

Brandenburgische Geowiss. Beitr.	Kleinmachnow	10 (2003), 1/2	S. 91-100	2 Abb., 2 Tab., 2 Taf.
----------------------------------	--------------	----------------	-----------	------------------------

Mikromorphologische Befunde zur Lessivégenese im mittleren Jungmoränengebiet in Brandenburg südlich von Berlin

Micromorphological results on the formation of Albeluvisols in a young moraine area of Brandenburg south of Berlin

PETER KÜHN & ALBRECHT BAURIEGEL

1. Einführung

Im Jungmoränengebiet Brandenburgs kommen auf flachwelligen bis ebenen Grundmoränenflächen als Leitböden Fahlerde-Braunerden vor. In der Regel beginnt unter einem 1-2 dm mächtigen Ael-Horizont in 6-8 dm Tiefe ein Tonanreicherungshorizont. Eine vereinfachte Horizontabfolge dieser Leitböden ist Ah/Bv/II Ael/Ael+Bt/Bt/ICv. Während diag-

moränengebieten Deutschlands zeigen, dass sich ein Großteil der Lessivés nach einer entscheidenden spätglazialen Vorprägung im Holozän weiterentwickelte (KÜHN 2003, KÜHN et al. 2002, KÜHN & KÖSEL 2000, KÜHN i. Dr. b). Zur Überprüfung dieser Befunde wurden aus dem Jungmoränengebiet im mittleren Brandenburg zwei Leitprofile für systematische mikromorphogenetische Untersuchungen ausgewählt.

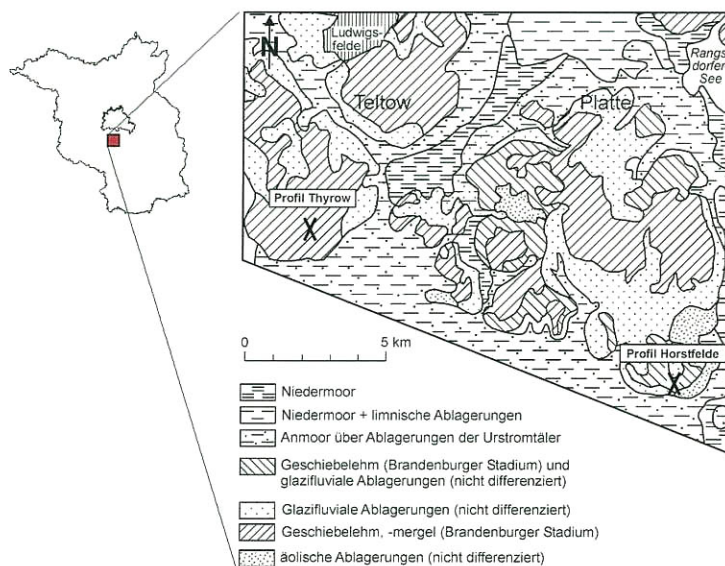


Abb. 1
Geologie des Untersuchungsgebiets im mittleren Brandenburg südlich von Ludwigsfelde mit Lage der Profile (vereinfacht aus GÜK 200, Blatt CC 3942, HERMSDORF et al. 1998)

Fig. 1
Map showing geology of the study area and location of the soil profiles (simplified from GÜK 200, sheet CC 3942, HERMSDORF et al. 1998).

nostische Horizonte der Braunerde zumeist in dem (Geschiebe-)Decksand ausgebildet sind, liegen die Horizonte der Lessivés in den periglaziär beeinflussten, liegenden Lehmen aus Geschiebelehm oder Geschiebemergel (BAURIEGEL et al. 2001). Seit Jahrzehnten wird die Genese dieser Böden kontrovers diskutiert, ohne dass eine einheitliche Vorstellung dazu entstanden ist. Neue pedogenetische Befunde aus den Jung-

1.1 Geologisch-bodenkundliche Einordnung

Das Untersuchungsgebiet befindet sich auf der Teltow Hochfläche. Sie ist Teil der mittelbrandenburgischen Platten und Niederungen der Brandenburger und Frankfurter Staffel. Die Teltow-Hochfläche gehört zum älteren Jungmoränengebiet und wird durch das Baruther Urstromtal im Süden, das Berliner Urstromtal im Norden sowie das Nuthetal im Westen und das Dahmetal im Osten begrenzt (Abb. 1).

Auf den meist ackerbaulich genutzten Moränenstandorten der Teltower Platte dominieren Fahlerde-Braunerden und Braunerden aus Sand über Lehm oder Lehmsand. Durch weichselzeitliche Schmelzwassererosion und periglaziäre Verlagerungsprozesse wurde die ursprüngliche Geschiebemergelaufagerung vielfach inselartig aufgelöst (HERMSDORF 1995) und die liegenden Sande der weichselzeitlichen Vorschüttphase freigelegt. Auf diesen meist forstwirtschaftlich genutzten Standorten überwiegen podsolige Braunerden und Podsol-Braunerden aus Sand (Decksand) über Schmelzwassersand, in die oft Flugsandüberdeckungen (podsolige Regosole und Podsol-Regosole aus Flugsand) eingeschaltet sind. Die Hochflächen werden von jungpleistozänen Talsanden

und holozänen Flusssanden zerschnitten. In diesen Arealen überwiegen grundwasserbeeinflusste Böden wie Niedermoor, Gleye, Anmoor- und Humusgleye (BAURIEGEL et al. 1997). Zur mikromorphologischen Untersuchung erfolgte die Auswahl zweier Leitprofile i. S. der Bodenkundlichen Kartieranleitung (AG BODEN 1994). Die Profile liegen am südlichen Rand der Teltow-Hochfläche in der Kiesgrube bei Horstfel-

de (2420184) sowie in Thyrow (2420213) auf dem Versuchsgut der Landwirtschaftlichen Fakultät der Humboldt Universität zu Berlin.

Die untersuchten Bodenformen, Fahlerde-Braunerde bzw. Braunerde-Fahlerde aus Sand (Decksand) über Lehm (Geschiebelehm) besitzen eine für die Moränenstandorte des Teltows typische Horizont- bzw. Substratabfolge. Die Standorte zeigen in ihrem Substrataufbau einen deutlichen kryptobaten und solifluidalen Einfluss. Sie zeichnen sich durch eine relativ mächtige (6 dm) sandige bis lehmsandige, verbaute Deckschicht (Hauptlage) und ausgeprägte Ael+Bt Verzahnungshorizonte aus.

Die morphologische Ausprägung beider Profile ist in allen glazigenen Faziesbereichen im Jungmoränengebiet Brandenburgs anzutreffen (BUSSEMER 1994, 1998, 2002) und stimmt mit den bearbeiteten Profilen aus Mecklenburg-Vorpommern und Schleswig-Holstein weitgehend überein (KÜHN 2003).

1.2 Methoden

Mikromorphologie: Die ungestörten, orientiert entnommenen Proben wurden nach Lufttrocknung in Kunstharz eingebettet (Methode nach ALTEMÜLLER 1974, ALTEMÜLLER & BECKMANN 1991): Mischungsverhältnis: 1000 ml Palatal P80-21, 0,5% Silane, 1,4 ml Cyclohexanonperoxid, 0,7 ml Co-Beschleuniger. Nach kaltem Aushärten (etwa 2 Monate) wurden die Proben noch 2-5 Tage bei 40°C im Trockenschrank nachgehärtet. Danach erfolgte die Herstellung der Dünnschliffe durch das Labor T. BECKMANN (Schwülper). In der Beschreibung der Dünnschliffe am Polarisationsmikroskop wurde überwiegend BULLOCK et al. (1985) und STOOPS (2003) gefolgt.

Mikromorphologische Terminologie: Um den nicht mit der mikromorphologischen Terminologie vertrauten Leserinnen und Lesern den Zugang in diesen Mikrokosmos zu erleichtern, werden bei den nachfolgenden mikromorphologischen Beschreibungen englische Termini weitgehend gemeinsam mit deutschen Übersetzungen verwendet. Dies Vorgehen ist notwendig, um Zwei- oder Mehrdeutigkeiten zu vermeiden, da es derzeit keinen verbindlichen Gebrauch deutschsprachiger mikromorphologischer Fachbegriffe gibt. Die englischen Fachtermini sind bei STOOPS (2003) erklärt. In den mikromorphologischen Analysetabellen (Tab. 2) wird auf die deutsche Bezeichnung verzichtet. Mit b-fabric (b=Doppelbrechung) werden Farbverteilungsmuster überwiegend der Tonminerale (im Weiteren kurz „Ton“) bezeichnet. Obwohl inhaltlich nicht korrekt (FITZPATRICK 1989), hat sich dieser Fachbegriff in der Mikromorphologie durchgesetzt. Weiterhin wird die Übersetzung des im Angloamerikanischen gebräuchlichen neutralen Wortes „dusty“ (staubig) als adjektivische Kennzeichnung für Toncutane (clay coatings) und Porenverfüllungen (infillings) verwendet, die mit opaken Körnchen durchsetzt sind.

Bodenphysikalische und bodenchemische Methoden: Die Ermittlung der Korngrößenverteilung erfolgte über das Sieb- und Pipettverfahren nach Köhn (DIN 19683 Teil 1 und Teil 2). Die pH-Wert-Bestimmung erfolgte in einer 0,01M/l Calcium-

chloridlösung nach DIN 19684 (Teil 1). Der Carbonatgehalt (CaCO_3) wurde nach Scheibler-Klosa (DIN 19684, Teil 5) bestimmt.

2. Standorte

2.1 Fahlerde-Braunerde von Horstfelde (Profil 2420184)

Feldbodenkundliche Merkmale

In der Kiesgrube Horstfelde sind im Liegenden des lückenhaft vorkommenden, sandig ausgeprägten meltout tills mächtige Sande aufgeschlossen, die als weichselkaltzeitliche Vorschüttssande interpretiert werden (HERMSDORF 1995). Durch einen erhöhten Anteil an paläozoischen Schiefen wird ein weichseleiszeitliches Alter des Tills angedeutet (JUSCHUS 2000).

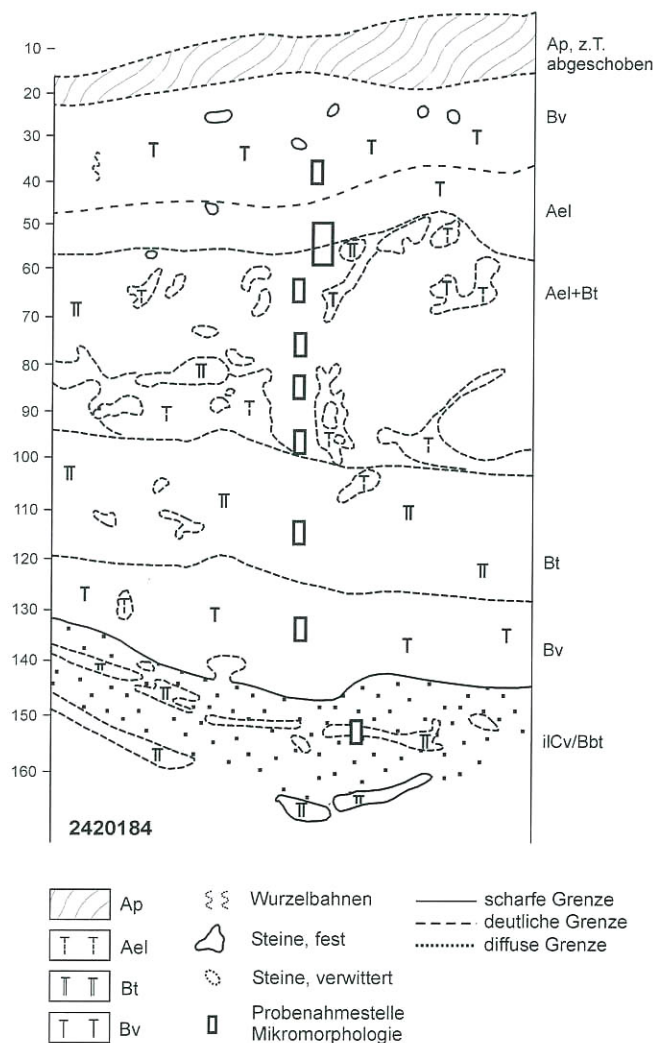


Abb. 2

Profilskizze Horstfelde

Fig. 2

The schematic profile of Horstfelde.

Im Decksand über Geschiebelehm über tiefen Vorschüttssanden hat sich eine Braunerde-Fahlerde entwickelt, die sich an der Nordwand der Kiesgrube über mehrere Dekameter verfolgen lässt (Abb. 2). Der obere Abschnitt des Bt-Horizonts

zeigt teilweise eine zerrissene Obergrenze und ist offensichtlich periglaziär beeinflusst. Vereinzelt setzen Sandkeile mit ihren Schulterbereichen an der Obergrenze des Bt-Horizonts ein und reichen bis an dessen untere Grenze. Sie sind eindrucksvoll ausgeprägt, zeigen aber keine makroskopisch erkennbare periglaziäre Beeinflussung in Form von Auf- oder Abbiegungen des umgebenden Sediments.

Unter dem Bt-Horizont sind glazifluviale Sande mit deutlicher Bänderung aufgeschlossen, die makromorphologisch zunächst als Bbt- bzw. ilCv-Horizont angesprochen wurden. Inwieweit diese Bänder auf Lessivierung zurückgeführt werden können oder sedimentär bedingt sind, soll ebenfalls durch Dünnschliffanalysen beurteilt werden.

Mikromorphologische Charakteristika

Im Bv-Horizont sind Mineralkörner überwiegend von einem Saum (meist $<10\ \mu\text{m}$) aus nicht orientierter Feinsubstanz umgeben. Zwischen den Körnern kommen häufig undeutliche Aggregate aus Feinsubstanz vor, die meist fließend in den die Mineralkörner umgebenden Feinsubstanzsaum übergehen (Tafel 1, Bild 1). Durch orientierten Ton verursachte b-fabrics kommen sporadisch als granostriated und striated b-fabric vor. Kennzeichnend für den Bv-Horizont ist jedoch das undifferentiated b-fabric (Tabelle 1), das typisch für Ton ohne Orientierungsmerkmale ist. Der Bv-Horizont ist sehr hohlraumreich und stark durchwurzelt.

Im Ael+Bt-Horizont und in den oberen Zentimetern des Bt-Horizonts kommen zahlreiche Bt-Schmitzen mit Toncutanbruchstücken vor (Tafel 1, Bild 2). Die Ausprägung der Bt-Schmitzen ist nicht so deutlich wie in den Profilen Mecklenburg-Vorpommerns und Schleswig-Holsteins (KÜHN et al. 2002). In tonarmen Bereichen des Ael+Bt-Horizonts ist die Durchwurzlung besonders intensiv. In Ael-Abschnitten kommen auf Grobsand oder Skelett-Körnern aus Schluff und Ton bestehende Feinsubstanzkappen vor (Tafel 1, Bild 3), in denen auch schwach ausgebildete, sehr staubige Toncutane vorkommen können (Tafel 1, Bild 3 und 4).

Im Bt-Horizont sind anhand von ungestörten sehr staubigen, staubigen und reinen Toncutanen drei Tonverlagerungsphasen festzustellen (Tafel 1, Bild 5). Es kommen vorwiegend braune staubige und gelbbraune reine Toncutane vor, wobei letztere meist reorientiert, die staubigen Toncutane in der Regel sehr gut orientiert sind. Reorientierungsmerkmale in Toncutanen sind anhand einer undulösen Auslöschung bei gekreuzten Polarisatoren zu erkennen. Sehr gut orientierte Toncutane zeigen dagegen Auslöschungsbänder, die senkrecht zur c-Achse der Tonminerale orientiert sind (vgl. FITZPATRICK 1993: 170 ff). Reine gelbbraune Toncutanbruchstücke (limpid fragments), die ausschließlich oberhalb von 70 cm auch in Bt-Schmitzen vorkommen (Tafel 1, Bild 2), sind möglicherweise Merkmale einer ältesten (vierten) Tonverlagerungsphase, ebenso wie reine Toncutane mit Reorientierungseigenschaften. Im unteren Abschnitt des Bt-Horizonts,

vereinzelt auch im oberen Bt-Bereich, sind reorientierte Silt-Ton-Verfüllungen (silt-clay-infillings) mit Fe-Hydroxid-Anflügen und -Ausblühungen typisch, die wiederum von staubigen, mikrolaminieren, gelbbraunen Toncutanen überlagert sind (Tafel 1, Bild 6 und 7).

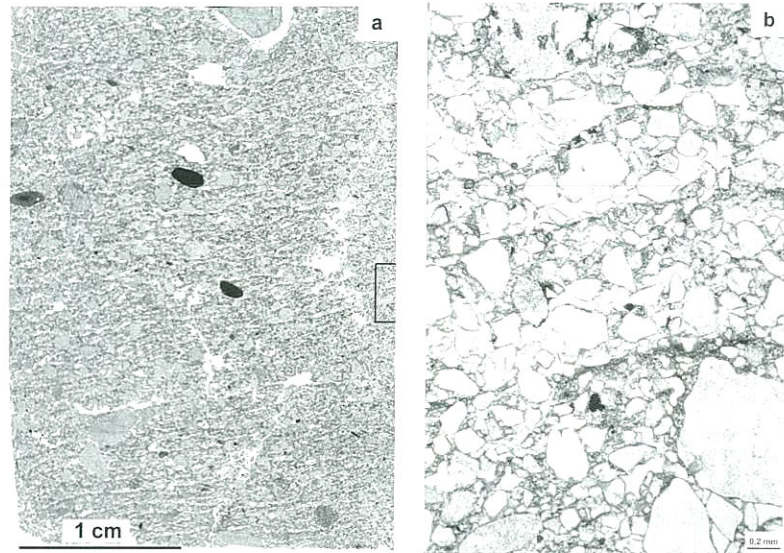


Abb. 3

Schliff aus 76 cm Tiefe der Fahlerde-Braunerde von Horstfelde: linsenförmig plattiges Mikrogefüge. Das Rechteck kennzeichnet einen Teil der Fläche von Mikrofoto b, parallele Polarisatoren,

b) deutliche Feinsubstanzanreicherung auf der Oberfläche der Mikroplatten, parallele Polarisatoren

Fig. 3

Thin section (76 cm depth) of the Arenic Albeluvisol from Horstfelde: lenticular platy microstructure. The rectangle indicates the location of microphotograph b) distinct enrichment of fine substance at the upper side of each microplate, a) and b) with plane polarizers.

Ab etwa 76 cm Tiefe ist im Bt-Horizont bänderförmiges (banded structure) und plattig-linsenförmiges (lenticular platy structure) Gefüge vorhanden (Abb. 3 a und b), das in unterschiedlich deutlicher Ausprägung bis in eine Tiefe von etwa 140 cm zu verfolgen ist.

Vereinzelt ist zwischen den Platten eine von oben nach unten abnehmende Korngröße festzustellen (reverse grading nach VAN VLIET-LANOË 1985). Im Gegensatz zu den Befunden der Parabraunerde-Braunerde (Profil Bar 100, KÜHN 2003: 33 ff) aus Mecklenburg-Vorpommern kommen innerhalb der Platten keine Toncutanbruchstücke vor, die auf Tonverlagerung vor Entstehung des linsenförmigen Gefüges in dieser Tiefe hinweisen. Die Hohlräume sind dagegen mit ungestörten Toncutanen ausgekleidet.

Eine Probe aus einem Tonband in 150 cm Tiefe zeigt konkave 10-30 μm dicke, sehr gut orientierte und schwach pleochroitische Toncutanbrücken zwischen den einzelnen Körnern (concave bridged grain microstructure), die ein Ergebnis der Tonverlagerung sind (Tab. 2).

2.2 Fahlerde-Braunerde von Thyrow (Profil 2420213)

Feldbodenkundliche Merkmale

Auf dem Gelände der pflanzenbaulichen Versuchsstation in Thyrow befindet sich das ständig zugängliche Profil 2420213

einer Fahlerde-Braunerde aus Decksand über Lehm über sehr tiefem Geschiebemergel (Abb. 4, KÜHN 2000). Im Vergleich zu dem Profil in der Kiesgrube Horstfelde kennzeichnen Bt-Schmitzen und zungenartige Ausstülpungen des Ael-Horizonts den Ael+Bt-Horizont. Aufgrund von Nutzungsänderungen ist ein zweigeteilter reliktscher Ap-Horizont ausgebildet. Das Profil liegt jetzt in einem durch Grünlandwirtschaft genutzten Teil des Versuchsguts.

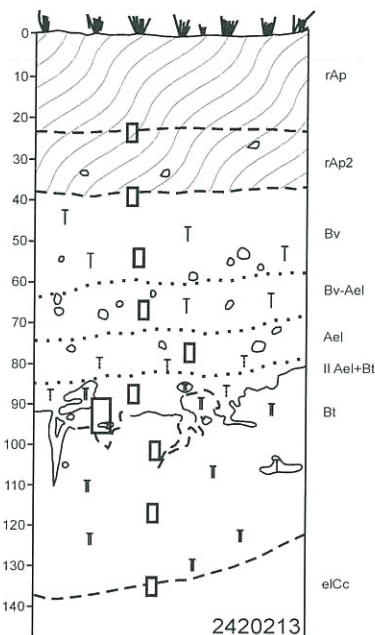


Abb. 4
Profilskizze Thyrow
Fig. 4
The schematic profile of Thyrow.

Mikromorphologische Charakteristika

Wie im Profil Horstfelde ist für den Bv-Horizont ein Gefüge typisch, bei dem vorwiegend kleine Aggregate in Kornzwischenräumen liegen. Die Körner selbst sind meist von nicht orientierter Feinsubstanz umgeben. Zahlreiche Wurzel- und Pflanzenreste sind Kennzeichen einer starken bioturbaten Homogenisierung dieses Bv-Horizonts, die bei den anderen untersuchten Bv-Horizonten ebenfalls festgestellt werden konnte (Tab. 2, Tafel 2, Bild 1).

Im Bv-Ael-Horizont kommen zahlreiche Körner vor, die an ihrer Oberseite frei von Feinsubstanz sind. Vereinzelt treten Silt-Ton-Kappen in Form von grauer Feinsubstanz auf mS/gS-Körner auf. Ton- bzw. Feinsubstanzverlagerung ist anhand von sehr staubigen Cutanen festzustellen (Tafel 2, Bild 2).

Im Ael- und Ael+Bt-Horizont kommen Bt-Schmitzen vor, auf denen teilweise Kappen sitzen, die aus Siltkörnern und submikroskopischer grauer Feinsubstanz bestehen. Diese Feinsubstanzkappen kommen auch auf Gesteinsfragmenten vor (Tafel 2, Bild 3). Die Bt-Schmitzen selbst sind durchsetzt von gelbbraunen meist reinen Toncutanbruchstücken (Tab. 2). Toncutane reiner und staubiger Ausprägung sowie sehr staubige Toncutane kommen vor allem im Ael+Bt-Horizont vor. Im Bt-Horizont sind neben den durch drei verschiedene Tonverlagerungsphasen entstandenen rein gelbbraunen, staubig braunen und sehr staubig graubraunen Toncutanen auch Silt-Toncutane vertreten, deren Ton in der Regel reorientiert ist (Tafel 2, Bild 4 und 5). Silt-Ton-Verfüllungen sind durch

starke Reorientierungsmerkmale gekennzeichnet, wodurch möglicherweise inkorporierte Toncutanbruchstücke nur schwer von der restlichen Tonsubstanz zu unterscheiden sind. In einigen Silt-Ton-Verfüllungen sind gut bis sehr gut orientierte Toncutane zu finden, die damit nach der jeweiligen Silt-Ton-Verfüllung entstanden sein müssen (Tafel 2, Bild 6). Ab von 116 cm Profiltiefe sind keine Toncutanbruchstücke mehr vorhanden (Tab. 2). Fe-Mn-Konkretionen und -Überzüge auf Porenrändern sind in der Probe bei 116 cm am stärksten ausgeprägt.

Im elCc-Horizont sind neben mikritischen Sekundär-Carbonatausfällungen und Primär-Carbonat-Anteilen Toncutane festzustellen, die in Carbonatnähe wohl primär schon schlecht orientiert sind (Tafel 2, Bild 7 und 8). Eine gleichzeitige Verlagerung von Ton und Carbonat scheint durch die unterschiedlichen optischen Merkmale des Sekundärcarbonats nicht ausgeschlossen (Tafel 2, Bild 8; KÜHN i. Dr. b).

3. Mikromorphogenetische Interpretation der Profile Horstfelde und Thyrow

Der Hauptunterschied der mikromorphologischen Merkmale beider Profile liegt im erhaltenen periglaziären Mikrogefüge (lenticular structure und banded fabric) im Profil Horstfelde ab 76 cm Tiefe, während im Profil Thyrow keine Spur davon zu finden ist.

Wie bei vergleichbaren Profilen (Bar 100, E 106, Len 4) aus dem jüngeren Jungmoränengebiet Mecklenburg-Vorpommerns gezeigt (KÜHN 2003), kann dieses Gefüge im Profil Horstfelde auf Grund der Tiefe seines Vorkommens nur reliktsch sein. Die rezente bzw. holozäne Gefügebildung im Bt-Horizont ist ab etwa 70 cm so schwach, dass das periglaziär geprägte linsenförmige Gefüge bis zum heutigen Tage erhalten blieb.

Es ist davon auszugehen, dass die Flächen ab etwa 19 000-20 000 Jahren B. P. eisfrei waren (schriftliche Mitteilung von Herrn Dr. O. JUSCHUS vom 27. Mai 2002), so dass in diesem Raum über mehrere Jahrtausende kontinuierlicher Permafrost geherrscht haben dürfte (LIEDTKE 1993). Jedoch auch im geringer pedogenetisch-gefügemorphologisch überprägten tieferen Teil des Profils Thyrow sind keine mikromorphologischen Hinweise auf periglaziären Einfluss zu finden. Dies mag daran liegen, dass eine periglaziäre Überprägung von Sedimenten und Böden in sandigen Substraten nicht immer mikromorphologisch nachzuweisen ist, selbst bei eindeutigen makromorphologischen Befunden (HUIJZER 1993).

Es lassen sich in beiden Profilen mindestens drei Tonverlagerungsphasen (sehr staubig, staubig und rein) anhand ungestörter Toncutane feststellen, wie dies bei allen vom Erstautor untersuchten vergleichbaren Profilen der Fall ist (KÜHN 2003).

Reine gelbbraune Toncutanbruchstücke kommen im Vergleich zu den in Schleswig-Holstein und Mecklenburg-Vorpommern untersuchten Profilen hier bis in eine Tiefe von etwa 70 cm (Profil Horstfelde) bzw. bis etwa 100 cm (Profil Thyrow) vor (KÜHN et al. 2002, KÜHN 2003). Ist diese Ausprägung der Toncutanfragmente auf periglaziären Einfluss zurückzuführen, kann die größere Tiefe ihres Vorkommens in Zusammenhang mit dem kontinentaleren Klima und der län-

ger andauernden periglazialen Phase im älteren Jungmoränengebiet Brandenburgs im Vergleich zum nördlich anschließenden jüngeren Jungmoränengebiet liegen.

In beiden Profilen kommen überwiegend reine und weniger staubige Toncutanbruchstücke vor. Die reinen Toncutanbruchstücke sind möglicherweise Zeugen der ältesten vierten Tonverlagerungsphase. Wird der These der periglaziären Entstehung der Bt-Schmitzen gefolgt, wie sie von KÜHN 2003, 31 ff) formuliert wurde, gehören auch die in Bt-Schmitzen vorkommenden Toncutanbruchstücke zu dieser ältesten Tonverlagerungsphase.

Weiterhin weisen Reorientierungsmerkmale an Toncutanen und Silt-Ton-Verfüllungen auf spätglaziale Tonverlagerung hin, die durch periglaziären Einfluss verändert wurden (KÜHN 2003: 32 ff., KÜHN et al. 2002).

Ebenso als Zeugnis einer älteren bzw. der ältesten Tonverlagerungsphase sind die reorientierten Ton-Silt-Verfüllungen mit Fe-Hydroxid-Ausfällungen zu betrachten (Tafel 1, Bild 6 und 7). Die jüngeren daran angelagerten Toncutane zeigen keinen weiteren hydromorphen Einfluss.

Die Toncutanbrücken zwischen den Mineralkörnern in den Bt-Bändern des Profils Horstfelde sind eindeutig ein Kennzeichen von Tonverlagerung. Dadurch ist eine pedogene Bildung der Bänder in diesem Profil nachgewiesen, die auch durch rein sedimentäre Prozesse entstehen können (RAWLING 2000). Ob die Toncutanbrücken im Zusammenhang mit dem Austauen der Bodengefrornis im Spätglazial entstanden sind, wie PAYTON (1992, 1993) vermutet, oder ob sie ein Merkmal vertikaler wie horizontaler pedogenetischer Verlagerungsprozesse sind (GOETZ 1970), kann anhand der mikromorphologischen Kennzeichen nicht entschieden werden. Aufgrund des ausgeprägt flachen Reliefs im Umfeld des Profils dürfte jedoch ein lateraler pedogenetischer Einfluss von untergeordneter Bedeutung sein.

Zusammenfassend lassen sich in beiden untersuchten Profilen mikromorphologische Merkmale feststellen, die auf schon im Spätglazial stattgefundene Tonverlagerung hinweisen: reine gelbbraune Toncutanbruchstücke in Bt-Schmitzen, Reorientierungsmerkmale des Tons in Toncutanen und Ton-Silt-Verfüllungen von Poren.

Diese Interpretation ließe sich allein anhand der Befunde beider Profile nicht ausreichend begründen. Aufgrund der stratigraphischen Vergleichbarkeit und der Ähnlichkeiten der substrat- und bodentypologischen Ausprägung mit den unzweideutigen mikromorpho-stratigraphischen Befunden von Lessivé-Braunerden mit Sandkeilen (Kühn 2003, 33 ff, KÜHN i Dr. a) aus dem mecklenburgischen Jungmoränengebiet scheint der Analogieschluss gerechtfertigt, dass die im vorigen Absatz aufgezählten mikromorphologischen Merkmale einer ältesten Tonverlagerungsphase entsprechen.

Da die Entstehung der Bt-Schmitzen mit darin enthaltenen Toncutanbruchstücken, die Reorientierungsmerkmale der Toncutane und Silt-Ton-Verfüllungen einer periglaziären Beeinflussung zugeschrieben werden können, ist im Raum Thyrow/Horstfelde für diese älteste Tonverlagerungsphase der Zeitraum zwischen 19 000-20 000 Jahren B. P. und der Jüngeren Dryas anzunehmen.

Vor oder mit Entstehung der nachfolgenden holozänen Tonverlagerungsmerkmale (braune staubige und braungraue sehr

staubige Toncutane) führte schwacher hydromorpher Einfluss zur Ausbildung von Fe-Mn-Hydroxid-Ausfällungen in Ton-Silt-Verfüllungen und teilweise zur Ausbildung von Fe-Hydroxid-Überzügen auf Toncutanen (Tab. 2) (hypocoatings on clay coatings). Ein jüngerer mikromorphologisch nachweisbarer Einfluss ist nicht erkennbar, da die jüngeren Tonverlagerungsmerkmale keine Fe-Hydroxid-Ausfällungen oder -Überzüge besitzen (Tafel 1, 2).

Die Braunerde weist in beiden Profilen ein durch Bioturbation geprägtes Gefüge auf. Da weiterhin von Fe-Mn-Hydroxid-Krusten umkleidete Minerale nur selten oder nicht festzustellen sind, lässt sich die von KOPP (1969), KOPP & KOWALKOWSKI (1990) und KOWALKOWSKI (1989) formulierte Hypothese einer vorwiegend unter periglaziären Bedingungen entstandenen Verbraunung nicht bestätigen. Eventuell periglaziär entwickelte Gefügeformen lassen sich mikromorphologisch nicht mehr nachweisen, weil durch die im Holozän verstärkt auftretende Bioturbation alle früheren Gefügeausprägungen im Bv-Horizont zerstört worden sind.

Fraglich bleibt, warum unter periglaziären Bedingungen entstandene Fe-Mn-Hydroxid-Umrustungen der Mineralkörner, die für unter kalten Klimaten entstandenen Braunerden typisch sind (KOPP & KOWALKOWSKI 1990: 68), durch Bioturbation zerstört worden sein sollten.

Eine spätglaziale Vorprägung der Braunerde ist nicht auszuschließen. Da jedoch aufgrund der Ausprägung der Tonverlagerungsmerkmale in der liegenden Fahlerde in beiden Profilen wohl eine mehrphasige holozäne Tonverlagerung (siehe oben) stattgefunden hat, ist die Annahme einer holozänen Hauptbildungsphase der Braunerde die logische Konsequenz. Die Entwicklung der Braunerde kann nur nach Beendigung der Lessivégenese stattgefunden haben, da eine gleichzeitige oder spätere Ausbildung eines Al- bzw. Ael-Horizonts unterhalb eines Bv-Horizonts pedogenetisch nicht zu erklären wäre.

Danksagung

Für die Anfertigung der Karte und Profilskizzen sei Frau B. Lintzen und Frau P. Wiese gedankt.

Zusammenfassung

Systematische mikromorphologische Untersuchungen zweier Leitprofile von Fahlerde-Braunerden der Teltow-Platte geben Hinweise auf eine periglaziäre Vorprägung der Lessivés und deren holozäne Weiterbildung. Insgesamt sind drei verschiedene Tonverlagerungsphasen zu unterscheiden, von denen die älteste eine Beeinflussung durch periglaziäre Prozesse anhand von Toncutanbruchstücke in Bt-Schmitzen zeigt. Eine Entstehung der hangenden Braunerde unter vorwiegend periglaziärem Klima kann nicht bestätigt werden, da die Bv-Horizonte keine typischen Merkmale wie Fe-Mn-Hydroxid-Umrustungen der Minerale oder ein periglaziäres Mikrogefüge aufweisen.

Summary

Systematic micromorphological studies of two typical Arenic Albeluvisols, situated on the Teltow Platte, give indications of a Holocene development of these Luvisols with at least one preceding Lateglacial phase of clay illuviation. Three phases of clay illuviation led to the formation of these Albeluvisols. Fragments of

clay coatings within Bt-streaks are remnants of the first phase of clay illuviation, which took place in the Lateglacial. Typical micro-morphological features of periglacial influence like Fe-Mn-hydroxide-coatings of mineral grains as well as lenticular platy microstructure could not be found in the cambic horizons. These results confirm a predominantly Holocene soil development of the upper part of the Arenic Albeluvisols.

Literatur

- AG BODEN (1994): Bodenkundliche Kartieranleitung. - 4. verb. u. erw. Aufl., ber. Nachdruck 1996, 392 S., Hannover
- AK BODENSYSTEMATIK (1998): Systematik der Böden. - Mitteilungen Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft, Band 86, S. 1 - 134, Oldenburg
- ALTEMÜLLER, H.-J. (1974): Mikroskopie der Böden mit Hilfe von Dünnschliffen. - In: FREUND, H. (Hrsg.): Handbuch der Mikroskopie der Technik, Bd. IV, Teil 2, S. 309 - 367, Frankfurt (M)
- ALTEMÜLLER, H.-J. & T. BECKMANN. (1991): Verbesserung der Glashaftung von Polyesterharzen bei der Herstellung von Bodendünnschliffen. - Zeitschrift Pflanzenernährung u. Bodenkunde, Bd. 154, S. 443 - 444, Weinheim
- BAURIEGEL, A., KÜHN, D. & J. HANNEMANN. (1997): Bodengeologische Karte des Landes Brandenburg 1 : 50 000, L 3744 Potsdam, Kleinmachnow/Potsdam
- BAURIEGEL, A., KÜHN, D., SCHMIDT, R., HERING, J. & J. HANNEMANN. (2001): Bodenübersichtskarte des Landes Brandenburg 1 : 300 000, Kleinmachnow/Potsdam
- BULLOCK, P., FEDOROFF, N., JONGERIUS, A., STOOPS, G. & T. TURSINA (Eds.) (1985): Handbook for soil thin section description. 152 S., Albrighton, Wolverhampton (Waine Research Publications)
- BUSSEMER, S. (1994): Geomorphologische und bodenkundliche Untersuchungen an periglaziären Deckserien des mittleren und östlichen Barnim. - Berliner Geographische Arbeiten, 80, 150 S., Berlin
- BUSSEMER, S. (1998): Bodengenetische Untersuchungen an Braunerde- und Lessivprofilen auf Standorten des brandenburgischen Jungmoränengebiets. - In: BAUME, O. (Hrsg.): Beiträge zur quartären Relief- und Bodenentwicklung. - Münchener Geogr. Abh., A 49, S. 27 - 93, München
- BUSSEMER, S. (2002): Periglacial cover-beds in the young moraine landscapes of northern Eurasia. - Z. f. Geomorphologie, Suppl. Bd. 127, S. 81 - 105, Berlin
- FITZPATRICK, E. A. (1993): Soil Microscopy and Micromorphology. 304 S., Chichester - (Wiley)
- GOETZ, D. (1970): Bänderparabraunerden aus jungpleistozänen Sanden im Raum Berlin. - Dissertation, TU 93 S. Berlin
- HERMSDORF, N. (1995): Zur quartären Schichtenfolge des Teltow-Plateaus. - Brandenburgische geowissenschaftliche Beiträge, 2, S. 27 - 38, Kleinmachnow
- HERMSDORF, N., LIPPSTREU, L. & A. SONNTAG. (1998): Geologische Übersichtskarte 1 : 200 000, Blatt CC 3942 Berlin. - In: BUNDESANSTALT FÜR GEOWISSENSCHAFTEN UND ROHSTOFFE (Hrsg.): Geologische Übersichtskarte 1 : 200 000 der Bundesrepublik Deutschland, Hannover
- HUIJZER, A.S. (1993): Cryogenic Microfabrics and Macrostructures: Interrelations, Processes and Paleoenvironmental Significance. Thesis, 245 S., Vrije Universiteit Amsterdam
- JUSCHUS, O. (2000): Das Jungmoränenland südlich von Berlin. Untersuchungen zur Jungquartären Landschaftsentwicklung zwischen Unterspreewald und Nuthe. - Diss., Humboldt-Universität zu Berlin, 249 S., Berlin
- KÖHN, W. (2000): Versuchsführer 2000, Institut für Pflanzenbauwissenschaften Versuchsstation. - Humboldt-Universität zu Berlin, Landwirtschaftlich-Gärtnerische Fakultät, 190 S, Berlin
- KOWALKOWSKI, A. (1989): Genese der Braunerden und Schwarzerden nach Untersuchungen in der Mongolischen VR und in der VR Polen. - Petermanns Geographische Mitteilungen, 133, S. 7 - 22, Gotha
- KOPP, D. (1969): Ergebnisse der forstlichen Standortserkundung in der Deutschen Demokratischen Republik. 1. Bd., Die Waldstandorte des Tieflandes, 1. Lieferung, 141 S., Potsdam
- KOPP, D. & A. KOWALKOWSKI. (1990): Cryogenic and pedogenic perstruction in tertiary and quaternary deposits, as exemplified in the outcrop of Sternebeck. - Quaternary Studies in Poland, 9, S. 51 - 71 Poznan
- KÜHN, R. (2000): Vergleichende Untersuchungen der Optisch (Grün) Stimulierten Lumineszenz und der Thermolumineszenz von Quarz zum Zwecke der Altersbestimmung. - Dissertation, Universität Heidelberg, 176 S., Heidelberg (unveröff.)
- KÜHN, P. (i. Dr. a): Micromorphology and Late Glacial/Holocene Genesis of Luvisols in Mecklenburg-Vorpommern (NE-Germany). - Catena, Amsterdam
- KÜHN, P. (i. Dr. b): Besonderheiten pedogenetischer Prozesse in fluvialen und kolluvialen Sedimenten im Mamertal bei Mersch (Luxemburg). - Bulletin de la Société Préhistorique Luxembourggeoise, 23, Luxembourg
- KÜHN, P. (2003): Spätglaziale und holozäne Lessivégenese auf jungweichselzeitlichen Sedimenten Deutschlands. - Greifswalder Geographische Arbeiten, 28, 167 S. + Anhang, Greifswald
- KÜHN, P., JANETZKO, P. & D. SCHRÖDER. (2002): Zur Mikromorphologie und Genese lessivierter Standorte im Jungmoränengebiet Schleswig-Holsteins und Mecklenburg-Vorpommerns. - Eiszeitalter u. Gegenwart, 51. S. 74 - 92, Stuttgart
- KÜHN, P. & M. KÖSEL. (2000): Spätglaziale Boden- und Substratgenese: Mikromorphologisch-stratigraphische Befunde aus dem südwestdeutschen Alpenvorland. - Trierer Bodenkundliche Schriften, 1, S. 51 - 57, Trier
- LIEDTKE, H. (1993): Phasen periglaziär-geomorphologischer Prägung während der Weichseleiszeit im Norddeutschen Tiefland. - Z. f. Geomorphologie, N.F., Suppl.-Bd. 93, S. 69 - 94, Berlin
- LUCKERT, J. & H. U. THIEKE (2000): Der Mineralbestand brandenburgischer Grundmoränen als lithostratigraphischer Indikator -

Erste Ergebnisse der Röntgenphasenanalyse der Tillmatrix < 63 µm. - Brandenburg. Geowiss. Beitr. 7, 1/2, S. 101 - 113, Kleinmachnow

PAYTON, R.W. (1992): Fragipan formation in Argillic brown earths (Fragiudalfs) of the Milfield Plain, north-east England: I. Evidence for a periglacial stage of development. - Journal of Soil Science, 43, S. 621 - 644, London

PAYTON, R.W. (1993): Fragipan formation in Argillic brown earths (Fragiudalfs) of the Milfield Plain, north-east England: II. Post-Devensian developmental processes and the origin of Fragipan consistence. - Journal of Soil Science, 44, S. 703 - 723, London

RAWLING, J. E. (2000): A review of lamellae. Geomorphology, 35, S. 1 - 9, Amsterdam

STOOPS, G. (2003): Guidelines for Analysis and Description of Soil and Regolith Thin sections. - 184 S., Madison

VAN VLIET-LANOË, B. (1985): Frost Effects in Soils. - In BOARDMAN, J. (Ed.): Soils and quaternary landscape evolution, S. 117 - 158, Chichester (Wiley)

Dr. Peter Kühn
Justus-Liebig-Universität Gießen
Institut f. Bodenkunde u. Bodenerhaltung
Heinrich-Buff-Ring 26
35392 Gießen

Anschrift der Autoren:
Dipl.-agr. Albrecht Bauriegel
Landesamt für Geowissenschaften
und Rohstoffe Brandenburg
Stahnsdorfer Damm 77
14532 Kleinmachnow

Mitteilung aus dem Landesamt No. 168

Erläuterungen zu den Tafeln

Tafel 1

Mikro-Fotografien von Profil Horstfelde (2420184)

(1) Bv (35 cm): Lockeres, hohlraumreiches Gefüge (enaulic), Mineralkörner sind weitgehend von Feinsubstanz umgeben -PPL. (2) Ael+Bt (46-56 cm): Reine gelbbraune Toncutanfragmente in Bt-Schmitze - XPL. (3) Ael+Bt (46-56 cm): Feinsubstanzkappe auf Gesteinsfragment mit sehr staubiger Toncutane (roter Pfeil) innerhalb der Kappe - PPL. (4) Ael+Bt(46-56 cm): Vergrößerung von (3); schwache sehr staubige Toncutane (roter Pfeil) in Feinsubstanzkappe - XPL. (5) Bt (85 cm): Sehr staubige dunkelbraune/schwarzgraue (rote Pfeile), staubige braune (graue Pfeile) und reine gelbbraune (schwarze Pfeile) ungestörte Toncutane - PPL. (6) Bt (112 cm): Silt-Clay-Infilling mit Fe-Hydroxid-Anflügen (rote Pfeile) und reorientiertem Ton, sowie jüngeren teilweise mikrolaminierten staubigen gelbbraunen Toncutanen (weiße Pfeile) - XPL. (7) Bt (85 cm): Vergrößerung von (6), jüngere Toncutane (schwarzer Pfeil) sind frei von größeren Fe-Hydroxid-Ausfällungen, die hier fast opak erscheinen; weißer Pfeil zeigt auf Grenze zwischen Toncutane und Silt-Clay-Infilling - PPL. (8): Schwach ausgeprägt linsenförmig-plattiges Gefüge im unteren Bt-Abschnitt - PPL.

Plate 1

Photomicrographs of the profile Horstfelde (2420184)

(1) Bw (35 cm): Loose microstructure with high void percentage (enaulic), mineral grains are surrounded by fine substance to a large extent - PPL. (2) E/Bt (46-56 cm): Limpid yellow-brown fragments of clay coating within a Bt-streak - XPL. (3) E/Bt (46-56 cm): Very dusty clay coating (red arrow) within a fine substance capping - PPL. (4) E/Bt (46-56 cm): Magnification of (3), very dusty clay coatings - XPL. (5) Bt (85 cm): Very dusty dark brown/blackish grey (red arrows), dusty brown (grey arrows) and limpid yellow brown (black arrows) undisturbed clay coatings - PPL. (6) Bt (112 cm): Silt-clay-infilling with Fe-hydroxide precipitations (red arrows) and reoriented clay, red arrows point at partly microlaminated, dusty, yellow brown clay coatings (white arrows), which represent a younger phase of clay illuviation- XPL. (7) Bt (85 cm): Magnification of (6): clay coatings (black arrow), which represent a younger clay illuviation phase, have no Fe-hydroxide precipitations, white arrow marks the border between clay coating and silt-clay-infilling - PPL. (8) BwC (137 cm): Weakly developed lenticular platy microstructure - PPL.
PPL - plane polarizers, XPL - crossed polarizers

Tafel 2

Mikro-Fotografien von Profil Thyrow (2420213)

(1) Bv (56 cm): Lockeres, hohlraumreiches Gefüge (enaulic) - PPL. (2) Ael (68 cm): Schwarzgraue sehr staubige Toncutane - PPL. (3) Ael (80 cm): Feinsubstanzkappe auf gS-Korn; darüber gelbbraune reine Toncutanbruchstücke - PPL. (4) Bt (116 cm): Staubig gelbbraune mikrolaminierte Toncutane über Toncutane mit Siltanteil (schwarzer Pfeil; silt-clay-coating); roter Pfeil zeigt auf Grenze zwischen Toncutane und Toncutane mit Siltanteil - PPL. (5) Bt (116 cm): sehr gute Orientierung des Tons der gelbbraunen Toncutane, während der Ton der am Porenrand liegenden Silt-Toncutane völlig reorientiert ist (weißer Pfeil) - XPL. (6) Bt (106 cm): Sehr gut orientierte Toncutane innerhalb einer Silt-Ton-Verfüllung, deren Ton reorientiert ist; P = Pore - XPL. (7) Bt/elCc (137 cm): Toncutane im elCc-Horizont; mikritische Sekundärcarbonatausfällungen (rote Pfeile) und Primärcarbonatbruchstück (fast die ganze Mikrofotografie ausfüllend) - PPL. (8) Bt/elCc (137 cm), Vergrößerung von (7): Gelbbraune Toncutane und mikritische Sekundärcarbonatausfällungen; oberes Bilddrittel: Primärcarbonat; in der Bildmitte zeigt das an sich rötlich-grau erscheinende Sekundär-Carbonat durch die gelblich-braunen Farbnuancen eine Tonbeimengung an, die auf gemeinsame Ton/Carbonatverlagerung hinweist - XPL.

Plate 2

Photomicrographs of the profile Thyrow (2420213)

(1) Bw (56 cm): Loose microstructure with high void percentage (enaulic) - PPL. (2) E (68 cm): Blackish grey, very dusty clay coatings - PPL. (3) E (80 cm): Fine substance capping on top of a coarse sand grain, yellow brown limpid clay coatings over it - PPL. (4) Bt (116 cm): Dusty, yellow-brown, microlaminated clay coating and juxtaposed clay coating with silt grains (black arrow, silt-clay-coating), red arrow directs to the border between clay coating and silt clay coating - PPL. (5) Bt (116 cm): Yellow-brown clay coating with perfectly oriented clay, the clay of the silt clay coating is completely reoriented (white arrow) - XPL. (6) Bt (106 cm): Well oriented clay coating within a silt clay infilling, the clay of the silt clay infilling is completely reoriented, P = Pore - XPL. (7) Bt/C (137 cm): clay coating in Cc horizon, micritic precipitations of secondary carbonate (red arrows) and a fragment of primary carbonate (covers nearly the complete microphotograph) - PPL. (8) Bt/C (137 cm), Magnification of (7): The yellowish-brown nuances within the reddish-grey secondary carbonate (centre of photomicrograph) result from clay enrichment, this phenomenon directs to a simultaneous clay-carbonate translocation - XPL.

Tab. 1 Korngrößen und bodenchemische Kenndaten von Profil Thyrow.

Tab. 1 Grain size distribution and chemical properties. No data were available for Profile 2420184.

Anhang

Horizont	Tiefe	Korngrößenverteilung											Quotienten		Bodenchemische Kenndaten	
		T	fU	mU	gU	fS	mS	gS	T	U	S	B.-art	fS/mS	(gU+fS)/ (mS+gS)	pH	CaCO ₃
		[%]							[KA 4]				[CaCl ₂]	[%]		
rAp1	0-20	7,4	1,5	2,7	3,5	35,7	44,2	5,0	7,4	7,7	84,9	Su2	1,2	0,8	4,2	n.b.
rAp2	20-40	8,4	2,1	4,2	6,0	37,9	36,9	4,4	8,4	12,3	79,2	Su2	1,0	1,1	5,0	n.b.
Bv	40-50	7,8	2,9	5,4	5,3	37,0	35,5	6,0	7,8	13,6	78,5	Su2	1,0	1,0	5,1	n.b.
Bv-Ael	50-70	6,2	2,4	6,8	9,5	34,6	35,0	5,6	6,2	18,7	75,2	Su2	1,0	1,1	4,7	n.b.
Ael	70-105	5,9	2,7	4,3	4,0	37,9	38,8	6,3	5,9	11,0	83,0	Su2	1,0	0,9	4,6	n.b.
II Ael+Bt	105-125	17,8	3,3	5,7	4,0	31,8	31,9	5,6	17,8	13,0	69,3	SI4	1,0	1,0	5,9	n.b.
Bt	125-160	21,4	5,3	7,0	4,7	28,5	27,0	6,0	21,4	17,0	61,5	Ls3	0,9	1,0	7,5**	1,9**
elCc	160-200+	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.				SI3*			7,9	7,2

* Fingerprobe, ** Verunreinigungen durch C-Material

Tab. 2

Ausgewählte mikromorphologische Charakteristika der Profile Horstfelde (2420184) und Thyrow (2420213)

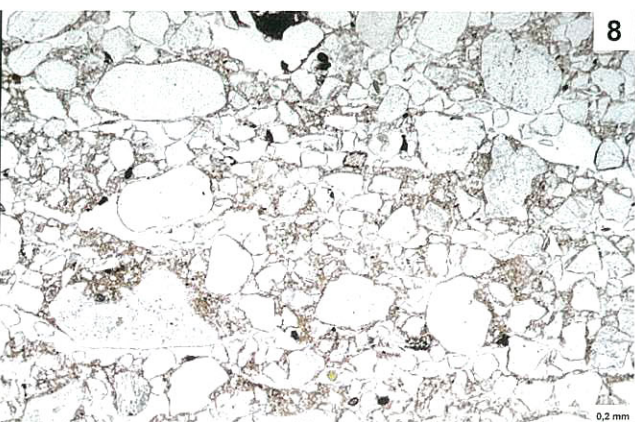
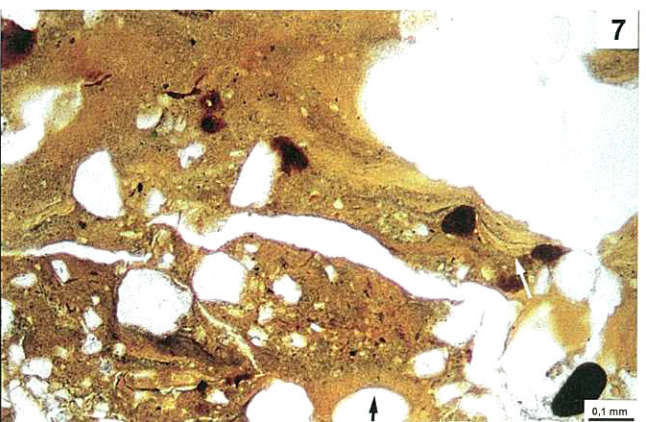
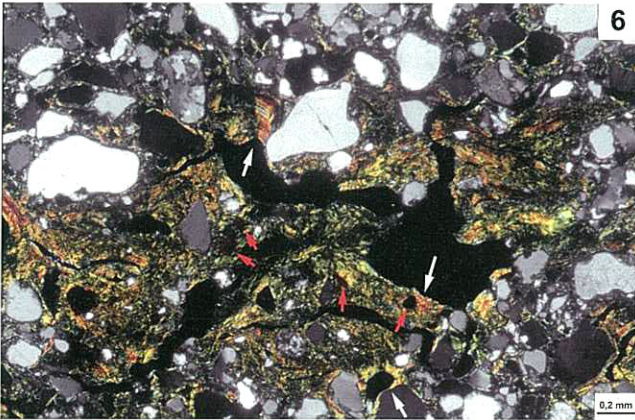
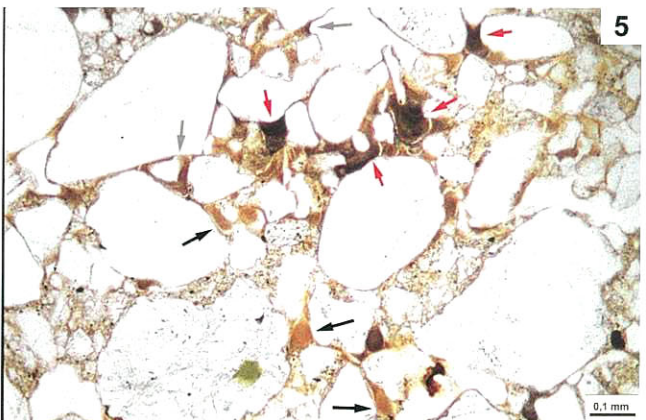
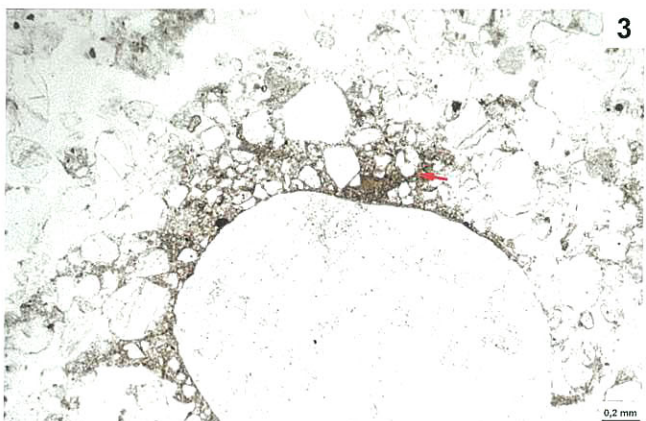
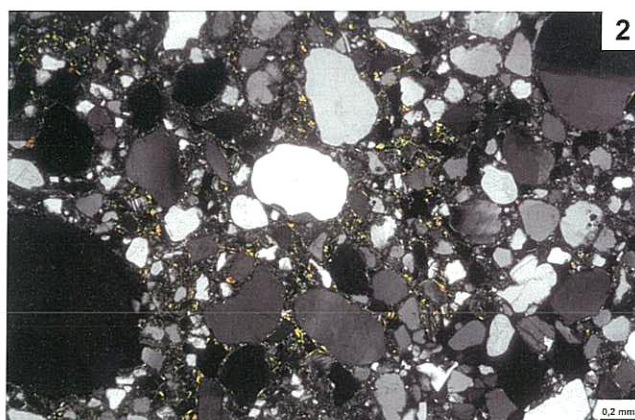
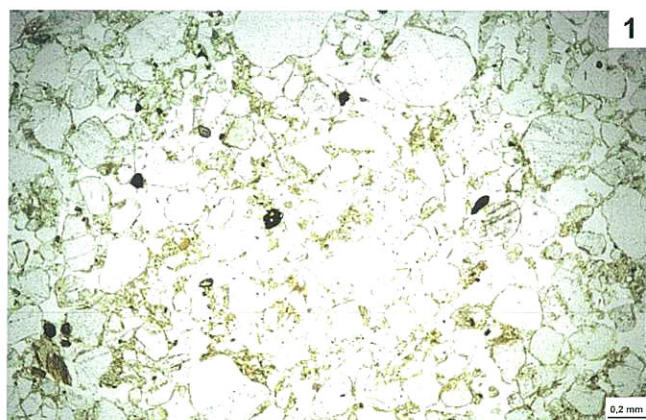
Tab. 2

Selected main micromorphological characteristic. The micromorphological properties are shown by presence (cross) or absence (no cross). Numbers in brackets: average depth of sampling.

Horizon (depth cm)	Groundmass										Pedofeatures									
	Micromass ^a										Hydromorphic features ^b					Translocation features ^c				
	b-fabric										nodule		hypocoating			clay coating		infilling		
	u	ms	ss	gs	s	c	t	n	a	gm	cc	vd	d	l	s-c	f	li-f	c	c-s	st
Hor (2420184)																				
Bv (35)	x	(x) ^d	x	x																x
II Ael+Bt/Bt (46-56)	x	x			x					x		x	x	x	x	x	x		x	x
Bt (66)	x			x			x			x			x	x			x		x	
Bt (76)	x	x	x	x			x		x				x	x					x	
Bt (85)	x			x	x				x	x	x	x	x	x						
Bt (98)	x			x			x		x				x	x	x				x	
Bv-ilCv (113)	x	x	x				x			x			x	x				x	x	
Bv-ilCv (137)			x	x				x	x	x										
ilCv/Bt-Band	x			x					x				x	x						
Thy (2420213)																				
Bv (56)	x						x			x									(x)	
Bv-Ael (68)	x	(x)								x		x							x	
Ael mit Bt-Schmitze (80)	x		(x)						x	x			x	x		x	x		x	x
Ael-/Bt-Grenze (88)	x	x	x	x			x		x	x		x	x	x		x	x		x	(x)
II Ael+Bt (87-97)	x		x	x			x		x	x	x	x	x	x	x		x		x	x
Bt (103)		x	x						x	x			x	x	x	(x)	(x)		x	
Bt (116)		x			x				x	x		x	x	x					x	
Übergang Bt/elCc (137)			x		x	x			x					x						

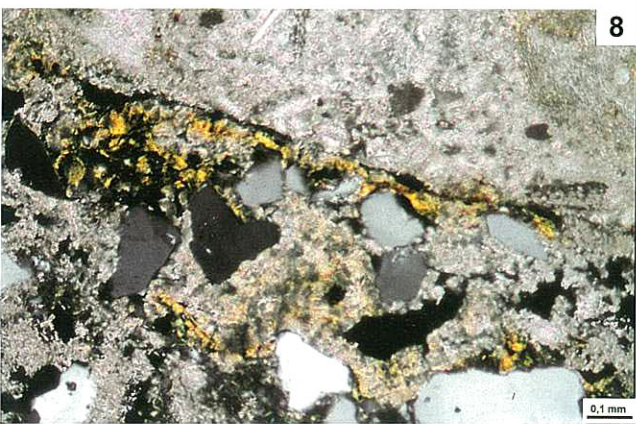
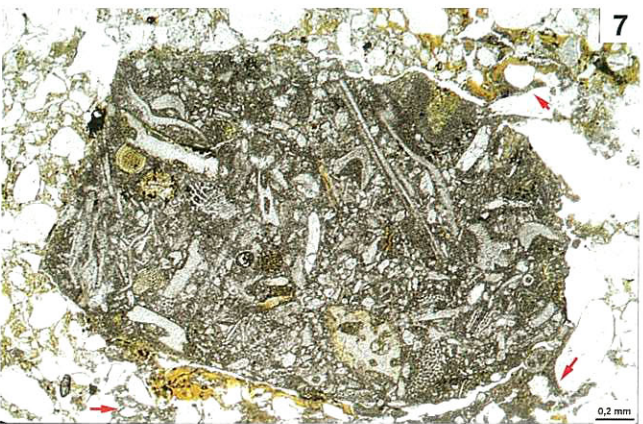
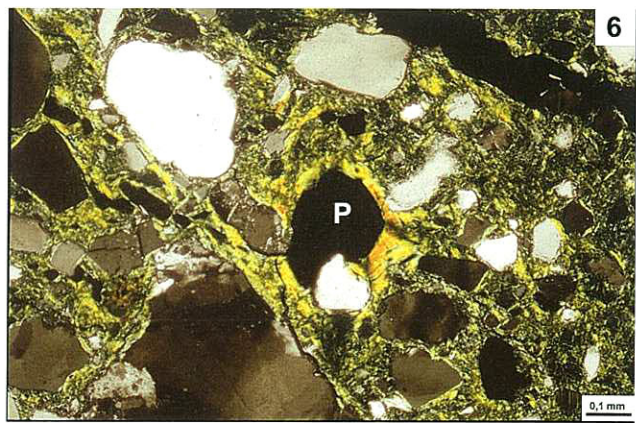
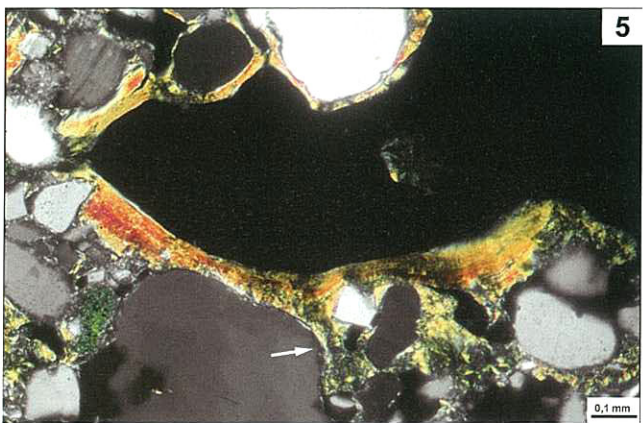
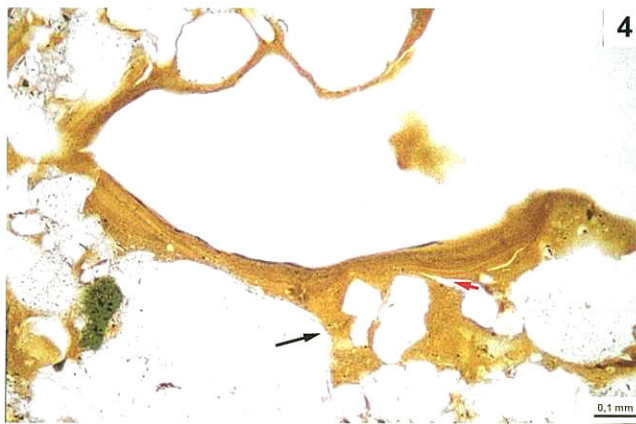
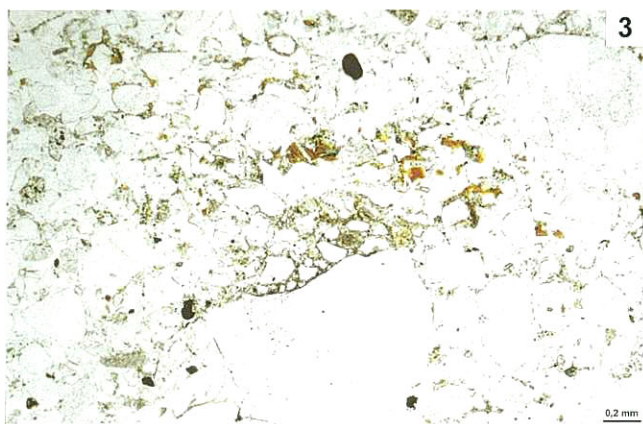
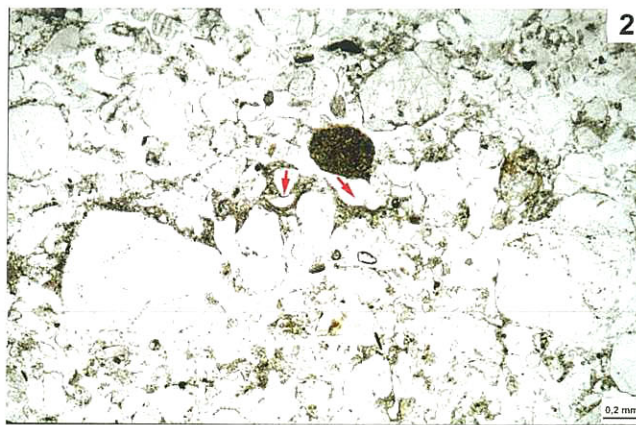
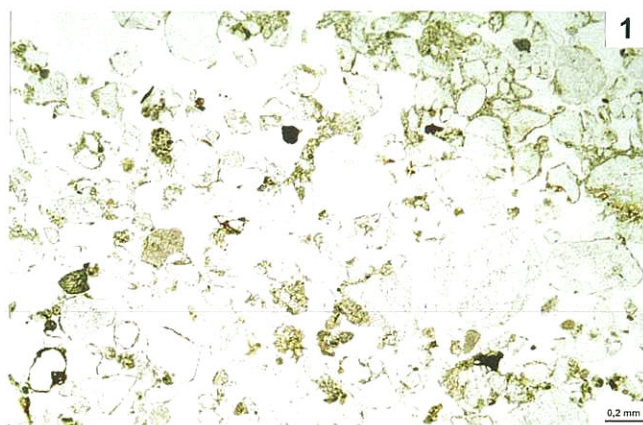
^a u = undifferentiated, ms = mosaic speckled, ss = stipple speckled, gs = granostriated, s = striated, c = crystallitic^b t = typical, n = nucleic, a = aggregate, gm = groundmass, cc = clay coating^c vd = very dusty, d = dusty, li = limpid, s-c = silt-clay, f = fragment, li-f = limpid fragment, c = clay, c-s = clay-silt, s-c = silt-clay, cap = capping, st = Bt-streak^d (x) = occurring partly

Tafel 1



Erläuterung zu Tafel 1 siehe Seite 97

Tafel 2



Erläuterung zu Tafel 2 siehe Seite 97