

Verh. Bot. Ver. Prov. Brandenburg	115	21-72	Berlin 1980
-----------------------------------	-----	-------	-------------

POLLENANALYTISCHE UNTERSUCHUNGEN IM SPÄTGLAZIAL
UND FRÜHEN POSTGLAZIAL BERLINS

Arthur Brande

Mit 2 Tabellen und 7 Abbildungen

Inhalt

	Seite
1. Einleitung	23
2. Untersuchungsgebiet	23
3. Profilbeschreibungen und Methodik	26
4. Datierung der Pollendiagramme	28
5. Pollenstratigraphische Befunde	35
5.1 Juniperus	35
5.2 Betula	37
6. Vegetationsgeschichtliche Folgerungen	38
7. Material zur Florengeschichte	43
8. Beiträge zur natürlichen Landschaftsentwicklung	52
8.1 Gewässer	52
8.2 Terrestrische Standorte	54
8.3 Wälder	56
8.4 Siedlungsgeschichtliche Beziehungen	56
9. Zusammenfassung	61
10. Summary	62
11. Literatur	64

1. Einleitung

Vegetation und Flora zu Beginn der anthropogenen Umwandlung der Urlandschaft stellen eine wesentliche Grundlage für die Beurteilung des Natürlichkeitsgrades von kulturräumlichen Einheiten bis hin zu großstädtischen Freiflächen dar. Sie selbst sind aber das Ergebnis einer Entwicklung, die bereits im Spätglazial einsetzte und über das frühe Postglazial hinaus mit erheblicher Dynamik ablief.

Für diese Zeitabschnitte sind im Berliner Raum an paläobotanischem Material bisher ein Pollendiagramm aus dem Stadtgebiet und mehrere aus dem Umland veröffentlicht worden (Abb. 1), die die Entwicklung in ihren Hauptzügen erkennen lassen. Dabei blieb jedoch eine Reihe verschiedener Punkte wie die biostratigraphische Bedeutung präallerödzeitlicher *Juniperus*- und allerödzeitlicher *Betula*-Werte, der Vegetationscharakter der jüngeren Tundrenzeit und die Ausbreitungsgeschichte verschiedener pollenanalytisch gut nachweisbarer Sippen unzureichend bekannt. Die vorliegenden Pollendiagramme sollen einerseits zur Klärung dieser Fragen beitragen. Zum anderen erlaubt die Auswahl der Untersuchungspunkte für wichtige Phasen der natürlichen Landschaftsentwicklung in den weichselzeitlichen Sandgebieten einen ersten Vergleich von Kames- und Talsandflächen im Stadtgebiet von Berlin (West).

2. Untersuchungsgebiet

Das Diagramm Pechsee (Abb. 1: 6) stammt aus dem Kamesgebiet des Grunewaldes, das sich westlich über eine Sandhochfläche an die Teltower Grundmoränenplatte anschließt. Den Charakter einer Kameslandschaft erhält dieser Teil des Grunewaldes durch seinen sandig-kiesigen Untergrund und die kuppige Oberfläche mit Höhen bis 97 m NN (Diskussion der Genese bei MIELKE 1971). Der im östlichen Randbereich verlaufende Grunewaldgraben, ein Parallelzug zur Havel- und Grunewaldseenrinne, enthält vier größere Verlandungsmoore, drei von ihnen mit Restseen, darunter dem Pechsee. Er ist eines der bereits gut untersuchten Berliner Naturschutzgebiete (SUKOPP 1978). Im Norden grenzt der Grunewald an das Berliner Urstromtal, aus dem das Diagramm Tegeler See (Abb. 1: 7) stammt. Das Talsandgebiet um Tegel am Schnittpunkt von Havel- und Urstromtal trägt einzelne vorwie-

gend NW-SO orientierte Dünenzüge (Abb. 3) und ein Dünenfeld zwischen Nordrand des Tegeler Sees und Barnimer Grundmoränenplatte. Der Tegeler See, im Urstromtal selbst gelegen, gehört zu einer nach SW ziehenden Rinne, die von der Barnimer Hochfläche kommend sich oberhalb Spandaus mit der Havelseenrinne vereinigt.

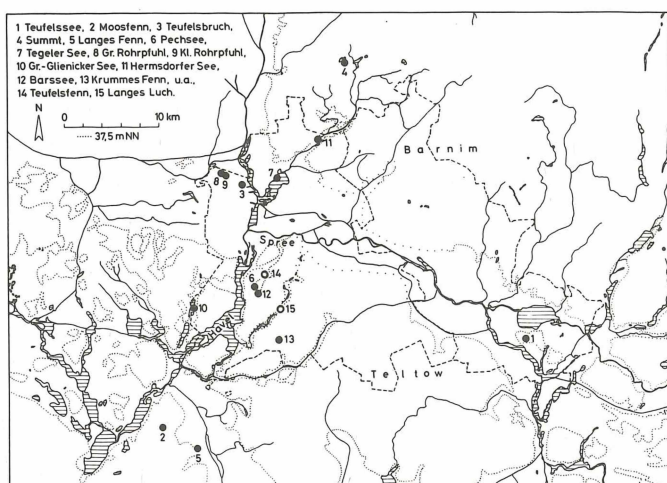


Abbildung 1: Pollenanalytisch untersuchte Spätglazialablagerungen mit älterödzeitlichem Laacher Tuff in Berlin und Umgebung. 37,5 m-Linie als annähernde Begrenzung der Hochflächen. Untersuchungspunkte 1-6: H.M. MÜLLER (1965a), 6, 7-13 und weitere in Berlin (West): eigene Untersuchungen. Veröffentlichte Pollendiagramme spätglazialer incl. frühpostglazialer Ablagerungen: 3 H.M. MÜLLER (1965b), 4 dies. (1965a, 1970), 5 dies. (1970, 1971), 6-7 vorliegende Diagramme, 14-15 HEIN (1931; ohne Spätglazial); aus dem weiteren Umland s. H.M. MÜLLER (1961, 1965a, 1966, 1967, 1970).

Die B ö d e n auf den Kames- und Hochflächensanden sind wie auf den Tal- und Dünenanden schwach podsolierte Braunerden ("Rosterden"), die im ersten Fall infolge geringeren Feinsandgehalts trockener und nährstoffärmer als im Talbereich sind (BLUME & al. 1974). Die Verzahnung mit den hydromorphen Böden (Feuchtpodsole, Naßgleye u.a., vgl. NEUMANN 1976, DÜMLER & al. 1976) ist im Umkreis des Pechsees viel kleinflächiger als am Rande des Tegeler Sees.

Die spät- und postglaziale V e g e t a t i o n s e n t - w i c k l u n g führte in dem nach LANGE (1976) zum Gebiet nahturnaher kiefernreicher Mischwälder des 1./2. Jhdts. n. Chr.

gehörigen Berliner Raum am ehesten auf armen und trockenen Sandböden zu kiefernreichen Walddtypen (FIRBAS 1949, 1952). Ebenso wie KRAUSCH (1965) für die Zeit um 1000 n. Chr., also vor den zahlreichen deutschen Dorfgründungen, für den anhydromorphen Bereich beider Untersuchungspunkte als potentielle natürliche Vegetation den Kiefern-Traubeneichenwald angibt, gilt dieses auch für die neuzeitliche natürliche Wuchslandschaft (SUKOPP & al. 1976; vgl. Abb. 2, 3). Das jeweilige Verhältnis der beiden Hauptholzarten auf den Talsanden, Dünen, Hochflächen und Kames läßt sich an den heutigen, im Laufe der Nutzungsgeschichte meist zugunsten der Kiefer veränderten Waldflächen (SCAMONI 1959) nicht mehr ermitteln. Bei Tegel und an den Havelhängen des Grunewaldes kommen außerdem die sonderstandörtlichen Buchenvorkommen (SUKOPP & SCHNEIDER 1971, BLUME & al. 1976) in Mischwäldern als südliche Vorposten des nordbrandenburgisch-südmecklenburgischen Traubeneichen-Buchenwaldgebietes (SCAMONI 1964) hinzu.

Das heutige Klima ist für die hier behandelte Zeitspanne mit ihrer eigenen wechselvollen Klimageschichte hauptsächlich im Hinblick auf die Stellung des Berliner Raumes im ozeanisch-kontinentalen Übergangsgebiet von Interesse. Die zunehmende Kontinentalität zwischen NO-Niedersachsen und dem Warschauer Raum wird sowohl durch die zunehmende Amplitude im Jahresgang der mittleren Monatstemperaturen, hervorgerufen durch die nach Osten kälteren Winter, als auch durch die tendenzielle Abnahme der mittleren Jahresniederschläge bei einem allgemeinen Juli-Maximum deutlich (Tab. 1). Dabei hat das kontinentale Einflußgebiet bis in die frühe Wärmezeit hinein infolge der größeren Landmasse im Bereich der Nordsee weiter nach Westen gereicht (vgl. z.B. OVERBECK 1975).

Tabelle 1: Daten zum Klimacharakter im nordmitteleuropäischen Tiefland nach Klimadiagrammen von WALTER & LIETH (1964).

Uelzen	Berlin-Dahlem	Poznań	Warszawa	
40	57	58	121	Höhe (m NN)
0	-0,7	-1,8	-3,4	mittlere Januar- temperatur (° C)
16,5	18,7	20,8	21,4	Diff. d. mittl. Jan.- u. Juli-Temperatur (° C)
653	577	513	545	mittlerer Jahres- niederschlag (mm)

Heutige Unterschiede zwischen den Gebieten beider Untersuchungspunkte bestehen einerseits in dem im Grunewald etwas früheren Hochsommerbeginn (Klima-Atlas 1953), andererseits in dem nach HEYER (1962) hier etwas weniger kontinental geprägten Jahresgang der Temperatur als in dem keilförmig bis an die Elbe reichenden Gebiet, zu dem die Tegeler Umgebung gehört.

3. Profilbeschreibungen und Methodik

Das Profil Pechsee wurde im vermoorten Teil der Senke nach 35 Vorsondierungen zur Klärung des Schichtaufbaus am 2.4.1975 erbohrt. Das heute tote Moor, dessen Entwicklung vom lebenden Ledo-Sphagnetum mit Kiefernbestand zu einem durch Grundwasserabsenkung degradierten Zustand SUKOPP (1959/60) dargestellt hat, trägt gegenwärtig ein durch kräftige *Prunus serotina*-Ausbreitung gekennzeichnetes *Querco-Betuletum*, an das sich seewärts in rascher Entwicklung begriffene Verlandungsgesellschaften anschließen (Abb. 2).

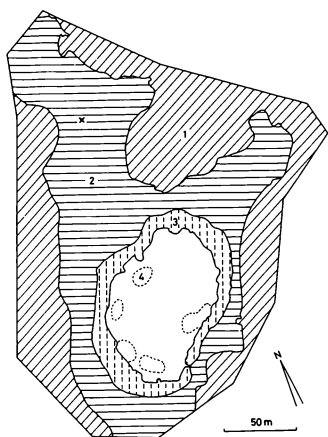


Abbildung 2:

Reale Vegetation des NSG Pechsee, vereinfacht aus SUKOPP & al. (1970) und SUKOPP (1977). 1: *Pino-Quercetum petraeae* auf Kameessand, 2: *Querco-Betuletum* (z.T. *molinietosum*) auf Torf, 3: *Carici-Agrostietum*, *Caricetum rostratae*, *Scirpo-Phragmitetum* u.a. (Schwinggrasen), 4: *Myriophyllo-Nupharetum*, x: Profil Pechsee.

Profil Pechsee, Schichtfolge in cm unter Oberfläche. Unter Radizellentorf mit *Sphagnum* und Laubmoosen vorliegender Profilteil ab 335 cm (vgl. Abb. 4).

335-345 *Sphagnum*-Laubmoos-Radizellentorf mit zahlreichen *Pinus*-Nadeln

345-363 Detritusmudde, vereinzelt Laubmoose und *Pinus*-Nadeln, bei 363 zahlreiche Steinkerne von *Potamogeton natans*, ab 362 sehr schwach sandig

363-373 Algenmudde mit Detritus, vereinzelt Laubmoose und *Pinus*-Nadeln, sehr schwach, bei 369-370 schwach sandig

- 373-375 Detritusmudde, einzelne Laubmoose
 375-376 Algenmudde mit Detritus, einzelne Laubmoose
 376-376,5 vulkanischer Tuff
 376,5-395 Algenmudde, zunehmend tonig, bei 384 eine Pinus-Nadel, bei 395 wenige Laubmoose, vorwiegend schwach, ab 390 zunehmend sandig
 395- Sand.

Ein detailliertes Pollendiagramm des Profilteiles 0-335 cm (Übersicht in SUKOPP 1977 und BRANDE 1978/79) wird in Zusammenhang mit moorstratigraphischen Fragen gesondert veröffentlicht.

Das Profil Tegeler See aus dem Nordteil des Sees wurde am 17.11.1973 in ca. 4,5 m Wassertiefe mit einem Stechbohrgerät während der Untersuchungen zur Ermittlung der Mächtigkeit der limnischen Sedimente des Seebeckens gewonnen (PACHUR & HABERLAND 1977, Bohrung I). Von der natürlichen Moor- und Wasservegetation sind heute in der Umgebung kaum noch Reste vorhanden: die Flachmoorbestände auf der Halbinsel Reiherwerder (Abb. 3) sind durch Bebauung und Parkanlage überdeckt und die Rohrkolben- und Schilfröhrichte der Uferzone sowie die Wasserpflanzengesellschaften durch Freizeitnutzung und Eutrophierung weitgehend zerstört (SUKOPP 1963).

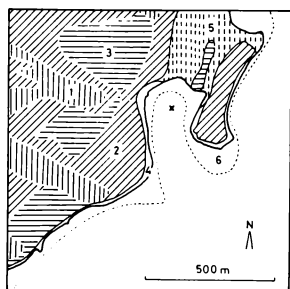


Abbildung 3:

Natürliche Vegetation der Neuzeit (excl. 20. Jht.) am Nordrand des Tegeler Sees nach RIECKE (1955), HUECK (1961), SUKOPP (1963), SCAMONI (1964) und Geol. Karte (1970). 1: Pino-Quercetum petraeae auf Dünensand, 2: dass. auf Talsand, 3: wie 2, grundwassernah, 4: Alno-Fraxinetum auf Flußsand, 5: Flachmoor (z.T. Kalk-F.) auf Fluß- über Talsand, 6: Röhrichte und Schwimmpflanzenbestände, x: Profil Tegeler See.

Profil Tegeler See, Schichtfolge in cm unter Oberkante der konsolidierten Sedimente, darüber Schlammschicht und Wasser. Vorliegender Profilteil ab 1145 cm (vgl. Abb. 5 und BRANDE in PACHUR & HABERLAND 1977).

0-1211 Kalkmudde, ab 975 stellenweise geringfügige Farbschichten
 schiede

- 1211-1324 Kalkmudde, zunehmend dunkler, ab 1290 meist deutliche Schichtung
- 1324-1364 kalkreiche Mudde, bis 1361 zunehmend sandig, weitere 5 Sandlagen 0,1-2,5 cm mächtig und z.T. mit Mudde-schichtung
- 1364-1493 warwig geschichtete kalkreiche Mudde, 10 Sandlagen 0,2-2,5 cm mächtig
- 1493-1495 vulkanischer Tuff
- 1495-1507 warwig geschichtete kalkreiche Mudde, bei 1503-1504,5 schluffiger Sand
- 1507-1515 Sand und Schluff, z.T. schichtig, mit Kohlestücken
- 1515- Sand.

Sämtliche Proben wurden der üblichen (HCl-,) KOH-, HF-, Acetolyse-Behandlung unterworfen. Die Probenfolge in dem durch die Bohrung komprimierten Profil Pechsee ist bei 353-395 cm lückenlos. Die Angaben der Baum- und Gesamtpollensumme finden sich in den Diagrammen. Je Probe wurde zusätzlich ein Präparat 18x18 mm durchgemustert. Die betreffenden Funde sind mit $\cdot$ für 1 und mit + für mehr als 1 Pollenkorn verzeichnet. Abkürzungen: PK = Pollenkorn, -körner, BP = Baum- und Strauchpollen, NBP = Nichtbaumpollen, P = Profil und Diagramm Pechsee, T = Profil und Diagramm Tegeler See, B.P. = konventionelle Radiocarbon-Jahre vor 1950.

4. Datierung der Pollendiagramme

Die der Datierung zugrunde liegende Diagrammgliederung bezieht sich unmittelbar auf die Abschnitte von FIRBAS (1949) mit der für die präallerödzeitlichen Abschnitte erweiterten Einteilung von IVERSEN (1954). Sie wird für beide Diagramme zusammen besprochen. Die Altersangaben der Abschnitte richten sich nach MENKE (1968). IVERSEN (1973) und MANGERUD & al. (1974).

Ibc (Böllingzeit und ältere Tundrenzeit, 12500-11800 B.P.)

Dieser durch zunächst hohe, anschließend abnehmende *salix*- und *Hippophaë*-Werte ausgezeichnete Abschnitt in P gehört zweifellos der Zeit vor dem Alleröd-Interstadial an. Das im Berliner Raum bislang am weitesten zurückreichende Diagramm vom Langen Fenn (Abb. 1: 5) zeigt noch den Beginn der *Hippophaë*-Ausbreitung, den H.M. MÜLLER (1970) sicher zutreffend in den jün-

Abbildung 4: Profil Pechsee (R 4582520 H 5817360, TK 25, Bl. 3545 Teltow), Pollen- und Sporendiagramm, berechnet als Baumpollen- (ohne *Corylus*) und Gesamtdiagramm (ohne Hydrophyten, Moose, präquartäre Sippen und sonstige Mikrofossilien).

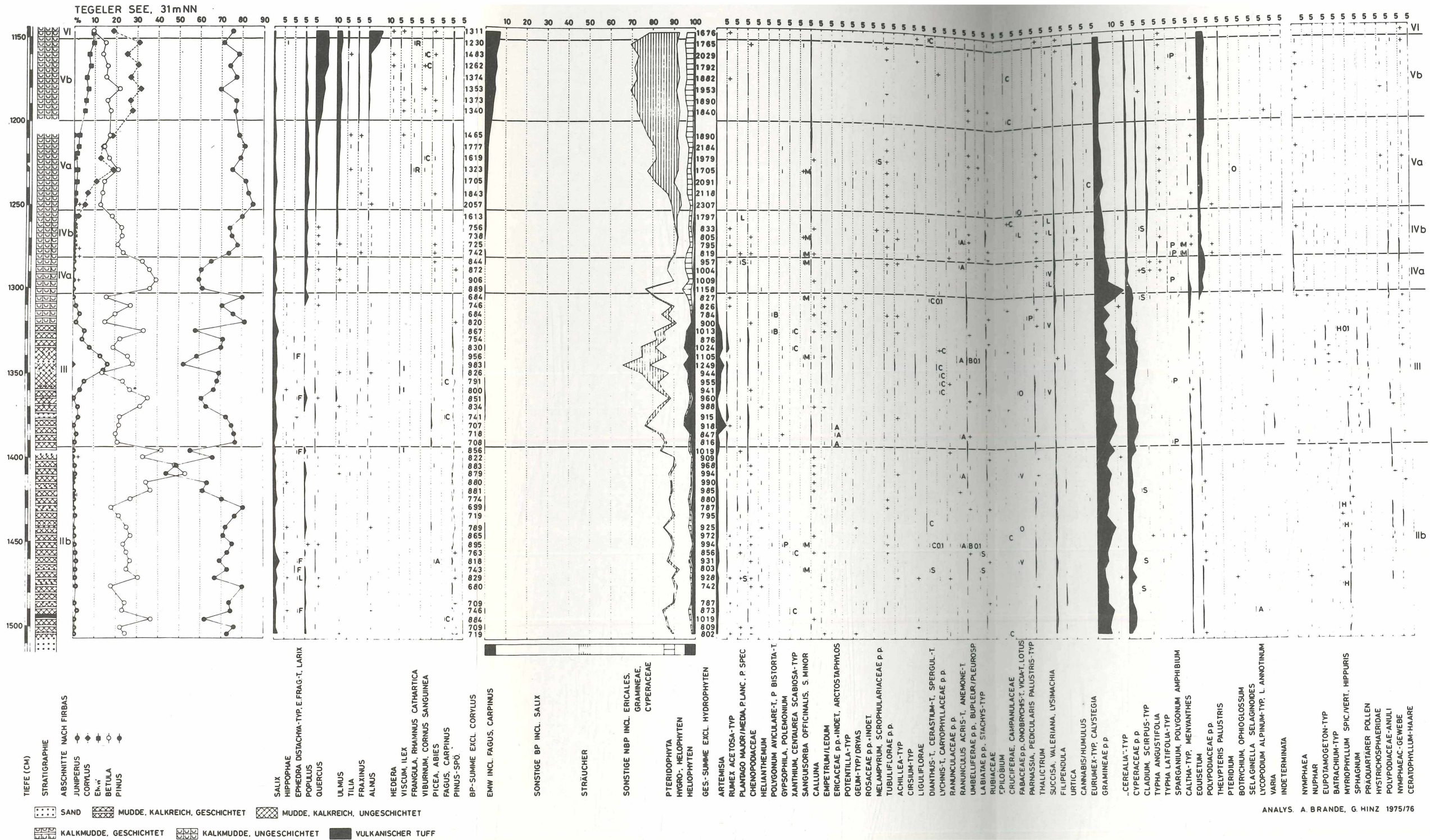


Abbildung 5: Profil Tegeler See (R 4585280 H 5828840, TK 25, Bl. 3445 Spandau), Pollen- und Sporendiagramm, berechnet als Baumpollen- (ohne *Corylus*) und Gesamtdiagramm (ohne Hydrophyten, Moose, präquartäre Sippen und sonstige Mikrofossilien).

geren Teil von Ia (älteste Tundrenzeit) stellt. Somit ist das Einsetzen der Pollenführung am Pechsee jünger, wobei aber die für Ia besonders charakteristische lichtbedürftige gehölzarme Vegetation in der ältesten Probe mit einem Rückgang von *Artemisia* und *Helianthemum* gerade noch faßbar ist.

Eine Abgrenzung zwischen Ib und c ist hier schon wegen der geringen Sedimentationsrate in Verbindung mit dem lückenlosen Probenabstand nicht möglich. Das *Pinus*-Maximum von 19 % ist offenbar keine Folge einer böllingzeitlichen Kiefern Ausbreitung, da es mit einem Maximum der hier sicher noch vorwiegend arktisch-alpinen *Salix*-Arten zusammenfällt. Auch geht der anschließende recht gleichförmige *Pinus*-, *Salix*-, *Hippophaë*- und NBP-Rückgang mit einem kräftigen *Betula*- und anfänglich parallelen *Juniperus*-Anstieg einher.

Mit dem Sandgehalt nimmt der Sekundärpollenanteil (u.a. *Alnus* bis *Fagus* und präquartärer Pollen) stetig ab.

II (Allerödzeit, 11800-11000 B.P.)

Die klimatisch bedingte Baumbirken- und anschließende Kiefern Ausbreitung bezeichnet den Beginn von IIa bzw. IIb. In T setzt die Pollenführung erst nach der Kiefern Ausbreitung ein. In beiden Profilen liegt in IIb der vulkanische Tuff, den bereits WOLDSTEDT (1955) für den Grunewald und H.M. MÖLLER (1965a) direkt für den Pechsee angegeben hatte. Dieses schon mikroskopisch leicht identifizierbare Material wurde für P zusätzlich von Herrn Dipl.-Min. H.-P. RÜPER (Berlin) 1976 anhand einer Vergleichsprobe des allerödzeitlichen Laacher Tuffs von Wallensen (leg. FIRBAS 1949) hinsichtlich Korngrößenverteilung und Mineralzusammensetzung untersucht und die Deutung als vulkanische Asche bestätigt. Die entsprechende Tuffprobe über der Basis der limnischen Sedimente von T bestimmte Herr Prof. Dr. J. FRECHEN (Bonn) 1976 als weißen Laacher Tuff. Obwohl ältere Ablagerungen in diesem Profil fehlen, besteht an der Zeitgleichheit des Tuffs in beiden Profilen kein Zweifel. STRAKA (1975) nennt für die Tuffeinwehung nach den Eifel-Untersuchungen ein Alter von ca. 11350 B.P. Danach fällt dieses Ereignis etwa in die Mitte der Allerödzeit, was jedoch seiner tatsächlichen Lage in den limnischen Sedimenten nicht immer entspricht. So hat in P offenbar ähnlich wie z.B. im Langen Fenn der Sedimentzuwachs im Verlauf von II deutlich abgenommen, wie die hohe stratigraphische Position des Tuffs zeigt.

Der Zuwachs zwischen Tuff und Grenze II/III ist hier mit 2 cm gegenüber 100 cm in T, wo die Ablagerung in I Ib der Regelmäßigkeit der Schichtung zufolge gleichbleibender gewesen sein mag, äußerst gering.

Für die allerödzeitliche Kiefernausbreitung in Berlin ergibt sich ein früheres Datum als in den westlich angrenzenden Landschaften. In P liegt der Steilanstieg der *Pinus*-Kurve deutlich unterhalb des Tuffs, am Ascherslebener See (H. MÜLLER 1953) unmittelbar darunter und bei Hannover (DIETZ & al. 1958) direkt im Bereich dieses chronostratigraphischen Leithorizontes. Außerhalb des Tuff-Verbreitungsgebietes schließt das ^{14}C -Alter des Steilanstiegs sowohl im Hannoverschen Wendland (11235 ± 105 B.P., LESEMAN 1969) als auch 100 km südlich von Berlin (11283 ± 200 B.P., H.M. MÜLLER 1970) die Tuffverwehung zeitlich mit ein. Daß die Kiefer jedoch am letztgenannten Punkt später als in Berlin zur Ausbreitung kam, wo sie sich nach dem Sedimentzuwachs in T schon vor ca. 11400 B.P. endgültig durchgesetzt haben wird, ist nach der aus den übrigen Daten erkennbaren Ausbreitungsrichtung nicht wahrscheinlich.

III (jüngere Tundrenzeit, 11000-10300 B.P.)

Die jüngere Tundrenzeit beginnt in beiden Diagrammen mit einem gleichmäßigen Anstieg der *Juniperus*-Kurve, die im mittleren Teil 13,4 % der BP-Summe in P und 16,5 % in T erreicht und anschließend auf weniger als 2 % abfällt. Entsprechende Nachweise liegen für die Punkte 10 und 11 in Abb. 1 vor. Unter den krautigen Heliophyten profitiert besonders *Artemisia* von der durch die klimatische Ungunst bedingten Waldauflichtung. Da diese Veränderungen großklimatische Ursachen haben, muß zumindest in benachbarten Landschaften ihre pollenstratigraphisch einheitlich vorgenommene Abgrenzung zeitgleich sein. Danach gilt das Alter des *Juniperus*-Anstiegs, der im Wendland mit 10700 ± 145 B.P. datiert ist (LESEMAN 1969) und somit im Bereich der Grenze II/III liegt, im wesentlichen auch für die vorliegenden Diagramme.

IV (Vorwärmezeit, 10300-9000 B.P.)

Die erneute *Betula*-Zunahme nach dem Rückgang der Heliophyten bezeichnet die Grenze III/IV. Gleichzeitig setzt hier die

geschlossene Kurve von *Populus* ein. Das *Betula*-Maximum, das nur in P die *Pinus*-Dominanz unterbricht, liegt dort bei einer Unterteilung von IV nach dem Beginn der geschlossenen Kurve von *Corylus* und *Ulmus* in IVb, in T aber in IVa.

V (frühe Wärmezeit, 9000-8000 B.P.)

Der *Corylus*-Anstieg, dessen Beginn die Grenze IV/V markiert und der den Abschnitt Va umfaßt, führt in Vb lediglich zu Höchstwerten von 24 % (bezogen auf die BP-Summe) in P und 31,5 % in T. Damit findet für den Grunewald ein Wert von 76 %, wie ihn HEIN (1931) im Teufelsfenn (Abb. 1: 14) gegenüber 34 % im Langen Luch (Abb. 1: 15) ermittelte, bis jetzt keine Bestätigung.

Für den Beginn von Vb kommt als weiteres von FIRBAS (1949) genanntes Merkmal ein erster Anstieg der *Quercus*-Kurve besonders klar in T zum Ausdruck.

Der Übergang zu VI (mittlere Wärmezeit, älterer Teil) ist durch den Rückgang von *Corylus* in beiden Diagrammen gut erfaßt. Die gleichzeitige *Alnus*-Zunahme bleibt in P bei weiter ansteigender *Pinus*-Dominanz hinter den Werten von T zurück. Demgegenüber setzt sich im Teufelsbruch (Abb. 1: 3) nach H.M. MÜLLER (1965b) der *Corylus*-Anstieg von V mit der ersten *Alnus*-Zunahme in VI bis zu einem Höchstwert von 20 % weiter fort. Dazu fehlt aber auch nach den ergänzenden Befunden vom benachbarten Kleinen Rohrpfuhl sowie dem Gr.-Glienicke See (Abb. 1: 9, 10) bislang eine Parallele.

5. Pollenstratigraphische Befunde

Die biostratigraphische Beurteilung von Pollenfunden setzt eine Analyse der Häufigkeiten über größere Diagrammteile voraus. Die nachfolgende Diskussion für *Juniperus* und *Betula* schließt daher auch in Kap. 1 nicht genannte Abschnitte der Diagramme mit ein.

5.1 *Juniperus*

Regelmäßige spätglaziale *Juniperus*-Nachweise lagen bisher im Berliner Raum nicht vor. Gelegentliche Funde in den Diagrammen (Abb. 1: 3-5) mit Maximalwerten von 0,7 % (3) und 2,5 % (4) in III und 5 % (5) in Ibc ließen keine sichere Deutung zu. Die Zusammenstellung von KOPP & al. (1970) nennt für das Gebiet nördlich der Brandenburger Randlage wie H.M. MÜLLER (1969) den Wa-

holder nur als Element der Strauchtundra von Ic. Dagegen weist H.M. MÜLLER (1970) allein für III auf eine Häufung der spätglazialen Pollenfunde hin.

In P liegt der erste vorübergehende *Juniperus*-Anstieg der im ganzen Spätglazial geschlossenen Kurve in Ibc und IIa mit einem Maximalwert von 12,8 % der BP-Summe. Er ist an den Rückgang von *Salix* und *Hippophaë* sowie die *Betula*-Zunahme gebunden. Im gesamtstratigraphischen Zusammenhang ist dies nur im Rahmen der progressiven Sukzession klimabegünstigter Bewaldung verständlich. Der *Juniperus*-Anstieg gehört demnach den Interstadialen Ib und II an, was ein Weiterbestehen hoher Werte in der nach BERGLUND (1976) mindestens retardierend wirkenden, hier jedoch nicht getrennt nachgewiesenen Phase Ic sicher nicht ausschließt. Diese Deutung für den Wacholder als Zwischenglied in der ersten spätglazialen Wiederbewaldung wird durch den anschließenden Kurvenverlauf bestätigt: mit der weiteren Zunahme von *Betula* (*alba*) und dem nachfolgenden *Pinus*-Anstieg verläuft die abfallende Kurve nunmehr parallel zur Kurve der ebenfalls durch Beschattung stärker zurückgehenden Zwergweiden und der Summe krautiger Heliophyten. Der Berliner Raum nimmt damit hinsichtlich dieses ersten im überregionalen Vergleich biostratigraphisch gleichwertigen *Juniperus*-Maximums vor dem *Pinus*-Anstieg eine folgerichtige Stellung ein. Denn in NW-Deutschland und Dänemark kommt es mit zunehmender Eisrandnähe zu einer zeitlichen Verschiebung in die Allerödzeit. Dies wird auf Bornholm trotz der dort abweichenden Vegetationsentwicklung für die zweigipflige *Juniperus*-Kurve der Allerödzeit durch den Laacher Tuff (USINGER 1978b) chronostratigraphisch im wesentlichen bestätigt. Im nördlichen Alpenvorland dagegen, wo der *Pinus*-Anstieg schon zu Beginn der Allerödzeit abgeschlossen ist, liegt das *Juniperus*-Maximum dementsprechend - nach beginnendem Kurvenanstieg an der Grenze Ia/b - stets in Ib bzw. dem älteren Teil von Ibc.

Die Wacholderausbreitung in III ist demgegenüber zweifellos die Folge der regressiven Vegetationsentwicklung mit der durch die klimatische Ungunst bedingten Auflichtung der in II entstandenen Kiefern-Birkenwälder. Diese in P und T klar an hohe *Artemisia*-Werte gebundene *Juniperus*-Häufigkeit ist also wie in vielen Teilen Mitteleuropas auch in Berlin ein zusätzliches wichtiges Merkmal der jüngeren Tundrenzeit. Eine biostratigraphische Beziehung zu den Verhältnissen der eisrandnäheren Gebiete Schleswig-Holsteins

und Südschweden, in denen der Wacholder infolge der erst frühpostglazialen Kiefern Ausbreitung noch an der Grenze III/IV während der nunmehr wieder progressiven Entwicklung analog den Verhältnissen in Ib bzw. II stark zunehmen konnte, besteht in diesem Fall erwartungsgemäß nicht. Eine Zusammenstellung der spätglazialen *Juniperus*-reichen Phasen in Westeuropa gibt im übrigen DE BEAULIEU (1977).

5.2 *Betula*

Nach dem *Pinus*-Anstieg von I Ib bleibt das *Pinus/Betula*-Verhältnis keineswegs konstant. H.M. MÜLLER (1965a, 1970) wies für mehrere Gebiete nördlich der Lausitz einen kurz vor der Tuffeinwehung einsetzenden Birkenvorstoß nach und deutete ihn im Sinne zeitweise ungünstiger Klimabedingungen noch vor der jüngeren Tundrenzeit.

In P und T liegen *Betula*-reiche Spektren in I Ib vor, die allerdings nicht voll synchron sind. Der einmalige Gipfel von 36,5 % in T unmittelbar unter dem Tuff ist bei Berücksichtigung der Gesamtmächtigkeit von I Ib in beiden Profilen jünger als der Anstieg auf 40 % in P und dürfte kein Äquivalent zu dem Birkenvorstoß von H.M. MÜLLER sein, der z.B. in Summt (Abb. 1: 4) knapp die Hälfte von I Ib umfaßt und von der Tufflage genau halbiert wird. Nur der gut ausgebildete *Betula*-Anstieg in T unterhalb der Grenze I Ib/III, aber oberhalb des Tuffs, kann mit dem jüngsten *Betula*-reichen Spektrum von I Ib in P synchronisiert werden. Ebenso muß ein von LESEMAN (1969) in denselben Zusammenhang gestellter Birkenvorstoß im Hannoverschen Wendland nach dem dortigen ^{14}C -Alter der Kiefern Ausbreitung jünger als der dort allerdings nicht nachgewiesene Tuff sein.

Daß der letztgenannte *Betula*-Anstieg in T nicht schon der jüngeren Tundrenzeit angehört, die in Niedersachsen und Schleswig-Holstein vielfach einen *Pinus*-Rückgang zugunsten von *Betula* gebracht hat (ähnliche Verhältnisse nennt H.M. MÜLLER 1965c für S-Mecklenburg und die Altmark), ergibt sich aus dem Fehlen weiterer Indikatoren zunehmenden Lichtbedarfs in dieser Diagrammlage. Eine klimatische Deutung im o.g. Sinne bleibt somit zweifelhaft, zumal da sich die jüngere Tundrenzeit durch im Mittel geringere *Betula*-Werte auszeichnet als die unmittelbar anschließenden Diagrammteile.

Wie unsicher zudem schon auf geringe Distanz die rein pollenstratigraphische Korrelation der *Betula*-Kurven sein kann, bezeugt die unterschiedliche Lage des nachfolgenden vorwärmezeitlichen *Betula*-Gipfels in P und T. Bemerkenswert bleibt aber der klare Nachweis dieses klimatisch und edaphisch verschieden gedeuteten Ereignisses (z.B. FIRBAS 1949, BERTSCH 1961, H.M. MÜLLER 1961, 1970, TOBOLSKI 1966, OVERBECK 1975), das in den zuvor kiefernreichen Landschaften Mitteleuropas unterschiedlich stark hervortritt. Zur Deutung in den vorliegenden Diagrammen s. Kap. 8.3 unter IV.

6. Vegetationsgeschichtliche Folgerungen

Ausgehend von dem bisher bekannten allgemeinen Verlauf der spätglazialen und frühpostglazialen Vegetationsentwicklung in Brandenburg und dem Berliner Raum sollen nachfolgend Einzelpunkte zum Vegetationscharakter der Abschnitte I bis V besonders unter überregionalen Aspekten diskutiert werden. Die Kurzbezeichnung der Abschnitte nach der Vegetation ergibt sich aus den Diagrammen P und T.

Ibc: Weiden-Sanddorn-Wacholderzeit

Diese zweifellos noch nicht von Bäumen beherrschte strauchreiche Zeit besitzt bereits hohe *Betula*-Anteile. Dafür ist angesichts der anfangs hohen Werte von *Salix* und *Hippophaë* und geringen *Juniperus*-Anteile eine Beteiligung von Zwergbirken sehr wahrscheinlich. Makrofunde von *Betula nana* gibt es für diese Zeit sowohl im Harzvorland (H. MÜLLER 1953) wie in Mittelpolen (WASYLIKOWA 1964). Pollen- und makroanalytische Daten zum spätglazialen Nachweis von *Betula nana* in Schleswig-Holstein teilt neuerdings USINGER (1975, 1978a) mit.

Die bedeutende Rolle, die der Sanddorn in diesem Stadium vor der Bewaldung in vielen nordmitteleuropäischen Jungmoränenlandschaften spielt (z.B. SRODON 1970), ist mit 15,3 % der BP-Summe ähnlich wie schon im Diagramm Langes Fenn (Abb. 1: 5) gut belegt. Nach den Sternhaarfunden ist der Sanddorn unmittelbar auf den umgebenden Hängen des Pechsees vorgekommen.

IIa: Birkenzeit

Der Charakter dieser bereits ausgesprochenen Waldzeit wird überwiegend von Baumbirken (nach Fruchtfunden benachbarter Landschaften *Betula pubescens* und wohl auch schon *B. pendula*) be-

stimmt. Unter ihrem Schirm gedeiht der Sanddorn nicht mehr, jedoch ist der Lichtgenuß anfangs für eine Strauchschicht mit Wacholder, vielleicht eine untere Strauchschicht mit Zwergbirke und Zwergweiden sowie für eine Krautschicht mit *Artemisia*, *Rumex*, *Thalictrum* und Gramineen noch ausreichend. Dazu sei ergänzend auf das Verhältnis von sanddorn- und wacholderreicher Zeit in weiteren Teilen Mitteleuropas hingewiesen. Die in P erkennbare Phasenverschiebung nimmt im Ostseeraum weiter zu, fehlt aber im nördlichen Alpenvorland zumeist. Dies ist offenbar nicht zuletzt eine Folge des unterschiedlichen Verhaltens gegenüber dem Erstauftreten des Waldes: der Wacholder gedeiht in den spätglazialen lichten Birkenwäldern zunächst noch gut, während der Sanddorn in allen Landschaften sofort nach der Ausbildung erster Baumbestände verschwindet. Eine anfangs lichte Birkenwaldphase hat es aber im nördlichen Mitteleuropa über eine längere Zeit hinweg gegeben als weiter im Süden.

I Ib: ältere Kiefern-Birkenzeit

Die Massenausbreitung der Kiefer am Pechsee zu Beginn von I Ib findet in dem Einsetzen der Spaltöffnungs- und Nadelfunde ihre Bestätigung. Die Herkunft des Pollens in den älteren Abschnitten muß aber nicht allein auf Fernverbreitung zurückgehen. Denn H. MÜLLER (1953) rechnet für das nordöstliche Harzvorland mit vereinzelten Kiefernorkommen in der Böllingzeit, und BOROWKO-DLUZAKOWA (1973) gibt Makroreste östlich von Posen bereits aus der ältesten Tundrenzeit (Ia) an.

In die Kiefern-Birkenwälder des Berliner Raumes reiht sich offenbar spätestens jetzt die Zitterpappel als weitere Lichtholzart ein, deren Pollen in manchen Landschaften sporadisch schon in der Böllingzeit nachgewiesen ist. Die größere Bestandesdichte der Wälder gegenüber der Birkenzeit ergibt sich aus dem Anteil von krautigen Heliophyten und Sträuchern im Gesamtpollendiagramm von P. Er liegt in I Ia bei 10, in I Ib bei 3 %.

III: Kiefern-Birken-Wacholderzeit

Über den Vegetationscharakter der jüngeren Tundrenzeit im Berliner Raum bestand seit langem besondere Unsicherheit, wie H.M. MÜLLER (1970) auch für die angrenzenden Landschaften hervorhebt. Als Kriterium des Bewaldungsrückgangs galten neben strati-

graphischen Merkmalen hauptsächlich Pollendichte und BP/NBP-Verhältnis, doch erschien für das Berliner Talsandgebiet eine Abgrenzung gegen die Allerödzeit nicht möglich (Abb. 1: 3, H.M. MÖLLER 1965b).

Die Diagramme P und T und Pinus-Makrofundes in P zeigen, daß die Wälder der jüngeren Allerödzeit in der jüngeren Tundrenzeit als Formation erhalten bleiben. Ihre Auflockerung geht nur so weit, daß eine gut blühende Strauchschicht mit Wacholder, der in der Allerödzeit überdauerte, aufkommt. Der schattenempfindlichere Sanddorn kann dagegen nicht wieder Fuß fassen, ohne daß hierfür am Pechsee Kalk- und Nährstoffarmut der Böden ausschlaggebend sein können. Der höhere Lichtgenuß des Bodens begünstigt aber in der Krautschicht und auf waldärmeren Flächen *Artemisia*, *Rumex* und *Chenopodiaceen*, vielleicht auch *Cyperaceen*. Die Gramineen, vielfach gleichfalls in diesem Zusammenhang genannt, verhalten sich in beiden Diagrammen gegensätzlich. Auch *salix* kann weder in diesem Sinne noch zur Abgrenzung der jüngeren Tundrenzeit überhaupt in Berlin herangezogen werden, wie für SO-Mecklenburg angegeben (H.M. MÖLLER 1959).

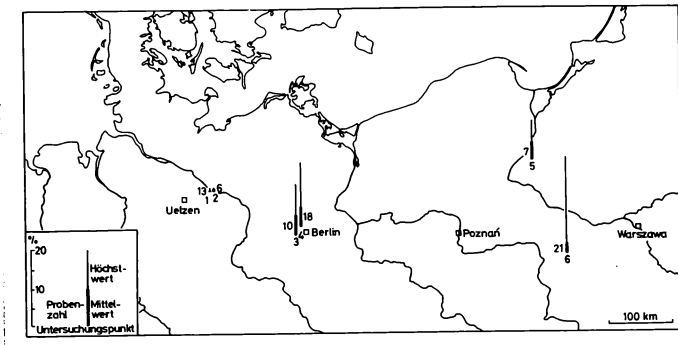


Abbildung 6: *Juniperus*-Häufigkeiten der jüngeren Tundrenzeit in damaligen kiefernreichen Landschaften des nördlichen Mitteleuropa in % der BP-Summe (für 5 und 6 aus dem Gesamtdiagramm umgerechnet). Untersuchungspunkte: 1 Siemen (LESEMANN 1969), 2 Laase (dies.), 3 Pechsee, 4 Tegeler See, 5 Rudnickie Male Lake I (DROZDOWSKI & BERGLUND 1976), 6 Witow I (WASYLIKOWA 1964). *Pinus*-Dominanz in den BP-Diagrammen außer in 2 und 5 durchgehend. Vgl. dazu Klimadaten in Tab. 1.

Für einen Vergleich der Waldauflichtung in den damaligen kiefernreichen Landschaften des ozeanisch-kontinentalen Übergangsgebietes ist nach den übereinstimmenden Verhältnissen in P und T die

Juniperus-Ausbreitung offenbar gut geeignet. Leider ist die Erfassung des Pollentyps in manchen Diagrammen unvollständig, so daß für Abb. 6 nur wenige Diagramme verwendet werden konnten. Auch unter diesen ist bei (6) mit höheren Werten als den hier eingetragenen zu rechnen (WASYLIKOWA 1964, Abb. 27 und S. 141). Insgesamt scheint aber die Waldauflichtung nach Osten zuzunehmen. Zwar ist ohne weitere Vergleichspunkte schwer zu beurteilen, wie weit sich damit der Wald nicht nur seiner Kälte-, sondern auch Trockengrenze nähert. Immerhin steigt von den nach FRENZEL (1968) typischen Elementen der hochglazialen Kältesteppe der Anteil von *Artemisia* in den Diagrammen zwischen (1) und (6) deutlich an. Entgegengesetzt verhält sich *Empetrum*, das in den meisten Teilen NW-Deutschlands und der Nachbargebiete in der jüngeren Tundrenzeit seine spätglaziale Maximalausbreitung erfährt. Die sehr starke *Empetrum*-Abnahme gegen O und S im großräumigen Vergleich (Abb. 7) kann abgesehen vom Weit- und Fernflughniederschlag nicht ausschließlich edaphische Ursachen haben. So ist der Unterschied zwischen (1-4) und (11-13) sicher wesentlich auf die viel lichtereren Gehölzbestände der damaligen nordwestdeutschen "Parktundren" zurückzuführen. Allerdings mögen sich die nach O abnehmenden Niederschläge und die damit geringere Nährstoffverarmung der Sandböden bis in die kiefernreichen Landschaften (1-6) hinein auf die *Empetrum*-Verteilung der jüngeren Tundrenzeit ausgewirkt haben. Ob dabei im Unterschied zu den mittelpolnischen Dünengebieten, die zu dieser Zeit fast völlig frei von *Empetrum*-Funden sind, in Berlin die regelmäßige *Empetrum*-Nachweise zusätzlich auf ein geringeres Ausmaß äolischer Sand- und Nährstoffumlagerungen zurückgehen, ist noch offen.

Ein entsprechender Vergleich der genannten Sippen an der Wende Spät-/Postglazial zeigt in Nordeuropa nach VASARI (1977) für den Wacholder ein Gegenteiliges Verhalten, das dort als Folge des in den kontinentalen Klimagebieten rascheren Aufbaus der nachfolgenden Birkenwälder gewertet wird. Darüber hinaus ist für den Wacholder ein Nachweis von Auswirkungen der longitudinalen Vegetationszonierung insbesondere aus den Untersuchungen von KLIWE & LANGE (vgl. BROSE & KLIWE 1976) auf Rügen zu erwarten. Denn JÄGER & KOZARSKI (1975) nehmen im unteren Odergebiet eine erstrangige vegetationsgeographische Grenze zwischen jenen "Offenlandschaften" mit ihrer nach KLIWE & LANGE (1968) und

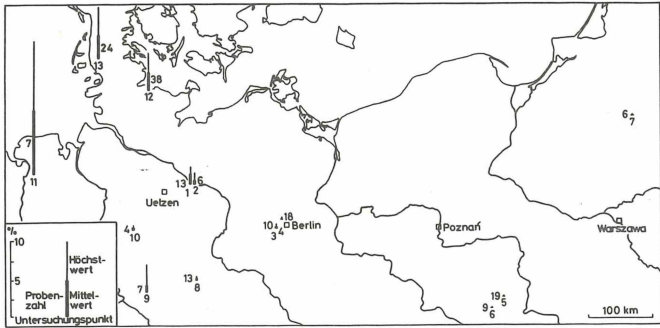


Abbildung 7: *Empetrum*-Häufigkeiten der jüngeren Tundrenzeit an einigen Untersuchungspunkten des nördlichen Mitteleuropa in % der Gesamtsumme (ohne Hydrophyten und Sporenpflanzen, für 1 und 2 aus dem BP-Diagramm umgerechnet). Untersuchungspunkte: 1-4 s. Abb. 6; 5 Weglewice I (TOBOLSKI 1966), 6 Kepno (ders.), 7 Mikolajki I (RALSKA-JASIEWICZOWA 1966), 8 Gaterslebener See A 1 (H. MÜLLER 1953), 9 Luttersee (STEINBERG 1944), 10 Seck-Bruch I (DIETZ & al. 1958), 11 Westrhauderfehn (BEHRE 1966), 12 Kubitzbergmoor (USINGER 1975), 13 Rabensbergmoor (ders.). Vgl. dazu Klimadaten in Tab. 1.

KLEISSLE & H.M. MÜLLER (1969) unvollständigen Ausbildung aller-
 ödzeitlicher kiefernreicher Wälder und dem hier untersuchten
 kiefernreichen Gebiet an.

IV: jüngere Kiefern-Birkenzeit

Wegen der in Kap. 5.2 genannten unterschiedlichen Diagramm-
 lage der Birkenausbreitung wird dieser Abschnitt hier für beide
 Diagramme zusammenfassend als Kiefern-Birkenzeit bezeichnet. Ab-
 gesehen von dem Verhalten der Birke gleicht der Vegetationscha-
 rakter dem der älteren Kiefern-Birkenzeit weitgehend. Allerdings
 tritt die Zitterpappel jetzt stärker hervor. Damit bestätigt
 sich die Beobachtung, daß diese keineswegs nur in den Randgebie-
 ten der Nord- und Ostsee nach weitgehender Waldfreiheit der jün-
 geren Tundrenzeit als Pionier zu Beginn der vorwärmezeitlichen
 Bewaldung eine Ausbreitungsmöglichkeit besaß, sondern selbst in
 den Kiefern-Birkenwäldern des Berliner Raumes wie Mittelpolens
 und des Alpenvorlandes.

Va: Kiefern-Birken-Haselzeit

Im Folgenden interessiert besonders das Verhalten der sich
 ausbreitenden Laubbäume zueinander. Die Karte von FIRBAS (1949)

zeigt für die Eberswalder Umgebung nur an 2 von 6 Untersuchungspunkten einen deutlichen Vorsprung der Haselausbreitung vor dem Eichenmischwald. In den vorliegenden Diagrammen läuft der *Corylus*-Anstieg klar mit den zunehmenden *Ulmus*-Werten parallel. Die Ulme ist damit auch hier eher ein Konkurrent der Hasel als daß deren Ausbreitung einer Pionierphase des Eichenmischwaldes angehört.

Vb: Kiefern-Hasel-Eichenmischwaldzeit

Die o.g. Deutung unterstreicht die Annahme einer vorwiegend klimageförderten Ausbreitung der Hasel. Auch erreicht und behält diese ihre Bedeutung, während die Eiche, die etwas später als die Ulme eingewandert zu sein scheint, sich gerade ausbreitet. Daß Hasel und Eiche nebeneinander auf denselben Standorten vorgekommen sind, ist für T nach dem Pollenverhältnis *Corylus/Quercus* von 6:1 sehr wahrscheinlich, eher als in P mit 42:1. Dagegen wird die sich am Übergang V/VI ausbreitende Erle kaum ein direkter Konkurrent der Hasel gewesen sein, obwohl deren Werte gleichzeitig abnehmen. Allerdings betont FIRBAS (1949), daß im Tiefland durch den allgemeinen Grundwasseranstieg veränderte, ehemals haselreiche Standorte anschließend von der Erle eingenommen worden sein mögen.

7. Material zur Florengeschichte

Neben der Ausbreitung der im Spätglazial und frühen Postglazial bestandesbildenden Gehölzarten zeigen die vorliegenden Diagramme floristische Veränderungen, die auf z.T. nur schwach im Pollenniederschlag vertretene Holzpflanzen und Kräuter zurückgehen. Das erste Auftreten einer noch eiszeitlichen Flora nach dem Abschmelzen der Eismassen im Berliner Raum und der nachfolgende Beginn des Spätglazials (Ia) ist nicht erfaßt. Die frühesten Nachweise eines Ausbleibens dieser Elemente im Pollenniederschlag liegen in IIb von P und T. Seit IV läuft mit dem Artenrückgang das Erstauftreten postglazialer Einwanderer parallel. Damit sind innerhalb der untersuchten Zeitspanne die Abschnitte IV und V diejenigen mit den größten arealgeschichtlichen Veränderungen.

In der folgenden Zusammenstellung florengeschichtlich interessanter Nachweise liegen der unteren und oberen Pollengrenze die Durchmusterungsfunde zugrunde. Zur Frage des Überdauerns spätglazialer

zialer Sippen bis in siedlungszeitliche Phasen sind für T auch Funde aus den Abschnitten VI - X berücksichtigt sowie für das Talsandgebiet aus IX - X vom Heiligensee (H, BRANDE 1978/79). Florengeschichtliche Bemerkungen zu einzelnen Hauptholzarten finden sich in den vorangegangenen Kapiteln. Reihenfolge der Sippen für Farne und Samenpflanzen alphabetisch.

Botrychium. Vereinzelt in P bis IVa, in T bis III sowie 1 Spore in VII, 2 in VIII und 2 in IX p.p. Trotz der großen zeitlichen Lücke kann das Indigenat als Überdauern seit dem Spätglazial als belegt gelten, da der Fund in VII deutlich älter als der Nachweisbeginn neolithischer Landnahme an der Grenze VII/VIII ist.

Pteridium. Zeitgleicher Nachweisbeginn für P und T in Va. Von den britischen Inseln bis in das östliche Europa zeichnet sich eine klare frühwärmezeitliche Ausbreitung ab. Dieses späte Auftreten ist in den meisten Landschaften an den Übergang Licht-/Halbschattholzphase der Waldentwicklung gebunden, was auch für die Eem-Warmzeit gilt (in Berlin s. BÜSE & BRANDE 1979).

Selaginella selaginoides. Vereinzelt bis III in P und T. Diese charakteristische Glazialpflanze lichtoffener Standorte stirbt in Berlin offensichtlich in der jüngeren Tundrenzeit endgültig aus. Jüngere relikartartige Vorkommen gibt es z.B. in Schleswig-Holstein auf der Eiderterrasse aus der Vorwärmezeit (LANGE & MENKE 1967) und in der unteren montanen Stufe der östlichen Westkarpaten aus der Wende frühe/mittlere Wärmezeit (RALSKA-JASIEWICZOWA 1972).

Thelypteris palustris. Einzelfunde in IIb von T und erneutes Einsetzen an der Grenze IVa/b, in P Erstfund in IVa. Im Weserbergland (FIRBAS 1954), in Ostfriesland (BEHRE 1966) und SO-Schweden (BERGLUND 1966) setzt die Kurve unmittelbar am Beginn des Postglazials in IV ein. Als "Wärmezeiger" (FIRBAS 1954) und schneller Wanderer mag der Sumpffarn tatsächlich schon während der Allerödzeit in Berlin wie in NO-Polen (RALSKA-JASIEWICZOWA 1966) und dem Bodenseegebiet (LANG 1973) vorgekommen sein. Noch ältere spätglaziale Einzelfunde nördlich der Alpen nennen z.B. LANG (1952) und H. MÖLLER (1953). Der exakte Nachweisbeginn ist wegen gelegentlichen Fehlens des Perisporis nicht immer klar. So kann auch die Häufigkeitszunahme der perisporlosen Polypodiaceae p.p. an der Grenze III/IV von P und T überwiegend auf die Ausbreitung von *Th. palustris* zurückgehen.

Arctostaphylos. Die Einzelfunde dieser Spätglazialpflanze reichen in P bis IVb. 1 PK in VII von T aus einem möglichen Vor-

kommen von *A. uva-ursi* in Kiefernwäldern kann das Indigenat auf derartigen schattholzfreen Standorten der Talsande auch für die späte und Nachwärmezeit bekräftigen.

Calluna. Außer in NW-Europa liegen häufigere Funde erst aus der Allerödzeit vor, so daß die absolute Grenze in IIb von P entsprechend der küstenferneren Lage tatsächlich den Einwanderungszeitpunkt im Berliner Raum angeben kann. Eine erste Fundhäufung beginnt im frühen Postglazial. Da sie noch vor der Torfbildung in P einsetzt und auch in den limnischen Sedimenten von T auftritt, ist nicht ausschließlich mit einer Ausbreitung auf Moorstandorten, wo sie heute in Berlin nahezu fehlt, sondern auch im Unterwuchs der Kiefern-, Birken- und nachfolgenden Waldtypen zu rechnen.

Calystegia. 1 PK in Va von T, 1 in VI von P. Ältere als frühwärmezeitliche Funde dieses im Binnenland nur selten fossil auftretenden Pollens liegen m.W. im nördlichen Mitteleuropa nicht vor.

Cannabis/Humulus. Älteste Funde im Bereich der Grenze IVa/b von P und T. Auch in Dänemark gibt IVERSEN (1973) den Pollen bereits für IV an, ebenso FLORIN (1969) in Mittelschweden, während in anderen Teilen des nordeuropäischen Vereisungsgebietes die Funde erst zu Beginn von V einsetzen. Im vorliegenden Fall handelt es sich zweifellos um *Humulus* als Element grundwassernaher Gehölze. Erst die siedlungszeitliche Häufigkeitszunahme, besonders am Beginn von X (z.B. in H), schließt den Kultur-Hanf ein, möglicherweise auch seine Wildform vor deren als neophytisch gewertetem Auftreten (vgl. SCHOLZ 1957).

Cladium. Die spätquartäre Arealgeschichte von *C. mariscus* wird wegen sicherer Bestimmbarkeit von Pollen und Früchten zunehmend klarer. Im Berliner Raum steht mehrfachen letztinterglazialen Funden (BÖSE & BRANDE 1979) zwar noch kein frühweichselzeitlicher Nachweis wie im Krakauer Gebiet gegenüber. Auch liegen hier klimageschichtlich so bedeutsame spätglaziale Funde wie in Mittel- und SO-Polen (MAMAKOWA 1970) bislang nicht vor. Nach postglazialen Erstfunden in IVb von P und T setzt die geschlossene Kurve in T an der Grenze IV/V ein. Auch in anderen Gebieten Europas beginnt eine starke Ausbreitung in V. In T bleiben die *cladium*-Werte gering, da eine Verlandung diesen Punkt nie erreicht hat. Am Hermsdorfer See (Abb. 1: 11), dem Heiligensee (4 km NW von T) und dem Bieselfließ (8 km NNO von T) spielt *cladium*

als erster Helophyt der Verlandungsfolge dieser gleichfalls kalkreich-oligotrophen Gewässer nach Frucht- und Pollenfunden an der Basis der Torfe über den Kalkmudden in VI bis VIII eine größere Rolle. Die Beobachtung, daß *Cladium* als schwacher Konkurrent ebenso in kalkfreien, aber nur mäßig nährstoffversorgten Gewässern gedeiht, bestätigt ein Pollen- und Fruchtfund in P am stratigraphischen Kontakt Detritusmudde/Radizellentorf. Zum anthropogenen Rückgang in Berlin s. BRANDE (1978/79).

Cornus sanguinea. Absolute Grenze in T im unteren Teil von Va. Dieser schwache Pollenproduzent ist anderenorts im Postglazial nur selten nachgewiesen. Seine Einwanderung dürfte aber kaum sehr viel früher liegen als die Erstfunde.

Empetrum/Ledum. Daß es sich bei dem schon in präallerödzeitlichen Abschnitten von P vorhandenen Pollentyp um *Empetrum* handelt, zeigt nicht nur die typische Ausbreitung in III (vgl. Kap. 6), sondern auch die Unabhängigkeit vom Verlandungsgeschehen in P. Damit verschiebt sich die Nachweisgrenze des spätglazialen Areals über die Altmark und Mecklenburg (H.M. MÜLLER 1970) weiter nach SO bzw. S und erreicht sogar Mittelpolen (Abb. 7 und WASYLKOWA 1964: Abb. 5). *Ledum*-Erstfunde geben LANGE & al. (1978) in der nordwestlichen Niederlausitz für V an.

Ephedra. *E. distachya*-Typ: 10 PK in IIb bis VI von P, 8 in IIb p.p. bis III von T. *E. fragilis*-Typ: 2 PK in III von P, 6 in IIb p.p. bis III und 2 in IX p.p. von T. Zur Deutung spät- und postglazialer *Ephedra*-Funde sei auf IVERSEN (1954, 1973), OVERBECK (1975) und GODWIN (1975) verwiesen.

Epilobium. Funde in IIa bis III von P, in T von IIb p.p. bis III und 1 PK in VIII. Ebenfalls ab Beginn von II gibt H.M. MÜLLER (1969) *E. angustifolium* für Brandenburg an. Im vorliegenden Fall verhält sich der Pollen wie ein relativer Siedlungszeiger sensu ZOLLER (1960), was für diese Art durchaus zu erwarten ist.

Fagus. Absolute Grenze in Vb von T und Beginn von VI in P. Auf diese frühen Erstfunde, die freilich noch auf Fernflug zurückgehen können, aber nur wenig älter sind als in NO-Polen (RALSKA-JASIEWICZOWA 1966) sei besonders hingewiesen.

Filipendula. Der Pollentyp von *F. ulmaria* gilt seit IVERSEN (1954) als Klimaindikator für die Warmphasen des Spätglazials und frühen Postglazials. Diesem Bild mit hohen Werten in II und IV und geringen in III fügen sich die Berliner Befunde trotz des gegenüber Dänemark und angrenzenden Gebieten andersartigen Vege-

tationscharakters ohne weiteres ein. Mit dem Anstieg an der Grenze III/IV bestätigt sich auch die zeitliche Verschiebung der *Juniperus*-Ausbreitung im Vergleich mit jenen Gebieten. Durchgehende Anwesenheit von *Filipendula* bis in die Gegenwart ist nach den Pollenfunden sicher.

Frangula alnus. Untere Grenze in Va von T und damit etwa zeitgleich mit dem ältesten Fund von der Doggerbank (GODWIN 1975). Einen zeitlich isolierten Fund gibt BERGLUND (1966) für II aus SO-Schweden an.

Gypsophila. Mehrfach in Ibc bis Va von P, bis Va von T sowie 1 PK in VI, 4 in VII, 3 in VIII, 4 in IX p.p., ferner vereinzelt in X von H. Nach pollenmorphologischen Merkmalen handelt es sich um *G. repens* oder *fastigiata*, einem während des Spätglazials selbst in NW-Deutschland und Südsandinavien gelegentlich auftretenden Typ (BEHRE 1966, IVERSEN 1954, BERGLUND 1966). Das heutige Areal von *G. fastigiata*, in dem auch der Berliner Raum liegt (MÖLLER-STOLL & KRAUSCH 1959, 1968), bezeichnet den von der unteren Oder nach Mittelbrandenburg herüberreichenden Einflußbereich kontinentalen Klimas, der der pflanzengeographischen Ozeanitätsstufe IV von JÄGER (1968) entspricht. Diese xerotherme Sippe war offenbar nach den vorliegenden Pollenfunden in Brandenburg entgegen den Vermutungen von MÖLLER-STOLL & KRAUSCH (1960) schon vor Ausbreitung des Kiefernwaldes sowie der jüngeren Tundrenzeit eingewandert. Nach den postglazialen Pollenfunden dürfte sie tatsächlich mit primärem Vorkommen im trockenen Kiefernwald seit dem Spätglazial überdauert haben.

Hedera. Erster Nachweis in T am Beginn von Va und empirische Grenze am Beginn von Vb. Die ersten regelmäßigen Funde fallen in dasselbe Stadium der frühwärmezeitlichen Vegetationsentwicklung wie in NW-Deutschland (OVERBECK 1975), wo aus klimatischen Gründen jedoch schon zu dieser Zeit Werte von 0,1 % und mehr erreicht werden.

Helianthemum. In P bis Va, in T bis IVa und 1 PK in VII, IX und X. Nach der bislang großen Fundlücke zwischen Va und VIII erscheint ein Erlöschen der spätglazialen Vorkommen vor der mittleren Wärmezeit und ein siedlungsbedingtes Wiederauftreten zwar möglich. Doch gehört *H. nummularium* zu den xerothermen Arten mit weiter Verbreitung in Brandenburg (MÖLLER-STOLL & KRAUSCH 1959), deren Überdauern sich im Falle schwacher Pollenproduzenten einem Nachweis entziehen kann.

Hippophaë. Die sehr seltenen postglazialen Einzelfunde in Va und b setzen sich in VII bis IX von T weiter fort. Die heutigen binnenländischen Vorkommen der weiteren Umgebung sind zu- meist nachweisliche Anpflanzungen. Eindeutige Wildvorkommen sind nicht bekannt (EICHHOLZ 1958). Wenn die wärmezeitlichen Pollen- funde nicht als Nachweise des Sanddorns in der heimischen Vegeta- tion gelten können, ist die Feststellung einer Fernflugkomponente aus dem Küstengebiet in dem von Pinus als sehr starkem Pollenpro- duzenten bestimmten Umgebungs- und Nahflugniederschlag der Berli- ner Wälder bemerkenswert. Ein solcher Effekt ist freilich im Be- reich der offenen Wasserfläche des Tegeler Sees eher möglich als in dem allseitig von Waldwuchs umgebenen kleinen Areal des Pech- sees.

Ilex. Einzelfunde in Ibc bis III. Es handelt sich um Sekun- därpollen, wahrscheinlich aus den tertiären Braunkohlen des Ge- bietes. Deren Umlagerungsprodukte in den pleistozänen Sanden des Grunewaldes enthalten nach eigenen Untersuchungen *Ilex* mit 1 bis 6 % der Gesamtpollensumme. Das völlige Fehlen in den wärmezeitli- chen Ablagerungen des Untersuchungsgebietes wie schon im Hanno- verschen Wendland (LESEMANN 1969) zeigt, daß die natürliche Ver- breitungsgrenze, für die innerhalb des Gesamtkomplexes von Stand- ortfaktoren eine Januar-Mitteltemperatur von $-0,5^{\circ}\text{C}$ von Bedeu- tung ist (IVERSEN 1944, HAEUPLER & SCHÖNFELDER 1975), von Westen her den Berliner Raum nicht erreicht hat.

Melampyrum. Ältester Nachweis in IVb von T, in P an der Grenze IV/V. Aus Südkandinavien (IVERSEN 1954, BERGLUND 1966) und Schottland (GODWIN 1975) liegen einzelne bereits spätglaziale Funde (II bzw. III) vor. Ein pollenanalytischer Nachweis der en- tomogamen Pflanze ist unmittelbar am Wuchsort am ehesten zu er- warten. So bedeutet das fast synchrone Auftreten in P und T zu- mindest eine stärkere Ausbreitung im Berliner Raum. Werte von 1 % in den Torfen der mittleren Wärmezeit bis 18 % in denen der Nach- wärmezeit von P (bezogen auf die Baum- und Strauchpollensumme) bei geringem anthropogenen Einfluß machen wahrscheinlich, daß es sich ebenso wie in der Vor- und frühen Wärmezeit wenigstens am Pechsee um *M. pratense* handelt.

Menyanthes. Vereinzelt ab IVb in P und T. Dieses Beispiel zeigt die Unsicherheit arealgeschichtlicher Schlußfolgerungen al- lein aufgrund seltener Pollenfunde. Denn *Menyanthes* gehört in

vielen weichselzeitlich vereisten Landschaften zu den frühen Einwanderern in I.

Nymphaeaceae. *Nymphaea* in T seit I Ib p.p., in P seit IVb, *Nuphar* in T seit I Ib p.p. Diese Erstfunde lassen keine Schlüsse auf den Zeitpunkt der Einwanderung zu, die nach Vergleichen mit anderen Landschaften für beide Gattungen präallerödzeitlich sein kann.

Phragmites. Ein eingeschwemmter Epidermisrest in T am Beginn von IVa gibt ein Minimalalter der Einwanderung. Am Ascherslebener See fehlen im Hochglazial nach letztinterglazialen und frühweichsel-interstadialen Funden Reste vom Schilf (MANIA & TOEPFER 1973). In den Niederlanden und am Niederrhein (OVERBECK 1975) und vermutlich auch in NO-Polen (RALSKA-JASIEWICZOWA 1966) tritt es im Spätglazial spätestens in II wieder auf.

Plantago. *P. major/media* vereinzelt in Ibc bis VI von P und I Ib p.p. bis IVb sowie in VI bis VII und häufiger ab VIII von T. *P. lanceolata*: 1 PK in Ibc und I Ib von P, 1 in IVb, VII und regelmäßig ab VIII von T. Daß außer *P. major/media* hier auch *P. lanceolata* zu den Apophyten gerechnet werden muß, ist angesichts des Fehlens selbst spätglazialer Funde in manchen Teilen Europas bemerkenswert. Dem stehen allerdings weichselfrüh- und mittelglaziale Funde aus der fränkischen Alb gegenüber (BRANDE 1975). Auf den britischen Inseln und möglicherweise auch in der Bretagne (GODWIN 1975) gilt die Pflanze nach Fossilfunden als indigen, und ZOLLER (1960) zählt sie in der insubrischen Schweiz immerhin zu den Apophyten.

Polemonium. 1 PK in Ibc und III von P, 1 in I Ib p.p. von T. Die nach BEHRE (1966) seltene, aber typische Spätglazialpflanze fehlt in vorliegenden Diagrammen in den postglazialen Abschnitten ganz. Die nächsten natürlichen Vorkommen, die demzufolge Glazialrelikte sein können, liegen nach ROTHMALER (1976) in Ostmecklenburg.

Populus. Untere Pollengrenze zeitgleich mit dem *Pinus*-Anstieg an der Grenze IIa/b und damit etwas später als die ersten Nachweise in Mittelpolen (WASYLIKOWA 1964: sicher seit Ib). Die Verringerung der Funde in III zusammen mit denen von *Filipendula* und *Urtica* geht offensichtlich direkt auf die damalige Klimaungunst zurück, die einen Blütenansatz der verhältnismäßig wärmebedürftigen *P. tremula* hemmte (IVERSEN 1954). Das Überdauern in III ermöglichte aber die sofortige Erhöhung der Pollenproduktion mit

dem postglazialen Temperaturanstieg zu Beginn von IV. Dadurch erweist sich *Populus* im Berliner Raum als wichtiger Konstituent der älteren und jüngeren Kiefern-Birkenzeit (I Ib und IV), die in P und T pollenstratigraphisch durch Polypodiaceae-Anteile und den *Cannabis/Humulus*-Beginn voneinander zu trennen sind. Ob für T aus dem erst mit dem *Quercus*-Anstieg in Vb verbundenen *Populus*-Rückgang auf eine Anwesenheit von *P. nigra* geschlossen werden darf, ist ohne weitere Untersuchungen im Bereich des benachbarten Haveltals nicht zu entscheiden.

Rhamnus cathartica. Untere Grenze wie von *Frangula* in Va von T. Älteste Nachweise auch in Großbritannien (GODWIN 1975) und SO-Schweden (BERGLUND 1966) frühwärmezeitlich.

Sanguisorba minor. Einzelfunde in Ibc bis I Ib von P und I Ib p.p. bis Va von T. Funde aus der mittleren und späten Wärmezeit fehlen bisher in den Berliner Diagrammen. Der Pollen tritt auch in anderen Gebieten erst wieder in siedlungszeitlichen Abschnitten auf, muß also unter Annahme eines Überdauerns an Trockenstandorten zu den Apophyten gerechnet werden.

Sanguisorba officinalis. Nachweis in Ibc von P bis IX p.p. von T. An einer durchgehenden Anwesenheit dieser auch in den weichsel-interstadialen Ablagerungen von Berlin-Kladow (BÜSE & BRANDE 1979) nachgewiesenen Pflanze seit dem frühen Spätglazial besteht somit kein Zweifel.

Typha, *Sparganium*. *T. latifolia*-Typ seit Ibc von P. Die Sippe wandert also in Brandenburg nicht erst in der Allerödzeit (H.M. MÖLLER 1969) ein, in der zudem im vorliegenden Fall keine Häufigkeitszunahme eintritt. Präallerödzeitliche Nachweise sind auch von den britischen Inseln, aus Schleswig-Holstein und Polen sowie vom Ascherslebener See bekannt, obwohl es sich bei *T. latifolia* um eine verhältnismäßig wärmebedürftige Pflanze handelt. Auf dieser Tatsache könnte aber die vorübergehende Häufigkeitszunahme in IV von P und T beruhen. *T. angustifolia* (incl. *Sparganium* p.p.) tritt ebenso früh auf wie der *T. latifolia*-Typ. Der Beginn der geschlossenen Kurve in IVb ist in P und T voll synchron. Offenbar breiten sich zu dieser Zeit Rohrkolbenbestände an den Ufern Berliner Gewässer erstmals stärker aus. Möglicherweise ist daran auch *T. latifolia* beteiligt, deren zerfallene Pollentetraden *T. angustifolia* zugezählt werden. Auch für *Sparganium* (*S. erectum*-Typ sensu PUNT 1976) reichen die Funde in P

bis Ibc zurück. Seine Einwanderung ist also ebenso wenig wie die von *Typha* erfaßt.

Urtica. Vereinzelt seit IIb und häufiger in IV von P, in T vereinzelt seit IIb p.p. Wahrscheinlich muß wie in NW-Deutschland und Nachbargebieten schon seit I mit der Anwesenheit von *U. dioica* gerechnet werden, wenn auch Fruchtfunde vermutlich dieser Art am Ascherslebener See (MANIA & TOEPFER 1973) erst aus II stammen. IVERSEN (1954) wies auf das *Filipendula*-ähnliche Verhalten im Spätglazial und frühen Postglazial hin, das mit häufigen Pollenfunden in II und IV auch in Schleswig-Holstein klar zum Ausdruck kommt (USINGER 1975). In P und T lassen die *Urtica*-Funde trotz ihrer geringeren Häufigkeit eine gleichartige Verteilung erkennen. Möglicherweise ist außerdem *U. kioviensis* beteiligt, die als subkontinentale Stromtalpflanze mit nordwestlichem, vielleicht relikartartigem Vorposten in Brandenburg und Berlin (hier z.B. in den Röhrichten des Tegeler Sees) ein noch höheres Wärmebedürfnis hat (KONCZAK & al. 1968).

Viburnum. In P und T seit Va. In Ostfriesland (BEHRE 1966) und Dänemark (IVERSEN 1973) liegen Erstfunde schon in IV, in Schottland (GODWIN 1975) ein Einzelfund sogar in II.

Viscum. Untere Grenze in T im oberen Teil von Va. Die Mistel erscheint also nicht später als *Hedera* wie z.T. im Nordseeküstengebiet, wo sich die frühwärmezeitliche *Viscum*-Ausbreitung wegen noch geringer Sommerwärme verzögert zu haben scheint (OVERBECK 1975).

Xanthium. 1 PK in Ibc und III von P, in T 1 in Va, VI, VII, VIII, 2 in IX, 2 an der Grenze IX/X. Weichselhoch- und -spätglaziale Vorkommen und eine anthropogene Wiederausbreitung spätestens seit der Bronzezeit sind aus dem südöstlichen Europa bekannt (BRANDE 1976). Frühpostglaziale Pollen-Einzelfunde liegen zudem aus Südschweden vor (FLORIN 1969). Im Tessin gibt es seltene Funde aus der frühen bzw. mittleren Wärmezeit (V-VI) (ZOLLER & KLEIBER 1971) und in den Westkarpaten aus der späten Wärmezeit (VIII) zusammen mit *Plantago lanceolata* als einem der ersten Siedlungszeiger (HARMATA 1969). In Mähren reichen Fruchtfunde von *X. strumarium* in die Bronzezeit zurück (OPRAVIL 1978). Zwischen Elbe und Weichsel tritt die Sippe mit archäologisch datierten Nachweisen erstmalig in der frühen Eisenzeit (LANGE & al. 1978) und vermehrt im frühen Mittelalter auf (LANGE 1976). Die vorlie-

genden vereinzelt Berliner Pollenfunde schließen die Möglichkeit eines Überdauerens spätglazialer Vorkommen während des Postglazials im Gebiet nicht aus. Damit käme *Xanthium* hier der Status eines Apophyten statt eines Archäophyten zu, selbst wenn eine verstärkte frühmittelalterliche Zuwanderung aus dem Osten beteiligt sein mag. Auch ZAJAC & ZAJAC (1975) bezeichnen die Sippe in Polen als unsicheren Archäophyten, da sie möglicherweise ein Apophyt von Flußufern sei, und OPRAVIL (1977) zählt sie ebenfalls zu den Unkrautpflanzen aus natürlichen Ufergesellschaften.

8. Beiträge zur natürlichen Landschaftsentwicklung

8.1 Gewässer

In P liegt eine typische Verlandungsfolge von spätglazialer, anfangs toniger Algenmudde, vor- und frühwärmezeitlicher Detritusmudde und Torfbildung seit dem Beginn der mittleren Wärmezeit vor. Allerdings besteht eine derartige klimageschichtliche Beziehung zwischen Sedimentgrenzen und vegetationsgeschichtlichen Abschnitten wie im vorliegenden Profil nicht für den gesamten Bereich des Pechsees, dessen Verlandung noch heute nicht abgeschlossen ist.

Das Moor am Pechsee gehörte vor den zunehmenden anthropogenen Veränderungen zum oligotrophen Verlandungstyp mit schwimmender Sphagnum-Decke. Am Beginn der Torfbildung in P steht ein Sphagnum-Laubmoos-Radizellentorf mit zahlreichen Nadeln der Kiefer, die am Rand oder auf dem entstehenden Moor wuchs, dessen postglaziales Endstadium als *Pinus*-Phase des Ledo-Sphagnetum *medii* beschrieben wurde (SUKOPP 1959/60). Hier soll jedoch nur auf die limnische Vorgeschichte der Moorbildung eingegangen werden.

Bis zum Ende der Allerödzeit sind im Nordteil des Pechsees nur wenige pollenspendende Wasserpflanzen vorhanden. Wenn die Einzelfunde von *Myriophyllum spicatum/verticillatum* und *Hippuris* direkt von dort stammen, ist der See zu dieser Zeit nicht ausgesprochen oligotroph gewesen, was auch aus dem Mineralgehalt der Algenmudde folgt. Dasselbe gilt für die jüngere Tundrenzeit, in der zudem *Potamogeton*-Pollen häufiger wird. Dabei ist *P. praelongus* mit 1 Steinkern im unteren Teil von II und *P. natans* zahlreich an der Grenze III/IV belegt. Unter nicht wesentlich veränderten Nährstoffbedingungen wurde die Detritusmudde abgelagert, in der *Menyanthes*, *Nymphaea* (auch Gewebereste von *Nym-*

phaeaceen) und *Utricularia* (*U. vulgaris* heute im Pechsee) in der Verlandungszone wuchsen. Die Ausbreitung von *Typha angustifolia* spricht dafür, daß unter ähnlichen trophischen Bedingungen Rohrkolbenröhrichte an der Ufervegetation beteiligt waren. Allerdings zeigt das Vorkommen von *Cladium* (s. Kap. 7) eine nur mäßige Nährstoffversorgung des Sees an. Die Verlandung ist in anderen Teilen des Pechsees oder in benachbarten Seen nach dem Auftreten von *Thelypteris palustris* (möglicherweise in Schwinggrasen vom Typ des *Cicuto-Caricetum pseudocyperi*; vgl. KRAUSCH 1964 und heutiges Vorkommen von *Calla palustris* am Pechsee) im Laufe von IV und V schon weiter fortgeschritten. Insgesamt ist der damalige Pechsee nach den vorliegenden Daten am ehesten als mesotroph zu bezeichnen.

Während am Pechsee die limnische Sedimentation wie in vielen weichselzeitlich vereisten Gebieten im Bereich der Maximalstadien in I einsetzt (in Abb. 1, soweit bekannt, in 2,4,5,11), beginnt die reguläre Muddebildung in T erst im Laufe von IIb. Nach der Lage des Bohrpunktes besteht eine Beziehung zu einer etwa NW-SO verlaufenden Rinne des Sanduntergrundes, die ihrer morphologischen Beschaffenheit zufolge nach PACHUR & HABERLAND (1977) unter subaerischen Bedingungen entstanden sein könnte, möglicherweise in Verbindung mit Aufschmelzvorgängen. In der Tat wäre das späte und unvermittelte Einsetzen der Muddebildung ähnlich den allerödzeitlichen Seebildungsphasen in NO-Polen (WIEC-KOWSKI 1969) gut verständlich, ohne daß allerdings bisher nähere Kenntnis über die räumliche und zeitliche Ausdehnung im Bereich des Tegeler Sees besteht, der am Untersuchungspunkt seine größte bisher bekannte Sedimentmächtigkeit aufweist. Immerhin liegt hier die Seebildung früher als von HAGEDORN & HÖVERMANN (1962) aufgrund eines erst im Postglazial vermuteten Toteisaustauens im Tegeler Seebecken angenommen.

Die überwiegend geschichtete Kalkmudde und kalkreiche Mudde zwischen 1290 und 1507 cm legt die Annahme eines jahreszyklischen Sedimentationsgeschehens nahe. Nach PACHUR & HABERLAND (1977) enthält 1 mm Sediment ohne die sandreichen Lagen im Mittel 1,6 solcher Einheiten einer Feinschichtung aus Ton und Kalklutit (Warwit). Diese Angabe wurde durch eine eigene gesonderte Auszählung zwischen Tuffoberkante und Grenze II/III bestätigt, die auf 718 mm geschichteter Mudde 1150 Einheiten er-

gab. Da hierfür nach Kap. 4 nur ein Zeitraum von ca. 400 Jahren zur Verfügung steht, dürften demnach keine Jahresschichten vorliegen. Für die übrigen spätglazialen und frühpostglazialen Abschnitte von T ist eine Prüfung dieses Befundes wegen der geringeren Mächtigkeit der geschichteten Sedimente nicht möglich. Eine pollenanalytische Kontrolle des Schichtcharakters erscheint nach dem Blühtermin der damaligen Hauptholzarten *Pinus* und *Betula* weniger aussichtsreich als eine noch ausstehende nähere Analyse sonstiger Mikrofossilien nach H. MÜLLER (1974). Die regelmäßige Schichtung setzt im Laufe der Vorwärmezeit aus. Wenn sie auf episodischer Mineraleinschwemmung beruht, mag das Aussetzen mit dem zunehmenden Dichtscluß der Wälder zusammenhängen. An einer klimabedingten Zunahme der Kalkfällung (Kalkmuddebildung) am Übergang Spät-/Postglazial besteht kein Zweifel.

Für die trophische Entwicklung ist der Characeen-Nachweis von PACHUR & HABERLAND (1977) in einem Parallelprofil 700 m NO von T am Beginn der limnischen Sedimentation von Bedeutung. Daß in Verbindung mit der Kalkmuddebildung die Oligotrophierung weiter fortschreitet, bestätigt der gleichzeitige Rückgang von *Myriophyllum spicatum/verticillatum*, *Hippuris* und möglicherweise *Batrachium*. Immerhin bleiben dem an sich eutraphenten *Ceratophyllum* nach den regelmäßigen Funden der Haare (Blattstacheln) noch mindestens vereinzelte Wachstumsmöglichkeiten. Am mit dem Tegeler See verbundenen Hermsdorfer See (Abb. 1: 11) kam es zwischen IIb. und V sogar zur Ablagerung einer mit *Ceratophyllum demersum* massenhaft durchsetzten Kalkmudde, wobei dort das Tegeler Fließ höhere Nährstoffmengen zugeführt haben kann. Die sedimentabhängige Verteilung von Characeen, *Myriophyllum* und *Ceratophyllum* sowie der Zeitpunkt der Kalkmuddebildung finden eine ausgesprochene Parallele im Mikolajkisee NO-Polens (RALSKA-JASIEWICZOWA 1966). Eine Schwimmblattzone mit *Nymphaeaceen* und *Polygonum amphibium* ist im spätglazialen Tegeler See bereits vorhanden, während Röhrichte aus *Phragmites*, *Typha angustifolia* und *Cladium* sich im Laufe des frühen Postglazials auszubreiten scheinen.

8.2 Terrestrische Standorte

Hier sind besonders die spätglazialen Umlagerungen von Bodenmaterial und Nährstoffen von Interesse, die über den Sand- und Kalkgehalt der Profile faßbar sind.

Im Profil P aus dem Sandgebiet des westlichen Grunewaldes wechselt der Sandgehalt der spätglazialen Mudde in charakteristischer Weise: höchste Anteile zu Beginn der limnischen Sedimentation in Ibc, geringe im Bereich des *Juniperus*-Maximums von III und sehr geringe in II und III p.p. Erwartungsgemäß hat die offene präallerödzeitliche Vegetation die relativ stärkste Sandzufuhr gebracht. In den anschließenden Waldzeiten ist sie erheblich reduziert. Nur die Waldauflichtung der jüngeren Tundrenzeit bringt während ihres Maximums eine geringfügige, am Sediment makroskopisch jedoch nicht erkennbare Zunahme. Nach diesen Befunden haben die verhältnismäßig grobkörnigen Sande der umgebenden Hänge des Pechsees seit der allerödzeitlichen Bewaldung nennenswerte spätglaziale Umlagerungen nicht erfahren.

Das Profil T aus dem Talsandgebiet mit seinen Dünen in der Nähe des Untersuchungspunktes enthält zwischen dem Laacher Tuff und der Grenze II/III mehrere Sandlagen. Eine kräftige Zunahme des Sandgehaltes, verbunden mit dem weitgehenden Aussetzen der Muddeschichtung, liegt im Bereich des *Juniperus*-Maximums von III. Die feinkörnigeren Talsande sind hier also noch in der Allerödzeit, dann aber verstärkt während des Hochstandes der jüngeren Tundrenzeit verlagert und in das Seesediment vermutlich eingeweht worden, ohne daß die Waldauflichtung größer als am Pechsee gewesen ist. Weitere Profile aus dem Tegeler See mit z.T. mächtigeren Sandlagen (PACHUR & HABERLAND 1977) bedürfen noch einer näheren Datierung. Wenn auch die Vegetation der jüngeren Tundrenzeit in Berlin äolische Sandbewegungen offenbar nicht verhindert hat, ist in Analogie zu den Befunden in Mittelpolen (DYLIKOWA 1969, zit. nach PYRITZ 1972) doch mit geringeren Intensitäten als in den präallerödzeitlichen Abschnitten des Spätglazials zu rechnen. Dabei wird in der jüngeren Tundrenzeit die Dünenbildung im Berliner Raum noch geringer als in jenen Landschaften mit ihrem vermutlich waldoffeneren Charakter (s. Kap. 6) gewesen sein. Anhaltspunkte für eine Festlegung der Dünen im Berliner Urstromtal erst im Atlantikum (ASSMANN 1957) liegen in den betreffenden Sedimenten freilich nicht vor.

Die glazifluvialen Sande des westlichen Grunewaldes enthalten stellenweise kalkhaltige Einschlüsse, u.a. an den Hängen des 600 m S vom Pechsee gelegenen Barssees (Abb. 1: 12). In P sind die Seesedimente trotz der randlichen Lage des Profils völlig kalkfrei, ohne daß damit ein Vorkommen kalkhaltiger Sedimente

im Seetiefsten auszuschließen ist (vgl. USINGER 1975). Für Ibc von P spricht die Anwesenheit des relativ basiphilen Sanddorns in unmittelbarer Umgebung (Sternhaarfunde) für eine noch nicht abgeschlossene Kalkauswaschung der Böden. Am Barssee zeigt die kalkführende Mudde unter dem Laacher Tuff, daß eine primäre Kalkverarmung der umgebenden Sandböden aber noch vor dem Ende der Allerödzeit zu einem Abschluß gekommen ist, ein Zeitpunkt, der auch aus stärker ozeanischen Gebieten Mittel- und Nordeuropas bekannt geworden ist. Später kommt es am Barssee dann unter dem Einfluß postglazialer Grundwasseränderungen nach DÜMLER in SUKOPP & al. (1971) zu sekundären Kalkverlagerungen und -ausfällungen. Eine nachhaltige Verbesserung des Basenhaushalts hat es während des Spätglazials wenigstens im Umkreis des Pechsees nach dem geringen Ausmaß der postallerödzeitlichen Bodenumlagerungen also nicht gegeben.

Demgegenüber erhielt der Tegeler See aus dem Gebiet der Barnimer Grundmoränenplatte im Spät- und Postglazial eine ständige Kalkzufuhr über das mit Kalksedimenten ebenfalls großenteils aufgefüllte Tegeler Fließ. Die hydromorphen Böden im Bereich der Uferzone des Sees haben daher zu jeder Zeit eine gute Kalkversorgung erfahren. Dagegen sind die angrenzenden Talsandböden und präallerödzeitlich entstandenen Dünen bei den tieferen spätglazialen Wasserständen im Urstromtal und dem Fehlen weiterer Nachlieferung wohl ähnlich früh entkalkt worden wie die Böden im westlichen Grunewald. Das bestätigen auch die bereits wenige cm über dem allerödzeitlichen Laacher Tuff kalkfreien Mudden im Großen Rohrpfuhl (Abb. 1: 9, BRANDE 1978). Eine mögliche Umformung der Dünen in der jüngeren Tundrenzeit wird daher keine wesentliche Neuankunft gebracht haben. Erst im Laufe des Postglazials haben mit dem Wiederanstieg der Wasserstände sicher weitere Standorte eine erneute Kalkzufuhr erhalten, ähnlich wie es NEUMANN (1974, 1976) für die Randzone des Teufelsbruchs (Abb. 1: 3) im Einflußbereich des benachbarten Haveltals als Folge der mittelalterlichen Anlage von Stauwehren gedeutet hat.

8.3 Wälder

Bei dem nachfolgenden Vergleich der Waldtypen für die Abschnitte IIb p.p. bis V und den Beginn von VI ist einerseits das verschiedenartige Standortmosaik im Umkreis von P und T

(vgl. Kap. 1) und andererseits für P ein höherer Anteil des Umgebungspollenniederschlags sowie eine zusätzliche Komponente aus dem örtlichen Niederschlag zu berücksichtigen (vgl. TAUBER 1977).

Ältere Kiefern-Birkenzeit (IIb) p.p.

In den aus Kiefern, Birken und weniger häufigen Zitterpappeln aufgebauten Wäldern liegt das *Pinus/Betula*-Verhältnis in T mit 2,2:1 höher als in P mit 1,3:1. In P steht für diesen Vergleich nur 1 Probe zwischen Tuffoberkante und Grenze II/III zur Verfügung, die aber typisch für den gesamten Abschnitt IIb nach der Kiefernausbreitung ist. H.M. MÖLLER (1969) nimmt für II in den Flußtäälern einen höheren Birkenanteil als auf den grundwasserferneren Standorten an, nachdem schon die Birkenausbreitung zu Beginn von II am ehesten auf grundwasserbeeinflußten oder nährstoffreichen Böden zum Ausdruck gekommen sei. Dem steht für den westlichen Grunewald die hohe Birkenbeteiligung von P gegenüber. Hier hat in IIa zweifellos das weitgehende Fehlen der Kiefer und ein noch günstigerer Nährstoffgehalt der Sandböden die kräftige Birkenausbreitung ermöglicht. Nach der Kiefernausbreitung in IIb sind die Birken dann wahrscheinlich teilweise auf den Uferbereich des damaligen Pechsees zurückgewichen, wo sie im Pollenniederschlag gegenüber der Kiefer weiter einen relativ großen Anteil beibehalten konnten. Dieser ist in dem nur teilweise von Ufergehölzen umgebenen Punkt T geringer gewesen. Zudem haben dort auf präallерödzeitlich entstandenen Dünen Kiefern sicher eine größere Rolle als Birken gespielt, und geringe spätglaziale Grundwasserstände können auf den verarmten Talsanden die Kiefer ebenfalls stärker begünstigt haben. In welchem Ausmaß jeder dieser Faktoren zu den höheren *Pinus*-Werten in T beigetragen hat, bleibt an weiteren Punkten zu untersuchen.

Kiefern-Birken-Wacholderzeit (III)

Die mit einer lichten Strauchschicht aus Wacholder und krautreicheren Flächen mit z.T. steppenartigem Bewuchs (*Artemisia*, *Chenopodiaceen*) durchsetzten Wälder aus Kiefern und Birken haben in P und T einen einheitlichen Charakter. Lediglich der Grad der Lichtoffenheit erscheint wie schon in den Wäldern von IIb in P höher als in T (Tab. 2). Dort ist aber der Pollenein-

flug aus der Krautschicht von den teilweise steilen Hängen um den Pechsee leichter gewesen als in dem flachen, nur stellenweise von Dünen durchsetzten Talsandgebiet um Tegel. Somit gibt es vorerst keinen Hinweis auf eine Förderung der Sandumlagerungen im Urstromtal durch einen im Vergleich mit angrenzenden Landschaftseinheiten andersartigen Vegetationscharakter.

Tabelle 2: Verhältnis des Pollenniederschlags von Bäumen (incl. *salix*) : Sträuchern : krautigen Heliophyten für die Abschnitte IIb (in T IIb p.p.) bis IV von P und T.

	IIb	III	IV
P	96:1,5:2,5	90:5:5	98:1:1
T	98:1:1	93:4,5:2,5	99:0,4:0,6

Jüngere Kiefern-Birkenzeit (IV)

Wie schon in der älteren Kiefern-Birkenzeit tritt auch jetzt in den aus Kiefern, Birken und nunmehr stärker vertretenen Zitterpappeln zusammengesetzten Wäldern die Birke im Pollenniederschlag von P stärker als in T hervor (*Pinus/Betula*-Verhältnis in T 2,6:1, in P 1,3:1). Nach H.M. MÖLLER (1970) ist die Birkenausbreitung dieser Zeit die Folge zunehmender Feuchtigkeit, da die wenigen Punkte ihres Nachweises an Rändern größerer Gewässer oder in Niederungen liegen. Für die gegenteiligen Befunde in den vorliegenden Diagrammen gilt hinsichtlich des Pollenniederschlags das für IIb Gesagte. Unklar ist für den Pechsee noch, ob die Birke auch auf das randliche Verlandungsmoor, das zu dieser Zeit den Punkt P noch nicht erreicht hatte, übergetreten ist. Dieses könnte jedenfalls eine gewisse Ungleichzeitigkeit, wie sie gegenüber T vorliegt, verständlich machen. Eine zusätzliche Birkenausbreitung auch auf den anhydromorphen Böden unter einem nach FIRBAS (1949) eher kühl-ozeanischen Klima in IV ist auf den verarmten Sandböden um P sicher nicht stärker gewesen als auf den entsprechenden Tal- und Dünenständen bei T.

Obwohl die Zitterpappel als Lichtholz stärker als in der älteren Kiefern-Birkenzeit hervortritt, sind die Wälder nach Tab. 2 jetzt dichter als zu jener Zeit. Dabei ist wie in den vorangehenden Abschnitten der Anteil krautiger Heliophyten in P höher.

Kiefern-Birken-Haselzeit (Va)

Die Wälder der jüngeren Kiefern-Birkenzeit erfahren nun durch die Zuwanderung von Laubhölzern eine entscheidende Umwandlung und damit eine stärkere standörtliche Differenzierung. Ein erster Abschluß ist mit der maximalen Haselausbreitung an der Grenze Va/b erreicht. Die standortbedingten Unterschiede sollen deshalb erst für den folgenden Abschnitt diskutiert werden.

Kiefern-Hasel-Eichenmischwaldzeit (Vb)

Die Umwandlung der Waldtypen setzt sich mit einem anhaltenden Eichenanstieg weiter fort. Dabei liegen klare Unterschiede zwischen P und T im Pollenniederschlag von Eiche und Kiefer.

Nach den Befunden für die ältesten Torfe in P (s. Kap. 3) ist eine lokale Anwesenheit der Kiefer auf den Grundwasserböden des Pechsees schon für V zu vermuten, so daß die Anteile der zugewanderten Gehölze auf den grundwasserferneren Böden im Pollenniederschlag relativ vermindert sind. Wird aber für einen Vergleich der *Quercus*-Anteile der *Pinus*-Mittelwert von Vb in P auch für T zugrunde gelegt, bleibt dort mit 3 % trotzdem ein höherer *Quercus*-Mittelwert als in P mit 0,5 % erhalten. Da für *Quercus* ein örtlicher Niederschlag wie für *Pinus* auszuschließen ist, kann dieser Befund wohl nur als Ausdruck einer höheren Eichenbeteiligung in den Wäldern der Talsande um T gewertet werden. Dagegen bietet *Ulmus* mit einem Mittelwert von 1,8 % im BP-Diagramm von T und 1,5 % in P noch keinen Anhaltspunkt für eine standortabhängige Verbreitung in den Waldgesellschaften, obwohl der gleichmäßige Kurvenverlauf keinen Zweifel an der Anwesenheit der Ulme im Gebiet läßt. Die Esche hat zu dieser Zeit im Urstromtal offenbar bereits Fuß gefaßt, während die Linde noch vor ihrer ersten Ausbreitung steht.

Mit einer nennenswerten Hasel-Beteiligung ist abgesehen von den hier nicht untersuchten Grundmoränenplatten am ehesten auf den Talsanden zu rechnen. Dabei bleibt aber die Differenz der *Corylus*-Mittelwerte im BP-Diagramm von T und P mit 28 und 22 % so gering, daß besonders bei Berücksichtigung eines örtlichen *Pinus*-Niederschlags in P die Hasel auch in den Wäldern des westlichen Grunewaldes vorgekommen sein muß. An weiteren Sträuchern sind *Frangula*, *Rhamnus cathartica* und *Cornus sanguinea* häufiger

in T bezeugt, ebenso Hedera und viscum. Die Ausbreitung von Alnus auf den Grundwasserböden an der Wende V/VI tritt in P nur sehr abgeschwächt in Erscheinung. Möglicherweise ist die Erle damals am Pechsee überhaupt nicht vorgekommen, wie sie nach spät- und nachwärmezeitlichen Werten über 15 % des BP auch heute dort im oligotrophen Moor fehlt und nur am benachbarten Barssee wächst. Im Urstromtalbereich hat sie birkenreiche Standorte eingenommen, was zum Rückgang der Betula-Werte in T geführt hat. In P dagegen ist der Birkenrückgang überwiegend die Folge der sich vermutlich am Pechseerand weiter ausbreitenden Kiefer gewesen.

In der Kiefern-Hasel-Eichenmischwaldzeit kommen somit standortbedingte Unterschiede in der Holzartenverteilung zwischen dem Talsandgebiet und den Kames- und Hochflächenlagen hauptsächlich auf den grundwasserferneren Böden im Eichenanteil zum Ausdruck. Erst nach dieser Zeit führt auf den Grundwasserböden die Ansiedlung der Erle auf einigen Mooren und im Auenbereich stellenweise zu einer weiteren Differenzierung der natürlichen Waldtypen.

8.4 Siedlungsgeschichtliche Beziehungen

Die Abschnitte I-V umfassen das späte Jungpaläolithikum p.p., das Spätpaläolithikum und das ältere Mesolithikum p.p. Für den Grunewald hat MIELKE (1971) einen Überblick des nur spärlichen siedlungsgeschichtlichen Materials der Steinzeit gegeben.

Die wichtigste eiszeitliche Fundstelle in Berlin ist der Rastplatz spätpaläolithischer Rentierjäger am Tegeler Fließ, 2,7 km NO von T. Mit der Federmesser- und Stielspitzengruppe gehört sie nach archäologischem Typenvergleich und zeitlicher Korrelation mit NW-Deutschland und Polen der Alleröd- und jüngeren Tundrenzeit an (MEY 1966, TAUTE 1968). Als Hinweis auf eine Zuordnung zur jüngeren Tundrenzeit führt A. v. MÜLLER (1972) außerdem die Knochenkohle in einer Feuerstelle des Fundplatzes an, die auf Holzknappheit schließen lasse. Die Diagramme P und T bezeugen jedoch sowohl für IIb als auch für III Waldvegetation, wenn auch in III einen offeneren Typ. Das Verhältnis Knochen-/Holzkohle in einer Feuerstelle kann wegen leichter Ausblasung der Holzkohle gerade in Zeiten von Sandverwehungen wie vermutlich in III zudem nicht als Maß für die Gehölzdichte der Umgebung verwendet werden (vgl. FREUND 1975). Die Holzkohlenreste selbst aus der Feuerstelle geben über die damalige Bewaldung am

Tegeler Fließ keine weitere Auskunft, da sie nach den Bestimmungen SCHWEINGRUBERs (1976) mit 68 % *Pinus* und 31 % *Quercus* zusammengekommen jünger als spätglazial sein müssen, eine Einzelprobe mit *Juglans* sogar keinesfalls älter als römerzeitlich.

Für das Mesolithikum liegen aus Berlin und dem Umland zahlreiche Funde vor (GRAMSCH 1973). Im Umkreis der Untersuchungspunkte sind stratifizierbare Abfolgen bisher nicht bekannt, doch werden die am Rande des Grunewaldes gefundenen Knochen- und Ge-
weihartefakte einem Abschnitt zwischen früher Wärmezeit und dem Beginn der mittleren Wärmezeit zugeordnet. Für die zwischen Elbe und Oder weithin fehlenden Nachweise von Siedlungsplätzen der Vorwärmezeit mit eindeutig mesolithischem Charakter diskutiert GRAMSCH die Möglichkeit ihrer heutigen Unzugänglichkeit: infolge der gewässernahen Lage könnten sie in vielen Fällen durch den wärmezeitlichen Anstieg des Wasserspiegels überflutet worden sein.

Standörtliche Unterschiede der frühwärmezeitlichen Waldtypen sind schon im Bereich der hier untersuchten Sandgebiete nachweisbar. Noch stärker muß der Gegensatz zu den Grundmoränenflächen mit ihrem höheren Laubholzanteil gewesen sein. Diese boten nach GRAMSCH der ältermesolithischen Bevölkerung durch größeren Wildbestand und Haselreichtum eine wichtige Nahrungsgrundlage. Als eigentliche Lagerplätze gelten aber die angrenzenden mikroklimatisch besser geeigneten Sandflächen. Das im Gegensatz zu den allerödzeitlichen Wäldern und trotz anhaltender Kieferndominanz nahezu völlige Fehlen heliophytischer Kräuter in den vorliegenden Diagrammen zeigt aber, daß diese Sandflächen einer Besiedlung nicht bereits von Natur aus als stellenweise waldfreie Flächen zur Verfügung standen.

9. Zusammenfassung

Ein Pollendiagramm aus der Grunewald-Kameslandschaft und eines aus dem Urstromtal bei Tegel geben für die weichselzeitlichen Sandgebiete des Berliner Raumes eine präzisierte Gliederung von Spätglazial und frühem Postglazial und weiteres Material zum Florenwandel. Für einen Vergleich beider Untersuchungspunkte liefern sie Zeugnisse der aquatischen und terrestrischen Standort- und Vegetationsentwicklung.

Die vegetationsgeschichtlichen Abschnitte sind durch *Juniperus*, *Populus*, *Humulus* und *Polypodiaceen* incl. *Pteridium* zusätz-

lich unterschieden.

Die ostwestliche Richtung der allerödzeitlichen Kiefern-Massenausbreitung ergibt sich aus der pollenstratigraphischen Position des Laacher Tuffs.

Die *Juniperus*-reichen Phasen bezeichnen pro- wie regressiv Abläufe der Gehölzsukzessionen und haben regionale Bedeutung.

Walddichte und Standorteigenschaften der jüngeren Tundrenzeit werden anhand der *Juniperus*- und *Empetrum*-Häufigkeiten in Beziehung zum großräumigen Klimagefälle diskutiert.

Zum Florenwandel stehen den Angaben über das Erstauftreten zahlreicher Sippen Befunde zum postglazialen Überdauern spätglazialer Elemente (*Botrychium*, *Gypsophila*, *Plantago*, *Xanthium* u.a.) sowie zum Aussterben anderer (*Polemonium*, *Selaginella*, *Hippophaë*) gegenüber.

An beiden Untersuchungspunkten lassen die Gewässer nach ungleichzeitigem Beginn der limnischen Sedimentation Ansätze einer Oligotrophierung erkennen. Röhrichte breiten sich im frühen Postglazial aus.

Die umgebenden terrestrischen Standorte erfahren bereits vor der jüngeren Tundrenzeit eine weitgehende Kalkverarmung und hauptsächlich im Talsandgebiet bis zum Ende des Spätglazials nennenswerte Bodenumlagerungen.

Unterschiede in der Zusammensetzung der in der jüngeren Tundrenzeit aufgelichteten Kiefern-Birkenwälder beider Punkte sind für den Bereich der Normalstandorte nicht nachgewiesen.

Die frühwärmezeitlichen Kiefern-Laubmischwälder sind im Talsandgebiet eichenreicher und später die Wälder auf Grundwasserstandorten erlenreicher als in dem begrenzteren Teil der untersuchten Kameslandschaft mit seinem höheren Kiefernanteil.

Den spätpaläolithischen Jägerkulturen steht auch in der jüngeren Tundrenzeit ein großes Holzangebot zur Verfügung. Für die mesolithischen Lagerplätze fehlen Hinweise auf unbewaldete Restflächen aus der spätglazialen Offenlandschaft.

10. Summary

One pollen diagram from the kames area of the Grunewald and another from the urstromtal near Tegel present a precised subdivision of the Late-glacial and early Post-glacial in the Weichselian sandy soil landscape parts of the Berlin region. Further

on palaeofloristic evaluation and reconstruction of local aquatic and terrestrial environment and vegetation development is done.

Additional criteria on the subdivision of the vegetation history are given by the presence of *Juniperus*, *Populus*, *Humulus* and *Polypodiaceae* incl. *Pteridium*.

The east-western direction of mass extension of pine during the Alleröd period is proven by the pollenstratigraphical position of the Laacher Sea ash.

The phases rich in *Juniperus* are connected both with pro- and regression of wood vegetation succession and show regional validity.

Forest thickness and environmental conditions during the Younger Dryas period are discussed using the frequency of *Juniperus* and *Empetrum* in connection with long distance climatic gradients.

Concerning palaeofloristic changes data are given on the first appearance of many taxa, on the post-glacial persistence of late-glacial elements such as *Botrychium*, *Gypsophila*, *Plantago*, *Xanthium*, and on the disappearance of *Polemonium*, *Selaginella* and *Hippophaë*.

Limnic sedimentation on both sites starts at different time, but likewise shows a tendency of oligotrophication. Helophytic vegetation spreads in the early Post-glacial.

The surrounding terrestrial soils are decalcificated earlier than the beginning of the Younger Dryas period. Soil dislocation takes place until the end of the Late-glacial mostly in the urstromtal area.

A different composition of pine-birch forests, which are thinned during the Younger Dryas period, has not been found on medium sandy stands of both sites.

During the Boreal period mixed deciduous and pine forests of the urstromtal are richer in oak than on the kames of the Grunewald. This is true later on for alder in the forests of groundwater stands too.

Late palaeolithic hunters got sufficient wood supply even during the Younger Dryas period. For mesolithic settlement places no open landscape parts with dry sandy sites were found to have been left from the Late-glacial.

11. Literatur

- ASSMANN, P. 1957: Der geologische Aufbau der Gegend von Berlin. 142 S., Berlin.
- BEAULIEU, J.-L. DE 1977: Contribution pollénanalytique à l'histoire tardiglaciaire et holocène de la végétation des Alpes méridionales françaises. Thèse Marseille III, 358 S., Marseille.
- BEHRE, K.-E. 1966: Untersuchungen zur spätglazialen und frühpostglazialen Vegetationsgeschichte Ostfrieslands. Eiszeitalter u. Gegenwart 17, 69-84.
- BERGLUND, B.E. 1966: Late-quaternary vegetation in Eastern Blekinge, South-Eastern Sweden, I. Opera Botanica 12/1, 180 S., Lund.
- 1976: The deglaciation of southern Sweden. Presentation of a research project and a tentative radiocarbon chronology. Univ. Lund, Dept. Quat. Geol., Report 10, 67 S., Lund.
- BERTSCH, A. 1961: Untersuchungen zur spätglazialen Vegetationsgeschichte Südwestdeutschlands. Flora 151, 243-280.
- BLUME, H.P., DÜMMLER, H. & RÜPER, H.-P. 1974: Böden und Gewässer Westberlins. Landwirtschaft. Forsch. 31, 1. Sonderh., 234-239.
- BLUME, H.-P. & al. 1976: Ökologisches Gutachten für den Raum Berlin (West). Erosion und Abrasion an der Grunewaldseenrinne und am Havelufer. Vervielf., 193 S., Berlin.
- BÜSE, M. & BRANDE, A. 1979: Zum Pleistozän der Platten des brandenburgischen Jungmoränengebietes. Catena 6, 183-202.
- BOROWKO-DLUZAKOWA, Z. 1973: Karpologische Pflanzenreste aus den spätglazialen und postglazialen Ablagerungen in Konin mit ¹⁴C-Datierung. Eiszeitalter u. Gegenwart 23/24, 395.
- BRANDE, A. 1975: Vegetationsgeschichtliche und pollenstratigraphische Untersuchungen zum Paläolithikum von Mauern und Meilenhofen (Fränkische Alb). Quartär 26, 73-106.
- 1976: Zur Ausbreitungsgeschichte von xanthium im südöstlichen Europa. Bot. Jahrb. Syst. 95, 406-410.
- 1978: Moorstratigraphie. In: SUKOPP, H. & al.: Wissenschaftliche Grundlagenuntersuchungen in Berliner Natur- und Landschaftsschutzgebieten. Die Naturschutz-

- gebiete Großer Rohrpfuhl und Kleiner Rohrpfuhl, 43-50. Vervielf., 195 S., Berlin.
- 1978/79: Die Pollenanalyse im Dienste der landwirtschaftsgeschichtlichen Erforschung Berlins. Berl. Naturschutzbl. 65/66, 435-443, 469-475.
- BROSE, F. & KLIWE, H. 1975: Saale- und Weichselkataglazial, vergleichend betrachtet. Wiss. Z. Ernst-Moritz-Arndt-Univ. Greifswald, Math.-nat. R. 24, 119-127.
- DIETZ, C., GRAHLE, H.-O. & MÜLLER, H. 1958: Ein spätglaziales Kalkmudde-Vorkommen im Seck-Bruch bei Hannover. Geol. Jb. 76, 67-102.
- DROZDOWSKI, E. & BERGLUND, B.E. 1976: Development and chronology of the lower Vistula River valley, North Poland. Boreas 5, 95-107.
- DÜMMER, H. & al. 1976: Geologie und Böden der Insel Scharfenberg. Sber. Ges. Naturforsch. Freunde Berlin N.F. 16, 63-88.
- DYLIKOWA, A. 1969: Problematics of inland dunes in Poland in the light of structural examinations. Prace Geogr. Inst. Geogr. PAN 75, 39-74.
- EICHHOLZ, W. 1958: Vorkommen des Sanddorns unter besonderer Berücksichtigung des nord- und mitteldeutschen Raumes. Arch. Gartenbau 6, 387-403.
- FIRBAS, F. 1949/1952: Spät- und nacheiszeitliche Waldgeschichte Mitteleuropas nördlich der Alpen, I/II, 480/256 S., Jena.
- 1954: Die Vegetationsentwicklung im Spätglazial von Wallensen im Hils. Nachr. Akad. Wiss. Göttingen, Math.-phys. Kl. (1954) 5, 37-50.
- FLORIN, M.-B. 1969: Late-glacial and Pre-boreal Vegetation in Central Sweden, I. Records of Pollen Species. Svensk Bot. Tidskr. 63, 143-187.
- FRENZEL, B. 1968: Grundzüge der pleistozänen Vegetationsgeschichte Nord-Eurasiens. Erdwiss. Forsch. 1, 326 S., Wiesbaden.
- FREUND, G. 1975: Zum Stand der Ausgrabungen in der Sesselfsgrotte im unteren Altmühltal. Ausgrabungen in Deutschland, I, 25-41, Mainz.
- Geologische Karte von Berlin 1:10 000, Bl. 434, Hrsg.: Senator für Bau- und Wohnungswesen Berlin, 1970.

- GODWIN, H. 1975: The history of the British flora. 2. ed., 541 S., Cambridge.
- GRAMSCH, B. 1973: Das Mesolithikum im Flachland zwischen Elbe und Oder, Teil 1. Veröff. Mus. Ur- u. Frühgesch. Potsdam 7, 164 S., Berlin.
- HAEUPLER, H. & SCHÜNFELDER, P. 1975: 2. Bericht über die Arbeiten zur floristischen Kartierung Mitteleuropas in der Bundesrepublik Deutschland. Mitt. flor.-soz. Arbeitsgem. N.F. 18, 5-22.
- HAGEDORN, H. & HÜVERMANN, J. 1962: Erläuterungen zur geomorphologischen Karte 1:100 000 u.a. (Karten 5-12) des Atlas von Berlin. In: Deutscher Planungsatlas 9, 10 S., Hannover.
- HARMATA, K. 1969: Materials for the postglacial history of vegetation in the West Carpathians. A peatbog on Palenica Mt. Folia Quatern. 33, 14 S., Krakow.
- HEIN, L. 1931: Beiträge zur postglazialen Waldgeschichte Norddeutschlands. Verh. Bot. Ver. Prov. Brandenburg 73, 5-83.
- HEYER, E. 1962: Das Klima des Landes Brandenburg. Abh. Meteor. Hydrolog. Dienst DDR 64 (IX), 61 S., Berlin.
- HUECK, K. 1961: Vegetation der Urlandschaft. In: Akad. Raumforsch. Landespl. (Hrsg.): Deutscher Planungsatlas IX, Atlas von Berlin, Karte 1:100 000, Hannover.
- IVERSEN, J. 1944: Viscum, Hedera and Ilex as Climatic Indicators. Geol. Fören. i Stockholm Förhandl. 66, 463-483.
- 1954: The Late-Glacial Flora of Denmark and its Relation to Climate and Soil. Danm. Geol. Unders., 2.R., 80, 87-119.
- 1973: The Development of Denmark's Nature since the Last Glacial. Danm. Geol. Unders., 5.R., 7 C, 125 S., København.
- JÄGER, E. 1968: Die pflanzengeographische Ozeanitätsgliederung der Holarktis und die Ozeanitätsbindung der Pflanzenareale. Feddes Rep. 79, 157-235.
- JÄGER, K.-D. & KOZARSKI, S. 1975: Stratigraphische und geomorphologische Beiträge zur praxisrelevanten Quartärforschung in den odernahen Jungmoränenlandschaften des Nordgebietes der DDR. Wiss. Z. Ernst-Moritz-Arndt- Univ. Greifswald, Math.-nat. R. 25, 61-74.
- JARAI-KOMLODI, M. 1968: The Late Glacial and Holocene Flora of the Hungarian Great Plain. Ann. Univ. Sci. Budapest., Sect. Biol. 9/10, 199-225.

- KLEISSLE, K. &
H.M. MÖLLER 1969: Neue Fundpunkte spätglazialer Bims-
aschen im Nordosten der DDR. *Geologie*
18, 600-607.
- KLIEWE, H. &
LANGE, E. 1968: Ergebnisse geomorphologischer, strati-
graphischer und vegetationsgeschicht-
licher Untersuchungen zur Spät- und
Postglazialzeit auf Rügen. *Peterm.*
Geogr. Mitt. 112, 241-255.
- Klima-Atlas für das Gebiet der Deutschen Demokratischen Republik.
Hrsg.: Meteor. Hydrol. Dienst DDR,
1953, Berlin.
- KONCZAK, P., SUKOPP, H.
& WEINERT, E. 1968: Zur Verbreitung und Vergesellschaftung
von *Urtica kioviensis* Rogowitsch in
Brandenburg. *Verh. Bot. Ver. Prov.*
Brandenburg 105, 108-116.
- KOPP, E. & al. 1970: Stratigraphische und landschaftsge-
schichtliche Übersicht zum Weichsel-
Spätglazial und Holozän im Gebiet der
DDR. In: Quartärkomitee der DDR (Hrsg.):
Probleme der weichsel-spätglazialen Ve-
getationsentwicklung in Mittel- und
Nordeuropa, 257-260, Frankfurt/Oder.
- KRAUSCH, H.-D. 1964: Die Pflanzengesellschaften des Stech-
linsee-Gebietes. II. *Limnologica* (Ber-
lin) 2, 423-482.
- 1965: Natürliche Vegetation. Hist. Handatlas
von Brandenburg u. Berlin, Lfg. 13,
Karte 1:650 000 und Erläuterungen,
4 S., Berlin.
- LANG, G. 1952: Späteiszeitliche Funde in Südwest-
deutschland. *Beitr. naturkundl. Forsch.*
SW-Dtschld. 11, 89-110.
- 1973: Die Vegetation des westlichen Bodensee-
gebietes. *Pflanzensoziologie* 17, 451 S.,
Stuttgart.
- LANGE, E. 1976: Zur Entwicklung der natürlichen und an-
thropogenen Vegetation in frühge-
schichtlicher Zeit. *Feddes Rep.* 87, 5-
30, 367-442.
- & al. 1978: Beiträge zur Vegetations- und Sied-
lungsgeschichte der nordwestlichen Nie-
derlausitz. *Abh. u. Ber. Naturkundemus.*
Görlitz 52/3, 80 S., Leipzig.
- LANGE, W. &
MENKE, B. 1967: Beiträge zur frühpostglazialen erd- und
vegetationsgeschichtlichen Entwicklung
im Eidergebiet, insbesondere zur Fluß-
geschichte und zur Genese des sogenann-
ten Basistorfes. *Meyniana* 17, 29-44.
- LESEMANN, B. 1969: Pollenanalytische Untersuchungen zur

- Vegetationsgeschichte des Hannover-schen Wendlandes. Flora B, 158, 480-519.
- MAMAKOWA, K. 1970: Late-glacial and early-holocene vegetation from the territory of Krakow (Poland). Acta Palaeobot. 11/1, 3-10.
- MANGERUD, J. & al. 1974: Quaternary stratigraphy of Norden, a proposal for terminology and classification. Boreas 3, 109-126.
- MANIA, D. & TOEPFER, V. 1973: Königsau; Gliederung, Ökologie und mitelpaläolithische Funde der letzten Eiszeit. Veröff. Landesmus. Vorgesch. Halle 26, 164 S., Berlin.
- MENKE, B. 1968: Das Spätglazial von Glüsing. Eiszeitalter u. Gegenwart 19, 73-84.
- MEY, W. 1966: Spätpaläolithische Fundplätze im Berliner Raum. Berl. Bl. f. Vor- u. Frühgesch 11 (1965/66), 15-32.
- MIELKE, H.-J. 1971: Die kulturlandschaftliche Entwicklung des Grunewaldgebietes. Abh. 1. Geogr. Inst. FU Berlin 18, 348 S., Berlin.
- MÜLLER, A. VON 1972: Gesicherte Spuren. Aus der frühen Vergangenheit der Mark Brandenburg. 120 S., Berlin.
- MÜLLER, H. 1953: Zur spät- und nacheiszeitlichen Vegetationsgeschichte des mitteldeutschen Trokengebietes. Nova Acta Leopoldina N.F. 16, Nr. 110, 67 S., Leipzig.
- 1974: Palynologischer Nachweis von Jahres-schichten in holozänen und interglazialen Seesedimenten. Cour. Forsch.-Inst. Senckenberg 10, 23-24.
- MÜLLER, H.M. 1959: Spätglaziale Tuffablagerungen in südostmecklenburgischen Mooren. Geologie 8, 788-789.
- 1961: Ein Pollendiagramm aus dem Äppelbruch bei Eberswalde. Archiv f. Forstwesen 10, 809-816.
- 1965a: Vorkommen spätglazialer Tuffe in Nordostdeutschland. Geologie 14, 1118-1123.
- 1965b: Das Naturschutzgebiet Teufelsbruch in Berlin-Spandau. VI. Pollenanalytische Untersuchungen. Sber. Ges. Naturforsch. Freunde Berlin N.F. 5, 113-123.
- 1965c: Übersicht über die spätglaziale Vegetationsentwicklung im küstenfernen nordostdeutschen Diluvialgebiet. Naturwiss. 52, 16-17.
- 1966: Beiträge zur Vegetationsentwicklung auf dem Mönchsheider Sander bei Chorin. Archiv f. Forstwesen 15, 857-867.

- 1967: Das Pollendiagramm "Serwest", ein Beitrag zur Wechselwirkung natürlicher und anthropogener Faktoren in der Vegetationsentwicklung. Feddes Rep. 74, 123-137.
 - 1969: Die spätpleistozäne und holozäne Vegetationsentwicklung im östlichen Tiefland sbereich der DDR zwischen Nördlichem und Südlichem Landrücken. Wiss. Abh. Geogr. Ges. DDR 10, 155-165.
 - 1970: Die spätglaziale Vegetationsentwicklung in der DDR. In: Quartärkomitee der DDR (Hrsg.): Probleme der weichsel-spätglazialen Vegetationsentwicklung in Mittel- und Nordeuropa, 81-109, Frankfurt/Oder.
 - 1971: Untersuchungen zur holozänen Vegetationsentwicklung südlich von Berlin. Peterm. Geogr. Mitt. 115, 37-45.
- MÜLLER-STOLL, W.R. & KRAUSCH, H.-D. 1959: Verbreitungskarten brandenburgischer Leitpflanzen, 2. Reihe. Wiss. Z. Päd. Hochsch. Potsdam, Math.-nat. R. 4, 105-150.
- 1960: Verbreitungskarten brandenburgischer Leitpflanzen, 3. Reihe. Ibid. 5, 85-128.
 - 1968: Der azidophile Kiefern-Traubeneichenwald und seine Kontaktgesellschaften in Mittel-Brandenburg. Mitt. flor.-soz. Arbeitsgem. N.F. 13, 101-121.
- NEUMANN, F. 1974: Deutung des Bodenmusters einer Kleinschifflandschaft auf jungpleistozänem Tal-sand. Mitt. Deutsch. Bodenkundl. Ges. 18, 338-344.
- 1976: Struktur, Genese und Ökologie hydromorpher Bodengesellschaften West-Berlins. Diss. TU Berlin, 205 S., Berlin.
- OPRAVIL, E. 1977: Das Alter der Hochflutlehme im südlichen Teil der Obermarchsenke (Kvasice, Bez. Kromeriz). Anthropozoikum 11, 181-182.
- 1978: Synanthropische Pflanzengesellschaften in der CSSR-Vorzeit. Acta Bot. Slov. Acad. Sci. Slovacae, A 3, 479-490.
- OVERBECK, F. 1975: Botanisch-geologische Moorkunde. 719 S., Neumünster.
- PACHUR, H.-J. & HABERLAND, W. 1977: Untersuchungen zur morphologischen Entwicklung des Tegeler Sees (Berlin). Die Erde 108, 320-341.
- PUNT, W. (ed.) 1976: The Northwest European Pollen Flora, I. 145 S., Amsterdam, Oxford, New York.

- PYRITZ, E. 1972: Binnendünen und Flugsandebenen im Niedersächsischen Tiefland. Göttinger Geogr. Abh. 61, 143 S., Göttingen.
- RALSKA-JASIEWICZOWA, M. 1966: Bottom Sediments of the Mikolajki Lake (Masurian Lake District) in the Light of Palaeobotanical Investigations. Acta Palaeobot. 7/2, 1-118.
- 1972: Remarks on the Late-glacial and Holocene History of Vegetation in the Eastern Part of Polish Carpathians. Ber. Deutsch. Bot. Ges. 85, 101-112.
- RIECKE, F. 1955: Karte der natürlichen Waldgesellschaften 1:10 000, Forstamt Tegel, Revierförsterei Tegelsee, Berlin.
- ROTHMALER, W. (Hrsg.) 1976: Exkursionsflora für die Gebiete der DDR und der BRD. 612 S., Berlin.
- SCAMONI, A. 1959: Der Kiefernwald in Brandenburg. Märk. Heimat 3, 26-35.
- 1964: Karte der natürlichen Vegetation der Deutschen Demokratischen Republik 1:500 000. Feddes Rep., Beih. 141, 106 S., Berlin.
- SCHOLZ, H. 1957: Der wilde Hanf als Ruderalpflanze Mitteleuropas. Verh. Bot. Ver. Prov. Brandenburg 83-97, 61-64.
- SCHWEINGRUBER, F.H. 1976: Prähistorisches Holz. Academica helvetica 2, 106 S., Bern, Stuttgart.
- SRODON, A. 1970: Hippophaë rhamnoides in the Quaternary of Poland. Acta Geogr. Lodz. 24, 413-424.
- STEINBERG, K. 1944: Zur spät- und nacheiszeitlichen Vegetationsgeschichte des Untereichsfelds. Hercynia 3, 529-587.
- STRAKA, H. 1975: Die spätquartäre Vegetationsgeschichte der Vulkaneifel. Beitr. Landespfl. Rheinland-Pfalz, Beih. 3, 163 S., Oppenheim.
- SUKOPP, H. 1959/60: Vergleichende Untersuchungen der Vegetation Berliner Moore. Bot. Jb. 79, 36-191.
- 1963: Die Ufervegetation der Havel. Hrsg.: Senator für Bau- und Wohnungswesen Berlin. 40 S., Berlin.
- (Red.) 1977: Interdisziplinäre Arbeitsgruppe (Projektgruppe) Ökologie und Umweltforschung 1972-1976. Zeitschr. TU Berlin 9/2-3, 278-322.
- 1978: Naturschutz in der Großstadt. Ziele und Möglichkeiten systematischer Arbeit. Zeitschr. TU Berlin 10/2, 43-51.

- SUKOPP, H. & SCHNEIDER, Ch. 1971: Die Vegetation der Baumberge in Berlin-Heiligensee. Vervielf., 26 S., Berlin.
- SUKOPP, H., KUNICK, W. & TIGGES, W. 1976: Zum Stand botanischer Kartierung in Berlin (West). Orn. Ber. f. Berlin (West) 1, 213-230.
- SUKOPP, H. & al. 1970: Wissenschaftliche Grundlagenuntersuchungen in Berliner Natur- und Landschaftsschutzgebieten. Das Naturschutzgebiet Pechsee. Vervielf., 56 S., Berlin.
- 1971: Wissenschaftliche Grundlagenuntersuchungen in Berliner Natur- und Landschaftsschutzgebieten. Das Naturschutzgebiet Barssee mit der Saubucht. Vervielf., 71 S., Berlin.
- TAUBER, H. 1977: Investigations of Aerial Pollen Transport in a Forested Area. Dansk Bot. Arkiv 32/1, 121 S., København.
- TAUTE, W. 1968: Die Stielspitzengruppen im nördlichen Mitteleuropa. Fundamenta A 5, 324 S., Köln, Graz.
- TOBOLSKI, K. 1966: The late-glacial and holocene history of vegetation in the dune area of the middle Prosna valley. PTPN, Prace Kom. Biol. 32/1, 68 S., Poznan.
- USINGER, H. 1975: Pollenanalytische und stratigraphische Untersuchungen an zwei Spätglazial-Vorkommen in Schleswig-Holstein. Mitt. Arbeitsgem. Geobot. Schleswig-Holstein u. Hamburg 25, 183 S., Kiel.
- 1978a: Pollen- und großrestandanalytische Untersuchungen zur Frage des Bölling-Interstadials und der spätglazialen Baumbirken-Einwanderung in Schleswig-Holstein. Schr. Naturw. Ver. Schlesw.-Holst. 48, 41-61.
- 1978b: Bölling-Interstadial und Laacher Bimsuff in einem neuen Spätglazial-Profil aus dem Vallensgard Mose/Bornholm. Danm. Geol. Unders. Arbog 1977, 5-29.
- VASARI, T.Y.K. 1977: Vegetational succession at the late-glacial/postglacial boundary in Scotland and in Central Fennoscandia. X. INQUA Abstracts, 476, Birmingham.
- WALTER, H. & LIETH, H. 1964: Klimadiagramm-Weltatlas, Jena.
- WASYLIKOWA, K. 1964: Vegetation and climate of the Late-glacial in Central Poland, based on investigations made at Witow near Leczyca. Biul. Perygl. 13, 261-417.

- WIECKOWSKI, K. 1969: Investigations of bottom deposits in lakes of NE-Poland. Mitt. Internat. Verein. Limnol. 17, 332-342.
- WOLDSTEDT, P. 1955: Norddeutschland und angrenzende Gebiete im Eiszeitalter, 2. Aufl., 467 S., Stuttgart.
- ZAJAC, E.U. &
ZAJAC, A. 1975: The list of archeophytes occurring in Poland. Zesz. Nauk. Univ. Jag. 405, Prace Bot. 3, 7-16.
- ZOLLER, H. 1960: Pollenanalytische Untersuchungen zur Vegetationsgeschichte der insubrischen Schweiz. Denkschr. Schweiz. Naturforsch. Ges. 83/2, 156 S., Zürich.
- ZOLLER, H. &
KLEIBER, H. 1971: Vegetationsgeschichtliche Untersuchungen in der montanen und subalpinen Stufe der Tessintäler. Verh. Naturforsch. Ges. Basel 81, 90-154.

Dr. Arthur Brande
Institut für Ökologie der TU Berlin
Schmidt-Ott-Str. 1
D-1000 Berlin 41