BODENKUNDLICHES GELÄNDE- UND LABORPRAKTIKUM

Die Durchführung der Praktika und die Erstellung des Leistungsnachweises/ Praktikumsbericht erfolgt in Zweiergruppen

1. Einleitungsseminar (2,5h), Waldcampus Hörsaal (nach Absprache)

2. Probenahme und Geländebodenandprache
Treffpunkt: Labor Waldcampus Raum 11.309 (5h)

Profilansprache, Bodenart, Bodendichte, Humusgehalt, Carbonatgehalt, KAK
Ermittlung der Horizontmächtigkeit, Probenahme, Fingerprobe u.a.
Anlage von Kleinbodengruben zur Entnahme der vier Bodenproben nach Tiefenstufen
Probenahme: 1. Humusauflage.... 1 Probe.....(Stechrahmen), 2 Wiederholung
Probenahme: 2. Mineralbodenhorizonte nach Tiefenstufen (ungestörte Probenahme mit 100 cm^3 Stechzylinder) A (0-10 cm), B (10-30 cm) und C (30-60 cm), je 3 Wiederholungen
Die Proben werden ins Labor der FH gebracht, dort gewogen und im Trockenschrank bei < 35°C getrocknet.

3. Praktikum im Labor Waldcampus , Raum 11.309 (5h)	**Übung**
Probenaufbereitung	1
Korngrößenbestimmung	4
Anfertigung von Vergleichsröhrchen zur Abschätzung der Sandfraktionen im Boden (Hilfsmittel im Geländepraktikum)	3
Schlämmanalyse----Ton- und Schluffgehalt	6
Siebanalyse ----Sandanteile	5
Bestimmung Porenvolumen und Festsubstanzdichte	7-8

4. Praktikum im Labor Waldcampus, Raum 11.309 (5h)	**Übung**
pH-Wert in Wasser und Kaliumchlorid	11
Lösliche und leicht austauschbare Elemente	14
Messung der Elemente K, Ca, Mg, Na, Al, Fe, Mn im Extrakt am Ionenspektrometer	
Basenneutralisationskapazität (BNK) und Ermittlung des Kalkbedarfes, 0-10cm	12
Kationenaustauschkapazität / Basensättigung*	15

5. Praktikum im Labor Waldcampus, Raum 11.309 (5h)	**Übung**
Glühverlust und Berechnung des Kohlenstoff- und Humusgehaltes	10
Carbonatgehalt	13
Bestimmung von Kohlenstoff, Stickstoff am Elementaranalysator (Messung der Proben im Labor Stadtcampus)	
Profilansprache, Bodenart, Bodendichte, Humusgehalt, Carbonatgehalt, KAK	

6. Seminar (2,5 h)Anleitung zur Auswertung und Bewertung der Labordaten Waldcampus Hörsaal (nach Absprache)

Labor Bodenkunde/Chemie A.Bruszies Waldcampus, Haus 11,3 Etage Raum 11.309/10

- **Endauswertetabelle und Laborergebnisse: EMMA, unter Lernmaterialien**

Auswertungsformular Laborpraktikum Bodenkunde
P1 Einleitungsseminar

P2					
Prob.Nr. Bezeichnung Gruppe/ Tiefenstufe	Tiefenstufen	Frischmasse des Bodens in g	Trockenmasse (lutro) vor Siebung in g	Trockenmasse (lutro) nach Siebung auf < 2mm (Feinboden) in g	Skelett-anteil (Diff. vor und nach der Siebung) in g
1	Auflage 2 Wiederholung	----------		----------	----------
2	0-10 cm 3 Wiederholungen				
3	10-30 cm 3 Wiederholungen				
4	30-60 cm 3 Wiederholungen				

P 3

Schlämmanalyse Übung 6
%U+T = (20g – Ausswaage Sandanteil in g) x100 % / 20g

Bodenart mit Körnungsdreieck

Tiefen-stufe in cm	Nr. Wä-ge-glas	Leerge-wicht Wägeglas in g	Ein-waage Boden in g	Auswaage Sandanteil + Wägeglas in g	Auswaage Sandanteil - Wägeglas in g	Σ Schluff und Ton in %	Sand %	Schluff %	Ton %	Boden-art
0-10		9,3	20,0					.....	.....	
10-30		9,3	20,0					.....	.....	
30-60		9,3	20,0					.....	.....	

Siebung Übung 5 der Sandfraktionen in g – Siebung der Gesamtfraktion (50g Einwaage) oder nach Schlämmanalyse (Rückstand von 20 g Einwaage Ü8)

Tiefen-stufe in cm	Grobsand gS1 1-2 mm	Grobsand gS2 0,63-1 mm	Mittelsand mS 0,2-0,63 mm	Feinsand* fS 0,125-0,2 mm	Feinstsand* ffS 0,063-0,125 mm	ΣSchluff und Ton < 0,063 mm
0-10						
10-30						
30-60						

Sandfraktion in % nach Siebung = ausgewogener Rückstand in g/50 g x 100%

Tiefen-stufe in cm	Grobsand gS1 1-2 mm	Grobsand gS2 0,63-1 mm	Mittelsand mS 0,2-0,63 mm	Feinsand fS 0,125-0,2 mm	Feinstsand ffS 0,063-0,125 mm	ΣSchluff und Ton < 0,063 mm
0-10						
10-30						
30-60						

Feinstsand ffS , auch feiner Feinsand (0,063-0,125) ist Teil des Feinsandes fS (0,063- 0,2 mm)

Porenvolumens Übung 7

Tiefen-stufe in cm	Frischmasse des Bodens in g (siehe Seite 2)	Trockenmasse des Bodens vor Siebung in g (siehe Seite 2)	Frischraum-dichte in g/cm^3	Trockenraum-dichte (Lagerungs-dichte) in g/cm^3	Porenvolumen in %	Wasser in Vol %	Luft in Vol %
0-10							
10-30							
30-60							

Festsubstanzdichte (Spezifisches Gewicht) Übung 8

Tiefen-stufe in cm	Bodenmasse in g (Feinboden < 2 mm)	Bodenvolumen in cm^3 (ml) =50 ml – Verbrauch aus Bürette	Festsubstanzdichte g/cm^3 = Bodenmasse in g/ Bodenvolumen in cm^3
0-10			
10-30			
30-60			

P4

Kationenaustauschkapazität Übung 14/15

Messung am Plasmaspektrometer Konzentration löslicher und leicht austauschbarer Elemente im NH4Cl- Extrakt in μ g/g Boden								pH-Werte für **Berechnung von H_3O-Ionen-Konzentration**				
Tiefen-stufe in cm	Ca	Mg	K	Na	Al	Fe	Mn	pH-0 NH_4Cl-Lösg. vor Extrakt.	pH-P NH_4Cl-Lös. nach Extrakt.	H^+ $mmol_c$ /100 g	KAK_{eff} $mmol_c$/ 100 g	BS %
0-10												
10-30												
30-60												

μ g/g Boden = mg/1000g Boden

pH-Wert Übung 11

Tiefen-stufe in cm	akt.Acidität in H_2O			pot.Acidität in 1molarer KCl
	Indikatorpa-pier	Hellige pH-meter	Elektrode	Elektrode
Auflage				
0-10				
10-30				
30-60				

Basenneutralisationskapazität (BNK) Übung 12

Titrations-punkte	Probe 0	Probe 1	Probe 2	Probe 3	Probe 4	Probe 5
Konzentra-tion mmolc $Ca(OH)_2$ in 25 g Boden	0,0	0,25	0,5	1,25	2,5	5,0
pH-Wert						
0-10 cm						
10-30 cm						
30-60 cm						

Die Übungen sind in der Anleitung zum Praktikum beschrieben.

P5

Glühverlust in % Übung 10

Tiefen-stufe in cm	Nr. Porzellan-tiegel	Masse/ Leergewicht Porzellan-tiegel in g	Einwaage (E) Boden in g	Bodenaus-waage (A) nach Glühen incl. Tiegel in g	Bodenaus-waage ohne Tiegel in g	Glühverlust in % = (g E – g A) / g E x 100 %	% C = Glühver-lust in % / 1,724
Auflage							
0-10							
10-30							
30-60							

Carbonat* (anorganisch) Übung 13 Testprobe

Pr.Nr	Einwaage in g	ml CO_2 (Ablesung an der Scheiblerapparatur)	$CaCO_3[g/kg] = 1000 \bullet \frac{m_2 \bullet (V_1 - V_3)}{m_1 \bullet (V_2 - V_3)}$ geteilt durch 10 = % $CaCO_3$
Testprobe	m_1 = 0,5g und 20 ml $H_2O_{dest.}$	V_1 =	
Referenzprobe 100 mg reines $CaCO_3$	m_2 = 0,1g und 20 ml $H_2O_{dest.}$	V_2 =	----------
Blindprobe	20 ml $H_2O_{dest.}$	V_3 =	----------

CNS-Elementaranalyse(siehe Anmerkung) / **Korrektur von %C bei Vorhandensein von Carbonat**

Tiefen-stufe in cm	% C_{t*}	% N	% Carbonat	% $C_{anorg.}$ (%$CaCO_3$ x 0,12)	% C_{org} (C_t – $C_{anorg.}$)	C/N	% Humus $C_{org.}$ x 1,724
Testprobe							
Auflage			0,0	----------	$C_{t.} = C_{org.}$		
0-10			0,0	----------	$C_{t.} = C_{org.}$		
10-30			0,0	----------	$C_{t.} = C_{org.}$		
30-60			0,0	----------	$C_{t.} = C_{org.}$		

* Bei der Elementaranalyse wird der Gesamtkohlenstoff (t = total, organischer und anorganischer Teil) aus Humus und Mineralboden ermittelt. Bei Vorhandensein von Carbonat (anorganisch) im Boden muss der im Carbonat enthaltene Kohlenstoff, welcher nicht verfügbar ist, vom Gesamtkohlenstoff abgezogen werden.

Anmerkung: Der **CNS- Elementaranalysator** ermöglicht eine simultane Bestimmung von Kohlenstoff, Stickstoff und Schwefel in inhomogenem Probenmaterial (Boden und Pflanzen) mit Einwaagen bis zu einem Gramm in weniger als fünf Minuten. Aufgrund der Einwaagekapazität von bis zu 1000 mg ist bereits mit einer wesentlich geringeren Probenvorbereitung eine höhere analytische Präzision möglich.
1g Probenmaterial wird in ein Keramikschiffchen eingewogen und auf ein optisches Signal hin in den Ofen eingeschoben und bei ca. 1350 °C im reinen Sauerstoffstrom verbrannt.
Die **Auswertung und Berechnung** erfolgt gleichzeitig am CNS- Analysator über eine integrierte Datenbank, so dass schnelle Analysenresultate zur Verfügung stehen.

Anlage

1. Humusauflage (Probenahme mit Stechrahmen, ca. 500 g (1 Wiederholungen)

Analysen / Verfahren (siehe Laboranleitung)	*Ergebnisse*	*Berechnungen (siehe Laboranleitung)*
Trocknung bei < 35°C und Ermittlung der Masse (vor der Siebung) (Restfeuchte von < 5 % wird vernachlässigt)	Frisch- und Trockenmasse (lutro) [g]	Auflagemasse [t/ha] = Trockenmasse [g] / (Fläche Stechrahmen [3 dm^2] x Anzahl der Wiederholungen [1])
Siebung auf < 2 mm	-	-
C-Analyse	C-Gehalt [%]	C-Vorrat [t/ha] = C-Gehalt [%] x Auflagemasse [t/ha] / 100
		Humusgehalt [%] = C-Gehalt [%] x 1,724
		Humusvorrat [t/ha] = Humusgehalt [%] x Auflagemasse [t/ha] / 100
N-Analyse	N-Gehalt [%]	N-Vorrat [t/ha] = N-Gehalt [%] x Auflagemasse [t/ha] / 100
		C/N-Verhältnis = C-Gehalt [%] / N-Gehalt [%]
pH-Werte (H_2O, KCl)	Bodenreaktion (Azidität)	-

2. Mineralboden (Probenahme nach Tiefenstufen mit 100 cm3 Stechzylinder, 5 Wiederholungen in eine Tüte füllen)

Analysen / Verfahren (siehe Laboranleitung)	*Ergebnisse*	*Berechnungen (siehe Laboranleitung)*
Trocknung bei < 35°C und Ermittlung der Masse (vor der Siebung) (Restfeuchte von < 5 % wird vernachlässigt)	Trockenmasse (lutro) [g] vor der Siebung	Lagerungsdichte (ρ_B) [g/cm^3] = Trockenmasse [g] vor Siebung / (Volumen Stechzylinder [cm^3] x Anzahl der Zylinder [3]) = Trockenmasse [g] vor Siebung / 500[cm^3]
Siebung auf < 2 mm und Ermittlung der Masse (nach der Siebung)	Trockenmasse (lutro) [g] nach der Siebung	Skelettanteil [%] = Trockenmasse [g] vor Siebung – Trockenmasse [g] nach Siebung x 100 / Trockenmasse[g] vor Siebung
		Bodenmasse [t/ha] = Horizontmächtigkeit [cm] x ρ_B [g/cm^3] x 100 x (1-Skelettanteil [%] / 100)
Körnungsanalyse (Siebung) und Schlämmanalyse	Korngrößenfraktionen der Grob-, Mittel- und Feinsande [g] sowie Σ Schluff- und Ton [g]	Korngrößenfraktionen [%] (siehe Laboranleitung)
		Bodenart (Ableitung über das Körnungsartendreieck)
		Körnungssummenkurven
pH-Werte (H_2O, KCl)	Bodenreaktion (Azidität)	-
Carbonatbestimmung (falls pH(H_2O) > 6,2)	Carbonatgehalt [%]	Falls Carbonat > 0, Korrektur des C-Gehaltes (s Laboranleitung)
Austauschbare Kationen (Bestimmung mittels Spektroskopie im NH_4Cl-Extrakt)	Gehalte von Ca, Mg, K, Al, Fe, Mn, Na (über Spektroskopie) [μg/g]; H (über pH-Wert in der NH_4Cl-Lösung); Umrechnung: [μg/g] : 10000 = %	Berechnung der austauschbaren Elementvorräte in den Tiefenstufen Elementvorrat [kg/ha] = Elementgehalt [μg/g] x Bodenmasse [t/ha] / 1000
		Summe der Element-Vorräte im Mineralboden (0-100 cm) [t/ha]
		Berechnung der Elementgehalte in den Tiefenstufen als Ionenäquivalente IÄ [$mmol_c$/100g] mit Hilfe des FH-Computerprogramms "BASEN" (vgl. Laboranleitung)
		effektive Kationenaustauschkapazität KAK_{eff} [$mmol_C$/100g] = Σ der IÄ (Ca, K, Mg, Al, Fe, Mn, Na, H) in in den Tiefenstufen
		Basensättigung [%] = Σ d.IÄ(Ca, K, Mg, Na)/KAK_{eff} x100 in d. Tiefenstufen
C-Analyse	C-Gehalt [%]	C-Vorrat [t/ha] = C-Gehalt [%] x Bodenmasse [t/ha] / 100
		Humusgehalt [%] = C-Gehalt [%] x 1,724
		Humus-Vorrat [t/ha] = Humusgehalt [%] x Bodenmasse [t/ha] / 100
N-Analyse	N-Gehalt [%]	N-Vorrat [t/ha] = N-Gehalt [%] x Bodenmasse [t/ha] / 100
		C/N-Verhältnis= C-Gehalt [%] / N-Gehalt [%]

Auswertungsformular Laborpraktikum Bodenkunde----------				
Probennummer	**1**	**2**	**3**	**4**
	Auflage	**0-10**	**10-30**	**30-60**
Physikalische Untersuchungen				
Korngröße:	----------			
Skelettanteil [%]				
Grobsand in [%]	----------			
Mittelsand in [%]	----------			
Feinsand in [%]	----------			
Schluff und Ton in [%]	----------			
Bodenart	----------			
TRD [g/cm^3]	----------			
Festsubstanzdichte [g/cm^3]	----------			
Porenvolumen [%]	----------			
Wasser [Vol %]				
Luft [Vol %]				
Chemische Untersuchungen				
pH_{H2O}				
pH_{KCl}				
KAK_{eff} [$mmol_c$/100g]	----------			
BS [%]	----------			
Glühverlust (Humusgehalt) in [%]				
Kohlenstoff [%] = (Glühverlust / 1,724)				
Kohlenstoff* in [%]				
Humusgehalt *[%] = Kohlenstoff*[%] x 1,724				
Stickstoff*[%]				
$CaCO_3$-Bedarf [kg/ha] für pH=5				
CaO-Bedarf [kg/ha] für pH=5	----------			
Carbonatgehalt [%] (Testprobe)				

Ermittlung der Elementvorräte:
Elementvorrat [kg/ha] = Elementgehalt [µg/g] x Bodenmasse [t/ha] / 1000
Elementvorrat [t/ha] = Elementgehalt [%] x Bodenmasse [t/ha] / 100

	Auflage	0-10	10-30	30-60	0-30	30-60
Bodenmasse [t/ha]					----------	----------
Calcium [kg/ha]	----------					
Magnesium [kg/ha]	----------					
Kalium [kg/ha]	----------					
Stickstoff [t/ha]						
Kohlenstoff* [kg/ha]						
Humus* [kg/ha]						
C/N*- Verhältnis			----------	----------	----------	----------

Umrechnung: % x 10000 = [µg/g]
***** Ermittlung über CNS-Elementaranalyse

Kennwerte Gelände: Bodenart, TRD und eff. Lagerungsdichte, pH-Wert, Humusgehalt, Wasser- und Lufthaushalt, $KAK_{eff.}$, BS, S-Wert, Skelettgehalt