

Brandenburg. geowiss. Beitr.	Kleinmachnow	12 (2005), 1/2	S. 3-12	10 Abb., 2 Tab., 34 Lit.
------------------------------	--------------	----------------	---------	--------------------------

Die Braunerde in ihrer nordbrandenburgischen Typusregion

The Brown Earth (Braunerde) and its primary region (Northern Brandenburg, Germany)

SIXTEN BUSSEMER

1. Einführung

Im Jahr 1905 beschrieb Emil Ramann (1851-1926) zum ersten Mal die Braunerde als verbreitetsten Waldboden Mitteleuropas, später ging sie auch unter dem Namen *Ramannbraunerde* in die internationale Literatur ein (vgl. KUBIENA 1953, TAVERNIER & SMITH 1957). Da sich die Untersuchungsstandorte in der Umgebung der ehemaligen Forstakademie Eberswalde befanden, kann das nordostbrandenburgische Jungmoränenland als Typusregion für diesen Bodentyp gelten. Zum hundertsten Jubiläum soll der aktuelle Forschungs-

stand über die brandenburgische Braunerde anhand von zwei Leitprofilen im Gebiet um Eberswalde diskutiert werden.

2. Kurzer forschungsgeschichtlicher Abriss

Leider legte RAMANN (1905) diesen ersten Braunerdebeschreibungen keine Bodenanalytik bei, so dass seine Typusprofile heute nicht mehr reproduzierbar und somit nur schwer vergleichbar sind. Eine analytische Detailbeschreibung, systematische Abgrenzung gegen die Podsole bzw. Lessivés und erste Einordnung der nordostdeutschen Braunerden in internationale Klassifikationen erfolgte durch KUNDLER (1957, 1962). Ihrer großflächigen Kartierung und diffizilen Substratgliederung auf den weiten Sandflächen Brandenburgs widmete sich vor allem die forstliche Standortserkundung (KOPP et al. 1969). In diesem Zusammenhang postulierten KOPP (1965) sowie KOPP & JÄGER (1972) die Theorie einer strengen genetischen Kopplung von Braunerden und periglazialen Decken (Perstruktionsserien). In den letzten Jahren verlagerte sich der Mittelpunkt des Interesses auf ihre anthropogene Überprägung und landschaftsökologische Funktion (SCHMIDT 1996, BORK et al. 1998, RIEK & STÄHR 2004).

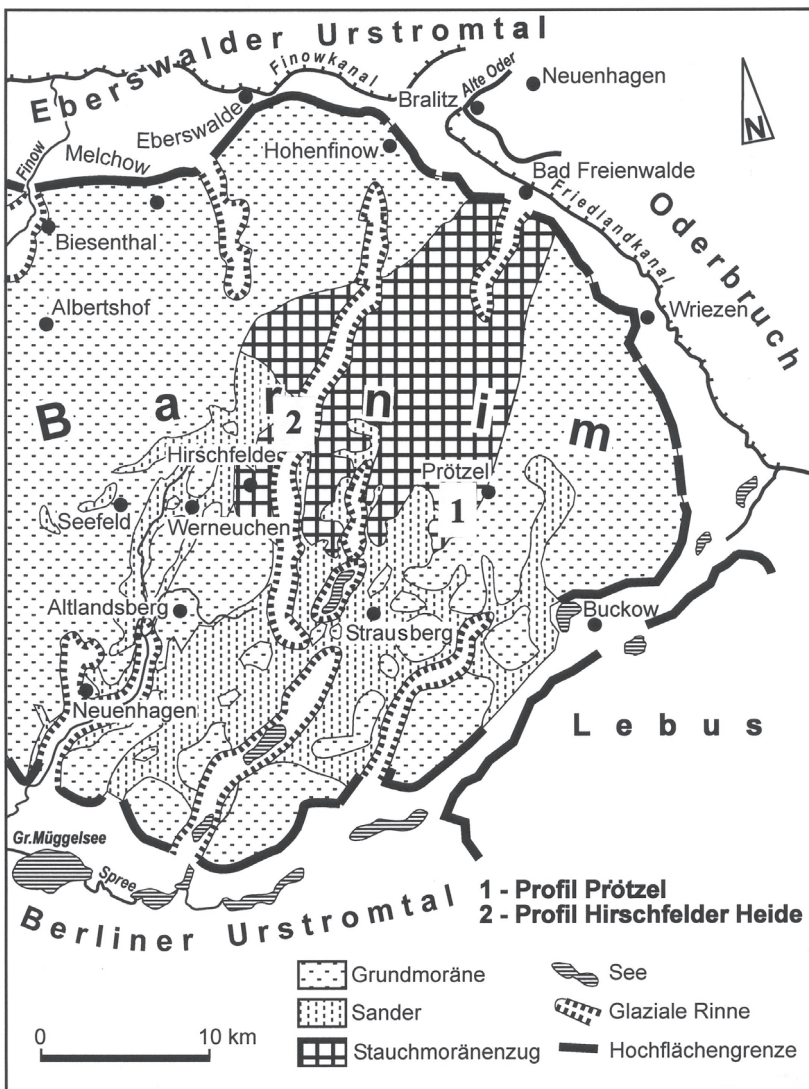


Abb. 1
Lage der Profile Prötzel und Hirschfelder Heide auf dem östlichen Barnim südlich von Eberswalde

Fig. 1
Location of the Prötzel and Hirschfelder Heide Profiles, eastern Barnim, south of Eberswalde

3. Methoden

Die dargestellten Ergebnisse basieren auf nachfolgenden Untersuchungsmethoden:

Korngrößenanalyse des Feinbodens - kombiniertes Sieb- und Sedimentationsverfahren nach BARSCH et al. (1984).

pH-Wert - elektrometrisch in einer 0,01M Calciumchlorid-Lösung.

Organischer Kohlenstoff (C) und Stickstoff (N) - C/N-analyser LECO 2000 in %.

Kationenaustauschkapazität (KAK) und Basensättigung (BS) - nach Kappen in mval/100g bzw. % (u. a. in BARSCH, BILLWITZ & SCHOLZ 1984). Schätzung der *Kationenaustauschkapazität der Tonfraktion (KAK_{ton})* nach VAN REEUWIJK (1992) in mval/100g.

Dithionitlösliches Eisen (Fe_d) - nach SCHLICHTING, BLUME & STAHR (1995) in %.

Oxalatlösliches Eisen (Fe_o) - nach SCHLICHTING, BLUME & STAHR (1995) in %.

Totalgehalte von Hauptelementen - Röntgenfluoreszenzanalyse an Schmelztabletten, gepreßt mit Lithiummetaborat. Messung am Philipps Spektrometer PW 2404. Berechnung des Verwitterungsindex nach KRONBERG & NESBITT (1981).

Röntgenphasenanalyse - Peakhöhenanalyse mit Nickel (innerer Standard) mittels URD 63 (modernisiert) und XRD 3000 TT (Seifert).

Kieselsäure-Sesquioxidverhältnis (SiO₂/R₂O₃) - Gewinnung der Tonfraktion im Atterbergzylinder - Bestimmung der Totalgehalte von Hauptelementen, Berechnung der SiO₂/R₂O₃-Koeffizienten auf Grundlage der Molverhältnisse.

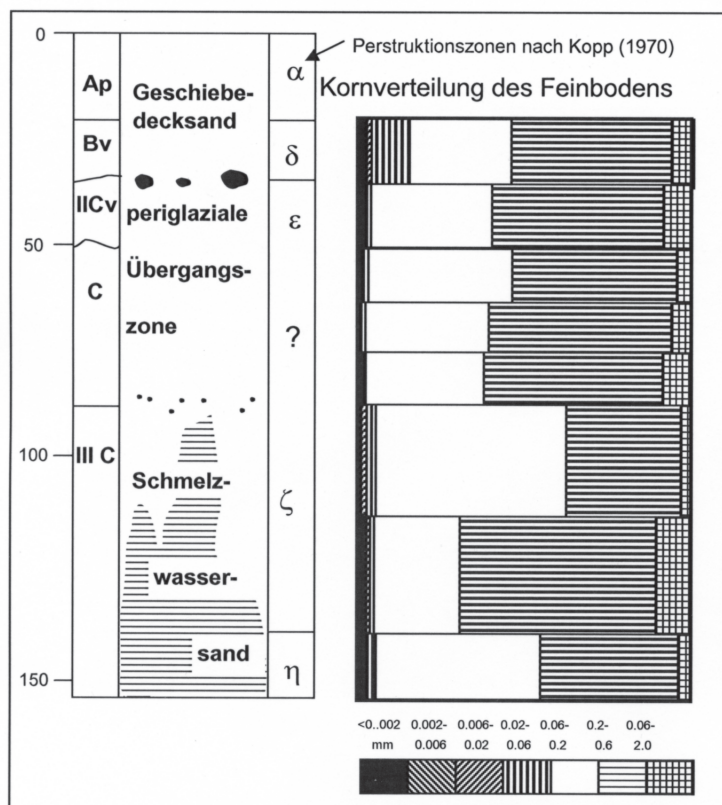
Schwerminerale - Schwererentrennung in Scheidetrichtern mit Tetrabrommethan. Polarisationsmikroskopische Bestimmung

von etwa 350 transparenten Körnern und Darstellung als gemittelte Gehalte der Fraktionen 0,063-0,1mm und 0,1-0,2 mm.

4. Periglaziale Deckserie als Ausgangsmaterial der Bodenentwicklung (Profil Prötzel)

Das Profil liegt am Westrand von Prötzel (Abb. 1) auf den Hügeln der Steinberge, welche vermutlich zur Frankfurter Eisrandlage gehören (vgl. BUSSEMER 2003). Diese kleinkammerte Niedertaulandschaft auf der Wasserscheide zwischen Berliner und Eberswalder Urstromtal weist enge Verzahnungen verschiedener glazialer Sedimenttypen mit weitgehend sandiger Ausprägung auf.

Auf derartige Reliefpositionen mit wechsellagernden und teilweise kalkhaltigen Sanden im Untergrund konzentrierte sich auch die brandenburgische Periglazialforschung in ihrer faziellen Beschreibung des Ausgangsgesteins der Bodenbildung. Hier definierten einerseits SCHULZ (1956), NITZ (1965) und LEMBKE (1972) die periglaziale Deckserie als polygenetische Schichtenfolge mit dem Geschiebedecksand als Leithorizont. Andererseits bezeichnete KOPP (1970) dasselbe Phänomen als periglaziale Perstruktionsserien, wobei das Profil Prötzel die spezielle Variante des sandigen Hochflächentyps darstellt (KOPP & JÄGER 1972). Diese Standorte weisen als zugehörigen Bodentyp regelhaft die Braunerde in ihrer Normausbildung bzw. im schwach podsolierten Zustand auf. Der Aufschluß Prötzel stimmt makroskopisch mit diesem klassischen Profiltyp überein (Abb. 2). An seinem Beispiel sollen die Schwierigkeiten der genetischen Interpretation des Ausgangsgesteins der Braunerden als Hintergrund der Bodenentwicklung dargestellt und neue Ansätze zur Lösung dieses Problems diskutiert werden.



4.1 Makroskopische Profilbeschreibung

Der markante und profilbestimmende Braunhorizont ist farblich und texturell homogen ausgebildet. Er stimmt in seiner Mächtigkeit mit dem Geschiebedecksand nach LEMBKE (1972) bzw. mit der Deltazone im Sinne von KOPP (1970) überein (Abb. 2). Gegenüber ihrem Liegenden hebt sich diese Lage schon makroskopisch durch Schluff-

Abb. 2

Sandige Ausbildungsform einer periglazialen Deckserie mit Braunerde am Beispiel von Profil Prötzel

Fig. 2

Sandy structural form of a periglacial cover bed with Brown Earth as shown here on Profile Prötzel

anreicherung und schlechtere Sortierung sowie eine Steingirlande im Basisbereich ab (Abb. 3).

Darunter folgt eine entschichtete skelettarme Zone, die in ihrem oberen Teil noch schwach und unregelmäßig verbraunt ist (II Cv-Horizont). Sie wird innerhalb der KOPPSchen Perstruktionsserie im Cv-Bereich als Epsilonzone ausgewiesen. LEMBKE (zuletzt 1972) spricht diesen gesamten entschichteten



Abb. 3
Typische Abfolge einer sandigen Deckserie mit einer Steinanreicherung, entschichteter Übergangszone und dem allmählichen Einsetzen der Schichtung im Schmelzwassersand (Beispiel Profil Prötzel)

Fig. 3
Typical sequence of a sandy cover bed with stone accumulation, a displaced layered transitional zone and gradual layered stratification in melt water sands

ten Abschnitt unterhalb des Geschiebedecksandes (II Cv + II C) als periglaziale Übergangszone mit polygenetischem Charakter an. Im Profil Prötzel wird dieser Abschnitt von einer schwachen Kiesanreicherung abgeschlossen, welche offenbar eine Erosionsdiskordanz darstellt. Darunter werden fleckenhaft bis anderthalb Meter Tiefe erste geschichtete Partien sichtbar (Abb. 3). Dieser Bereich lässt sich mit den beiden genannten Klassifikationen nicht scharf abgrenzen. Nach KOPP et al. (1969) kann er aufgrund der nicht geschlossenen Schichtung noch zur Zetazone zählen. Unterhalb 150 cm Profiltiefe ist die Schichtung dann durchgehend ausgebildet, so dass das ungestörte glaziale Liegende erkennbar wird (Etazone nach KOPP). Das gesamte Profil ist kalkfrei.

4.2 Analytik

Schon eine einfache Korngrößenbestimmung lässt in der Hauptverwitterungszone (Bv) deutlich erhöhte Grobschluffgehalte erkennen (Abb. 2). Eine zusätzliche Detailbeprobung der Kornverteilung im Vertikalverlauf des Bv-Horizontes zeigte eine große interne Ähnlichkeit an (Abb. 4). Diese Tatsache unterstützt die Vorstellung einer vertikalen Homogenisierung (Perstruktion) innerhalb der Deltazone sensu KOPP (1970).

Im mittleren Profiltteil handelt es sich um eine entschichtete und textuell homogene Lage, deren Fazieseinordnung aus periglazialmorphologischer Sicht Schwierigkeiten bereitet. Ihre Basis wird ebenfalls durch eine Skelettanreicherung gekennzeichnet (Feinkies). Im oberen Teil dieses mittleren Profiltbereichs ist gewöhnlich der II Cv-Horizont ausgebildet, ohne jedoch zwingend vorkommen zu müssen. An seiner Basis lässt sich im Profil Prötzel keine deutliche Texturveränderung feststellen. Eine strenge Kopplung des II Cv-Horizonts an eine eigenständige Perstruktionszone (Epsilon-Zone nach KOPP et al. 1969) erscheint deshalb unbegründet. Erst unterhalb des vom II Cv- und II C-Horizont eingenommenen Profiltteils kommt es zu stärkeren Texturveränderungen, deren Korngrößenparameter jedoch keine eindeutige vertikale Tendenz aufweisen. Allerdings werden die Kornverteilungen des gesamten Profils von zwei Fraktionen (Fein- und Mittelsand) bestimmt, so dass eine Absicherung der auf der einfachen Korngrößenanalyse beruhenden bisherigen Aussagen über weitere Detailuntersuchungen geboten schien.

Subfraktionierungen der Sandfraktion (Abb. 5) zeigen eine

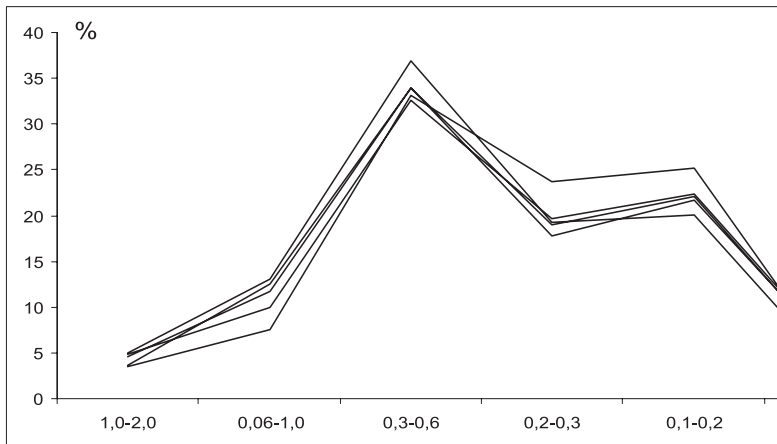
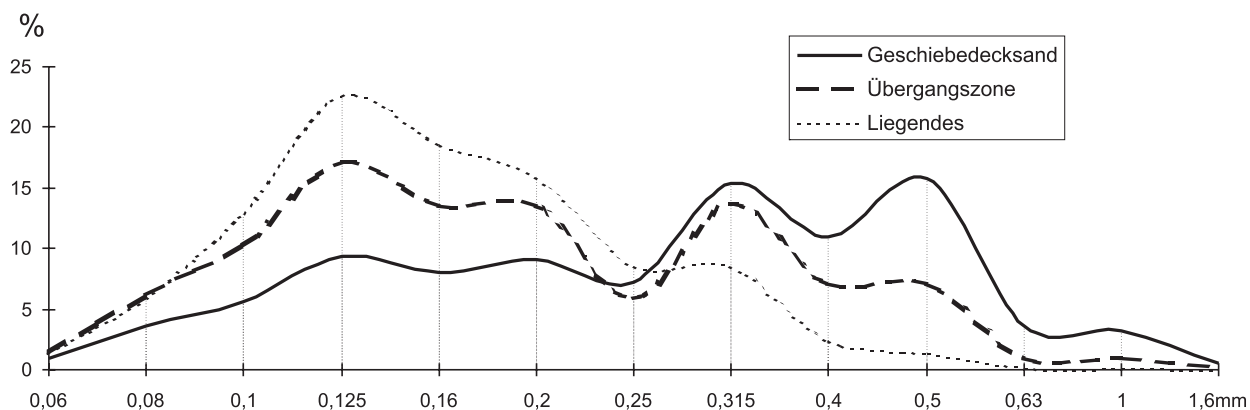


Abb. 4
Vergleich der Hauptkornfraktionen im dicht übereinander beprobten Bv-Horizont von Profil Prötzel

Fig. 4
A comparison of grain size distribution fractions in a densely sampled Bv-horizon as shown in Profile Prötzel

allgemeine Tendenz zur Mehrgipfligkeit, welche im mittleren Profilbereich (II Cv+ II C) mit zwei fast gleichen Maxima am stärksten ausgebildet ist. Sie markiert gleichzeitig eine Ver-

schiebung der Hauptkornfraktion vom Siebdurchgang von 0,12 mm in den gut sortierten liegenden glazifluviatilen Sanden auf 0,3 bzw. 0,5 mm im hangenden Geschiebedecksand.



Detailsierung der Sandfraktion in Einzelproben der periglazialen Deckserie am Beispiel von Profil Prötzel

Fig. 5

Detailed sand fractioning of individual periglacial covered samples as shown in Prötzel profile

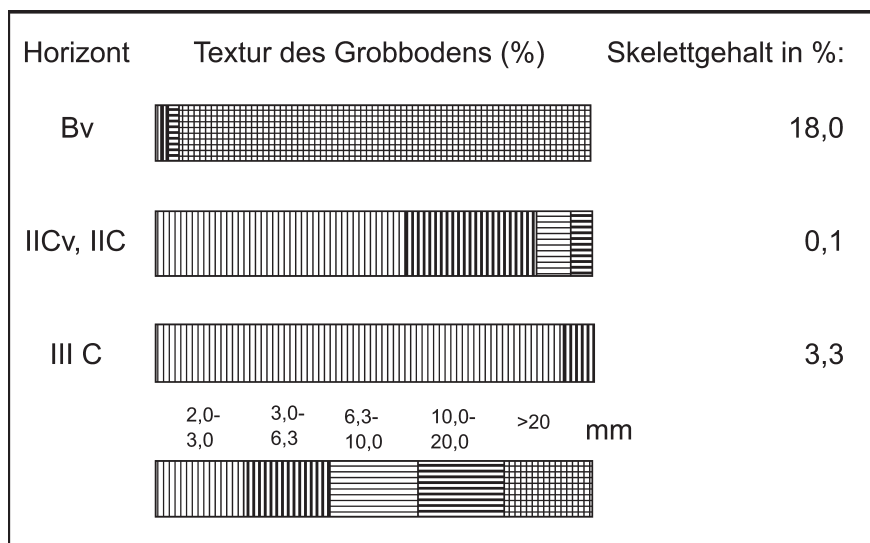


Abb. 6

Kornverteilung des Grobbodens in ausgewählten Abschnitten von Profil Prötzel

Fig. 6

Grain size distribution of coarse soil as depicted in selected sections in Profile Prötzel

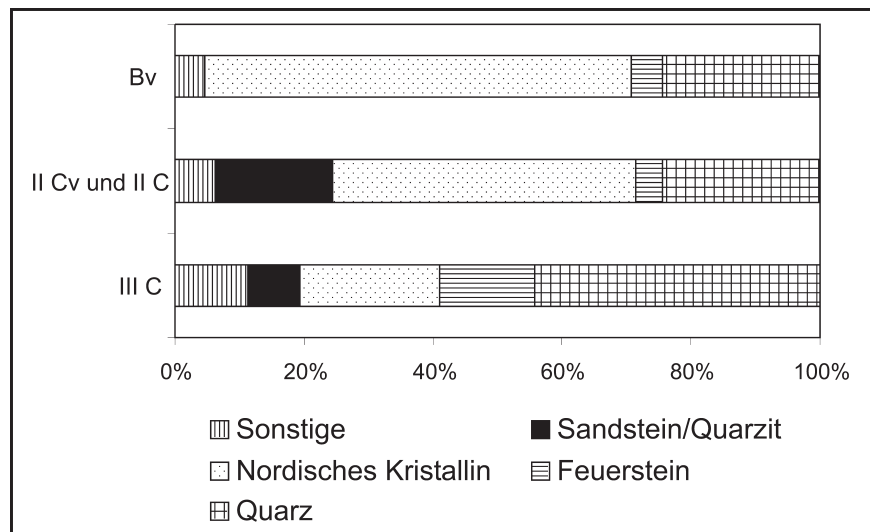


Abb. 7

Petrographische Zusammensetzung der 4-10 mm-Fractionen in Profil Prötzel

Fig. 7

Petrographical composition of 4-10 mm fraction in Profile Prötzel

Korngrößenanalysen des Grobbodens (Abb. 6) lassen im Geschiebedecksand neben seinem prinzipiell höheren Skelettgehalt auch eine vom Liegenden abweichende Kornverteilung des Kieses erkennen. Im Geschiebedecksand dominiert die Grobkiesfraktion (>20 mm), während das Skelett der unteren Profilabschnitte vom Feinkies (2-6,3 mm) bestimmt wird.

Petrographische Untersuchungen der Kiesfraktion 4-10mm wurden nach CEPEK (1980) durchgeführt. Sie lassen neben qualitativen Besonderheiten des Bv-Horizontes (Fehlen der Sandsteine und Quarzite) auch eine Dominanz des Nordischen Kristallins erkennen (Abb. 7). Mit Hilfe der Feuer-

stein- und Quarzgehalte können auch die beiden unteren Profilpartien lithologisch gut differenziert werden.

Die Schwermineralspektren der drei genannten Profilabschnitte unterschieden sich nicht signifikant (Abb. 8). Die größte Veränderung in ihrer Tiefenfunktion vollzieht sich bei den Granatgehalten, welche zum Liegenden hin abnehmen. Auffällig ist auch der höhere Schwermineralegehalt im Bv-Horizont (schriftl. Mitt. THIEKE 1996).

4.3 Diskussion der Deckseriengliederung

Resultierend lassen sich im Profil drei stratigraphische Einheiten ausweisen, welche durch Skelettanreicherungen voneinander getrennt werden. Die beiden oberen Lagen (Bv bzw. II Cv + II C) sind als eigentliche Periglazialglieder jeweils in sich homogen. Die untere besitzt eine wechselnde Körnung, welche allerdings keinen eindeutigen vertikalen Trend ihrer Korngrößenparameter erkennen lässt (glazifluviale Schichtung).

Faziell läßt sich der Bv-Horizont damit als Geschiebedecksand und eigenständiges Sediment einordnen, während die mittlere Profillage ebenfalls ein homogenes periglaziäres Sediment darstellt, welches der Übergangzone im Sinne von LEMBKE (1972) entspricht. Die Kiesanreicherung an der Basis der Übergangzone stellt eine Erosionsdiskordanz dar. Als verursachender periglaziärer Abtragungsprozess kommt auf den stärker geneigten Sandflächen vor allem Ablation im Sinne von LIEDTKE (1990) in Frage. Unmittelbar darunter setzt schon das glazifluviatile Liegende ein. Die Sande mit wechselnder Körnung unterhalb der Feinkiesanreicherung sind damit vollständig den glazialen Schmelzwasserablagerungen zuzuordnen.

Laterale periglaziäre Verlagerungsprozesse haben somit den Profilaufbau stärker als die kryogene Perstruktion geprägt. Deren Einwirkung kann nur für die starke interne Homogenisierung des Bv-Horizonts verantwortlich gemacht werden, möglicherweise unterlag vorangehend auch die Übergangzone einem derartigen Prozess. Die ähnlichen Schwermineralspektren sprechen für insgesamt kurze periglaziale Transportentfernungen. Die Übereinstimmung von Horizont- und Deckseriengrenzen gilt

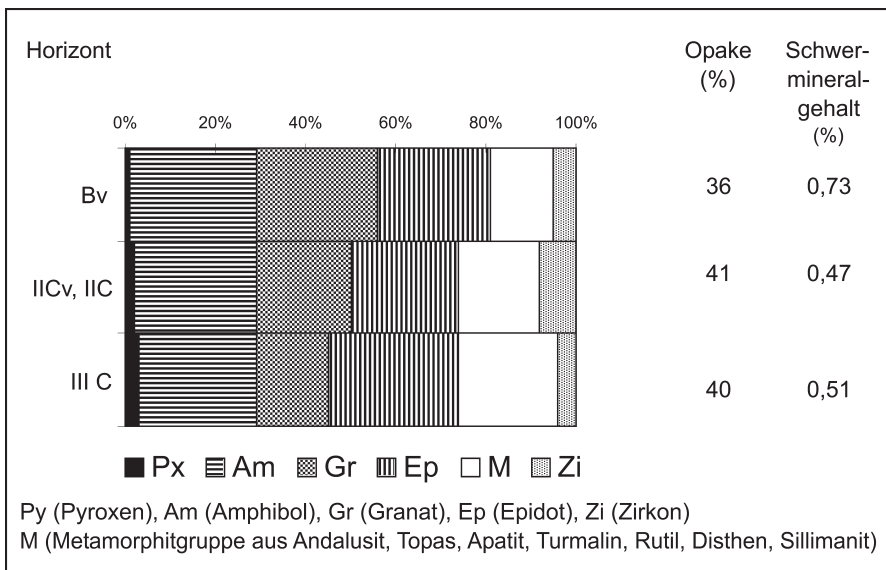


Abb. 8 Schwermineraluntersuchungen in Profil Prötzel (Fraktion 0,06-0,2mm)

Fig. 8 Heavy mineral examination on Profile Prötzel (Fraction 0,06-0,2mm)

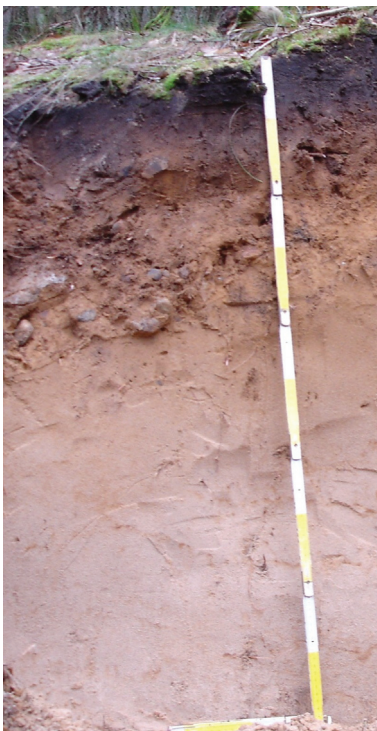


Abb. 9
Typische brandenburgische Sandbraunerde (Profil Hirschfelder Heide)

Fig. 9
A representative Brandenburg sandy Brown Earth in as shown in Profile Hirschfelder Heide

nur für den Bv-Horizont, während der Cv-Horizont keine derartige Bindung aufweist.

5. Hauptverwitterungszone und Oberboden (Profil Hirschfelder Heide)

Am Beispiel des anthropogen ungestörten Profils Hirschfelder Heide soll der obere Profilabschnitt einer typischen brandenburgischen Braunerde diskutiert werden. Die Hirschfelder Heide stellt eine klassische Niedertaulandschaft dar, welche vor allem von Kames geprägt wird (BUSSEMER 1994). Das nachfolgend detailliert analysierte Profil befindet sich am Mittelhang eines Kameshügels entlang der Chaussee von Tiefensee nach Prötzel (vgl. Abb. 1).

Der Kame besitzt nach unseren Bohrungen einen Feinsandkern, der schwache Kalkgehalte aufweist. Bei Grabungen im oberflächennahen Bereich wurde eine fleckhaft verbreitete dünne Ablationsmoräne im Hangenden der mächtigen Schmelzwassersande gefunden. In den zwischenliegenden Bereichen gehen die Schmelzwassersande über die Übergangzone in den skelett- und schluffreicheren Geschiebedecksand über. In diesen Mehrschichtprofilen sind Sandbraunerden entwickelt (Abb. 9). Wie in Profil Prötzel lässt sich auch hier eine Koinzidenz des Braunhorizonts mit dem Geschiebedecksand erkennen. Deutlich wird ebenfalls der Anstieg der Schluffgehalte, wobei die interne Texturhomogenität nicht so groß ist. An den Tongehalten wird ein Anstieg des Verlehmungsgrads in den Braunhorizont hinein erkennbar (Abb. 10).

+ 2-3 cm organische Auflage (Moder)

0-5 Ah – 7,5 YR 2,5/1, Krümelgefüge, stark durchwurzelt, initiale Kornpodsoligkeit.

5-15 Ah-Bv – 10 YR 3/3, stark durchwurzelt, Krümelgefüge, homogen, kalkfrei.

15-40 Bv – 10 YR 4/4, stark durchwurzelt, Einzelkorn- bis Krümelgefüge, kalkfrei.

40-50 II Cv – 10 YR 5/6, schwach durchwurzelt, Krümel- bis Einzelkorngefüge, kalkfrei.

50-100 sichtbare Tiefe C – 10 YR 6/6, sehr schwach durchwurzelt, Einzelkorngefüge, sehr schwache Bänderung, kalkfrei.

Hor.	Tiefe	Kronberg - Abszisse	Nesbitt Ordinate	Ton- SiO ₂ /R ₂ O ₃	Fed	Feo	Ton
Ah	05	0,98	0,43	2,91	0,23	0,08	1,5
Ah-Bv	10	0,98	0,42	2,18	0,21	0,05	2,8
Bv	20	0,98	0,43	2,21	0,12	0,04	3,1
Bv	30	0,98	0,44	2,43	0,12	0,02	3,0
II Cv	40	0,99	0,45	2,36	0,14	0,01	1,0
Cv	50	0,99	0,46	2,57	0,11	0,01	1,0
C	70	0,99	0,47	2,75	0,06	0,01	0,6

Hor.	Tiefe	pH	KAK	BS	C	N	C/N	KAK _{ton}	Bo.-art
Ah	05	3,5	10,1	4,5	2,0	0,1	20	205	Ss
Ah-Bv	10	4,0	4,5	0,0	0,4	0,1		111	Ss
Bv	20	4,2	2,9	0,0	0,2	0,0		70	Su2
Bv	30	4,4	1,7	0,0	0,1	0,0		45	Su2
II Cv	40	4,4	1,4	23,2	0,1	0,0			Ss
Cv	50	4,4	2,0	66,3	0,1	0,0			Ss
C	70	4,5	1,8	78,8	0,0	0,0			Ss

Die Abszissen- und Ordinatenwerte des Kronberg-Nesbitt-Indexes weisen den Braunhorizont zwar nur schwach, aber durchgehend als Hauptverwitterungszone aus (Abb. 9). Dem entsprechend sinken die pedogenen Eisenwerte (Fe_o, Fe_d) deutlich von oben nach unten ab. Als Anhaltspunkt für den Charakter des Verwitterungsprozesses gelten die Kieselsäure-Sesquioxidverhältnisse (LAATSCH 1954, S. 230). Der Quotient beider Verhältnisse im A- und B-Horizont (so genannte Profilcharakterzahl) ist mit 1,28 relativ eng und deutet damit auf eine Verbraunung hin.

Die bodenökologischen Parameter zeigen die für Braunerden charakteristischen Tiefenfunktionen an. Während pH-Wert und Basensättigung von oben nach unten ansteigen, weisen KAK sowie C- und N-Gehalte eine umgekehrte Tendenz auf. Insgesamt ist die Versauerung des Profils weit vorgeschritten, worauf die minimale Basensättigung im Bv-Horizont sowie die stark bis mäßig sauren pH-Werte (nach KOPP et al. 1982, S. 40) hinweisen. Die Kohlenstoffgehalte liegen auch in den Humushorizonten niedrig, entsprechen dabei aber dem Normalfall norddeutscher Sandböden (vgl. SIMON 1960, REUTER 1967). Das C/N-Verhältnis von 20 im Oberboden unterstützt die Humusformenansprache Moder.

Quantitative röntgenphasenanalytische Untersuchungen durch LUCKERT (2005) ergaben im Feinboden des gesamten Profils eine deutliche Quarzdominanz (Tab. 1). Darüber hinaus sind nur die in geringen Gehalten vorkommenden Feldspäte wie auch die Glimmer-Illitgruppe erwähnenswert. Der

Abb. 10 Makroskopische Beschreibung und Analytik von Profil Hirschfelder Heide
Fig. 10 Macroscopical description and analytical study on profile Hirschfelder Heide

Tab. 1 Mineralbestand des Feinbodens von Profil Hirschfelder Heide (< 2mm) nach LUCKERT (2005)

Tab. 1 Mineral composition of fine soil fraction in Profile Hirschfelder Heide (<2mm) acc. to LUCKERT (2005)

Probe	Labor-Nr.	Quarz	Kalifeldspat	Plagioklas	Calcit	Amphibol	Illit	Amorphe Phase
Ah	9247	75	4	4	0,5	0,5	7	9 *
Ah-Bv	9248	82	5	5	-	-	8	-
Bv	9249	83	4	5	-	-	8	-
Bv	9250	86,5	4	3	-	-	6,5	-
IICv	9251	86	3	4	-	-	7	-
Cv	9252	87	4	3	-	-	6	-
C	9253	88	2,5	3,5	-	-	6	-
C	9254	86,5	4	3,5	-	-	6	-

* - überwiegend organische Substanz

Tab. 2 Mineralbestand der Tonfraktion von Profil Hirschfelder Heide (< 0,002mm) nach LUCKERT (2005)

Tab. 2 Mineral composition of the clay fraction in Profile Hirschfelder Heide (<0,002mm) acc. to LUCKERT (2005)

Probe	Labor-Nr.	Kaolinit	Chlorit	Chlorit/ Verm.-ml	Vermiculit	Illit	Peakintensität (cps) ^a			Hb ^b	14,2 Å 7,1 Å
							14,2 Å	10,0 Å	7,1 Å		
Ah	9247	(+)	(?)	++	(?)	++	322	107	65	1,30	3,54
Ah-Bv	9248	(+)	(+)	++	(?)	++	445	90	105	1,78	3,43
Bv	9249	(+)	(+)	++	-	++	385	90	100	2,09	3,06
Bv	9250	+	(+)	++	(+)	++	1380	230	525	1,32	2,40
IICv	9251	+	(+)	++	+	++	975	280	450	1,02	1,61
Cv	9252	+	(+)	+	+	++	675	345	437	1,02	1,26
C	9253	+	(+)	+	+	++	438	312	280	0,79	1,13
C	9254	+	(?)	+	+	++	361	395	272	0,60	0,97

^a - Intensität der gemessenen Peakhöhe (in Impulsen/4 Sekunden) an Texturpräparaten nach Behandlung mit Ethylenglykol,

^b - Halbwertsbreite des 10 Å-Reflexes von Illit nach Behandlung mit Ethylenglykol,

Halbquantitative Bewertung: ++ - viel vorhanden; + - deutlich vorhanden;
(+) - gering vorhanden; (?) - möglicherweise in Spuren vorhanden

relativ gleichförmige Hintergrund begünstigt eine Prüfung auf tonmineralogische Besonderheiten (vgl. Tab. 2). Als wichtigste Gruppe können die Vertreter der Chlorit-Vermiculit-ml-Gruppe gelten, welche am ehesten pedogene Neubildungen anzeigen. Vor allem ihr Quotient aus den Peakhöhen bei 14,2 Å und 7,1 Å weist in seiner kontinuierlichen Abnahme zum Liegenden auf eine entsprechend verminderte Verwitterungsintensität hin (Tab. 2 rechts).

6. Diskussion der Befunde

Die fazielle Gliederung und Interpretation des sandigen Ausgangsgesteins der Braunerden bleibt trotz vieler neuerer Detailuntersuchungen weiterhin problematisch. Am Beispiel vom Profil Prötzel konnte jedoch exemplarisch demonstriert werden, dass auch das heutige feinstratigraphische Metho-

denspektrum bodengenetiche Grundaussagen erlaubt. So lässt sich der von LEMBKE (1972) postulierte dominante Schichtungscharakter der Periglazialfolge nachweisen. Im diskutierten speziellen Fall des sandigen Hochflächenperiglazials ist eine dreigliedrige Abfolge charakteristisch (vgl. auch BUSSEMER 2002, S. 84 ff.). Hier erscheint es auch plausibel, den nomenklatorischen Vorschlag LEMBKES (1972, S. 72) mit Geschiebedecksand inklusive Steinanreicherung, entschichteter Übergangszone und dem glazialen Untergrund beizubehalten. Letztgenannter wird in den sandigen Hochflächenprofilen gewöhnlich von geschichteten Schmelzwassersanden gebildet, die an der Obergrenze teilweise von einer Erosionsdiskordanz mit schwacher Kiesanreicherung abgeschlossen werden. Geschiebedecksand und einteilige Übergangszone sind jedoch jeweils intern sehr homogen ausgebildet. Somit erscheint es möglich, dass jede der Schichten

für sich postsedimentär durch kryogene Perstruktion im Sinne von Kopp homogenisiert wurde. Insgesamt wurde die Entwicklung der Deckserien stärker von periglaziärer Sedimentation als von kryogener Perstruktion geprägt.

Eine Prüfung der Beispielprofile auf ihren Verwitterungscharakter im Sinne genetischer Klassifikationen (LAATSCH 1954, KUNDLER 1962, KOPP et al. 1969) bestätigte die makroskopische Profilsprache eines Braunhorizonts mit (starker) Verbraunung und (schwacher) Verlehmung. Mittels hochauflösender mineralogischer Methoden lassen sich Tonmineralneubildungen erkennen (Luckert 2005). Die Profilcharakterzahl >1 deutet auf eine initiale Entwicklung in Richtung Podsolierung hin.

Die aktuelle bodenkundliche Kartieranleitung der geologischen Landesämter (AG BODEN 2005, S. 215) stellt der Braunerdegliederung einen Verweis auf die zentrale Rolle von Verbraunung und Verlehmung voran. Im Weiteren verlangt sie in der Tradition ihrer Vorgänger (AG BODEN 1982, 1994) als wichtigstes Kriterium für eine Braunerde die Erfüllung der Anforderungen an einen (diagnostischen) Bv-horizont. Deren Gültigkeit darf jedoch bei mehrschichtigen Böden ignoriert werden, was selbst für die gleichförmigen Sandebenen Brandenburgs als Regelfall nachgewiesen werden konnte (s. o.). Trotzdem besitzt das Typusprofil Hirschfelder Heide alle diagnostischen Eigenschaften eines Bv-Horizonts. Seine Farbwerte liegen im Bv-Horizont bis zu drei Farbstufen intensiver als im Ausgangsgestein. Die Kationenaustauschkapazität der Tonfraktion liegt durchgehend weit über dem Grenzwert von 25 (vgl. Abb. 8). Trotz des allgemein sandigen Profilcharakters kommt es in der unmittelbaren Hauptverwitterungszone zu einem Wechsel in der Bodenartenuntergruppe Richtung schwach schluffigem Sand (Abb. 8). Zum Gehalt an verwitterbaren Mineralien liegen im Verwitterungshorizont von Profil Hirschfelder Heide keine Werte vor. In Prötzel wurden für den Bv-Horizont 6% ermittelt (schriftl. Mitt. LUCKERT 1999), was deutlich über dem Mindestgehalt von 3% liegt. Mit dem Krümelgefüge ließ sich eine pedogene Gefügebildung nachweisen, die sich schon makroskopisch deutlich vom Ausgangsgestein (Einzelkorngefüge) abhebt.

Die beschriebenen Typusprofile repräsentieren somit aufgrund ihres spezifischen Verwitterungshorizonts Braunerden im Sinne der wichtigsten deutschen Klassifikationen (LAATSCH 1954, MÜCKENHAUSEN 1959, KOPP et al. 1969), speziell als Subtyp der (Norm-)braunerde nach (AG BODEN 1994, S. 188). In der beschriebenen basenarmen Variante würden sie nach MÜCKENHAUSEN (1959) traditionell als podsolige Braunerde klassifiziert werden. Einen selektiveren Vorschlag enthält die bodenkundliche Kartieranleitung (AG BODEN 1994, S. 191) mit der Ausweisung als Dysbraunerde auf Varietätenniveau. Die minimale Podsoligkeit kann dann auf Subvarietätenebene hinzugefügt werden.

7. Ausblick vor dem Hintergrund der internationalen Bodenklassifikation

Nach der internationalen Klassifikation (FAO-UNESCO 1997, WRB 1998) wird in diesen exemplarischen Fällen norddeutscher Sand-Braunerden kein diagnostischer *Cambic* Horizont als mögliche Qualifikation für die Referenz-Bodengruppe der *Cambisols* erreicht. Gewöhnlich scheitert diese Einstufung schon an der relativ sandigen Körnungsart im Verwitterungshorizont. Folgerichtig müssen viele brandenburgische Braunerden der Gruppe der *Arenosols* zugeschlagen werden (als *Cambic Arenosols*). Das hat zur Folge, dass in einer Kartierung nach dieser Systematik die klassischen Braunerden in ihrer Typusregion auf großen Flächen als Normboden ausfallen. Bodensystematisch und vor allem standortsökologisch erscheint es jedoch verwirrend, dass Ramanns moderat verwitterte Typusböden der Laub- und Mischwaldzone auf diese Weise gemeinsam mit einem großen Teil der Wüsten- und Halbwüstenböden geführt werden.

8. Danksagung

Die Herren Dr. H. U. Thieke und Dipl.-Geol. Joachim Luckert (beide LBGR Kleinmachnow) untersuchten dankenswerterweise den Mineralbestand von Profil Prötzel mittels Schwermineral- und Röntgenphasenanalyse. Für die bodenchemische Analytik von Profil Hirschfelder Heide danke ich den nachfolgend genannten Damen und Herren der Universitäten München und Greifswald sehr herzlich: Die Gesamtgehalte der Hauptelemente wurden von Frau G. Liebenow und Herrn Dr. J. Eidam (Geologie Greifswald) durchgeführt. Frau cand.-geogr. Simone Wegener (Geographie Greifswald) führte die C/N-Analysen durch. Herr Dr. Thomas Mayer, Frau Dipl.-Geogr. Monika Baumgärtel, Frau Karin Meisburger und Frau A. Ambrosch (alle Geographie München) übernahmen die übrigen Analysen.

Zusammenfassung

100 Jahre nach der ersten Beschreibung von Braunerden nahe Eberswalde durch Ramann wird der aktuelle Kenntnisstand in der brandenburgischen Typusregion diskutiert. Am Beispiel zweier Profile wird versucht, die periglazialmorphologischen und bodengenetischen Ansätze von KOPP & JÄGER (1972), KUNDLER (1962) und LEMBKE (1972) zu diskutieren, zu vertiefen und zu integrieren. Vor diesem Hintergrund erfolgt ein Vergleich der bodensystematischen Stellung von Braunerden in deutschen und internationalen Klassifikationen.

Summary

100 years after the first description of Brown Earths (Braunerden), then carried out by Ramann in the vicinity of Eberswalde, the actual knowledge is hereby being addressed. An attempt will be made to discuss, to deepen and to integrate the periglacial geomorphological and soil genetic approach taken by KOPP & JÄGER (1972), KUNDLER (1962) and LEMBKE

(1972) by means of analysis on two representative soil sections. With this information, a comparative soil systematic understanding of the Brown Earths and their positioning in German and in International soil classification systems shall emerge.

Literatur

- AG BODEN (1982): Bodenkundliche Kartieranleitung (KA 3), 3. Aufl., 334 S., Hannover
- AG BODEN (1994): Bodenkundliche Kartieranleitung (KA 4), 4. Aufl., 392 S., Hannover
- AG BODEN (2005): Bodenkundliche Kartieranleitung (KA 5), 5. Aufl., 438 S., Hannover
- BARSCH, H., BILLWITZ, K. & E. SCHOLZ (1984): Labormethoden in der Physischen Geographie. - 160 S., Gotha (Haack)
- BORK, H.-R., H. BORK, C. DALCHOW, B. FAUST, H.-P. PIORR & T. SCHATZ (1998): Landschaftsentwicklung in Mitteleuropa. - 328 S., Gotha (Klett-Perthes)
- BUSSEMER, S. (1994): Geomorphologische und bodenkundliche Untersuchungen an periglaziären Deckserien des Mittleren und Östlichen Barnim. - In: Berl. Geogr. Arb. 80, 150 S., Berlin
- BUSSEMER, S. (2002): Periglacial cover-beds in the young moraine landscapes of northern Eurasia. - Z. Geomorph. N. F., Suppl.-Bd. 127, S. 81-105, Berlin
- CEPEK, A. G. (1981): Fachbereichsstandard Geologie, Stratigraphische Skala der DDR, TGL 25234/07 – Quartär. - Ministerium für Geologie, Berlin
- FAO-UNESCO (1997): FAO-UNESCO Soil Map of the world - Revised Legend. - ISRIC Wageningen
- KOPP, D. (1965): Die periglaziäre Deckzone (Geschiebedecksand) im nordostdeutschen Tiefland und ihre bodenkundliche Bedeutung. - Ber. geol. Ges. DDR, 10, S. 739-771, Berlin
- KOPP, D. (1970): Periglaziäre Umlagerungs- (Perstruktions-) zonen im nordmitteleuropäischen Tiefland und ihre bodengenetische Bedeutung. - Tag.-Ber. Dt. Akad. Landwirtsch.-Wiss. Berlin, 102, S. 55-81, Berlin
- KOPP, D. et al. (1969): Ergebnisse der forstlichen Standortserkundung in der Deutschen Demokratischen Republik. - 141 S., Potsdam
- KOPP, D. & K.-D. JÄGER (1972): Das Perstruktions- und Horizontprofil als Trennmerkmal periglaziärer und extraperiglaziärer Oberflächen im nordmitteleuropäischen Tiefland. - Wiss. Ztschr. Univ. Greifswald, math.-nat. Reihe, 21, S. 77-84, Greifswald
- KOPP, D., JÄGER, K.-D. & M. SUCCOW (1982): Naturräumliche Grundlagen der Landnutzung am Beispiel des Tieflandes der DDR. - 339 S., Berlin (Akademie-Verl.)
- KRONBERG, B. I. & H. W. NESBITT (1981): Quantification of weathering, soil geochemistry and soil fertility. - Journal of Soil Science, 32, S. 453-459, Oxford
- KUBIENA, W. (1953): The Soils of Europe. - 392 S., London (Thomas Murby & Co.)
- KUNDLER, P. (1957): Zur Charakterisierung und Systematik der Braunen Waldböden. - Zeitschrift für Pflanzenern., Düngung, Bodenk. - 78, S. 209-232, Weinheim
- KUNDLER, P. (1962): Zur Systematik der Übergangsbildungen zwischen Braunerden und Podsolen. - Albrecht-Thaer-Archiv, 6, S. 111-117, Berlin
- LAATSCH, W. (1954): Dynamik der mitteleuropäischen Mineralböden. - 277 S., Dresden (Steinkopff)
- LEMBKE, H. (1972): Die Periglazialerscheinungen im Jungmoränengebiet der DDR. - Wiss. Ztschr. Univ. Greifswald, Math.-Nat. Reihe, XXI, S. 71-76, Greifswald
- LIEDTKE, H. (1990): Abluale Abspülung und Sedimentation in Nordwestdeutschland während der Weichsel- (Würm-) Eiszeit. - In: H. Liedtke (Hrsg.): Eiszeitforschung. - S. 261-270, Darmstadt (Wissenschaftl. Buchgesellschaft)
- LUCKERT, J. (2005): Röntgenphasenanalytische Ergebnisse des Profils Hirschfelder Heide. - LBGR, Kleinmachnow (unveröff.)
- MÜCKENHAUSEN, E. (1959): Die wichtigsten Böden Deutschlands. - 146 S., Frankfurt (M) (Kommentator)
- NITZ, B. (1965): Windgeschliffene Geschiebe und Steinsohlen zwischen Fläming und Pommerscher Eisrandlage. - Geologie 14, S. 686-698, Berlin
- RAMANN, E. (1905): Bodenkunde. - 431 S., Berlin (Springer)
- REUTER, G. (1967): Gelände- und Laborpraktikum der Bodenkunde. - 126 S., Berlin (Deutscher Landwirtschaftsverl.)
- RIEK, W. & F. STÄHR (2004): Eigenschaften typischer Waldböden im Nordostdeutschen Tiefland unter besonderer Berücksichtigung von Brandenburg. - Eberswalder Forstliche Schriftenreihe, XIX, 180 S., Eberswalde
- SCHLICHTING, E., H.-P. BLUME & K. STAHR (1995): Bodenkundliches Praktikum. - 295 S., Berlin (Blackwell)
- SCHMIDT, R. (1996): Bodenregion der Jungmoränenlandschaften in Mecklenburg-Vorpommern und Brandenburg. - In: H.-P. BLUME et al. (Hrsg.): Handbuch der Bodenkunde. - S. 22-35, Landsberg (Ecomed)

SCHULZ, H. (1956): Der Geschiebedecksand als spätglaziale Wanderschuttdecke im brandenburgischen Alt- und Jungmoränenengebiet. - Petermanns Geogr. Mitt. 100, S. 16-28, Gotha

SIMON, W. (1960): Sandige Ackerböden. - 601 S., Berlin (Deutscher Landwirtschaftsverl.)

TAVERNIER, R. & G. D. SMITH (1957): The concept of Braunerde (Brown forest soil) in Europe and the United States. - Advances in Agronomy 9, S. 217-289, New York

van REEUWIJK, L. P. (Hrsg.) (1992): Procedures for soil analysis. - Technical Paper No. 9., ISRIC, Wageningen

WRB (1998): World Reference Base for Soil Resources. - World Soil Resources Report 84, 79 S., Rom

Anschrift des Autors:
Prof. Dr. Sixten Bussemer
Lehrstuhl Geoökologie und Bodengeographie,
Institut für Geographie und Geologie der Universität Greifswald,
F. - L. - Jahnstr. 16
D-17489 Greifswald