

A photograph of a forest scene. A large tree trunk is the central focus. To its left, a presentation board on a tripod stand displays various diagrams and text. To its right, a soil profile is shown in a wooden frame, revealing different soil layers. The background is filled with green foliage and other trees.

ein Bericht über die
Bodenkunde
Exkursion in Rosshäusern

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1. Vorwort	2
2. Einleitung	2
3. Ziele des Kurses	3
4. Den Oberboden ansprechen und beurteilen	3
5. Die Bodeneigenschaften ansprechen	4
6. Einfache Zusammenhänge zwischen Bodeneigenschaften und waldbauliche Massnahmen erkennen	6
7. Die Empfindlichkeit des Oberbodens bezüglich der Befahrbarkeit beurteilen	8
8. Die Auswirkungen der Bodenverdichtung durch das Befahren beurteilen	8
9. Die drei Spurtypen erkennen	9
10. Schlussfolgerung	10
11. Danksagungen	11
12. Literaturverzeichnis	11

1. Vorwort

Geschätzte Leser und Leserinnen, ende August 2020 haben ich und meiner Mitschüler von der Forwartklasse an einer Exkursion nach Rosshäusern teilgenommen, die von unseren Berufskunde Lehrer geleitet worden ist. Wir haben die Möglichkeit gehabt den Bodenkundekurs von der Eidg. Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft (WSL) besuchen zu können. Über diesen Tag würde ich Ihnen gerne in diesem Bericht erzählen.

2. Einleitung

Der Boden ist die oberste Schicht der Erdkruste. Sie reicht von der Bodenoberfläche bis zum Ausgangsgestein. Der Boden entsteht durch die Verwitterung von mineralischen Bestandteilen und die Umwandlung von organischen Stoffen durch zahllose Lebewesen, die im Boden leben. Der Boden wie auch der Waldboden, besteht aus Festsubstanz und Porenraum, der mit Wasser und Luft ausgefüllt ist. Diese Schicht wird aber durch menschliche Einflüsse gefährdet, und im Wald verursachen Forstmaschinen Verdichtungen und Verformungen im Waldboden. Somit werden die Bodenfunktionen beeinträchtigt und der Lebensraum von Zahlreichen Lebewesen zerstört. Deshalb ist dieser Kurs auch Teil unserer Ausbildung, damit wir als gelehrte Forstwerte, Verdichtungen und Verformungen im Boden durch verschiedene Massnahmen verringern zu können.



Abbildung 1 - Bodenkundekurs WSL

3. Ziele des Kurses

An diesen Tag haben wir zusammen mit den Instruktoeren der WSL, die Ziele gesetzt, die man bis am Ende des eintägigen Kurses erreichen wollen.

Jeder von uns ist in der Lage:

- Den Oberboden anzusprechen und zu beurteilen
- Die Bodeneigenschaften anzusprechen: Bodenart, Skelettgehalt, Vernässungsgrad zu werten und zu interpretieren
- Einfache Zusammenhänge zwischen Bodeneigenschaften und waldbaulichen Massnahmen zu erkennen
- Die Empfindlichkeit des Oberbodens bezüglich der Befahrbarkeit zu beurteilen
- Die Auswirkungen der Bodenverdichtungen durch das Befahren zu beurteilen
- Die drei Spurentypen zu erkennen

Somit können wir dann als Forstwerte, jeweils den Standort unseres Holzschlages beurteilen und dementsprechend die notwendigen Massnahmen treffen, um möglichst wenig Schaden an den Waldböden zu errichten.

4. Den Oberboden ansprechen und beurteilen

Der Boden wird in drei Tiefenbereiche aufgeteilt. Den Oberboden, den Unterboden und ganz untersten befindet sich der Untergrund. Wir haben uns aber mehr auf den Oberboden und Teil mit dem Unterboden befasst.

Es wurde uns erklärt das der Aufbau des Oberbodens in verschiedenen organische Auflagehorizonte: der L-Horizont welcher weitgehend aus unersetzter frischer Streu besteht, der F-Horizont, in welchem die Pflanzenreste vermodert sind und der H-Horizont in dem das organische Material vorwiegend bereits zu Huminstoffen abgebaut ist. Diese sind Teil

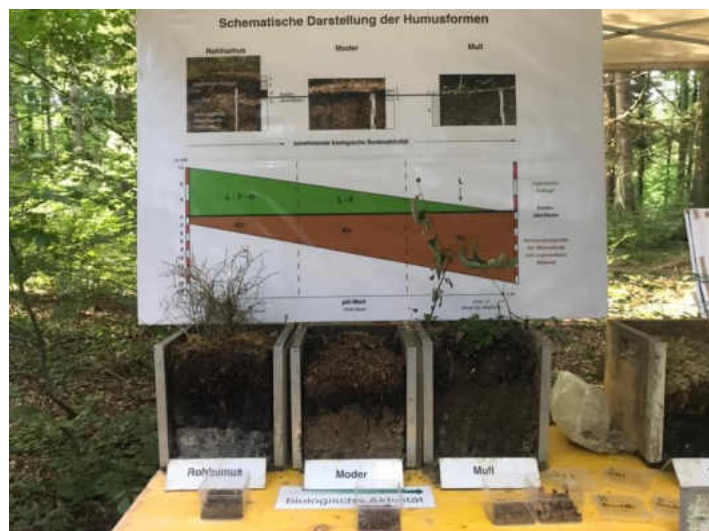


Abbildung 2 - Humusformen

des Oberbodens und befinden sich über der Bodenoberfläche, wie es auf der Abbildung 2 zu sehen ist. Sie sind mit Grün dargestellt. Zum Oberboden gehört noch der Mineralbodenhorizont A-Horizont. In dieser Schicht wird die Mineralerde mit organischem Material vermischt. Dieser wird in der Abbildung 2, mit der braunen Farbe definiert.

Es wurden uns die drei wichtigsten Humusformen schematisch dargestellt (Abbildung 2), die in der Schweiz am häufigsten vorkommen:

- Rohhumus (L/F/H/A) ist typisch für extrem nährstoffarme und meist grobkörnige Oberböden unter eine Pflanzendecke, die schwer abbaubare Streu liefert. Der Abbau der organischen Substanz ist durch die stark saure Bodenreaktion gehemmt. Unter stark saure Bedingungen fehlen die Bakterien und andere Lebewesen, die für den Abbau der organischen Masse zuständig wären. Dichte lichtarme Nadelwälder ohne krautigen Unterwuchs begünstigen eine Rohhumusbildung ebenso wie ein kühlfeuchtes Klima. Die verschiedenen organischen Auflagerhorizonte sind klar unterscheidbar.
- Moder (L/F/A) ist ein saurer Humus mit starkem Pilzbefall, der den charakteristischen Modergeruch hervorruft. Beim Moder handelt es sich um eine Zwischenform von Mull und Rohhumus. Er ist biologisch weniger aktiv als der Mull aber aktiver als der Rohhumus. Ist vor allem in krautarmen Laub- und Nadelwäldern mit relativ nährstoffarmem Oberboden oder in kühlfeuchten Klimaverhältnissen Standorten zu finden.
- Mull (L/A) ist ein Boden mit einer grossen biologischen Aktivität mit raschen Streuabbau und inniger Vermischung von Humusstoffen und der mineralischer Feinerde. Solcher Oberboden sind allgemein mit Nährstoffen gut versorgt und weisen mit einer Krümelstruktur einen günstigen Wasser- und Lufthauhalt auf.

Mit diesen drein Humusformen ist man in der Lage, eine grobe Oberboden Beurteilung durchzuführen und festlegen, wie nährstoffreich und aktiv ein Boden ist oder nicht.

5. Die Bodeneigenschaften ansprechen

Weiter haben die Instruktoeren der WSL, mit Hilfe von Fotos, uns die häufigsten Bodenarten der Schweiz vorgestellt.

Je nachdem wo unser Standort sich befinden, ob wir uns im Flachland, in Feuchten gebieten oder auf dem Gebirge befinden, werden wir die folgenden Böden treffen: Rohböden, Braunerden, Stauwasserböden, Grundwasserböden und Bleicherdeböden.

Rohböden sind meistens junge Böden, die nicht stark entwickelt sind. Unter der organischen Auflage folgt ein dunkelgefärbter Vermischungshorizont mit zersetztem organischem Material und mineralischer Feinerde. Dieser ist der A-Horizont. Wie sie auch bei den Abbildungen 3 und 4 sehen können, finden wir in diesen Bodenarten, vor allem im Gebirge, zum Teil viele und oft auch grosse Steine.



Abbildung 3- Rohboden Rendzina



Abbildung 3- Rohboden Regosol



Abbildung 5 - Braunerde

Diese sind aus kalkhaltigen und silikathaltigem Ausgangsmaterial entstanden. Häufig anzutreffen im Jura und in den Voralpen.

Braunerden haben meistens eine sattbraune Farbe. Sie bieten für den Luft-, Wasser- sowie Nährstoffhaushalt sehr gute, ausgeglichene Verhältnisse. Im Mittelland ist dieser Bodentyp am häufigsten zu treffen. Wie so ein Boden aufgebaut ist können sie in der Abbildung 5 sehen.

Stauwasserböden oder auch Pseudogleye, entwickeln sich vielfach aus Braunerden. Feine Tonteilchen werden von den oberen in tiefere Bodenbereiche verlagert, wodurch die Durchlässigkeit des Unterbodens immer mehr abnimmt. Damit werden die Poren in tieferen Horizonten durch gestautes Sickerwasser zeitweise gesättigt und somit schlechter durchlüftet. Dies führt dann zur Sauerstoffmangel. Diese Bodenart ist eigentlich empfindlich in Verdichtungen. So ein Bodentyp ist in der Abbildung 6 dargestellt.



Abbildung 4 - Pseudogleye

Grundwasserböden werden durch einen wechselfeuchten, rostfleckigen oberen Erdsicht geprägt. Darunter liegt ein bläulich, grau gefärbter Horizont, der ständig unter Wassersättigung liegt. Der Sauerstoffmangel verhindert hier jegliches Wurzelwachstum. In dieser Gruppe finden wir folgende Bodenarten: Gleye entwickeln sich unter anderem im Bereich von Flussablagerungen, oder auch in Hanglagen über Feinkörnigen Horizonten. Die Bodenarten die sich zum Beispiel in der Nähe von Flussläufen befinden, sind bekannt als Auenböden. Und Moorböden bilden sich oft in Geländemulden, wo das Wasser nicht abfließen kann.



Abbildung 7 - Grundwasserböden



Abbildung 8 – Podsole

Bleicherdeböden oder Podsole, sind Gebirgsböden. Sie entwickeln sich in kühlen Gebieten mit hohen Niederschlägen und guter Durchlässigkeit auf saurem Untergrund. Durch diesen Standort- Eigenschaften werden organische Substanzen, Tone und Nährelemente vom Oberboden in den Unterboden verlagert. Damit wird der Oberboden wie ausgewaschen und bekommt eine Helle Farbe wie es bei der Abbildung 8 zu sehen ist.

6. Einfache Zusammenhänge zwischen Bodeneigenschaften und waldbaulichen Massnahmen erkennen

Die Humusform und die biologische Aktivität im Oberboden ist abhängig von der Qualität und der Quantität des Eintrages von Organischem Material, dem Abbau der pflanzlichen Rückstände durch Bodenorganismen und die Vermischung mit der Mineralerde. Dazu spielen auch die Standorts Faktoren Lage und Klima, eine wichtige Rolle auf die Entwicklung des Waldbodens.



Abbildung 9- Regenwurm Kot ist ein guter Zeiger einer guten biologischen Aktivität

Somit ergeben sich verschiedenen Bodenarten wo auch verschiedene Baumarten am besten keimen und wachsen. Je nach der waldbaulichen Planung eines Waldes, muss man auch dementsprechende Massnahmen treffen. Eine Wichtige Massnahme zur Verbesserung der Humusform ist das Einbringen von Baumarten mit gut abbaubarer Streu. Weitere Veränderungen ergeben auf den Waldböden mit einer Durchforstung. Diese bring mehr Licht auf den Boden und somit fördert die Krautschicht und verbessert die biologische Aktivität im Boden.



Abbildung 10 - Waldmeister

Die Natur hilft uns damit mit Zeigerpflanzen. Diese wachsen an Standorte mit gewissen Bodeneigenschaften, wo bestimmte Baumarten bevorzugen. Zum Beispiel der Waldmeister bevorzugt frische, lockere, nährstoff- und basenreiche Böden, und er zeigt Lehmböden an. Baumarten die diese Standorte bevorzugen sind Buchen und Eichen.

Andere Zeigerpflanzen, wie Waldsauerklee wächst auf sauren, kalkarmen Waldböden an ausgesprochen schattigen und frischen bis feuchten Stellen in Laubmischwäldern und Nadelwäldern. Auch das Moos zum Beispiel, wächst auf sauren, zumindest zeitweise vernässten, kalkfreien Standorten, insbesondere auf Rohhumus in Nadelwäldern und Standorten sowie in Mooren und auch auf Silikatgestein. Es ist außerdem auf Totholz und Torf zu finden.



Abbildung 11- Waldsauerklee



Abbildung 12- Moos

Uns wurden und andere Zeigepflanzen gelehrt wie Brennnessel, Buschwindröschen, Heidelbeere, Besenheide und mehrere, die man verwenden kann, um die Bodeneigenschaften zu beurteilen, und somit ein vollständiges Bild vom Waldboden zu bekommen.

7. Die Empfindlichkeit des Oberbodens bezüglich der Befahrbarkeit beurteilen

Weiter mit Hilfe von Diagrammen wurde uns gelehrt, dass das Befahren des Bestandes mit Forstfahrzeugen kann der Oberboden so stark verdichtet werden, dass ein grau-blauer, stellenweise reduzierter Oberboden entsteht. Die Empfindlichkeit des Oberbodens auf Bodenverdichtungen ist abhängig von dem Typen des Bodens und dessen Feuchtigkeitszustand. Die folgenden Grafiken haben uns geholfen dies zu verstehen.

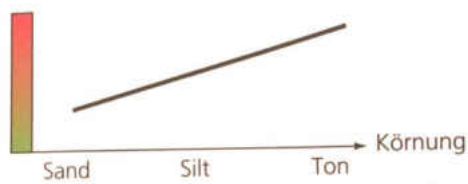


Diagramm 1- Grobkörnige Böden sind weniger empfindlich gegenüber Befahrung als Feinkörnige Böden

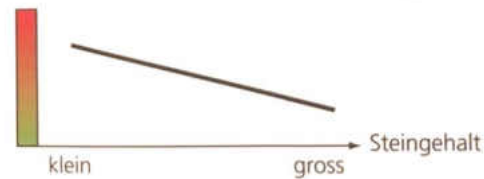


Diagramm 2- Steinhaltige Böden sind weniger anfällig auf Verdichtungen als Steinarme Böden

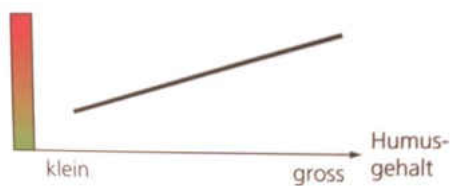


Diagramm 3- Oberböden mit einem geringem Humusgehalt sind nicht so empfindlich auf Verdichtungen wie Böden mit grossen Humusgehalt

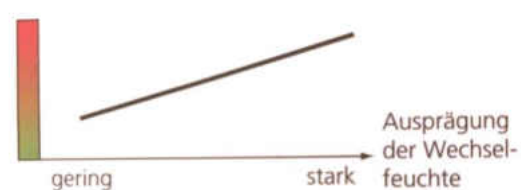


Diagramm 4- Je feuchter ein Boden ist desto empfindlicher ist er auf Verdichtungen durch das Befahren

Man kann sich merken, dass Grobkörnige und/oder steinhaltige Böden mit geringem Humusgehalt im Oberboden sind wenig oder kaum empfindlich. Feinkörnige und/oder steinarme Böden mit grossem Humusgehalt im Oberboden weisen ein grösseres Gefährdungspotenzial. Aber die aktuelle Bodenfeuchte ist massgebend auf die Befahrbarkeit eines Bestandes. Somit müssten wir auf den Witterungsverlauf achten und mindestens drei regenfreie Tage nach einem regnerischen Tag abzuwarten, bevor das Befahren bodenschonend erfolgen kann.

8. Die Auswirkungen der Bodenverdichtungen durch das Befahren beurteilen

Die örtliche Verdichtung im Oberboden hat für den Wald folgende Auswirkungen:

- Die Durchwurzelung wird infolge verdichteten Bodens gehemmt. Die Vitalität selbst grösserer Bäume kann dadurch stark beeinträchtigt werden.

- Starke Vernässung und ungenügende Durchlüftung des Bodens können zum Absterben der Pflanzen führen.
- Die Naturverjüngung wird gehemmt oder sogar verunmöglicht.
- Der Lebensraum der Bodenorganismen wird beeinträchtigt. Die Folge davon ist ein gehemmter Abbau und eine gestörte Vermischung der Organischen Substanz mit der Mineralerde, was sich ungünstig auf den Nährstoffhaushalt auswirken kann.
- Zudem werden beim Befahren oft Wurzeln verletzt, was zu Fäulnis führen kann.

Wir konnten vor Ort so eine Auswirkung festlegen. Mit unserem Instruktor haben wir mit ein Feuchtigkeitsgerät die Bodenfeuchtigkeit aufgenommen, und festgelegt das der Boden auf eine alte Rückengasse immer noch deutlich feuchter ist als der Boden, der nicht durchs befahren beschädigt worden ist. Und dies nur ein zwei Meter daneben. Auf den folgenden Abbildungen können sie dies beobachten.



Abbildung 13- Boden, der durch befahren beschädigt worden ist, weist nach Jahren immer noch hohe Bodenfeuchtigkeit auf, ca. 31%



Abbildung 14- Unbeschädigter Boden weist normale Bodenfeuchtigkeit auf, die auf den Standort mehrheitlich vorhanden ist, ca.19%

9. Die drei Spurtypen erkennen

Zum Schluss konnten wir vor Ort die drei Spurentypen kennenlernen und untersuchen. Diese Typisierung der Fahrspuren wurden entwickelt, für die Umsetzung des physikalischen Bodenschutzes. Befahrungsbedingte Veränderungen des Bodens können mit der Ausprägung der sichtbaren Fahrspuren in Zusammenhang gebracht werden. Aufgrund mittlerweile wissenschaftlicher fundierter Zusammenhänge zwischen Spurbild und Bodenfunktionalität ist es möglich, einen Spurtyp zu definieren, dessen Auftreten ein eindeutiges Signal für einen ökologischen Schaden im Boden darstellt.

Spurtyp 1 stellt eine Pressung der organischen Auflagehorizonte in der Form von Reifenabdrücken dar, die Spurtiefe beträgt weniger als 10 cm.



Abbildung 15- Spurtyp 1

Spurtyp 2 befindet sich in der plastischen Verformung von meist weniger als 10 cm im A-Horizont (duckler Durchmischungshorizont aus mineralischer Feinerde und abgebauten organischem Material). Beginnende seitliche Aufwölbungen des Oberbodens (A-Horizont) sind möglich.



Abbildung 16- Spurtyp 2

Der Spurtyp 3 wird durch drei Merkmale charakterisiert, die alle erfüllt sein müssen: Spurtiefe in der Regel grösser als 10 cm, bis in den Unterboden reichend und deutlich ausgeprägte seitliche Aufwölbungen vorhanden. Es ist darauf hinzuweisen, dass der Spurtyp 3 nicht nur eine grössere Tiefenwirkung, sondern auch eine grössere Breitenwirkung aufweist als die Spurtypen 1 und 2.



Abbildung 17- Spurtyp 3

Die Ansprache der Spurtypen auf den Feinerschliessungslinien erlaubt es, die Arbeitsqualität zu beurteilen und gegebenenfalls Massnahmen zu ergreifen.

Massnahmen bei der Arbeitsausführung sind folgende:

- Mit Maschinen konsequent auf Rückegassen bleiben
- Rückegassen in gut befahrbarem Zustand erhalten
- Mit reduziertem Lastgewicht rücken
- Arbeit unterbrechen, wenn bei Arbeiten in einem Holzschlag auf den Rückengassen der Spurtyp 3 auftritt. Dies heisst, dass die Bodenfeuchte für das Fahren zu hoch ist.

10. Schlussfolgerung

Mit dem Wissen welche Humusform uns geringer biologische Aktivität im Boden hinweist, welche Bodenarten Hohen Wassergehalt aufweisen und welcher Spurtyp uns zeigt, dass man die Arbeit unterbrechen sollen, können wir als Forstwerte beim Bodenschutz positiv mitwirken.

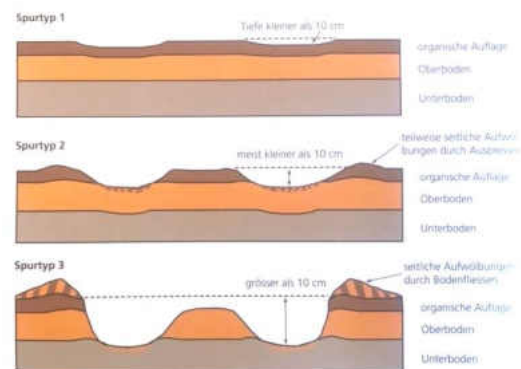


Abbildung 18- Die drei Spurtypen

11. Danksagungen

Ich bedanke mich herzlich an den Instruktoren der Eidg. Forschungsanstalt WSL, die mir und meinen Mitschülern an diesem Tag ihr Wissen weitergegeben haben.

12. Literaturverzeichnis

- Einführung in die Bodenkunde – Bodenverdichtung durch Maschineneinsatz _ Eidg. Forschungsanstalt WSL
- Merkblatt für die Praxis «Der Waldboden lebt – Vielfalt und Funktion der Bodenlebewesen» _ Eidg. Forschungsanstalt WSL
- Merkblatt für die Praxis «Physikalischer Bodenschutz im Wald» _ Eidg. Forschungsanstalt WSL
- Abbildungen: Fotoaufnahmen von der Exkursion, und Abbildungen von der obengenannten Literatur
- Diagrammen: WSL- Merkblatt