

**Genese einer linearen Hohlform auf Carbonatgestein im nördlichen
Hildesheimer Wald – unter besonderer Berücksichtigung der
Ausprägung periglazialer Lagen und der holozänen Pedogenese**

Moritz Sandner, Jasmin Karaschewski, Jan-Philip Dieck & Nico Herrmann

Zusammenfassung

Der vorliegende Beitrag befasst sich mit der Untersuchung einer etwa 250 m langen Grabenhohlform im nordöstlichen Hildesheimer Wald, deren Entstehung bislang nicht geklärt wurde. Die rinnenartige Struktur ist in einem Trockental auf Gesteinen des Unteren Muschelkalks angelegt. Der nicht immer in der Tiefenlinie des Trockentals verortete Verlauf und die Steilwandigkeit der etwa 3-4 m breiten und ca. 1,5 m tiefen Grabenstruktur stellen eine rein natürliche Entstehung in Frage. Ziel ist es, mit bodengeographischen Feldmethoden ein mögliches Entstehungsszenario zu erarbeiten. Für die Beantwortung werden periglaziale Deckschichten der Mittelgebirge und die Bodenentwicklung seit dem Holozän als Zeugen für Klima und Prozessabläufe genutzt. Es werden damit geomorphologisch wirksame Abläufe an den Hängen und in der Tiefenlinie des Tales rekonstruiert sowie in eine Abfolge eingeordnet. Zur Untersuchung der zeitlichen und genetischen Entwicklung, wurde, ausgehend von den Rahmenhöhen des Trockentals, ein Talquerschnitt anhand von 7 Bodenprofilen erarbeitet. Dabei wurde auch die rinnenartige lineare Hohlform mittels einer Schlitzung gequert. Feldmethodische Boden- und Sedimentansprachen erlauben eine detaillierte Rekonstruktion der Genese. Die Entstehung des Trockentals mit der rinnenartigen Hohlform lässt sich in 5 Phasen gliedern: 1) bis zum Ende des Spätpleistozäns Bildung von Basis- und Hauptlage, 2) Holozäne Bodenbildung innerhalb der Hauptlage (Para-/Braunerden), 3) Teilweise Erosion der Hauptlage in der Tiefenlinie, 4) Verfüllung der Tiefenlinie mit Solumsediment, 5) Einschneiden der rinnenartigen Hohlform im Sinne eines Hohlweges durch Solumsediment, periglaziale Lagen und holozäne Böden hindurch sowie anschließende Aufgabe des Weges und Verfall der Struktur. Die Entstehung des Hohlweges lässt sich anhand von Proxydaten (historische Karten, Gronauer Stieg) mit großer Wahrscheinlichkeit zeitlich ins Spätmittelalter bis frühe Neuzeit stellen.

Schlüsselwörter: Periglaziale Lagen, Carbonatgestein, Hohlweg, geomorphodynamische Teilaktivität, Bodenerosion, Holozän

Summary

This paper presents research on a gully in the NE of the 'Hildesheimer Forest' with a length of approximately 250 m and a previously unknown genesis. The gully is located within a dry valley on carbonate rock of the Lower Muschelkalk. Because the 3-4 m wide and 1,5 m deep gully has steep walls and does not strictly follow the bottom of the valley, a purely natural origin is questionable. The objective here is to work out a possible scenario of the gully's development with soil geographical field methods. Periglacial cover beds of the Central German Uplands and Holocene soil development are used as indications of changes in the climate as well as the dominant processes. On this basis, the past geomorphodynamic activities on the slopes and the bottom of the valley are reconstructed in sequence. For research on the temporal and genetic development, seven soil profiles along the dry valleys crosssection, beginning with its frame height, are acquired. The gully itself is slit through. Identification of soil and sediment characteristics in the field allow a detailed reconstruction of the genesis. The development of the dry valley can be divided into five phases: 1) late pleistocene development of Basal and Upper periglacial cover beds, 2) Holocene soil development within the Upper periglacial cover bed

(Luvisols/Cambisols), 3) partial erosion of the Upper periglacial cover bed within the bottom of the valley, 4) filling of the valley bottom with solum sediment, 5) increasing deepening of a hollow-way, resulting in the development of the gully by cutting through solum sediment, periglacial cover beds and Holocene soils, subsequently leading to its abandonment and the decay of the structure. Based on these results and additional proxy data (historic maps, 'Gronauer Stieg'), the origin of the gully lies most likely in the late Middle Ages till early Modern Period.

Keywords: periglacial cover beds, carbonate rock, gully, geomorphodynamic partial activity, soil erosion, Holocene

1 Einleitung

Im Zentrum der Untersuchungen steht eine etwa 250 m lange Grabenhohlform im nordöstlichen Hildesheimer Wald, deren Entstehung bislang nicht geklärt wurde. Die rinnenartige Struktur ist in einem Trockental angelegt. Der nicht immer in der Tiefenlinie des Trockentals verortete Verlauf und die Steilwandigkeit der etwa 3-4 m breiten und ca. 1,5 m tiefen Grabenstruktur stellen eine rein natürliche Entstehung in Frage (zur Lage vgl. Abb. 1). Aufgrund dieser Merkmale wurde die Rinne in der ersten Geländeprospektion als Hohlweg angesprochen.

Die Untersuchung soll die Frage nach der Genese dieser linearen Hohlform beantworten. Ziel ist es, mit bodengeographischen Feldmethoden ein mögliches Entstehungsszenario zu erarbeiten.

Die periglazialen Deckschichten (Lagen) der Mittelgebirge und die Bodenentwicklung seit dem Holozän stellen in ihrer Rolle als Zeugen für Klima und Prozessabläufe geeignete Indikatoren für die Genese des untersuchten Tales und der Grabenstruktur dar (vgl. KLEBER 1992 und VÖLKELE et al. 2002). Mit diesen Untersuchungsgegenständen werden geomorphologisch wirksame Abläufe an den Hängen und in der Tiefenlinie des Tales rekonstruiert und in eine zeitliche Abfolge eingeordnet.

2 Einordnung des Untersuchungsgebietes

2.1 Geographische Einordnung

Das Untersuchungsgebiet befindet sich im Südteil des, von BARTELS (1967a) als „Giesener Sattel“ bezeichneten, nordöstlichen Gebirgsausläufers des Hildesheimer Waldes, innerhalb des Naturschutzgebietes „Finkenberg/Lerchenberg“ (Abb.1). Etwa 150m nördlich der untersuchten linearen Hohlform verläuft der „Gronauer Stieg“ (LBEG 2014a, TK 10). Dieser alte Handelsweg zwischen Hildesheim und Gronau hat möglicherweise bereits im Spätmittelalter bestanden und ist in zahlreichen historischen Karten abgebildet (Topogr. Atlas d. Kgr. Hann. u. d. Herzogtums Braunsch. v. A. Papen 1841 vgl. LGN 1999 und Buchdeckel der SCHRIFTEN DER PAUL-FEINDT-STIFTUNG 2010, Gaußsche Landesaufnahme 1827-1839 vgl. LGN 2002, REICHSAMT FÜR LANDESAUFNAHME 1939).

2.2 Geologische Einordnung

Das untersuchte Trockental mit der Grabenhohlform ist in der Triasfolge des Hildesheimer Waldes angelegt. Den geologischen Untergrund im untersuchten Talabschnitt (Oberlauf) stellen Gesteine des Unteren Muschelkalks (Unterer Wellenkalk und Mittlerer Wellenkalk) dar (vgl. Abb. 1; LBEG 2014c und LBEG 2014b). Das Trockental entwässert in westlicher Richtung und durchläuft dabei im Unterlauf Einheiten des Oberen Buntsandsteins (Abb. 1, vgl. LBEG 2014a und 2014c). Zur terminologischen Vereinfachung wird das Ausgangsgestein des Gebietes in dieser Arbeit als Unterer Muschelkalk bezeichnet (vgl. Abb. 1, LBEG 2014b:127, LBEG 2014c). Weiterhin wird bei der Ansprache der carbonatischen Gesteine auf eine differenziertere Unterscheidung auf Grundlage des Carbonatgehaltes, in Kalkstein, mergeligen Kalkstein, Mergelkalk etc., verzichtet und stattdessen vereinfachend der Terminus Carbonatgestein verwendet.

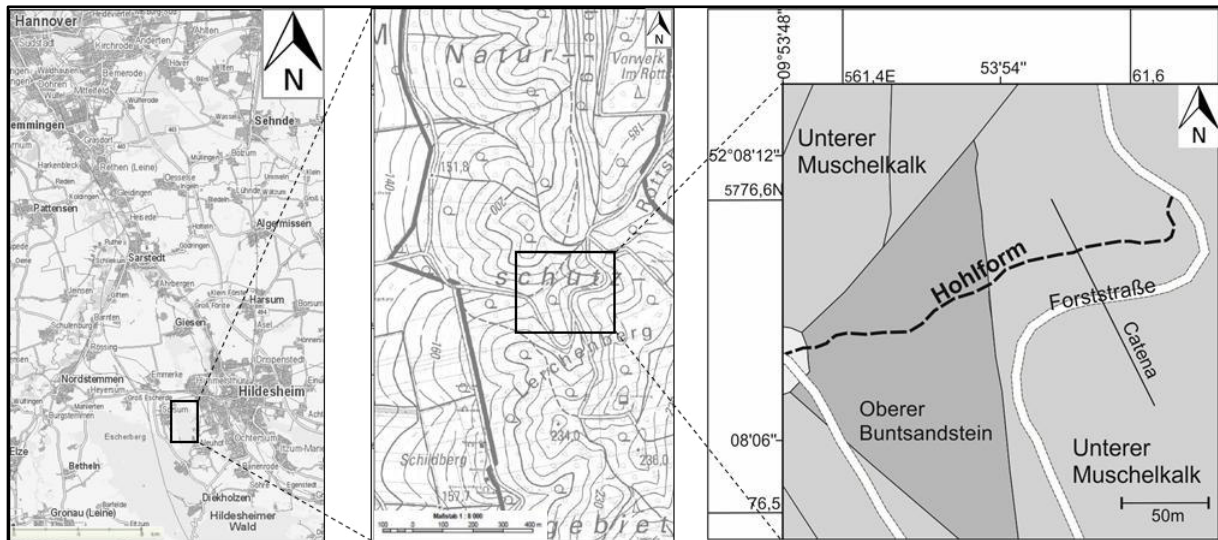


Abb. 1: Lage, Topographie und Geologie des Untersuchungsgebietes (eigene Darstellungen, Kartengrundlage: links und Mitte: LBEG 2014a, verändert; rechts: LBEG 2014c, vgl. LBEG 2014b).

3 Periglaziale Lagen im Untersuchungsgebiet

Die Bodenausgangssubstrate der europäischen Mittelgebirge sind im Periglazialgebiet der Weichselkaltzeit in Deckschichten (Lagen) gegliedert (SEMME & TERHORST 2010:120).

Tab. 1: Schematisierte Gliederung und Eigenschaften periglazialer Lagen angepasst auf Themenstellung und Untersuchungsgebiet (nach: SEMME 1968, VÖKEL et al. 2002, SAUER 2004, AD-HOC-AG BODEN 2005, SEMME 2008, SEMME & TERHORST 2010, BULLMANN 2010, MÜLLER 2011, KLEBER & TERHORST 2013).

Bezeichnung	wesentliche Substrat-eigenschaften	dominierende Entstehungsprozesse	Position/Vorkommen	diagnostische Merkmale
Oberlage (LO)	Gesteinsschutt	Kryoklastik; Solifluktion	(selten) unterhalb von Festgesteinsausbissen	steinig; sandig; sehr geringer Schluffanteil
Hauptlage (LH)	Löss; Solifluktionsschutt	Lössablagerung; Solifluktion	der Mittel- oder Basislage aufgelagert; ubiquitär	hoher Schluffanteil (äolische Komponente); eingearbeitetes unterlagertes Material
Mittellage (LM)	Lössderivat; Solifluktionsschutt	Solifluktion; Lössablagerung	der Basislage aufgelagert; nur in geschützten Relief- positionen erhalten	eingeschaltete Gesteinsfragmente; meist hoher Lössanteil (Lösslehm/Lössderivat)
Basislage (LB)	Solifluktionsschutt	Kryoklastik; Solifluktion	dem Festgestein aufgelagert; ubiquitär	frei von äolischen Beimengungen; gefälleparallele Einregelung des Skeletts

Diese Deckschichten stellen regelhaft das Ausgangssubstrat der holozänen Bodenbildung dar (vgl. KLEBER & TERHORST 2013, zur Situation im Hildesheimer Wald vgl. BARTELS 1967a und 1967b). Einen Überblick zur Charakterisierung von periglazialen Deckschichten gibt Tabelle 1.

Die Verbreitung und Eigenschaften von periglazialen Lagen (vgl. Tab. 1) und der darin entwickelten Böden sind geeignet, um ein Akkumulations- und Erosionsgeschehen chronologisch zu gliedern (vgl. u.a. THIEMEYER 1988, KLEBER 1992, SEMME 1993, SEMME 1996, VÖKEL et al. 2002, STOLZ & GRUNERT 2010). Ein im Holozän ungestörtes und damit erosiv unbeeinflusstes Areal zeigt eine flächenhafte Verbreitung von periglazialen Lagen und eine oberflächenparallel orientierte Abfolge von Bodenhorizonten in diesen Lagen (vgl. u.a. STOLZ & GRUNERT 2010, KLEBER & TERHORST 2013). Eine erosive Beeinflussung ist durch Kapung von Substrat- und Horizontabfolgen charakterisiert (vgl. u.a. THIEMEYER 1988, BORK et al. 1998, DOT-

TERWEICH 2008). Diese Abtragung kann als flächenhafte Erosion und/oder als lineare Zerschneidung vorliegen (vgl. BORK et al. 1998, DOTTERWEICH 2008). Eine akkumulative Überprägung von Pedonen ist durch begrabene (fossile) Bodenhorizonte unter Solumsediment zu identifizieren (vgl. BORK et al. 1998). Dieser vereinfacht dargestellte Zusammenhang wird genutzt, um eine chronologische Gliederung der Reliefentwicklung zu erarbeiten.

4 Quasinatürlicher Formenschatz: Hohlwege und deren Entstehung

Aufgrund der eingangs erwähnten Ansprache der untersuchten rinnenartigen Hohlform als Hohlweg während der ersten Geländeprospektion (vgl. Kap. 1), soll im Folgenden ein kurzer Überblick zur Entstehung dieser anthropogenen Reliefelemente gegeben werden.

Hohlwege sind lineare, „durch die Wegeerosion entstandene, künstliche Eintiefungen“ (LINKE 1963: 315). Die Genese ist an verschiedene Faktoren gebunden. Dabei ist zunächst nach ROHDENBURG (1970, 1971, 1989) zwischen Zeiten geomorphodynamischer Stabilität (vorwiegend Bodenbildung, sehr geringe Abtragung) und Aktivität (vorwiegend Abtragung, kaum/keine Bodenbildung) zu unterscheiden. In Stabilitätsphasen verhindert eine intakte Vegetationsbedeckung großflächige Umlagerungsprozesse. Es dominiert Bodenbildung. Dieser Systemzustand war über weite Zeiträume des Holozäns realisiert (BORK et al. 1998:18). Die holozäne geomorphodynamische Stabilitätsphase wurde jedoch in Mitteleuropa schon früh durch menschliche Eingriffe (v.a. Rodung, Ackerbau) gestört. Das Geosystem wurde damit in eine anthropogen induzierte geomorphodynamische Teilaktivitätsphase überführt (BORK et al. 1998:18). Auf vegetationsfreien Flächen konnte und kann Erosion stattfinden (BORK et al. 1998:22). Im thematischen Zusammenhang mit der geomorphodynamischen Teilaktivität steht der durch MORTENSEN (1976) definierte Begriff der „quasinatürlichen“ Prozesse. Demnach folgt ein zunächst anthropogen induzierter Prozessablauf anschließend natürlichen Gesetzmäßigkeiten (MORTENSEN 1976:275, vgl. SEMMEL 1996: 31ff.).

In wie weit klimatisch wechselnde Verhältnisse für den Ausprägungsgrad der Erosion verantwortlich sind, wird kontrovers diskutiert (vgl. u.a. BORK et al. 1998, STANKOVIANSKY 2003, DOTTERWEICH 2008, DREIBROTH et al. 2010, DOTTERWEICH et al. 2012). Häufig korrelieren Phasen intensiver Landnutzung mit Phasen hoher Erosionsdynamik, die sich in Gully-Bildung äußern kann (STANKOVIANSKY 2003:232, DOTTERWEICH 2008:199f., vgl. auch DREIBROTH et al. 2010, THIEMEYER 1988). Ebenso bestehen Wechselwirkungen zwischen Klima und Landnutzung in Bezug auf Erosionsprozesse, da davon ausgegangen werden kann, dass Starkniederschlagsereignisse auf vegetationsfreien Flächen verstärkt wirken können (DREIBROTH et al. 2010:80ff., DOTTERWEICH et al. 2012:181).

Auf regelmäßig frequentierten, unbefestigten Wegen / Straßen wird die Vegetation schon nach wenigen Überfahrten zerstört, sodass besonders die Splash-Erosion bei Niederschlagsereignissen effektiv wirken kann und Abspülungsprozesse zum Tragen kommen (GROTE 2008:80f.). Der lineare Verlauf von Wegen begünstigt Wassererosion (GROTE 2008:80). Hohlwege sind, aufgrund des leicht erodierbaren Substrates, vorwiegend in lössbedeckten Mittelgebirgsregionen Zentraleuropas zu finden (u.a. EWALD 1996, AMBOS & KANDLER 1999, LANG 2003, GROTE 2008, vgl. auch BORK 1982, THIEMEYER 1988, BORK et al. 1998, STANKOVIANSKY 2003, DOTTERWEICH 2008). In Nicht-Lössgebieten (beispielsweise in Teilen des Pfälzer Waldes, westlicher Steigerwald) ist die Ausbildung von Hohlwegen seltener und von wesentlich geringerer Ausprägung (RÖSNER & TÖPFER 1999, FÖRSTER 2012).

Hohlwege sind also quasinatürliche, lineare Hohlformen, deren Genese auf ein anthropogenes Entstehungsmoment durch Störung der schützenden Vegetationsdecke zurückzuführen ist. Begünstigt wird ihre Genese durch Niederschläge, sowie leicht erodierbare Substrate wie Löss (AMBOS & KANDLER 1999:17).

5 Material und Methoden

Zur Untersuchung der zeitlichen und genetischen Entwicklung, wurde eine doppelte Catena von Untersuchungsprofilen in dem Trockental mit der rinnenartigen linearen Hohlform angelegt (vgl. Abb. 2). Ausgehend von den Rahmenhöhen des Trockentals wurden Profilstandorte am Nordhang (Profile 1, 2 und 3) und Südhang (Profile 7 und 6), jeweils bis zum Unterhang ausgewählt. Die Profiltiefen variierten dabei zwischen ca. 1m bis über 3m, je nach Mächtigkeit von Boden und periglazialen Lagen.

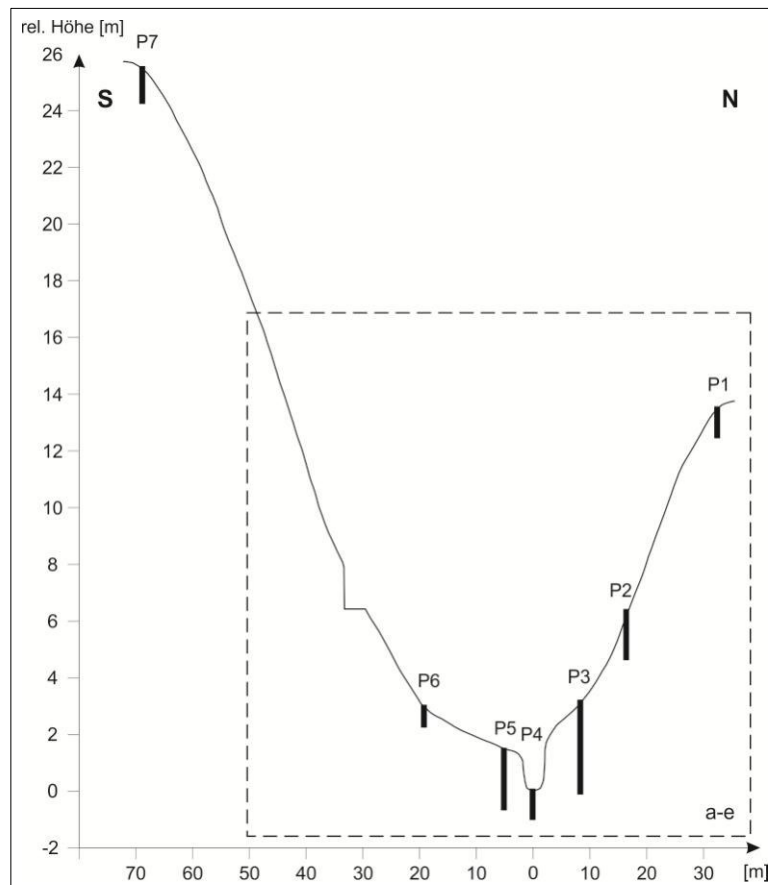


Abb. 2: Schematisierte Position der Bodenprofile und Reliefsituation entlang des untersuchten Transekts im nordöstlichen Hildesheimer Wald (Darstellung 5-fach überhöht; der Rahmen zeigt die Position der Detaildarstellungen in den Abb. 6 und 7).

In der Tiefenlinie des Trockentals wurde schließlich eine Querschlitzung so angelegt, dass auch die rinnenartige lineare Hohlform gequert wird (Profile 4 und 5). Die beiden Catenen stellen zusammen mit der Schlitzung in der Tiefenlinie des Trockentals ein Transekt dar (vgl. Abb. 2).

Die Profilansprachen wurden nach AD-HOC-AG BODEN (2005) durchgeführt. Neben Angaben zur Aufnahmesituation wurden folgende **bodenkundliche Parameter** aufgenommen:

- Farbe (MUNSELL 1975) und Humusgehalt (AD-HOC-AG BODEN 2005⁵:110f.),
- Gefüge und Durchwurzelung (AD-HOC-AG BODEN 2005⁵:116ff., 129),
- Fein- und Grobbodenart (AD-HOC-AG BODEN 2005⁵:142ff., 150),
- Carbonatgehalt mit 10%iger HCl-Lösung (AD-HOC-AG BODEN 2005⁵:169),
- faziesneutrale Beschreibung periglazialer Lagen (AD-HOC-AG BODEN 2005⁵:179).

Besondere Aufmerksamkeit galt jenen Merkmalen, die Rückschlüsse auf Ausprägung und Art der periglazialen Lagen im Gebiet erlauben, wie etwa Einregelung der Grobbodenkomponenten, Lösskomponente, die Mächtigkeit von Haupt- (LH) und Basislage (LB) etc. Summiert wurden die Substratparameter durch die faziesneutrale Beschreibung periglazialer Lagen nach AD-HOC-AG BODEN (2005). Außerdem wurden spezifische Besonderheiten und profilmorphologische Merkmale der Böden dokumentiert.

Die Reliefaufnahme entlang der Doppel-Catena (zusammen Transekt) erfolgte mittels GPS und zusätzlicher Messung von Entfernung und Neigungswinkel mittels Maßband und Klinometer. Die gewonnenen Messwerte dienen der Konstruktion eines Geländeprofiles (vgl. Abb. 2). Außerdem werden die relativen Niveauverhältnisse der Substratschichten und Bodenhorizonte zueinander genutzt, um Verbreitungsmerkmale und das Ablagerungs- bzw. Erosionsgeschehen zu erfassen.

6 Ergebnisse

Im Folgenden werden die Ergebnisse der feldmethodischen Bodenuntersuchungen vorgestellt. Dabei werden aus Gründen der Nachvollziehbarkeit, dem Stoff- und Energiefluss folgend, die drei benannten Abschnitte des Transekts in Form von zwei Catenen und einer Schlitzung erläutert. Beide Catenen, am Nordhang (Kap. 6.1) und Südhang (Kap. 6.2) werden von der Rahmenhöhe des Trockentals ausgehend bis in den Unterhangbereich anhand von Profilbeschreibungen dargelegt. Die Boden- und Substrateigenschaften in der Tiefenlinie werden anschließend anhand von Ausschnitten entlang der Schlitzung erläutert (Kap. 6.3).

6.1 Bodengeographische Situation am Nordhang

Die am nördlichen Talhang (in südwestlicher bis südlicher Exposition) angelegten Bodenprofile sind wie folgt zu charakterisieren (vgl. Tab. 2 und Abb. 3):

Profil 1 (Oberhang):

Bodenform: Parabraunerde aus Hauptlage über Basislage aus Carbonatgesteinsschutt über Carbonatgestein (Kalkmergel) des Unteren Muschelkalks.
Horizontabfolge: Ah/Al/Bt/II cxCcv/II cxCv/III eICv.

Profil 2 (Mittelhang):

Bodenform: Parabraunerde aus Hauptlage über Basislage aus Carbonatgesteinsschutt.
Horizontabfolge: Ah/Al/Bt/ eICcv/II cxCv/II cxCv.

Profil 3 (unterer Mittelhang):

Bodenform: Parabraunerde aus Hauptlage über Basislage aus Carbonatgesteinsschutt über Carbonatgestein des Unteren Muschelkalks (z.T. verascht).
Horizontabfolge: Ah/A(e)I/A(e)I+Bt/Bt/eICcv/II cxCv/III cICv.

Substrate am Nordhang des Trockentals

Am Oberhang (Profil 1) des Nordhangs wurde als geologisches Ausgangssubstrat Kalkmergel des Unteren Muschelkalks (LBEG 2014a, vgl. Kap. 2.2) im geologischen Verband mit entsprechenden Schichtungsmerkmalen aufgeschlossen.

Am Unterhang des Nordhangs (Profil 3) stellt sich die Geologie dagegen als mehlig, feines Material mit sehr wenig Skelett dar (III cICv-Horizont in Profil 3). Die wenigen Steine sind durch eine Verwitterungsrinde aus schluffig zerfallenem Carbonatgestein charakterisiert. Aufgrund dieser verwitterungsbedingten Beschaffenheit und dem hohen Carbonatgehalt wird das Untergrundmaterial im Profil 3 (III cICv)

als „Kalksteinveraschung“ (vgl. VINX 2011:458) von festem Carbonatgestein des Unteren Muschelkalks angesprochen.

Im Hangenden des anstehenden Gesteins befindet sich in allen drei Profilen eine Basislage (LB) aus Carbonatgesteinsschutt (vgl. Tab. 2). Die LB ist durch Einregelung des Skeletts mit der Längsachse in Gefällerrichtung geprägt (vgl. Kap. 3). Der gesamte Hang ist durch eine Substratabfolge von Hauptlage (LH) über Basislage (LB) über anstehendem Carbonatgestein (Kalkmergel am Oberhang, veraschter Kalkstein am Unterhang) charakterisiert. Vor allem das äolische Material der Hauptlage (LH), die auf der Solifluktionsschuttdecke (LB) abgelagert wurde, stellt das Ausgangssubstrat für die holozäne Bodenentwicklung dar. Die Mächtigkeit der periglazialen Lagen (LB und LH) nimmt im Hangverlauf nach unten deutlich zu (vgl. Tab 2, Abb. 3).

Bodenbildungen am Nordhang des Trockentals

Die Entkalkung ist in allen Profilen am Nordhang des Trockentals bereits fortgeschritten. Im oberen Bereich der Profile (Profil 1: bis 70cm, Profil 2: bis 90cm, Profil 3: bis 115cm) konnte kein Carbonat nachgewiesen werden (c_0), was auf eine bis dahin fortgeschrittene, dezendente Entkalkung durch Sickerwasser zurück zu führen ist (Tab. 2, Abb. 3; vgl. STAHR et al. 2012:151).

In Profil 1 kann erst in der Basislage aus Carbonatgesteinsschutt Carbonat nachgewiesen werden. Dabei handelt es sich um stark verwitterten, gelblichen Carbonatgesteinsgrus. Am Mittel- und Unterhang (Profile 2 und 3) ist der höhere Carbonatgehalt ($>c_4$) optisch an ausgeprägten Carbonatbändchen, Pseudomycelien und kleinen Konkretionen zu erkennen. Die Anreicherung des Sekundärcarbonats erfolgt hier im unteren Bereich der Hauptlage. Die Entkalkungsfront ist dabei sehr scharf ausgeprägt. Die Basislage ist in allen Profilen des Nordhanges angewittert, jedoch nicht entkalkt ($>c_4$; vgl. Tab. 2 u. Abb. 3).

Alle Profile des Nordhanges sind durch sehr deutliche profilmorphologische Merkmale der Lessivierung geprägt. Die Tonverlagerung beschränkt sich dabei ausschließlich auf die Hauptlage. Neben dem höheren Tongehalt des Feinbodens im Bt- (Tu3-Tu4) im Vergleich zum Al-Horizont (Ut2-Ut4) sind die Tonanreicherungshorizonte durch Toncutane und ein ausgeprägtes Polyedergefüge (pol) gekennzeichnet. Der darüber liegende Al-Horizont weist hingegen lediglich ein Subpolyedergefüge (sub) bei einer deutlich schluffigen Bodenart (Ut2-4) auf (Tab. 2; vgl. AD-HOC-AG BODEN 2005:118f.). Die Profile 1 bis 3 am Nordhang sind als sehr deutlich ausgeprägte Parabraunerden anzusprechen (vgl. Abb. 3, Tab. 2).

In Profil 3 sind stellenweise sogar Merkmale einer Entwicklung hin zu einer Fahlerde anhand von Fleckungen und zungenförmigen Eingriffen im A(e)l+Bt-Horizont mit sehr heller Färbung und nahezu tonfreier Bodenart zu identifizieren. Profil 2 zeigt diese Fahlerdemerkmale ebenfalls, allerdings in schwächerer Form (vgl. Tab. 2, Abb. 3 Mitte und rechts).

Tab. 2: Eigenschaften und Merkmale der untersuchten Böden (eigene Aufnahmen nach AD-HOC-AG BODEN 2005, vgl. Kap. 6 sowie Profilbilder in den Abbildungen 3, 4 und 5).

Tiefe* (cm)	Hori- zont*	Boden- art*	Farbe*	CaCO ₃ - Gehalt*	Humus- gehalt*	Steine*	Gefüge*	Wur- zeln*	FnB*	perigl. Lagen*	Bemerkungen
Profil 1 (Nordhang): Parabraunerde aus Hauptlage über Basislage aus Carbonatgesteinsschutt über Carbonatgestein des Unteren Muschelkalks. 32U 0561569, 5776600; Neigung: 15°; Exposition: SO; Wölbung: konvex, schwach konvex; Reliefposition: Oberhang; Nutzung: Buchenforst (<i>Fagus sylvatica</i>).											
-5	Ah	Ut2	10YR 1,7/1	c0	>h4	-	kru	W4	amk	LH	Krotowinen
-50	Al	Ut2	10YR 6/6	c0	h0	-	sub	W2-3	amk	LH	zungen- / taschenförmiger Übergang mit scharfer Grenze zu Bt (Ut3)
-70	Bt	Tu3	7,5YR 5/6	c0	h0	f,mGr3-4, gGr1	pol	W2-3	amk	LH	Grobboden im Liegenden, Toncutane, verwitterte Kalksteine
-75	II cxC(c)v	Ut4	10YR 6/8	c5	h0	fGr-fX3	sub	W1	sdlo	LB	stellenweise ausgebildet, überwiegend verwitterter, gelblicher Grobboden, z.T. hangparallele Einregelung des Skelettes, Sekundärcarbonat
-112	II cxCv	Ut3	2,5Y 6/4	>c4	h0	fGr-fX3	koh	W0	sdlo	LB	überwiegend verwitterter, grauer Grobboden, hangparallele Einregelung des Skelettes
120+	III elCv	-	5Y 6/4	c5	h0	-	shi	W0	smuo	Anstehendes	schluffig-toniger Kalkmergel
Profil 2 (Nordhang): Parabraunerde aus Hauptlage über Basislage aus Carbonatgesteinsschutt. 32U 0561570, 5776584; Neigung: 25°; Exposition: SSO; Wölbung: schwach konkav, gestreckt; Reliefposition: Mittelhang; Nutzung: Buchenforst (<i>Fagus sylvatica</i>).											
-5	Ah	Ut2-Ut4	10YR 3/2	c0	h3-h4	-	kru	W6	amk	LH	
-35	Al	Ut2-Ut4	10YR 5/4-6	c0	h1	-	sub	W4	amk	LH	diffuser Übergang zu Bt, schwache tropfen- / taschenförmige Fahlerdemerkmale
-90	Bt	Tu3	7,5YR 5/8- 7,5YR 5/6	c0	h1	f,mGr1-2	pol	W3	amk	LH	verwitterter Grobboden (c3.2), Steine nach unten zunehmend
-100	elCcv	Ut3	10YR 5/4	c5	h1	f,mGr1	sub-koh	W1	amk	LH	Pseudomycelien, Carbonatbändchen & -konkretionen (Sekundärcarbonat)
-160	II cxCv	Ut4	2,5Y 5/4	>c4	h1	fGr-gGr5-6	koh	W1	sdlo	LB	hangparallele Einregelung des Skelettes
-180	II cxCv	Ut4	2,5Y 5/4	c5	h0	fGr-fX5-6	sub-koh	W0	sdlo	LB	hangparallele Einregelung des Skelettes
Profil 3 (Nordhang): Fahlerde-Parabraunerde aus Hauptlage über Basislage aus Carbonatgesteinsschutt über veraschtem Carbonatgestein des Unteren Muschelkalks. 32U 0561569, 5776575; Neigung: 15°; Exposition: SSO; Wölbung: konkav, gestreckt; Reliefposition: unterer Mittelhang; Nutzung: Buchenforst (<i>Fagus sylvatica</i>).											
-5	Ah	Ut3	10YR 3/2	c0	>h4	-	kru	W6	amk	LH	gradueller Übergang zu A(e)
-40	A(e)l	Ut3	10YR 5/6	c0	h1	-	sub	W4	amk	LH	
-70	A(e)l+Bt	Ut2	10YR 4-5/6	c0	h1	-	sub- pol	W3	amk	LH	zungenförmige Fahlerdemerkmale
-115	Bt	Tu4- Tu3	10YR 4/6	c0	h1	-	pol	W1	amk	LH	Toncutane, scharfe Grenze zu elCcv
-130	elCcv	Ut3	10YR 5/4	c5	h0	fGr-mGr1	sub-pol	W0	amk	LH	Sekundärcarbonat bandartig, Pseudomycelien, Skelett nach unten zunehmend
-250	II cxCv	Ut4	10YR 5/4	>c4	h0	fGr-mGr6, gGr-fX2	koh	W0	sdlo	LB	hangparallele Einregelung des Skelettes
-330	III clCv	Ut2	2,5Y 6/4	>c5	h0	mX1	koh	W0	amuo	Anstehendes	veraschter Kalkstein

* nach Ad-hoc-AG Boden (2005)

Fortsetzung Tab. 2:

Tiefe* (cm)	Hori- zont*	Boden- art*	Farbe*	CaCO ₃ - Gehalt*	Humus- gehalt*	Steine*	Gefüge*	Wur- zeln*	FnB*	perigl. Lagen*	Bemerkungen
Profil 7 (Südhang): Terra fusca-Rendzina aus Solifluktions-/Kryoturbationsschutt (LB) über Carbonatgestein des Unteren Muschelkalks. 32U 0561594, 5776502; Neigung: 15°; Exposition: NW; Wölbung: konvex, gestreckt; Reliefposition: Oberhang; Nutzung: Buchenforst (<i>Fagus sylvatica</i>).											
-10	Ah	Ut4	10YR 4/2	c0	h1-h2	fGr-mGr1-2	kru	W5	ampo	LB	hellbraune Flecken (linke Seite), diskrete Carbonatkörner (>c4)
-55	Tv+cxCv	Ut4	10YR 4/4	c0	h1-h2	fGr-gGr, fX3-4	sub-pol	W2	ampo	LB	autochthones Terra-Material, V-förmiger Horizontverlauf, diskrete Carbonatkörner (>c4)
-120	cxCv	Ut3	2,5Y 6/4	c4	h0	fGr5	sub-pol	W1	ampo	LB	hangparallele Einregelung des Skelettes, z.T. kryoturbat aufgestellt
-130	II cm(x)Cv	Ut3	2,5Y 6/4	>c5	h0	fGr-fX5-6	shi	W0-1	smuo	Anstehendes	Ausgangsgestein bankig (v.a. links)
Profil 6 (Südhang): Rendzina-Braunerde aus Hauptlage über Basislage aus Carbonatgesteinsschutt über Carbonatgestein des Unteren Muschelkalks. 32U 0561566, 5776559; Neigung: 20°; Exposition: N; Wölbung: konkav, schwach konkav; Reliefposition: Unterhang; Nutzung: Buchenforst (<i>Fagus sylvatica</i>).											
-10	Ah	Ut4	10YR 4/2;	c0	h1-h2;	fGr1	kru	W5	sdlv	LH	
-30	Bv	Ut4	10YR 5/6- 10YR 4/6; 10YR 4/4	c0	h1	fGr-mGr1	pol	W2-3	sdlv	LH	Farbe fleckig braun / grau, Krotowinen, schwach hangparallele Einregelung des Skeletts, diskrete Carbonatkörner (c4)
-50	II elCv	Lts	2,5Y 5/4	c0	h1	fGr-fX5	sub	W2	smuo	LB	Horizontuntergrenze ungleichmäßig wellig, diskrete Carbonatkörner (>c4)
-80	III cmCv	Lts	2,5Y 5/4	c3.3	h1	fGr-mGr3; fX6	shi	W1	smuo	Anstehendes	
Profil 5 (Tiefenlinie): Kolluvisol über erosiv verkürzter fossiler Parabraunerde aus Solumsediment über Hauptlagenrest über Basislage aus Carbonatgesteinsschutt. 32U 0561567, 5776565; Neigung: 2°; Exposition: N; Wölbung: schwach konkav, schwach konvex; Reliefposition: Tiefenlinie des Trockentals; Nutzung: Buchenforst (<i>Fagus sylvatica</i>).											
-7	Ah	Tu3- Tu4	10YR 3/2	c0	h3-h4	fGr-mGr1	kru	W5	-	-	Solumsediment, diskrete Carbonatkörner (>c4)
-30	eM(1)	Tu3- Tu4	10YR 4/4	c3	h1	fGr-mGr3, fX3	sub	W4	-	-	Solumsediment, diskrete Carbonatkörner (>c4)
-53	eM(2)	Tu3- Tu4	5Y 6/2	c3	h0	fGr-mGr4	sub	W3	-	-	Solumsediment z.T. hell fleckig, z.T. Kalksteinveraschung (Ut3), diskrete Carbonatkörner (>c4)
-83	II fB(b)tc	Ut4	10YR 5/6	c2	h0	fGr-gGr2	pol	W3	adlv	LH	schwache Bänderung, Toncutane, Sekundärcarbonat
-110	II feCcv	Ut3	10YR 5/4	>c4	h0	fGr-gGr2	sub	W1	adlv	LH	Pseudomycelien (Sekundärcarbonat)
-210	III (cxsSsw-Srd)-cxCv	Ut4	10YR 5/4	>c5	h0	fGr-fX5-6, mX1	sub	W1	sdlo	LB	überwiegend hangparallele Einregelung des Skelettes
Profil4 (Tiefenlinie): Syrosem-Rendzina aus Solumsediment über Wegebauschutt über Basislage aus Carbonatgesteinsschutt. 32U 0561567, 5776568; Neigung: 8°; Reliefposition: Grabensohle; Nutzung: Buchenforst (<i>Fagus sylvatica</i>).											
-25	Ah	Tu3- Tu4	10YR 3/2	c0	h3	fGr-mGr1	kru	W3	-	-	Solumsediment, mächtige organische Auflage, Grus im Oberboden (polymiktisch) carbonathaltig(>c4)
-30	II eyC	Tu3- Tu4	7,5YR 5/3	c3	h1	fGr-fX4	pol	W2	-	-	rosastichiger, toniger Wegebauschutt, links möglicherweise Fahrrinne, welliger Verlauf
-80	III (cxsSsw-Srd)-cxCv	Ut4	10Y 5/6	>c4	h1	fGr-fX5	sub	W2	smlo	LB	Hangpseudovergleyung mit reduzierenden und oxidierenden Bereichen
-125	III cxCv	Ut4	2,5Y 5/4	>c4	h1	fGr-fX5	sub	W1	smlo	LB	von Hangpseudovergleyung unbeeinflusst

* nach Ad-hoc-AG Boden (2005)

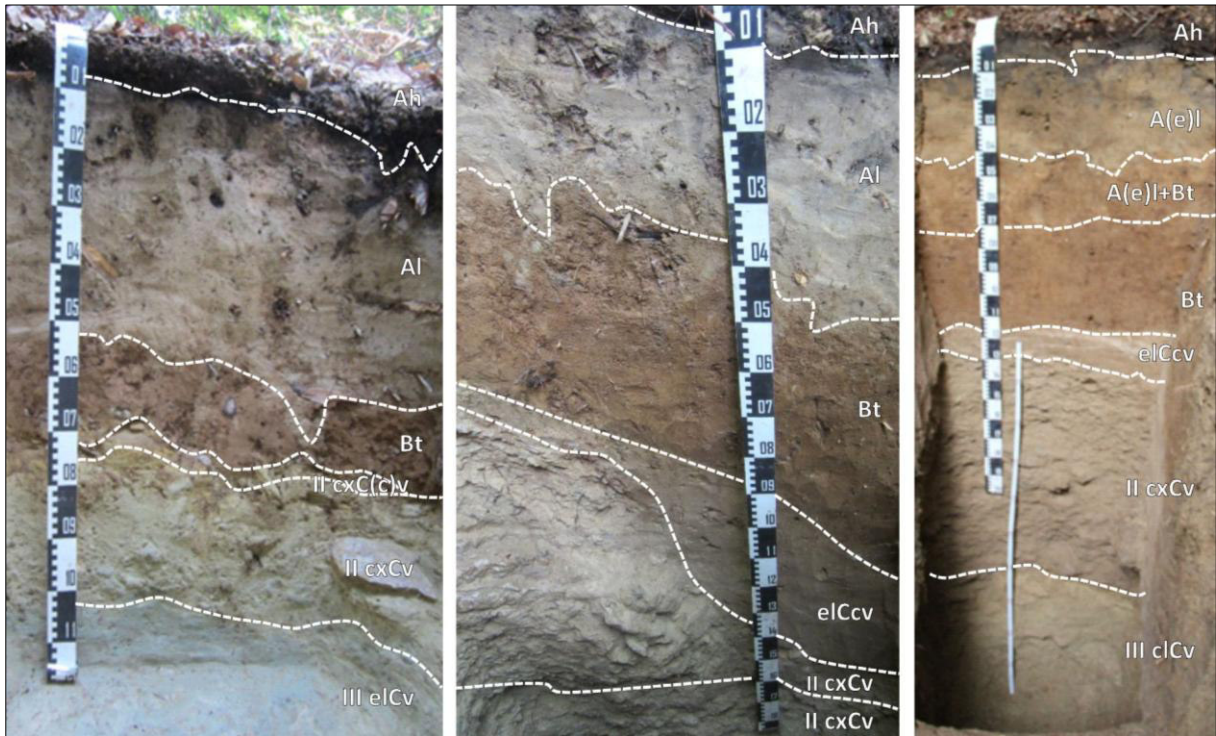


Abb. 3: Böden am Nordhang des untersuchten Trockentals (Lage: vgl. Abb. 2; Profildaten: vgl. Tab. 2 und Ausführungen in Kap. 6.1). **Links:** Profil 1 (Oberhang) - Parabraunerde aus Hauptlage (LH) über Basislage (LB) über anstehendem Kalkmergel; **Mitte:** Profil 2 (Mittelhang) - Parabraunerde aus LH über LB; **Rechts:** Profil 3 (unterer Mittelhang) - Parabraunerde aus LH über LB über veraschtem Carbonatgestein.



Abb. 4: Böden am Südhang des untersuchten Trockentals (Lage: vgl. Abb. 2; Profildaten: vgl. Tab. 2 und Ausführungen in Kap. 6.2). **Links:** Profil 7 (Oberhang) - Terra Fusca-Rendzina aus Basislage (LB) über anstehendem Carbonatgestein; **Rechts:** Profil 6 (Unterhang) - Rendzina-Braunerde aus Hauptlage (LH) über LB über anstehendem Carbonatgestein.

6.2 Bodengeographische Situation am Südhang

Die am südlichen Talhang (in nord- bis nordwestlicher Exposition) angelegten Bodenprofile sind wie folgt zu charakterisieren:

Profil 7 (Oberhang):

Bodenform: Terra fusca-Rendzina aus Solifluktionsschutt über Carbonatgestein des Unteren Muschelkalks.
 Horizontabfolge: Ah/Tv+cxCv/cxCv/II cm(x)Cv

Profil 6 (Unterhang):

Bodenform: Rendzina-Braunerde aus Hauptlage über Basislage aus Carbonatgesteinschutt über Carbonatgestein des Unteren Muschelkalks.
 Horizontabfolge: Ah/Bv /II elCv/III cmCv.

Substrate am Südhang des Trockentals

Das anstehende Carbonatgestein des Unteren Muschelkalks ist am Oberhang (III cm(x)Cv, Profil 7), in 120cm und am Unterhang (III cmCv, Profil 6) bereits in 80 cm Tiefe aufgeschlossen worden. Das anstehende, feste und dünnbankige Carbonatgestein zeigt jeweils deutlich geologische Schichtungsmerkmale.

Im Hangenden des anstehenden Festgesteins am Südhang ist in beiden Profilen eine Basislage entwickelt, die jedoch relativ zum Nordhang mit geringer Mächtigkeit vorkommt (120 cm Ah bis cxCv in Profil 7, 25 cm II elCv in Profil 6, vgl. Tab. 2 sowie Abb. 4). Charakteristikum der Basislage ist in beiden Pedonen die hangparallele Einregelung des Skeletts und die damit einhergehend fehlenden geologischen Schichtungsmerkmale. Am nord- bis nordwestexponierten Oberhang nahe der Trockental-schulter sind darüber hinaus die solifluktionsbedingten Einregelungsmerkmale der Steine, wie bei der geringen Hangneigung und Transportstrecke zu erwarten, nicht idealtypisch ausgeprägt bzw. treten Kryoturbationsmerkmale hinzu (vgl. Tab. 2, Abb. 4; vgl. auch STAHR et al. 2012:149f.).

Eine Hauptlage ist am nord- bis nordwestexponierten Oberhangbereich nicht vorzufinden. Das Fehlen der Hauptlage kann durch die Luv-Lage der Hangposition zu den lösstragenden (Nord-)Westwinden des Pleistozäns begründet werden (vgl. HEINRICH 1989:47). Überhaupt sind nach eigenen Geländeerfahrungen lössfreie Areale auf festem Carbonatgestein im Leine-Innerste-Bergland eher die Regel und keine Ausnahme. Das ebene Relief weist keine Erosions- oder (keine Rinnen, Stufen etc.) Akkumulationsmerkmale (Schwemmfächer, Kolluvien im Hangbereich) auf, weshalb die Abtragung einer ehemaligen, mächtigen Lössdecke (LH) unwahrscheinlich ist.

Am Unterhang ist dagegen eine sehr geringmächtige Hauptlage (ca. 30 cm, Profil 6) entwickelt, die durch einen deutlichen Lössanteil geprägt ist (vgl. Tab. 2, Abb. 4).

Bodenbildungen am Südhang des Trockentals

Innerhalb des oberen Bereichs des Carbonatgesteinsschutts (LB) am Oberhang (Profil 7) sind, neben der nahezu vollständigen Entkalkung des Feinbodens, wenige, körnige Rückstände von Primärcarbonat vorhanden (Carbonatgesteinsgrus). Die Ausprägung von autochthonen Verbraunungsmerkmalen charakterisiert den Tv+cxCv-Horizont in Profil 7. Die typische, graduelle Abnahme in der Braunfärbung und dem Anteil von tonigem Carbonatlösungsrückstand im Profilverlauf nach unten ist als holozäne Entcarbonatisierungsverbraunung des Solifluktionsschuttes (LB) zu identifizieren (vgl. REHFUESS 1990:48f.; SCHEFFER et al. 1960, MEYER 1979).

In der Hauptlage am Unterhang (Profil 6) ist hingegen ein Bv-Horizont ausgebildet. Dieser Unterschied zu den Parabraunerden des Nordhanges (Kap.6.1) und der Tiefenlinie (Kap.6.3) ist durch die deutlich geringere Mächtigkeit der Hauptlage bedingt. Die oberflächennahe Position der Basislage

aus Carbonatgesteinsschutt bzw. des anstehenden Carbonatgesteins hemmt die Entbasung, und damit auch die Ausprägung von Lessivierungsprozessen (vgl. REHFUESS 1990:58ff., STAHR et al. 2012: 153ff.). Der Oberhang am Südhang des Trockentals ist somit durch Terra fusca-Rendzina Bodenbildungen auf dem Carbonatgesteinsschutt der Basislage geprägt (Profil 7). Am Unterhang sind durch die geringmächtige Hauptlage flachgründige Braunerden vorzufinden (Profil 6; vgl. Tab. 2 und Abb. 4).

6.3 Bodengeographische Situation in der Tiefenlinie des Trockentals und der linearen Hohlform

Die in der Tiefenlinie des Trockentals angelegte Schlitzung von 4,65m Länge quert auch die Grabenhohlform und ist durch folgende Bodenprofile zu charakterisieren (vgl. Abb. 2, Abb. 5 und Tab. 2):

Profil 5 (Tiefenlinie):

Bodenform: Kolluvisol über erosiv verkürzter, fossiler Parabraunerde aus Solumsediment über Hauptlagenrest über Basislage aus Carbonatgesteinsschutt.
Horizontabfolge: Ah/eM(1)/eM(2)/II fB(b)tc/II feCcv/III [cxsSsw-cxsSrd]-cxCv.

Profil 4 (Sohle der Grabenhohlform):

Bodenform: Syrosem-Rendzina aus Solumsediment über Wegebauschutt über Basislage aus Carbonatgesteinsschutt.
Horizontabfolge: Ah/II eyC/III [cxsSsw-cxsSrd]-cxCv/III cxCv

Substrate in der Tiefenlinie des Trockentals und der Grabenhohlform

Entlang der Schlitzung vom Unterhangfuß des Nordhanges bis ins Zentrum der Tiefenlinie (Profil 5) des Trockentales wurde auch die rinnenartige Hohlform (Profil 4) gequert (vgl. Abb. 2 und Abb. 5). Dabei konnte auf der gesamten Breite der Schlitzung die Basislage aus Carbonatgesteinsschutt aufgeschlossen werden (vgl. Abb. 5). Die Basislage ist durch mehrere Fazies geprägt, die sich durch unterschiedliche Größe und Lagerung der Skelettanteile auszeichnen. Größere Steine mit einer Längsachse sind entsprechend der Gefällerrichtung des Nordhanges eingeregelt (vgl. Tab. 2, Abb. 5).

Im Zentrum der Tiefenlinie des Trockentals (Profil 5) ist über der Basislage ein ca. 55 cm mächtiger Rest der sehr schluffigen Hauptlage erhalten. Im Hangenden dieses Hauptlagenrests ist mit einer Gesamtmächtigkeit von 55 cm ein mehrgliedriges Solumsediment vorzufinden. Das Kolluvium ist durch einen homogenen Carbonatgehalt (c3) und Carbonatgesteinsgrus ohne Verwitterungsrinde (>c4) bei eher geringen aber homogenen Humusgehalten charakterisiert. Artefakte oder Holzkohlen konnten nicht identifiziert werden (vgl. Abb. 5 und Tab. 2).

Sowohl hangende Teile der Basislage, als auch der Hauptlagenrest und das Solumsediment werden durch die rinnenartige Hohlform zerschnitten (vgl. Abb. 5 oben Mitte). Das Bodenausgangssubstrat entlang der Grabenhohlform ist, bis in den oberen Teil der Basislage hinein, ausgeräumt. Die Hauptlage und das Solumsediment in der Tiefenlinie des Trockentals sind vollständig abgetragen (Profil 4, Abb. 5 oben rechts). Innerhalb der linearen Hohlform sind darüber hinaus standortfremde Materialien mit einer Mächtigkeit von 30-40cm akkumuliert. Petrographisch handelt es sich um unsortiertes, tonig-sandiges Material mit Sandsteinfragmenten und rötlicher Färbung, was am ehesten dem Mittleren oder Unteren Buntsandstein entspricht (standortfremd). Die Einfüllung in der rinnenartigen Hohlform wurde als Wegebaumaterial angesprochen, welches zum Ausbessern von Spülrippen verwendet wurde (vgl. Tab. 2 und Abb. 5).

Die Wand der rinnenartigen Hohlform ist über den durchschnittenen Substraten der Basis- und Hauptlage sowie dem Solumsediment durch Versturz gekennzeichnet (Abb. 5 oben Mitte).

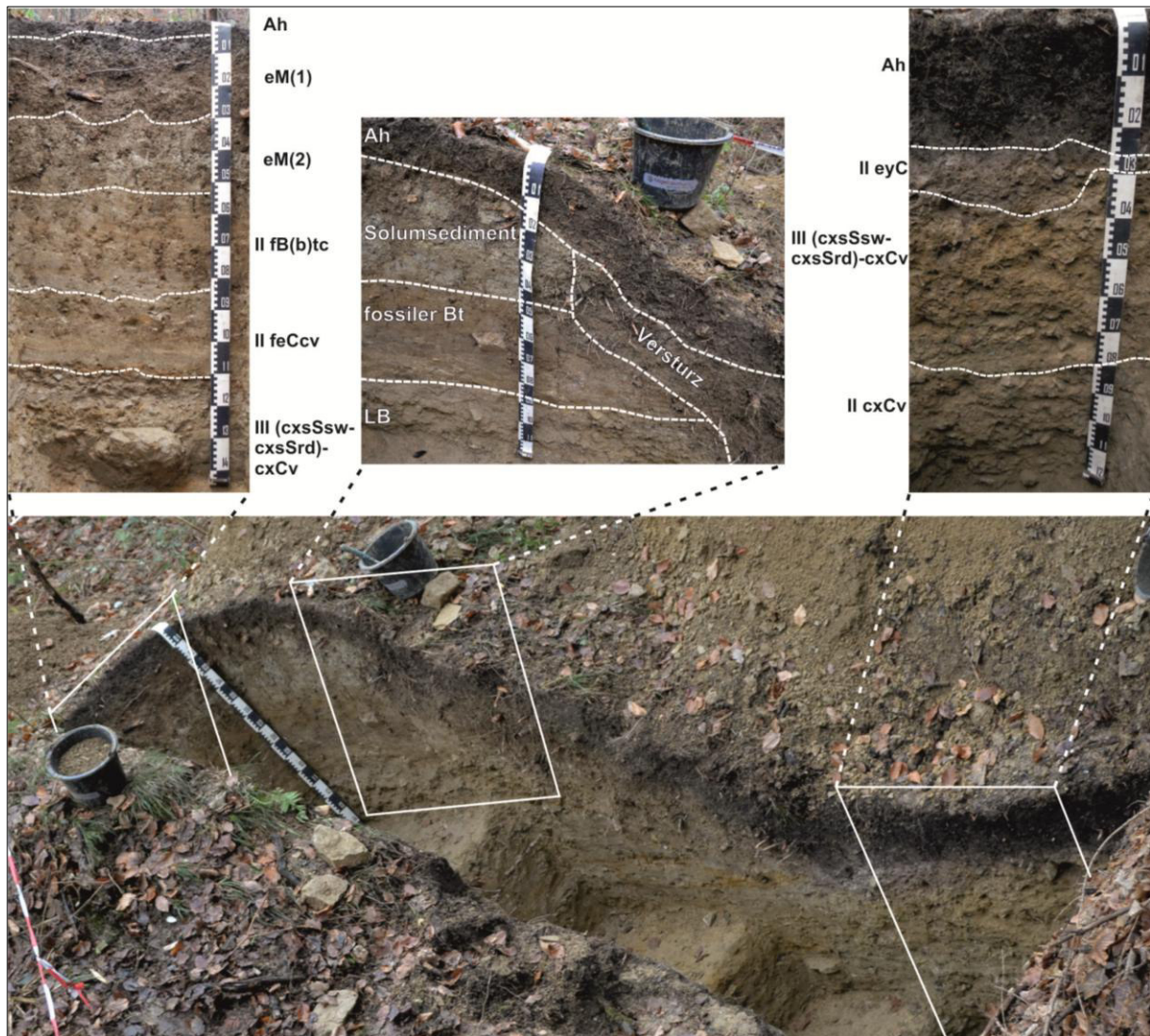


Abb. 5: Profilschlitzung (Unten, Breite: 4,65 m) in der Tiefenlinie des Trockentals und bearbeitete Bodenprofile (Lage: Abb. 2; Profildaten: Tab. 2). **Oben links:** Profil 5 (Tiefenlinie des Trockentals außerhalb der Grabenhohlform) - Kolluvisol über erosiv verkürzter, fossiler Parabraunerde aus Solumsediment über Hauptlagenrest (LH) über Basislage (LB), **Oben Mitte:** Wand der Grabenhohlform mit Versturz (keine Profildaten in Tab. 2) - Unter Versturzmaterial Auskeilen des Kolluvisols über erosiv verkürzter fossiler Parabraunerde aus Solumsediment über LH über LB, **Oben rechts:** Profil 4 (Sohle der Grabenhohlform) - Syrosem-Rendzina aus Solumsediment über Wegebauschutt über LB.

Bodenbildungen in der Tiefenlinie des Trockentals und der Grabenhohlform

Außerhalb der Grabenhohlform in Profil 5 konnte in 53 bis 83 cm Tiefe innerhalb des Hauptlagenrestes ein fossiler B(b)tc-Horizont aufgeschlossen werden. Dieser Illuvialhorizont ist neben den charakteristischen Tongehalten (vgl. Profile 1, 2 und 3 vom Nordhang) durch deutliche Toncutane und eine schwache Bänderung der Tonanreicherung sicher als II fB(b)tc-Horizont anzusprechen. Im Hangenden des II fB(b)tc-Horizontes sind carbonathaltige Solumsedimente vorzufinden, welche das Sekundärcarbonat in Form von Pseudomycelien durch Verlagerung mit dem Sickerwasser erklären. Das Fehlen des zum II fB(b)tc-gehörenden Eluvialhorizontes (Al) zeigt, dass vor der Akkumulation des Solumsediments (eM1 und eM2 in Profil 5) eine Erosion bis auf den II fB(b)tc-Horizont stattgefunden hat. Der fB(b)tc-Horizont entspricht darüber hinaus in der Ausprägung den Illuvialhorizonten der Parabraunerden vom Nordhang (vgl. Profil 1 bis 3 in Tab. 2 und Kap. 6.1).

Die rezente Pedogenese innerhalb der Grabensohle (Profil 4) ist hingegen durch das aufgelagerte anthropogene Substrat des II_{eyC}-Horizonts auf eine, im Hinblick auf die Senkenposition entsprechend ausgeprägte, Humusakkumulation beschränkt. Der Bodentyp dieses flachgründigen und nicht entkalkten Bodens ist als Syrosem-Rendzina zu bezeichnen (vgl. Tab.2 und Abb. 5).

In der Basislage von Profil 4 und 5 sind hydromorphe Merkmale in Form von ockerbraunen Oxidations- und gräulichen Reduktionsbereichen vorzufinden (vgl. EITEL & FAUST 2013:34 & Ad-HOC-AG BODEN 2005:101f.). Diese Erscheinungen werden auf eine Beeinflussung durch Hangzugzwasser zurückgeführt und können demzufolge als schwache „Hangvergleyung“ angesehen werden (III [cxsSsw-cxsSrd]-cxCv in Profil 4 und 5, vgl. Tab. 2 u. Abb. 5).

Die bereits oben beschriebene, abrupte Kappung der Horizonte durch die Grabenhohlform (Abb. 5 Mitte) zeigt, dass, vor der Eintiefung, auch oberhalb der rezenten Grabensohle eine ähnliche Situation wie in der Tiefenlinie vorzufinden war. Eine Bodenentwicklung nach der Einschneidung hätte hingegen durchgehend oberflächenparallele Bodenhorizonte hervorbringen müssen. Da auch der Verlauf des Solumsediments auf diese Weise unterbrochen ist (Abb. 5 Mitte) muss das Kolluvium ebenfalls vor der Entstehung der Hohlform abgelagert worden sein.

7 Diskussion

Im Folgenden soll die Genese der Grabenhohlform als Objekt dieser Untersuchung geklärt und ein schlüssiges Szenario der Entstehungsschritte im Hinblick auf die Ergebnisse der Studie dargelegt werden.

Beide Hänge der untersuchten Talsituation weisen Basislagen (Tab. 2, vgl. Tab. 1) aus Carbonatgesteinsschutt auf. Wobei insbesondere am süd- bis südwestexponierten Nordhang sehr mächtige Carbonatgesteinsschutte in Form einer Basislage anzutreffen sind (vgl. dazu auch BARTELS 1967b: 76ff.). Die mächtigen Basislagen auf süd- bis südwestexponierten Hängen sind den reliefbezogenen Bildungsbedingungen unterlegen und lassen sich gut mit der größeren Auftautiefe des active-layers und auch mit häufigeren Auftauphasen aufgrund der höheren Einstrahlung in diesen Expositionen zur Zeit der Basislagengenese im Periglazialraum während der letzten Kaltzeit erklären (vgl. u.a. SEMMEL 1985:83ff., HEINRICH 1989:43ff.). SEMMEL (1985) erklärt aus diesem expositionsbezogenen Verbreitungsmuster von Basis und Hauptlage die morphologische Struktur von asymmetrischen Tälern. Allerdings ist eine Talasymmetrie im untersuchten Talabschnitt bestenfalls in geringem Maße gegeben. Es ist zu erwarten, dass das untersuchte Tal auf einer tektonischen Störung mit vertikalem Versatz verortet ist, was im Hildesheimer Wald mit seiner tektonischen Prägung als wahrscheinlich gelten muss (LBEG 2014c, BARTELS 1967a, vgl. dazu HEINRICH 1989:43ff.). Daher dürften tektogene Strukturen am Standort, einer Talasymmetrie aus der periglazialen Morphodynamik heraus, entgegengestanden haben (vgl. SEMMEL 1985: 83ff.).

Voraussetzung zur Entstehung von periglazialen Lagen ist, wie schon in Kapitel 3 beschrieben, die morphodynamische Aktivität eines Periglazialgebiets während einer Kaltzeit (KLEBER & TERHORST 2013). Die Bildung von Basislagen erfolgte in kalthumiden Phasen der Weichselkaltzeit. Durch ein ausreichendes Wasserangebot kommt es zu frostdynamischen Prozessen im Periglazialgebiet, von denen insbesondere Kryoklastik und Solifluktionsbewegungen an den Hängen zur Bildung und Transport von Gesteinsschutt führten (KLEBER 1992, VÖLKELE et al. 2002, ZÖLLER & NEHRING 2002, SAUER 2004, SEMMEL 2008, BULLMANN 2010, SEMMEL & TERHORST 2010, STOLZ & GRUNERT 2010, MÜLLER 2011, KLEBER & TERHORST 2013). Diese Prozesse haben auch im Untersuchungsgebiet zur Ausbildung einer unterschiedlich mächtigen Basislage geführt, die an allen Profilstandorten identifiziert werden konnte (0,2 bis $\geq 1,2$ m, vgl. zu Schuttdecken aus Carbonatgestein im Hildesheimer Wald auch BARTELS 1967b: 76ff.).

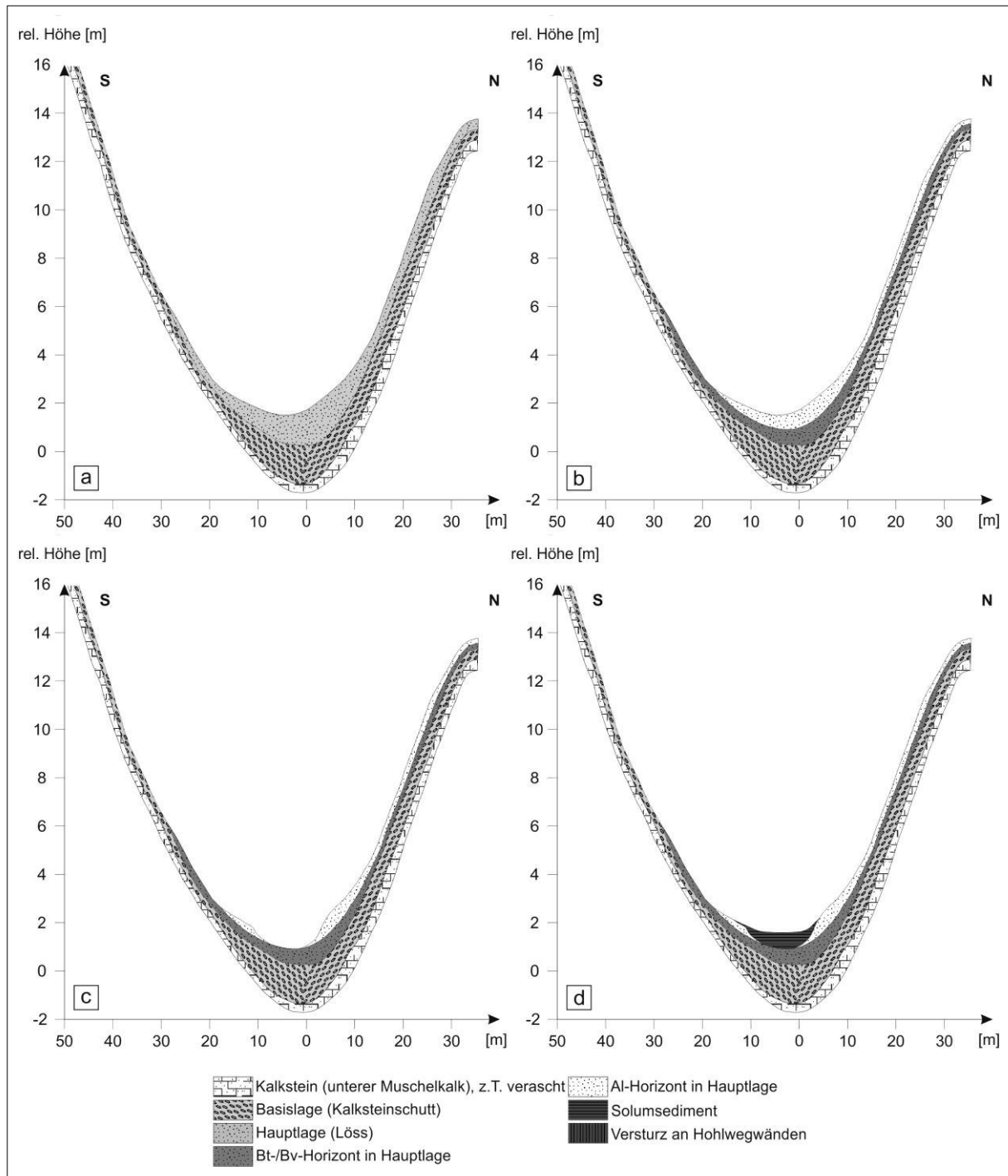


Abb. 6: Entstehungsschema des untersuchten Talquerschnitts (eigene Darstellung, 5-fach überhöht). **Entwicklungsstadien:** **a)** Frühholozäne Situation nach der Bildung von Basis- und Hauptlage im Spätpleistozän; **b)** Holozäne Bodenbildung innerhalb der Hauptlage (Para-/Braunerden); **c)** Teilweise Erosion der Hauptlage (Al-Horizonte) innerhalb der Tiefenlinie (wahrscheinlich durch anthropogene Eingriffe auf die Vegetation); **d)** Verfüllung der Talsohle mit Solumsediment (wahrscheinlich aus dem Bereich der Talschlussmulde; die Entwicklung bis zur rezenten Situation - **Stadium e** - ist in Abb.7 dargestellt).

Eine Hauptlage mit hohem Lössanteil ist ebenfalls, vor allem am Nordhang bis in die Tiefenlinie, nachweisbar (Kap. 6). In der Hauptlage ist vom Nordhang ausgehend bis in die Tiefenlinie eine holozäne Parabraunerdebildung vorzufinden. Im Übergang von der Tiefenlinie zum Südhang sind, in der dort recht geringmächtigen Hauptlage, nur noch Braunerden entwickelt, was schlüssig mit der relativ

oberflächennahen Basislage aus Carbonatgesteinsschutt und der damit einhergehend geringen Entkalkungstiefe zu erklären ist. Die Entkalkung ist bekanntlich Voraussetzung für die Tonverlagerung (STAHR et al. 2012:153ff., EITEL & FAUST 2013:32f).

Am Südhang ist im Oberhangbereich (Profil 7) keine Hauptlage akkumuliert worden. Eine spätere flächenhafte Abtragung einer ehemaligen Hauptlage erscheint abwegig, da keinerlei Erosionsformen oder Hauptlagenreste in dieser Geländedeposition vorzufinden sind. Entsprechend sind dort auch keine Parabraunerden oder Braunerden vorzufinden. Auf dem Carbonatgesteinsschutt der dort an der Oberfläche vorliegenden Basislage sind dagegen Terra fusca-Rendzinen entwickelt. Dabei ist das Solum nicht vollständig entkalkt. Lediglich die Bodenmatrix ist kalkfrei. Brauner Carbonatlösungs-rückstand zeigt die gegenwärtige Entwicklung von einer Rendzina hin zu einer Terra fusca (vgl. STAHR et al. 2012:137ff., MEYER 1979:705ff.).

Die fehlende Hauptlage im Oberhangbereich des nordexponierten Südhangs stellt keine Besonderheit auf festem Carbonatgestein im Gebiet des Leine-Innerste-Berglandes dar (vgl. BARTELS 1967b: 76ff.). Vielmehr sind nach zahlreichen Geländeaufnahmen der Verfasser im Arbeitsgebiet lössfreie Kalksteingebiete als regelhaft zu betrachten. Im Leine-Innerste-Bergland sind Hauptlagen bzw. Löss auf Kalkstein meist nur in deutlichen Leepositionen vorzufinden. Der betreffende Hangabschnitt befindet sich dagegen im Luv der lösstragenden West- bis Nordwestwinde im Periglazialraum der letzten Kaltzeit. Eine generelle prozessuale Erklärung für die häufig fehlende Lössverbreitung auf festem Kalkstein ist allerdings bisher nicht bekannt und stellt weiterhin Forschungsbedarf dar.

Das Vorkommen der Hauptlage erlaubt allerdings eine relativ präzise zeitliche Einordnung der Reliefsituation und der Substratverbreitung, da die finale Bildung der Hauptlage durch eingemischte Laacher See-Tephra in den Fallout-Gebieten dieser Eifelmaarerupture (12900a BP) in Mitteleuropa recht sicher in die Jüngere Dryas (ca.12680-11590a BP, Ende des Pleistozäns) gestellt werden kann (vgl. u.a. SAUER 2004:19ff., SEMMEL & TERHORST 2010:120ff., EHLERS 2011:252f, MÜLLER 2011, EITEL & FAUST 2013:110, KLEBER & TERHORST 2013:45ff., 58, 61ff.). Damit stellt die in Abbildung 6a gezeigte Reliefsituation nach der Bildung der Hauptlage recht sicher die Grenze zwischen Pleistozän und Holozän dar.

In der Tiefenlinie sind Reste einer Parabraunerde in Form eines II fB(b)tc-Horizontes in einem Hauptlagenrest (Profil 5) unter Solumsediment erhalten. Sowohl das Solumsediment als auch der fossile B(b)tc in dem Hauptlagenrest werden durch die Grabenhohlform zerschnitten. Die rinnenartige Hohlform greift dabei bis in die Basislage hinein. Das Niveau des II fB(b)tc-Horizontes im Unterhangbereich des Nordhangs (Profil 3) und die Obergrenze des fossilen B(b)tc-Horizontes in der Tiefenlinie des Trockentals (Profil 5) können durch Interpolation als ehemals ununterbrochene Parabraunerde-Bodendecke interpretiert werden (vgl. Abb. 6a und 6b sowie Abb. 7).

Daraus lässt sich ableiten, dass vor der Einschneidung vom Nordhang bis zum Unterhangbereich des Südhangs, also auch in der Tiefenlinie, sowohl eine Basislage als auch eine Hauptlage flächendeckend existierte (vgl. dazu auch BARTELS 1967b:76ff.). In der Hauptlage ist die holozäne Bodenentwicklung bis zum Stadium einer Parabraunerde fortgeschritten gewesen. Bei geringerer Mächtigkeit der Hauptlage, wie am Unterhang des Südhangs, reichte die Bodenentwicklung entsprechend der geringeren Entbasungstiefe nur das Stadium einer Braunerde. Diese Entwicklungsphasen für den untersuchten Talquerschnitt, vom Ende der letzten Kaltzeit (Zeit der Lagenbildung; vgl. u.a. KLEBER & TERHORST 2013) bis über das holozäne Klimaoptimum hinaus (holozäne Bodenbildung in periglazialen Lagen; vgl. u.a. KLEBER & TERHORST 2013, EITEL & FAUST 2013), sind in den Abbildungen 6a und 6b schematisch dargestellt.

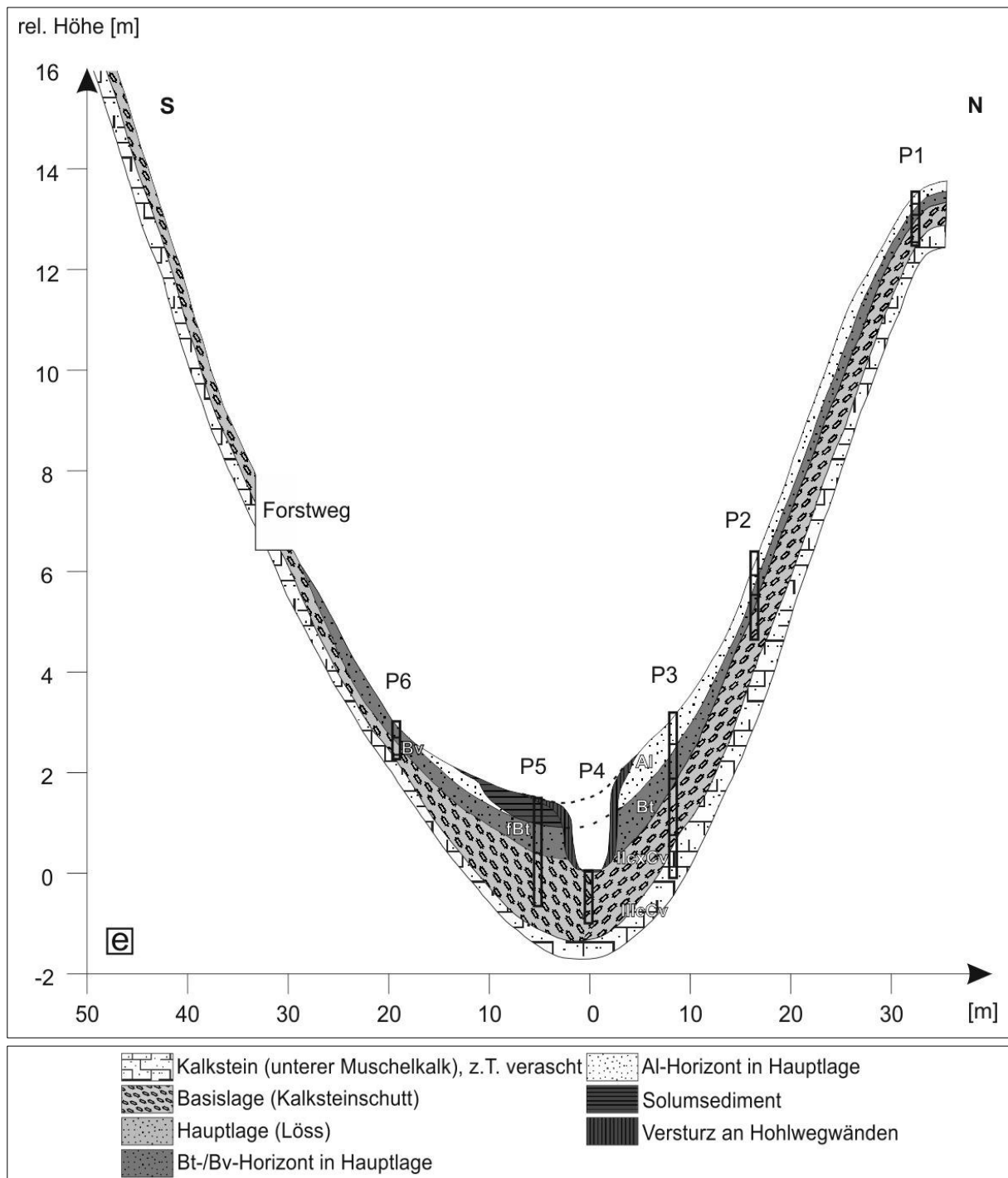


Abb. 7: Rezentes Relief, Substrate und Böden mit eingeschnittenem Hohlweg (eigene Darstellung, 5-fach überhöht; vorangegangene Entwicklungsstadien sind in Abb. 6 dargestellt). Das **Entwicklungsstadium e** ist durch die Einschneidung des Hohlweges durch Solumsediment, periglaziale Lagen und damit auch die holozänen Böden hindurch gekennzeichnet. Nach Aufgabe des Weges folgte eine Abflachung der Grabenwände durch Versturz.

Der Talgrund weist, wie bereits ausgeführt, eine Überdeckung des fossilen B(b)tc-Horizonts durch primär carbonathaltiges Solumsediment auf. Daraus ist zu folgern, dass die ehemals entwickelte holozäne Parabraunerde zunächst bis auf den Illuvialhorizont erosiv verkürzt und anschließend durch kolluviale Überdeckung fossilisiert wurde. Das Solumsediment belegt damit eine Erosion im Talgrund mit anschließender Wiederauffüllung durch Kolluvium. Als Ursache für die Erosion und anschließende Wiederauffüllung im Talgrund ist aufgrund der Position im Relief eine flächige anthropogene Zer-

störung der schützenden Vegetationsdecke wahrscheinlich, die im Folgenden das freie Abfließen von Wasser zuließ und somit die Erosion des Al-Horizonts ermöglichte. Das Abflussgeschehen konzentrierte sich dabei auf die tiefste Stelle des Talquerschnittes und wurde erst durch den abtragungsbeständigeren B(b)t-Horizont eingeschränkt. Eine solch eher flächenhaft wirkende Erosion ist am ehesten in Folge von Waldrodung denkbar. Die anschließende Akkumulation von Solumsediment im Ausräumungsbereich resultierte möglicherweise aus der wiederaufkommenden Vegetation im Talgrund, während der Bereich der östlich davon gelegenen Talschlussmulde, durch langsamere Sukzession auf den Hängen, noch der Erosion ausgesetzt war.

Das Ergebnis dieser Entwicklung war die flächenhafte, sohlenartige Überdeckung des damit fossilen B(b)t-Horizonts in der Tiefenlinie, während auf den Hängen am Untersuchten Talquerschnitt die holozäne Bodenlandschaft nicht oder kaum verändert war. Die schematische Darstellung dieser Entwicklung im untersuchten Talabschnitt zeigt Abbildung 6c und 6d.

Dieses Bodenmosaik wurde im weiteren Verlauf durch die lineare Hohlform durchschnitten. Der Verlauf der Hohlform am Übergang des nördlichen Unterhanges zur Tiefenlinie, also nicht an der tiefsten Stelle des Talquerschnittes, deutet auf eine anthropogene Entstehung entlang einer linearen Struktur hin, wobei außerhalb dieser Fläche offenbar eine intakte Vegetationsdecke erosive Prozesse unterbunden hat. Im Verlauf nach Nordwesten verlässt der Graben die Tiefenlinie gänzlich. Eine natürliche Entstehung allein durch beispielsweise Starkniederschläge kommt aufgrund des Verlaufs der rinnenartigen Struktur somit nicht in Frage. Als schlüssige Erklärung kann nur von einer Beeinträchtigung der Vegetation auf einer Wegfläche und die damit mögliche Erosion auf dieser Wegung ausgegangen werden. Es handelt sich also um eine anthropogen initiierte geomorphodynamische Teilaktivität des Systems im Sinne ROHDENBURGS (1970, 1971, 1989) wobei quasinatürliche Prozessabläufe zur Einschneidung des Hohlweges führten (vgl. MORTENSEN 1976, BORK et al. 1996, LINKE 1976). Dabei muss der Weg, im Sinne einer Hohlwegentstehung, wiederholt befahren und ausgespült worden sein, bis die Fahrspur in die Basislage hinein ausgeräumt war (vgl. LINKE 1976). Die durchschnittenen Substrate und Bodenhorizonte in Abbildung 5 (Mitte) belegen diese Entwicklung (vgl. auch Abb. 7). Anschließend wurde der Weg offenbar aufgegeben und bevor die wiederaufkommende Vegetation die Struktur vor weiterer Abtragung konservieren konnte, wurden die Hohlwegwände durch Versturz etwas abgeflacht (Abb. 7). Gegenwärtig sind unter vollständiger Vegetationsbedeckung keine rezenten Erosions- oder Akkumulationsmerkmale vorhanden. Die daraus hervorgegangene rezente Situation ist schematisch in Abbildung 7 dargestellt und fasst somit die gegenwärtige Reliefsituation, die Substratverteilung und das Bodenmosaik zusammen.

Heute verläuft etwa 150m nördlich der untersuchten Hohlwegs der „Gronauer Stieg“ (LBEG 2014a, TK 10). Dieser alte Handelsweg zwischen Hildesheim und Gronau hat möglicherweise bereits im Spätmittelalter bestanden und ist in verschiedenen historischen Karten abgebildet (TOPOGR. ATLAS D. KGR. HANN. U. D. HERZOGTUMS BRAUNSCHW. V. A. PAPEN 1841 vgl. LGN 1999 und Buchdeckel der SCHRIFTEN DER PAUL-FEINDT-STIFTUNG 2010, GAUßSCHE LANDESAUFNAHME 1827-1839 vgl. LGN 2002, REICHSAMT FÜR LANDESAUFNAHME 1939). Aus diesen Proxy-Informationen ist eine Hohlwegentstehung entlang einer ehemaligen Streckenführung des „Gronauer Stieges“ oder eines Ausweichabschnittes dieses alten Handelsweges schlüssig. Darüber hinaus kann damit eine zeitliche Einordnung der Hohlwegentstehung in den Zeitraum vom Spätmittelalter bis zur frühen Neuzeit als sehr wahrscheinlich gelten.

8 Fazit

Die Untersuchung einer etwa 250 m langen Grabenhohlform in einem Trockental im nordöstlichen Hildesheimer Wald auf Gesteinen des Unteren Muschelkalks, mit bisher unbekannter Entstehung erlaubt eine detaillierte Aussage zur Genese der rezenten Reliefsituation. Der nicht immer in der Tiefenlinie des Trockentals verortete Verlauf und die Steilwandigkeit der etwa 3-4 m breiten und ca. 1,5

m tiefen Grabenstruktur stellten eine rein natürliche Entstehung bereits vor Beginn der Aufschlussarbeit in Frage (vgl. Kap. 1-5).

Die felddodengeographischen Untersuchungen, zur Ausprägung der periglazialen Lagen, der holozänen Bodenentwicklung sowie der erosiven und akkumulativen Überprägung (vgl. Kap. 6) ermöglichen Aussagen über die wahrscheinliche Entstehung eines Hohlweges im Hildesheimer Wald. Anhand der Archivfunktion der oberflächennahen Substrate und der auf ihnen entwickelten Böden können die Prozessabläufe innerhalb des Tales identifiziert und in eine chronologische Entstehungsabfolge gebracht werden. Die Schlussfolgerungen aus der Diskussion der Ergebnisse sollen im Folgenden kurz zusammengefasst werden (vgl. Kap. 7). Die Untersuchungen belegen eine **Entwicklung** bis zur rezenten Situation **in 5 Phasen**. Eine Verbildlichung der Entstehungsabfolge entlang des untersuchten Talquerschnitts geben die Abbildungen 6 und 7.

- 1) Mit dem Ende der letzten Kaltzeit war in dem untersuchten Trockental, vom Nordhang bis in den Unterhangbereich des Südhangs, eine typische Abfolge von Hauptlage über Basislage über anstehendem Gestein entwickelt (Stadium a in Abb. 6).
- 2) Die holozäne Phase geomorphodynamischer Stabilität führte zur Bodenbildung in den periglazialen Deckschichten. In mächtiger Hauptlage (Nordhang und Tiefenlinie) entwickelten sich Parabraunerden. Die geringmächtigere Hauptlage am Unterhang des Südhangs erlaubte nur die Bildung einer Braunerde. Im Oberhangbereich des Südhangs konnten in der an der Oberfläche vorliegenden Basislage aus Carbonatgesteinsschutt (fehlende Hauptlage) nur Terra fusca-Rendzinen entstehen (Stadium b in Abb. 6).
- 3) Die in der Tiefenlinie des Trockentals vorliegende erosiv gekappte Parabraunerde (Profil 5) zeigt eine teilweise Ausräumung der Hauptlage (Al-Horizont). Ursache für die Erosion in der Tiefenlinie dürfte konzentrierter Oberflächenabfluss gewesen sein. Ursächlich für diese quasinatürliche Entwicklung der Bodenerosion könnte Waldrodung im Einzugsgebiet gewesen sein, welche die biogene Rauigkeit der Oberfläche herabsetzte und die Abflussmenge an der Oberfläche damit vergrößerte (Stadium c in Abb. 6).
- 4) Die erosiv verkürzte Parabraunerde in der Tiefenlinie des Trockentals wurde durch Solumsediment überlagert und damit fossilisiert. Da keine Spuren von Ackerbau im untersuchten Areal vorzufinden sind, muss eher davon ausgegangen werden, dass die Vegetationssukzession nach der Rodung in der Tiefenlinie schneller zu höherer biogener Rauigkeit geführt hat, als auf den Hängen im Bereich der Talschlussmulde. Damit fand im Bereich der Talschlussmulde noch Bodenerosion statt, während in der Tiefenlinie im untersuchten Abschnitt das korrelierte Solumsediment akkumuliert wurde (Stadium d in Abb. 6).
- 5) Anschließend erfolgte das Einschneiden eines Hohlweges durch das Solumsediment, die periglazialen Lagen und die holozänen Böden hindurch. Die Anlage der Wegstrecke erfolgte dabei eher im Bereich des Unterhangfußes des Nordhangs und nicht in der Tiefenlinie. Damit ist eine quasinatürliche Entstehung im Sinne einer geomorphodynamischen Teilaktivität entlang des vegetationslosen Weges belegt. Anschließend wurde der Weg aufgegeben und die Wände der Struktur flachten sich durch Versturz etwas ab (Stadium e in Abb. 7).

Anhand von historischen Karten ist eine zeitliche Einordnung der Hohlwegentstehung in den Bereich vom Spätmittelalter bis zur frühen Neuzeit wahrscheinlich (TOPOGR. ATLAS D. KGR. HANN. U. D. HERZOGTUMS BRAUNSCHW. V. A. PAPEN 1841 vgl. LGN 1999 und Buchdeckel der SCHRIFTEN DER PAUL-FEINDT-STIFTUNG 2010, GAUßSCHE LANDESAUFNAHME 1827-1839 vgl. LGN 2002, REICHSAMT FÜR LANDESAUFNAHME 1939). Der Hohlweg stellt darüber hinaus wahrscheinlich eine ehemals andere Streckenführung oder einen Ausweichstreckenabschnitt des „Gronauer Stieges“, eines alten Handelsweges zwischen Hildesheim und Gronau, dar (vgl. LBEG 2014a, TK 10; vgl. Kap. 2 und 7).

Quellen

- AD-HOC-AG BODEN (2005): Bodenkundliche Kartieranleitung. 5. Aufl., Hannover.
- AMBOS, R. & O. KANDLER (1999): Über Lößhohlwege und Reche an der ostrhein Hessischen Rheinfront zwischen Mainz und Guntersblum. In: Frankfurter Geowiss. Arb., Serie D, **25**: 13-23.
- BARTELS, G. (1967a): Geomorphologie des Hildesheimer Waldes. In: Göttinger geogr. Abhandl. **41**.
- BARTELS, G. (1967b): Stratigraphische und geomorphologische Auswertung von Schuttdecken vor Muschelkalkschichtkämmen und -schichtstufen im niedersächsischen Bergland. In: Eiszeitalter und Gegenwart **18**: 76-81.
- BORK, H.-R., BORK, H., DALCHOW, H., FAUST, B., PIORR, H.-P. & T. SCHATZ (1998): Landschaftsentwicklung in Mitteleuropa. Klett-Perthes, Gotha.
- BORK, H.-R. (1982): Die holozäne Relief- und Bodenentwicklung im Untereichsfeld und im südwestlichen Harzvorland. Dissertation, Naturwissenschaftliche Fakultät, Technische Universität Carolo-Wilhelmina Braunschweig, Braunschweig.
- BULLMANN, H. (2010): Eigenschaften und Genese periglazialer Deckschichten auf Carbonatgesteinen des Muschelkalks in einem Teilgebiet der ostthüringischen Triaslandschaft. Diss., Inst. f. Geogr., Fak. f. Physik und Geowissensch., Universität Leipzig. <http://www.qucosa.de/fileadmin/data/qucosa/douents/6789/diss_schrift_bullmann.pdf> (Stand: 10.06.2010) (Zugriff: 11.06.2014).
- DOTTERWEICH, M. (2008): The history of soil erosion and fluvial deposits in small catchments of central Europe: Deciphering the long-term interaction between humans and the environment – A review. In: Geomorphology **101**: 192-208.
- DOTTERWEICH, M., WENZEL, S. & R. SCHREG (2012): Landschaftsentwicklung seit der Römerzeit im westlichen Segbachtal bei Mayen in der Osteifel. - Erste Teilprojektergebnisse aus dem DFG-Projekt "Zur Landnutzung im Umfeld eines römischen Industriereviers". In: Grünwald, M., Wenzel, S. [Hrsg.]: Römische Landnutzung in der Eifel - Neue Ausgrabungen und Forschungen. RGZM – Tagungen **16**: 181-206.
- DREIBROTH, S., LUBOS, C., TERHORST, B., DAMM, B. & H.-R. BORK (2010): Historical soil erosion by water in Germany: Scales and archives, chronology, research perspectives. In: Quaternary International **222**: 80–95.
- EHLERS, J. (2011): Das Eiszeitalter. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg.
- EWALD, K.C. (1996): Traditionelle Kulturlandschaften. Elemente und Bedeutungen. Hohlwege, besonders eindrücklich am Kaiserstuhl. – In: Naturlandschaft - Kulturlandschaft. Die Veränderungen der Landschaften nach der Nutzbarmachung durch den Menschen. Landsberg: ecomed, S. 99-120.
- EITEL, B. & D. FAUST (2013): Bodengeographie. Das geographische Seminar. Westermann, Braunschweig.
- FÖRSTER, H. (2012): Sedimentbilanzierung in Mittelgebirgen: Historische Bodenerosion mesoskaliger Einzugsgebiete am Beispiel des Speyerbachs, Pfälzerwald. Diss., FB 11, J.-W. Goethe-Univ. Frankfurt a. M.
- GROTE, T. (2008): Kausalanalytischer Vergleich von historischen und aktuellen Erosionsprozessen im Zusammenhang mit der Walddnutzung. Diss., Fak. f. Forst- und Umweltwiss., Albert-Ludwigs-Univ., Freiburg i. Brsg. <http://www.freidok.uni-freiburg.de/volltexte/5477/pdf/dissertation_grote.pdf> (Zugriff: 14. 10.2014).
- HEINRICH, J. (1989): Sedimente, Bodenbildung und Vegetation am westlichen Odenwaldrand (Bergsträßer Odenwald). In: BÄR, W.-F., FUCHS, F. & G. NAGEL [Hrsg.]: Beiträge zum Thema Relief, Boden und Gestein – Arno Semmel zum 60. Geburtstag gewidmet von seinen Schülern. Frankfurter geowissensch. Arb. **10**: 43-54.

- KLEBER, A. (1992): Periglacial slope deposits and their pedogenetic implications in Germany. In: *Palaeogeogr., Palaeoclimatol. and Palaeoecol.* **99**: 361-372.
- KLEBER, A. & B. TERHORST [Hrsg.] (2013): Mid-Latitude Slope Deposits (Cover Beds). *Developments in Sedimentology* **66**: 1-302.
- LANG, A. (2003): Phases of soil erosion-derived colluviation in the loess hills of South Germany. In: *Catena* **51**: 209-221.
- LBEG (Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie) [Hrsg.] (2014a). NIBIS®-Kartenserver. Topographische Karten (TK 10, TK 25, TK 50, TK 100). Hannover. <<http://nibis.lbeg.de/cardomap3/>> (Stand: 2014, Zugriff: 20.10. 2014).
- LBEG (Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie) [Hrsg.] (2014b): Symbolschlüssel Geologie. Symbole für die Dokumentation geologischer Feld- und Aufschlussdaten. 7. Auflage der digitalen Fassung. Hannover. <www.lbeg.niedersachsen.de/download/74117/Symbolschluesel_Geologie.pdf> (Stand: 10/ 2014) (Zugriff: 20.11.2014).
- LBEG (Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie) [Hrsg.] (2014c). NIBIS®-Kartenserver. Geologische Karten (GK 25, GK 50). Hannover. <<http://nibis.lbeg.de/cardomap3/>> (Stand: 2014, Zugriff: 20.10. 2014).
- LINKE, M. (1963): Ein Beitrag zur Erklärung des Kleinreliefs unserer Kulturlandschaft. In: RICHTER, G. [Hrsg.] (1976). *Bodenerosion in Mitteleuropa*. Wissensch. Buchgesellsch. Darmstadt.
- LGN (Landesvermessung und Geobasisinformation Niedersachsen) (1999): Topographischer Atlas des Königreichs Hannover und des Herzogtums Braunschweig von August Papen (1841), Blatt 55 Hildesheim 1:75000, Reproduktion, Hannover.
- LGN (Landesvermessung und Geobasisinformation Niedersachsen) (2002): Gaußsche Landesaufnahme 1827-1839, Blatt 5 Hildesheim. Reproduktion, Hannover.
- MEYER, B. (1979): Die Entcarbonatisierungsrötung als bodengenetischer Teilprozeß. In: *Mitt. deutsch. bodenkdl. Gesellsch.* **29**: 705-708.
- MORTENSEN, H. (1976): Die „quasinatürliche“ Oberflächenformung als Forschungsproblem. In: RICHTER, G. [Hrsg.] (1976). *Bodenerosion in Mitteleuropa*. Wissensch. Buchgesellsch. Darmstadt.
- MÜLLER, S. (2011): Neue Erkenntnisse zu periglaziären Lagen und Pedogenese im Hessischen Spessart. Diss., FB 11, J.-W. Goethe-Univ. Frankfurt a.M.
- MUNSELL (1975): Soil Color Charts. US Department of Agriculture, Baltimore (Maryland).
- REICHSAMT FÜR LANDESAUFNAHME [Hrsg.] (1939): Karte des Deutschen Reiches, Großblatt 73 Hildesheim - Holzminden - Seesen, Maßstab 1:100000, Berlin.
- REHFUESS, K.E. (1990): Waldböden. Entwicklung, Eigenschaften und Nutzung. 2. völlig neu bearb. u. erw. Aufl., Pareys Studentexte 29, Hamburg, Berlin.
- ROHDENBURG, H. (1970): Morphodynamische Aktivitäts- und Stabilitätszeiten statt Pluvial- und Interpluvialzeiten. In: *Eiszeitalter und Gegenwart* **21**: 81-96.
- ROHDENBURG, H. (1971). Einführung in die Klimagenetische Geomorphologie anhand eines Systems von Modellvorstellungen am Beispiel des fluvialen Abtragungsreliefs. 2. Aufl., Lenz-Verlag, Gießen.
- ROHDENBURG, H. (1989). *Landschaftsökologie - Geomorphologie*. Cremlingen-Destedt: Catena.
- RÖSNER, U. & C. TÖPFER (1999): Historische Bodenerosion auf Flurwüstungen im westlichen Steigerwald. – *Mitteilungen der Fränkischen Geogr. Gesellsch.* **46**: 27-74.
- SAUER, D. (2004): Bildungsprozesse periglaziärer Lagen in den deutschen Mittelgebirgen und ihre zeitliche Einordnung. *Tüb. geowiss. Arb., Reihe D*, **10**: 19-37.
- SEMMELE, A. (1968): Studien über den Verlauf jungpleistozäner Formung in Hessen. In: *Frankfurter geographische Hefte* **45**.
- SEMMELE, A. (1985): Periglazialmorphologie. In: *Erträge der Forschung*, Bd. 231, Wissenschaftliche Buchgesellschaft (WBG), Darmstadt.

- SEMME, A. (1993): Grundzüge der Bodengeographie. 3. überarb. Aufl., Teubner Studienbücher der Geographie, Stuttgart.
- SEMME, A. (1996): Geomorphologie der Bundesrepublik Deutschland. Grundzüge, Forschungsgegenstand, Aktuelle Fragen, Erörtert an ausgewählten Landschaften. 5. völlig überarb. u. reg. erw. Aufl., Erdkundliches Wissen, H. 30, Franz Steiner Verlag, Stuttgart.
- SEMME, A. (2008): Vorzeitliches Eiszeitklima und heutiger Boden im Spessart. In: Jber. Wetterau. Gesellsch. f. d. gesamte Naturkunde **158**: 97-117.
- SEMME, A. & B. TERHORST (2010): The concept of the Pleistocene periglacial cover beds in central Europe: A review. In: Quaternary International **222**: 120-128.
- SCHEFFER, F., WELTE, E. & B. MEYER (1960): Die Rendsinen der mitteldeutschen Berg- und Hügellandschaften (Leine-Weser-Bergland). 1. Genese und Verbreitungsbedingungen der Rendsinen. In: Zeitschr. f. Pflanzenernährung, Düngung und Bodenkunde **90**: 18-36.
- SCHRIFTEN DER PAUL-FEINDT-STIFTUNG (2010): Zwischen Osterberg und Innerste - vom Standortübungsplatz zum Naturerlebnisraum. In: Natur und Landschaft im Landkreis Hildesheim, Bd. 7, Hildesheim.
- STAHR, K., KANDELER, E., HERRMANN, L. & T. STRECK (2012): Bodenkunde und Standortlehre. 2. korr. Aufl., Verlag Eugen Ulmer (UTB), Stuttgart.
- STANKOVIANSKY, M. (2003): Historical evolution of permanent gullies in the Myjava Hill Land, Slovakia. In: Catena **51**: 223-239.
- STOLZ, C. & GRUNERT, J. (2010): Quaternary landscape development in Palatinate Forest (Pfälzerwald, south-western Germany). In: Quaternary International **222**: 129-142.
- THIEMEYER, H. (1988): Bodenerosion und Dellenentwicklung in hessischen Lößgebieten. In: Rhein-Mainische Forschungen **105**.
- VINX, R. (2011): Gesteinsbestimmung im Gelände. 3. Aufl., Spektrum, Heidelberg.
- VÖLKE, J., ZEPP, H. & A. KLEBER (2002): Periglaziale Deckschichten in Mittelgebirgen – ein offenes Forschungsfeld. In: Ber. z. dt. Landeskunde **76**: 101-114.
- ZÖLLER, L. & F. NEHRING (2002): Solifluktsions-, Löss- und Bodenbildungszyklen seit dem letzten Interglazial im Niederwesterwald. In: Ber. z. dt. Landeskunde **76**: 115-130.

Anschrift der Autoren:

Moritz Sandner

Neue Wiesen 18
D-30855 Langenhagen
sandnerm@uni-hildesheim.de

Jan-Philip Dieck

Am Reihpiepenfelde 13
D-30455 Hannover
jan-philip.dieck@web.de

B.Sc. Jasmin Karaschewski

Struckmannstraße 15
D-31134 Hildesheim
karasche@uni-hildesheim.de

Dipl.-Geogr. Nico Herrmann

Universität Hildesheim
Institut für Geographie
Universitätsplatz 1
D-31141 Hildesheim
nico.herrmann@uni-hildesheim.de