5**, 2: 146 S., Hildesheim.
- HÄSSLER, H.-J. (1992): Das sächsische Gräberfeld bei Liebenau, Kreis Nienburg (Weser). – Stud. z. Sachsenforsch. **5**, 3: im Druck, Hildesheim.
- HAHNE, J. (1991): Untersuchungen zur spät- und postglazialen Vegetationsgeschichte im nördlichen Bayern (Rhön, Grabfeld, Lange Berge). – Flora **185**: 17-32, Jena.
- HEMPEL, L. (1956): Über Alter und Herkunftsgebiet von Auelehmen im Leinetal. – Eiszeitalter u. Gegenwart **7**: 35-42, Öhringen/Württ..
- HENRION, I. (1990): Neue Pollendiagramme aus dem Frühpostglazial des Oberharzes. – Tuexenia **10**: 513-522, Göttingen.
- HESMER, H. & F.G. SCHROEDER (1963): Waldzusammensetzung und Waldbehandlung im Niedersächsischen Tiefland westlich der Weser und in der Münsterschen Bucht bis zum Ende des 18. Jahrhunderts. – Decheniana-Beih. **11**: 304 S., Bonn.
- HILBIG, W. (1970): Über die Pflanzengesellschaften des südlichen Teils der DDR. – I. Die Wasserpflanzengesellschaften. – Hercynia NF **8**: 4-33, Leipzig.
- HILBIG, W. & H. JAGE (1972): Übersicht über die Pflanzengesellschaften der DDR. – V. Die nitrophilen Saumgesellschaften. – Hercynia NF **9**, 4: 362-408, Leipzig.
- HILLER, A., T. LITT & L. EISSMANN (1991): Zur Entwicklung der jungquartären Tieflandtäler im Saale-Elbe-Raum unter besonderer Berücksichtigung von <sup>14</sup>C-Daten. – Eiszeitalter u. Gegenwart **41**: 26-46, Hannover.
- HINZE, C., H. JERZ, B. MENKE & H. STAUDE (1989): Geogenetische Definitionen quartärer Lockergesteine für die Geologische Karte 1:25000 (GK 25). – Geol. Jb. A **112**: 243 S., Hannover.
- HODENBERG, W. VON (1855): Hoyer Urkundenbuch. – I: 1047 S., Hannover.
- HÖFLE, H.-C. (1981): Erläuterungen zur Geologischen Karte von Niedersachsen, 1:25000, Blatt 3420 Stolzenau. – 79 S., Hannover.
- HORN, W. VON (1964): Deichgeschichte des Weser-Aller-Dreiecks. – 192 S., Verden.
- HUCKRIEDE, R. (1971): Über jungholozäne, vorgeschichtliche Löß-Umlagerung in Hessen. – Eiszeitalter u. Gegenwart **22**: 5-16, Öhringen/Württ..
- HUISSTEDEN, J. VAN (1990): Tundra rivers of the last glacial: sedimentation and geomorphological processes during the middle pleniglacial in Twente, Eastern Netherlands. – Meded. Rijks Geol. Dienst **44**, 3: 3-140, Maastricht.
- HUISSTEDEN, J. VAN & J. VANDENBERGHE (1988): Changing fluvial style of periglacial lowland rivers during the Weichselian Pleniglacial in the eastern Netherlands. – Z. Geomorph. NF, Suppl.-Bd. **71**: 131-146, Berlin – Stuttgart.
- HUISSTEDEN, J. VAN, J. VANDENBERGHE & B. VAN GEEL (1986): Late pleistocene stratigraphy and fluvial history of the Dinkel basin (Twente, Eastern Netherlands). – Eiszeitalter u. Gegenwart **36**: 43-59, Hannover.
- HULTÉN, E. (1971): Atlas of the distribution of vascular plants in northwestern Europe. – 531 S., Stockholm.
- HÜPPE, J., R. POTT & D. STÖRMER (1989): Landschaftsökologisch-vegetationsgeschichtliche Studien im Kiefernwuchsgebiet der nördlichen Senne. – Abh. Westf. Mus. f. Naturk. **51**, 3: 77 S., Münster.
- ISENBERG, E. (1979): Pollenanalytische Untersuchungen zur Vegetations- und Siedlungsgeschichte im Gebiet der Grafschaft Bentheim. – Abh. Landesmus. f. Naturk. **41**, 2: 60 S., Münster.
- IVERSEN, J. (1941): Landnam i Danmarks Stenalder. En pollenanalytisk Undersogelse over det forste Landbrugs Indvirkning paa Vegetationsudviklingen. – Danm. geol. Unders. **II/66**: 7-68, Kopenhagen.

- IVERSEN, J. (1954): The late-glacial flora of Danmark and its relation to climate and soil. – Danm. geol. Unders. **80**: 87-119, Kopenhagen.
- IVERSEN, J. (1960): Problems of the early post-glacial forest development in Danmark. – Danm. geol. Unders. **IV/4**: 1-32, Kopenhagen.
- JAGE, H. (1973): Das *Centunculo-Anthocerotetum* auf Äckern des mitteldeutschen Altpleistozängebietes. – Fedd. Rep. **83**, 7-8: 591-612, Berlin.
- JANSSEN, C.R. (1986): The use of local pollen indicators and of the contrast between regional and local pollen values in the assessment of the human impact on vegetation. – In: BEHRE, K.-E. (Hrsg.): Anthropogenic indicators in pollen diagrams. – 203-208, Rotterdam – Boston.
- JORDAN, H. (1987): Erläuterungen zur Geologischen Karte von Niedersachsen, 1:25000, Blatt 3924 Gronau. – 181 S., Hannover.
- KALICKI, T. (1987): Late glacial paleochannel of the Vistula river in Krakow-Nowa Huta. – Studia Geomorphologica Carpatho-Balcanica **21**: 93-108, Krakau.
- KNIPPING, M. (1989): Zur spät- und postglazialen Vegetationsgeschichte des Oberpfälzer Waldes. – Diss. Bot. **140**: 209 S., Berlin – Stuttgart.
- KNÖRZER, K.-H. (1991): Deutschland nördlich der Donau. – In: ZEIST, W. VAN, C. WASYLIKOWA & K.-E. BEHRE (Hrsg.): Progress in old world palaeoethnobotany. – 189-206, Rotterdam.
- KOLSTRUP, E. (1979): Herbs as july temperature indicators for parts of the pleniglacial and late-glacial in the Netherlands. – Geol. en Mijnbouw **58**, 3: 377-380, 's-Gravenhage.
- KOLSTRUP, E. (1990): Early and middle holocene vegetational development in Kurarp (Scania, South Sweden). – Rev. Palaeobot. Palynol. **63**: 233-257, Amsterdam.
- KOMAREK, J. & B. FOTT (1983): Die Binnengewässer: Das Phytoplankton des Süßwassers. – 7. Teil, 1. Hälfte, **16**: 1044 S., Stuttgart.
- KOZARSKI, S. (1983a): The holocene generation of paleomeanders in the Warta river valley, great polish lowlands. – Geol. Jb. A **71**: 109-118, Hannover.
- KOZARSKI, S. (1983b): River channel changes in the middle reach of the Warta valley, great Poland lowland. – Quaternary Studies in Poland **4**: 159-171, Warszawa – Posnan.
- KOZARSKI, S. & K. ROTNICKI (1977): Valley floors and changes of river channel patterns in the North Polish Plain during the Late Würm and Holocene. – Quaestiones Geographicae **4**: 51-95, Poznan.
- KÖRBER-GROHNE, U. (1967): Geobotanische Untersuchungen auf der Feddersen Wiede. – **1**: 357 S., Wiesbaden.
- KRAMM, E. (1978): Pollenanalytische Hochmooruntersuchungen zur Floren- und Siedlungsgeschichte zwischen Ems und Hase. – Abh. Landesmus. f. Naturk. **40**, 4: 44 S., Münster.
- KRAMM, E. (1981): Beiträge der Pollenanalyse zur Erforschung der Siedlungsgeschichte von Westfalen. – Natur- u. Landschaftskde. Westf. **17**, 4: 105-112, Hamm.
- KUBITZKI, K. (1960): Moorkundliche und pollenanalytische Untersuchungen am Hochmoor „Esterweger Dose“. – Schr. Naturw. Ver. Schlesw.-Holst. **30**: 12-28, Kiel.
- KUBITZKI, K. (1961): Zur Synchronisation der nordwesteuropäischen Pollendiagramme. – Flora **150**, 1: 43-72, Jena.
- KUHRY, P. (1985): Transgression of a raised bog across a coversand ridge originally covered with an oak-lime forest. Palaeoecological study of a holocene local vegetational succession in the Amtsvenn (Northwest Germany). – Rev. Palaeobot. Palynol. **44**: 303-353, Amsterdam.
- KÜSTER, H. (1988): Vom Werden einer Kulturlandschaft. – Vegetationsgeschichtliche Studien am Auerberg (Südbayern). – VCH, Acta Humaniora, Quellen u. Forsch. z. prähist. u. prov.-röm. Archäol., 1-163, Weinheim.
- KÜTTEL, M. (1977): Pollenanalytische und geochronologische Untersuchungen zur Piottino-Schwankung (Jüngere Dryas). – Boreas **6**: 259-274, Oslo.
- LANGE, E. (1978): Unkräuter in Leinfunden von der Spätlatenezeit bis zum 12. Jahrhundert (Ein Beitrag zur Entwicklung der Unkrautvegetation des Leins). – Ber. Dtsch. Bot. Ges. **91**: 197-204, Stuttgart – New York.

- LANGE, W. & B. MENKE (1967): Beiträge zur frühpostglazialen erd- und vegetationsgeschichtlichen Entwicklung im Eidergebiet, insbesondere zur Flußgeschichte und zur Genese des sogenannten Basistorfes. – *Meyniana* **17**: 29-44, Kiel.
- LESEMANN, B. (1968): Pollenanalytische Untersuchung eines Flachmoores im Umlaufstal der Weser bei Bodenfelde. – *Ber. naturhist. Ges. Hannover* **112**: 91-96, Hannover.
- LEUSCHNER, H.-H., A. DELORME, J. TÜXEN & H.-C. HÖFLE (1985): Eichenstammlagen in Mooren und Talauen und die Klimaverschlechterung im Subboreal. – *Flora* **177**: 283-295, Jena.
- LIPPS, S. (1987): Fluviale Dynamik nordwestdeutscher Flüsse im Jungquartär. – *Archiv NLFb*, Nr. 101213 (unveröff.), 66 S., Hannover.
- LIPPS, S. (1988): Fluviale Dynamik im Mittelwesertal während des Spätglazials und Holozäns. – *Eiszeitalter u. Gegenwart* **38**: 78-86, Hannover.
- LIPPS, S. & G. CASPERS (1990): Spätglazial und Holozän auf der Stolzenauer Terrasse im Mittelwesertal. – *Eiszeitalter u. Gegenwart* **40**: 111-119, Hannover.
- LITT, T. (1988): Stratigraphische Belege für anthropogen ausgelöste Bodenverlagerungen vom Neolithikum bis zur frühen Eisenzeit im circumherycynen Raum. – *Ethnogr.-Archäol. Z.* **29**: 129-137, Berlin.
- LOHMEYER, W. (1950): Das *Polygonum brittingeri-Chenopodium rubri* und das *Xanthio-Chenopodium rubri*, zwei flußbegleitende *Bidention*-Gesellschaften. – *Mitt. flor.-soz. Arbeitsgem.* **2**: 12-20, Stolzenau.
- LOSERT, H. (1953): Pollenanalytische Untersuchungen am „Blanken Flat“ bei Vesbeck. – *Mitt. flor.-soz. Arbeitsgem.* **4**: 137-146, Stolzenau.
- LOTTER, A. (1988): Paläoökologische und paläolimnologische Studie des Rotsees bei Luzern. – *Diss. Bot.* **124**: 187 S., Berlin – Stuttgart.
- LOTTER, A. (1990): Die Entwicklung terrestrischer und aquatischer Ökosysteme am Rotsee (Zentralschweiz) im Verlauf der letzten 15000 Jahre. – *Mitt. Naturforsch. Ges. Luzern* **31**: 81-97.
- LUDWIG, G., H. MÜLLER & H. STREIF (1981): New dates on holocene sea-level changes in the German Bight. – *Spec. Publs. int. Ass. Sediment.* **5**: 211-219, Oxford.
- LÜDI, W. (1930): Die Methoden der Sukzessionsforschung in der Pflanzensoziologie. – *Handb. d. biol. Arbeitsmeth.* **XI**, 5: 527-728, Abderhalden.
- LÜTTIG, G. (1960): Zur Gliederung des Auelehms im Flußgebiet der Weser. – *Eiszeitalter u. Gegenwart* **11**: 39-50, Öhringen/Württ..
- LÜTTIG, G. & K.-D. MEYER (1980): Erläuterungen zur Geologischen Karte von Niedersachsen, 1:25000, Blatt 3320 Liebenau. – 118 S., Hannover.
- MAC DONALD, G.M., C.P.S. LARSEN, J.M. SZEICZ & K.A. MOSER (1991): The reconstruction of boreal forest fire history from lake sediments: a comparison of charcoal, pollen, sedimentological, and geochemical indices. – *Quat. Science Rev.* **10**: 53-71, Oxford.
- MENKE, B. (1969): Vegetationsgeschichtliche Untersuchungen an altpleistozänen Ablagerungen aus Lieth bei Elmshorn. – *Eiszeitalter u. Gegenwart* **20**: 76-83, Öhringen/Württ..
- MENKE, B. (1970): Ergebnisse der Pollenanalyse zur Pleistozän-Stratigraphie und zur Pliozän-Pleistozän-Grenze in Schleswig-Holstein. – *Eiszeitalter u. Gegenwart* **21**: 5-21, Öhringen/Württ..
- MERKT, J. & H. STREIF (1970): Stechrohr-Bohrgeräte für limnische und marine Lockersedimente. – *Geol. Jb.* **88**: 137-148, Hannover.
- MIELKE, K. & H. MÜLLER (1981): Palynologie. – In: BENDER, F. (Hrsg.): *Angewandte Geowissenschaften.* – **1**: 393-407, Stuttgart.
- MOHR, R. (1990): Untersuchungen zur nacheiszeitlichen Vegetations- und Moorentwicklung im nordwestlichen Niedersachsen mit besonderer Berücksichtigung von *Myrica gale* L.. – *Vechtaer Geogr. Arb.* **12**: 144 S., Vechta.
- MOLDE, P. (1991): Aktuelle und jungholozäne fluviale Geomorphodynamik im Einzugsgebiet des Wendebaches (Südniedersachsen). – *Göttinger Geogr. Abh.* **94**: 107 S., Göttingen.

- MOORE, P.D. & J.A. WEBB (1983): An illustrated guide to pollen analysis. – 133 S., London.
- MÜLLER, E.H. (1959): Art und Herkunft des Lösses und Bodenbildungen in den äolischen Ablagerungen Nordrhein-Westfalens unter Berücksichtigung der Nachbargebiete. – Fortschr. Geol. Rhld. u. Westf. **4**: 255-265, Krefeld.
- MÜLLER, H. (1956): Ein Beitrag zur holozänen Emstalentwicklung zwischen Meppen und Dörpen auf Grund von pollenanalytischen Untersuchungen. – Geol. Jb. **71**: 491-504, Hannover.
- MÜLLER, H. (1970): Ökologische Veränderungen im Otterstedter See im Laufe der Nacheiszeit. – Ber. naturhist. Ges. Hannover **114**: 33-47, Hannover.
- MÜLLER, H. (1974): Pollenanalytische Untersuchungen und Jahresschichtenzählungen an der eem-zeitlichen Kieselgur von Bispingen/Luhe. – Geol. Jb. A **21**: 149-169, Hannover.
- MÜLLER, H. (1987): Zusammenfassung der Ergebnisse der in den letzten 20 Monaten an Proben aus dem Wesertal zwischen Liebenau und Achim durchgeführten palynologischen Untersuchungen. – Archiv NLFb, Anhang zu Nr. 101213 (unveröff.), 13 S., Hannover.
- MÜLLER, I. (1948): Der pollenanalytische Nachweis der menschlichen Besiedlung im Federsee- und Bodenseegebiet. – Planta **35**: 70-87, Berlin – Göttingen – Heidelberg.
- NATERMANN, E. (1941): Das Sinken der Wasserstände der Weser und ihr Zusammenhang mit der Auelehmabildung des Wesertales. – Arch. Landes- u. Volkskde. Nieders. **9**: 288-309, Hannover.
- NEUMEISTER, H. (1964): Beiträge zum Auelehmproblem des Pleiße- und Elstergbietes. – Wiss. Veröff. dtsh. Inst. Länderkde. NF **21/22**: 65-131, Leipzig.
- NIETSCH, H. (1952): Zur spät- und nacheiszeitlichen Entwicklung einiger Flußtäler im nordwestlichen Deutschland. – Z. Dtsch. Geol. Ges. **104**, 1: 29-40, Hannover.
- NIETSCH, H. (1955a): Untersuchungen über die jüngere Talgeschichte der Weser bei Schlüsselburg und das Alter des Niederterrassenlehms bei Stolzenau. – Jb. geogr. Ges. Hannover 1954 u. 1955: 19-28, Hannover.
- NIETSCH, H. (1955b): Hochwasser, Auenlehm und vorgeschichtliche Siedlung. Ein Beitrag auf der Grundlage des Wesergebietes. – Erdkunde **9**, 1/4: 20-39, Bonn.
- NIETSCH, H. (1959): Vorgeschichtsfunde in Weserauenlehm. – Die Kunde, Mitt. nieders. Landesver. Urgesch., NF **10**, 3-4: 256-260, Hannover.
- OBERDORFER, E. (1983): Pflanzensoziologische Exkursionsflora. – 1051 S., 5. Aufl., Stuttgart.
- O'CONNELL, M. (1986): Pollenanalytische Untersuchungen zur Vegetations- und Siedlungsgeschichte aus dem Lengener Moor, Friesland (Niedersachsen). – Probl. d. Küstenforsch. i. südl. Nordseegeb. **16**: 171-193, Hildesheim.
- OESAU, A. (1973): Ackerunkrautgesellschaften im Pfälzer Wald. – Mitt. Pollichia **20/III**: 5-32, Bad Dürkheim.
- OLSSON, I.U. (1986): Radiometric dating. – In: BERGLUND, B.E. (Hrsg.): Handbook of holocene palaeoecology and palaeohydrology. – 273-312, Chichester – New York.
- OVERBECK, F. (1949): Ein spätglaziales Profil von Huxfeld bei Bremen. – Planta **37**, 3: 376-398, Berlin – Göttingen – Heidelberg.
- OVERBECK, F. (1950): Die Moore Niedersachsens. – Geol. u. Lagerst. Nds. A **I**, 3: 112 S., Bremen.
- OVERBECK, F. (1975): Botanisch-geologische Moorkunde. – 719 S., Neumünster.
- PASSARGE, H. (1959): Pflanzengesellschaften zwischen Trebel, Grenz-Bach und Peene (O-Mecklenburg). – Fedd. Rep., Beih. **138**: 1-56, Berlin.
- PEARSON, F.J., C.J. NORONHA & R.W. ANDREWS (1983): Mathematical modelling of the distribution of natural 14-C, 234-U and 238-U in a regional groundwater system. – Radiocarbon **25**: 291-300, New Haven/Conn..
- PFAFFENBERG, K. (1930): Das Geestmoor bei Blockwinkel (Kreis Sulingen in Hannover). – Jb. preuß. geol. Landesanst. **51**: 337-349, Berlin.
- PFAFFENBERG, K. (1934): Stratigraphische und pollenanalytische Untersuchungen in einigen Mooren nördlich des Wiehengebirges. – Jb. preuß. geol. Landesanst. **54**: 160-193, Berlin.

- PÖRTGE, K.-H. & J. HAGEDORN (Hrsg.) (1989): Beiträge zur aktuellen fluvialen Morphodynamik. – Göttinger Geogr. Abh. **86**: 143 S., Göttingen.
- POHL, F. (1937): Die Pollenerzeugung der Windblütler. – Beih. z. Bot. Cbl. A **56**: 365-470, Dresden.
- POTONIÉ, R. (1934): Zur Mikrobiologie der Kohlen und ihrer Verwandten. – Arb. Inst. Paläobot. **4**: 125 S., Berlin.
- POTT, R. (1980): Die Wasser- und Sumpfvegetation eutropher Gewässer in der Westfälischen Bucht – Pflanzensoziologische und hydrochemische Untersuchungen. – Abh. Landesmus. f. Naturk. **42**, 2: 156 S., Münster.
- POTT, R. (1982): Das Naturschutzgebiet „Hiddeser Bent – Donoper Teich“ in vegetationsgeschichtlicher und pflanzensoziologischer Sicht. – Abh. Westf. Mus. f. Naturk. **44**, 3: 108 S., Münster.
- POTT, R. (1984): Pollenanalytische Untersuchungen zur Vegetations- und Siedlungsgeschichte im Gebiet der Borkenberge bei Haltern in Westfalen. – Abh. Westf. Mus. f. Naturk. **46**, 2: 28 S., Münster.
- POTT, R. (1985): Vegetationsgeschichtliche und pflanzensoziologische Untersuchungen zur Niederwaldwirtschaft in Westfalen. – Abh. Westf. Mus. f. Naturk. **47**, 4: 75 S., Münster.
- POTT, R. (1988): Entstehung von Vegetationstypen und Pflanzengesellschaften unter dem Einfluß des Menschen. – Düsseldorfer Geobot. Kolloq. **5**: 27-54, Düsseldorf.
- POTT, R. (1989a): Die Formierung von Buchenwaldgesellschaften im Umfeld der Mittelgebirge Nordwestdeutschlands unter dem Einfluß des Menschen. – Ber. Geobot. Inst. Univ. Hannover **1**: 30-44, Hannover.
- POTT, R. (1989b): Historische und aktuelle Formen der Bewirtschaftung von Hecken in Nordwestdeutschland. – Forstw. Cbl. **108**: 111-121, Hamburg – Berlin.
- POTT, R. (1990): Die nacheiszeitliche Ausbreitung und heutige pflanzensoziologische Stellung von *Ilex aquifolium* L.. – Tuexenia **10**: 497-512, Göttingen.
- POTT, R. & E. BURRICHTER (1983): Der Bentheimer Wald. Geschichte, Physiognomie und Vegetation eines ehemaligen Hude- und Schneitelwaldes. – Forstw. Cbl. **102**: 350-361, Hamburg – Berlin.
- POTT, R. & G. CASPERS (1989): Waldentwicklung im südwestfälischen Bergland. – Spieker **33**: 45-56, Münster.
- POTT, R. & J. HÜPPE (1991): Die Hudelandschaften Nordwestdeutschlands. – Abh. Westf. Mus. f. Naturk. **53**, 1/2: 313 S., Münster.
- PUNT, W. (1976): The northwest european pollen flora. – I: 145 S., Amsterdam – Oxford – New York.
- PUNT, W. & G.C.S. CLARKE (1980): The northwest european pollen flora. – II: 265 S., Amsterdam – Oxford – New York.
- PUNT, W. & G.C.S. CLARKE (1981): The northwest european pollen flora. – III: 138 S., Amsterdam – Oxford – New York.
- PUNT, W. & G.C.S. CLARKE (1984): The northwest european pollen flora. – IV: 369 S., Amsterdam – Oxford – New York.
- PUNT, W. & M. MALOTAUX (1984): *Cannabaceae*, *Moraceae* and *Urticaceae*. – Rev. Palaeobot. Palynol. **42**: 23-44, Amsterdam.
- RALSKA-JASIEWICZOWA, M. & L. STARKEL (1988): Record of the hydrological changes during the holocene in the lake, mire and fluvial deposits of Poland. – Folia Quaternaria **57**: 91-127, Krakau.
- RAN, E.T.H. (1990): Dynamics of vegetation and environment during the middle pleniglacial in the Dinkel valley (The Netherlands). – Meded. Rijks Geol. Dienst **44**, 3: 141-208, Maastricht.
- RAN, E.T.H. & J. VAN HUISSTEDEN (1990): The Dinkel valley in the middle pleniglacial: dynamics of a tundra river system. – Meded. Rijks Geol. Dienst **44**, 3: 209-220, Maastricht.

- REHAGEN, H.-W. (1964): Zur spät- und postglazialen Vegetationsgeschichte des Niederrheingebietes und Westmünsterlandes. – Fortschr. Geol. Rhld. u. Westf. **12**: 55-96, Krefeld.
- REICHELT, G. (1950): Die Vegetation des Bollseegebietes bei Stolzenau und ihre Entwicklungsgeschichte. – unveröff. Staatsexamensarb., 83 S., Göttingen.
- RÖSCH, M. (1987): Der Mensch als landschaftsprägender Faktor des westlichen Bodenseegebietes seit dem späten Atlantikum. – Eiszeitalter u. Gegenwart **37**: 19-29, Hannover.
- ROTNIKI, K. & M. LATALOWA (1986): Palaeohydrology and fossilisation of a meandering channel of younger dryas age in the middle Prosna river valley. – Quaternary Studies in Poland **7**: 73-90, Warszawa – Poznan.
- SHELLMANN, G. (1990): Fluviale Geomorphodynamik im jüngeren Quartär des unteren Isar- und angrenzenden Donautales. – Düsseldorfer Geogr. Schr. **29**: 131 S., Düsseldorf.
- SCHIRMER, W. (1980): Exkursionsführer zum Symposium Franken. – Holozäne Talentwicklung – Methoden und Ergebnisse. – 210 S., Düsseldorf.
- SCHIRMER, W. (1983): Die Talentwicklung an Main und Regnitz seit dem Hochwürm. – Geol. Jb. A **71**: 11-43, Hannover.
- SCHIRMER, W. (Hrsg.) (1990): Rheingeschichte zwischen Mosel und Maas. – DEUQUA-Führer I: 295 S., Hannover.
- SCHIRNIG, H. (1969): Die Keramik der Siedlung Böhme, Kr. Fallingbostal, aus der römischen Kaiserzeit. – Göttinger Schr. Vor- u. Frühgesch. **11**: 121 S., Neumünster.
- SCHMIDT, B. (1977): Der Aufbau von Jahrringchronologien im Holozän mit Eichen (*Quercus* sp.) aus dem Rhein-, Weser- und Werregebiet. – In: FRENZEL, B. (Hrsg.): Dendrochronologie und postglaziale Klimaschwankungen in Europa. – 91-98, Wiesbaden.
- SCHMITZ, H. (1953): Die Waldgeschichte Ostholsteins und der zeitliche Verlauf der postglazialen Transgression an der holsteinischen Ostseeküste. – Ber. Dtsch. Bot. Ges. **66**: 151-166, Berlin.
- SCHNEEKLOTH, H. (1963a): Das Hohe Moor bei Scheeßel (Kreis Rotenburg/Hannover). – Beih. geol. Jb. **55**: 1-104, Hannover.
- SCHNEEKLOTH, H. (1963b): Das Weiße Moor bei Kirchwalsede (Kreis Rotenburg/Hannover). – Beih. geol. Jb. **55**: 105-138, Hannover.
- SCHNEEKLOTH, H. & S. SCHNEIDER (1970): Die Moore in Niedersachsen. – Forschungen zur Landes- und Volkskde. A **96**, 1: 60 S., Göttingen – Hannover.
- SCHNEEKLOTH, H., U. JENSEN & H.-J. BEUG (1983): Die Moore in Niedersachsen. – Forschungen zur Landes- und Volkskde. A **96**, 8: 88 S., Göttingen – Hannover.
- SCHNEIDER, S. & H.-U. STECKHAN (1963): Das Große Moor bei Barnstorf (Kreis Grafschaft Diepholz). – Beih. geol. Jb. **55**: 139-191, Hannover.
- SCHWABE-BRAUN, A. (1980): Wirtschaftsbedingte Vegetationstypen auf Extensivweiden im Schwarzwald. – Ber. Naturf. Ver. **70**: 57-95, Freiburg.
- SELLE, W. (1959): Beiträge zur Siedlungs- und Vegetationsgeschichte in Niedersachsen. – Ber. naturhist. Ges. Hannover **104**: 60-78, Hannover.
- SMETTAN, H.W. (1989): Der *Cannabis/Humulus*-Pollentyp und seine Auswertung im Pollendia-gramm. – Diss. Bot. **133**: 25-40, Berlin – Stuttgart.
- SMETTAN, H.W. (1990): Naturwissenschaftliche Untersuchungen in der Neckarschlinge bei Lauffen am Neckar. – Fundber. Bad.-Württ. **15**: 437-473, Stuttgart.
- STALLING, H. (1983): Untersuchungen zur nacheiszeitlichen Vegetationsgeschichte des Meißners (Nordhessen). – Flora **174**: 357-376, Jena.
- STARKEKEL, L. (Hrsg.) (1982): Evolution of the Vistula river valley during the last 15000 years, part I. – Geogr. Studies **1**: 169 S., Wroclaw.
- STARKEKEL, L. (Hrsg.) (1987): Evolution of the Vistula river valley during the last 15000 years, part II. – Geogr. Studies **4**: 252 S., Wroclaw.
- STRAKA, H. (1954): Die Pollenmorphologie der europäischen *Cornus*-Arten und einiger ähnlicher Pollentypen. – Flora **141**: 101-109, Jena.

- STRAUTZ, W. (1958): Bericht über die Kartierung auf Meßtischblatt Stolzenau 3420. – Archiv NLFb, Nr. 9133 (unveröff.): 33 S., Hannover.
- STRAUTZ, W. (1959): Früheisenzeitliche Siedlungsspuren in einem älteren Auelehm des Wesertales bei Wellie (Krs. Nienburg). – Die Kunde, Mitt. nieders. Landesver. Urgesch. NF **10**: 69-83, Hannover.
- STRAUTZ, W. (1963): Auelehmbildung und -gliederung im Weser- und Leinetal mit vergleichenden Zeitbestimmungen aus dem Flußgebiet der Elbe. Ein Beitrag zur Landschaftsgeschichte der nordwestdeutschen Flußauen. – Beitr. Landespf. **1**: 273-314, Stuttgart.
- STREET, M. (1986): Ein Wald der Allerödzeit bei Miesenheim, Stadt Andernach (Neuwieder Becken). – Arch. Korrespondenzbl. **16**: 13-22, Mainz.
- STREIF, H. (1990): Das ostfriesische Küstengebiet. – Samml. Geol. Führer **57**: 376 S., 2. Aufl., Berlin – Stuttgart.
- STUIVER, M. & E.H. KRA (1986): Calibration Issue. – Radiocarbon **28**, 2B, New Haven/Conn..
- TACKENBERG, K. (1934): Die Kulturen der frühen Eisenzeit in Mittel- und Westhannover. – Die Urnenfriedhöfe in Niedersachsen **1**, 3/4: 182 S., Hildesheim – Leipzig.
- TACKENBERG, K. (1959): Die Scherben der Grabung Wellie. – Die Kunde, Mitt. nieders. Landesver. Urgesch. NF **10**, 1/2: 87-89, Hannover.
- TAUBER, H. (1967): Investigations of the mode of pollen transfer in forested areas. – Rev. Palaeobot. Palynol. **4**: 277-286, Amsterdam.
- TAUBER, H. (1968): Pollenverbreitung in Waldgebieten. – Ber. Dtsch. Bot. Ges. **81**: 489-490, Berlin.
- TIDELSKI, F. (1929): Untersuchungen über spät- und postglaziale Ablagerungen in Becken der kuppigen Grundmoränenlandschaft Schleswig-Holsteins. – Arch. Hydrobiol. **20**: 345-398, Stuttgart.
- TOMCZAK, A. (1987): Evolution of the Vistula valley in the Torun Basin in the late glacial and holocene. – In: STARKEL, L. (Hrsg.): Evolution of the Vistula river valley during the last 15000 years. – 207-231, Wrocław.
- TROELS-SMITH, J. (1953): Ertebollekultur – Bondekultur. – Resultater af de Sidste 10 Aars Undersogelser i Aamoosen. – Aarb. nord. Oldk. Hist.: 5-62, Kopenhagen.
- TROELS-SMITH, J. (1960): Ivy, Mistletoe and Elm. Climate indicators. Fodder plants. – Danm. geol. Unders. **2/4**: 1-24, Kopenhagen.
- TURNER, J. (1962): The *Tilia*-decline: an anthropogenic interpretation. – The New Phytologist **61**: 328-341, Oxford.
- TÜXEN, J. (1958): Stufen, Standorte und Entwicklung von Hackfrucht- und Garten-Unkrautgesellschaften und deren Bedeutung für Ur- und Siedlungsgeschichte. – Angew. Pflanzensoz. **16**: 164 S., Stolzenau.
- TÜXEN, J. (1983): Vor- und Frühgeschichte/Dorfentwicklung. – In: Gemeinde Leese (Hrsg.): 800 Jahre Gemeinde Leese. – 13-108, Stadthagen.
- TÜXEN, R. (1950): Grundriß einer Systematik der nitrophilen Unkrautgesellschaften in der Eurosibirischen Region. – Mitt. flor.-soz. Arbeitsgem. NF **2**: 94-175, Stolzenau.
- TÜXEN, R. (1956): Die heutige potentielle natürliche Vegetation als Gegenstand der Vegetationskartierung. – Angew. Pflanzensoz. **13**: 5-42, Stolzenau.
- USINGER, H. (1975): Pollenanalytische und stratigraphische Untersuchungen an zwei Spätglazial-Vorkommen in Schleswig-Holstein. – Mitt. Arbeitsgem. Geobot. Schlesw.-Holst. u. Hamburg **25**: 183 S., Kiel.
- USINGER, H. (1982): Pollenanalytische Untersuchungen an spätglazialen und präborealen Sedimenten aus dem Meerfelder Maar (Eifel). – Flora **172**: 373-409, Jena.
- VANDENBERGHE, J., S. BOHNCKE, W. LAMMERS & L. ZILVERBERG (1987): Geomorphology and palaeoecology of the Mark valley (southern Netherlands): geomorphological valley development during the Weichselian and Holocene. – Boreas **16**: 55-67, Oslo.
- Verein für Geschichte u. Altertumskunde Westfalens (Hrsg.) (1892): Codex Traditionum Westfalicarum. – IV. Fürstabtei Herford. – Münster.

- WAGENITZ, G. (1956): Pollenmorphologie der mitteleuropäischen *Valerianaceen*. – Flora **143**: 473-485, Jena.
- WEGMÜLLER, S. & M. WELTEN (1973): Spätglaziale Bimstufungen des Laacher Vulkanismus im Gebiet der westlichen Schweiz und der Dauphine (F). – *Eclogae Geol. Helv.* **66**: 533-541.
- WEISE, O.R. (1983): Das Periglazial – Geomorphologie und Klima in gletscherfreien, kalten Regionen. – 199 S., Berlin – Stuttgart.
- WHITTINGTON, G. & A.D. GORDON (1987): The differentiation of the pollen of *Cannabis sativa* from that of *Humulus lupulus*. – *Pollen et Spores* **29**: 111-120, Paris.
- WIERMANN, R. & D. SCHULZE (1986): Pollenanalytische Untersuchungen im Großen Torfmoor bei Nettelstedt (Kreis Minden-Lübbecke). Ein Beitrag zur Vegetations- und Siedlungsgeschichte im Vorland des Wiehengebirges. – *Abh. Westf. Mus. f. Naturk.* **48**, 2/3: 481-495, Münster.
- WIJNSTRA, T.A. & E. DE VIN (1971): The new Dinkel canal section. – *Meded. Rijks Geol. Dienst* **22**: 101-129, Maastricht.
- WILLERDING, U. (1960): Beiträge zur jüngeren Geschichte der Flora und Vegetation der Flußauen. – Flora **149**: 435-476, Jena.
- WILLERDING, U. (1967): Beiträge zur jüngeren Geschichte der Flora und Vegetation der Flußauen. – *Pflanzensoziol. u. Palynol.*, 71-77, Den Haag.
- WILLERDING, U. (1970): Vor- und frühgeschichtliche Kulturpflanzenfunde in Mitteleuropa. – *Neue Ausgr. u. Forsch. i. Nieders.* **5**: 287-375, Hildesheim.
- WILLERDING, U. (1986): Zur Geschichte der Unkräuter Mitteleuropas. – *Göttinger Schr. Vor- u. Frühgesch.* **22**: 382 S., Neumünster.
- WILLUTZKI, H. (1962): Zur Waldgeschichte und Vermoorung sowie über Rekurrenzflächen im Oberharz. – *Nova Acta Leopoldina* **25**, 160: 52 S., Leipzig.
- ZEIST, W. VAN (1959): Studies on the post-boreal vegetational history of south-eastern Drenthe (Netherlands). – *Acta Bot. Neerl.* **8**: 156-184, Den Haag.
- ZOLITSCHKA, B. (1988): Spätquartäre Sedimentationsgeschichte des Meerfelder Maares (Westefel). – *Mikrostratigraphie jahreszeitlich geschichteter Seesedimente*. – *Eiszeitalter u. Gegenwart* **38**: 87-93, Hannover.
- ZOLLER, H. (1960): Pollenanalytische Untersuchungen zur Vegetationsgeschichte der insubrischen Schweiz. – *Denkschr. Schweizer Naturforsch. Ges.* **83**, 2: 156 S., Zürich.

Anschrift des Verfassers: Dr. Gerfried Caspers  
 Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung  
 Stilleweg 2  
 D-3000 Hannover 51

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

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Abhandlungen aus dem Westfälischen Provinzial-Museum für Naturkunde](#)

Jahr/Year: 1993

Band/Volume: [55\\_1\\_1993](#)

Autor(en)/Author(s): Caspers Gerfried

Artikel/Article: [Vegetationsgeschichtliche Untersuchungen zur Flußauenentwicklung an der Mittelweser im Spätglazial und Holozän 3-101](#)