

Die Braunerde als häufigster Bodentyp Österreichs¹

A.K. Pehamberger und M.H. Gerzabek

Cambisols – the most abundant soil type of Austria

1 Einleitung

Braunerden stellen typische Böden des gemäßigt-humiden Klimagebietes dar; sind in Europa, Nord- und Südamerika, südlichen Teilen von Sibirien verbreitet und vereinzelt in Australien und Neuseeland anzutreffen. Als gemeinsames Merkmal ist ihnen ein durch Eisen-Oxide und -Hydroxide braungefärbter B-Horizont eigen.

Im österreichischen Klassifikationssystem wird die Braunerde auf der Typenebene erfasst und bildet zusammen mit der Parabraunerde die übergeordnete Bodenklasse „Braunerden“ (NESTROY et al, 2000).

Braunerden wurden erstmalig von E. Ramann im Jahre 1905 beschrieben (FRANZ, 1960). Zu diesem Zeitpunkt war die Profilbeschreibung aber hinsichtlich der morphologischen, chemischen und physikalischen Charakterisierung

wenig entwickelt, sodass eine genaue Abgrenzung der Braunerden gegenüber anderen „verwandten“ braunen Böden nicht immer möglich war.

KUBIENA (1953) bezeichnete die „Mitteleuropäischen Braunerden“ als neutrale bis mäßig saure Böden des gemäßigt-humiden Klimas, deren braune bis hellockerfarbige B-Horizonte keine Anreicherungshorizonte darstellen, sondern durch chemische Verwitterung bei guter Durchlüftung und reichlicher – jedoch nicht übermäßiger – Durchfeuchtung gebildet werden.

Er unterteilte jene auf silikatischen Muttergesteinen nach dem Grad der Basensättigung, ihres pH-Wertes und des Nährstoffgehaltes in oligotrophe (basenarme) und eutrophe (basenreiche) Braunerden.

Braunerden aus carbonatreichen Ausgangsmaterialien, wie beispielsweise Löss oder Kalkstein, wurden von Kubie-

Summary

Cambisols (“Braunerden”) are typical soils of the temperate humid climate. They can be found in Europe, North- and South America, southern parts of Siberia and occasionally in Australia and New Zealand. The most important diagnostic criterion is a weathered B horizon, typically brownish colored by iron oxides and hydroxides. The WRB classification of Cambisols overlaps to a large extent with the Austrian definition of “Braunerden”, but not completely.

Cambisols constitute the most abundant soil type in Austria. Including forest and agricultural sites they cover 2.2 million ha. Dystric Cambisols dominate on metamorphic and magmatic parent material in the Bohemian massif and the central Alps. Eutric Cambisols can be found in the semi-arid and humid loess dominated landscapes. The latter tend to develop to Luvisols. Cambisols and Luvisols occasionally occur in central Burgenland, in Styria and Carinthia.

The diversity of Cambisols is extensive. Both, shallow soils on weathered rock material and deeply developed soils on loess are common. The first group of Cambisols are characterized by restricted root space, low silt and clay contents, poor plant nutrient contents and a short vegetation period resulting in low net primary production potential. Such sites are prone to erosion and less resilient with respect to contaminant inputs.

Cambisols on loess, however, exhibit high cation exchange capacity for plant nutrients, high silt and clay contents and water holding capacity and are highly productive. The high biological activity of soil organisms are basis for an excellent transformation performance with respect to organic materials and compounds. High water holding capacity and neutral pH values result in excellent filter and buffer functions.

In semi humid loess landscapes we observe Cambisols with slightly alkaline pH values in the B (weathering) horizon. This implies research needs to elucidate if there is a mandatory coupling of the development of a cambic horizon with pH decrease.

Key words: Cambisol, soil development, soil properties.

Zusammenfassung

Braunerden stellen typische Böden des gemäßigt-humiden Klimagebietes dar. Sie sind in Europa, Nord- und Südamerika, südlichen Teilen von Sibirien verbreitet und vereinzelt in Australien und Neuseeland anzutreffen. Als gemeinsames Merkmal ist ihnen ein durch Eisen-Oxide und -Hydroxide braunefärbter B-Horizont eigen. International korrelieren sie zu einem gewissen Teil mit den "Cambisolen" der WRB, wobei eine direkte Übersetzung wegen prinzipieller Unterschiede der Systeme problematisch ist.

In Österreich zählen Braunerden zu den häufigst vorkommenden Bodentypen und nehmen einschließlich der Waldflächen rund 2,2 Millionen ha ein. Es dominieren die kalkfreien Formen auf Metamorphiten und Magmatiten im Bereich der Böhmisches Masse und der Zentralalpen. Kalkhaltige Braunerden hingegen, kann man teilweise in den Lössgebieten der trockenen sowie feuchten Lösslandschaft antreffen, wobei letztere bei Zunahme des Niederschlagsindex in Parabraunerden übergehen. Weitere vereinzelt Vorkommen von kalkhaltigen Braunerden und Parabraunerden sind vom mittleren Burgenland über die Steiermark und Kärnten bis in die westlichen Landesteile zu beobachten.

Die Diversität der Braunerden ist besonders hoch und reicht von seicht- bis mittelgründigen Braunerden aus Verwitterungsmaterial bis zu tiefgründigen Braunerden aus Löss. Bei erstgenannten Standorten bewirken der mäßig durchwurzelbare Raum, die geringen Schluff- und Tonanteile sowie Nährstoffarmut verbunden mit einer kurzen Vegetationszeit meist ein geringes natürliches Ertragspotenzial. Neben einer gewissen Erosionsanfälligkeit können Schadstoffeinträge nur mäßig gepuffert werden.

Braunerden aus Löss dagegen sind fast ausschließlich tiefgründig, weisen hohe Austauschkapazitäten für Nährstoffe auf, sind von mittelschwerer Bodenart, schluffreich, und deshalb in der Lage anfallendes Niederschlagswasser sehr gut und über einen langen Zeitraum zu speichern. Im Verein mit klimatischen Gunstlagen weisen sie österreichweit höchste Erträge auf. Sie bieten weiters gute Lebensbedingungen für Mikroorganismen und Bodentiere; ein Hinweis für die ausgezeichnete Transformationsleistung des Standortes. Ebenso ergeben entsprechend gute Werte für Wasser- und Kationenaustauschkapazität eine hohe Gesamtfilterwirkung und ihre pH-Werte bedingen einen Ca-Pufferbereich der ein Optimum gegen Säureinträge darstellt.

Insbesondere in den Gebieten der feuchten Lösslandschaft findet man Braunerden, deren Verbraunungshorizonte im schwach alkalischen Bereich liegen. Hier wäre zu prüfen, wie weit die Verbraunung zwingend mit dem Absinken des pH-Wertes in den schwach bis mäßig sauren Bereich einhergehen muss.

Schlagerworte: Braunerde, Bodenentwicklung, Bodeneigenschaften.

na als Kalkbraunerden bezeichnet. FRANZ (1960) hat hiezu in weiterer Folge, aufgrund der besonderen Eigenschaften des Ausgangsmaterials den Subtyp Lössbraunerde geschaffen.

Unter Oligotrophen Braunerden versteht man im Sinne von KUBIENA (1953) zumeist hellocker gefärbte Böden (im Allgemeinen weniger intensiv gefärbte B-Horizonte); sie sind flachgründig, humusarm und auf sauren silikatischen Gesteinen zu finden (Granite, Gneise, Quarz-Sandstein etc.). Diese basenarmen Braunerden zeigen geringe Basensättigungen und enthalten im hohen Maße Fe- und Al-Oxide. Da diese eine „verklebende“ bzw. „verkittende“ Wirkung zeigen, wirken sie einer Tonverlagerung entgegen. Braunerden auf quarzreichen Ausgangsmaterialien bilden oft ein Übergangsstadium zu den Podsolen.

Eutrophe Braunerden zeichnen sich zumeist durch dunkelbraune Farben aus; sie sind locker, krümelig und neigen zur Ausbildung tiefgründiger Profile, weisen intensive bio-

logische Tätigkeit auf, sind auf basischen Silikatgesteinen vorkommend (z.B. Basalte, Diorite, Diabase) und stellen ein Klimaxstadium dar. Basenreiche Braunerden zeigen Basensättigungen von mehr als 70 %, haben viel austauschbares Calcium und Magnesium und weisen ein stabiles Gefüge auf.

Böden mit Tondurchschlammung, also einer Verlagerung von Ton und Eisen aus oberen in tiefere Bodenhorizonte (ohne Zerstörung des Tones) wurden „Sol lessivé“ bzw. wie KUBIENA (1953) vorschlug, nur „Lessivé“ genannt (heute meist Parabraunerden).

Zwischen oligotrophen und eutrophen Braunerden bestehen Übergangsformen (mesotrophe Braunerde), die im abgeschwächtem Maße Merkmale beider Bildungen enthalten (KUBIENA, 1953).

Weiters hat KUBIENA (1953) die Subtypen Meridionale Braunerde (in südlichen Trockengebieten vorkommend),

Alpine Rasenbraunerde (in der alpinen Stufe von Hochgebirgen vorkommend) sowie Ferritische Braunerde (bildet sich auf Limonit, Siderit und erzführenden Kalken) geschaffen.

Im österreichischen Klassifikationssystem der Bodensystematik 2000 (NESTROY et al., 2000) wird die Vielzahl und Variabilität der Braunerden auf der Typen-, Subtypen-, und Variätenebene zum Ausdruck gebracht.

Für alle Braunerden kann aber folgende Gesamtcharakteristik erstellt werden:

Braunerden sind Böden, die zwischen dem humosen A-Horizont und dem Ausgangsmaterial (C-Horizont) einen durch Eisen-Oxide und -Hydroxide braun gefärbten B-Horizont aufweisen, der eine Mächtigkeit von mindestens 10 cm oder 15 % des Gesamtsolums haben soll.

Die Humusform des A-Horizontes ist in der Regel Mull. Bei zunehmender Versauerung (z.B. unter Nadelwald) tritt auch Moder bzw. Rohhumus (in extremen Fällen) auf. Die Humusgehalte unter Ackernutzung betragen zwei bis vier Prozent.

Die Darstellung der Klasse der Braunerden wird auf Tabelle 1 gemäß Österreichischer Bodensystematik 2000 (NESTROY et al., 2000) gegeben.

Das Abgrenzungsmerkmal zwischen den beiden Bodentypen Braunerde – Parabraunerde ist eine erkennbare Tonverlagerung. Bei der Parabraunerde ist der/sind die obere(n) Horizont(e) an Ton verarmt, während darunter ein Tonanreicherungshorizont (B_t-Horizont) zu diagnostizieren ist. Der mit Ton angereicherte B_t-Horizont muss als erste Bedingung einen Tongehalt von mehr als 25 Massen-%

aufweisen. Als zweite Bedingung muss sein Tongehalt um mindest 25 Relativ-% höher liegen als jener der/des darüberliegenden Auswaschungshorizonte(s).

Die Aggregate des B_t-Horizontes sind meist von so genannten coatings (dunkle Tonüberzüge) umhüllt; die Struktur ist blockig-scharfkantig und die pH-Werte liegen im sauren bis schwach sauren Bereich.

Das Vorhandensein eines fahlen Eluvialhorizontes ist unter Ackerstandorten nur mehr selten gegeben, deshalb kann gegenüber früheren Forderungen dieser Horizont bei der Parabraunerde auch fehlen.

International korrelieren Braunerden zu einem gewissen Teil mit den *Cambisolen* der WRB (SCHAD, 2008), wobei eine direkte Übersetzung wegen prinzipieller Unterschiede beider Systeme im Allgemeinen problematisch ist.

Kurzbeschreibung der Cambisole nach SCHAD (2008) auszugsweise:

Bedeutung: Böden mit einer mindestens anfänglichen Horizontdifferenzierung im Unterboden, erkennbar an Änderungen von Gefüge, Farbe, Tongehalt oder Carbonatgehalt; von ital. *cambiare*, sich ändern.

Ausgangsgestein: Materialien mit mittlerer und feiner Bodenart aus einer großen Vielfalt von Gesteinen.

Profilentwicklung: Cambisole sind gekennzeichnet durch schwache oder mäßige Verwitterung des Ausgangsgesteins und durch das Fehlen größerer Mengen an eingewaschenen Al- und/oder Fe-Verbindungen“.

Cambisole sind weltweit verbreitet; auf jüngeren Landoberflächen in humid gemäßigten Zonen, aber auch in ariden Gebieten (reliktische Formen in Nord- und Südafrika

Tabelle 1: Die Klasse der Braunerden in Österreich

Table 1: The Class of Cambisols in Austria

Klasse	Typ (Abkürzung)	Subtyp	Varietät
Braunerden	Braunerde (BN)	Carbonatfreie BN Carbonathaltige BN Carbonatfreie Relikt-BN Carbonathaltige Relikt-BN	ad Carbonatfreie BN und Carbonatfreie Relikt-BN: oberbodenverdichtete, vergleyte, pseudovergleyte, podsolige; ad Carbonathaltige BN und Carbonathaltige Relikt-BN: oberbodenverdichtete, vergleyte, pseudovergleyte
	Parabraunerde (BP)	Rezente BP Relikt-BP	carbonathaltige, oberbodenverdichtete, vergleyte, pseudovergleyte, podsolige, erodierte

sowie auf dem indischen Subkontinent). Sie bedecken rund 1500 Mio. Hektar und sind für alle Formen der Bodennutzung geeignet.

Braunerden können aus Rankern, Regosolen teilweise auch aus Pararendzinen bzw. Tschernosemen entstehen, wenn bei genügender Durchfeuchtung die Verwitterungs- und Umbildungsvorgänge in entsprechend langen Zeiträumen ablaufen.

Im wesentlichen laufen bei diesen Umwandlungen nach STAHR et al. (2008) drei bis vier Prozesse ab; diese sind: Verbraunung, Verlehmung, Entbasung und Versauerung.

Die **Verbraunung** ist der profilprägende Prozess von Böden in gemäßigt humiden Klimagebieten und entsteht bei Freisetzung von Eisen durch Verwitterung von primären Silikaten unter Bildung bzw. Anreicherung von Eisen-Oxiden und -Hydroxiden. Aus den, in den Silikaten vorhandenen Mineralien, werden durch Hydrolyse zweiwertige Eisenionen und durch Oxidation und Hydrolyse dreiwertige Eisenionen freigesetzt, die nach Umweltbedingungen umgewandelt werden; z.B. Goethit (gelbbraun-humide Bedingungen), Hämatit (rote Farbe – mediterrane Bedingungen).

Die **Verlehmung** ist mit einer weiteren Entstehung von Tonmineralen und einer daraus resultierenden Erhöhung des Tonanteiles verbunden und kann durch Neubildung, durch Umwandlung (z.B. Glimmer) oder durch Transformation eines Tonminerales in ein anderes erfolgen. Gemäß STAHR et al. (2008) sind bei Braunerden im Schwarzwald in der postglazialen Zeit aus 1 m³ Granit 100 bis 200 kg Ton entstanden.

Unter **Entbasung** versteht man die Auswaschung von Alkali- und Erdalkali-Ionen. Diese Ionen, vor allem Natrium, Calcium, Magnesium und Kalium werden nach Verwitterung der Gesteine – im Gegensatz zu Eisen und Aluminium – nicht mehr in schwer lösliche Verbindungen eingebaut und werden vor allem im humid-gemäßigten Klimabereich mit der Bodenlösung ausgewaschen. In weiterer Folge kann eine **Versauerung** durch Abgabe von Wasserstoff-Ionen von der Pflanzenwurzel, Organische Säuren, Oxidation (z.B. bei der Bildung von Goethit) entstehen.

Ziel der vorliegenden Arbeit ist es einerseits die Verbreitung der Braunerden in Österreich, andererseits die Variabilität der bodenkundlichen Eigenschaften und deren Beiträge zu den Bodenfunktionen nach BLUM (2007) der Braunerden aufzuzeigen und spezifische Prozesse der Entstehung zu diskutieren.

2 Material und Methoden

2.1 Verbreitung der Braunerden in Österreich

Zur kartographischen Darstellung der Braunerdevorkommen diente die Digitale Karte der Bodengruppen in Österreich – Bereinigte Fassung der Europa-Bodenkarte 1:1 Mio. (NESTROY et al., 2002). Dargestellt wurden kalkfreie und kalkhaltige Braunerden, Parabraunerden und pseudovergleyte Parabraunerden sowie reliktdäre Braunerden (meist bodenartlich schwer).

2.2 Standorte (Untersuchungsgebiete)

Die große Variabilität der Braunerden soll anhand zweier konträrer Subtypen

- Braunerde aus Gneis im Waldviertel = Profil „Schafberg“ (Boden des Jahres 2008)
 - Braunerde aus Löss im Niederösterreichischen Alpenvorland = Profil „Brunn bei St. Pölten“
- aufgezeigt werden. Das Ausgangsmaterial Löss wird gemäß den Kriterien von PESCI und RICHTER (1996) definiert.

2.2.1 Braunerde aus Gneis (Waldviertel – Böhmisches Masse)

Das Profil „Schafberg“; eine „Braunerde auf Gneis“; liegt ca. 120 km Luftlinie von der Bundeshauptstadt Wien in nordwestlicher Richtung entfernt und gehört dem Landschaftsraum des so genannten Waldviertels an. Zusammen mit dem westlich anschließenden Mühlviertel und südlich der Donau gelegenen kleineren landschaftlichen Einheiten wird es aus geologischer Sicht der Böhmisches Masse zugerechnet, deren Flächenanteil ca. 11 % des Staatsgebietes von Österreich einnimmt. Die Böhmisches Masse präsentiert einen ausgedehnten Kristallingesteinskomplex aus Metamorphiten und Magmatiten im Zentrum Europas (WESSELY, 2006) und stellt ein abgetragenes, weitgehend eingeebnetes ehemaliges Hochgebirge dar. Da diese Abtragung bereits mit dem ausklingenden Paläozoikum einsetzte, finden wir als Ergebnis heute in den überwiegenden Teilen des Waldviertels ein System von eingerumpften Hochflächen vor, welche durch tektonisch bedingte Höhenstufen von einander getrennt sind (NESTROY, 1994). Die Hochflächen stellen aber keine ebenen Flächen dar, sondern sind meist in der Abfolge Kuppe – Oberhang – Unterhang – Hangfuß – abflusslose Mulde zu beobachten.

Morphologie und Ausgangsmaterial bestimmen hier im Besonderen den Bodentyp. So sind auf den Kuppen je nach Ausgangsmaterial seichtgründige Braunerden bzw. Ranker zu finden. Letztere vor allem an Standorten, die sich durch saures quarzreiches Ausgangsmaterial auszeichnen und somit einer Braunerdeentwicklung entgegenwirken (Quarzite, Quarzsande, etc.). Weiters folgen mittelgründige bis tiefgründige Braunerden, die schlussendlich im Bereich des Hangfußes in Braunerde-Kolluvien übergehen, die im Allgemeinen leichte Vergleungserscheinungen aufweisen. Die Braunerden sind meist von leichter Bodenart (maximal bis stark sandiger Lehm), wobei die Formen auf Gneis etwas bindiger sind als jene auf Granit. In den abflusslosen Mulden sind Gleye, Anmoore und Moore zu finden. Eine Besonderheit stellen die alten Verwitterungsdecken dar – Bildungen aus dem Tertiär unter wärmeren Klimabedingungen – auf denen die (Relikt-) Pseudogleye typisch sind (PEHAMBERGER, 2007).

Gemäß niederösterreichischer Bodenzustandsinventur (Anonymus 1994) sind im Waldviertel auf ca. 50 % der

landwirtschaftlichen Nutzflächen kalkfreie Braunerden aus Graniten, Gneisen oder Schiefnern anzutreffen. Zirka 15 % nehmen Pseudogleye, meist relikte Formen, ein und zu rund je 10 % kommen Parabraunerden und Gleye vor; den Rest bilden hauptsächlich Moore, Anmoore, Ranker und Tschernoseme im Osten.

Große Teile der Hoch- und Mittellagen können zu thermischen Ungunslagen gezählt werden (HARLFINGER und KNEES, 1999) und die damit verbundenen kurzen Vegetationsperioden üben einen negativen Einfluss auf die Ertragsfähigkeit aus. Teilweise sind auch die Jahresniederschläge – im Allgemeinen zwischen 500 bis 800 mm – nicht ausreichend und können auf seichtgründigen Böden zu Trockenphasen führen.

„Insgesamt stellt das Waldviertel einen Raum dar, der durch kühles Klima bei relativ geringen Niederschlägen charakterisiert ist, weshalb die Acker-Waldwirtschaften vorherrschen und das Grünland eher auf saure, nasse Wiesen beschränkt bleibt.“ (FINK, 1958)

Tabelle 2: Allgemeine Standorteigenschaften des Profils „Schafberg“
Table 2: General characteristics of the profile „Schafberg“

Regional-Lokalklima		Profil (Bewertung,Standortsbeschreibung)	
Jahresmitteltemperatur in °C	6,2	Seehöhe in m Relief	720 Kuppe
14-Uhr-Temp. April bis August in °C	16,7	Klasse	IS/Gz 5 V
Wärmesumme in °C*	2193	Boden- bzw. Grünlandgrundzahl	24
Klimastufe nach Temp. und Wärmesumme	c2/c3	Einflüsse auf die Ertragsfähigkeit; Ab- und Zuschläge in %	Klima -2 Wind kalt -2 Böschung -4
Temperatur > 5° Anzahl der Tage	209	Acker- bzw. Grünlandzahl	22
Jahresniederschlag in mm	695	Bodentyp	Braunerde aus grobklastischen Material (früher Felsbraunerde)
Niederschlag April bis Juli in mm bzw. %	400 58 %	Ausgangsmaterial	Gneis
Klimatische Wasserbilanz K-Wert ¹ T-Wert ²	53 3	Gründigkeit	mittel bis seicht
Schneedeckentage	97	Wasserverhältnisse des Standortes	zur Trockenheit neigend
		Bearbeitbarkeit	durch Steingehalt erschwert
		Erosion	erosionsanfällig

*) Wärmesumme: Addition aller 14-Uhr-Temperaturen über das gesamte Jahr, sofern das tägliche Minimum nicht unter 5,0 °C und das tägliche Maximum nicht unter 15,0 °C liegt (Definition nach HARLFINGER und KNEES, 1999); Gunstlagen ab 3050 °C

¹ Charakterisiert die Aridität und Humidität für das Gesamtjahr; ungünstige Wasserbilanz: K-Wert > 100

² Kenngröße für die Häufigkeit trockener Bedingungen ; ungünstige Wasserbilanz T-Wert > 15

2.2.2 Braunerde aus Löss im Niederösterreichischen Alpenvorland

Das Profil „Brunn bei St. Pölten“ (Tabelle 3) gehört dem östlichen Teil des Alpenvorlandes an und befindet sich nahe der niederösterreichischen Landeshauptstadt St. Pölten. Mit Jahresniederschlägen von 700 mm und mehr, kann dieser Landschaftsraum gemeinsam mit 14-Uhr-Temperaturen um 19,5 °C bzw. Wärmesummen um 3300 °C zu den klimatischen Gunstlagen gezählt werden.

Aus geologischer Sicht, gehört dieser Teil des Alpenvorlandes der Molassezone an, die sich zwischen Böhmischer Masse und Flyschzone in einer Breite von 10 bis 30 km erstreckt. Der Name Molasse leitet sich von „molare“ ab, was bedeuten soll, dass die aufsteigenden Alpen das bei der Gebirgsbildung entstandene zerriebene Material sowie den Schutt in den Molasse-Meeresarm abgelagert haben. Der dabei entstandene Schlier, ein sandig bis toniges mergeliges Gestein, bildet sehr oft den Unterbau dieser Landschaft, die im Pleistozän entsprechend dem Rhythmus der Kalt-Warmzeiten modelliert wurde und das Landschaftsbild des Al-

penvorlandes geprägt hat. Dieses reicht von alt- und ältestpleistozänen Fluren, die bereits stärkst aufgelöst sind und nur mehr wenig ebene Flächen mit vereinzelt Schotterkappen tragen, bis zu den spätglazialen Terrassenlandschaften der Donau sowie deren Seitenflüssen. Auf den jüngeren, gut erhaltenen Terrassen (mit Ausnahme der Niederterrassen) bildet der Schlier den Sockel und fungiert auch teilweise als Staukörper des Grundwassers. Über ihm liegen Schotter und – über weiten Teilen der Landschaft – Löss als Ausgangsmaterialien für die Bodenbildung. Auf den alten stark aufgelösten Fluren, auch **Höhenterrassen** genannt, wurden Schotter und Löss oftmals solifluidal entfernt und der wenig durchlässige Schlier sowie auch alte entkalkte Lösslehme haben hier die Bodenbildung geprägt.

So sind auf den verschiedenen Landschaftselementen des Alpenvorlandes bestimmte Bodenentwicklungen vor sich gegangen und daraus resultierende Bodentypen entstanden.

Im Bereich der **Talaue** im Besonderen entlang der Donau, so im Eferdinger Becken, Machland und in der Stromebene zwischen Pöchlarn und Ornding zeigt sich die **Aubodenserie**.

Tabelle 3: Allgemeine Standorteigenschaften des Profils „Brunn bei St. Pölten“
Table 3: General characteristics of the profile “Brunn bei St. Pölten”

Regional-Lokalklima		Profil (Bewertung,Standortsbeschreibung)	
Jahresmitteltemperatur in °C	8,7	Seehöhe in m Relief	300 Unterhang
14-Uhr-Temp. April bis August in °C	19,5	Klasse	L 2 L6D
Wärmesumme in °C*	3353	Boden- bzw. Grünlandgrundzahl	81
Klimastufe nach Temp. und Wärmesumme	a2	Einflüsse auf die Ertragsfähigkeit; Ab- und Zuschläge in %	Klima +4 Klimatische Wasserbilanz +4
Temperatur > 5° Anzahl der Tage	243	Acker- bzw. Grünlandzahl	87
Jahresniederschlag in mm	726	Bodentyp	Braunerde, kalkhaltig (früher Lössbraunerde)
Niederschlag April bis Juli in mm bzw. %	410 56,5 %	Ausgangsmaterial	Löss
Klimatische Wasserbilanz K-Wert ¹ T-Wert ²	79 8	Gründigkeit	tief
Schneedeckentage	59	Wasserverhältnisse des Standortes	gut versorgt
		Bearbeitbarkeit	sehr gut
		Erosion	schwache Akkumulation

*) Wärmesumme: Addition aller 14-Uhr-Temperaturen über das gesamte Jahr, sofern das tägliche Minimum nicht unter 5,0 °C und das tägliche Maximum nicht unter 15,0 °C liegt (Definition nach HARLFINGER und KNEES, 1999); Gunstlagen ab 3050 °C

¹ Charakterisiert die Aridität und Humidität für das Gesamtjahr; ungünstige Wasserbilanz: K-Wert > 100

² Kenngröße für die Häufigkeit trockener Bedingungen ; ungünstige Wasserbilanz T-Wert > 15

Auf den **Niederterrassen**, denen Lössauflagen fehlen, zeigen sich **rendzinaähnliche Böden**, die auf Kalkschottern entstanden sind. Da das Grundwasser meist einige Meter tief liegt, ist kein kapillarer Hub und somit keine Wasserversorgung gegeben (Welser Heide, Schotter der Niederterrasse der Ybbs, Erlauf, Traisen, etc.). Der land- und forstwirtschaftliche Wert dieser Böden ist eher gering (WAGNER, 2001).

Auf den überlössen **Hochterrassen** und **Deckenschottern** sind im Allgemeinen ertragreiche **Braunerden** und **Parabraunerden** anzutreffen.

Auf den **älteren Terrassen**, wo entweder der Schlier oder alte entkalkte tonreichere Löss das Ausgangsmaterial bilden, wird schlussendlich die Serie der Pseudogleye angetroffen.

Mit Zunahme des Niederschlagsindex südlich der Donau vollzieht sich der Übergang von der trockenen in die feuchte Lösslandschaft und bedingt eine Vergesellschaftung von Braunen Tschernosemen, Braunerden und Parabraunerden. Sehr gut kann dieser Übergang im Unteren Traisental beobachtet werden, wobei bei einer durchschnittlichen

Zunahme der Niederschläge von Norden gegen Süden in einer Größenordnung von 10 mm/km die Übergänge der genannten Bodentypen auf engstem Raum angetroffen werden können.

2.3 Bodenkundliche Daten der Untersuchungsgebiete

Beide Profile sind Musterstücke der Bodenschätzung. Musterstücke sind für den jeweiligen Landschaftsraum charakteristisch, dienen der Gleichmäßigkeit der Bewertung und stellen die Grundlage für die Ableitung der natürlichen Ertragsfähigkeit und im weiteren Sinne der Bodenfunktionen landwirtschaftlich genutzter Böden dar.

Die Beschreibung eines Musterstücks umfasst neben einer ausführlichen Profilerläuterung die Darstellung des Landschaftsraumes einschließlich klimatischer Verhältnisse und informiert über den Bodentyp, das Ausgangsmaterial, die Gründigkeit, Bearbeitbarkeit, Wasserverhältnisse, Erosion und Akkumulation, Bodenformel und Einwertung sowie teilweise über chemische Grunddaten.

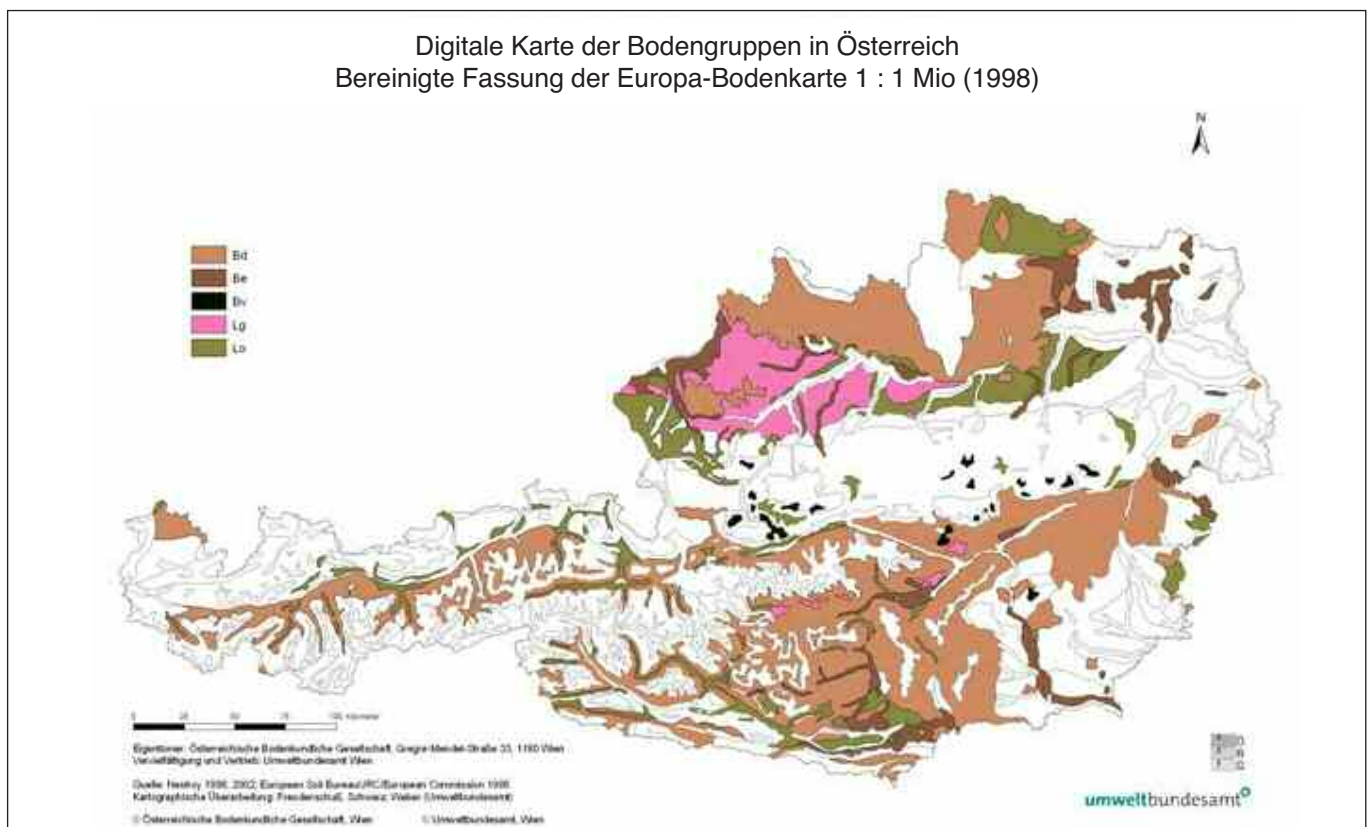


Abbildung 1: Übersicht der Braunerden in Österreich

Figure 1: Survey of Cambisols in Austria

3 Ergebnisse

3.1 Braunerdevorkommen in Österreich

Die Braunerden zählen zu den am weitesten verbreiteten Böden Österreichs, kommen aber im gesamten Bundesgebiet nicht gleichmäßig verteilt vor. So dominieren die kalkfreien Formen auf Metamorphiten und Magmatiten im Bereich der Böhmisches Masse und der Zentralalpen.

Kalkhaltige Braunerden hingegen trifft man teilweise in den Lössgebieten des Weinviertels (trockene Lösslandschaft) sowie des Alpenvorlandes (feuchte Lösslandschaft)

an. Letztere gehen bei Zunahme des Niederschlagsindex in Parabraunerden über, die einen wesentlichen Teil des Alpenvorlandes vereinnahmen und die ihrerseits verstärkt Übergangsformen zu den Pseudogleyen bilden können. Weitere vereinzelte Vorkommen von kalkhaltigen Braunerden und Parabraunerden sind vom mittleren Burgenland über die Steiermark und Kärnten bis in die westlichen Landesteile zu beobachten.

3.2 Bodenkundliche Beschreibung des Profiles „Schafberg“



Ap (0–20 cm): humoser stark lehmiger Sand, grusig, schwach steinig, karbonatfrei, schwach plastisch, schwach klebend, krümelig, normale Lagerung, porös, gut durchwurzelt, rasch übergehend in den Bv-Horizont, durchwurzelt, übergehend in den BvCv-Horizont

Bv (20–30 cm): lehmiger bis schwach lehmiger Sand, steinig bis grobsteinig, schwächst plastisch, schwach klebend, undeutlich blockig kantengerundet, normale Lg, durchwurzelt, übergehend in den BvCv-Horizont

BvCv (30–50/60 cm): lehmiger bis schwach lehmiger Sand, stark steinig und grusig, grobsteinig, nicht plastisch, schwach klebend, undeutlich blockig, normale Lgerung, porös, durchwurzelt, übergehend in den Cv

Cv (ab 50/60 cm): schwach aufgewitterter Gneis

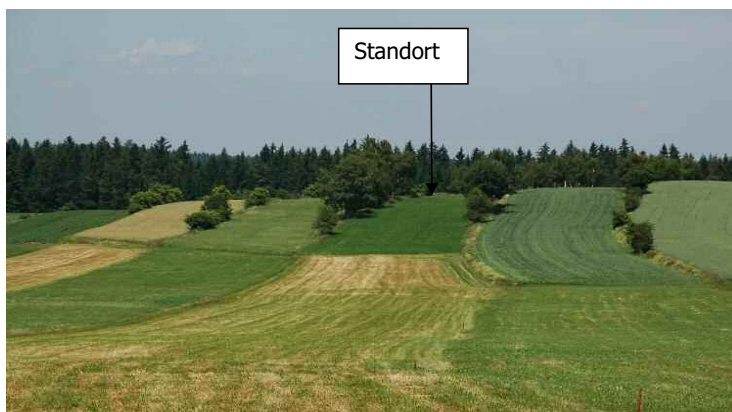


Abbildung 2: Boden (oben) und Landschaftsraum (unten) des Profiles „Schafberg“
 Figure 2: Soil (above) and landscape (below) of the profile „Schafberg“

Fotos: Dipl.-Ing. Herbert Bauer

3.3 Physikalische und Chemische Eigenschaften des Profils „Schafberg“

Es werden die Eigenschaften gemäß dem Horizontaufbau folgender Tiefenstufen beschrieben: Ap 0–20 cm; Bv 20–30 cm und BvCv 30–60 cm.

Die Werte für austauschbares Natrium, Eisen, Mangan, Aluminium sowie austauschbare Protonen sind unter der Nachweisgrenze.

- Vergleich der Durchschnittswerte laut niederösterreichischer Bodenzustandsinventur (BZI) mit dem Profil „Schafberg“:

Die Untersuchungen der BZI von kalkfreien Braunerden im Waldviertel auf Gneisen und Schiefen (81 Proben im Oberboden, 38 im Unterboden) haben sowohl für den Ober- wie Unterboden pH-Mittelwerte um 5,5 ergeben (ANONYMUS, 1994). Die Humusgehalte erreichen 2,3 % im Oberboden und bei 0,4 % im Unterboden sehr niedrige Werte. Kalkge-

Tabelle 4: Profil „Schafberg“ – Bodeneigenschaften

Table 4: Profile „Schafberg“ – soil characteristics

Entnahmetiefe cm	Ap (0–20)	B _V (20–30)	B _V C _V (30–60)
pH in CaCl ₂	7,3	6,5	6,0
Elektrische Leitfähigkeit in µS/cm	136	49	25
Karbonatgehalt (CaCO ₃) %	4,6	<1	<1
Humusgehalt %	3,9	1,2	0,6
Gesamtstickstoffgehalt %	0,19	0,07	0,03
C/N-Verhältnis	12,19	10,56	10,42
Kationen-Austauschkapazität (KAK) in cmol+/kg	27,1	6,2	3,7
austauschbares Calcium in cmol+/kg	24,4	5,2	<3
austauschbares Calcium in % KAK	90,2	83,2	78,5
austauschbares Magnesium in cmol+/kg	2,3	< 1	< 1
austauschbares Magnesium in % KAK	8,5	12,4	10,5
austauschbares Kalium in cmol+/kg	0,3	< 0,25	0,3
austauschbares Kalium in % KAK	0,9	3,1	8,8

Tabelle 5: Profil „Schafberg“ – Korngrößen und Pflanzenverfügbare Nährstoffe

Table 5: Profile „Schafberg“ – particle size distribution and plant available nutrients

Entnahmetiefe cm	Ap (0–20)	B _V (20–30)	B _V C _V (30–60)
Sand (Korngröße < 2000 µm bis 63 µm) in %	40,8	64,6	67,4
Grobschluff (Korngröße < 63 µm bis 20 µm) in %	14,9	12,1	12,8
Mittelschluff in % (Korngröße < 20 µm bis 6 µm) in %	13,1	9,9	8,5
Feinschluff (Korngröße < 6 µm bis 2 µm) in %	9,1	5,5	4,3
Ton (Korngröße < 2 µm) in %	22,1	7,9	6,9
Phosphor im CAL-Extrakt mg/1000 g	40	< 18	< 18
Kalium im CAL-Extrakt mg/1000 g	80	77	126
Mg im CaCl ₂ -Extrakt mg/1000 g	162	73	39
Eisen im EDTA-Extrakt mg/1000 g	182	143	77
Mangan im EDTA-Extrakt mg/1000 g	259	64	33
Kupfer im EDTA-Extrakt mg/1000 g	6	3	< 2
Zink im EDTA-Extrakt mg/1000 g	4	2	2
Bor im Ammoniumsulfat/-acetat-Extrakt mg/1000 g	1,2	0,4	0,3

Tabelle 6: Profil „Schafberg“ – säureextrahierbare Anteile (Königswasser)

Table 6: Profile „Schafberg“ – acid extractable fraction (Aqua regia)

Entnahmetiefe cm	Ap (0–20)	B _V (20–30)	B _V C _V (30–60)
Kupfer mg/1000 g	30	30	32
Zink mg/1000 g	81	83	87
Blei mg/1000 g	33	11	9
Chrom mg/1000 g	48	44	48
Nickel mg/1000 g	35	30	34
Cobalt mg/1000 g	12	11	13
Cadmium mg/1000 g	< 0,2	< 0,2	< 0,2
Eisen g/1000 g	42,9	41,4	41,3
Mangan g/1000 g	0,8	0,4	0,3
Arsen mg/1000 g	6	< 2	< 2
Molybdän mg/1000 g	< 0,5	1	1
Quecksilber mg/1000 g	< 0,2	< 0,2	< 0,2
Phosphor g/1000 g	0,78	< 0,6	< 0,6
Kalium g/1000 g	4,9	4,7	5,8
Calcium g/1000 g	23,7	<3	<3
Magnesium g/1000 g	12	7	7
Natrium g/1000 g	< 0,4	< 0,4	< 0,4
Aluminium g/1000 g	33	32	35

halte konnten kaum nachgewiesen werden. Die Sandanteile sind im gesamten Profilbereich mit über 50 % sehr hoch; die Tonanteile liegen nur knapp über 10 % und die Schluffanteile betragen zwischen 35 und 30 % (ANONYMUS, 1994).

Das Profil Schafberg weist gegenüber diesen Mittelwerten deutlich höhere pH-Werte auf. Im Oberboden beträgt sogar der Karbonatgehalt 4,6 %. Insbesondere fallen die sehr hohen Ca-Anteile, die wahrscheinlich auf Kalkungsmaßnahmen zurückzuführen sind und sehr niedrige K-Anteile auf, wobei auch das Verhältnis Ca : Mg : K nicht ideal ist. Hohe Werte sind bei Magnesium und Mangan im Oberboden zu finden. Der Unterboden zeigt ausgeglichene Verhältnisse. Die Humusgehalte liegen im Oberboden im mittleren Bereich und somit über dem Durchschnitt des Waldviertels und sind im Unterboden naturgemäß niedrig.

- **Bodenfunktionen:**

Als wertvolle Grundlage zur Beurteilung der **Produktionsfunktion** dienen die Ergebnisse der Bodenschätzung, die in Karten und Büchern dokumentiert sind und das natürliche Ertragspotenzial eines Standortes zum Ausdruck bringen (vgl. WAGNER, 2001). Die leicht nach Süden schauende Kuppenlage unseres Profiles wurde als wenig ertragreich eingestuft. Dies wird durch die geringe Ackerzahl (Tabelle 2)

dokumentiert. Richtung Hangfuß werden die Böden tiefergründiger und humusreicher und somit auch ertragreicher; sie erfahren daher auch eine weit höhere Einwertung.

Für den Standort Kuppe gilt:

Mäßig durchwurzelbarer Raum, geringe Schluff- und Tonanteile im Unterboden (= niedrige nFK und KAK), hohe Sandanteile (= rasche Erwärmbarkeit aber starke Wasserdurchlässigkeit) verbunden mit einer kurzen Vegetationszeit und relativ niedrigen Jahresniederschlägen bewirken ein geringes natürliches Ertragspotenzial und bedingen einen Standort für nur wenig anspruchsvolle Feldfrüchte.

Die mäßige Eignung dieses Standortes als **Filter und Puffer** für Stoffeinträge ergibt sich aus im Allgemeinen erhöhten Werten für Luftkapazität und geringer Kationenaustauschkapazität (KA 05), sowie der schwachen Ausprägung des Humushorizontes. Andererseits bieten Flachgründigkeit, geringe Jahrestemperaturen, geringe nFK und mäßiges Nährstoffangebot schlechte Lebensbedingungen für die Mikroorganismen und lassen somit eine geringe **Transformationsleistung** erwarten.

Probleme von größeren Flächenverlusten – **Infrastrukturfunktion** – stehen derzeit in diesem Landschaftsraum nicht an (Österreichweit durchschnittliche Verluste von

20 ha pro Tag). Die Flächenverluste halten sich hier in Grenzen und sind lediglich auf Bauflächen für landwirtschaftliche Betriebe (Hallen, Stallungen, etc.) und einzelne Einfamilienhäuser beschränkt.

Ausgangsmaterialien der Bodenbildung (Gneise, Granite) finden als **Rohstoffe** für Bau- und Dekorsteine vielfache Verwendung; aufgewitterter Grus (Übergangsbereich Boden-Ausgangsmaterial) wird teilweise im Verkehrsbau angewandt. In der weiteren Umgebung sind zusätzlich Graphit und Kaolinvorkommen anzutreffen.

Spätestens seit dem Jungpaläolithikum (40 000–10 000 vor heute) waren die Randlagen des Waldviertels gegen Osten – dem heutigen Weinviertel – und gegen das Durchbruchstal der Donau im Süden – die sogenannte Wachau – besiedelt.

Bekannte Fundstellen und somit Träger von **Kulturfunktionen** befinden sich u. a. in Aggsbach, Krems-Wachtberg, Wilendorf, Langenlois, Kamegg, Roggendorf, etc. (STEINER und EINWÖGERER, 2008). Viele von Ihnen weisen als gemeinsames Merkmal eine Überlössung von ein bis mehrere Meter auf.

„Der Grenzsaum Wald- gegen Weinviertel ist ältester Siedlungsraum, er mag schon immer wegen der Nähe des wasserführenden und schattenspendenden Waldes den Jäger und den Siedler mehr angezogen haben als der Kernraum der Lösslandschaft“ (FINK, 1958).

3.4 Bodenkundliche Beschreibung des Profiles „Brunn bei St. Pölten“



Ap (0–25/30 cm): humoser schluffiger Lehm, karbonatfrei, stark plastisch, klebend, krümelig bis blockig kantengerundet, normale Lagerung, stark porös, gut durchwurzelt und allmählich übergehend in den AB-Horizont

AB (25/30–45 cm): schwach humoser schluffiger Lehm, karbonathaltig, stark plastisch, klebend, krümelig bis blockig kantengerundet, normale Lagerung, porös, gut durchwurzelt und übergehend in den Ba

Ba (45–60 cm): schwächst humoser feinsandiger schluffiger Lehm, stark karbonathaltig, plastisch, klebend, blockig kantengerundet, normale Lg., porös, gut durchwurzelt und übergehend in den BC

BC (60–80 cm): feinsandiger schluffiger Lehm, stark karbonathaltig, plastisch, klebend, blockig kantengerundet, normale Lagerung, porös, durchwurzelt und übergehend in den Cu

Cu (ab 80 cm): schluffiger lehm, kiesig, schwach, schottrig, karbonathaltig, schwach dichte Lagerung, stark plastisch, klebend, massiv, porös bis feinporös, Durchwurzlung auslaufend



Abbildung 3: Boden und Landschaftsraum des Profiles „Brunn bei St. Pölten“
Figure 3: Soil and landscape of the profile „Brunn bei St. Pölten“

Fotos: Dipl.-Ing. Herbert Bauer

3.5 Physikalische und Chemische Eigenschaften des Profils „Brunn bei St. Pölten“

Es werden die Eigenschaften gemäß dem Horizontaufbau folgender Tiefenstufen beschrieben:

Ap 0–25 cm; AB 25–45 cm; Ba 45–60 cm; BC 60–80 cm; Cu ab 80 cm (s. Tabelle 7).

Die Werte für austauschbares Natrium, Eisen, Mangan, Aluminium sowie austauschbare Protonen liegen unter der Nachweisgrenze (s. Tabelle 8).

Tief durchwurzelbarer Raum mit genügenden Humusanteilen im Oberboden, hoher Schluffgehalt (= hohe nFK), meist ausreichender Tongehalt (= gute KAK) sowie ein optimales Texturverhältnis bedingen ein ausgezeichnetes natürliches Ertragspotential, welches noch durch die klimatische Gunstlage verstärkt wird (ausreichende Vegetationszeit, genügend Niederschlag mit entsprechenden Jahrestemperaturen und Wärmesummen) und in der Ackerzahl zum Ausdruck gebracht wird (Tabelle 3).

Tiefgründige Braunerden aus Löss bieten, mit guten bo-

denphysikalischen und bodenchemischen Eigenschaften, Mikroorganismen und Bodentieren gute Lebensbedingungen und sind auch ein Hinweis für eine ausgezeichnete Transformationsleistung des Standortes. Da kaum längere Trockenphasen auftreten, kann eine zeitweilige Dezimierung der Bodenfauna ausgeschlossen werden. Ebenso ergeben entsprechend gute Werte für LK und KAK eine hohe Gesamtfilterwirkung und pH-Werte zwischen 7,2 bis 7,7 bedingen einen Ca-Pufferbereich der das Optimum gegen Säureinträge darstellt. Der sehr hohe Karbonatgehalt im B-Horizont weist auf Ausfällung sekundärer Karbonate aus dem Ap- und AB- Horizont hin.

Ausgezeichnete Standorte wie dieser sollten aufgrund entsprechender Flächenplanung nicht der Versiegelung zum Opfer fallen. Durch die Nähe der Landeshauptstadt St. Pölten ist ein enormer Bedarf an Flächen für Siedlungen und Industrieanlagen gegeben, der ständig zusätzliche Flächenverluste bringen kann.

Im Raum St. Pölten dienen vorwiegend Lösslehme als Rohstoffe für die Ziegelherstellung.

Tabelle 7: Profil „Brunn bei St. Pölten“ – Bodeneigenschaften
Table 7: Profile „Brunn bei St. Pölten“ soil characteristics

Entnahmetiefe cm	Ap (0–25)	AB (25–45)	Ba (45–60)	BC (60–80)	Cu (ab 80)
pH in CaCl ₂	7,2	7,5	7,7	7,7	7,7
Karbonatgehalt (CaCO ₃) %	< 1	9,5	31,0	28,5	26,0
Humusgehalt %	3,4	1,0	1,1	1,1	1,0
Kationen-Austauschkapazität (KAK) in cmol+/kg	25,3	21,5	15,5	14,9	21,4
austauschbares Calcium in cmol+/kg	18,7	17,1	12,6	11,7	16,1
austauschbares Calcium in % KAK	73,8	79,7	81,4	78,2	75,5
austauschbares Magnesium in cmol+/kg	5,7	4,1	2,7	3,1	5,0
austauschbares Magnesium in % KAK	22,5	19,1	17,4	20,5	23,2
austauschbares Kalium in cmol+/kg	0,9	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25
austauschbares Kalium in % KAK	3,4	0,8	0,9	0,9	0,7

Tabelle 8: Profil „Brunn bei St. Pölten“ – Korngrößen und Pflanzenverfügbare Nährstoffe
Table 8: Profile „Brunn bei St. Pölten“ – particle size distribution and plant available nutrients

Entnahmetiefe cm	Ap (0–25)	AB (25–45)	Ba (45–60)	BC (60–80)	Cu (ab 80)
Sand (Korngröße < 2000 µm bis 63 µm) in %	8	8	11	10	15
Schluff (Korngröße < 63 µm bis 2 µm) in %	62	66	74	74	62
Ton (Korngröße < 2 µm) in %	29	26	15	15	22
Phosphor im CAL-Extrakt mg/1000 g	237	< 20	< 20	< 20	< 20
Kalium im CAL-Extrakt mg/1000 g	284	< 40	< 40	< 40	44

Ehemalige freigelegte **römische Siedlungen** geben Zeugnis für die früheren Grenzsicherungsaufgaben der Römer gegen eine Bedrohung aus dem Norden.

4 Diskussion

Ein Vergleich beider Standorte zeigt die große Bandbreite bei Braunerden hinsichtlich ihrer Bodenfunktionen (Tabelle 9).

Erstgenannter Standort ist ein besonders schutzbedürftiger Standort (BLUME, 2004), da er neben seiner Erosionsanfälligkeit auch Stoffeinträge nur mäßig kompensieren und Schwermetalle wie organische Schadstoffe nicht gut binden kann. Der Standort St. Pölten stellt hinsichtlich seiner gesamten Bodenfunktion das Gegenteil dar, kann aber durch die unmittelbare Nähe der Landeshauptstadt von der Versiegelung betroffen werden. Die Erhaltung derartiger Standorte wäre aber im Sinne des Umweltschutzes und der Erhaltung von hoher Produktionskraft unbedingt erforderlich.

Bezüglich des profilprägenden Prozesses der **Verbraunung und damit verbundenen Verlehmung** seien einige Zitate („Lehrbuchmeinungen“) genannt:

Nach SCHEFFER und SCHACHTSCHABEL (1956) „kann die Braunerdebildung (Verbraunung) erst dann voll einsetzen, wenn infolge Durchfeuchtung etwaige Carbonate ausgewaschen und ein Teil der austauschbaren Metallionen gegen H-Ionen umgetauscht sind. Erst wenn der pH-Wert des Bodens unter 6,5–6,0 gesunken ist, setzt eine verstärkte Verwitterung ein, die zur Bildung braunfärbender Eisenhydroxide führt“.

Nach SEMMEL (1977) „wird bei der Verwitterung vieler Minerale Eisen freigesetzt und oxydiert. Dieser Vorgang ist mit einer Braunfärbung (Goethit), in sehr warmen Klimaten auch mit einer Rotfärbung (Goethit und Hämatit) des Bodens verbunden. In größerem Umfang läuft dieser Prozeß erst bei pH-Werten unter 7 ab, also gegebenenfalls erst nach der Entkalkung des Ausgangsgesteins“.

Nach SCHEFFER et al. (1992) „erreicht die Eisenfreisetzung aus Fe-haltigen Silicaten wie Biotiten, Olivinen, Amphibolen, oder Pyroxenen meist erst nach Entkalkung und Absinken der pH-Werte unter 7 ein höheres Ausmaß“.

Nach SAUER (2002) wird anhand eines Diagrammes zwischen der Intensität der Verbraunung und der Absenkung des pH-Wert (ab pH 7) ein Korrelation hergestellt und zur Diskussion gestellt. Der im Profil „Brunn bei St. Pölten“ beobachtete Verbraunungs- und Verlehmungshorizont widerspricht zumindest scheinbar der Lehrbuchmeinung.

5 Schlussfolgerungen

- Braunerden sind die häufigsten Bodentypen Österreichs und nehmen laut Bodenkartierung 1.248.325 ha ein. Das entspricht rund 45 % der in Österreich kartierten landwirtschaftlichen Nutzflächen, wobei zu bemerken ist, dass die Erhebungen der Bodenkartierung bis auf kleinere Gebiete abgeschlossen sind.

Die Verteilung der „Braunerden“ ergibt sich wie folgt (AUST – BFW, pers. Mitt.):

Braunerde aus Lockermaterial (früher Lockersedimentbraunerde): 751.431 ha

Tabelle 9: Gegenüberstellung beider Profile

Table 9: Comparison of both profiles

Standort „Schafberg“	Standort „Brunn bei St. Pölten“
pH-Werte im Oberboden im schwach alkalischen Bereich sonst schwach sauer.	pH-Werte im gesamten Profil im gesamten alkalischen Bereich.
Beide Standorte befinden sich im durchschnittlichen pH-Bereich der meisten Kulturböden.	
Karbonate im A-Horizont relativ hoch; sonst aber sehr niedrig.	A-Horizont entkalkt; ab 25 cm zunehmend hohe CaCO ₃ -Gehalte.
Humusgehalte im Oberboden im mittleren Bereich im Unterboden eher niedrig.	
KAK im Oberboden hoch sonst niedrig.	KAK im Gesamtprofil hoch bis ausreichend. Gut beobachtbar ist, wie zwischen 45 und 80 cm die Abnahme des Tongehaltes mit dem Rückgang der KAK korreliert.
Verhältnis Ca:Mg:K ist eher ungünstig.	Verhältnis Ca:Mg:K ist teilweise günstiger.
Hohe Sand- mäßige Schluff- und Tongehalte im Gesamtprofil bewirken hohe Wasserdurchlässigkeit, geringe nFK und KAK.	Hohe Schluff- sowie ausreichende Tongehalte bewirken hohe nFK und ausreichende KAK.

Braunerde aus Grobmaterial(früher Felsbraunerde):
450.550 ha

Parabraunerde: 44.819 ha

Braunerde (ohne nähere Angaben): 1.525 ha

Summe: 1.248.325 ha.

Die Flächen unter Wald betragen rund 950 000 ha (ENGLISCH - BFW, pers. Mitt.), sodass sich eine Gesamtfläche der Braunerden für Österreich von rund 2,2 Mio. ha ergibt.

- Die Diversität der Braunerden scheint besonders hoch zu sein; insbesondere kalkfreie und kalkhaltige Braunerden unterscheiden sich – wie gezeigt wurde – signifikant in ihren Bodenfunktionen.
- Im Gegensatz zur gängigen Lehrbuchmeinung finden sich in Österreich aber trotz hoher pH-Werte und Carbonatgehalte deutliche Verbraunungshorizonte. Dies beobachten wir insbesondere bei Braunerden der feuchten Lösslandschaft, wie am Beispiel Brunn ersichtlich, wo sich pH-Werte um 7,7 in den Verbraunungshorizonten zeigen. Somit wäre zu hinterfragen, wie weit eine Verbraunung zwingend mit dem Absinken des pH-Wertes (unter 7) korreliert. Zu prüfen wäre, ob Entkalkungen sehr lokal stattfinden und Mikrostellen hinterlassen, in denen stärkere pH-Absenkungen vorkommen und somit ein entsprechendes Milieu für Verbraunungsprozesse gegeben ist.

Danksagung

Verbindlichster Dank sei ausgesprochen:

- Frau Dr. A. Freudenschuß (Umweltbundesamt) für die Erstellung der Übersichtskarte Braunerden in Österreich.
- Den Herrn Dipl.-Ing. G. Aust und Dr. M. Englisch (Bundesforschungs- und Ausbildungszentrum für Wald, Naturgefahren und Landschaft) für die Bestimmung der Flächen der Braunerden in Österreich.
- Herrn Dr. A. Baumgarten; Österreichischen Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit; Institut für Bodengesundheit und Pflanzenernährung, für die Durchführung der Analysen.
- Den Herrn Ing. A. Gundinger, G. Amon, Ing. J. Jünemann und Ing. M. Ziegler (Bodenschätzungsdienst) für die Mitarbeit und Auswahl der Profile.

Anmerkung

- 1 Die Braunerde wurde von Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft zum Boden des Jahres 2008 erwählt. Der vorliegende Artikel basiert auf den Vorbereitungen für die Präsentation der Braunerdeböden beim Weltbodentag.

Literatur

- ANONYMUS (1994): Niederösterreichische Bodenzustandsinventur 1993. Amt der NÖ Landesregierung, Bundesanstalt für Bodenkunde.
- BLUM, W.E.H. (2007): Bodenkunde in Stichworten, 6. Auflage, Gebr. Borntraeger, Berlin, Stuttgart, 124–138.
- BLUME, H.-P. (2004): Handbuch des Bodenschutzes, Ecomed Verlagsgesellschaft, 129.
- FINK, J. (1958): Mitteilung der Geographischen Gesellschaft Wien, Band 100, Heft 3.
- FRANZ, H. (1960): Feldbodenkunde, Verlag Georg Fromme, 282 ff.
- HARLFINGER, O. und G. KNEES (1999): Klimahandbuch der Österreichischen Bodenschätzung, Mitteilungen der Österreichischen Bodenkundlichen Gesellschaft, Heft 58.
- KILIAN, W. unter Mitarbeit von M. ENGLISCH, E. HERZBERGER, O. NESTROY, S. HUBER, A. PEHAMBERGER, J. WAGNER, P. NELHIEBEL, E. PECINA und W. SCHNEIDER (2002): Schlüssel zur Bestimmung der Böden Österreichs, Mitteilungen der Österreichischen Bodenkundlichen Gesellschaft, Heft 67.
- KOLLMANN, H.A. und K. STROBL (1992): Landschaften Niederösterreichs, Verlag Ferdinand Berger & Söhne, Horn – Wien, 9–20.
- KUBIENA, W.L. (1953): Bestimmungsbuch und Systematik der Böden Europas, Ferdinand Enke Verlag Stuttgart, 279–308.
- NESTROY, O. (1994): Landschaftskundliche Hinweise zur Exkursion der Österreichischen Bodenkundlichen Gesellschaft im Jahre 1994 (Waldviertel), Exkursionsführer, 15–20.
- NESTROY, O., O.H. DANNEBERG, M. ENGLISCH, A. GERL, H. HAGER, E. HERZBERGER, W. KILIAN, P. NELHIEBEL, E. PECINA, A. PEHAMBERGER, W. SCHNEIDER und J. WAGNER (2000): Systematische Gliederung der Böden Österreichs, Mitteilungen der Österreichischen Bodenkundlichen Gesellschaft, Heft 60, 47–49 (Kap. BE).

- NESTROY, O., A. FREUDENSCHUß, S. SCHWARZ, WEBER (2002): Digitale Karte der Bodengruppen in Österreich, Österreichische Bodenkundliche Gesellschaft, Umweltbundesamt.
- PECSI, M. und G. RICHTER (1996): Löss, Zeitschrift für Geomorphologie, Gebrüder Borntraeger, Berlin, Stuttgart, 31, 32.
- PEHAMBERGER, A. (2007): Überblick über die Böden des Niederösterreichischen Alpenvorlandes, Exkursionsführer ÖBG, loc. cit. 22, 23 und 40–42.
- SAUER, D. (2002): Boden und Landschaft, Schriftenreihe zur Bodenkunde, Landeskultur und Landschaftsökologie, Band 36, Justus-Liebig-Universität, Gießen, 185.
- SCHAD, P. (2008): World Reference Base for Soil Resources 2006, BA für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR), Hannover (2008), 79.
- SCHEFFER, F. und P. SCHACHTSCHABEL (1956): Lehrbuch der Bodenkunde, Ferdinand Enke Verlag Stuttgart, 199 ff.
- SCHEFFER, F., P. SCHACHTSCHABEL, H.P. BLUME, G. BRÜMMER, K.H. HARTGE, und U. SCHWERTMANN (1992): Lehrbuch der Bodenkunde, Ferdinand Enke Verlag Stuttgart, 371, 372.
- SEMMELE, A. (1977): Grundsätze der Bodengeographie, Teubner, Stuttgart.
- STAHR, K., E. KANDELER, L. HERRMANN und T. STRECK (2008): Bodenkunde und Standortslehre, Eugen Ulmer, Stuttgart, 34 ff.
- STEINER, E. und T. EINWÖGERER (2008): Mammut, Mensch und Co. – Steinzeit in der Eiszeit, NÖ Landesmuseum St. Pölten, loc. cit.: 73–87 (Beitrag v. E. Lauer-mann).
- STICH, R., and A. PEHAMBERGER (2008): Soil Assessment, Excursion Guide Eurosoil 2008 – 2A-post-congress.
- WAGNER, J. (2001): Bodenaufnahmesysteme in Österreich – Bodenschätzung in Österreich, Österreichische Bodenkundliche Gesellschaft, Heft 62, 69–104.
- WESSELY, G. (2006): Geologie NÖ, Geologische Bundesanstalt, loc. cit.: 15, 16, 25 ff (Beitrag von A. Matura).

Autorenanschrift

Martin H. Gerzabek, Institut für Bodenforschung, Universität für Bodenkultur, Peter-Jordan Straße 82, 1190 Wien

E-Mail: martin.gerzabek@boku.ac.at

Alfred K. Pehamberger, Steuer- und Zollkoordination, Bodenschätzung für Wien, Niederösterreich und Burgenland, Vordere Zollamtstraße 7, 1030 Wien

E-Mail: alfred.pehamberger@bmf.gv.at

Eingelangt am 13. Februar 2009

Angenommen am 25. April 2009