



## Spätglaziale Paläoböden im nördlichen Mitteleuropa: Eigenschaften und Potenziale zur Umweltrekonstruktion

KNUT KAISER\*), MICHAL JANKOWSKI\*) & ALEXANDRA HILGERS\*\*\*)

3 Abbildungen, 1 Tabelle

*Deutschland  
Polen  
Jüngere Dryas  
Allerød  
Bodenkunde  
Flugsand*

### Inhalt

Zusammenfassung .....	99
Abstract .....	99
1. Einführung .....	99
2. Ergebnisse und Diskussion .....	100
3. Schlussfolgerungen .....	103
4. Ausblick .....	103
Literatur .....	103

### Zusammenfassung

Es werden sechs Profile mit spätglazialen Paläoböden vorgestellt, die von Flugsanden überlagert werden. Altersbestimmungen ergaben einen Zeitraum der Bodenentwicklung von der Älteren Dryas bis zum ersten Abschnitt der Jüngeren Dryas. Die Flugsandüberdeckung fand in der Jüngeren Dryas statt. Die Paläoböden lassen sich als „Usseloböden“ (fAeh-, fAhe-, fAe-Horizonte) bzw. „Finowböden“ (fBv-, fAhBv-Horizonte) typisieren und stellen podsolierte Regosole bzw. Braunerden dar. Beide Paläobodentypen können als pedostratigraphische Leithorizonte für das nördliche Mitteleuropa angesehen werden.

### Lateglacial Palaeosols in Northern Central Europe: Properties and Potentials for Environmental Reconstruction

#### Abstract

Six profiles with Lateglacial sandy palaeosols covered by aeolian sands are presented. Age estimates yielded a time interval of soil formation from the Older Dryas to the first part of the Younger Dryas. The covering by aeolian sands occurred during the Younger Dryas. The palaeosols were typified as „Usselo soils“ (Aeh and Eb horizons) and „Finow soils“ (Bwb and BwAhb horizons) representing Dystric Arenosols and Dystric Cambisols, respectively. Both palaeosol types can be claimed as pedostratigraphical marker horizons in northern central Europe.

### 1. Einführung

Im von pleistozänen Sedimenten geprägten Tiefland des nördlichen Mitteleuropa (Norddeutschland, Nordpolen) ist der Forschungsstand zu spätglazialen Paläoböden auf terrestrischen Sandstandorten wie folgt zu umreißen: Nach

ersten Studien in den 1940er–50er Jahren, die in den Niederlanden und in Nordwestdeutschland einen weit verbreiteten Paläoboden unter Flugsand nachweisen konnten (fAeh und fAe-Horizonte = „Usseloboden“ [z.B. DÜCKER &

\*) Dr. habil. KNUT KAISER, Philipps-Universität Marburg, Fachbereich Geographie, Deutschhausstraße 10, D 35032 Marburg.  
[Knut.Kaiser@gmx.net](mailto:Knut.Kaiser@gmx.net)

\*\*) Dr. MICHAL JANKOWSKI, Kopernikus-Universität Toruń, Geographisches Institut, ul. Gagarina 9, PL 87-100 Toruń.  
[mijank@biol.uni.torun.pl](mailto:mijank@biol.uni.torun.pl)

\*\*\*) Dr. ALEXANDRA HILGERS, Universität zu Köln, Geographisches Institut, Albertus-Magnus-Platz, D 50923 Köln.  
[a.hilgers@uni-koeln.de](mailto:a.hilgers@uni-koeln.de)

MAARLEVELD, 1957; HIJSZELER, 1957]), wurde v.a. in den 1970er–80er Jahren eine Vielzahl von lokalen Befunden erbracht (z.B. PYRITZ, 1972; ROESCHMANN et al., 1982; MANIKOWSKA, 1991). Eine Datierung erfolgte zumeist durch  $^{14}\text{C}$ -Analysen, die in der Regel nicht durch Kontrollbefunde – wie Pollen- und Lumineszenzanalysen – abgesichert wurden.

Nach 1990 – und bis heute andauernd – haben paläopedologische und geochronologische Untersuchungen im Zusammenhang mit geowissenschaftlichen und archäologischen Studien einen erheblichen Befund- und Datenzuwachs erbracht (z.B. ALISCH, 1995; BUSSEMER et al., 1998; KOWALKOWSKI et al., 1999; SCHIRMER, 1999; FRIEDRICH et al., 2001; HILGERS et al., 2001; JANKOWSKI, 2002; PASDA, 2002; KAISER et al., 2006; HILGERS, 2007). Zu Beginn der 1990er Jahre wurde in Brandenburg (Nordostdeutschland) ein weiterer, in Folge großräumig nachgewiesener spätglazialer Paläoboden unter Flugsand entdeckt (fBv-Horizont = „Finowboden“ [SCHLAAK, 1998]).

Bislang singular ist der Nachweis einer von Flugsand überdeckten spätglazialen fAel/fBt-Horizontabfolge in einem Bodenprofil der Ueckermünder Heide (Vorpommern [KÜHN, 2003]). Charakteristisch für die neuen Untersuchungen ist die Vielzahl von sowohl pedochemisch-/physi-

kalischen Analysen als auch die Einbeziehung anderer Disziplinen, wie z.B. Geochronologie ( $^{14}\text{C}$ , OSL), Mikromorphologie, Paläobotanik (Pollen, Makroreste) und Archäologie. Sowohl die vermehrte Untersuchung feuchter Standorte als auch, in wenigen Fällen, die Entwicklung von Paläo-Standortabfolgen (Catenen) stellen neue Forschungsinhalte dar.

## 2. Ergebnisse und Diskussion

Im Rahmen von geoarchäologischen, geomorphologischen und paläopedologischen Untersuchungen wurden in Norddeutschland und Nordpolen von 1998–2006 sechs Fundplätze mit begrabenen Paläoböden untersucht (Abb. 1, Tab. 1). Details zu den angewandten sedimentologisch-pedologischen, geochronologischen und paläobotanischen Methoden können den unten zitierten Originalarbeiten entnommen werden.

Die archäologischen Funde des spätpaläolithischen Fundplatzes Alt Duvenstedt, ca. 100 km nordwestlich von Hamburg gelegen (primär Federmesser-Kultur, sekundär Ahrensburger Kultur), stammen aus einem 0,04 m mächtigen Paläoboden (IfAe-Horizont), der von ca. 2 m mächtigen Flugsanden überdeckt wird (Profil ALD [KAISER &

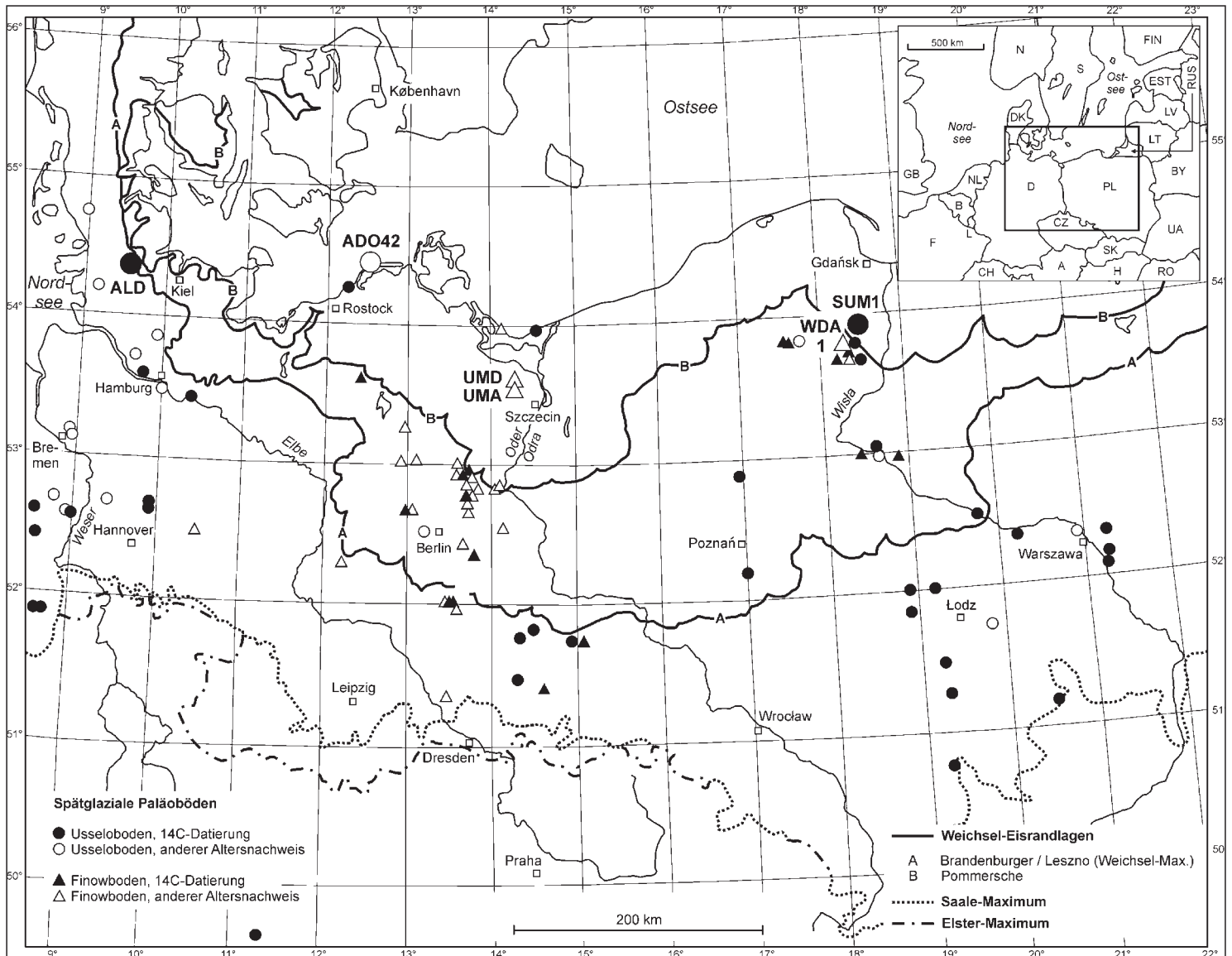


Abb. 1. Nachweise von spätglazialen Paläoböden (Ussello- und Finowböden) im nördlichen Mitteleuropa. Die vorgestellten Befunde sind hervorgehoben.

Tabelle 1.  
Merkmale der vorgestellten spätglazialen Paläoböden aus dem nördlichen Mitteleuropa.

Profil	Tiefe (cm)	Horizont	Substrat	Farbe (Munsell)	Sand, Schluff, Ton (%)	Glühverlust (%)	pH (CaCl <sub>2</sub> , KCl)	Datierung	Referenz
ALD	192-196	IIfAe	olischer Sand	10YR7/1, Hellgrau	90, 6, 4	0,3	(6,9)	<sup>14</sup> C: 12967 - 134 cal BP	KAISER & CLAUSEN (2005)
ADO42	244-257	IIfAeh	olischer Sand	10YR5/2, Graubraun	74, 20, 6	3,9	3,4	OSL: >12,4 - 0,8 ka, n = 11	KAISER et al. (2006)
UMD	80-87	IIfBv	glazifluvial-limnischer Sand	10YR5/6, Gelbbraun	94, 3, 3	0,7	5,1	OSL: >12,3 - 0,5 ka, n = 3	BOGEN et al. (2003)
UMA	136-150	IIfBv	glazifluvial-limnischer Sand	7.5YR5/6, Braun	90, 6, 4	-	4,0	OSL: >12,3 - 0,6 ka, n = 6	BOGEN et al. (2003)
SUM1	177-181	IIfAhe	olischer Sand	10YR6/3, Braungrau	93, 7, 0	0,1	4,9	<sup>14</sup> C: 12864 - 85 cal BP	-
WDA1	138-150	IIfBv	olischer Sand	5YR4/3, Rotbraun	92, 6, 2	0,6	4,9	OSL: >12,2 - 0,6 ka, n = 1	-

CLAUSEN, 2005]; Tab. 1, Abb. 2, 3A). Vier <sup>14</sup>C-Alter (13679 ± 174 bis 12752 ± 59 cal BP) an Holzkohle (*Pinus sylvestris*, Waldkiefer) datieren diesen Boden in den Zeitraum Ältere Dryas bis Jüngere Dryas. Der artefaktführende IIfAe-Horizont wurde als podsolierter Regosol (AG Boden, 2005) klassifiziert. Pedostratigraphisch korrespondiert dieser mit dem Usseloboden, der von einer Vielzahl weiterer Fundplätze in Nordwest- und Mitteleuropa beschrieben wurde. Eine fossile Froststruktur durchschlägt sowohl den hangenden Flugsand und den Paläoboden als auch die liegenden Schichten. Sie wird als eine Kombination aus einem initialen Eiskeil (oben) und aus einem Frostriss (unten) angesehen und verweist auf diskontinuierlichen Permafrost während der Jüngerer Dryas (ISARIN, 1997).

Auf dem Altdarss, Teil einer Halbinsel in der Ostsee ca. 50 km nordöstlich von Rostock, wurden spätglaziale Palä-

oböden untersucht, die von 0,8–2,4 m mächtigen äolischen Sanden überlagert werden (KAISER et al., 2006). Die großflächig erhaltene, begrabene Bodendecke (ca. 3,4 km<sup>2</sup>) beinhaltet eine Catena von relativ trockenen (Sand-, „Zwerg“-Podsol, Sand-Regosol) über feuchte (Sand-Moor-gley, Sand-Gley) zu nassen (Moor) Standortbedingungen. Die Böden trockener Standorte ähneln dem Usseloboden (bis 0,15 m mächtige IIfAeh-Horizonte z.B. in Profil ADO42; Tab. 1, Abb. 2, 3B). Pollenanalysen datieren die begrabene Bodenoberfläche in das späte Allerød.

Insgesamt erlauben es die paläobotanischen Analysen, ein kleinräumiges Vegetationsmuster mit Kieferndominanz auf den trockenen Standorten zu rekonstruieren. Größere Baumstämme von Waldkiefer (bis 2,4 m lang, 0,22×0,14 m dick) und Birke wurden aufgefunden. Die drei an Makroresten gemessenen <sup>14</sup>C-Alter (12672±62 bis 11666±344 cal

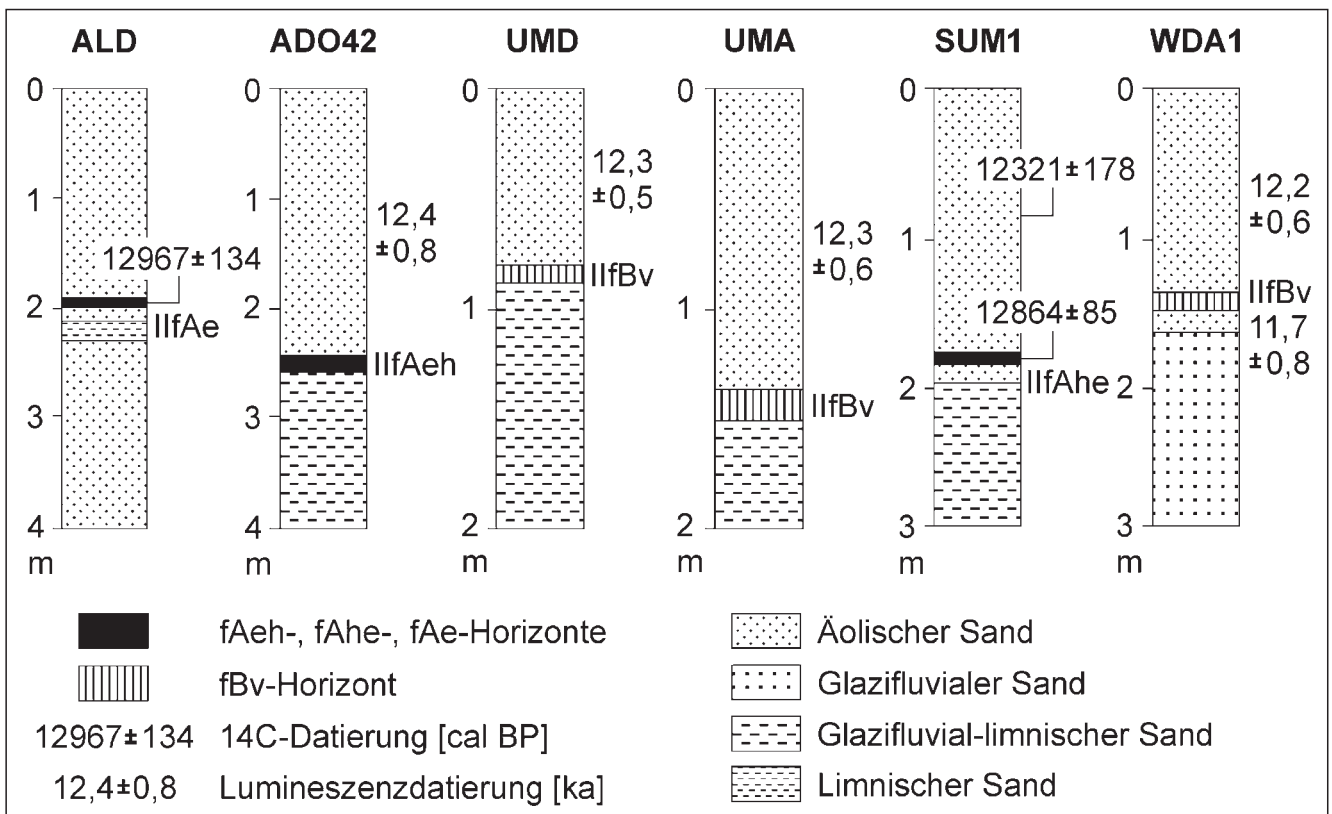


Abb. 2.  
Vereinfachte Profilsäulen mit sedimentologisch-pedologischen und geochronologischen Angaben zu den vorgestellten Befunden.

BP) erscheinen als zu jung (Kontamination mit jüngerem Kohlenstoff?). OSL-Daten an den hangenden Flugsanden (Altersmittelwert =  $12,4 \pm 0,8$  ka,  $n = 11$  [HILGERS, 2007]) machen eine äolische Überdeckung in der Jüngeren Dryas wahrscheinlich.

In der Ueckermünder Heide, ca. 30 km nordwestlich von Szczecin, wurden auf den spätpaläolithischen Fundplätzen Hintersee (Profil UMD) and Forst Mützelburg (Profil UMA) begrabene, 0,07–0,14 m mächtige Verbraunungshorizonte (IlfBv's) nachgewiesen, die pedostratigraphisch mit dem Finowboden korreliert werden können (BOGEN et al., 2003; KAISER, 2004; Tab. 1, Abb. 2, 3C, 3D). Die Paläoböden haben sich in glazifluvial-limnischen Sanden entwickelt und werden von 0,8–1,4 m mächtigen Flugsanden überlagert. Nach chronologischer Aussage der in den Paläoböden vorhandenen Artefakte (Ahrensburger Kultur) und der OSL-Daten (Mittelwerte der hangenden Flugsande =

$12,3 \pm 0,5$  ka,  $n = 3$ , bzw.  $12,3 \pm 0,6$  ka,  $n = 6$  [HILGERS, 2007]), muss noch zu Beginn der Jüngeren Dryas eine stabile Landoberfläche existiert haben, die in einem späteren Abschnitt dieser Chronozone von Flugsand überdeckt wurde. Organogene Bestandteile, wie Humus, Holzkohle oder Holz, sind in den Paläoböden nicht enthalten.

Der Paläoboden im Profil Sumin 1 (SUM1), ca. 50 km südwestlich von Gdańsk gelegen, ist als ein 0,04 m mächtiger IlfAhe-Horizont ausgebildet, der von 1,8 m mächtigem Flugsand überlagert wird (Tab. 1, Abb. 2, 3E). Charakteristisch ist die starke Auflösung des Horizontes durch „fingerförmige“ Strukturen, die auf die Grabewirkung des Mistkäfers (*Typhaeus typhoeus*) zurückgeführt werden können (BRUSSAARD & RUNIA, 1984). Eine  $^{14}\text{C}$ -Datierung an Holzkohle aus dem IlfAhe-Horizont ergab  $12864 \pm 85$  cal BP, während eine Holzkohlelage innerhalb des hangenden Flugsandes auf  $12321 \pm 178$  cal BP datiert wurde. Botani-

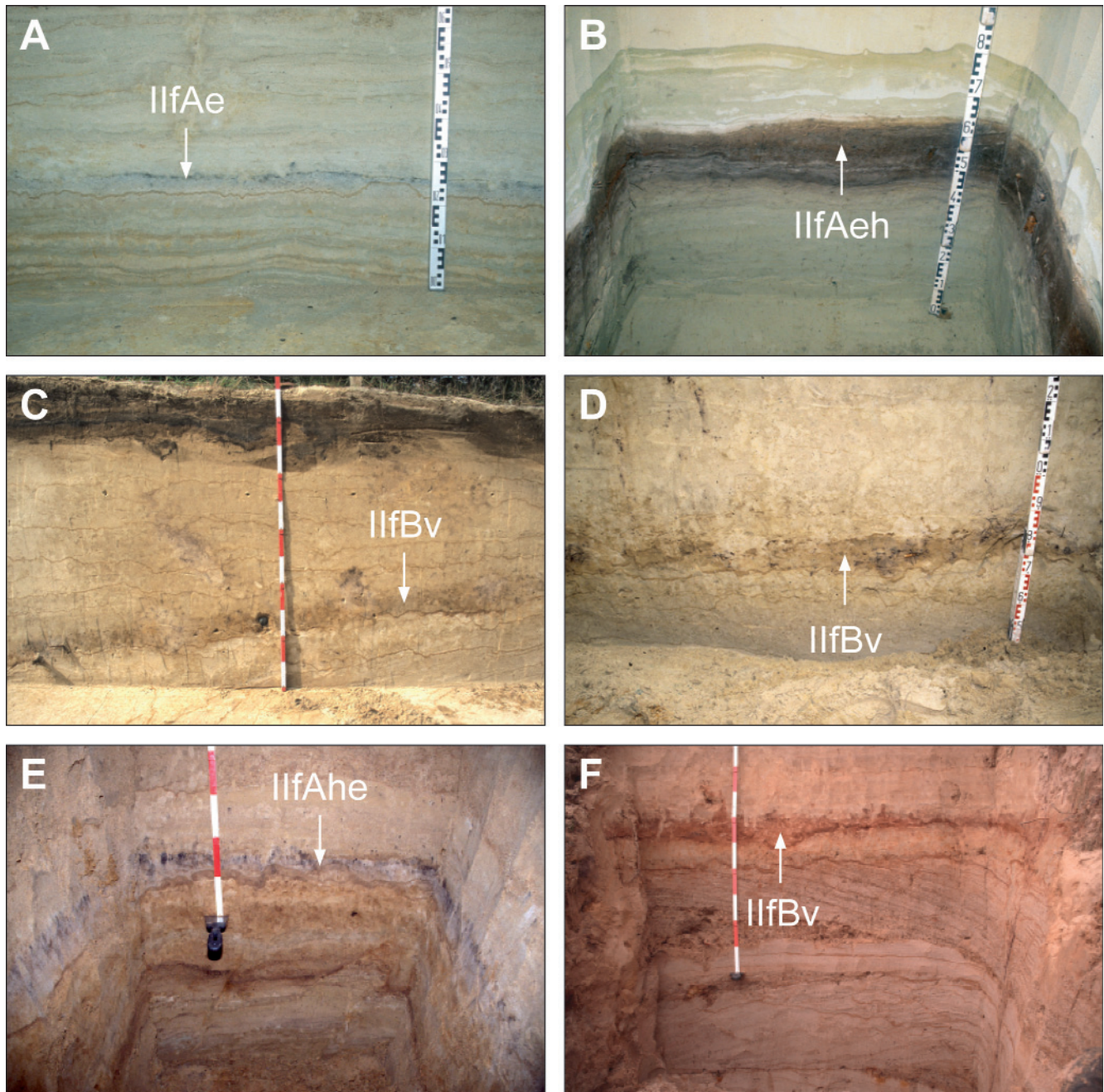


Abb. 3.  
Fotos der vorgestellten Paläoböden.  
A = Profil ALD; B = Profil ADO42; C = Profil UMD; D = Profil UMA; E = Profil SUM1; F = Profil WDA1.  
Fotos: K. KAISER.

sche Holzkohlebestimmungen ergaben ausschließlich *Pinus sylvestris*. Der Paläoboden kann mit dem Usseloboden parallelisiert werden.

Im Profil WDA1, ca. 65 km südwestlich von Gdańsk gelegen, wurde ein 0,12 m mächtiger IfBv-Horizont nachgewiesen, der in äolischem Sand entwickelt ist und eine starke durch Bioturbation ausgelöste Auflösung der Horizontgrenzen zeigt (Tab. 1, Abb. 2, 3F). Organogenes Material ist nicht vorhanden. Die OSL-Datierung des hangenden, 1,4 m mächtigen Flugsandes ergab  $12,2 \pm 0,6$  ka, während der liegende Flugsand auf  $11,7 \pm 0,8$  ka datiert wurde (K. PRZEGIĘTKA, Toruń, schiffl. Mitt.). Das macht eine Bodenentwicklung im Zeitintervall Allerød–Jüngere Dryas wahrscheinlich. Der Paläoboden kann mit dem Finowboden parallelisiert werden.

### 3. Schlussfolgerungen

Eine vergleichende Betrachtung der untersuchten Paläoböden und weiterer Ergebnisse (z.B. SCHLAAK, 1998; SCHIRMER, 1999; JANKOWSKI, 2002; MANIKOWSKA, 2002; HILGERS, 2007) ergibt folgende Schlussfolgerungen:

- 1 In Flugsandsequenzen des nördlichen Mitteleuropa kommen verbreitet spätglaziale Paläoböden vom Usselotyp (graue fAeh-, fAe- und fAe-Horizonte) und vom Finowtyp (braune fBv- und fAhBv-Horizonte) vor. Die Bodenhorizonte beider Typen sind 0,04–0,30 m mächtig und zeigen ähnliche bodenkundliche Eigenschaften mit Ausnahme der Farbe (dominante Korngröße ist Sand; Ton- und Schluffanreicherung gegenüber den liegenden und hangenden Schichten; pH = 3,4–4,9; Glühverlust = 0,1–1,6 %;  $C_{org} = 0,0–0,7$  %). Die Mehrzahl der Paläoböden führt Holzkohlepartikel von *Pinus sylvestris*. Eine Bodenklassifikation nach AG BODEN (2005) ergibt zumeist (podsolierte) Regosole bzw. Braunerden (IUSS-ISRIC-FAO [2006]: „Dystric Arenosols“ bzw. „Dystric Cambisols“). Usseloböden sind von Humusanreicherung und schwacher Podsolierung geprägt, während Finowböden durch Verbraunung charakterisiert werden.
- 2 Die Relief- und Bodenmerkmale verweisen auf einen terrestrischen, d.h. mehr oder weniger trockenen Charakter der Standorte mit Usselo- und Finowböden. Die Kartierung aller bislang bekannten Usselo- und Finowboden-Nachweise im nördlichen Mitteleuropa (n = 98) zeigt eine unterschiedliche räumliche Verbreitung. Es gibt offenbar eine nahezu geschlossene „Pedoprovinz“ des Finowbodens von ca. 200 × 200 km Ausdehnung in Nordostdeutschland zwischen Arealen mit Usseloböden in Nordwestdeutschland (anschließend an die Niederlande und Nord-Belgien) und Zentralpolen (Abb. 1). Die Ursache für diese räumliche Disparität ist noch nicht bekannt. Im Gebiet der nordpolnischen Bory Tucholskie (Tucheler Heide) hingegen ist ein vermischtes Vorkommen beider Paläobodentypen zu erkennen.
- 3 Die Kompilation von 47  $^{14}C$ -Altern an Usseloböden und 15  $^{14}C$ -Altern an Finowböden aus dem nördlichen Mitteleuropa ergibt ein Altersintervall von der Älteren Dryas bis zur Jüngeren Dryas (Häufung im Allerød) mit einigen „Ausreißern“, die in das Präboreal und Boreal datieren. Somit repräsentieren die Paläoböden strenggenommen keine „Allerød-Paläoböden“, wie häufig als solche benannt, sondern Paläoböden des jüngeren Spätglazials. Die meisten Usselo- und Finowböden enthalten Holzkohlepartikel, welche weitverbreitete und häufige Feuerereignisse belegen. Deren Ursache ist noch unbekannt (natürliche Blitzschlagentzündung und/oder „Zufalls“-/Jagdfeuer spätpaläolithischer Menschen?). Die Beanspruchung des Usselobodens als „scharfer Markerhorizont“ bzw. „Eventlage“, hervorge-

gangen aus einer raschen äolischen Sedimentation nach einem extraterrestrischen Impact, wie kürzlich postuliert (FIRESTONE et al., 2007; KLOOSTERMAN, 2007), erscheint nicht schlüssig (vgl. die klaren Merkmale einer relativ langen Pedogenese und das Altersintervall der  $^{14}C$ -Daten). Sicherlich können aber sowohl der Usselo- und als auch der Finowboden als spätglaziale pedostratigraphische Leit-/Markerhorizonte für das nördliche Mitteleuropa (und z.T. darüber hinaus) angesehen werden.

### 4. Ausblick

Neben der Vorlage der bislang unpublizierten Befunde aus Nordpolen (Profile SUM1 und WDA1) bereiten die Verfasser gemeinsam mit weiteren Kollegen eine vergleichende Betrachtung aller vorliegenden mitteleuropäischen Usselo- und Finowboden-Nachweise vor. Hier soll neben einem Vergleich bodenphysikalischer und -chemischer Parameter auch eine Betrachtung chronologischer Daten der Profile erfolgen. Bislang konnten, bei einer Gesamtzahl von 98 Nachweisen, 74 datierte Usselo- und Finowböden ermittelt werden ( $^{14}C$ -, Lumineszenz-, palynologische und archäologische Daten). Darüber hinaus ist geplant, die pedostratigraphische Untersuchung von Flugsandsequenzen in das Baltikum auszudehnen.

### Literatur

- AG Boden (Hrsg., 2005): Bodenkundliche Kartieranleitung. – 5. Aufl., 438 S., Hannover (Schweizerbarth).
- ALISCH, M. (1995): Das äolische Relief der mittleren Oberen Allerniederung (Ostniedersachsen) – spät- und postglaziale Morphogenese, Ausdehnung und Festlegung historischer Wehsande, Sandabgrabungen und Schutzaspekte. – Kölner Geographische Arbeiten, **62**, 1–176.
- BOGEN, C., HILGERS, A., KAISER, K., KÜHN, P. & LIDKE, G. (2003): Archäologie, Pedologie und Geochronologie spätpaläolithischer Fundplätze in der Uecker-münder Heide (Kr. Uecker-Randow, Mecklenburg-Vorpommern). – Archäologisches Korrespondenzblatt, **33**, 1–20.
- BRUSSAARD, L. & RUNIA, L.T. (1984): Recent and ancient traces of scarab beetle activity in sandy soils of The Netherlands. – Geoderma, **34**, 229–250.
- BUSSEMER, S., GÄRTNER, P. & SCHLAAK, N. (1998): Stratigraphie, Stoffbestand und Reliefwirksamkeit der Flugsande im brandenburgischen Jungmoränenland. – Petermanns Geographische Mitteilungen, **142**, 115–125.
- DÜCKER, A. & MAARLEVELD, G.C. (1957): Hoch- und spätglaziale äolische Sande in Nordwestdeutschland und in den Niederlanden. – Geologisches Jahrbuch, **73**, 215–234.
- FIRESTONE, R.B., WEST, A., KENNETT, J.P., BECKER, L., BUNCH, T.E., REVAY, Z.S., SCHULTZ, P.H., BELGYA, T., KENNETT, D.J., ERLANDSON, J.M., DICKENSON, O.J., GOODYEAR, A.C., HARRIS, R.S., HOWARD, G.A., KLOOSTERMAN, J.B., LECHLER, P., MAYEWSKI, P.A., MONTGOMERY, J., POREDA, R., DARRAH, T., QUE HEE, S.S., SMITH, A.R., STICH, A., TOPPING, W., WITTKÉ, J.H. & WOLBACH, W.S. (2007): Evidence for an extraterrestrial impact 12,900 years ago that contributed to the megafaunal extinctions and the Younger Dryas cooling. – Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, **104**, 16016–16021.
- FRIEDRICH, M., KNIPPING, M., VAN DER KROFT, P., RENNO, A., SCHMIDT, S., ULLRICH, O. & VOLLBRECHT, J. (2001): Ein Wald am Ende der letzten Eiszeit. Untersuchungen zur Besiedlungs-, Landschafts- und Vegetationsentwicklung an einem verlandeten See im Tagebau Reichwalde, Niederschlesischer Oberlausitzkreis. – Arbeits- und Forschungsberichte zur sächsischen Bodendenkmalpflege, **43**, 21–94.
- JANKOWSKI, M. (2002): Buried soils of the Torun Basin. – In: MANIKOWSKA, B., KONECKA-BETLEY, K. & BEDNAREK, R. (eds.): Paleopedology problems in Poland, 233–252, Lodz (Lodzkie Towarzystwo Naukowe).
- HUISZELER, C.C.W.J. (1957): Late-glacial human cultures in the Netherlands. – Geologie en Mijnbouw, **19**, 288–302.

- HILGERS, A., MURRAY, A.S., SCHLAAK, N. & RADTKE, U. (2001): Comparison of quartz OSL protocols using Lateglacial and Holocene dune sands from Brandenburg, Germany. – *Quaternary Science Reviews*, **20**, 731–736.
- HILGERS, A. (2007): The chronology of Late Glacial and Holocene dune development in the northern Central European lowland reconstructed by optically stimulated luminescence (OSL) dating. – Dissertation, Universität Köln, <http://kups.ub.uni-koeln.de/volltexte/2007/2178/>.
- ISARIN, R.F.B. (1997): Permafrost distribution and temperatures in Europe during the Younger Dryas. – *Permafrost and Periglacial Processes*, **8**, 313–333.
- IUSS-ISRIC-FAO (Hrsg., 2006): World reference base for soil resources. A framework for international classification, correlation and communication. – *World Soil Resources Reports*, **103**, 128 S., Rome (FAO).
- KAISER, K. (2004): Geomorphic characterization of the Pleistocene-Holocene transition in Northeast Germany. – In: TERBERGER, T. & ERIKSEN, B.V. (eds.): *Hunters in a changing world. Environment and archaeology of the Pleistocene-Holocene transition (ca. 11000–9000 B.C.) in Northern Central Europe*, 53–73, Rhaden/Westfalen (Leidorf).
- KAISER, K. & CLAUSEN, I. (2005): Palaeopedology and stratigraphy of the Late Palaeolithic Alt Duvenstedt site, Schleswig-Holstein (Northwest Germany). – *Archäologisches Korrespondenzblatt*, **35**, 1–20.
- KAISER, K., BARTHELMES, A., CZAKÓ PAP, S., HILGERS, A., JANKE, W., KÜHN, P. & THEUERKAUF, M. (2006): A Lateglacial palaeosol cover in the Altdarss area, southern Baltic Sea coast (northeast Germany): investigations on pedology, geochronology and botany. – *Netherlands Journal of Geosciences*, **85**, 197–220.
- KLOOSTERMAN, J.B. (2007): Correlation of the Late Pleistocene Usse-lo horizon (Europe) and the Clovis layer (North America). – *Transactions of the 2007 AGU Joint Assembly*, Abstract PP43A-02.
- KOWALKOWSKI, A., NOWACZYK, B. & OKUNIEWSKA-NOWACZYK, I. (1999): Chronosequence of biogenic deposits and fossil soils in the dune near Jasien, Western Poland. – In: SCHIRMER, W. (ed.): *Dunes and fossil soils, GeoArchaeoRhein*, **3**, 107–125, Münster (Lit).
- KÜHN, P. (2003): Spätglaziale und holozäne Lessivégenese auf jungweichselzeitlichen Sedimenten Deutschlands. – *Greifswalder Geographische Arbeiten*, **28**, 1–167.
- MANIKOWSKA, B. (1991): Vistulian and Holocene aeolian activity, pedomorphology and relief evolution in Central Poland. – *Zeitschrift für Geomorphologie N.F.*, Supplement-Band, **90**, 131–141.
- MANIKOWSKA, B. (2002): Fossil paleosols and pedogenetic periods in the evolution of Central Poland environment after the Wartian Glaciation. – In: MANIKOWSKA, B., KONECKA-BETLEY, K. & BEDNAREK, R. (eds.): *Paleopedology problems in Poland*, 165–212, Lodz (Lodzkie Towarzystwo Naukowe).
- PASDA, C. (2002): Archäologie einer Düne im Baruther Urstromtal bei Groß Lieskow, Stadt Cottbus. – *Veröffentlichungen des Brandenburgischen Landesmuseums für Ur- und Frühgeschichte*, **33**, 7–49.
- PYRITZ, E. (1972): Binnendünen und Flugsandebenen im Niedersächsischen Tiefland. – *Göttinger Geographische Abhandlungen*, **61**, 1–153.
- ROESCHMANN, G., EHLERS, J., MEYER, B. & ROHDENBURG, H. (1982): Paläoböden in Niedersachsen, Bremen und Hamburg. – *Geologisches Jahrbuch*, **F14**, 255–309.
- SCHIRMER, W. (1999): Dune phases and soils in the European sand belt. – In: SCHIRMER, W. (ed.): *Dunes and fossil soils, GeoArchaeoRhein*, **3**, 11–42, Münster (Lit).
- SCHLAAK, N. (1998): Der Finowboden – Zeugnis einer begrabenen weichselspätglazialen Oberfläche in den Dünengebieten Nordostbrandenburgs. – *Münchener Geographische Abhandlungen*, **A49**, 143–148.

Manuskript bei der Schriftleitung eingelangt am 18. Juni 2008