

DIE SCHÖNINGER POLLENDIAGRAMME UND IHRE STELLUNG IM MITTELEUROPÄISCHEN MITTELPLEISTOZÄN

Seit 1982 finden im Tagebau Schöningen im Rahmen des Projektes »Archäologische Schwerpunktuntersuchungen im Helmstedter Braunkohlenrevier« des Niedersächsischen Landesamtes für Denkmalpflege Ausgrabungen im Vorfeld des Braunkohleabbaus statt. Neben für Niedersachsen einzigartigen Befunden des Holozäns, erlangten vor allem die Speerfunde aus dem Paläolithikum weltweite Beachtung. In zwei Baufeldern, Nord und Süd, waren und sind während verschiedener Abbaustände warmzeitliche Schichten unterschiedlicher Zeitstellung in Depressionen angeschnitten, deren stratigraphische Einordnung von großer Bedeutung für die Quartärstratigraphie ist. Insgesamt konnten fünf Schichtpakete pollenanalytisch untersucht und als warmzeitlich charakterisiert werden. Daneben fanden sich weitere Horizonte, die kurze Phasen mit günstigerem Klima repräsentieren können. Die Basis der quartären Ablagerungen bilden glazigene Sedimente der Elster-Kaltzeit. Drei der beschriebenen warmzeitlichen Bildungen liegen zwischen Sedimenten der Elster-Kaltzeit und dem ersten Eisvorstoß (Drenthe-Stadium) der folgenden Saale-Kaltzeit und können damit lithostratigraphisch eindeutig eingegrenzt werden. Der paläolithische Fundhorizont mit den erhaltenen Speeren aus Fichtenholz wurde der Endphase der mittleren Warmzeit zugeordnet, die als eigenständige, bis dahin unbekannte Warmzeit, das Reinsdorf-Interglazial, beschrieben wurde (Urban 1993; 1995). Dass während dieser Warmzeit voll interglaziale Klimabedingungen herrschten, wird neben dem Pollen vor allem auch durch eine umfangreiche wärmeliebende Makroflora belegt (Jechorek 2000; Jechorek u. a. 2007). Keine der warmzeitlichen Ablagerungen repräsentiert jedoch ein vollständiges Interglazial und an keiner Stelle liegen zwei oder mehr dieser warmzeitlichen Bildungen in Superposition, wodurch die Rekonstruktion des Ablagerungsgeschehens im Wechsel von Kalt- und Warmzeiten außerordentlich schwierig ist. Die beiden jüngsten dokumentierten Warmzeiten über den Saale-glaziären Ablagerungen, das Eem und das Holozän, sind unumstritten und nicht Gegenstand dieser Arbeit.

Das Alter des Speerhorizonts, ca. 400 000 Jahre (Thieme u. a. 1993; Thieme 1996), und die stratigraphische Einordnung zwischen Elster und Saale-Kaltzeit hat erhebliche Bedeutung für die terrestrische Quartärstratigraphie Mitteleuropas. Seit Bekanntwerden des Alters von 400 000 Jahren wurde und wird dieses kontrovers diskutiert (Jöris / Baales 2003; Litt u. a. 2007; Mania 2007; Mania / Thieme 2007; Thieme 2007; Urban 2007a; 2007b), wobei neben den absoluten Datierungen (TL, U/Th, ESR) vor allem der biostratigraphischen Einordnung (paläontologisch, paläobotanisch) eine große Rolle zukommt. Brigitte Urban (2007a; 2007b) korrelierte das Reinsdorf Interglazial entweder mit Sauerstoffisotopenstadium 7 oder 9 und das vorhergehende Holstein-Interglazial (die Holstein-Warmzeit, das Holstein) mit Stadium 9 oder 11 (vgl. auch Litt u. a. 2007; Jöris / Baales 2003). Dietrich Mania und Hartmut Thieme dagegen argumentieren, dass das Reinsdorf Interglazial mit Stadium 11 (und damit um 400 000 Jahre alt) korreliert und das liegende Holstein folglich in das Stadium 13 (ca. 500 000 Jahre) gestellt werden müsste. Damit wird für den Speerhorizont aktuell der Zeitraum zwischen etwa 250 000 und 400 000 Jahren diskutiert. In der vorliegenden Arbeit sollen die Schöninger Pollendiagramme zwischen Elster und Saale in überregionalem Kontext betrachtet und bewertet werden, um herauszuarbeiten, ob die durch die Bearbeiter vorgenommene stratigraphische und chronologische Einordnung belastbar ist oder ob auch eine andere Interpretation möglich bzw. gar wahrscheinlicher ist. Dazu werden im Folgenden die in Frage kommenden Warmzeiten kurz charakterisiert.

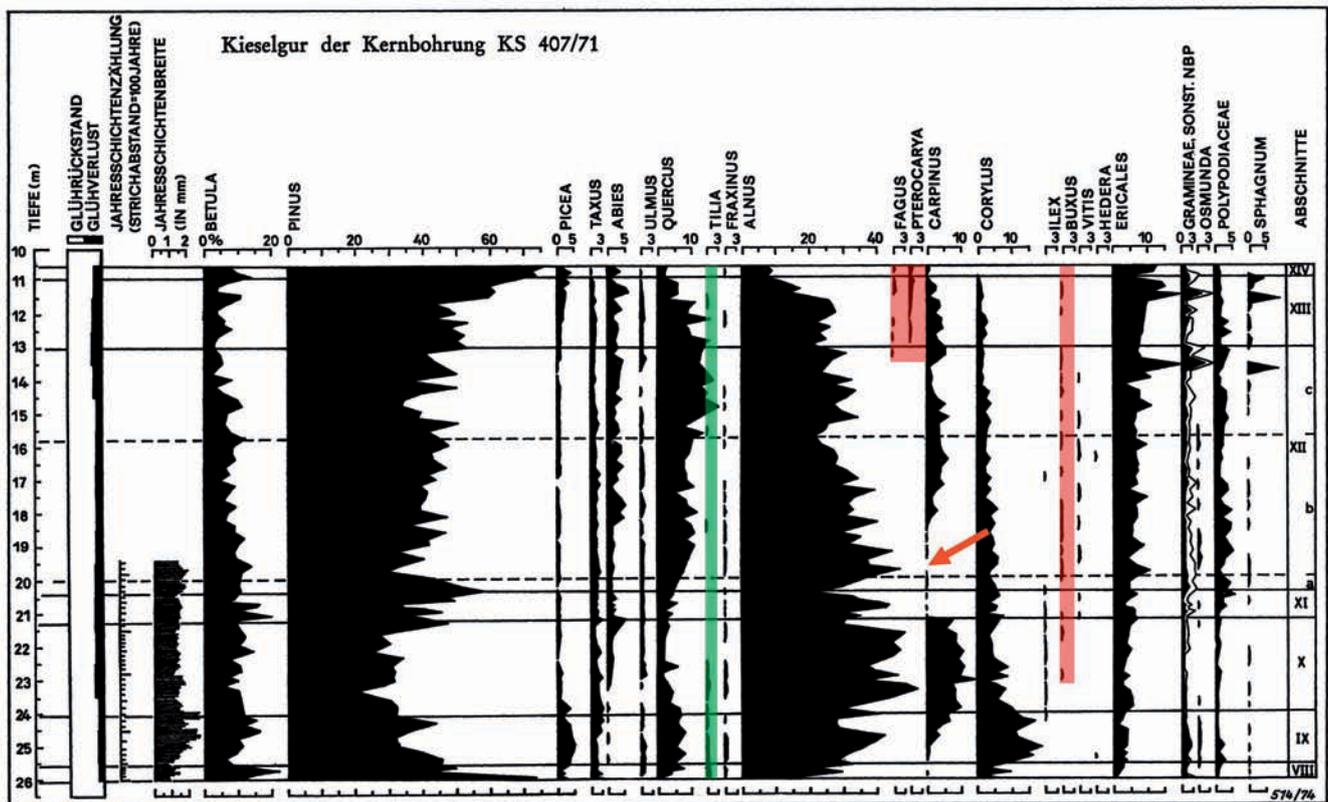


Abb. 1 Pollendiagramm der Holstein-Warmzeit, Bohrung KS 407/71 von Munster-Breloh (Heidekreis). – (*Tilia* ist grün, stratigraphisch wichtige Elemente sind rot markiert, der Pfeil weist auf den *Carpinus*-Rückschlag hin). – (Verändert nach Müller 1974, Abb. 3).

DIE HOLSTEIN-WARMZEIT

Die Holstein-Warmzeit ist an mittlerweile zahlreichen Lokalitäten pollenanalytisch untersucht und die Vegetationsentwicklung bekannt. Stratigraphisch liegen die entsprechenden Sedimente in der Regel in elster-glaziär angelegten Rinnen und Depressionen konkordant über spätelsterzeitlichen Ablagerungen. Bereits von Geikie (1894) wurde der Begriff »Holstein« für interglaziale marine Ablagerungen verwendet. Hallik (1960) hat durch die Bearbeitung des Profils Hamburg-Hummelsbüttel marine holsteinzeitliche Ablagerungen pollenanalytisch definiert und mit zeitgleichen terrestrischen Ablagerungen korreliert. Als Typregion des Holstein gilt das Unterelbe-Gebiet (Jerz / Linke 1987). Für die vorliegende Arbeit wichtige, mehr oder weniger vollständige Pollen-Profile liegen u. a. aus Munster-Breloh (Heidekreis; Müller 1974, **Abb. 1**) und neu aus Dethlingen (Heidekreis; Koutsodendris u.a. 2010), beide in der Lüneburger Heide gelegen, in Sachsen aus Gröbern-Schmerz (Lkr. Meißen; Eißmann u.a. 1995, **Abb. 2**) und aus Rossendorf (Lkr. Dresden; Erd u.a. 1987) sowie in Brandenburg aus Pritzwalk (Lkr. Prignitz; Erd 1973) vor. Aber auch aus Osówka in Ostpolen (woj. podlaskie; Nitychoruk u.a. 2005; 2006), aus Döttingen in der Eifel (Lkr. Mayen-Koblenz; Diehl / Sirocko 2007, **Abb. 3**) und dem Alpenraum (Grüger 1983; Welten 1982) sind vollständige Profile weit außerhalb der Typ-Region bekannt, die ebenfalls die typische Vegetationsentwicklung der Holstein-Warmzeit aufweisen und damit belegen, dass holsteinzeitliche Ablagerungen in Mitteleuropa anhand ihres Pollengehalts identifiziert werden können. Der Holstein-Warmzeit in England entspricht das dortige Hoxnian (Turner 1970), allerdings mit etwas deutlicheren klimatisch und biogeographisch bedingten Unterschieden (**Abb. 4**). Lokale und regionale Faktoren wie Topographie und Geologie können ein-

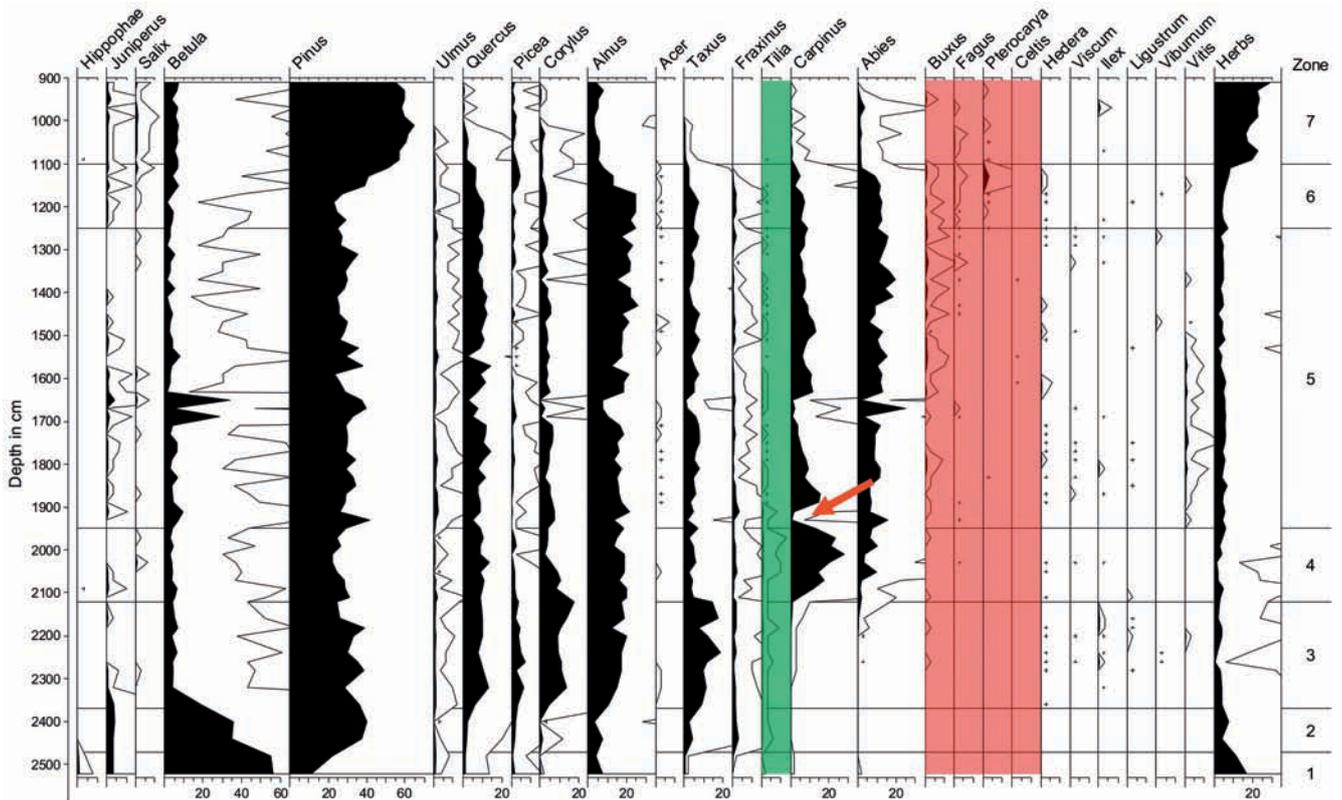


Abb. 2 Pollendiagramm der Holstein-Warmzeit, Gröbern-Schmerz (Lkr. Meißen). – Weitere Erläuterungen s. Abb. 1. – (Verändert nach Kühl / Litt 2007, Abb. 16, 3).

zelle Arten an den jeweiligen Lokalitäten stärker oder schwächer hervortreten lassen, die großräumige Vegetationsentwicklung aber insgesamt nicht entscheidend beeinflussen.

Typische Kennzeichen der Holstein-Warmzeit sind danach: Auf eine frühe *Pinus-Betula*-Phase (Kiefern-Birken), in der bereits *Picea* (Fichte) eine deutliche Rolle spielt und auch *Alnus* (Erle) beteiligt ist, folgt eine durch *Pinus* und *Alnus* dominierte Phase, in der sich anspruchsvolle Laubmischwalelemente wie *Quercus* (Eiche), *Ulmus* (Ulme), *Tilia* (Linde) und *Fraxinus* (Esche) etwas ausbreiten können, in der Regel aber keine sehr hohen Werte erreichen (*Quercus* erreicht kaum einen Anteil von 20%, meist sogar weniger als 10%; *Ulmus*, *Fraxinus* und *Tilia* kommen in Spuren vor, letztere hat vor allem in der Frühphase der Warmzeit etwas höhere Werte). Dazu kommen noch höhere Anteile von *Taxus* (Eibe) und *Corylus* (Hasel). Im fortgeschrittenen Stadium treten dann *Abies* (Tanne) und *Carpinus* (Hainbuche) hinzu (mit Pollenanteilen bis 20% und mehr). Mit geringen Werten, teilweise nur Einzel-Pollenkörnern, können *Buxus* (Buchsbaum), *Celtis* (Zürgelbaum), *Fagus* (Buche), *Ilex* (Stechpalme), *Pterocarya* (Flügelnuß) und *Azolla* (Algenfarn) registriert werden. Durch eine erneute *Pinus-Betula*-Phase teilweise mit *Larix* (Lärche), die vereinzelt schon während der Hainbuchen- und Tannen-reichen Phase auftritt, leitet die Holstein-Warmzeit zur folgenden Kaltzeit über.

Vor allem *Pterocarya*, teilweise in größerer Menge im jüngsten Holstein (bis 8,5% im Profil von Granzin in Südwestmecklenburg (Lkr. Ludwigslust-Parchim; Erd 1969), wobei *Carpinus* dort nur max. 10% erreicht), wird als kennzeichnend für dieses Interglazial angesehen und für die Telekonnektion zwischen Norddeutschland und dem Massif Central in Frankreich herangezogen. In den dortigen Maaren konnten lange Bohrkerne gewonnen werden mit mehreren Warmzeiten in Superposition (de Beaulieu / Reille 1995;

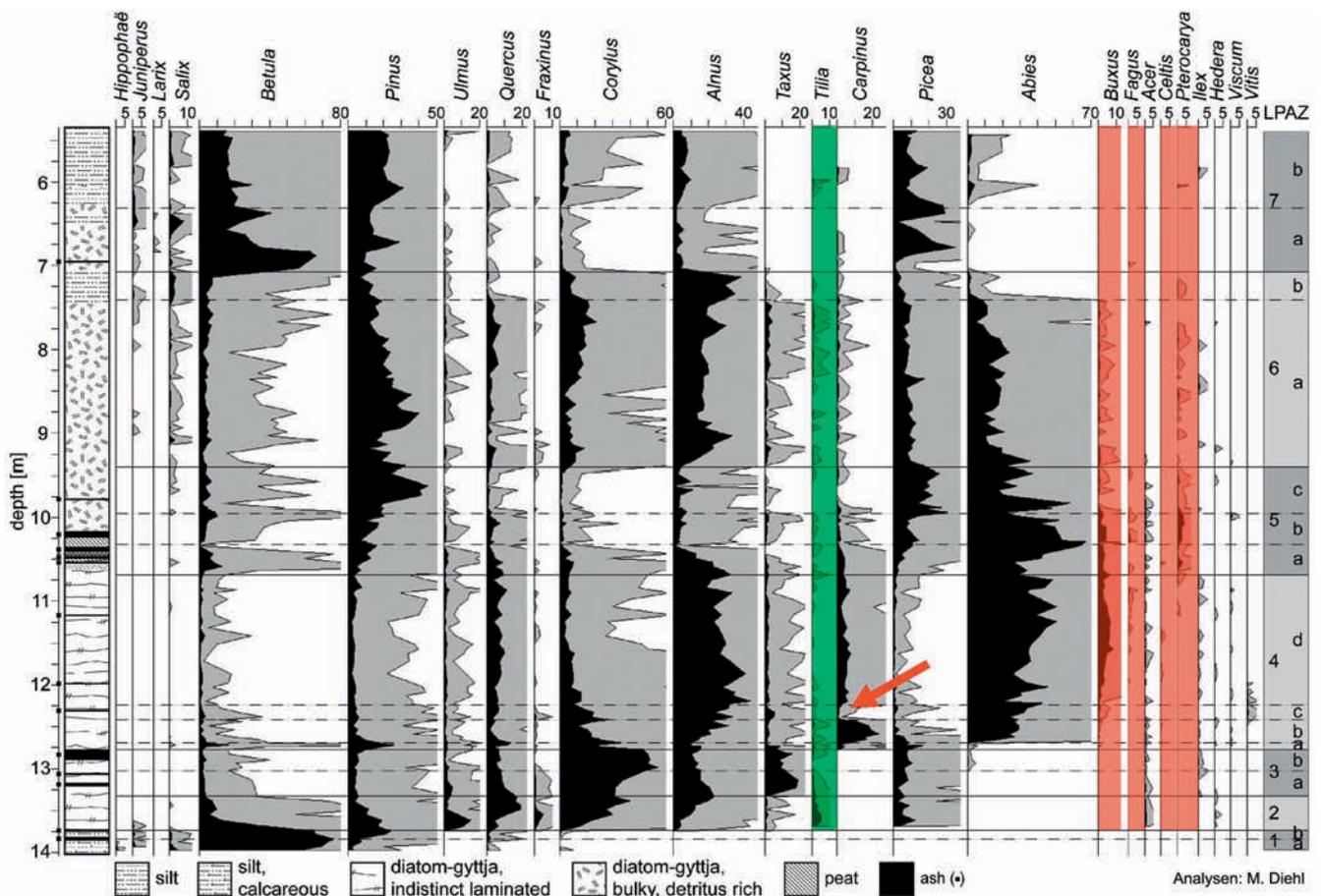


Abb. 3 Pollendiagramm der Holstein-Warmzeit, Döttingen (Lkr. Mayen-Koblenz). – (Verändert nach Diehl / Sirocko 2007, Abb. 27, 6).

de Beaulieu u. a. 2001), die sich relativ gut mit der Sauerstoffisotopenstratigraphie der Tiefsee parallelieren lassen (Abb. 5).

Mit dem Profil Döttingen in der Eifel (Diehl / Sirocko 2007, Abb. 3) wurde jüngst eine sowohl vollständige als auch nicht innerhalb des klassischen Gebietes holsteinzeitlicher Fundstellen im norddeutschen Tiefland positionierte Holstein-Sequenz aus dem deutschen Mittelgebirgsraum dokumentiert und hochauflösend analysiert. Das Pollendiagramm bestätigt die aus den norddeutschen Profilen bekannte holsteintypische Vegetationsabfolge, durch die das Holstein sowohl gegenüber jüngeren (Holozän, Eem) als auch älteren Interglazialen wie der Rhume-Warmzeit (Müller 1965) oder auch der nur 30 km von Döttingen entfernt liegenden Kärlicher Warmzeit (Urban 1983; Bittmann 1992), die sehr wahrscheinlich einem Teil der Rhume-Warmzeit entspricht (Bittmann 1991; Bittmann / Müller 1996), palynologisch unterschieden ist. Neben der grundsätzlichen Übereinstimmung der Pollensequenz unterscheidet sich das Profil Döttingen aber deutlich im prozentualen Aufkommen der beteiligten Taxa von den norddeutschen Profilen. So wird eine hohe *Alnus*-Präsenz als Merkmal deutscher Holsteinprofile bestätigt, jedoch ist die in den norddeutschen Lokalitäten durchgehend hohe oder dominante Beteiligung von *Pinus* in Döttingen weniger ausgeprägt und muss daher auf die unterschiedlichen Standortbedingungen im Vergleich zu Norddeutschland zurückgeführt werden. *Abies* als montane Art dagegen ist im Holstein der Mittelgebirge wesentlich präsenter als im norddeutschen Flachland. Darüber hinaus haben mehrere Aschenlagen des Eifelvulkanismus die Vegetationsentwicklung

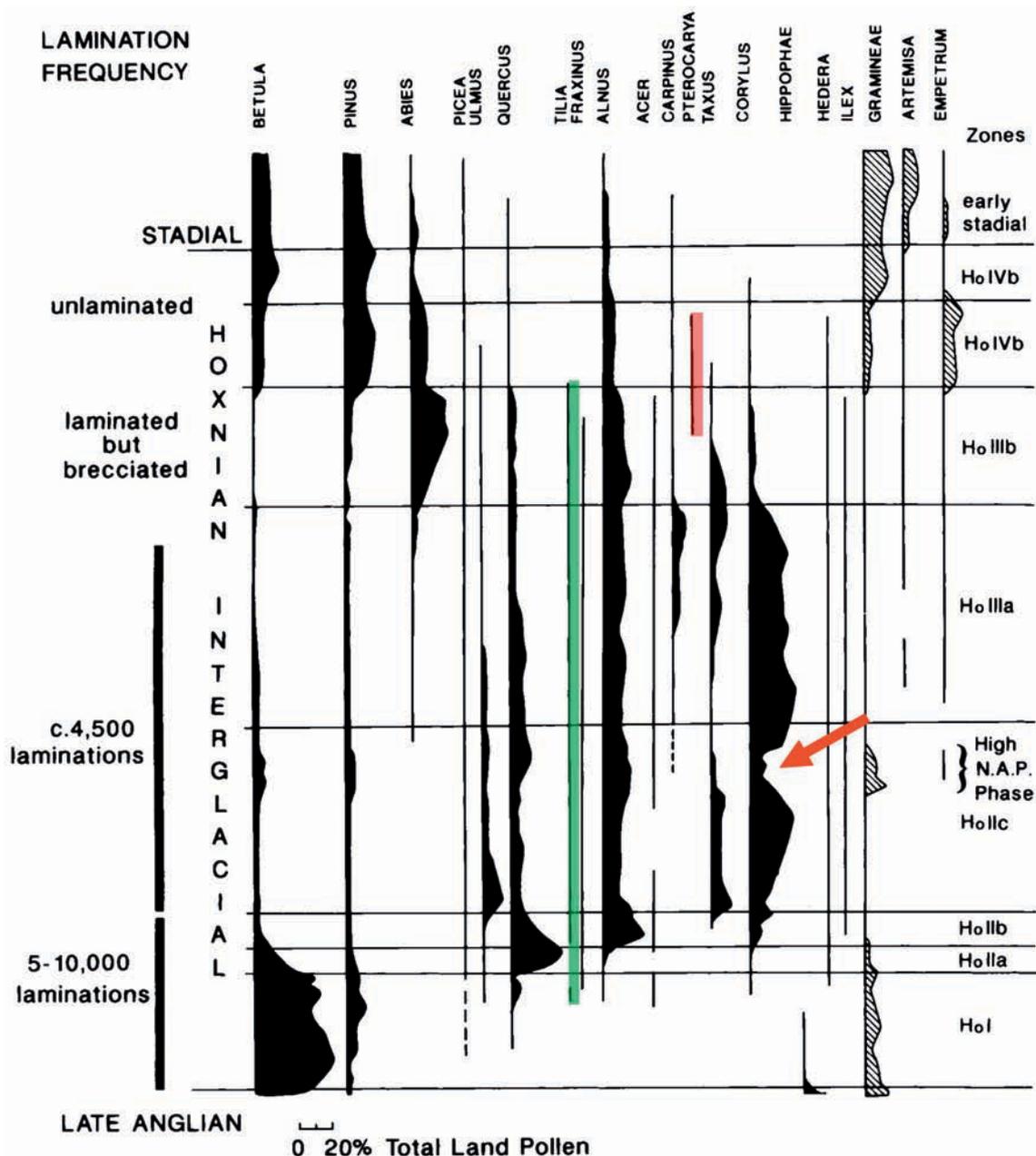


Abb. 4 Pollendiagramm der Hoxne-Warmzeit von Marks Tey (Essex/GB). – Weitere Erläuterungen s. Abb. 1. – (Verändert nach Turner 1970, Abb. 15 in Rowe u. a. 1999, Abb. 2).

beeinflusst. So führten sie z.B. in Zone 5 (Abb. 3) zu einer vorübergehenden Reduktion der Laubwald-elemente (vor allem *Quercus*, *Corylus* und *Alnus*) zugunsten der Nadelgehölze *Pinus*, *Picea* und *Abies*. Als Kennzeichen des Holsteins kann das in den Profilen Döttingen, Munster-Breloh, Gröbern und Pritzwalk (sowie weiteren Vorkommen) vorhandene intra-holsteinzeitliche *Carpinus*-Minimum verstanden werden, für das durch Jahresschichtenzählungen in Döttingen eine Dauer von etwa 1500 ± 100 Jahre bestimmt werden konnte (Diehl / Sirocko 2007). Diesem entspricht wahrscheinlich die Phase mit hohen Nichtbaumpollenwerten in Ho II des Hoxnian (Turner 1970; Rowe u. a. 1999).

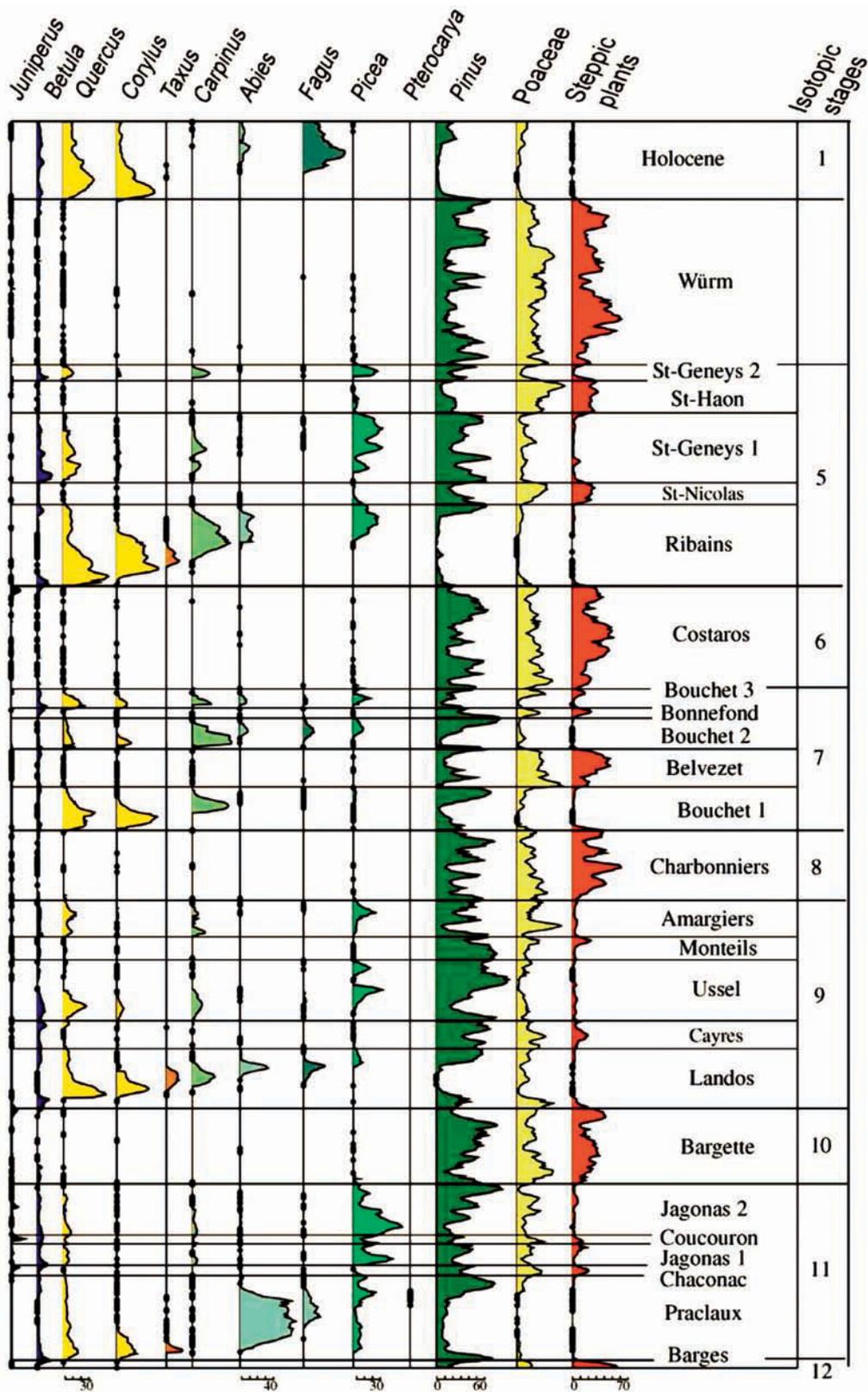


Abb. 5 Schematische Darstellung eines aus zwei Bohrungen (Lac du Bouchet und Praclaux, dép. Haute-Loire/F) zusammengesetzten Profils aus dem Massif Central. – Überlappung im oberen Bereich von Isotopenstadium 9. – (Verändert nach de Beaulieu u. a. 2001, Abb. 2).

Betrachtet man Holstein-Vorkommen weiter nördlich in Dänemark, z. B. in Tornskov (Sønderjyllands Amt; Andersen 1963), so finden sich auch dort durchgehend hohe *Pinus*- und *Alnus*-Werte; *Picea*, *Quercus*, *Corylus* und *Taxus* bleiben deutlich unter 10%, *Ulmus* tritt nur in Spuren auf, *Tilia* fehlt, *Carpinus* kommt nach *Taxus* und erreicht ebenfalls nur geringe Werte. Als letzte Art und sehr spät eingewandert ist *Abies* nachgewiesen. Im Profil von Vejlby (Aarhus/DK; Andersen 1965) folgt darauf noch *Pterocarya* bei gleichzeitigem Rückgang der übrigen thermophilen Gehölzarten. Im Hangenden folgen zwei Interstadiale.

WACKEN-/DÖMNITZ-WARMZEIT

Getrennt durch teilweise 30-40 m mächtige kaltzeitliche Sedimente (lakustrine Sande und Silte mit arktischen Steppenelementen), folgen an einigen Lokalitäten im Hangenden der Holstein-Warmzeit erneut warmzeitliche Sedimente, so z. B. in Wacken (Kr. Steinburg; Menke 1968, Wacken-Warmzeit) oder in Pritzwalk (Erd 1965; 1973; Dömnitz-Warmzeit). Beide Vorkommen sind in ihrer Vegetationsentwicklung der Holstein-Warmzeit sehr ähnlich: *Alnus-Pinus*-Dominanz, *Quercus* um 10%, *Picea*, *Ulmus*, *Fraxinus*, *Tilia* in Spuren, *Corylus*, *Carpinus* sind vorhanden, *Taxus* tritt zeitlich etwas verzögert auf (zusammen mit dem stratigraphisch wichtigen Wasserfarn *Azolla*, der in den folgenden Warmzeiten nicht mehr vorkommt). Durch Einzelfunde wurden *Acer*, *Hedera*, *Ilex*, *Ligustrum*, *Osmunda* und *Viscum* belegt; selbst *Celtis* und *Pterocarya* werden durch Cepek u. a. 1981 für die Dömnitz-Warmzeit in einer Bohrung bei Erkner (Lkr. Oder-Spree) in Brandenburg südöstlich von Berlin angegeben, vorausgesetzt die stratigraphische Einordnung ist richtig und Kontaminationen können ausgeschlossen werden. Als diagnostische Merkmale werden der insgesamt geringere Anteil der thermophilen Arten sowie das Fehlen von *Abies* angesehen, allerdings sind beide Profile in Wacken und Pritzwalk unvollständig, d. h. sie werden diskordant von Moränenablagerungen der Drenthe (Saale) überlagert. Es kann also nicht ganz ausgeschlossen werden, dass *Abies* noch eingewandert ist und die entsprechenden Sedimente mit der *Abies*-Phase fehlen oder auch Verbreitungsgrenzen von *Abies* eine Rolle spielen, wonach die Tanne nicht weiter in den Norden vorgezogen ist. Daher lässt sich diese Warmphase, zumal nur unvollständig überliefert, pollenanalytisch eindeutig nur in Superposition zum Holstein ansprechen.

Auch im Alpenraum lassen sich zwei übereinanderliegende Warmzeiten vom Holstein-Typ differenzieren. So hat Welten 1982 im Profil Meikirch (Kt. Bern) ein Holstein I und II unterschieden, überlagert von einer dritten Warmzeit, die er mit der Eem-Warmzeit korreliert hat. Allerdings wurde diese Abfolge auf Grund einer Neuaufnahme der Sedimentologie, einer Neu-Bewertung der Pollendiagramme und absoluter Datierungen (Lumineszenz: IRSL, post IR-OSL) re-interpretiert und insgesamt mit dem Sauerstoffisotopenstadium 7, alternativ Stadium 9 bis 7, korreliert (Preusser u. a. 2005).

»INTRA-SAALE-WARMZEITEN«

Mehrfach wurden als warmzeitlich angesprochene Sedimente, die stratigraphisch zwischen den Saalevorstößen I-III liegen sollen, beschrieben, z. B. Treene-Warmzeit, Uecker-Warmzeit, Rügen-Warmzeit (Cepek 1965; 1967; 1968; Erd 1987). Eindeutige Belege sowie Datierungen dafür fehlen jedoch. Vielmehr muss damit gerechnet werden, dass es sich dabei um umgelagerte oder durch Überschiebungen und Glazialtektonik oder auch Kohlediapirismus verstellte Schichten prä- oder post-saalezeitlicher Ablagerungen

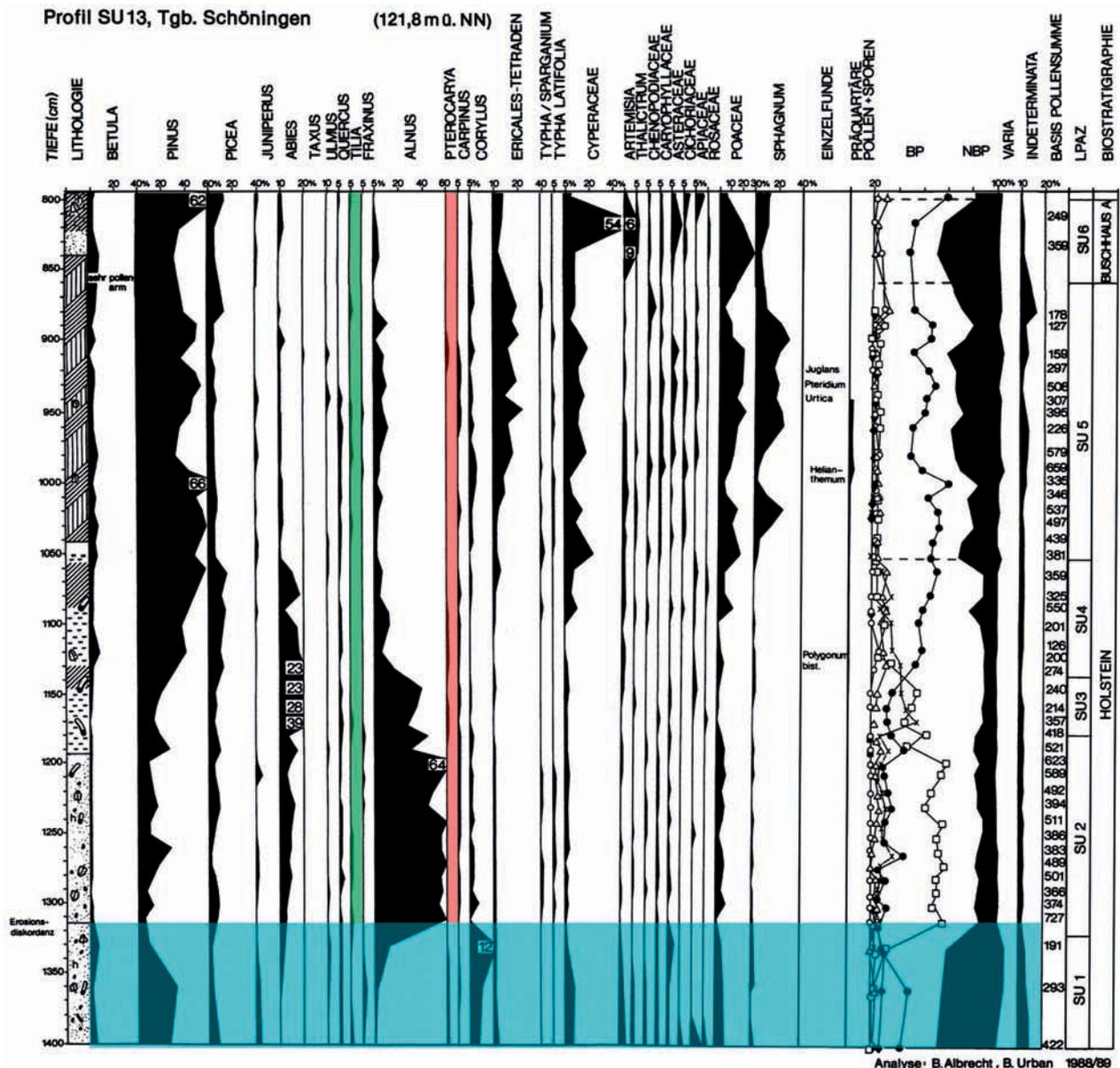


Abb. 6 Pollendiagramm der Holstein-Warmzeit, Profil SU 13. – Weitere Erläuterungen s. Abb. 1; blau markiert: gestörter Bereich unterhalb der Erosionsdiskordanz. – (Verändert nach Urban u. a. 1991, Taf. 1 Abb. 3).

handelt, die auf Grund der fragmentarischen Überlieferung nicht eindeutig angesprochen und zugeordnet werden können. Eindeutig belegte, stratigraphisch als intra-Saale-zeitlich anzusprechende und pollenanalytisch charakterisierte Warmzeiten existieren im nordischen Vereisungsgebiet nicht.

DIE PRÄ-SAALE INTERGLAZIALE IM QUARTÄRPROFIL SCHÖNINGEN

In Urban u. a. (1988; 1991) wurden unvollständige Pollenprofile der Holstein-Warmzeit aus dem Tagebau Schöningen und nahe Esbeck (Lkr. Helmstedt) vorgelegt. Die Pollenzonen SU1 und SU2 (Urban u. a. 1991)

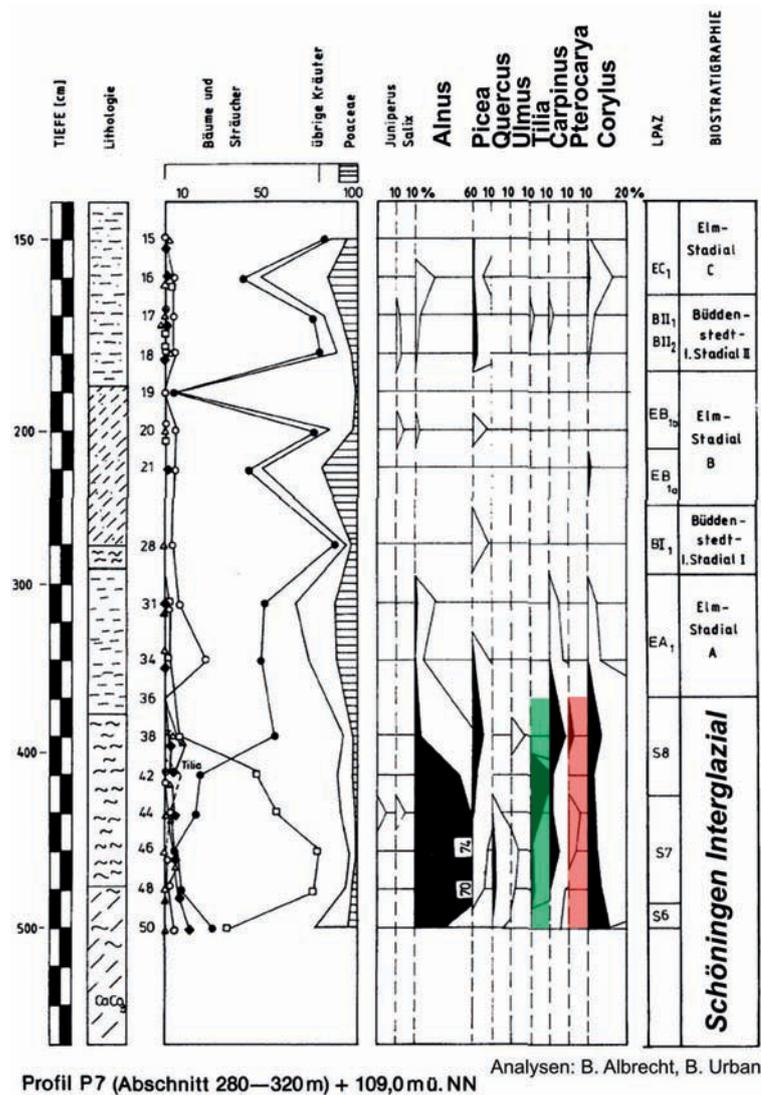
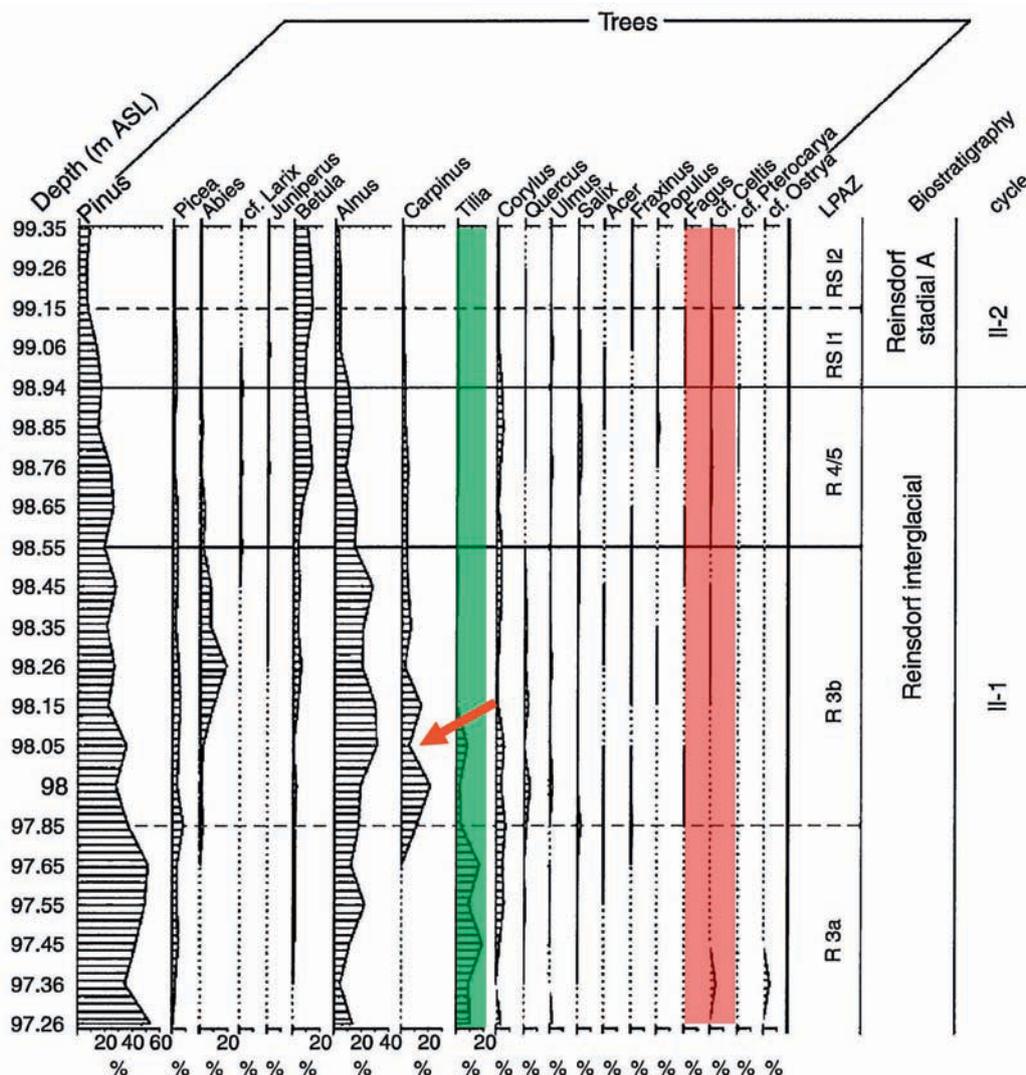


Abb. 7 Pollendiagramm der Schöningen Warmzeit (Wacken-Dömnitz, Kr. Steinburg). – Weitere Erläuterungen s. **Abb. 1**. – (Verändert nach Urban u. a. 1991, Taf. 1 Abb. 5).

sind durch eine Diskordanz voneinander getrennt (**Abb. 6**). SU1 enthält weitgehend umgelagerten Pollen in relativ niedriger Konzentration, so dass eine eindeutige Zuordnung nicht möglich ist. Die im Hangenden folgenden Zonen SU2-SU6 weisen die typischen Merkmale der Holstein-Warmzeit bis zur beginnenden Kaltzeit auf. Ein Vergleich mit den nächstgelegenen gut untersuchten Holstein-Vorkommen von Munster-Breloh (Müller 1974, **Abb. 1**), Pritzwalk (Erd 1973), Rossendorf (Erd u. a. 1987) und Gröbern-Schmerz (Eißmann u. a. 1995; neu berechnet und korrigiert durch Kühl / Litt 2007, **Abb. 2**) zeigt, dass es sich dabei lediglich um den jüngsten Teil, das ausgehende Interglazial, handelt – PZ XIII nach Müller bzw. Pollenzone (6)7 nach Erd. Eine besonders gute Übereinstimmung besteht mit dem entsprechenden Bereich im Profil Gröbern-Schmerz (**Abb. 2**).

Weitere Ablagerungen eines ausgehenden Interglazials aus dem Tagebau Schöningen mit großer Ähnlichkeit zur ausgehenden Holstein-Warmzeit werden auf Grund des Fehlens von *Abies* mit der Wacken/Dömnitz-Warmzeit korreliert (Urban u. a. 1991). Hohe *Alnus*-Werte, die am Übergang zur anschließenden Kaltphase rapide abnehmen und schließlich aussetzen, werden in holsteinzeitlichen Ablagerungen von höheren *Abies*-Werten begleitet (z. B. Schöningen SU 13, Gröbern-Schmerz, Döttingen). Darüber hinaus geht *Abies* typischerweise etwas später zurück als *Alnus*, so dass es sich in diesem Fall auf Grund des



Reinsdorf interglacial, Reinsdorf stadial A, profile 1, Schöningen 13/96,

Abb. 8 Pollendiagramm Schöningen 13 II (96) der Reinsdorf-Warmzeit. – Weitere Erläuterungen s. Abb. 1. – (Verändert nach Urban 2007b, Abb. 28, 9).

Fehlens von *Abies* nicht um holsteinzeitliche Ablagerungen handeln kann (Abb. 7). Die anschließende kühle Phase mit *Pinus*-Dominanz weist einzelne Spektren mit geringen Anteilen von thermophilen Arten auf, die als Büddenstedt Interstadial I und II angesprochen wurden. Auf Grund der Tatsache, dass diese nur durch 1 bzw. 2 Pollenspektren repräsentiert sind, keine Entwicklung erkennbar und eine Abgrenzung von den Elm-Stadialen A, B und C nach pollenanalytischen Kriterien kaum nachvollziehbar ist, können diese nach dem derzeitigen Kenntnisstand nicht als stratigraphische Einheiten akzeptiert werden.

B. Urban (1995) führte mit dem Reinsdorf-Interglazial eine neue Warmzeit für den Zeitraum zwischen Elster und Saale ein, die stratigraphisch zwischen der Holstein- und der Wacken/Dömnitz-Warmzeit liegen soll. In den 1995 publizierten Diagrammen fehlt der Beginn der Warmzeit und auch das Ende ist nicht überliefert, die Profile Schöningen 13 A und B brechen mitten in der *Carpinus*-Phase ab. Auffällig sind die mit rund 20% relativ hohen *Tilia*-Werte noch vor der Hauptausbreitung von *Alnus*.

Ein neues Pollenprofil des Reinsdorf Interglazials (Urban 2007b; Abb. 8) zeigt im Wesentlichen die gleichen Merkmale wie die früheren Profile, jedoch ist in diesem der Übergang in die anschließende Kaltzeit erfasst,

es bricht nicht während der *Carpinus*-Phase ab. Auch hier erreicht *Tilia* noch vor der Hauptausbreitung von *Alnus* und *Carpinus*, gefolgt von *Abies*, relativ hohe Werte. Dafür ist der *Quercus*-Anteil vergleichsweise gering. In der Spätphase treten mit *Fagus*, (cf.) *Celtis* und (cf.) *Pterocarya* sowie dem Wasserfarn *Azolla* jene Elemente auf, die das Holstein, aber auch ältere Interglaziale kennzeichnen. Auffällig ist das Fehlen von *Taxus* – in dem neuen Diagramm eventuell nicht dargestellt(?). Die Eibe ist ein charakteristisches Element und wurde in geringen Anteilen bei den früheren Untersuchungen auch belegt.

Von großer Bedeutung sind die teilweise sehr mächtigen, überwiegend limnischen Ablagerungen dieser Warmzeit, da in einer Serie von Verlandungsfolgen der ausgehenden Warmzeit die »Schöninger Speere« gefunden wurden, die nach ersten Einschätzungen und Datierungen auf 400 000 Jahre vor heute (Thieme u. a. 1993; Thieme 1996) als die ältesten Speere der Welt in die Literatur eingegangen sind.

DISKUSSION

Auf Grund der durch zahlreiche Bohrungen in Nordwestdeutschland und auch den großen Tagebaugebieten Ostdeutschlands, sozusagen in der erweiterten Typusregion des Holstein, gut bekannten stratigraphischen Verhältnisse (Eißmann 2008), besteht aus geologischer Sicht wenig Grund für die Einführung einer neuen, bis dahin anderenorts unbekanntes Warmzeit. Eine gut ausgeprägte Warmzeit wie das Reinsdorf Interglazial, repräsentiert durch mächtige Ablagerungen und anspruchsvolle Florenelemente, die teilweise auf höhere Temperaturen als im Verlauf unserer Warmzeit hindeuten, stratigraphisch zwischen der Holstein-Warmzeit und der an mehreren Orten in Superposition dazu gefundenen Wacken/Dömnitz-Warmzeit gelegen, muss daher sehr kritisch geprüft werden.

Zunächst ist festzustellen, dass an keiner Stelle des Tagebaus Ablagerungen unterschiedlicher Warmzeiten in Superposition angetroffen wurden. Ein System sich überlagernder Rinnen, von denen jede eine Warmzeit repräsentieren soll, wurde lediglich konstruiert, wodurch drei Warmzeiten in den Zeitraum zwischen Elster- und Saale-Kaltzeit zu liegen kommen (Thieme 1996; Mania 2007).

Vergleicht man die Pollensequenzen der Holstein-Warmzeit in Schöningen, von der wie dargelegt nur die Endphase erfasst werden konnte, und der Reinsdorf-Warmzeit, die im Vergleich dazu etwas früher einsetzt, so lassen sich keine auffälligen Unterschiede feststellen, die eine Unterscheidung rechtfertigen. Beide zeigen die typische Vegetationsentwicklung des ausgehenden Holsteins mit einer deutlichen *Abies*-Phase (siehe auch Litt u. a. 2007, 38). Unterschiede zu Beginn der Reinsdorf-Sequenz im Vergleich zu den entsprechenden Phasen in weiter entfernt liegenden Holstein-Vorkommen sind edaphisch und biogeographisch zu erklären. So ist neben den allgemeinen Grundzügen, die immer zu erkennen sind, mit lokalen Unterschieden zu rechnen, wie sie auch in unserer Warmzeit typisch sind. Das betrifft z. B. die hohen Anteile von *Tilia*. Hier ist zu berücksichtigen, dass Lindenpollen nicht sehr weit transportiert wird und die Pollenproduktion weniger hoch ist, da Linden weitgehend insektenblütig sind und nur ein Teil durch den Wind verbreitet wird. Außerdem benötigt *Tilia* gute Böden, wie sie z. B. in einem Lößgebiet typisch sind. Auch auf elsterzeitlichem Lauenburger Ton, der bessere Böden als die armen pleistozänen Sande hervorbringt, findet *Tilia* gute Standorte. Geeignete Archive in solchen Regionen können bei lokaler Anwesenheit von *Tilia* beträchtliche Pollenanteile aufweisen, während nur wenig außerhalb die Werte stark absinken. In den Reinsdorf-Profilen 13A (Urban 1995) und Schöningen 13 II (96) (Urban 2007b) ist auch der holsteintypische Rückgang bzw. Rückschlag der *Carpinus*-Kurve vorhanden. Die in der Spätphase des Holsteins typischerweise auftretenden Elemente wie *Celtis* und *Pterocarya* sowie *Azolla* legen ebenfalls nahe, dass es sich bei den in das Reinsdorf gestellten Profilen um Ausschnitte des Holsteins handelt, das einige lokal bedingte

Züge aufweist, die es aber nicht rechtfertigen, eine neue stratigraphische Einheit oder einen Stratotyp zu definieren (zumal der Anfang nicht vorhanden ist). Stattdessen sollte eher von einem Reinsdorf-Typ des Holsteins gesprochen werden.

Obwohl die Anzahl gut untersuchter Holstein-Vorkommen nur allmählich zunimmt, zeichnet sich ab, dass regional differenzierte »Holstein-Typen« abgegrenzt werden können, die als zeitgleich angesehen werden müssen, solange es keine belastbaren lithostratigraphischen und biostratigraphischen Kriterien sowie absoluten Datierungen gibt, die gesichert eine zeitliche Aufeinanderfolge belegen.

Wenn das Reinsdorf also in das Holstein zu stellen ist, stellt sich die Frage nach der Datierung sowie der Korrelierung des Holsteins mit einer der durch die Sauerstoffisotopenstratigraphie der Tiefseekerne belegten Stadien – wodurch auch das Alter der Speere festgelegt würde.

Die Holstein-Warmzeit wird gegenwärtig in der Literatur mit den Isotopenstadien 7, 9, 11 und 13 in Verbindung gebracht. Die Korrelierung mit Stadium 7 erfolgte durch verschiedene Autoren und auf Grund verschiedener Methoden, z. B. Aminosäurenstratigraphie: Miller / Mangerud (1986, Stadium 7c, »[...] the Holsteinian is most likely substage 7c, possibly stage 9 but certainly younger than stage 11«); Sejrup / Knudsen (1993); ESR: Bombien (1987); Linke u. a. (1985); ESR, U-series: Schwarcz / Grün (1988). Andere korrelierten das Holstein mit Stadium 9: z. B. Zagwijn 1989; 1992 (Geologie, Biostratigraphie/Pollen); Stadium 11: Sarnthein u. a. 1986 (ESR, U-series); de Beaulieu / Reille 1995 (Biostratigraphie/Pollen) oder mit Stadium 13: Mania / Thieme 2007 (Geologie). Nach D. Mania (1993) korreliert Bilzingsleben II mit Stadium 11 und sollte zeitlich dem neu beschriebenen Reinsdorf entsprechen, somit ein Alter um 400 000 Jahre aufweisen. Aber bereits B. Urban (1993; 1995) diskutierte Stadium 7c oder 9 für das Reinsdorf Interglazial. Nach morphologischen Untersuchungen an nordwesteuropäischen mittelpleistozänen Pferdeknochen und Zähnen sind die Populationen von Bilzingsleben II sowie Schöningen 12II und 13II (Reinsdorf) verschiedenen Warmzeiten zugehörig (van Asperen 2012).

Nach Roe u. a. (2009) überwiegt in Großbritannien die Ansicht bzw. besteht Konsens, dass das Anglian (=Elster) mit Stadium 12 korreliert und das anschließende Hoxnian mit Stadium 11 während auf dem Kontinent die Korrelierung Elster und Holstein mit anderen kontinentalen und marinen Stadien diskutiert wird (siehe oben). Dennoch favorisieren viele Beiträge auch hier eine Korrelierung des Holsteins mit Stadium 11 (de Beaulieu u. a. 2001; Sarnthein u. a. 1986; Nitychhoruk u. a. 2005; 2006; Reille u. a. 2000).

G. N. Thomas (2001) kommt zu dem Schluss, dass mit Hilfe von Pollenanalysen oftmals verschiedene spätmittelpleistozäne Interglaziale nicht unterschieden werden können, besonders in fluviatilem Milieu, wo sie oft nur fragmentarisch vorliegen und nicht aussagekräftig sind. D. H. Keen (2001) vertritt die Ansicht, dass anhand des Pollen lediglich zwei Warmzeiten unterschieden werden können, das Ipswichian (Eem) und das Hoxnian, so dass der »Ipswichian-Pollen« die Stadien 5 und 7 und der »Hoxnian-Pollen« die Stadien 9 und 11 kennzeichnen. Nur mit Hilfe von Säugerknochen, Mollusken, Insekten und Aminosäuren-Stratigraphie soll eine weitergehende Differenzierung in vier temperate Phasen möglich sein (Keen 2001; Penkman 2010; Preece 1995; Preece u. a. 2006; 2007; 2009; Schreve 2001a; 2001b; Schreve u. a. 2002). Roe u. a. (2009) sehen zunehmende Belege für ein zweites Interglazial im späten Mittel-Pleistozän mit Elementen des Hoxnian, das mit Stadium 9 korreliert wird unter der Voraussetzung der weit verbreiteten Annahme, dass das Anglian (Elster) in das Stadium 12 fällt und das Hoxnian selbst mit einem Teil von Stadium 11 gleichzusetzen ist. Neue Untersuchungen in Hoxne belegen eine gemäßigte Phase mit borealen Wäldern – von den Ablagerungen des Hoxnian durch kaltzeitliche Sedimente getrennt und mit einer jüngeren Phase von Stadium 11 zu korrelieren (Ashton u. a. 2008). Eine Unterbrechung der Vegetationsentwicklung durch einen Klimarückschlag ist jedoch auch in dem prä-elsterzeitlichen Rhume-Interglazial (Müller 1965) belegt, das ebenfalls mit Stadium 11 parallelisiert wird (Bittmann 1992; Bittmann / Müller 1996).

Auf Grund neuer TIMS $^{230}\text{Th}/\text{U}$ -Datierungen an Holstein-Ablagerungen in der Typusregion, u. a. auch in Bossel, der Typlokalität für den Beginn des Holsteins im terrestrischen Bereich (Müller / Höfle 1994) sowie den Hoxnian-Lokalitäten Tottenhill Quarry (nach C. Turner kein Hoxnian, pers. Mitteil.) und Marks Tey (Neuberechnung der Daten), korrelierten Geyh / Müller (2005; 2006) das Holstein mit Stadium 9 und lehnten die Existenz von zwei pollenanalytisch nicht unterscheidbaren Warmzeiten vom Holstein/Hoxnian-Typ ab. Die früheren U/Th-Datierungen in Marks Tey an Karbonaten hatten diese noch in Stadium 11 gestellt (Rowe u. a. 1999).

Nach Geyh / Müller (2005; 2006) ist das mit Stadium 9 korrelierte Landos Interglazial aus dem Massif Central mit der Holstein-Warmzeit zu parallelisieren und nicht das mit Stadium 11 korrelierte Praclaux Interglazial (**Abb. 5**); die Elster-Kaltzeit entspricht danach dem Stadium 10. Ein wichtiges Argument dafür ist die deutlich kürzere Dauer des Holsteins von 15 000-16 000 Jahren im Vergleich zu Stadium 11 (25 000 Jahre), was weitgehend der Dauer des Rhume-Interglazials entspricht. Zur selben Einstufung kommen Meijer / Cleveringa (2009) auf Grund einer neuen Aminosäure-Stratigraphie, die fünf den Stadien 11, 9, 7, 5e und 1 (Holozän) entsprechenden Aminoazonen unterscheidet. Interessanterweise korreliert danach das dem Cromer-Komplex zugehörige Noordbergum-Interglazial mit Stadium 11, während die klassische Holstein-Lokalität Hollands, Neede (prov. Gelderland), ebenfalls in Stadium 11 fällt. Der Stratotyp des Holsteins, Hummelsbüttel, dagegen datiert in Stadium 9, ebenso wie die Belvédère-Warmzeit, die damit dem Holstein gleichzusetzen wäre. Die Wacken-Warmzeit entspricht Stadium 7 und würde damit die Datierung der Schöningen-Warmzeit (Wacken/Dömnitz) durch U/Th auf 180 und 227 ka BP (unkorrigierte Werte, Heijnis 1992; Urban 1995) bestätigen. Allerdings sind diese Daten aus methodischen Gründen nur unter Vorbehalt zu verwenden. Neueste $^{230}\text{Th}/\text{U}$ -Datierungen an zwei Torflagen des Reinsdorf ergaben einen Altersbereich von 280-350 ka BP (294 ± 5 , LPAZ R4/5 und 298 ± 6 ka, Reinsdorf Interstadial A/B; Urban 2007b; Urban u. a. 2011; Sierralta / Frechen / Urban, in diesem Band). Ähnlich schlecht definiert wie die Büddenstedt-Interstadiale mit den Elm-Stadialen sind die Reinsdorf-Stadiale und Interstadiale. Die mehrfachen Verlandungsphasen mit zwischengeschalteten stärker minerogen geprägten Phasen belegen eine stark wechselnde Dynamik im Ablagerungsgeschehen. Eine deutliche Zunahme kaltzeitlicher Elemente in diesem Bereich ist nicht zu beobachten, so dass höhere Poaceen- bzw. Ranunculaceen-Werte eher diese Dynamik mit einem Wechsel von Röhricht und schwimmenden Hahnenfuß-Decken widerspiegeln dürfte. Diese Stadal-Interstadial-Folge stellt vielmehr die typische Endphase des Reinsdorf-Interglazials dar. Dafür sprechen auch die beiden praktisch identischen Datierungen der interglazialen und »interstadialen« Schichten (soweit die Datierungsmethode eine zeitliche Auflösung überhaupt erlaubt).

Auf Grund dieser Datierungen fällt das Reinsdorf in Stadium 9 und ist zeitgleich mit Hummelsbüttel und Bossel, beides Typlokalitäten des Holsteins.

Neue Datierungen an der Typ-Lokalität der Wacken-Warmzeit mit Infrarot-Radiofluoreszenz (IR-RF, Krbechtsek und Stephan 2010) erbrachten für das Holstein eine Stellung in Stadium 9e, für die Wacken-Warmzeit in 7e oder 7c und bestätigen damit die Datierungen von Geyh / Müller (2005). Somit stellen alle neueren Altersbestimmungen an den Typ-Lokalitäten des Holsteins diese in das Stadium 9.

Die zuvor dargestellte pollenstratigraphische Einordnung der prä-Saale-zeitlichen Pollensequenzen, absolute Datierungen (in Schöningen und an Typ-Lokalitäten der Holstein-Warmzeit) sowie neue geologische Geländeaufnahmen in Schöningen (K.-D. Meyer, pers. Mitteilung) kommen alle zu dem gleichen Ergebnis: die Reinsdorf-Warmzeit stellt einen Teil des Holstein-Interglazials dar und korreliert mit dem Sauerstoffisotopenstadium 9. Damit sollte der Speerhorizont rund 100 000 Jahre (ein Glazial-Interglazial-Zyklus) jünger sein als bislang postuliert.

LITERATUR

- Andersen 1963: S. T. Andersen, Pollen analysis of the quaternary marin deposits of Tornskov in South Jutland. *Danmarks Geologiske Undersøgelse* 4, 1963, 1-23.
- 1965: S. T. Andersen, Interglaciale og interstadiale i Danmarks Kvartaer. *Meddelelser fra Dansk Geologisk Forening* 15, 1965, 486-506.
- Ashton u. a. 2008: N. Ashton / S. G. Lewis / S. A. Parfitt / K. E. H. Penkman / G. R. Coope, New evidence for complex climate change in MIS 11 from Hoxne, Suffolk, UK. *Quaternary Science Reviews* 27, 2008, 652-668.
- Bittmann 1991: F. Bittmann, Vegetationsgeschichtliche Untersuchungen an mittel- und jungpleistozänen Ablagerungen des Neuwieder Beckens (Mittelrhein) [Diss. Univ. Göttingen 1991].
- 1992: F. Bittmann, The Kärlich Interglacial, Middle Rhine region, Germany: vegetation history and stratigraphic position. *Vegetation History and Archaeobotany* 1, 1992, 243-258.
- Bittmann / Müller 1996: F. Bittmann / H. Müller, The Kärlich Interglacial site and its correlation with the Bilshausen sequence. In: C. Turner (Hrsg.), *The early Middle Pleistocene in Europe. Proceedings INQUA Subcommission on European Quaternary Stratigraphy, Cromer- Symposium, Norwich 1990* (Rotterdam 1996) 187-194.
- Bombien 1987: H. Bombien, Geologisch-petrographische Untersuchungen zur quartären (früh-Saale-zeitlichen) Flußgeschichte im nördlichen Harzvorland. *Mitteilungen des geologischen Instituts der Universität Hannover* 26 (Hannover 1987).
- Cepek 1965: A. G. Cepek, Zur Gliederung des Mittelpleistozäns im nordostdeutschen Flachland. (Zusammenfassung). *Eiszeitalter und Gegenwart* 16, 1965, 255.
- 1967: A. G. Cepek, Stand und Probleme der Quartärstratigraphie im Nordteil der DDR. *Berichte der Deutschen Gesellschaft für Geologische Wissenschaften, Reihe A Geologie und Paläontologie* 12, 1967, 375-404.
- 1968: A. G. Cepek, Quaternary stratigraphy of the German Democratic Republic. *Quaternary Science Reviews* 5, 1968, 359-364.
- Cepek u. a. 1981: A. G. Cepek / K. Erd / R. Zwirner, Drei Interglaziale in einer mittel- bis jungpleistozänen Schichtenfolge östlich von Berlin. *Zeitschrift für angewandte Geologie* 27, 1981, 397-405.
- De Beaulieu / Reille 1995: J.-L. de Beaulieu / M. Reille, Pollen records from the Velay craters: A review and correlation of the Holsteinian Interglacial with isotopic stage 11. *Mededelingen Rijks Geologische Dienst* 52, 1995, 59-70.
- De Beaulieu u. a. 2001: J.-L. de Beaulieu / V. Andrieu-Ponel / M. Reille / E. Gröger / C. Tzedakis / H. Svobodova, An attempt at correlation between the Velay pollen sequence and the Middle Pleistocene stratigraphy from central Europe. *Quaternary Science Reviews* 20, 2001, 1593-1602.
- Diehl / Sirocko 2007: M. Diehl / F. Sirocko, A new Holsteinian pollen record from the dry maar at Döttingen (Eifel). In: F. Sirocko / M. Claussen / M. F. Sanchez-Goni / T. Litt (Hrsg.), *The climate of past interglacials. Developments in Quaternary Science* 7, 2007, 397-416.
- Eißmann 2008: L. Eißmann, Die Erde hat Gedächtnis. 50 Millionen Jahre mitteleuropäische Erd- und Klimageschichte (Markkleeberg ²2008).
- Eißmann u. a. 1995: L. Eißmann / T. Litt / S. Wansa, Elsterian and Saalian deposits in their type area in central Germany. In: J. Ehlers / S. Kozarski / P. Gibbard (Hrsg.), *Glacial deposits in North West Europe* (Rotterdam 1995) 439-464.
- Erd 1965: K. Erd, K, Pollenanalytische Gliederung des mittelpleistozänen Richtprofils Pritzwalk/Prignitz. *Eiszeitalter und Gegenwart* 16, 1965, 252-253 (Zusammenfassung).
- 1969: K. Erd, Das Holstein-Interglazial von Granzin bei Hagenow (Südwestmecklenburg). *Geologie* 18, 1969, 590-599.
- 1973: K. Erd, Vegetationsentwicklung und Biostratigraphie der Dömnitz-Warmzeit (Fuhne/Saale 1) im Profil von Pritzwalk/Prignitz. *Abhandlungen des Zentralen geologischen Instituts* 18, 1973, 9-48.
- 1987: K. Erd, Die Uecker-Warmzeit von Röpersdorf bei Prenzlau als neuer Interglazialtyp im Saale-Komplex der DDR. *Zeitschrift für geologische Wissenschaften* 15, 1987, 297-313.
- Erd u. a. 1987: K. Erd / H. Palme / J. Präger, Holsteininterglaziale Ablagerungen von Rossendorf bei Dresden. *Zeitschrift für Geologische Wissenschaften* (Berlin) 15, 1987, 281-295.
- Geikie 1894: J. Geikie, *The Great Ice Age and its relationship to the antiquity of man* (London ³1894).
- Geyh / Müller 2005: M. A. Geyh / H. Müller, Numerical ²³⁰Th/U dating and a palynological review of the Holsteinian/Hoxnian Interglacial. *Quaternary Science Reviews* 24, 2005, 1861-1872.
- 2006: M. A. Geyh / H. Müller, Missing evidence for two Holstein-like Interglacials. Reply to the comments by J. D. Scourse on: numerical ²³⁰Th/U dating and a palynological review of the Holsteinian/Hoxnian Interglacial. *Quaternary Science Reviews* 25, 2006, 3072-3073.
- Gröger 1983: E. Gröger, Untersuchungen zur Gliederung und Vegetationsgeschichte des Mittelpleistozäns in Oberbayern. *Geologica Bavarica* 84, 1983, 21-40.
- Hallik 1960: R. Hallik, Die Vegetationsentwicklung der Holstein-Warmzeit in Nordwest-Deutschland und die Altersstellung der Kieselgurfolger der südlichen Lüneburger Heide. *Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft* 112, 1960, 326-333.
- Heijnis 1992: H. Heijnis, Uranium/thorium dating of Late Pleistocene peat deposits in N.W. Europe [unpubl. Diss. Univ. Groningen 1992] <http://dissertations.uib.rug.nl/faculties/science/1992/h.heijnis/> (13.09.2012).
- Jechorek 2000: H. Jechorek, Die fossile Flora des Reinsdorf-Interglazials. *Paläokarpologische Untersuchungen an mittelpleistozänen Ablagerungen im Braunkohlentagebau Schöningen. Praehistoria Thuringica* 4, 2000, 7-17.
- Jechorek u. a. 2007: H. Jechorek / A. Czaja / D. H. Mai, Die Vegetation des Reinsdorf-Interglazials, Rekonstruktion durch eine fossile Frucht- und Samenflora. In: Thieme 2007, 93-98.
- Jerz / Linke 1987: H. Jerz / G. Linke, Arbeitsergebnisse der Subkommission für europäische Quartärstratigraphie: Typusregion des Holstein-Interglazials (Berichte der SEQS 8). *Eiszeitalter und Gegenwart* 37, 1987, 148-165.
- Jöris / Baales 2003: O. Jöris / M. Baales, Zur Altersstellung der Schöninger Speere. In: J. M. Burdukiewicz / L. Fiedler / W.-D. Heinrich / A. Justus / E. Brühl (Hrsg.), *Erkenntnisjäger. Kultur und Umwelt des frühen Menschen. Festschrift für Dietrich Mania. Veröffentlichungen des Landesamtes für Archäologie Sachsen-Anhalt. Landesmuseum für Vorgeschichte* 57 (Halle/Saale 2003) 281-288.
- Keen 2001: D. H. Keen, Towards a late Middle Pleistocene non-marine molluscan biostratigraphy for the British Isles. *Quaternary Science Reviews* 20, 2001, 1657-1665.

- Koutsodendris u.a. 2010: A. Koutsodendris / U. C. Müller / J. Pross / A. Brauer / U. Kotthoff / A. F. Lotter, Vegetation dynamics and climate variability during the Holsteinian interglacial based on a pollen record from Dethlingen (northern Germany). *Quaternary Science Reviews* 29, 2010, 3298-3307.
- Kühl / Litt 2007: N. Kühl / T. Litt, Quantitative time-series reconstructions of Holsteinian and Eemian temperatures using botanical data. In: F. Sirocko / M. Claussen / M. F. Sánchez-Goni / T. Litt (Hrsg.) *The climate of past interglacials. Developments in Quaternary Science* 7, 2007, 239-254.
- Krbetschek / Stephan 2010: M. Krbetschek / H.-J. Stephan, Dating of sediments (Infrared-Radiofluorescence (IR-RF) method) at the type locality of the Wacken peat. In: *DEUQUA 2010 Conference abstracts (Greifswald 2010)* 117-118.
- Linke / Katzenberger / Grün 1985: G. Linke / O. Katzenberger / R. Grün, Description and ESR-dating of the Holsteinian interglaciation. *Quaternary Science Reviews* 4, 1985, 319-331.
- Litt u.a. 2007: T. Litt / K.-E. Behre / K.-D. Meyer / H.-J. Stephan / S. Wansa, Stratigraphische Begriffe für das Quartär des norddeutschen Vereisungsgebietes. *Eiszeitalter und Gegenwart* 56, 2007, 7-65.
- Mania 1993: D. Mania, Die Terrassen-Travertin-Sequenz von Bilzingsleben. Ein Beitrag zur Stratigraphie des Mittel- und Jungpleistozäns im Elbe-Saale-Gebiet. *Ethnographisch-Archäologische Zeitschrift* 34, 1993, 554-575.
- 2007: D. Mania, Das Eiszeitalter und seine Spuren im Tagebau Schöningen. In: *Thieme 2007*, 35-61.
- Mania / Thieme 2007: D. Mania / H. Thieme, Zur Einordnung der altpaläolithischen Fundhorizonte von Schöningen in die Erdgeschichte. In: *Thieme 2007*, 217-220.
- Meijer / Cleveringa 2009: T. Meijer / P. Cleveringa, Aminostratigraphy of Middle and Late Pleistocene deposits in The Netherlands and the southern part of the North Sea Basin. *Global and Planetary Change* 68, 2009, 326-345.
- Menke 1968: B. Menke, Beiträge zur Biostratigraphie des Mittelpleistozäns in Norddeutschland. *Meyniana* 18, 1968, 35-42.
- Miller / Mangerud 1985: G. H. Miller / J. Mangerud, Aminostratigraphy of European marine interglacial deposits. *Quaternary Science Reviews* 4, 1985, 215-278.
- Müller 1965: H. Müller, Eine pollenanalytische Neubearbeitung des Interglazial-Profiles von Bilshausen (Unter-Eichsfeld). *Geologisches Jahrbuch* 83, 1965, 327-352.
- 1974: H. Müller, Pollenanalytische Untersuchungen und Jahresschichtenzählungen an der Holstein-zeitlichen Kieselgur von Munster-Breloh. *Geologisches Jahrbuch A* 21, 1974, 107-140.
- Müller / Höfle 1994: H. Müller / H.-C. Höfle, Die Holstein-Interglazialvorkommen bei Bossel westlich von Stade und Wanhöden nördlich Bremerhaven. *Geologisches Jahrbuch Reihe A* 134; 1994, 71-116.
- Nitychoruk u.a. 2005: J. Nitychoruk / K. Biřka / J. Hoefs / H. Ruppert / J. Schneider, Climate reconstruction for the Holsteinian Interglacial in eastern Poland and its comparison with isotopic data from Marine Isotope Stage 11. *Quaternary Science Reviews* 24, 2005, 631-644.
- 2006: J. Nitychoruk / K. Biřka / H. Ruppert / J. Schneider, Holsteinian Interglacial=Marine Isotope Stage 11? *Quaternary Science Reviews* 25, 2006, 2678-2681.
- Penkman 2010: K. Penkman, Amino acid geochronology: its impact on our understanding of the Quaternary stratigraphy of the British Isles. *Journal of Quaternary Science* 25, 2010, 501-514.
- Preece 1995: R. C. Preece, Mollusca from interglacial sediments at three critical sites in the Lower Thames. In: D. R. Bridgland / P. Allen / B. A. Haggart (Hrsg.), *The Quaternary of the Lower Reaches of the Thames. Quaternary Research Association Field Guide (Southampton 1995)* 53-60.
- Preece u.a. 2006: R. C. Preece / J. A. J. Gowlett / S. A. Parfitt / D. R. Bridgland / S. G. Lewis, Humans in the Hoxnian: habitat, context and fire use at Beeches Pit, West Stow, Suffolk, UK. *Journal of Quaternary Science (Chichester)* 21, 2006, 485-496.
- 2007: R. C. Preece / S. A. Parfitt / D. R. Bridgland / S. G. Lewis / P. J. Rowe / T. C. Atkinson / I. Candy / N. C. Debenham / K. E. H. Penkman / E. J. Rhodes / J.-L. Schwenninger / H. I. Griffiths / J. E. Whittaker / C. Gleed-Owen, Terrestrial environments during MIS 11: evidence from the Palaeolithic site at West Stow, Suffolk, UK. *Quaternary Science Reviews* 26, 2007, 1236-1300.
- 2009: R. C. Preece / S. A. Parfitt / G. R. Coope / K. E. H. Penkman / P. Onel / J. E. Whittaker, Biostratigraphic and aminostratigraphic constraints on the age of the Middle Pleistocene glacial succession in north Norfolk, UK. *Journal of Quaternary Science* 24, 2009, 557-580.
- Preusser u.a. 2005: F. Preusser / R. Drescher-Schneider / M. Fiebig / C. Schlüchter, Re-interpretation of the Meikirch pollen record, Swiss Alpine Foreland, and implications for Middle Pleistocene chronostratigraphy. *Journal of Quaternary Science* 20, 2005, 607-620.
- Reille u.a. 2000: M. Reille / J.-L. de Beaulieu / H. Svobodova / V. Andrieu-Ponel / C. Goeury, Pollen analytical biostratigraphy of the last five climatic cycles from a long continental sequence from the Velay region (Massif Central, France). *Journal of Quaternary Science* 15/7, 2000, 665-685.
- Rowe u.a. 1999: P. J. Rowe / T. C. Atkinson / C. Turner, U-series dating of Hoxnian interglacial deposits at Marks Tey, Essex, England. *Journal of Quaternary Science* 14/7, 1999, 693-702.
- Roe u.a. 2009: H. M. Roe / G. R. Coope / R. J. N. Devoy / C. J. O. Harrison / K. E. H. Penkman / R. C. Preece / D. C. Schreve, Differentiation of MIS 9 and MIS 11 in the continental record: vegetational, faunal, aminostratigraphic and sea-level evidence from coastal sites in Essex, UK. *Quaternary Science Reviews* 28, 2009, 2342-2373.
- Sarnthein u.a. 1986: M. Sarnthein / H. E. Stremme / A. Mangini, The Holstein interglaciation: Time stratigraphic position and correlation to stable-isotope stratigraphy of deep-sea sediments. *Quaternary Research* 26, 1986, 283-298.
- Schreve 2001a: D. C. Schreve, Mammalian evidence from Middle Pleistocene fluvial sequences for complex environmental change at the oxygen isotope substage level. *Quaternary International* 79, 2001, 65-74.
- 2001b: D. C. Schreve, Differentiation of the British late Middle Pleistocene interglacials: the evidence from mammalian biostratigraphy. *Quaternary Science Reviews* 20, 2001, 1693-1705.
- Schreve u.a. 2002: D. C. Schreve / D. R. Bridgland / P. Allen / J. J. Blackford / C. P. Gleed-Owen / H. I. Griffiths / D. H. Keen / M. J. White, Sedimentology, palaeontology and archaeology of late Middle Pleistocene River Thames terrace deposits at Purfleet, Essex, UK. *Quaternary Science Reviews* 21, 2002, 1423-1464.
- Schwarz / Grün 1988: H. P. Schwarz / R. Grün, Comment on M. Sarnthein, H. E. Stremme and A. Mangini, The Holsteinian interglaciation: Time-stratigraphic position and correlation to stable-isotope stratigraphy of deep-sea sediments. *Quaternary Research* 29, 1988, 75-79.
- Sejrup / Knudsen 1993: H. P. Sejrup / K. L. Knudsen, Paleoenvironment and correlations of interglacial sediments in the North Sea. *Boreas* 22, 1993, 223-235.

- Thieme 1996: H. Thieme, Die ältesten Wurfspere der Welt – Jagdwaffen des Urmenschen (*Homo erectus*) aus Schöningen, Nordharzvorland. *Berichte zur Denkmalpflege in Niedersachsen* 1, 1996, 2-6.
- 2007: H. Thieme (ed.), *Die Schöninger Speere. Mensch und Jagd vor 400 000 Jahren* (Stuttgart 2007).
- Thieme u. a. 1993: H. Thieme / D. Mania / B. Urban / T. van Kolfschoten, Schöningen (Nordharzvorland), eine altpaläolithische Fundstelle aus dem mittleren Eiszeitalter. *Archäologisches Korrespondenzblatt* 23, 1993, 147-163.
- Thomas 2001: G. N. Thomas, Late Middle Pleistocene pollen biostratigraphy in Britain: pitfalls and possibilities in the separation of interglacial sequences. *Quaternary Science Reviews* 20, 2001, 1621-1630.
- Turner 1970: C. Turner, The Middle Pleistocene deposits at Marks Tey, Essex. *Philosophical Transactions of the Royal Society B/Biological Sciences* 257, 1970, 373-440.
- Urban 1983: B. Urban, Biostratigraphic correlation of the Kärlich interglacial, Northwestern Germany. *Boreas* 12, 1983, 83-90.
- 1993: B. Urban, Mittelpleistozäne Interglaziale im Tagebau Schöningen. *Ethnographisch-Archäologische Zeitschrift* 34, 1993, 620-622.
- 1995: B. Urban, Palynological evidence of younger Middle Pleistocene interglacials (Holsteinian, Reinsdorf and Schöningen) in the Schöningen open cast lignite mine (eastern Lower Saxony, Germany). *Mededelingen Rijks Geologische Dienst* 52, 1995, 175-186.
- 2007a: B. Urban, Quartäre Vegetations- und Klimaentwicklung im Tagebau Schöningen. *Das Eiszeitalter und seine Spuren im Tagebau Schöningen*. In: Thieme 2007, 66-75.
- 2007b: B. Urban, Interglacial Pollen Records from Schöningen, North Germany. In: F. Sirocco / M. Claussen / M. F. Sánchez-Goni / T. Litt (Hrsg.), *The Climate of Past Interglacials* (Amsterdam 2007) 417-444.
- Urban u. a. 1988: B. Urban / H. Thieme / H. Elsner, Biostratigraphische, quartärgeologische und urgeschichtliche Befunde aus dem Tagebau »Schöningen«, Lkr. Helmstedt. *Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft* 139, 1988, 123-154.
- 1991: B. Urban / R. Lenhard / D. Mania / B. Albrecht, Mittelpleistozän im Tagebau Schöningen, Lkr. Helmstedt. *Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft* 142, 1991, 351-372.
- 2011: B. Urban / M. Sierralta / M. Frechen, New evidence for vegetation development and timing of Upper Middle Pleistocene interglacials in Northern Germany and tentative correlations. *Quaternary International* 241, 2011, 125-142.
- van Asperen 2012: E. N. van Asperen, Late Middle Pleistocene horse fossils from northwestern Europe as biostratigraphic indicators. *Journal of Archaeological Science* 39, 2012, 1974-1983.
- Welten 1982: M. Welten, Stand der palynologischen Quartärforschung am schweizerischen Nordalpenrand. *Geographica Helvetica* 2, 1982, 75-83.
- Zagwijn 1989: W. H. Zagwijn, The Netherlands during the Tertiary and the Quaternary: A case history of coastal lowland evolution. *Geologie en Mijnbouw* 68, 1989, 107-120.
- 1992: W. H. Zagwijn, The beginning of the Ice Age in Europe and its major subdivision. *Quaternary Science Reviews* 11, 1992, 583-592.

ZUSAMMENFASSUNG / ABSTRACT

Die Schöninger Pollendiagramme und ihre Stellung im mitteleuropäischen Mittelpleistozän

Während der vergangenen 20 Jahre wurden im Tagebau Schöningen an verschiedenen Profilen, die durch den fortschreitenden Tagebau zugänglich wurden, pollenanalytische Untersuchungen durchgeführt. Im Fokus standen dabei vor allem warmzeitliche Ablagerungen im Hangenden der Elstermoräne und Liegenden der Saalemoräne, da in diesen paläolithische Funde zu Tage traten, darunter die ältesten Speere der Welt. Drei fragmentarisch überlieferte Warmzeiten wurden für diesen Zeitraum identifiziert, darunter mit der Reinsdorf-Warmzeit ein neuer Interglazialtyp zwischen der Holstein-Warmzeit und der Schöningen-Warmzeit (Wacken/Dömnitz), in dessen Endphase die Speere gefunden wurden. Ein überregionaler Vergleich der Pollensequenzen ergibt, dass die Reinsdorf-Warmzeit als lokal geprägter Typ des Holsteins anzusehen ist und die Speere damit ebenfalls in das Holstein zu stellen sind. Neue Datierungen an diesen warmzeitlichen Sedimenten ergaben ein Alter von ca. 295 000 Jahren und korrelieren diese mit Stadium 9 der marinen Sauerstoffisotopenstratigraphie. Damit sind die Speere rund 100 000 Jahre jünger als bisher postuliert.

The Schöningen pollen diagrams and their position within the central European Middle Pleistocene

During the past 20 years pollenanalytical studies were conducted on several profiles available during different stages of the ongoing lignite exploitation within the open cast quarry of Schöningen. Interglacial sediments between moraines of the Elsterian and the Saalian glaciation were in focus because palaeolithic finds became known among them wooden spears, known as the oldest ones worldwide. Three fragments of interglacials were identified in this part, the new interglacial type Reinsdorf bearing the spears was positioned between the Holsteinian and the Schöningen (Wacken/Dömnitz) interglacials. A supraregional comparison of the pollen sequences suggests that the Reinsdorf Interglacial is only a local specification of the Holsteinian and that the spears are of Holsteinian age. New datings of this interglacial sediments gave an age of about 295 000 years and correlate this with the marine isotope stage 9. Therefore the wooden spears are about 100 000 years younger than thought before.