

Einführung in die Umweltsysteme (Boden):

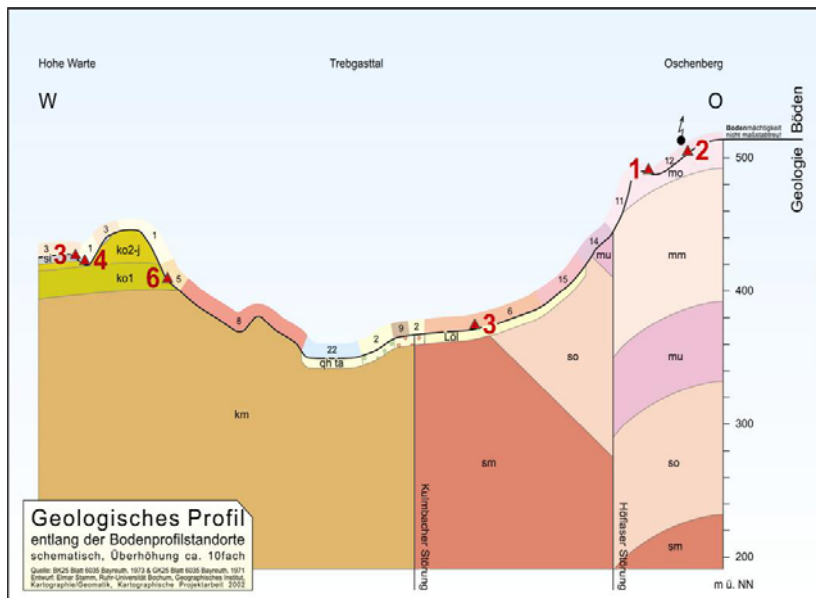
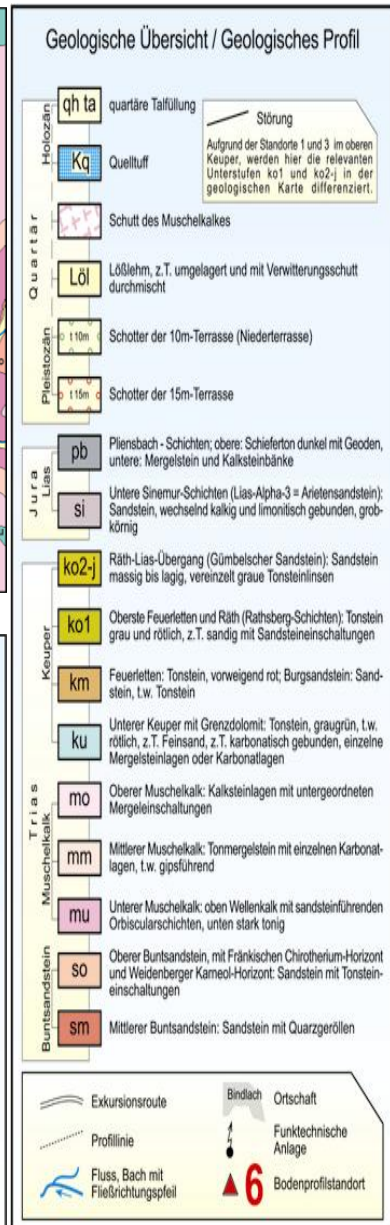
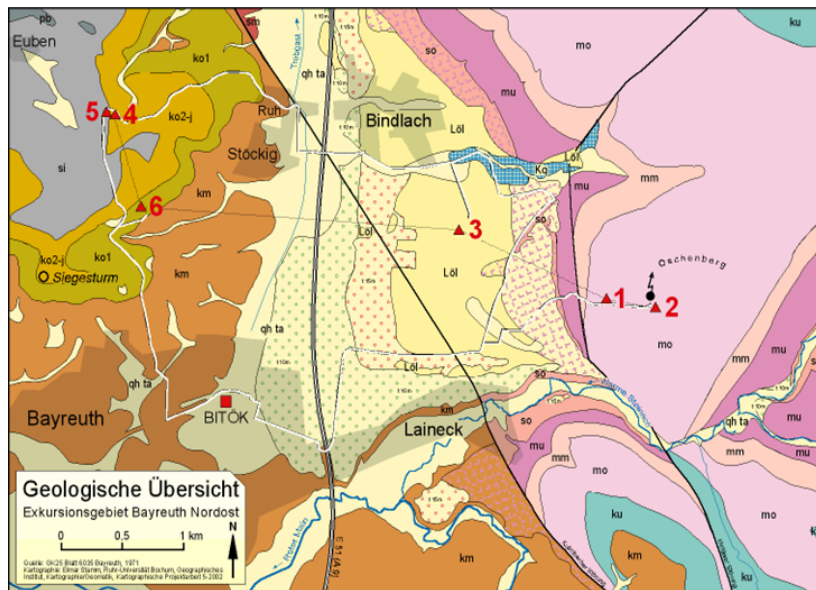
Bodenkundliche Geländeübung für Umweltingenieure und Biologen (28972)

durchgeführt von Mitarbeitern des Lehrstuhls für Bodenökologie

PD Dr. Karsten Kalbitz, Tel.: 0921/55-5624, e-mail: karsten.kalbitz@uni-bayreuth.de
Dr. Ludwig Haumaier, Tel.: 0921/55-5624, e-mail: ludwig.haumaier@uni-bayreuth.de

Lehrstuhl für Bodenökologie
Universität Bayreuth
Dr.-Hans-Frisch-Str. 1-3
95448 Bayreuth

Alle Materialien entstammen der Bodenkundlichen Kartieranleitung (Ad-hoc-AG Boden, 5. Aufl., Hannover, 2005), soweit nicht anders angegeben



Geologische Übersicht und Profilschnitt durch den Exkursionsraum (E. Stamm, Institut für Geographie, Ruhr-Universität Bochum, 2002)

Tabelle 57: Humusformen (L-, F-Mull und mullartiger Moder) unter Laubholz im atlantisch beeinflussten nordwestdeutschen Mittelgebirgsraum

Humusform Horizontfolgen	L-Mull L/Ah/...	F-Mull L/Of/Ah/...	Mullartiger Moder L/Of/(Oh)/Ah/... z. T. L/Of/(Oh)/Aeh/...
Mächtigkeit des Ah-Horizontes	> 8 cm, häufig 10 bis 15 cm bei Lehmböden überw. krümelig, bei tonigen Böden meist polyedrisch	< 10 cm, häufig 5 bis 7 cm überwiegend fein- subpolyedrisch, z. T. krümelig oder schwach kohärent	2 bis 8 cm, häufig 3 bis 4 cm i. d. R. schwach kohärent, z. T. fein- subpolyedrisch, ver- einzelt schwach plattig
Begrenzung des Ah-Horizontes	undeutlich (2 bis 5 cm) bis fließend (> 5 cm), bei schweren Böden auch deutlich (< 2 cm)	deutlich (> 2 cm) bis sehr deutlich (< 1 cm), z. T. scharf (< 3 mm)	sehr deutlich (< 1 cm) bis scharf (< 3 mm)
Ausbildung des Oh-Horizontes			i. A. nur 2 bis 3 (5) mm mächtig und der Mineral- bodenoberfläche filmartig aufliegend

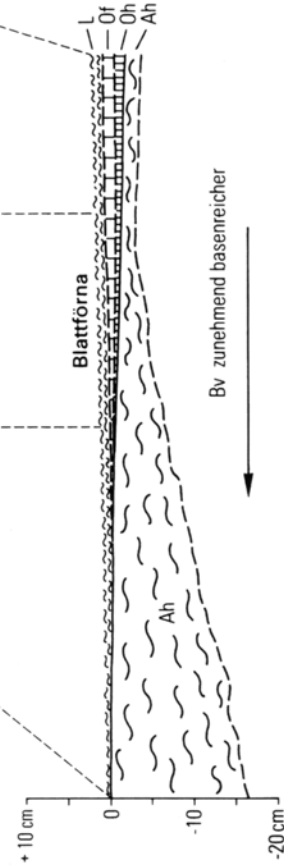


Abbildung 27: Schematische Darstellung des Humusprofils unter Laubholz

Tabelle 58: Humusformen (typischer rothumartiger Moder und Rothhumus) unter Fichte im atlantisch beeinflussten nordwestdeutschen Mittelgebirgsraum

Humusform Horizontfolgen	Typischer Moder L/Of/Oh/Aeh/...oder L/Of/Oh/Aeh/...oder L/Of/Oh/Aeh/Ae/...oder oder L/Of/Oh/Ah/...oder	Rothumartiger Moder L/Of/Ahe/...oder L/Of/Ahe+ Ae...oder L/Of/Ahe/Ae/B(h)s/... oder B(h)s/...	Rothhumus L/Of/Oh/Ahe+ Ae/... oder L/Of/Oh/Ahe/Ae/ B(h)s/...
Mächtigkeit des Ah-Horizontes	feinhumusarmer Typischer Moder < 2 cm, feinhumus- reicher Typischer Moder > 2 cm	feinhumusarmer Rothumartiger Moder < 3 cm, feinhumusreicher Rothumartiger Moder > 3 cm	feinhumusarmer Rothhumus < 4 cm, feinhumusreicher Rothhumus > 4 cm
Lagerungsart des Oh-Horizontes	meist bröckelig, z. T. schichtig	kompakt, z. T. unscharf brechbar	kompakt, scharf- kantig brechbar, z. T. lagig
Durchwurzelung des Oh-Horizontes	mittel bis sehr stark (Feinwurzeln)	schwach (Fein- wurzeln), zahlreiche Grobwurzeln	zahlreiche Grob- wurzeln
Mächtigkeit des Of-Horizontes	1-3 (5) cm	2-4 (6) cm	2-4 (8) cm
Lagerungsart des Of-Horizontes	meist vernetzt, z. T. schichtig oder ver- filzt	schichtig oder sperrig	sperrig, z. T. schich- tig, z. T. biegefähig
Schärfe der Übergänge zwischen den Horizonten	unscharf (3-6 mm), z. T. sehr unscharf (> 6 mm)	scharf (< 3 mm), z. T. sehr scharf	meist sehr scharf (liminhalt)
Trennbarkeit des Auflagehumus vom Mineralboden	schlecht trennbar	gut trennbar	sehr gut trennbar, z. T. schollig ablösend

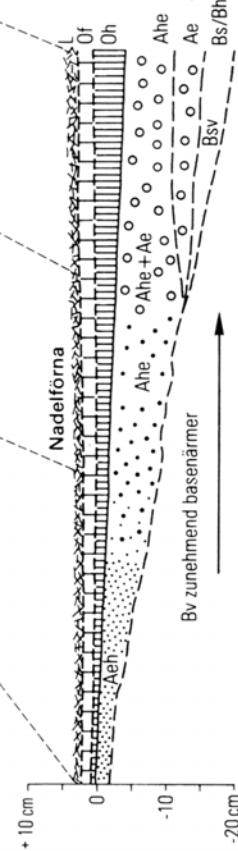


Abbildung 28: Schematische Darstellung des Humusprofils unter Fichte

Tabelle 29: Definition der Bindigkeit und Formbarkeit schwach feuchter Bodenproben

Bindigkeit (Klebrigkeit)		
Stufen	Zusammenhalt der Bodenprobe	zerbröckelt/zerbröselt/zerbricht
0	kein	sofort
1	sehr gering	sehr leicht
2	gering	leicht
3	mittel	wenig
4	stark	kaum
5	sehr stark	nicht
Formbarkeit (Ausrollbarkeit)¹⁾		
0	nicht ausrollbar, zerbröckelt beim Versuch	
1	nicht ausrollbar, da die Probe vorher reißt und bricht	
2	Ausrollen schwierig, da die Probe starke Neigung zum Reißen und Brechen aufweist	
3	ohne größere Schwierigkeiten ausrollbar, da die Probe nur schwach reißt oder bricht	
4	leicht ausrollbar, da die Probe nicht reißt oder bricht	
5	auf dünner als halbe Bleistiftstärke ausrollbar	
¹⁾ Bewertung der Formbarkeit und Ausrollbarkeit einer Probe bis auf halbe Bleistiftstärke		

Tabelle 30: Definition der Feinbodenarten nach ihren Fraktionen und Schlüssel zur Bestimmung der Bodenart im Gelände mittels Fingerprobe

Bodenarten-Hauptgruppen	Bodenarten-Gruppen	Bodenarten	Angaben in Masse-%			Bindigkeit	Formbarkeit	Körnigkeit ¹⁾	weitere Erkennungsmerkmale
			Ton	Schluff	Sand				
Sandes	Reinsandess	reiner Sand Ss	0 bis < 5	0 bis < 10	85 bis ≤ 100	0	0	nur Sandkörner, ohne erkennbare Feinsubstanz ¹⁾	in Fingerrillen haftet keine oder kaum Feinsubstanz
	Lehmsandels	schwach schluffiger Sand Su2	0 bis < 5	10 bis < 25	70 bis < 90	0	0	Sandkörner gut sichtbar und fühlbar, sehr wenig Feinsubstanz	in Fingerrillen haftet sehr wenig Feinsubstanz
		schwach lehmiger Sand Sl2	5 bis < 8	10 bis < 25	67 bis < 85	1	1 bis 2	Sandkörner deutlich sichtbar und fühlbar, sehr wenig Feinsubstanz	in Fingerrillen haftet wenig Feinsubstanz
		mittel lehmiger Sand Sl3	8 bis < 12	10 bis < 40	48 bis < 82	2	3	Sandkörner deutlich sichtbar und fühlbar, wenig bis mäßig Feinsubstanz	in Fingerrillen haftet Feinsubstanz
		schwach toniger Sand St2	5 bis < 17	0 bis < 10	73 bis < 95	1 bis 2	1 bis 3	Sandkörner sichtbar und fühlbar, sehr wenig Feinsubstanz	in Fingerrillen haftet sehr wenig Feinsubstanz
	Schluffsandesus	mittel schluffiger Sand Su3	0 bis < 8	25 bis < 40	52 bis < 75	0 bis 1	0 bis 2	Sandkörner gut sichtbar und fühlbar, deutlich Feinsubstanz führend	in Fingerrillen haftet schwach mehlig Feinsubstanz
		stark schluffiger Sand Su4	0 bis < 8	40 bis < 50	42 bis < 60	0 bis 1	0 bis 2	Sandkörner gut sichtbar und fühlbar, viel Feinsubstanz	in Fingerrillen haftet stark mehlig Feinsubstanz
Lehme I	Sandlehme sl	schluffig-lehmiger Sand Slu	8 bis < 17	40 bis < 50	33 bis < 52	1 bis 2	3	Sandkörner deutlich sichtbar und fühlbar, viel Feinsubstanz	Feinsubstanz ist deutlich mehlig
		stark lehmiger Sand Sl4	12 bis < 17	10 bis < 40	43 bis < 78	2	3	Sandkörner gut sichtbar und fühlbar, mäßig bis viel Feinsubstanz	schwach glänzende Reibfläche, walnussgroße Kugel formbar
	Normallehme II	mittel toniger Sand St3	17 bis < 25	0 bis < 15	60 bis < 83	3	3	Sandkörner deutlich sichtbar und fühlbar, mäßig Feinsubstanz führend	sehr klebrige Feinsubstanz („Honigsand“)
		schwach sandiger Lehm Ls2	17 bis < 25	40 bis < 50	25 bis < 43	3	3	Sandkörner deutlich sichtbar und fühlbar, viel Feinsubstanz	sehr schwach mehlig Feinsubstanz
		mittel sandiger Lehm Ls3	17 bis < 25	30 bis < 40	35 bis < 53	3	3	Sandkörner deutlich sichtbar und fühlbar, viel Feinsubstanz	glänzende Reibfläche, sehr deutlich körnig
		stark sandiger Lehm Ls4	17 bis < 25	15 bis < 30	45 bis < 68	3	3	Sandkörner deutlich sichtbar und fühlbar, mäßig Feinsubstanz führend	schwach glänzende Reibfläche, sehr deutlich körnig
		schwach toniger Lehm Lt2	25 bis < 35	30 bis < 50	15 bis < 45	4	4	Sandkörner gut sichtbar und fühlbar, sehr viel Feinsubstanz	schwach raue, schwach glänzende Reibfläche
	Tonlehme tl	sandig-toniger Lehm Lts	25 bis < 45	15 bis < 30	25 bis < 60	4 bis 5	4 bis 5	Sandkörner deutlich sichtbar und fühlbar, reich an Feinsubstanz	sehr stark glänzende Reibfläche, körnig
		stark sandiger Ton Ts4	25 bis < 35	0 bis < 15	50 bis < 75	4	4	Sandkörner gut sichtbar und fühlbar, viel Feinsubstanz	raue, glänzende Reibfläche, deutlich körnig
mittel sandiger Ton Ts3		35 bis < 45	0 bis < 15	40 bis < 65	5	5	Sandkörner deutlich sichtbar und fühlbar, sehr viel Feinsubstanz	schwach raue, glänzende Reibfläche, deutlich körnig, klebrig, zähplastisch	
Schluffe u	Sand-schluffe su	reiner Schluff Uu	0 bis < 8	80 bis ≤ 100	0 bis < 20	0 bis 1	1	Sandkörner kaum oder nicht sichtbar und fühlbar, fast nur Feinsubstanz	samtig-mehlig Feinsubstanz haftet deutlich in Fingerrillen, Reibfläche matt und aufschuppend
		sandiger Schluff Us	0 bis < 8	50 bis < 80	12 bis < 50	0 bis 1	1	Sandkörner sichtbar und fühlbar, Feinsubstanz überwiegt	samtig-mehlig Feinsubstanz haftet deutlich in Fingerrillen, Reibfläche körnig, matt und aufschuppend

Tabelle 30: (Fortsetzung)

Bodenarten-Hauptgruppen	Bodenarten-Gruppen	Bodenarten	Angaben in Masse-%			Bindigkeit	Formbarkeit	Körnigkeit ¹⁾	weitere Erkennungsmerkmale
Schluffe u	Lehmschluffe lu	schwach toniger Schluff Ut2	8 bis < 12	65 bis < 92	0 bis < 27	1	2	Sandkörner kaum oder nicht sicht- und fühlbar, fast nur Feinsubstanz	sehr stark mehlig Feinsubstanz haftet deutlich in Fingerrillen, raue, matte und aufschuppende Reibfläche
		mittel toniger Schluff Ut3	12 bis < 17	65 bis < 88	0 bis < 23	2	2	Sandkörner nicht sicht- und fühlbar, fast nur Feinsubstanz	deutlich mehlig Feinsubstanz haftet gut erkennbar in Fingerrillen, Reibfläche matt und aufschuppend
		sandig-lehmiger Schluff Uls	8 bis < 17	50 bis < 65	18 bis < 42	1 bis 2	1 bis 3	Sandkörner sicht- und fühlbar, Feinsubstanz überwiegt	leicht mehlig Feinsubstanz haftet deutlich in Fingerrillen
	Tonschluffe tu	stark toniger Schluff Ut4	17 bis < 25	65 bis < 83	0 bis < 18	3	3	Sandkörner nicht sicht- und fühlbar, nur Feinsubstanz	schwach mehlig Feinsubstanz haftet und klebt etwas, matte bis schwach glänzende Reibfläche, aufschuppend
		schluffiger Lehm Lu	17 bis < 30	50 bis < 65	5 bis < 33	3 bis 4	3 bis 4	Sandkörner nicht oder kaum sichtbar und nur schwach fühlbar, sehr viel Feinsubstanz	bindige Feinsubstanz, raue, matte bis schwach glänzende Reibfläche, körnig und aufschuppend
Tone t	Schlufftone ut	mittel toniger Lehm Lt3	35 bis < 45	30 bis < 50	5 bis < 35	5	5	Sandkörner sicht- und fühlbar, sehr viel Feinsubstanz	zähplastische Feinsubstanz, schwach raue, schwach körnige, glänzende Reibfläche
		mittel schluffiger Ton Tu3	30 bis < 45	50 bis < 65	0 bis < 20	4 bis 5	5	Sandkörner nicht sicht- und fühlbar, fast nur Feinsubstanz	zähplastische Feinsubstanz, schwach raue, glänzende Reibfläche
		stark schluffiger Ton Tu4	25 bis < 35	65 bis < 75	0 bis < 10	4	4	Sandkörner nicht sicht- und fühlbar, nur Feinsubstanz	raue, schwach glänzende Reibfläche, knirscht zwischen den Zähnen
	Lehmtone lt	schwach sandiger Ton Ts2	45 bis < 65	0 bis < 15	20 bis < 55	5	5	wenig Sandkörner sicht- und fühlbar, reich an Feinsubstanz	stark glänzende Reibfläche, knirscht zwischen den Zähnen
		lehmiger Ton T1	45 bis < 65	15 bis < 30	5 bis < 40	5	5	sehr wenig Sandkörner sicht- und fühlbar, sehr viel Feinsubstanz	zähplastische Feinsubstanz, glänzende Reibfläche
		schwach schluffiger Ton Tu2	45 bis < 65	30 bis < 55	0 bis < 25	5	5	Sandkörner nicht sicht- und fühlbar, fast nur Feinsubstanz	stark plastische Feinsubstanz, schwach raue, glänzende Reibfläche
		reiner Ton Tt	65 bis ≤ 100	0 bis < 35	0 bis < 35	5	5	Sandkörner nicht sicht- und fühlbar, nur Feinsubstanz	stark plastische, mm-dünn ausrollbare Feinsubstanz, glatte, schwach glänzende bis glänzende Reibfläche

¹⁾ Unter Feinsubstanz werden in der Spalte Körnigkeit die Korngrößen Schluff und Ton zusammengefasst.

Tab. 106: Vereinfachte Ansprache häufig vorkommender Bodenarten

Beurteilungsmerkmale	weiter	Bodenart
1. Versuch, die Probe zwischen den Handtellern zu einer bleistiftdicken Wurst auszurollen a) ausrollbar b) nicht ausrollbar	zu 4 zu 2	
2. Prüfen der Bindigkeit zwischen Daumen und Zeigefinger a) bindig, haftet schwach am Finger b) nicht bindig, nicht formbar	⇒ zu 3	lehmiger Sand SI
3. Zerreiben in der Handfläche a) in den Fingerrillen mehlig-stumpfe Feinsubstanz sichtbar b) in den Fingerrillen keine Feinsubstanz sichtbar	⇒ ⇒	schluffiger Sand Su reiner Sand Ss
4. Versuch, die Probe zu einer Wurst von halber Bleistiftstärke auszurollen a) ausrollbar, stumpf, mehlig b) ausrollbar, plastisch, klebrig c) nicht ausrollbar	zu 7 zu 10 zu 5	
5. Prüfen der Bindigkeit zwischen Daumen und Zeigefinger a) bindig, haftet deutlich am Finger (Sand > 46 %) b) nicht oder schwach bindig, kaum Sandkörner	zu 6 zu 3	
6. Beurteilen der Menge an Feinsubstanz a) wenig Feinsubstanz (Sand 60-95 %) b) viel Feinsubstanz (Sand 45-68 %)	⇒ ⇒	toniger Sand St stark sandiger Lehm Ls4
7. Prüfen der Körnigkeit a) Sandkörner sicht- und fühlbar b) Sandkörner nicht oder kaum sicht- und fühlbar	⇒ zu 8	sandiger Schluff Us
8. Prüfen der Bindigkeit zwischen Daumen und Zeigefinger a) nicht bindig, samtartig-mehlig, reißt und bricht stark, wenig formbar b) schwach bindig, reißt beim Quetschen	⇒ zu 9	reiner Schluff Uu
9. Prüfen der Konsistenz a) deutlich mehlig, reißt leicht b) schwach mehlig, reißt kaum, gut formbar	⇒ ⇒	toniger Schluff Ut schluffiger Lehm Lu
10. Prüfen der Körnigkeit a) Sandkörner gut sicht- und fühlbar, rissig b) Sandkörner nicht oder kaum fühlbar	⇒ zu 11	sandiger Lehm Ls
11. Versuch, die Wurst zu einem Ring zu formen a) schlecht formbar, schwach glänzende Gleitfläche b) gut formbar	⇒ zu 12	sandiger Ton Ts
12. Beurteilen der Gleitfläche bei der Quetschprobe a) Gleitfläche stumpf b) Gleitfläche sehr schwach glänzend c) Gleitfläche glänzend	⇒ ⇒ zu 13	schwach sandiger Lehm Ls2 toniger Lehm Lt
13. Prüfen zwischen den Zähnen a) knirschen b) butterartige Konsistenz	⇒ ⇒	lehmiger Ton Tl reiner Ton Tt

Tabelle 33: Einstufung des Grobbodens

Feld 44c

Stufe	Bezeichnung		in Volumen-%	in Masse-%
1	sehr schwach	steinig, kiesig, grusig	< 2	< 3
2	schwach	steinig, kiesig, grusig	2 bis < 10	3 bis < 15
3	mittel	steinig, kiesig, grusig	10 bis < 25	15 bis < 40
4	stark	steinig, kiesig, grusig	25 bis < 50	40 bis < 60
5	sehr stark	steinig, kiesig, grusig	50 bis < 75	60 bis < 85
6	extrem stark	Steine, Kies, Grus	≥ 75	≥ 85

Tabelle 14: Schätzen des Humusgehaltes von Minerallagen aus Bodenfarbe und Feinbodenart

Farbe	Value nach MUNSELL ¹⁾	Humusgehalt in Stufen					
		feuchter Zustand			trockener Zustand		
		Ss, G	Sl bis Ls	L, U, T	Ss, G	Sl bis Ls	L, U, T
hellgrau	7	h0	h0	h0	h1	h1	h1
hellgrau	6,5	h0	h0	h0	h1	h1	h1 bis h2
grau	6	h0	h0	h0	h1	h1 bis h2	h2
grau	5,5	h0	h0	h1	h2	h2	h3
grau	5	h1	h1	h1	h2	h3	h3
dunkel- grau	4,5	h1	h1	h1	h3	h4	h4
dunkel- grau	4	h1	h1	h1 bis h2	h3 bis h4	h4 bis h5	h4 bis h5
schwarz- grau	3,5	h1 bis h2	h2	h2 bis h3	h4	h5	h5
schwarz- grau	3	h2 bis h3	h3	h3 bis h4	h5	≥ h6	≥ h6
schwarz	2,5	h3 bis h4	≥ h4	≥ h4	≥ h5		
schwarz	2	≥ h4					

¹⁾ bei Chroma von 3,5 bis 6 Value um 0,5, bei mehr als 6 um 1 höher stufen

Tabelle 15: Einstufung des Humusgehaltes (organische Substanz) von Böden

Humus (organische Substanz)		
Kurzzeichen	Bezeichnung	in Masse-%
h0	humusfrei	0
h1	sehr schwach humos	< 1
h2	schwach humos	1 bis < 2
h3 ¹⁾	mittel humos	2 bis < 4
h4 ¹⁾	stark humos	4 bis < 8
h5 ¹⁾	sehr stark humos	8 bis < 15
h6	extrem humos, anmoorig	15 bis < 30
h7	organisch, Torf	≥ 30

¹⁾ bei forstlicher Nutzung gilt für h3 = 2 bis 5, für h4 = 5 bis 10 und für h5 = 10 bis 15 Masse-%

Grundgefüge

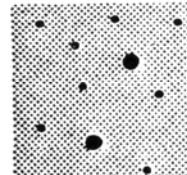
Einzelkorngefüge (ein)



Kittgefüge (kit)



Kohärentgefüge (koh)



Aggregatgefüge Makrogröbgefüge

Rissgefüge (ris)



Säulengefüge (sau)



Schichtgefüge (shi)



Makrofeingefüge

Krümelfgefüge (kru)



Subpolyederggefüge (sub)



Polyederggefüge (pol)



Prismengefüge (pri)



Plattengefüge (pla)



Gefügefragmente

Bröckelgefüge (bro)



Klumpengefüge (klu)



Rollaggregatgefüge (rol)

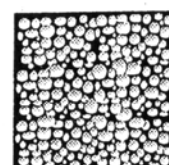
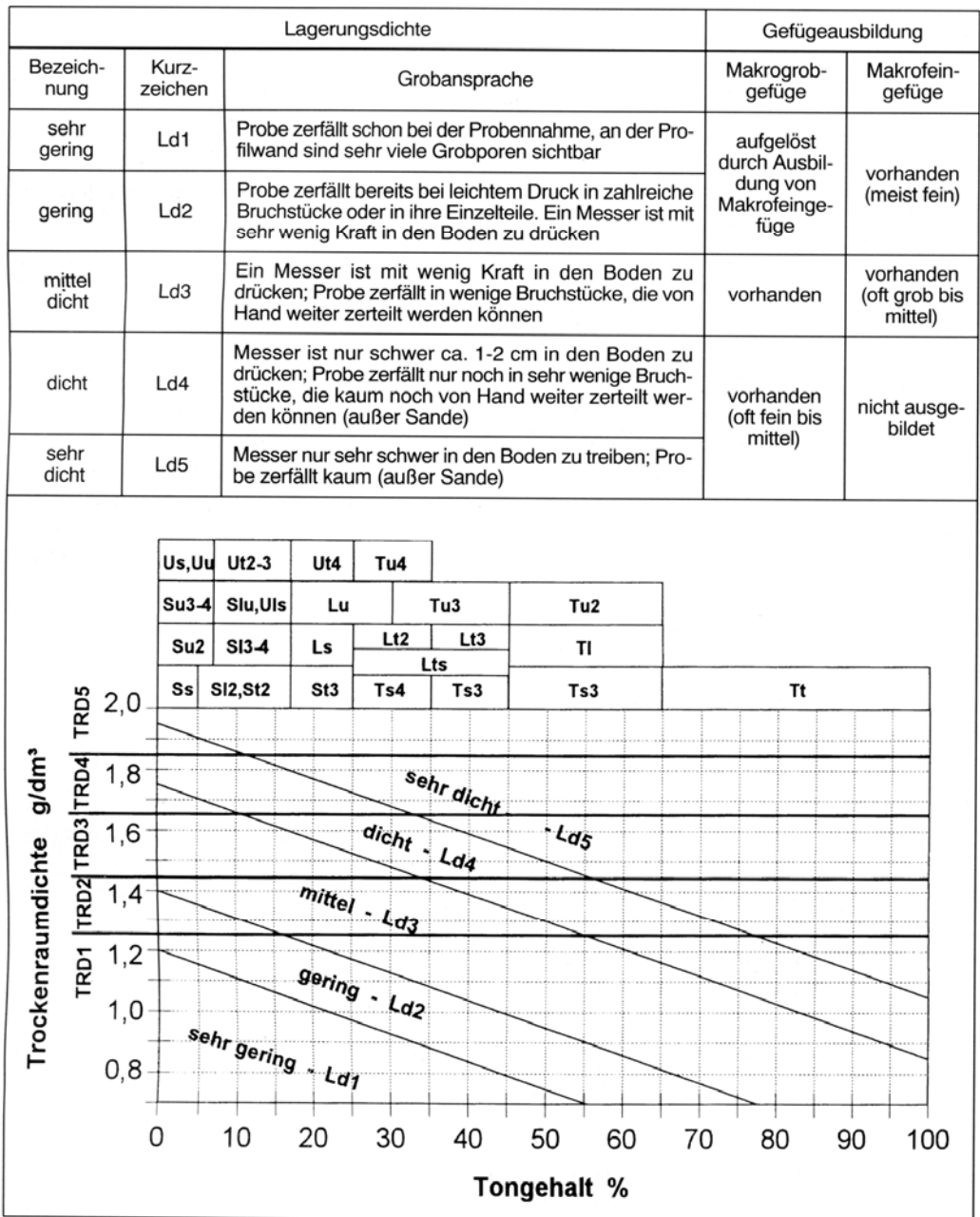


Abbildung 12: Formen des Makrogefüges

Tab. 42: Ansprache und Klasseneinteilung der Lagerungsdichte (Ld) und die Beziehung zwischen der Lagerungsdichte und der Trockenraumdicke (TRD) in Abhängigkeit vom Tongehalt (%)



Forstliche Standortsaufnahme, 5. Auflage, 1996

Tabelle 24: Einstufung der Durchwurzelungsintensität

Wurzeln	Kurzzeichen		Bezeichnung	Wurzeln/dm ²
	Feinwurzeln	Grobwurzeln		
W0	Wf0	Wg0	keine Wurzeln	0
W1	Wf1	Wg1	sehr schwach	1 bis 2
W2	Wf2	Wg2	schwach	3 bis 5
W3	Wf3	Wg3	mittel	6 bis 10
W4	Wf4	Wg4	stark	11 bis 20
W5	Wf5	Wg5	sehr stark	21 bis 50
W6	Wf6	Wg6	extrem stark bis Wurzelfilz	> 50

Bodenbildungsprozesse

Entkalkung
Humusbildung
Gefügebildung
Verbraunung
Tonverlagerung (Lessivierung)
Pseudovergleyung
Vergleyung
Podsoligkeit
Podsolierung

gebildete Horizonte

Ai, Bv, T
Of, Oh, Ah

Bv, (P, T)
Al, Bt
Sw, Sd
Gr, Gw
Aeh
Ae(h), Bs, Bh

5.6.3.2 Horizontbezeichnungen (Symbole)

Feld 27

Die nachfolgende Übersicht enthält alle Haupt- und Zusatzsymbole und gibt Auskunft über die vorgesehenen Kombinationsmöglichkeiten. Außerdem wird der Begriffsinhalt der Symbole kurz erläutert (Definitionen s. 5.6.3.3).

5.6.3.2.1 Hauptsymbole

Semisubhydrischer bzw. subhydrischer Horizont

F am Gewässergrund mit in der Regel ≥ 1 Masse-% organischer Substanz, soweit nicht H-Horizont. Im Küstenströmungsbereich in der Regel < 1 Masse-% organischer Substanz.

Organische Horizonte (≥ 30 Masse-% org. Substanz)

H aus Resten torfbildender Pflanzen (Torf)
H von Humus

L aus Ansammlung von nicht und wenig zersetzter Pflanzensubstanz (Föma) an der Bodenoberfläche
L von englisch litter = Streu

O aus Ansammlung stark zersetzter Pflanzensubstanz (soweit nicht H-Horizont)
O von organisch

Mineralische Horizonte (< 30 Masse-% org. Substanz)

A Oberbodenhorizont

B Unterbodenhorizont

C Untergrundhorizont

P Unterbodenhorizont aus Tongestein oder Tonmergelgestein
P von Pelosol

T Unterbodenhorizont aus dem Lösungsrückstand von Carbonatgesteinen
T von Terra

S Unterbodenhorizont mit Stauwassereinfluss

G semiterrestrischer Bodenhorizont mit Grundwassereinfluss
G von Grundwasser

M Bodenhorizont aus sedimentiertem, holozänem, humosem Solummaterial
M von lateinisch migrare = wandern

E anthropogener Bodenhorizont aus aufgetragenem Pflagen- oder Kompostmaterial
E von Esch

R anthropogener Mischhorizont, entstanden durch tiefgreifende bodenmischende Meliorationsmaßnahmen
R von Rigolen

Y durch Reduktgas geprägter Horizont

5.6.3.2.3 Zusatzsymbole für pedogene Merkmale

Dem Hauptsymbol nachgestellte Zusatzsymbole zur Charakterisierung pedogener Eigenschaften werden nach folgender Übersicht verwendet:

- a** anmoorig; kombinierbar mit A
a bei Absonderungsgefüge; kombinierbar mit H
b gebändert; kombinierbar mit B und C
c Sekundärcarbonat (u. a. Lösskiesel, Kalkpseudomyzel), kombinierbar mit H, A, B, C, T, S, G und M
d dicht (wasserstauend); kombinierbar mit S
e eluvial, ausgewaschen; sauregebleicht; kombinierbar mit A; nassgebleicht: kombinierbar mit S
f vermodert (schwedisch „Förmultningskiktet“); kombinierbar mit O
f lockeres Gefüge; kombinierbar mit Bv der Lockerbraunerde
g haftnässegeprägt; kombinierbar mit S
h humos; kombinierbar mit F, O, A, B und G
i initial (beginnend); kombinierbar mit F und A
j fersiallitisch; kombinierbar mit B und C
k kulturoph; Basen- und Nährstoffverhältnisse durch regelmäßige Düngung nachhaltig verändert; kombinierbar mit Ah, Aa und H
k konkretioniert; kombinierbar mit B, C und G
l lessiviert, tonverarmt; kombinierbar mit A
m massiv (pedogen verfestigt); kombinierbar mit Bs, Bbs und G
m vermulmt; kombinierbar mit H
n neu, frisch, unverwittert; kombinierbar mit C
n oxidiert; kombinierbar mit F, G und Y
p gepflügt oder anderweitig regelmäßig bearbeitet; kombinierbar mit H und A
q „Knickhorizont“; kombinierbar mit S der Knickmarsch
r reduziert; kombinierbar mit F, H, S, G und Y
s angereichert mit Sesquioxiden; kombinierbar mit H, B und G
t geschrumpt; kombinierbar mit H
t tonangereichert; kombinierbar mit B und C
u rübefiziert; kombinierbar mit B und T
v verwittert, verbraunt, verleht; kombinierbar mit B, C und T
v yerodet; kombinierbar mit H und Oh
w stauwasserleitend; kombinierbar mit S
w zeitweilig grundwassererfüllt; kombinierbar mit F, H und G
x biogen gemixt; kombinierbar mit A und E
z salzhaltig (Leitfähigkeit $\geq 0,75$ mS/cm im Sättigungsextrakt, verursacht durch leicht lösliche Salze, leichter löslich als Gips); kombinierbar mit H und G

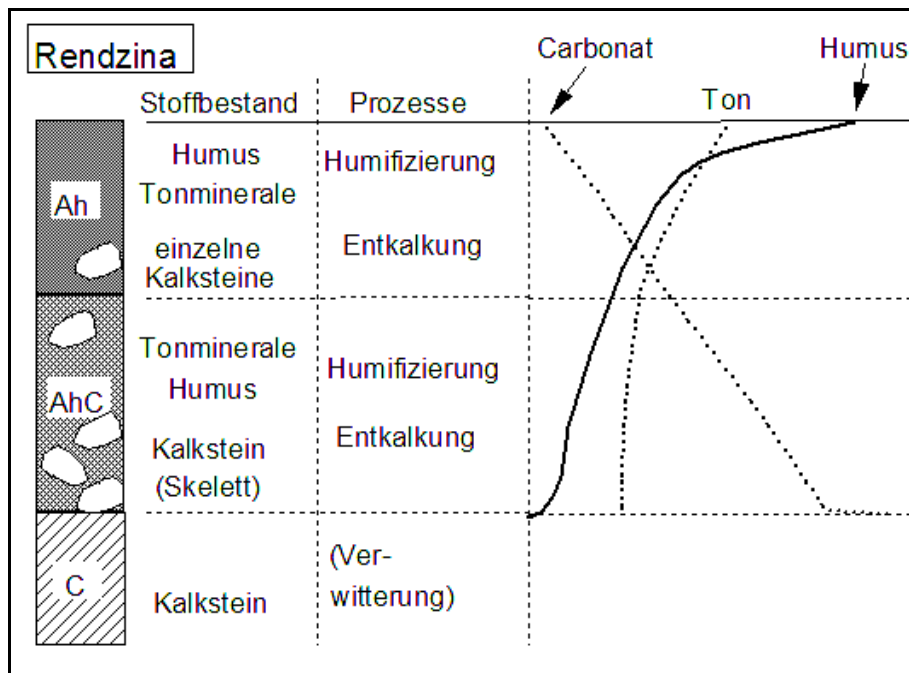
pedogene Zusatzzeichen zur Kennzeichnung der Basensättigung

bei Subtypen (Ah/C-Böden mit Ah < 4 dm):

- $>$ Basensättigung ≥ 50 %, z. B. Ah $>$
 $<$ Basensättigung < 50 %, z. B. Ah $<$

Rendzina

- Ausgangsgestein: Festgestein oder Gesteinsschutt mit hohen Gehalten an Carbonaten (Calcit, Dolomit) oder Sulfat (Gips)
- Ah-Horizont: kalkhaltig: pH-Wert im Neutralbereich
- Humusform: meist Mull
- Bei hohen Niederschlägen und kühlem Klima: mächtig, z.T. kalkfreie Humusauflagen (z.B. Tangelhumus)
- Ökologische Eigenschaften: Weitgehend durch den Wasserhaushalt bestimmt, da Rendzinen oft flachgründig sind und das Festgestein Wasser nicht pflanzenverfügbar speichern kann
- Entwicklung: Im gemäßigt-humiden Klima bei reinen Kalksteinen (wenig silicatische Beimengungen) oft Terra fusca, bei mehr Beimengungen basenreiche Braunerde

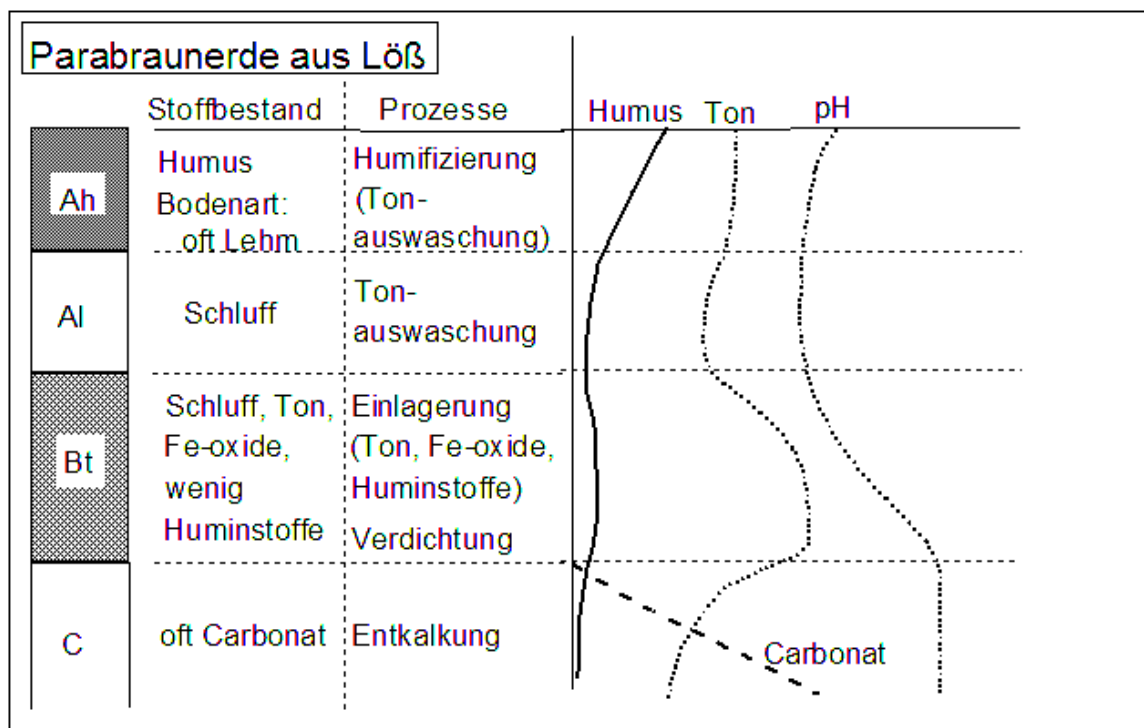


Terra fusca

- Horizontabfolge: Ah – T – C
- Bildung: aus Lösungsrückständen (meist feinkörnige Silicate) bei der Verwitterung von reinen Kalksteinen. Der T-Horizont ist tonreich und durch Eisenoxide gelbbraun bis rotbraun gefärbt.
- Eigenschaften: ausgeprägtes und stabiles Polyedergefüge im T-Horizont, dadurch hohe Wasserleitfähigkeit. Im Unterschied zum Bv-Horizont von Braunerden sind die Minerale dieses Horizonts nicht bei tiefem pH durch Prozesse der Silicatverwitterung entstanden. Daher ist die Basensättigung oft noch relativ hoch.

Parabraunerde

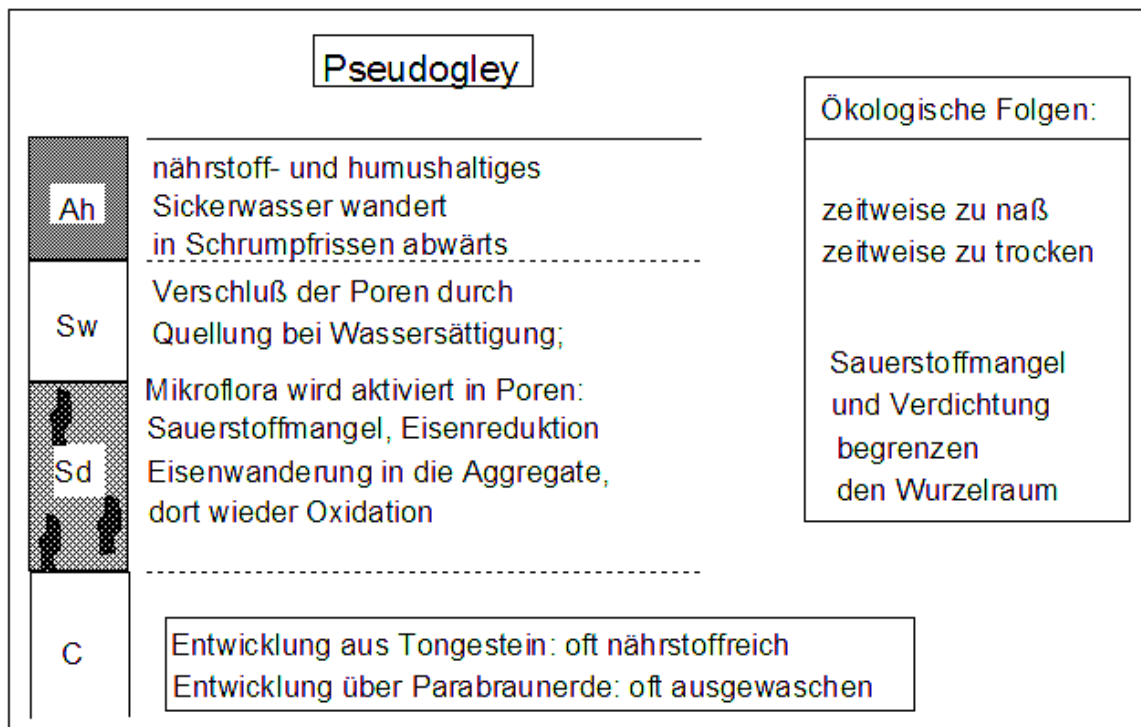
- Horizontabfolge: Ah (bzw. Ap) – Al – Bt – (Bv) - C
- Bildung: durch Tonverlagerung (Lessivierung). Dadurch wird der Al-Horizont tonärmer und der Bt-Horizont tonreicher. Eine P. bildet sich in einem durchlässigen Lockergestein, wenn genügend Tonminerale vorhanden sind oder bei der Verwitterung gebildet werden und wenn der pH-Wert lange genug in dem für die Lessivierung günstigen Bereich ist. Dies ist meist bei carbonathaltigen, silicatreichen Lockergesteinen (z.B. Löss, Geschiebemergel) der Fall.
- Eigenschaften: Parabraunerden sind meist gute Pflanzenstandorte, da sie einen günstigen Wasserhaushalt (hohe nFK) und noch genügend Nährstoff-Bindungsvermögen besitzen. Die meisten P. sind daher unter Ackernutzung und haben relativ geringe Humusgehalte (z.B. 1-2 %). Sie sind allerdings meist leicht verschlammbar und daher erosionsanfällig.
- Bei weiter fortschreitender Lessivierung kann der Bt-Horizont dicht werden und Wasser stauen, so dass sich aus Parabraunerden Stauwasserböden bilden können.



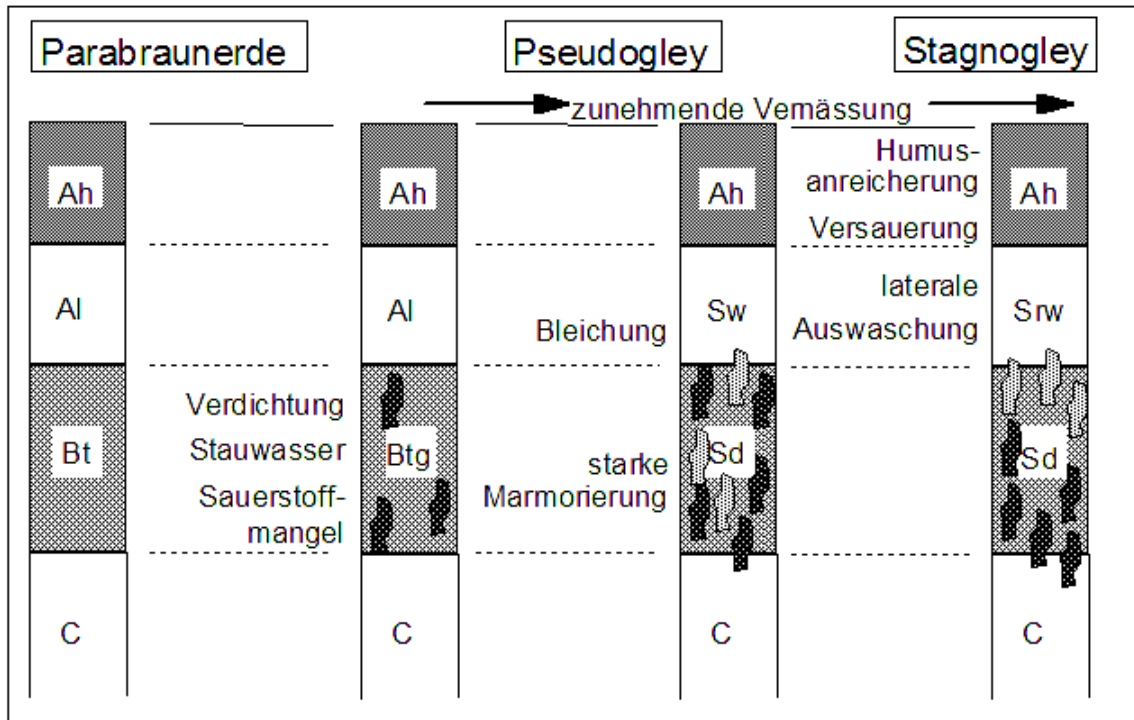
Pseudogley

Nach der Ausgangssituation werden zwei Ausprägungen unterschieden:

- Tonreiches Ausgangsgestein (Tongestein, Tonmergel). Es liefert bei der Verwitterung einen tonreichen Boden („primärer Pseudogley“). Dieser enthält noch praktisch alle Pflanzennährstoffe des Ausgangsgesteins und hat meist ein relativ stabiles Gefüge. Die Horizontabfolge ist dann Ah – Sw – Sd – C
- Die Stauschicht wird von einem weit entwickelten Bt-Horizont gebildet, dessen Grob- und Mittelporen durch Einlagerungsverdichtung abgenommen haben („sekundärer Pseudogley“). Hier sind ein großer Teil der Nährstoffe und der Tonminerale des Oberbodens ausgewaschen, und auch die Bodenversauerung ist weiter fortgeschritten. Die Gefügestabilität im Oberboden ist oft gering. Die Horizontbezeichnungen lehnen sich bei schwach ausgeprägter Pseudovergleyung an die Parabraunerde an: Ah – Al – Btg – C, bei deutlicher Redoximorphie lauten sie Ah – Sw – Sd – C (siehe Pseudogley: Profildarstellung).



Stauwasserböden: Profile



Podsol

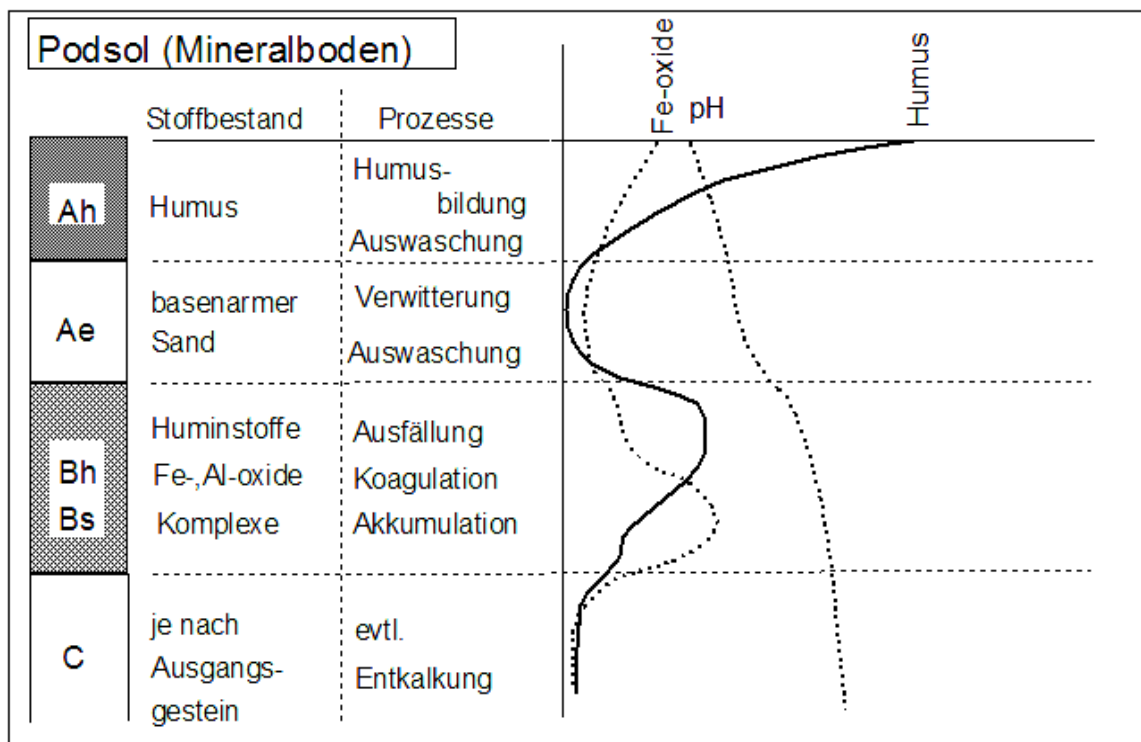
Horizontabfolge: Ah – Ae – Bh – Bs – C (siehe Podsol: Profildarstellung)

Bildung: durch Podsolierung unter folgenden Bedingungen:

- Durchlässiges Ausgangsgestein mit geringem Versauerungswiderstand
- Geringe Nährstoffgehalte und entsprechend angepasste Vegetation (Erica, Kiefern usw.)
- Kühl-feuchtes Klima mit hoher Versickerungsrate

Eigenschaften

- Starke Auswaschung bei Hemmung des Bodenlebens (besonders der wühlenden Tiere)
- Nährstoffgehalte gering
- nFK meist gering
- Typische Humusform: Rohhumus. Humifizierung vor allem durch Pilze; Bildung von viel löslichen Huminstoffen



Braunerde

- Böden mit einem Bv-Horizont zwischen dem Ah-Horizont und dem Ausgangsgestein (C-Horizont)
- Eigenschaften: Bv braun und tonreicher durch die Verwitterung von Primärmineralen und die Bildung von Sekundärmineralen bei sinkendem pH. Ein geringfügiger pH-Anstieg im oberen Teil des Ah-Horizonts unbeeinflusster Braunerden ist auf die Zufuhr von Basen und Neutralkationen durch die Vegetation zurückzuführen.
- Differenzierung nach der Art des Ausgangsgestein:
 - Basenarme Braunerden aus silicatarmen, meist quarzreichen Sedimenten
 - Basenreiche Braunerden aus silicatreichen Gesteinen
 - Weitgehend davon abhängig ist die weitere Entwicklung zu Podsolen oder Parabraunerden

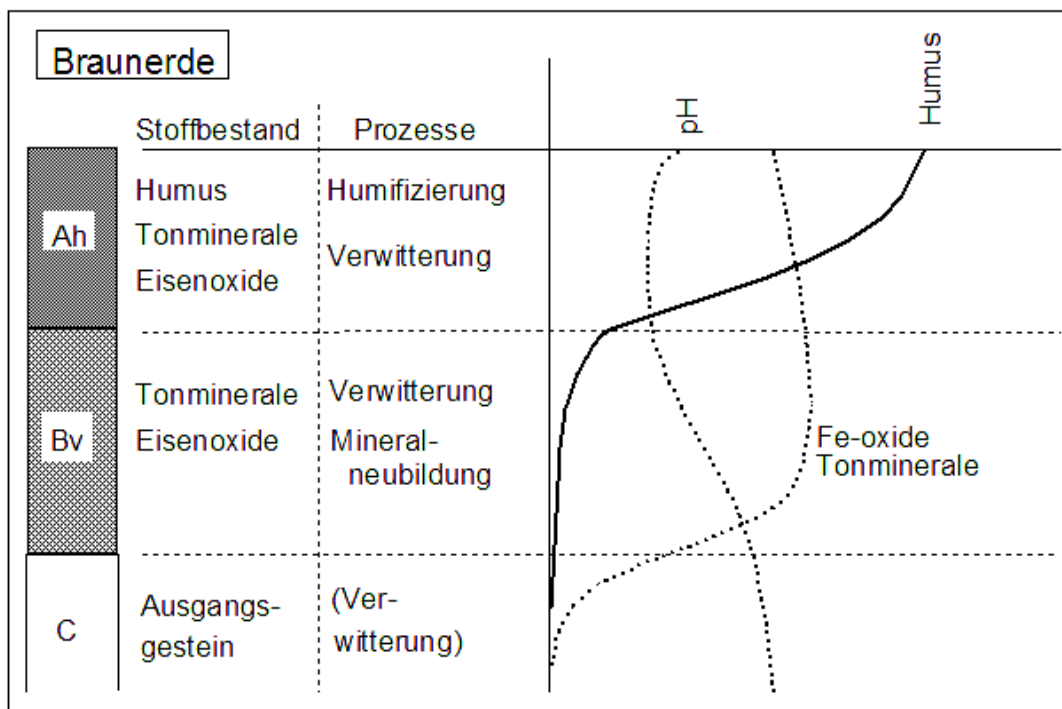


Tabelle 70: Luftkapazität, nutzbare Feldkapazität, Feldkapazität und Totwasser in Volumen-% in Abhängigkeit von Bodenart und Trockenrohdichte ρ_t

Bodenart	Luftkapazität Poren > 50 μm ($pF < 1,8$)			nutzbare Feldkapazität Poren 0,2 bis 50 μm (pF 4,2 bis 1,8)			Feldkapazität Poren \leq 50 μm ($pF \geq 1,8$)			Totwasser Poren \leq 0,2 μm ($pF \geq 4,2$)		
	Kurzzeichen	ρ_{t1+2}	ρ_{t3}	ρ_{t4+5}	ρ_{t1+2}	ρ_{t3}	ρ_{t4+5}	ρ_{t1+2}	ρ_{t3}	ρ_{t4+5}	ρ_{t1+2}	ρ_{t3}
Ss	36	32	27	9	7	7	14	11	10	5	4	3
Sl2	23	18	13	20	18	17	28	25	23	8	7	6
Sl3	18	15	10	22	18	17	34	27	25	12	9	8
Sl4	18	12	8	22	18	15	36	30	26	14	12	11
Slu	14	10	7	23	21	19	38	33	30	15	12	11
St2	24	20	15	18	16	13	26	22	18	8	6	5
St3	18	14	9	18	15	12	35	30	26	17	15	14
Su2	24	21	15	20	18	17	26	23	21	6	5	4
Su3	17	14	10	25	21	20	35	29	26	10	8	6
Su4	14	11	8	27	23	21	39	32	28	12	9	7
Ls2	13	9	6	21	16	14	40	34	31	19	18	17
Ls3	15	9	6	21	16	14	39	33	30	18	17	16
Ls4	15	11	7	20	16	13	39	32	28	19	16	15
Lt2	11	7	5	18	14	11	42	36	32	24	22	21
Lt3	8	5	3	17	12	10	45	39	35	28	27	25
Lts	10	6	5	17	14	11	44	37	31	27	23	20
Lu	12	7	4	21	17	15	41	36	33	20	19	18
Uu	10	7	3	30	26	23	43	38	35	13	12	12
Uls	13	8	5	24	22	21	39	35	33	15	13	12
Us	11	9	4	28	25	22	41	35	32	13	10	10
Ut2	10	6	3	28	26	23	40	37	35	12	11	12
Ut3	11	6	3	26	25	23	39	37	35	13	12	12
Ut4	12	7	3	23	21	19	39	37	35	16	16	16
Tt	4	3	2	15	13	12	51	43	35	36	30	23
Tl	5	4	3	15	13	11	48	41	35	33	28	24
Tu2	5	4	3	16	12	10	47	42	36	31	30	26
Tu3	8	6	3	17	13	10	45	38	35	28	25	25
Tu4	10	6	3	19	17	16	41	37	35	22	20	19
Ts2	5	4	3	16	13	12	47	39	34	31	26	22
Ts3	7	6	5	16	13	11	45	37	32	29	24	21
Ts4	13	10	6	17	14	11	43	32	30	26	18	19
Sande												
fS, fSms, fSgs	34	31	23	10	9	8	16	14	12	6	5	4
mS, mSfs, mSgs	36	32	26	9	6	5	14	10	8	5	4	3
gS	38	33	29	8	5	4	12	8	6	4	3	2
Gesamtporenvolumen = Luftkapazität + Feldkapazität (in Volumen-%) Totwasser = Feldkapazität – nutzbare Feldkapazität (in Volumen-%) <i>kursiv</i> geschriebene Zahlen = interpolierte Werte												

Tabelle 70 (Fortsetzung)

Ergänzungstabelle zur Ermittlung der Luftkapazität, nutzbaren Feldkapazität, Feldkapazität und des Totwassers für die Trockenrohdichtestufen pt1 und pt2 bei tonreichen Böden.

Kurzzeichen	Luftkapazität pt1/pt2	Nutzbare Feldkapazität pt1/pt2	Feldkapazität pt1/pt2	Totwasser pt1/pt2
Lt3	10/6	20/14	49/43	29/29
Lts	11/9	21/17	47/42	26/25
Tt	8/4	20/15	56/48	36/33
Tl	9/5	19/14	54/47	35/33
Tu2	7/5	20/15	53/46	33/31
Tu3	10/8	22/16	50/42	28/26
Ts2	10/5	18/15	51/46	33/31
Ts3	15/7	17/16	50/44	33/28

Die in der Ergänzungstabelle aufgeführten tonreichen Bodenarten weisen bereits bei mittlerer effektiver Lagerungsdichte (Ld3, s. Tab. 71) Rohdichten der Stufen pt1 bzw. pt2 auf. Um dennoch zwischen mittlerer und geringer effektiver Lagerungsdichte bei der Ermittlung der Kennwerte differenzieren zu können, wurden für die tonreichen Bodenarten die Kennwerte für pt1 und pt2 getrennt aufgeführt. Dabei fällt auf, dass die Mittelwerte für pt1 und pt2 der Haupttabelle 70 mit den Mittelwerten aus der Ergänzungstabelle in den meisten Fällen nicht übereinstimmen. Die Ursache liegt darin, dass für die Ergänzungstabelle zusätzliche Daten (z.B. von Waldböden und Böden aus holozänem Material) herangezogen wurden. Erst dadurch war eine Differenzierung der Kennwerte für pt1 und pt2 möglich.

Tabelle 72: Zuschläge und Abschläge zur Luftkapazität, nutzbaren Feldkapazität und Feldkapazität in Volumen-% in Abhängigkeit von Bodenart und organischer Substanz

Bodenart Kurz- zeichen	Luftkapazität				nutzbare Feldkapazität				Feldkapazität			
	organische Substanz in Stufen											
	h2	h3	h4	h5	h2	h3	h4	h5	h2	h3	h4	h5
Ss	0	-1	-2	-3	1	3	4	5	3	6	9	12
SI2	0	1	2	3	2	3	4	6	3	6	9	13
SI3	1	2	3	4	1	3	4	6	3	5	9	12
SI4	2	2	3	4	2	4	5	6	3	7	11	14
Slu	2	3	4	6	1	2	4	6	2	5	8	11
St2	0	0	1	1	3	4	5	7	5	7	11	15
St3	1	2	3	4	2	4	6	9	2	5	10	14
Su2	0	0	-1	-2	2	3	4	6	3	6	9	13
Su3	1	1	2	2	1	3	3	4	2	6	8	11
Su4	2	3	4	6	1	2	3	4	2	4	8	11
Ls2	2	3	4	5	1	3	5	8	3	6	11	14
Ls3	1	2	3	4	1	3	5	8	3	6	11	14
Ls4	1	2	3	3	2	4	6	8	4	6	12	15
Lt2	2	3	5	6	3	5	8	10	5	8	13	15
Lt3	1	2	4	7	2	4	8	11	5	6	12	15
Lts	1	2	5	6	3	5	7	9	3	7	13	15
Lu	2	3	6	7	3	5	7	8	6	7	13	14
Uu	2	3	5	9	1	2	3	4	2	4	8	11
Uls	2	3	4	8	3	4	4	7	4	7	10	15
Us	2	3	5	8	1	2	3	4	2	4	7	10
Ut2	2	4	6	8	1	1	2	4	2	4	7	12
Ut3	2	4	6	8	1	1	2	4	2	3	8	12
Ut4	2	4	6	7	2	3	4	6	4	6	9	13
Tt	1	2	4	8	2	4	5	7	5	6	9	11
Tl	1	2	3	7	2	4	6	8	5	6	11	13
Tu2	1	2	3	7	1	3	5	8	5	6	10	13
Tu3	2	2	3	6	2	4	7	9	6	8	12	14
Tu4	1	3	4	6	3	5	6	8	5	8	11	15
Ts2	<i>1</i>	2	3	7	2	4	6	8	6	7	<i>12</i>	<i>14</i>
Ts3	2	3	4	5	2	5	7	9	5	6	<i>12</i>	<i>14</i>
Ts4	2	3	4	5	2	4	7	9	4	6	11	14

kursiv geschriebene Zahlen = interpolierte Werte

Tabelle 80: Einstufung der gesättigten Wasserleitfähigkeit, der kapillaren Aufstiegsrate und der nutzbaren Feldkapazität im effektiven Wurzelraum

Bezeichnung	Stufe	gesättigte Wasserleitfähigkeit		kapillare Aufstiegsrate in mm/d Kurzzzeichen: KRWe	nutzb. Feldkapazität im eff. Wurzelraum in mm Kurzzzeichen: nFKWe
		in cm/d	in m/s		
		Kurzzzeichen: kf			
sehr gering	1	< 1	$< 1,2 \cdot 10^{-7}$	< 0,5	< 50
gering	2	1 bis < 10	$1,2 \cdot 10^{-7}$ bis $< 1,2 \cdot 10^{-6}$	0,5 bis < 1	50 bis < 90
mittel	3	10 bis < 40	$1,2 \cdot 10^{-6}$ bis $< 4,6 \cdot 10^{-6}$	1 bis < 2	90 bis < 140
hoch	4	40 bis < 100	$4,6 \cdot 10^{-6}$ bis $< 1,2 \cdot 10^{-5}$	2 bis < 5	140 bis < 200
sehr hoch	5	100 bis < 300	$1,2 \cdot 10^{-5}$ bis $< 3,5 \cdot 10^{-5}$	≥ 5	200 bis < 270
extrem	6	≥ 300	$\geq 3,5 \cdot 10^{-5}$	–	≥ 270
hoch					

Tab. 82: Abgrenzung von Gesamtwasserhaushaltsstufen (WH_GS) mit Hilfe quantifizierbarer Merkmale in Rheinland-Pfalz (Tab. 87)

nWSK Gruppe	WH _G S	Gründigkeit und Skelettanteil, wichtige ökologische Artengruppen (öA) (B.4.4) und Waldgesellschaften (B.4.5); Risiken, Ertragsklassen (Wiedemann) und Betriebsziele
≤ 35 mm	sehr trocken	die sehr flachgründigen, sehr skelettreichen Böden trocknen im Laufe der VZ häufig scharf aus; öA: I 1-2 (Hainsimsen/Traubeneichen/(Buchen)-Wälder mit Heidelbeere); sehr hohes Wasserstreß- und Schädlingsrisiko, betriebssichere Dauerbestockung aus natürlich vorkommenden Baum- und Straucharten.
35-45 mm	trocken	die flachgründigen, skelettreichen Böden trocknen im Laufe der VZ mehrfach aus; öA: II 1 (Hainsimsen-Traubeneichen-/Buchen)-Wälder mit Heidelbeere und Gewöhnlichem Besenmoos); hohes Wasserstreß- und Schädlingsrisiko; betriebssichere Dauerbestockung aus Tei (mit Bu) über natürl. vorkommenden Baum- und Straucharten;
45-60 mm	mäßig trocken	die mittelgründigen, skelettreichen Böden trocknen 1-2 mal im Jahrzehnt in Trockenperioden stark aus; öA: II 2a/c (Hainsimsen-Traubeneichen/Buchenwälder mit Drahtschmiele); mittleres Wasserstreß- und Schädlings-Risiko, typische Tei-Furnier-Standorte mit dienender Bu geringer Konkurrenzkraft; Bu knapp mittlerer GWL (III.5 Ekl) mit hohem Risiko für die Naturverjüngung (NV); risikoarmer Dou-Anbau über Bu; Fi standfest, aber knapp mittl. GWL, hohes Risiko für NV
60-100 mm	mäßig frisch bis ziemlich frisch	mittel- bis tiefgründige Böden mit mittlerem Skelettanteil; öA: II 2c (typ. Hainsimsen-Buchen- Wälder); mäßiges Wasserstreß- und Schädlingsrisiko, Tei mit Furnier- bis Schneideholzqualität bei mittl. GWL, im frischeren Bereich besitzt beigemischte Bu schon erhebliche Konkurrenzkraft; Bu mittl. Leistung (III-II.5 Ekl) bei mäßigem Risiko für NV; Mischung mit Nadelbaumarten; Fi gut mittl. GWL (II.5/II Ekl), standfest bei geringem Risiko für NV
100-130 mm	frisch	tiefgründige Böden bei meist geringem Skelettanteil; öA: III 2 (Hainsimsen-Buchen-Wälder mit Sauerklee); geringes Wasserstreß- und Schädlingsrisiko; Tei schon grobwüchsig bei starker Buchen-Konkurrenz; Bu gut mittl. GWL (II,5/II.Ekl); geringes Risiko für NV, aber zunehmende Fi-Konkurrenz, optimal für Mischung mit Lärchen- und Tannenarten; Fi hoher GWL.
≥ 130 mm	sehr frisch bis äußerst frisch	sehr tiefgründige, meist steinfreie Böden; öA: III 3 (Hainsimsen-Buchenwälder mit Farnen); sehr geringes Wasserstreß- und Schädlingsrisiko; Bu hoher GWL, geringes Risiko für NV, starke Fi-Konkurrenz, deshalb besser mit Tannen- oder Lärchenarten mischen; Fi sehr hoher GWL (I.Ekl), deshalb wachsende Sturmgefährdung

Tabelle 92: Einstufung und Bewertung des pH-Wertes (gemessen in CaCl₂-Lösung)

Kurzzeichen	Bezeichnung	pH-Wert-Bereich
a6	extrem alkalisch	≥ 10,7
a5	sehr stark alkalisch	10,0 bis < 10,7
a4	stark alkalisch	9,3 bis < 10,0
a3	mäßig alkalisch	8,6 bis < 9,3
a2	schwach alkalisch	7,9 bis < 8,6
a1	sehr schwach alkalisch	7,2 bis < 7,9
s0	neutral	6,8 bis < 7,2
s1	sehr schwach sauer	6,1 bis < 6,8
s2	schwach sauer	5,4 bis < 6,1
s3	mäßig sauer	4,7 bis < 5,4
s4	stark sauer	4,0 bis < 4,7
s5	sehr stark sauer	3,3 bis < 4,0
s6	extrem sauer	< 3,3

Folgende fünf Pufferbereiche im Boden werden unterschieden:

Carbonat-Pufferbereich pH-Werte 8,6 bis 6,2	Pufferkapazität 150 kmol H ⁺ per 1 % CaO Nährstoffverhältnisse: Ca ²⁺ , HCO ₃ ⁻ -Überschuss, K und Spurenelemente
Silikat-Pufferbereich pH-Werte 6,2 bis 5,0	Anionenüberschuss (Phosphat-, Fe-Fällung) Pufferkapazität 25 kmol H ⁺ per 1 % Silikat Nährstoffverhältnisse: wenig Ca, Mg, K Kationen-/Anionenverhältnis ausgeglichen
Austauscher-Pufferbereich pH-Wert 5,0 bis 4,2	Pufferkapazität 7 kmol H ⁺ per 1 % Ton Nährstoffverhältnisse: Auswaschung von Ca, Mg, K Kationenüberschuss (Al)
Aluminium-Pufferbereich pH-Wert 4,2 bis 3,0	Pufferkapazität 150 kmol H ⁺ per 1 % Ton Nährstoffverhältnisse: starke bis vollständige Kationen- auswaschung Überschuss an Al ³⁺ (Toxizität)
Eisen-Pufferbereich pH-Wert < 3,0	Nährstoffverhältnisse: extremer Nährstoffmangel und Fe-, Al-Toxizität, Fe ³⁺ und H ⁺ vorherrschend

Tab. 64: Ökologische Gruppierung von Böden nach ihrem chemischen Bodenzustand (Gleichgewichtsmodell, Puffersubstanzen, Pufferreaktionen, Pufferraten, bodenchemische Veränderungen, Pufferbereiche mit dem Haupt-pH-Bereich, bodenchemische Merkmale; M_b = Ca-, Mg-, K-Kationen; GbL = Gleichgewichtsbodenlösung; nach ULRICH 1981, 1983, SCHWERTMANN et al. 1987).

pH _{GbL}	8,6	6,2	5,0	4,2	3,8	3,0
Pufferbereich	Carbonat	Silikat	Austauscher	Aluminium	Al/Fe	Eisen
wichtige Puffer-substanzen	Carbonat < > Hydrogencarbonat < Huminstoffe → > prim. Silikate		< > M _b < > Tonminerale →	> n (Al(OH) ₃ (3-x) ⁺) → > Al-Hydroxosulfate → > Goethit, Hämatit → > Ferrihydrat		
Pufferrate [kmol/ha * a ⁻¹]	hoch (> 2)	0,1 - 2	sehr hoch	hoch - mittel	mittel bei der Präsenz was-serlöslicher Huminstoffe	
boden-chemische Schlüssel-prozesse	Entkalkung	Freisetzung von Gitter-kationen Tonmineral-neubildung	Verlust aus-tauschbarer Kationen, Abnahme der AK _e	Lösung von si-likatischem Al; Tonzerstörung Protolyse von Al-Hydroxiden	Fe-Mobilisie-rung als org. Komplex	Bleichung bei hohem O ₂ -Partial-druck
Ansprache-merkmale	FE kalkhaltig	FE kalkfrei M _b /AK _e = 1	M _b /AK _e > 0,15 (humushaltige Horizonte) bzw. M _b /AK _e > 0,05 (humusfrei)	M _b /AK _e < 0,15 (humushaltige Horizonte) bzw. M _b /AK _e < 0,05 (humusfrei)	Podsoligkeit (Aeh / Ahe)	Podsolierung (Ae - Bs) viel NH ₄ Cl-extra-hierbares H + Fe
pH-Wert der Bodenlösung bei Gleichge-wicht		> 5,0	> 4,2	4,2 - 3,8	3,8 - 3,2	< 3,2

Forstliche Standortsaufnahme, 5. Auflage, 1996

Tab. 57: Allgemeine Zusammenhänge zur ersten Grobeinschätzung des bodenchemischen Zustandes und des Nährstoffhaushaltes von Standorten

Ansprache	Folgerung auf
1. Ausgangsgestein und Bodenart	Mineralbestand, Tonminerale, Verwitterungsrate, Gesamtelementvorräte des Ausgangssubstrates (Tab. 58), Oxide
2. Humusform und -menge, Gefüge	Streuzersetzung und -abbau, N-, P-Vorrat und -Umsatz; Zusammensetzung und Aktivität der Zersetzer
3. Bodenart, Gefüge und Humusgehalt, Skelett	Austauschkapazität (Sand < Schluff < Ton < Humus); Wasser- und Lufthaushalt, Humuszustand
4. pH-Wert	Abb. 22
5. Bodendynamik und -genese - Carbonatdynamik - Braunerdedynamik - Podsolierung - Lessivierung - Hydromorphierung (Redoximorphose) - jeweilige Ausprägung	Entkalkung, Kalkanreicherung Elementfreisetzung durch Verwitterung, Ton- und Oxidneubildung starke Versauerung, hohe Basenverluste, Tonzerstörung, Humus-, Aluminium- und Eisenverlagerung Ton-, Oxid- und Nährstoffverlagerung laterale und vertikale Elementumlagerung durch Reduktion, z.T. Abnahme der Verfügbarkeit; Sauerstoffarmut Dauer und Intensität der Prozesse
6. Niederschlag / Wasserbilanz	Auswaschungs- / Anreicherungstendenz
7. Grundwasser (Hangzugwasser)	laterale Elementumlagerung, -anreicherung
8. Stauwasser	Elementumlagerung überwiegend im Profil, Einschränkung des Wurzelraumes; z.T. oberflächennaher Abfluß, oft von saurem Wasser
9. Vegetation	Nährstoffumsatz und -niveau, Wasserhaushalt

Forstliche Standortsaufnahme, 5. Auflage, 1996