

# ÜBER ENTSTEHUNGSZEIT UND BILDUNGSMILIEU LESSIVIERTER BÖDEN IN MITTELEUROPA

Klaus-Dieter Jäger, Dietrich Kopp

Jäger K.-D., Kopp D., 2004: Über Entstehungszeit und Bildungsmilieu lessivierter Böden in Mitteleuropa (*O czasie powstania i środowisku kształtowania gleb przemytych (lessive) w Środkowej Europie*), Regionalny Monitoring Środowiska Przyrodniczego nr 5., s. 103-115, Kieleckie Towarzystwo Naukowe, Kielce

**Zusammenfassung:** In der mitteleuropäischen Lößstratigraphie gelten die Bt-Horizonte von Fahlerden bzw. Parabraunerden als Indiz für Interglaziale.

Auf Geschiebelehm bzw. -mergel auch aus der letzten Kaltzeit ist aber das Vorhandensein von Bt-Horizonten für weit verbreitete Bodenformen – Lehm- und Tieflehm-Fahlerde – kennzeichnend, für deren Entstehung periglaziäres Milieu mit Dauerfrostboden vorausgesetzt werden muss. Da in den Vernetzungsmustern der Bodendecke überdies die Fahlerden in den Lößregionen der zentraleuropäischen Mittelgebirgszone wie im glaziär bestimmten Tiefland Mitteleuropas gleiche Positionen besetzen, ist Vergleichbarkeit von Milieu und Zeitraum der Bildung von Fahlerden überall in Mitteleuropa wahrscheinlich. Entscheidende Bedingung für die Entstehung von Bt-Horizonten ist eine Phase besonders intensiver Durchfeuchtung bzw. Wassersättigung im Bereich der ehemaligen Geländeoberfläche, die durch austauenden Dauerfrostboden während eines Spätglazials im Übergang zur nachfolgenden Warmzeit erreicht wurde. Das bedeutet für die Lößstratigraphie, dass jeder der Bt-Horizonte nicht ein Interglazial (oder gar das Hochglazial) anzeigt, sondern im Übergang von der vorausgehenden Kaltzeit zum Interglazial entstanden ist. Für Fahlerden bzw. Parabraunerden aktueller Geländeoberflächen ist vorrangig der Zeitraum Bölling/Meiendorf-Interstadial beteiligt. Die Horizontfolge vieler, wenn nicht der meisten oberflächigen Fahlerden auf Geschiebelehm wie auf Löss in Mitteleuropa entspricht nicht den Vorgaben der Kartieranleitung für die Geologischen Landesämter in Deutschland (Ah-Ael-Bt-C), sondern müsste korrekt lauten ABv-Bv-Et-Bt-C.

*Klaus-Dieter Jäger*, Martin-Luther-Universität, Halle/Saale und Wittenberg. Brandbergweg 23, D-06099 Halle/Saale, Deutschland

*Dietrich Kopp*, Dömitzer Strasse 3, D19303 Tews Woos, Deutschland

## 1. Einleitung

Zu den verbreitetsten lessivierten Böden in Mitteleuropa gehören Fahlerden, die Löss-Fahlerde des Lössgürtels sowie die Lehm- und Tieflehm-Fahlerde auf pleistozänem Geschiebelehm des nördlichen Mitteleuropa. Für beide Bodenformen zeigen Abb. 1 und 2 je ein Musterprofil mit Kennzeichnung nach der Perstruktionszone und Horizontfolge (Altermann, Jäger, Kopp, Kowalkowski, Kühn und Schwanecke in Vorb.)

In der polnischen Bodensystematik gehören beide Bodenformen zum Typ gleby płowe zbrunatniałe (nach Korrelationsschema bei Kowalkowski, Kopp und Jäger 1992), in der Systematik der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft zur Braunerde-Fahlerde oder Braunerde-Parabraunerde aus Löss bzw. Geschiebelehm (AG Boden 1994).

Während für die Fahlerde auf Geschiebelehm in ihrer Normalgestalt mit periglaziärer Perstruktionsserie periglaziäres Bildungsmilieu für einige



δ ABv  
Bv  
εEt  
ζ Bt



δ ABv  
Bv  
εEt  
ζ Bt

Phot. 1. Tieflehm-Fahlerde aus jungpleistozänem Geschiebelehm (Kartuzy, Polen, Foto: A.Kowalkowski)

Fot.1. Gleba płowa z młodoplejstoczeńskiej gliny zwałowej (Kartuzy, Polska, Fotogr.: A. Kowalkowski)

Phot. 2. Löss-Fahlerde aus mächtigem Löss über Buntsandstein (Solling, Deutschland, Foto: H. Wachter)

Fot.2. Gleba płowa lessowa z mięszczego lessu na piaskowcu pstryym (Solling, Niemcy, Fot.: H. Wachter)

Bodenkundler seit Langem als wahrscheinlich gilt, gilt die Löss-Fahlerde meist unangefochten als Bodenbildung warmzeitlichen Milieus. Wir wollen mit der nachfolgenden Argumentation prüfen, ob diese unterschiedliche Deutung sich aufrecht erhalten lässt.

Dieses Thema ist eng verbunden mit dem Lebenswerk Alojzy Kowalkowskis. Schon früh erkannte er, dass unsere mitteleuropäischen Böden eine lange Entwicklung durchlaufen haben, die bis ins periglaziäre Milieu des Spätglazials zurückreicht (besonders Kowalkowski 1973 und 1988, Kowalkowski und Borzyszkowski 1977). Seine in Polen gewonnenen Kenntnisse konnte er durch mehrere mehrmonatige Geländearbeiten im rezenten Periglaziärgebiet der Mongolei als Teilnehmer einer polnischen Geographenexpedition vertiefen (besonders Kowalkowski 1989).

## 2. Stratigraphische Befunde

Zu den grundlegenden Erfahrungen und Regeln der Stratigraphie pleistozäner Lössen (nicht nur) in Mitteleuropa zählt die Zuordnung der Bt-Horizonte lessivierter Böden (Parabraunerde, Fahlerde, [Fahlerde-] Pseudogley) zu warmzeitlichen Bildungsbedingungen der Interglaziale (Haase, Lieberoth und Ruske 1970, S. 151 u. 152), wonach „in unserem Gebiet nur aus dem Holozän und dem letzten Interglazial texturdifferenzierte Böden bekannt sind“ (a.a.O., S. 152)

Eine Präzisierung der „Bedingungen für die Bildung der Tonbeläge in den letztingerglazialen Böden, für die nicht unbedingt eine Tonwanderung aus dem hangenden Horizont erforderlich ist, sondern die allein durch Verlagerung innerhalb der tonreichen Horizonte zustande kommen kann“ versuchen bereits die o. g. Autoren (a.a.O., S. 152):

„Im großen und ganzen hat es sich um ein gemäßigttes, feuchtes Klima mit Waldvegetation gehandelt.“

Im gleichen Sinne resümieren bereits Kukla und Ložek (1961) die stratigraphische Position lessivierter Böden in Lößserien Tschechiens und der Slowakei:

*„From the stratigraphical standpoint, lessivé group comes first in importance because of its comparatively slow development in a humid climate – we have found that the extreme types of this series, i. e. distinctly developed lessivé with an advanced movement of clayey matter, and braunlehm are associated with Banatica molluscan faunas ... which belong to the maximum interglacials. Hence it is possible to regard lessivé and braunlehm soils on our territory as pedostratigraphical evidence for the interglacial climatic optimum ...”*

Allerdings gibt es auch Befunde, die dieser ebenso weit verbreiteten wie auch in der mitteleuropäischen Lößstratigraphie unbestrittenen und allgemein akzeptierten Interpretation lessivierter Böden im stratigraphischen Zusammenhang entgegenstehen. Zuvörderst gilt dies für begrabene Bt-Horizonte in der norddeutschen Jungmoränen-Landschaft, die zwar auf Substraten letztglazialen Alters entwickelt, aber bereits wieder von Eiskeilen zerschnitten sind, deren Entstehung periglaziäres Milieu voraussetzt und folglich auch bereits wieder im zeitlichen Rahmen der letzten Kaltzeit (Weichsel bzw. Würm) erfolgt sein muss (Hartwich, Jäger & Kopp 1975, S. 636: Abb. 12 – Lehnitz bei Oranienburg; Bussemer u.a. 2001, S. 140: Abb. 6 & 7 – Werneuchen; ferner im Einzugsgebiet der Warthe Jäger 1972, S. 114: Abb. 3 – Czarnów bei Gorzów Wlkp.) Noch ernstere Widersprüche treten hinzu, sobald man Hinweise berücksichtigt, die

*„für den kennzeichnenden verbraunten Horizont der nordmitteleuropäischen Sand-Braunerden und Braunerdpodsole ein an verschiedenen Stationen gesichertes und für die Gesamtheit dieser Böden immerhin wahrscheinliches spätweichselkaltzeitliches („spätglaziales“) Alter“ (Jäger und Kopp 1969, S. 117)*

nahe legen, eine Vorstellung, die durch neuere Lumineszenzdatierungen für den in nordostdeutschen Sandbodenaufschlüssen bereits mehrfach in begrabener Position angetroffen sog. „Finow-Boden“ (Schlaak 1993, S. 105) an Wahrscheinlichkeit ganz wesentlich gewonnen hat (Schlaak 1998, S. 31: Datierungen am Aufschluss Schiffmühle / Neuenhager Oderinsel zwischen  $8300 \pm 900$  und  $13400 \pm 600$  a BP und

*„the sand constituting the bottom of this buried soil”*

mit  $12900 \pm 900$  a BP).

Diese verbraunten Horizonte treten indessen in Nordostdeutschland nicht nur auf primär sandigen Substraten (wie Schmelzwassersande auf Sandflächen und in Urstromtälern äolische Sande in Dünen) sondern auch in Fahlerdeprofilen auf Grund- und Endmoränen auf, deren Geschiebemergel die Entstehung oberflächiger Fahlerdeprofile ermöglichte.

Ergebnis ist infolge Texturdifferenzierung eine Tonverarmung im oberflächennahen Tiefenbereich, sodass der Sand- und ggf. auch Schluffanteil am Körnungsspektrum in diesem Profilteil relativ erhöht wurde. In diesem sand- bis schluffbetonten Profilteil, der erst durch die Herausbildung des Fahlerdeprofils entstanden ist, konnte sich aber – und zwar zwangsläufig erst nach der Fahlerdeentstehung – bereits wieder ein verbraunter Horizont ausbilden („Tieflehm-Fahlerde“: Kopp 1969, S. 88). Derartige Tieflehm-Fahlerden treten im circumbaltischen Jungmoränenland über Substraten letztglazialen Alters auf (Grundmoräne, glazilimnische Schluffe), z. B. in den durch paläontologische Ausgrabungen freigelegten Aufschlusswänden bei Pisede unweit Malchin in Mecklenburg (Hartwich, Jäger und Kopp 1975). Als Voraussetzung für die Entstehung des Bv-Horizontes müssen hier oberflächige Entkalkung und Tonverarmung des Geschiebemergels der Entstehung des Bv-Horizontes vorausgegangen sein, was nach Substratgenese und Reliefposition (Jahnke, Jäger und Heinrich 1975) nicht vor dem letzten Glazial erfolgt sein kann.

Zwangsläufig ergibt sich die Frage, inwieweit auf die Bv-Horizonte im obersten Profilabschnitt der Tieflehm-Fahlerde die Datierungen für Bv-Horizonte bei Jäger und Kopp(1969) anwendbar sind bzw. – gegebenenfalls – ob die in der lößstratigraphischen Forschung in Mitteleuropa unbestritten praktizierte Voraussetzung warmzeitlichen (interglazialen) Milieus für die Entstehung lessivierter Böden (Parabraunerden, Fahlerden) einzuschränken oder gar in Frage zu stellen ist.

Einen Ansatz zur Auflösung der scheinbaren Widersprüche zwischen beiden Gruppen von Beobachtungen bieten Haase, Lieberoth und Ruske (1970, S. 151) mit der dort postulierten Zweiphasigkeit in der Genese texturdifferenzierter Inter-glazialböden in der Stratigraphie von Aufschlüssen

pleistozäner Löss in Mitteleuropa, die aus Beobachtungen an Böden der aktuellen Geländeoberfläche abgeleitet worden sind.

*„Erst kam es zur Entkalkung und Herausbildung eines oberen, tonärmeren und eines unteren, tonreicheren Profiltails (Texturdifferenzierung) und danach zur Bildung der wandständig orientierten Tonbeläge. Während die erste Phase nach bisherigen Beobachtungen (Lieberoth u. a., 1967) im Spätglazial ablief, kommt für die zweite Phase die gesamte übrige Zeit (restliches Spätglazial und Holozän) in Frage.“*

Als wesentliche Voraussetzung dieser Bodenbildungen nennen die gleichen Autoren (Haase, Lieberoth und Ruske 1970, S. 152),

*„Texturdifferenzierung muss eine Periode intensiver Bodendurchfeuchtung erfordert haben. Diese Periode hat sowohl die Bildung der letztinterglazialen als auch der rezenten texturdifferenzierten Böden eingeleitet. Hier deutet sich eine interessante Parallele zwischen dem Ende der vorletzten und der letzten Eiszeit an, wenn wir die Hypothese der kaltzeitlichen Herausbildung der Texturdifferenzierung zugrundelegen.“*

Als Ursache für die intensive spät- bis endglaziale Bodendurchfeuchtung bietet sich in diesem Zeitraum das Austauen der dauernden Bodengefrorenis an, deren Zeitstellung im Ablauf der ausklingenden Weichsel-Kaltzeit im Übergang zum Holozän in Mitteleuropa bereits seit einigen Jahrzehnten einigermaßen genau bekannt ist (Marcinek und Nitz 1973, S. 98-99).

Der Hinweis von Haase, Lieberoth und Ruske (1970, a. a. O.) auf „eine Periode intensivster Bodendurchfeuchtung“ lenkt indessen die Aufmerksamkeit auf einen ebenso kennzeichnenden wie für die gesamte Bodengenese besonders wesentlichen Vorgang im Ablauf des Spätglazials in Mitteleuropa, d.h. zeitlich im Übergang von der vorrausgehenden Kaltzeit zu den später maßgeblichen warmzeitlichen Bedingungen, nämlich auf den Dauerfrostaustau, der mit fortschreitender Erwärmung vor allem im oberflächennahen Tiefenbereich unter der Geländeoberfläche alljährlich besonders in der warmen Jahreszeit durch Tauwasseranfall eben diese intensive Bodendurchfeuchtung bewirkt haben muss.

Diese Unterstellung wird begründet durch aktualistische Erfahrungen in subpolaren Regionen, wo noch gegenwärtig Dauerfrostboden sommerli-

chen Auftauprozessen unterliegt, in der Nordhemisphäre einerseits in Alaska, Kanada und Grönland (vgl. u.a. Cailleux und Lagarec 1977; Woo und Xia 1995; French 1996) sowie andererseits in Sibirien und der Mongolei wie im Norden des europäischen Russlands (vgl. u.a. Targuljan, bes. Mycielska-Dowgiało 1980; Dorzhgotov und Kowalkowski 1981; Poltev 1981). Bodenbildende Prozesse in diesen Gebieten wurden im Fachschrifttum mehrfach detailliert diskutiert (u.a. Douglas und Tedrow 1960; Nogina und Ufimceva 1964; Semmel 1967, 1983; Ehwald 1980; Bibus 1989, 2002; Zöller und Semmel 2001).

Die mit dem globalen Klimawandel verbundenen Wärmeeinbrüche in den letztweichselzeitlichen Interstadialen Meindorf, Bölling und Alleröd sowie im mit dem Präboreal einsetzenden Frühholozän müssen in Mitteleuropa den aktuell aus der jetzigen Subarktis beschriebenen Verhältnissen vergleichbare Bedingungen bewirkt haben. Vor allem in (damals) abflusslosen bis abflussarmen Binnenentwässerungsgebieten (Marcinek 1978, S. 47-50) lassen einsetzende Vermoorungen seit dem Weichsel-Spätglazial den vermehrten Tauwasseranfall infolge austauenden Dauerfrostbodens erkennen und ermöglichen darüber hinaus eine genauere Datierung dieses Geschehens mit Hilfe der Pollenanalyse. Gelegentlich ist der durch vermehrten Tauwasseranfall aus austauendem Dauerfrostboden infolge Erwärmung bedingte Sedimentwechsel hin zur Torfentstehung infolge Flächenvermoorung sogar im Aufschluss zu beobachten und dokumentiert, z.B. am Credner See unweit von Saßnitz auf der Ostseeinsel Rügen (Kliewe 1969, S. 406: Abb 2).

Vor allem aber gestatten die dabei entstandenen Torfe und Mudden die pollenanalytische Datierung der Zeiträume, für die mit tauwasserbedingter stärkerer oberflächennaher Bodendurchfeuchtung zu rechnen ist. Beispiele benennen u.a. für die Insel Rügen Lange, Jeschke und Knapp (1986, etwa Herthamoor in der Stubnitz S.65, Gingst S.71 und 73) oder für Schleswig Holstein Usinger (1976, S.111-151). Resümierend erfasst Succow (1983, S. 104-105: Abb. 10) das durch vermehrten Tauwasseranfall ermöglichte Einsetzen von Torf- und Muddeablagerung im Verlauf des Weichsel-Spätglazials, differenziert nach hydrologischen Moortypen, insgesamt für den südbaltischen Raum. In einem noch weiteren regionalen Rahmen erfassen Litt et al. (2001, S. 1247) für das nördliche Mit-



teleuropa die Aufeinanderfolge weichsel-spätglazialer Kälte- und Wärmeschwankungen (Tab.1). Erstere begünstigten Erhalt oder sogar Verstärkung der dauernden Bodengefrorenis, letztere dagegen Dauerfrostaustau und oberflächige Bodendurchfeuchtung bis hin zur Wasser (über)-sättigung. In Betracht kommen dafür vor allem

- Meiendorf - Interstadial ca. 14450... 13800 cal BP
- Bölling - Interstadial ca. 13670... 13540 cal BP
- Alleröd - Interstadial ca. 13350... 12680 cal BP

Hinzu kommt als weitere Periode regionaler Erwärmung das beginnende Präboreal nach ca. 11590 cal BP.

Sofern in dem bereits vorstehend zitierten Finow-Boden ein Äquivalent bzw. Repräsentant weichsel-spätglazialer Bv-Genese auf sandigem Substrat verstanden werden darf, ergeben sich aus vorliegenden TL-Datierungen (Thermolumineszenz, Schlaak 1998, S. 31) für den Fundplatz Schiffmühle bei Neuenhagen (12900 BP) und aus <sup>14</sup>C – Daten für den Fundplatz Rosenberg bei Melchow (Schlaak 1998, S. 28: 10840 ± 335 BP) für diesen Boden Hinweise auf Entstehung im Alleröd- Interstadial oder Frühholozän.

Einsetzendes Austauen von Dauerfrostboden ist jedoch bereits in den vorangegangenen weichsel-spätglazialen Interstadialen Meiendorf und Bölling zu erwarten, und zwar zunächst überdies auf noch nicht angetautem, d.h. intaktem Dauerfrostboden. Damit kommen vor allem diese Zeiträume vor dem Alleröd-Interstadial (und damit vor der Entstehungszeit des Finow-Bodens sowie wahrscheinlich auch demjenigen der oberflächennahen Bv-Horizonte im Et- Abschnitt nordmitteleuropäischer Tieflehm-Fahlerden) als Perioden beginnender Texturdifferenzierung bzw. Lessivage in Betracht, in deren Ergebnis die Horizonte Et (bzw. Al) und Bt auf Geschiebemergeln im nördlichen Mitteleuropa und insbesondere in Tieflehm- Fahlerden ihre Profillage und Profilvermerkmale erhalten haben könnten. Das entspricht dem mit anderen Befunden und Argumenten erzielten zeitlichen Ansatz auf Löß bei Van Vliet-Lanoe (1990, S. 53):

*„Clay illuviation took place principally between 13.5 and 12 ka BP, corresponding to the climate optimum of the Bölling interstadial (Van Vliet – Lanoe, 1987) and its boreal environment ...”*

Einen gleichen Datierungsversuch vertrat bereits Altermann (1985) für den Unterharz im östlichen Deutschland.

Wesentliche Hinweise zum Verständnis der abgelaufenen Vorgänge vermitteln für diesen zeitlichen Ansatz aktualistische Beobachtungen in der gegenwärtigen Arktis und Subarktis (Van Vliet – Lanoe, 1987): Dazu gehört ein rascher Fortschritt der Entkalkung karbonhaltiger Substrate (ca. 0,7 mm je Jahrhundert), der wesentlich auf Anreicherung organischer Säuren (temperaturabhängig verlangsamte Zersetzung organischer Substanz!) zurückgeht, intensive Durchwaschung des Substrates durch Schmelzwasseranfall in der alljährlichen Frühjahrssaison sowie geringe biologische Aktivität, die unter Taiga- oder Tundravegetation (Van Vliet-Lanoe 1990, S. 50) resultiert aus

- geringen (mittleren) Temperaturen,
- dem Feuchtereime sowie
- der antibiotischen Wirksamkeit von Flechten (wie demonstriert durch Hruttfjord & Ugolini 1984)

Unter diesen Bedingungen werden Ton und organisch-mineralische Komplexe wanderungsfähig, und die resultierende Tiefenwanderung scheint an der massiven Tonanreicherung des Bt-Horizontes zumindest maßgeblich beteiligt zu sein. Ihr entspricht in geringerer Profiltiefe unter der Geländeoberfläche das Körnungsspektrum des Et- (bzw. Al-) Horizontes, das Tonverarmung anzeigt.

Als Zeugnis bereits zuvor einsetzender Texturdifferenzierung bei noch niedrigerer Infiltrationsrate mag die Ausbildung feinelaminierter Tonhäutchen im Liegenden von Bt-Horizonten verstanden werden, wie sie für sächsische Löss mit sog. „Lamellenfleckenzone“ von Lieberoth (1963) sowie bei Haase, Lieberoth & Ruske (1970, S. 146-147) beschrieben worden ist.

Insgesamt waren es demnach das ausgehende Weichsel – (bzw. Würm-) Hochglazial und das nachfolgende Bölling-Interstadial, die in Mittel- und Westeuropa auf unterschiedlichen Substraten (Geschiebemergel und glazilimnische Schluffe wie Löß und Lößderivate), die Bildung von Bt-Horizonten als Zeugnis beginnender Texturdifferenzierung einleiteten und voranbrachten. Die Tieflehm-Fahlerden im glaziär bestimmten Tiefland des nördlichen Mitteleuropa bestätigen daher grundsätzlich die Feststellungen von Van Vliet-Lanoe (1990, S. 54-55).

*„In many sites, the formation of the Bt probably began at the end of the Upper Pleniglacial, but the main formation of the textural B horizon seems to*

Tab.1. Korrelierung und Synchronisierung der spätglazialen Dokumentierung (Varvensequenzen in Nord- und Zentraleuropa, deutsche Pinus Chronologie, Spurk et al. 1998, Friedrich et al. 1999, GRIP/INTIMATE, Björk et al. 1998)

Tab.1. Korelacja i synchronizacja późnoglacialnych zapisów (sekwencje warwowe w północnej i centralnej Europie, niemiecka chronologia sosny, Spurk et al. 1998, Friedrich et al. 1999, GRIP/INTIMATE, Björk et al. 1998)

Biozones NW Germany	Eifelmaar region Meerfelder Maar	Lower Saxony Hämelsee	Poland		Dendro- chronology	GRIP (INTIMATE)
			Lake Gościąg	Lake Perespilno		
HOLOCENE	11.590		11.480- 11.550		11.570	HOLOCENE
Younger Dryas	4	11.560				11.550
		III (no varves)				Greenland Stadial GS-1
	12.680		12.650	12.630		12.650
	3c 3 (200 a above LST)	IIc (200a above LST)				Greenland Interstadial GI-1a
	LST: 12.880	LST				12.900
Alleröd	3c 2 (Gorzensee)	IIb				GI-1b
	entire duration 670c	entire duration 625a				13.150
	3c 1	IIa				GI-1c1
	13.350					
Older Dryas	3b	Ic (no varves)				GI-1c2
	13.540					
Bölling	3a	Ib (ca. 200 varves)				GI-1c3
	13.670					13.900
Oldest Dryas	2	Ia (no varves)				GI-1d
	13.800					14.050
Meindorf	1	Mei (no varves)				GI-1e
	ca. 14.450					14.700
PLENIGLACIAL						Greenland Stadial GS-2

be related in north-western Europe to the Břlling interstadial, when the pedoclimate and the physico-chemical conditions were optimal to promote fine clay translocation. Hydromorphy traces and acidification took place mainly during the Allerød and the Preboreal. Fragipan mainly developed shortly before the Břlling during the last large permafrost extension in this region ... Argillic horizons can be considered as traces of a long operating boreal dimate in freshly decalcified material. It is an early phase of mechanical pedogenesis (Van Vliet-Lanoe, 1987)”

Bereits in einer Frühphase der nachfolgenden Warmzeit war im Regelfall die Lessivierung voll ausgebildet, denn

„the illuviation was able to develop when the sediment was not too acidic or when it was rejuvenated by erosion.”

Vor diesem Hintergrund ergibt sich die Frage nach dem vollwarmzeitlichen Anteil an der Bildung von Parabraunerden und Fahlerden, umso mehr als Van Vliet-Lanoe (1990, S.55) ausdrücklich betont:

„A similar sketch of evolution can be applied to the Eemian soil (Isotopic Substage: 5e)”

Offen bleibt vorerst, ob allen etwa durch Untersuchung der Molluskenfaunen als vollwarmzeitlich beurteilten Parabraunerden und Fahlerden in der mitteleuropäischen Lößstratigraphie nicht nur, wie die Molluskenfaunen ausweisen, die Bereitstellung von Lößsubstrat unter rauheren Klimabedingungen vorausging (Ložek 1964), sondern auch im Lößgebiet eine dauernde Bodengefrorenis. Aktualistische Bewertungen von Lößfaunen lassen immerhin Zweifel zu (Heinrich & Jäger 1978). Gegebenenfalls würde sich die Ansprache von begrabenen Bt-Horizonten in der Lößstratigraphie Mitteleuropas aber damit begründen lassen, dass Dauerfrostboden, so während der eigentlichen (Hoch-) Kaltzeit vorhanden, vor Durchsetzung vollwarmzeitlicher Verhältnisse immer zuerst eine Auftauphase mit den beschriebenen Konsequenzen durchlaufen haben müsste. Belegt wäre damit eigentlich nicht eine Warmzeit, sondern der Beginn einer Warmzeit.

### 3. Herleitung des Bildungsmilieus aus der Bodenformenvernetzung

Wie passt der zuvor hergeleitete stratigraphische Befund über Entstehungszeit und Bildungsmilieu der Fahlerde zu ihrer Stellung im Vernetzungsmuster der Bodenformen in der rezenten Bodendecke?

Wie das Vernetzungsmuster von anhydromorphen Geschiebelehm-Sand-Mosaiken in Fig. 1 zeigt, sind die zu Anfang in Fot. 1 vorgestellte Tieflehm-Fahlerde und die mit ihr verzahnte Lehm-Fahlerde, Sand-Bänderbraunerde und Sand-Braunerde die normalen Bodenformen des periglaziären Grundreliefs. In extraperiglaziär überformten Geländeteilen sind daraus bei Abtrag Lehm-Rumpffahlerde, Sand-Rumpfbänderbraunerde und Sand-Rumpfbraunerde entstanden sowie bei Auftrag Kolluvialerde über Formen des periglaziären Grundreliefs. Mit periglaziärem Grundrelief ist das aus dem Spätglazial her unverändert gebliebene Relief gemeint.

Die vier Bodenformen des periglaziären Grundreliefs sind in der Folge ihrer Perstruktionszonen und Horizonte wie folgt verzahnt:

Lehm-Fahlerde	Tieflehm-Fahlerde	Sand-Bänderbraunerde	Sand-Braunerde
δ ABv	δ AB <sub>v</sub>	δ ABv	δ ABv
Bv	Bv	Bv	Bv
[εEt] <sup>1</sup>	ε Et	ε (Bv) <sup>2</sup>	ε (Bv) <sup>2</sup>
ζ Bt	ζ Bt	ζ Bb	ζ C <sup>3</sup>
ηCa	ηCa	η [Ca] <sup>1</sup>	η [Ca] <sup>1</sup>
C	C	C	C

<sup>1</sup> nur teilweise vorhanden

<sup>2</sup> nur halb verbraunt

<sup>3</sup> teilweise mit dünnen Bändchen

Sie haben demnach alle vier das gleiche Perstruktionsprofil und ein Horizontprofil mit einander entsprechenden oder nur substratbedingt differenzierten Horizonten. Am auffallendsten ist der allen vier gemeinsame Bv-Horizont in der δ-Zone (periglaziären Deckzone). Auffallend ist auch die Parallelität der Horizonte in der ζ-Zone: vom kompakten Bt über den Bb- (Bänder) Horizont zu einem Horizont mit dünnen Bändchen. In der ε-Zone bilden Parallelen ein dünner bis fast fehlender Et-Horizont bei der Lehm-Fahlerde, ein voll ausgebildeter Et bis zu halb verbraunten Hori-

Reliefmosaiktyp		+40	wellige Mittelplatte		Kuppenrelief in mittl. Richtniveau																																				
Relieflinie mit relat. Höhe in m bezogen auf das mittl. Richtniveau		+20 0 -20																																							
relief- und boden- bedingte Mesoklima- abweichungen		Str Feu Fro	<table border="1"> <tr><td colspan="4">0</td></tr> <tr><td>0</td><td>+1</td><td>0</td><td>-1</td></tr> <tr><td>0</td><td>-1</td><td>0</td><td>+1</td></tr> </table>		0				0	+1	0	-1	0	-1	0	+1	<table border="1"> <tr><td>0</td><td>-2</td><td>+1</td><td>0</td><td>-2</td></tr> <tr><td>0</td><td>+1</td><td>+2</td><td>-1</td><td>-2</td><td>0</td><td>+1</td><td>+2</td><td>+3</td></tr> <tr><td>0</td><td>-1</td><td>-2</td><td>-1</td><td>0</td><td>+1</td><td>0</td><td>-2</td><td>+3</td></tr> </table>		0	-2	+1	0	-2	0	+1	+2	-1	-2	0	+1	+2	+3	0	-1	-2	-1	0	+1	0	-2	+3
0																																									
0	+1	0	-1																																						
0	-1	0	+1																																						
0	-2	+1	0	-2																																					
0	+1	+2	-1	-2	0	+1	+2	+3																																	
0	-1	-2	-1	0	+1	0	-2	+3																																	
Standortformen	im periglaziären Grundrelief		Stauwasserform <sup>3</sup> Grundwasserform <sup>3</sup>																																						
	Hauptbodenform	Grand-Sand-Staubsand-Kalkgrand-Kalksand-Kalkstaubs.-	rein sandig	-Braunerde		-Braunerde																																			
		Grand-Sand-Staubsand- ...lehmunterlagert	anlehmig	-Bänderbraunerde		-Bänderbraunerde																																			
		Tieflehm- (Kalk)Lehm.		-BB <sup>6</sup> BB <sup>5</sup> -BB oder -B <sup>6</sup>	-BB <sup>6</sup> BB <sup>5</sup> -BB oder -B <sup>6</sup> BB <sup>5</sup>	-Fahlerde SF -Fahlerde	-Fahlerde HS -Fahlerde MS																																		
im extraperiglaziär überformten Teilen		Stauwasserform <sup>3</sup> Grundwasserform <sup>3</sup>		5 7 6		4 7 6																																			
Hauptbodenform	Grand-Sand-Staubsand- Kalkgrand-Kalksand-Kalkstaubs.-	rein sandig	Klock-sand-Kolluvial-erde über Formen wie oben	-Rumpfrosterde	Rumpfrosterde	-Rumpfrosterde	osKE über Formen wie oben <sup>6</sup>																																		
	Grand-Sand-Staubsand- ...lehmunterlagert	anlehmig		Rumpfbänder-rosterde	RBRE	Klock-sand-Kolluvial-erde über Formen wie oben																																			
	Tieflehm- (Kalk)Lehm.		IRF <sup>6</sup>	IRF <sup>6</sup>	IRF <sup>6</sup>	Kalksand-Rendsina Rumpfbänder-rosterde IRF <sup>6</sup> kl Re <sup>6</sup>																																			

Fig.1. Vernetzungsmuster für Sand-Geschiebelehm Mosaik mit den wichtigsten Typen des periglaziären Grundreliefs

1- Zeichenerklärung

— periglaziäre Oberfläche

- - - extraperiglaziär Überformt

2- Str- Strahlung, Feu- Luftfeucht, Fro- Frostgefährdung (Erklärung der Stufen in Kopp, Jäger, Succow et al. 1982)

3- Erklärung der Stufen wie in 2



- 4- Durch Überformung hinzutretende Substrate (Z. B. Klock) erscheinen im Feldinnern  
 5- Bändersand-Braunerde über tiefem oder sehr tiefem Gleyhorizont

B	- Braunerde	osKE	- Klocksand-Kolluvialerde
BB	- Bänderbraunerde	RBRE	- Rumpfbänderrosterde
klRe	- Kalklehm-Rendsima	RRE	- Rumpfrosterde
ksRe	- Kalksand-Rendsima	SF	- Staugleyfahlerde
IRF	- Lehm-Rumpffahlerde	HS	- Humusstaugley
olKE	- Klocklehm-Kolluvialerde	MS	- Moorstaugley

- 7- Mit tiefem Gleypodsol

*Ryc.1. Wzór sprzężenia mozaik piasków i glin zwałowych z ważniejszymi typami podstawowego reliefu peryglacialnego*

1- *Objaśnienia*

— — — *powierzchnia peryglacialna*

- - - *przekształcenie ekstraperiglacialne*

2- *Str- promieniowanie, Feu- wilgotność powietrza, Fro- zagrożenia mrozowe (Objaśnienie odstopniowania w Kopp, Jäger, Succow et al., 1992)*

3- *Forma wody stagnującej, Forma wody gruntowej (Objaśnienia jak w 2)*

4- *Substraty powstające w wyniku przekształcenia (np. Klock) wewnątrz zasięgów rysunku*

5- *Gleby brunatne wstęgowe z piasków na głębokim i bardzo głębokim poziomie glejowym*

B	- Gleba brunatna	osKE	- Gleba koluwalna z ilastego piasku
BB	- Gleba brunatna wstęgowa	RBRE	- Gleba rdzawa wstęgowa ogłowiona
klRe	- Rędzina z węglanowej gliny	RRE	- Gleba rdzawa ogłowiona
ksRe	- Rędzina z węglanowego piasku	SF	- Gleba płowa stagnoglejowa
IRF	- Gleba płowa z gliny ogłowiona	HS	- Gleba próchniczna stagnoglejowa
olKE	- Gleba koluwalna z ilastej gliny	MS	- Gleba bagienna stagnoglejowa

- 7- *z głęboką glejbielicą*

zonten, die wir als Notbehelf als (Bv)-Horizont bezeichnet haben.

Alles spricht für ein gleiches Bildungsmilieu dieser vier Bodenformen, nämlich ein periglaziäres unter dem Einfluss des Permafrostes. Wir deuten diese Bodenformen seit Langem in ihren Hauptmerkmalen als Frostböden (Kopp 1970, 1973, Kopp und Jäger 1972). Nur der humose Oberboden hat sich, bei ruhender Bodenoberfläche, der Vegetationsentwicklung im temperaten Milieu des Postglazials angepasst. Zu diesem Ergebnis kommt seit Langem auch Alojzy Kowalkowski (1973, 1989, Kowalkowski und Borzyszkowski 1977).

Bei Bodenmosaikern im Übergang vom Moränen- zum Lössgebiet besetzt die Löss-Fahlerde die gleiche Position im Vernetzungsmuster wie die Lehm- und Tieflehm-Fahlerde aus Geschiebelehm. Sie lässt sich gleichsam an die Sequenz der vier Bodenformen zuvor zwanglos anreihen mit der Vertikalfolge nach Phot. 2: ABv und Bv, beide in δ, Et in ε, Bt in ζ und C oder Ca-C in η. Auch hier sei das Vorhandensein des Bv- Horizontes besonders betont; nur bei extraperiglaziärem Abtrag fehlt er.

Fig. 2 zeigt das entsprechende Vernetzungsmuster auf Löss. Im periglaziären Grundrelief besetzt die Löss-Fahlerde die Ausgleichs- und Abzugslagen des Reliefs, die Löss-Staugleyfahlerde die mäßig ausgeprägten Zuzugslagen sowie Grau- und Humusstaugley die stark ausgeprägten Zuzugslagen. In extraperiglaziär überformten Mosaikteilen finden sich in mäßig ausgeprägten Abzugslagen Löss-Rumpffahlerde und in stark ausgeprägten Kalklöss- (Para) Rendsina, in mäßig ausgeprägten Zuzugslagen Kolluvialerde über Staugleyfahlerde und in stark ausgeprägten über Grau- und Humusstaugley. Das Vernetzungsmuster entspricht jenem in Fig. 1 für Mosaikteile mit Lehm- und Tieflehm als Substrat. Vom Vernetzungsmuster her sind Entstehungszeit und Bildungsmilieu der Löss-Fahlerde ebenso zu deuten wie bei der Tieflehm- und Lehm-Fahlerde. Auch sie ist im Periglazial im periglaziären Permafrostmilieu entstanden. Der Vernetzungsbefund bekräftigt somit den stratigraphischen Befund im Abschnitt 2 zuvor.

Die Horizontfolge der Löss-Fahlerde (und -Parabraunerde) war bisher unklar. Bei den meisten Beschreibungen fehlt der Bv-Horizont über dem Et- (oder Al-) Horizont in der Horizontfolge. Dafür kommen zwei Gründe in Frage:

- Der Bv fehlt, weil er extraperiglaziär gekappt wurde. Die Bodenform ist dann nach eigener Klassifikation eine Rumpffahlerde (siehe Vernetzungsmuster in Fig. 2)
- Der Bv-Horizont wurde übersehen, weil er nicht ins Konzept lessivierter Böden passt und zudem durch die Ackerkrume verdeckt wird.

Andererseits gibt es ausreichend Befunde für ein Vorhandensein des Bv über Et, besonders unter Wald: Wachter (2004) mündl. an einer Fotoserie aus dem niedersächsischen Bergland, Schwanecke (2004) mündl. aus Beobachtungen der Standortserkundung im ostdeutschen Hügel- und Bergland, Altermann (1985), Haase (1978) Abschn. 4.3 Pa-

abraunerde-Fahlerde-Gebiet zwischen Weißer Elster und Mulde sowie Schmidt (2004) mündl.

Das Vorhandensein eines Bv-Horizontes über Et auch auf Lößsubstraten zwingt dazu, gleiches Entstehungsmilieu und -alter wie bei der Fahlerde auf Geschiebelehm anzunehmen. D.h. die Ausbildung der Fahlerde setzt Oberflächen voraus, die einem Dauerfrostaustau im periglaziären Milieu des vorangehenden Spätglazials ausgesetzt waren.

Für die Bodenklassifikation ergibt sich aus diesem Befund Anlass, die Definition der Fahlerde (und Parabraunerde) nach der Horizontfolge zu überprüfen. Bei der Norm-Fahlerde in der deutschen Bodenklassifikation (AG-Boden 1994) müsste die Definition nach Horizontfolge ABv- Bv- Et (=Al) -Bt lauten, statt wie bisher ohne Bv-Horizont. Gleiches gilt für die Norm-Parabraunerde. Das Horizontsymbol Al sollte durch Et ersetzt werden.

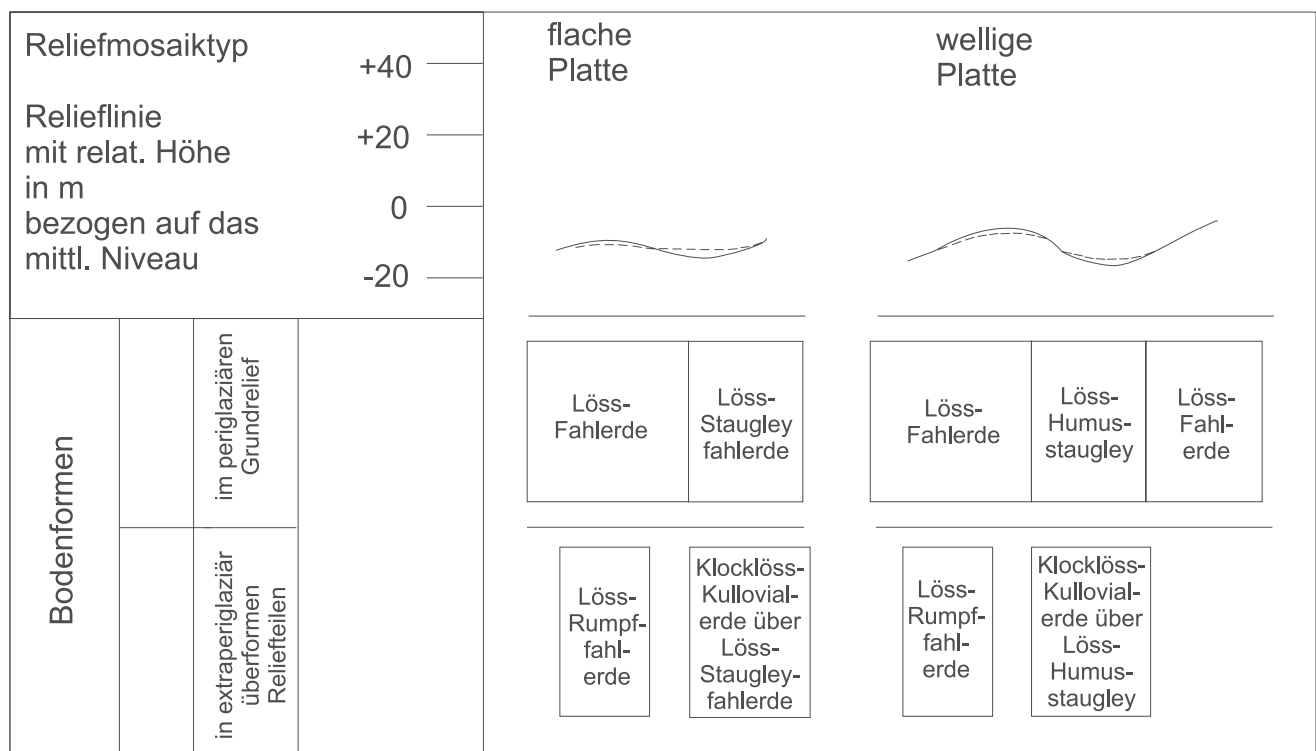


Fig.2. Vernetzungsmuster für Löss-Mosaik in flacher und in welliger Platte

1- Zeichenerklärung

— periglaziäre Oberfläche

- - - extraperiglaziär überformt

Ryc.2. Wzór sprzężenia mozaik lessowych na powierzchni płaskiej i falistej

1-Objaśnienia

— powierzchnia peryglacjalna

- - - przekształcenie ekstraperyglacjalne

#### 4. Literatur

- Altermann M., 1985:** *Standortkennzeichnung landwirtschaftlich genutzter Standorte des östlichen Harzes*. Habil. – Dissertation (B), Universität Rostock.
- Altermann M., Erbe Ch., Pretzschel M., 1977:** *Zur Kennzeichnung der quartären Deckschichten im Unterharz*. Petermanns Geographische Mitteilungen 121, (Gotha und Leipzig): 95-110.
- Altermann M., Jäger K.-D., Kopp D., Kowalkowski A., Kühn D., Schwanecke W.:** *Zur Diskussion über die periglaziäre Profildifferenzierung in der Pedosphäre*. Eiszeitalter und Gegenwart in Vorb.
- AG Boden:** *Bodenkundliche Kartieranleitung*. 4. Aufl. 1994.
- Bibus E., 1989:** *Physisch-geographische Anmerkungen zum Jakutischen Becken in Ostsibirien unter besonderer Berücksichtigung der Talentwicklung*. In: Tübinger Geographische Studien 102 (Tübingen): 389-408.
- Bibus E., 2002:** *Zum Quartär im mittleren Neckarraum – Reliefentwicklung, Löß/Paläobodensequenzen, Paläoklima*. Tübinger Geowissenschaftliche Arbeiten D 08, 235 S. Tübingen (Geographisches Institut der Universität).
- Bussemer S., Gärtner P., Thieke H. U., 2001:** *Jungquartäre Reliefentwicklung auf der Hochfläche des Barnim (NE – Brandenburg)* In: S. Bussemer (Hrsg.), *Das Erbe der Eiszeit – Festschrift zum 70. Geburtstag von Joachim Marcinek, Langenweißbach* Beier & Beran: 135-148
- Cailleux A., Lagarec D., 1977:** *Aspekte des Periglazials in Kanada*. In: A. Cailleux, J. Büdel, R. Galon und L. Aario (Hrsg.), *Über Klimawirkungen in der Subarktis*. Nova Acta Leopoldina, Bd. 47, Nr. 227 (Halle/Saale Leopoldina): 9-49.
- Czudek T., Demek J., 1973:** *Die Reliefentwicklung während der uerfrostbodendegeneration*. Rozprawy Československé Akademie Věd, Řada matematických a přírodních věd. 83/2, (Praha Academia): 82.
- Dorzhotov D. Kowalkowski A., 1981:** *Fundamental regularities in the geographical zonality of soils in Mongolia*. In: *Quaestiones geographicae* 7: 21-34
- Douglas L. A., Tedrow J. C. F., 1960:** *Tundra soils of arctic Alaska*. In: *Verhandlungen Internationaler Kongress für Bodenkunde, Madison (Wisconsin/USA)*, vol. IV: 291-304.
- Ehwald E., 1980:** *O genezise burozemov i blizkich k nim burych lesnyh i taježnyh počv*. *Počvovedenie* 4/1980 (Moskva): 48-58 .
- French H. M., 1996:** *The Periglacial Environment*. 2<sup>nd</sup> edition.
- Haase G., 1978:** *Leitlinien der bodengeographischen Gliederung Sachsens*. *Beitr. zur Geogr.* 29: 7-79
- Haase G., Lieberoth I., Ruske R., 1970:** *Sedimente und Paläoböden im Lößgebiet*. In: H. Richter, G. Haase, I. Lieberoth & R. Ruske (Hrsg.), *Periglazial - Löß - Paläolithikum im Jungpleistozän der Deutschen Demokratischen Republik*. Petermanns Geographische Mitteilungen, Sonderheft 274, (Gotha: VEB Hermann Haack): 99-212.
- Hartwich R., Jäger K.-D., Kopp D., 1975:** *Bodenkundliche Untersuchungen zur Datierung des fossilen Tierbautensystems von Pisede bei Malchin*. *Wissenschaftliche Zeitschrift der Humboldt-Universität zu Berlin, Mathematisch-Naturwissenschaftliche Reihe* 24 (5), (Berlin: Humboldt-Universität): 623-639.
- Heinrich W.-D., Jäger K.-D., 1978:** *Zusammenfassende stratigraphische und palökologische Interpretation des Fossilvorkommens in der untersuchten jungpleistozänen Deckschichtenfolge über dem interglazialen Travertin von Burgtonna in Thüringen*. *Quartärpaläontologie* 3, Berlin: 269-285.
- Hrutfjord B. F., Ugolini F. C., 1984:** *Mobility of lichen compounds from Cladonia mitis in arctic soils*. *Soil Science* 138 (1): 48-56.
- Jäger K.-D., 1972:** *Eisrandlagen, Schmelzwasserbahnen und Periglazialerscheinungen in der Jungmoränenlandschaft zwischen Warta-Urstromtal und Ostseeküste – Bericht über eine gemeinsame Exkursion von Quartärforschern der VR Polen und der DDR im Juni 1971*. *Wissenschaftliche Zeitschrift der Ernst-Moritz-Arndt-Universität Greifswald, Mathematisch Naturwissenschaftliche Reihe* 21(1), (Greifswald: Ernst-Moritz-Arndt-Universität): 109-116.
- Jäger K.-D., Kopp D., 1969:** *Zur archäologischen Aussage von Profilaufschlüssen norddeutscher Sandböden*. *Ausgrabungen und Funde* 14 (3), Berlin: 111-121.
- Janke W., Jäger K.-D., Heinrich W.-D., 1975:** *Geologische und geomorphologische Untersuchungen zur Datierung der quartärpaläontologischen Fundstätte Pisede bei Malchin*. *Wissenschaftliche Zeitschrift der Humboldt-Universität zu Berlin, Mathematisch-Naturwissenschaftliche Reihe* 24 (5) S. 593-616 (Berlin: Humboldt-Universität).
- Kliewe, H., 1969:** *Zur Pleistozän / Holozän – Grenze im südlichen peribaltischen Raum*. In: *Geologie en Mijnoúw* 48 (4), Rotterdam: 401-408.
- Kopp D., 1969:** *Ergebnisse der forstlichen Standortserkundung in der Deutschen Demokratischen Republik I: Die Waldstandorte des Tieflandes (Lf. 1: S.1-141, m. Beil.; Potsdam: VEB Forstprojektierung).*

- Kopp D., 1970:** *Periglaziäre Umlagerungs- (Perstruktions-) zonen im nordostdeutschen Tiefland und ihre bodengenetische Bedeutung.* Tag. ber. Dt. Akad. Landwirtsch. Nr. 102: 55-81.
- Kopp D., 1973:** *Zum Bildungsmilieu der wichtigsten anhydromorphen Böden im nordmitteleuropäischem Tiefland.* Polskie Towarzystwo Gleboznawcze V. Kom Nr. 25: 51-70.
- Kopp D., Jäger K.-D., 1972:** *Das Perstruktions- und Horizontprofil als Trennmerkmal periglaziärer und extraperiglaziärer Oberflächen im Nordmitteleuropäischen Tiefland.* Wiss. Z. Universität Greifswald Mathematisch-Naturwissenschaftliche Reihe 21 (2): 77-84.
- Kopp D., Jäger K.-D., Succow M. u. a., 1982:** *Naturräumliche Grundlagen der Landnutzung.* Akademie Verlag Berlin.
- Kowalkowski A., 1988:** *Wiek i geneza gleb. (Alter und Genese der Böden).* Przemiany środowiska geograficznego Polski, Wrocław: 45-85.
- Kowalkowski A., 1973:** *Geneza i Podstawy klasyfikacji gleb wytworzonych z utworów peryglacialnych. (Genese und Grundlagen der Klassifikation von Böden aus periglaziären Formationen.)* Polskie Towarzystwo Gleboznawcze, Warszawa: 93-126.
- Kowalkowski A., 1989:** *Genese der Braunerden und Schwarzerden nach Untersuchungen in der Mongolischen VR und in der VR Polen.* Petermanns Geogr. Mitt. 133: 7 - 22.
- Kowalkowski A., Borzyszkowski J., 1977:** *The role of periglacial and extra periglacial perstruktions in formation of the soil profile in Central Europe.* Folia Quaternaria, Kraków 49: 37-45.
- Kowalkowski A., Kopp D., Jäger K.-D., 1992:** *Co-ordination of the classification of soils in the lowland areas of Poland and the former German Democratic Republic.* Questiones Geographicae, special issue 3, Poznań: 115-123.
- Kowalkowski A., Mycielska-Dowgiałło E., 1980:** *Soil forming processes in the tundra and arid steppe of the Khangai mountains on the basis of quartz grain analysis with an electron microscope.* Polish Journal of Soil Science 13 (1), 16 figs., 1980: 59-63.
- Kukla J., Ložek V., 1961:** *Loesses and related deposits. Czwartorzęd Europy Środkowej i Wschodniej (Prace Instytutu Geologicznego 34),* Warszawa: Wydawnictwa Geologiczne: 11-28.
- Lange E., Jeschke L., Knapp H. D., 1986:** *Ralswiek und Rügen – Landschaftsentwicklung und Siedlungsgeschichte der Ostseeinsel.* Schriften zur Ur- und Frühgeschichte 38, 2 Bde. Berlin: Akademie-Verlag.
- Lieberoth I., 1963:** *Lößsedimentation und Bodenbildung während des Pleistozäns in Sachsen.* Geologie 12 (2), Berlin: 149-187
- Lieberoth I., Ehwald E., Kopp D., Gondok H., Jäger K.-D., Gramsch B., 1970:** *Exkursion III am 14.10.1967 in die Umgebung von Berlin.* In: Beiträge zur Bodensystematik unter besonderer Berücksichtigung reliktscher und rezenter Merkmale (Tagungsberichte der Deutschen Akademie der Landwirtschaften, 102), Berlin: 301-322
- Litt Th. et al., 2001:** *Correlation and synchronization of Lateglacial continental sequences in northern Central Europe based on annually laminated Lacustrine sediments.* In: Quaternary Science Reviews 20, Kidlington, Elsevier: 1233-1249
- Ložek V., 1964:** *Quartärmolluskender Tschechoslowakei.* Rozprawy Ústředního ústavu geologického 31, 374 s. m. 32 Taf. (Praha: Tschechoslowakische Akademie der Wissenschaften)
- Marcinek J., 1978:** *Das Wasser des Festlandes – Eine Einführung...* (Gotha: VEB Hermann Haack): 198 s.
- Marcinek J., Nitz B., 1973:** *Das Tiefland der Deutschen Demokratischen Republik – Leitlinien seiner Oberflächengestaltung.* (Gotha: VEB Hermann Haack): 288 S.
- Nogina N. A., Ufimceva K. A., 1964:** *Svojeobrazie počv oblasti širokogo razprostraneniya „večnoj“ merzloty i voprosy ich klassifikacii (Na primere izučeniya počv Zabajkal'ja).* Trudy Konferencii počvovedov Sibiri i Dal'nego Vostoka, Novosibirsk
- Poltev N. F., 1981:** *Processy, protekajuščie zamerzajuščich merzlych i ottaivajuščich porodach.* In: V.A. Kudrjavcev (Hrsg.), Merzlotovedenie (Kap. VI), (Moskva: Izdatel'stvo Moskovskogo universiteta): 55-56
- Poltev N. F., 1981:** *Strojenie i svojstva merzlych dispersnych porod.* In: V.A. Kudrjavcev (Hrsg.), Merzlotovedenie (Kap. VI), (Moskva: Izdatel'stvo Moskovskogo universiteta): 68-81
- Schlaak N., 1993:** *Studie zur Landschaftsgenese im Raum Nordbarnim und Eberswalder Urstromtal.* Berliner Geographische Arbeiten, 78, 15 Taf. (Berlin: Humboldt- Universität) 145 S.
- Schlaak N., 1998:** *Toruń-Eberswalde Ice Marginal Valley.* In: K.-D. Jäger, A. Kowalkowski, B. Nowaczyk & W. Schirmer (Hrsg.) Dunes and Fossil Soils of Vistulian and Holocene Age Between Elbe and Wisła-Luckenwalde-Poznań-Belchatów, Guide-Book of Excursion, (Poznań, Adam Mickiewicz University, Quaternary Research Institute): 27-32
- Semmel A., 1967:** *Neue Fundstellen von vulkanischem Material in hessischen Lössen.* Notizblätter für Bodenforschung 95, Wiesbaden: 239-241



- Semmel A., 1983:** *Grundzüge der Bodengeographie*. 2. Aufl., Stuttgart: 123 S.
- Succow M., 1983:** *Moorbildungstypen des südbaltischen Raumes*. In: H. Kliewe, R. Galon, K.-D. Jäger und W. Niewiarowski (Hrsg.) *Das Junquartär und seine Nutzung im Küsten- und Binnentiefland der DDR und der VR Polen*. Petermanns Geogr. Mitt., Erg.-Bd. 282, (Gotha: VEB Hermann Haack): 86-107
- Targuljan V. O., 1971:** *Počvoobrazovanie i vyvetrovanie v chłodnych gumidnych oblastjach*. Moskva: Izdatel'stvo „Nauka”: 268 S.
- Usinger H., 1975:** *Pollenanalytische und stratigraphische Untersuchungen an zwei Spätglazial-Vorkommen in Schleswig-Holstein*. Mitteilungen der Arbeitsgemeinschaft Geobotanik in Schleswig-Holstein und Hamburg 25, Kiel: 183 S. u. Beil.
- Van Vliet-Lanoe B., 1987:** *La rôle de la glace de ségrégation dans les formations superficielles de L'Europe L'Quest*. Processus de héritage. Thèse de Doctorat État, Université du Paris I. (Caen ; publ. Editec): 854 S.
- Van Vliet-Lanoe B., 1990:** *The genesis and age of the argillic horizon in Weichselian Loess of Northwestern Europe*. In: *Quaternary International* 5, Kidlington: 49-56
- Woo M., Xia Zh., 1995:** *Superpermafrost groundwater seepage in gravelly terrain, Resolute, NWT, Canada*. *Permafrost and Periglacial Processes* 6: 57-72
- Zöller L. Semmel A., 2001:** *175 years of loess research in Germany – long records and “unconformities”*. *Earth Science Reviews* 54: 19-28

## O CZASIE POWSTANIA I ŚRODOWISKU KSZTAŁTOWANIA GLEB PRZEMYTYCH (LESSIVE) W ŚRODKOWEJ EUROPIE

### *Streszczenie*

W środkowoeuropejskiej stratygrafii lessów poziomy Bt w glebach płowych, względnie parabrunatnych, są wskaźnikami interglacjałów. W glinach zwałowych lub marglistych ostatniego zlodowacenia poziom Bt oznacza rozpowszechnione gleby płowe z glin i głębokich glin, dla których powstania należy przyjąć środowisko peryglacjalne ze zmarzliną. Ponieważ we wzorcach sprzężeń pokrywy glebowej podobne pozycje zajmują gleby płowe w regionach lessowych centralnoeuropejs-

kiej strefy średniogórzy, podobnie jak na glacialnie ukształtowanym Niziu Środkowej Europy, porównywalność środowiska i czasoprzestrzeni powstania gleb płowych w Środkowej Europie jest możliwa.

Decydującym warunkiem powstania poziomów Bt jest faza szczególnie intensywnego zwilgocenia lub nasycenia wodą w zasięgu tej dawnej powierzchni ziemi, która została objęta w okresie późnego glacjału, do następującego okresu ciepłego, tajaniem zmarzliny. Dla stratygrafii lessu oznacza to, że żaden poziom Bt nie jest wskaźnikiem interglacjału (a nawet maksimum zlodowacenia), a powstał na przejściu od poprzedzającego okresu zimnego do interglacjalnego. Powstawanie gleb płowych, względnie gleb parabrunatnych na współczesnych powierzchniach miało przeważnie miejsce w czasoprzestrzeni interglacjału Bölling/Meiendorf. Sekwencje poziomów wielu, o ile nie większości gleb płowych z glin zwałowych, podobnie jak z lessów w Europie środkowej nie odpowiadają danym Geologicznych Urzędów Landowych w Niemczech Ah-Ael-Bt-C, poprawnie musiałyby mieć układ ABv-Bv-Et-Bt-C.

