

Bodenkunde

„Boden -Grundlage des Gärtnerns“



Dipl.- Ing. Sven Wachtmann (FH) Gartenbau

Übersicht der Themen

1. Bodenaktuell
2. Bodenaufbau
3. Bodenleben
4. Bodenhumus
5. Bodenkörnung
6. Bodenwasser
7. Bodenluft
8. Bodeneigenschaften
9. Bodenverbessern
10. Bodenbearbeitung
11. Bodenbestimmung
12. Bodenreaktion
13. Bodenuntersuchung
14. Bodengefährdung
15. Bodenschutz



Internationaler Tag des Bodens Weltbodentag 5. Dezember



Was gibt uns der Boden?

Er ist **Baugrund**, liefert **Rohstoffe** (Sand, Ton,...), **speichert** (Energie der Sonne, Wasser, Nährstoffe und Gase), ist **Standort** und **Lebensraum** für Flora und Fauna.



Was ist Boden?

Boden ist die oberste Schicht der Erdrinde, die durch chemische, physikalische und biologische Zersetzung von Gesteinen entsteht. Der Boden ist ein **Naturkörper**, der nicht scharf abzugrenzen ist. Der Boden ist ein **lebendiger Organismus**.

Er gilt als Grenzphänomen der Erdoberfläche.

Die Erdoberfläche (Pedosphäre) fügt sich in die Lithosphäre, Hydrosphäre, Biosphäre und Atmosphäre ein.

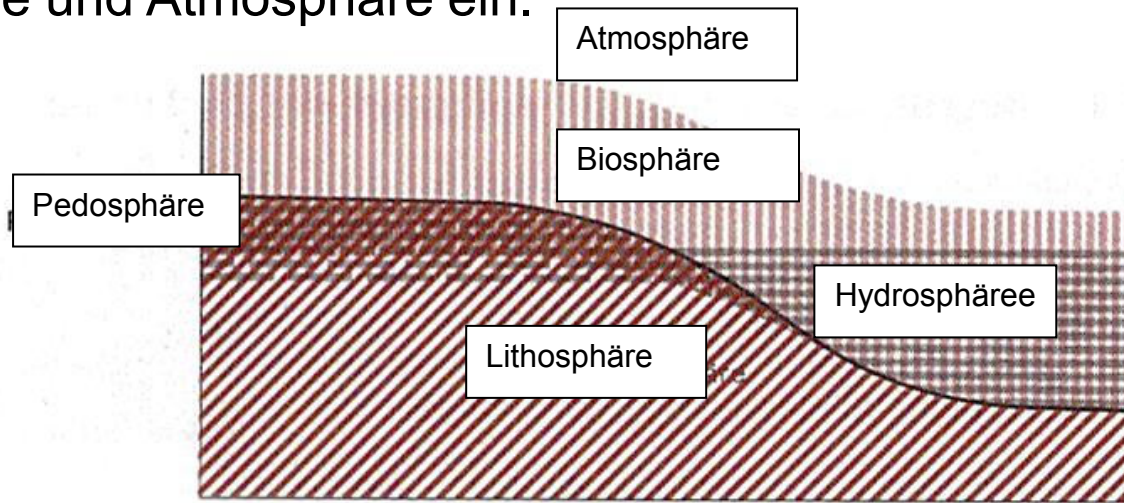


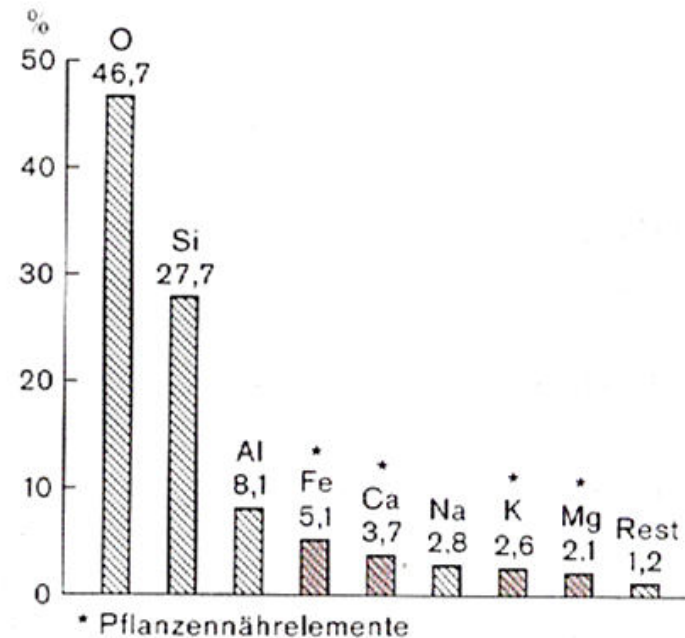
Abb.: Die Pedosphäre als Grenzphänomen der Erdoberfläche (verändert nach Schroeder, 1992)

Mineralische Stoffe

Zu den wichtigsten Bestandteilen des Bodens gehören die Minerale. Sie kommen als Ausgangsmaterial, aber auch als feste und lockere Gesteine an der Erdoberfläche vor.

Minerale sind anorganische, feste Bestandteile der Erdrinde von homogener Beschaffenheit.

Abb. : Mittlere chemische Zusammensetzung der Lithosphäre in Gew.-%
(verändert nach Schroeder, 1992)



Welches sind häufigsten Minerale in Böden ?

- Calcit (CaCO_3), Kalk, bzw. Calciumcarbonat ist ein Salz der Kohlensäure
- magnesiumhaltige Calcite (MgCO_3)
- Natriumcarbonat (Na_2CO_3)
- Dolomit ($\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$)

Kalkboden: bezeichnet man einen Boden der über 20 % Kalk enthält

Mergelboden: der 5% bis 29% Kalk enthält

Was sind Carbonate ?

Carbonate finden sich in der Stein-, Sand- und Schluffreaktion oder als Gemische im Boden vor.

Carbonate geben den Boden in ein alkalischen Bereich und beeinflussen so das Pflanzenwachstum durch die gelösten Hydrogencarbonate.

Böden, die einen hohen Kalkgehalt haben, sind sehr schwer durch Humus anzureichern. Sie sind stark alkalisch und binden somit alle Säuren.

Wie entsteht der Boden?

Boden entsteht aus zwei verschiedenen Ausgangsmaterialien:
aus **unbelebtem Gestein** und aus **organischen Stoffen**.

Gesteine verwittern im Laufe von vielen Jahren durch physikalische, mechanische, chemische und biologische Einflüsse zum sogenannten Mineralboden. Anorganische Stoffe=Gesteine=Mineralboden

Organische Stoffe verrotten unter Lufteinfluss und biologischen Einflüssen, beziehungsweise vertorfen unter Luftabschluss zu Torf.
Organische Stoffe=Humusboden

Mineralboden und **Humusboden** liegen natürlich nicht getrennt vor, sondern vermischen sich, insbesondere in der obersten Bodenschicht, zum Gartenboden.

Aufbau des Bodens



mineralischen Bestandteilen
(anorganisch=unbelebt)



Hohlräume (Bodenporen)



Wasser* (Nährlösungen, Huminsäuren) und Luft*

organischen Bestandteilen
(organisch=belebt)



Humus (abgestorbene
pflanzliche und tierische
Substanz)

*Wasser: als Bodenwasser/Haftwasser und Sickerwasser
*Luft: zwischen 5% bei Tonböden und 40% bei Sandböden

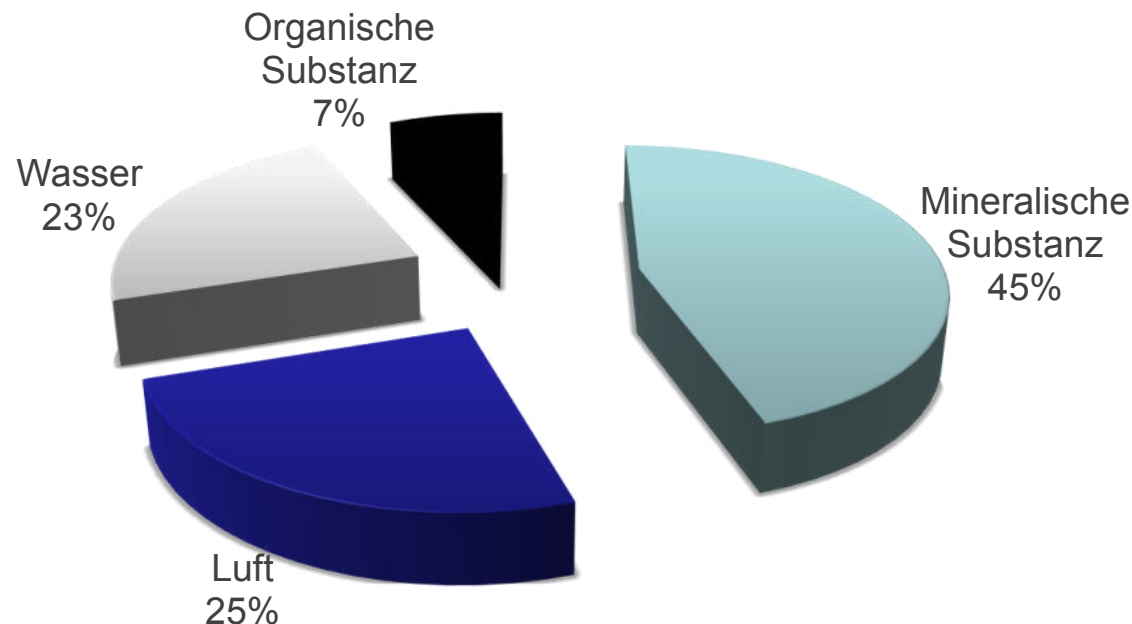
Horizontaler Aufbau

Der Aufbau des Bodens ist horizontal in drei verschiedenen Sichten gegliedert. Sie sind farblich mehr oder weniger deutlich voneinander abgegrenzt. Diese Sichten werden als Horizonte bezeichnet, die von den Buchstaben A bis C reichen. Für eine genauere Bezeichnung werden noch Kleinbuchstaben nachgestellt.

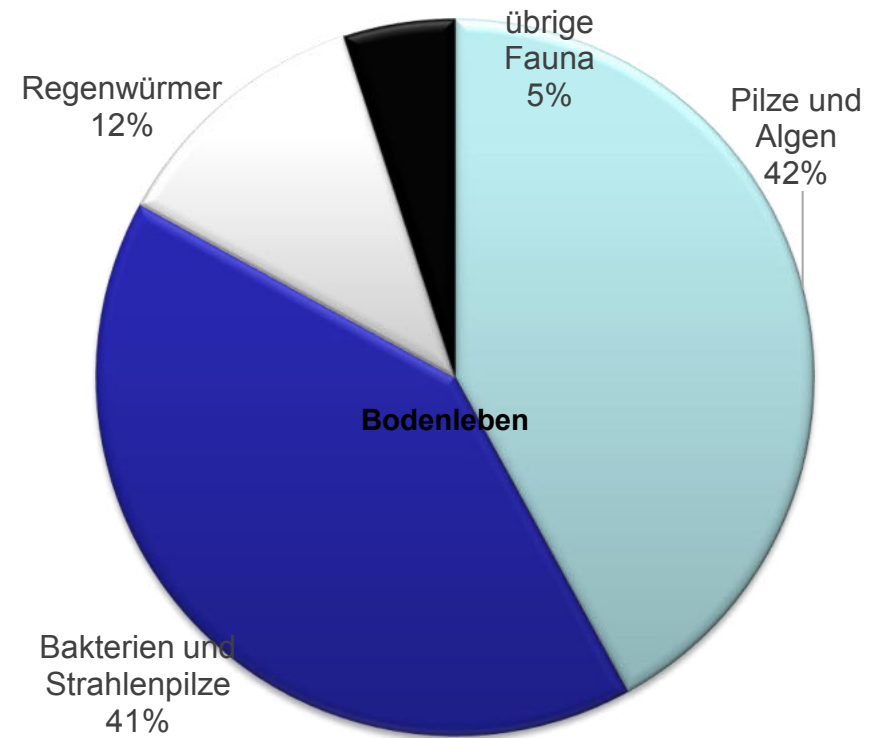
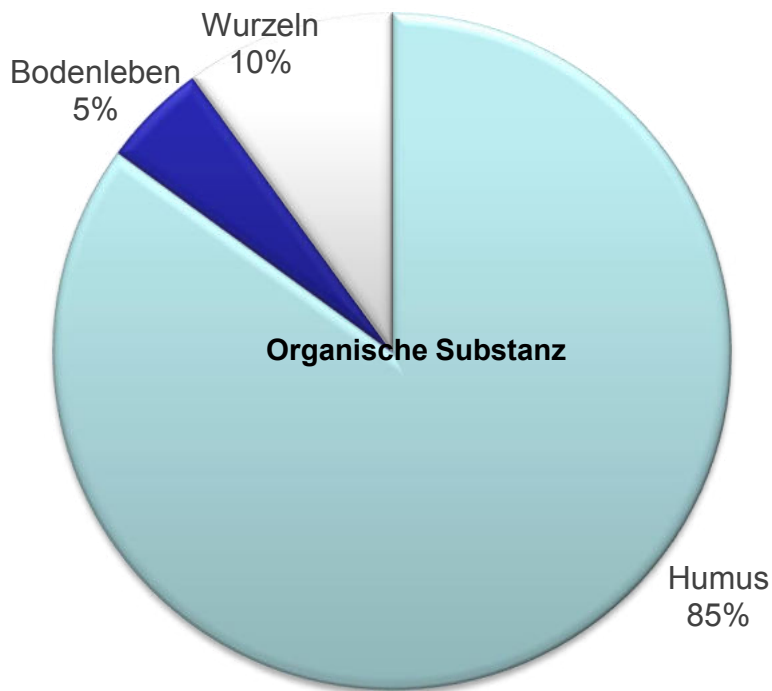


Woraus besteht der Boden?

Boden ist das mit **Wasser**, **Luft** und **Lebewesen** durchsetzte, unter dem Einfluss der Verwitterung von Gesteinen sowie unter Mithilfe von Organismen entstandene und im Ablauf der Zeit sich weiterentwickelnde Umwandlungsprodukt mineralischer und organischer Substanzen.



Aufbau der organischen Substanz im Boden und des Bodenlebens (Edaphon)



Pflanzliche Bodenorganismen

Algen:	Kieselalgen, Blaualgen, Grünalgen
Flechten:	Alge und Pilz (erstbesiedler auf Gestein)
Bakterien:	Aerobe Bakterien, Schwefelbakterien, ...
Pilze:	Algenpilze, Schimmelpilze, Fadenpilze, Strahlenpilze, Schlauchpilze, Hutpilze (Hexenring), Mycorrhizapilze



Tierische Bodenlebewesen

Protozoen:	Geißeltierchen, Wurzelfüßer, Wimpertierchen, Krebstiere
Würmer:	Rädertierchen, Borstenwürmer, Fadenwürmer, Regenwürmer, Insektenlarven, Drahtwürmer
Insekten:	Bärtierchen, Springschwänze, Asseln, Tausendfüßler, Dunkelbrauner Kugelspringer, Milben, Käfer, Schnecken Bärtierchen, Springschwänze, Asseln, Tausendfüßler
Tiere:	Maulwurf

Wichtige Aufgaben des Bodenlebens

(Bakterien/Pilze/Algen/Milben/Nematoden/Insekten/...)

- Verbesserung der Bodenstruktur
- Bildung von Bodenkohlenstoff (CO₂-Speicher)
- Mineralisierung
- Zersetzung von Schadstoffen
- Bildung von Antibiotika
- Assimilation von Luftstickstoff
- Bindung organischer Substanz
- Zersetzung von Zellulose und Lignin

Pflanzliche Bodenorganismen -Mykorrhizapilze

Sind **Pilze** mit einem dichten und verzweigten Pilzgeflecht (Myzel) im Boden. Die Pilze bilden den größten Teil der Biomasse im Boden. Mykorrhizapilze leben in einer **Symbiose mit Pflanzen**. Diese Pilze sind an den Feinwurzeln der Pflanze vorhanden. Durch diese Lebensgemeinschaft profitieren beide Partner. Es geschieht ein Austausch von Nährstoffen, Wasser und Kohlenhydraten. Die Wurzeloberfläche wird durch die Symbiose auf das 100- bis 1.000 Fache vergrößert.

Der Begriff „Mykorrhiza“ kommt aus dem Griechischen und bedeutet „Pilzwurzel“ (mykos=Pilz und rhiza=Wurzel)

Pflanzliche Bodenorganismen -Mycorrhizapilze

Vorteile für unserm Boden:

- Pflanzen werden vitaler
- Bodenstruktur wird verbessert

Unterschiedliche Pflanzenarten benötigen auch unterschiedliche Mykorrhiza-Pilze.

Im Wesentlichen wird zwischen drei verschiedenen Pilzgruppen unterschieden:

- a) **Endomykorrhiza-Pilz** für krautige Pflanzen, Laubbäume
- b) **Ektomykorrhiza-Pilz** für viele Baumarten, besonders Nadelgehölze
- c) **Ericoiden Mykorrhiza-Pilz** nur für Pflanzen der Familie der Ericaceae (für Erika, Calluna, Rhododendren, Azaleen)

Tierische Bodenlebewesen -Regenwurm

Ein wichtiger Begleiter im Bodenleben ist der Regenwurm. Er **belüftet, zerkleinert und durchmengt den Boden**. Es entstehen die wichtigen **Ton-Humus-Komplexe**. Nährstoffe für die Pflanzen werden verfügbar gemacht.

Um dies zu ermöglichen müssen wir die Lebensgrundlagen des Regenwurms verstehen. Er benötigt ausreichende Mengen an abgestorbenen, angerotteten organischen Material.

Auf ein Umgraben des Bodens sollte verzichtet werden !!!

Gut ist auch eine Abdeckung des Bodens durch Flächenkompostierung.

Das einbringen von Salzhaltigen Düngern sollte man verzichten, weil durch die Salze die Haut des Regenwurms austrocknen würde.

Tierische Bodenlebewesen -Der Regenwurm



Organische Substanz

Humus: Gesamtheit von abgestorbenen pflanzlichen und tierischen Überresten; man unterscheidet zwischen Dauer- und Nährhumus; Dauerhumus (weitgehend stabil gegen die Zerlegung durch Bodenorganismen); Nährhumus (aus leicht zersetzbaren organischen Material) gut für die Nährstoffversorgung der Pflanzen

Einteilung der Böden nach dem Humusgehalt

Humusgehalt	Bezeichnung
0-2%	humusarm
2-5%	schwach humos
5-10%	humos
10-20%	humusreich
20-40%	anmoorig

Organische Substanz

Humus: An der Humusentstehung wirken Regenwürmer, Bakterien und Pilze und viele andere Kleinstlebewesen mit. Je höher die Temperatur ist, desto schneller bildet sich Humus und auch wieder ab.

Wichtige Funktionen von Humus

- behält wichtige Nährstoffe für die Pflanzen bereit
- Lebensraum der Bodenlebewesen
- Verbessert die Porenverteilung im Boden (Luft- und Wärmehaushalt)
- Erhöht die Wasserhaltekapazität im Boden
- Wichtige Aufgabe bei der Filter- und Pufferfunktion im Boden
- hoher Speicher von CO₂ im Boden (bis zu 6t CO₂/ha)

Inhalt von Humus

Wasser, Kohlenstoff, Stickstoff, Phosphor, Schwefel, Kalium, Magnesium, Eisen, Aluminium, Mangan, Calcium

Mineralische und Organische Substanz

„**Ton-Humus-Komplex**“ (es sind Bodenkolloide)

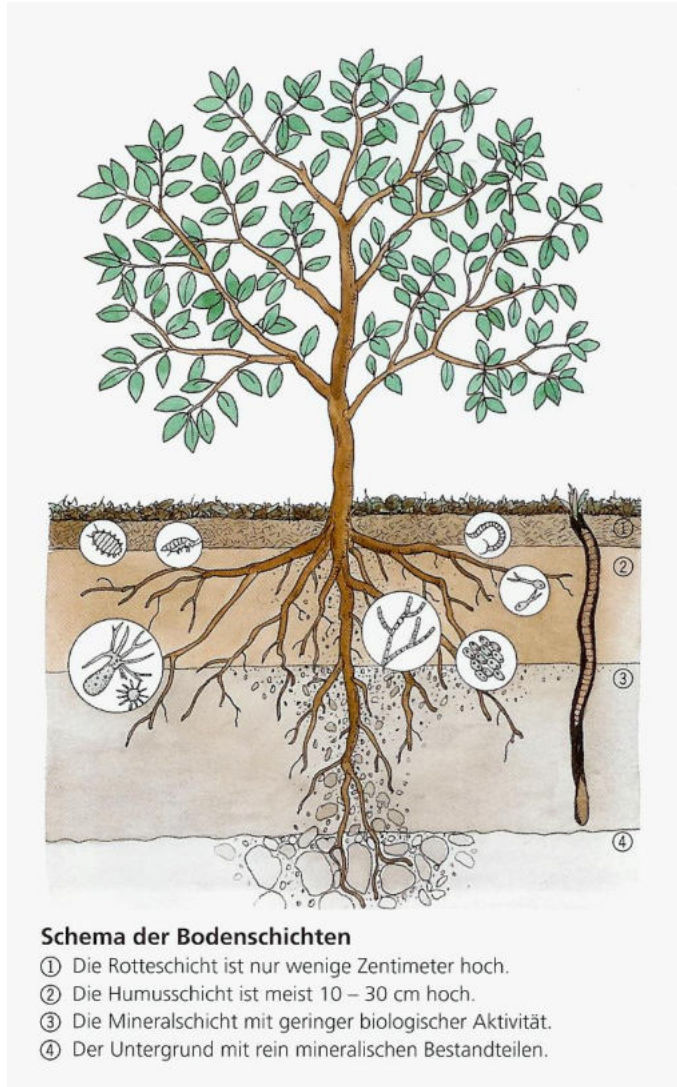
Entsteht bei der Durchmischung von mineralischen und organischen Bestandteilen z.B. bei der Arbeit des Regenwurms.

Sie besitzen eine **elektronegative Leitfähigkeit** und können so positive Basen und Kationen binden.

Ton: Tonmineralien entstehen aus Primärmineralien (Quarz, Feldspalt, Hornblende und Olivine)
Ton bindet gut Nährstoffe und kann sie nach Bedarf auch den Pflanzen abgeben (Kationenaustauschkapazität).

Humus: Gesamtheit von abgestorbenen pflanzlichen und tierischen Überresten

Bestandteile des Bodens



Einteilung der Bodenarten

a) 4 Bodenartenhauptgruppen

-Sandboden (S)

-Schluffboden (U)

-Lehmboden (L)

-Tonboden (T)

b) 11 Bodenartengruppen

c) 31 Bodenartenuntergruppen

Optimaler Boden

Lössboden

(1/3Sand, 1/3Lehm, 1/3Ton)

Körnung des Bodens

Die mineralische Festsubstanz des Bodens besteht aus Körnern unterschiedlicher Größe und Mischung. Diese Eigenschaft des Bodens wird als Körnung bezeichnet.

Die Körnung bestimmt die Bodenart!

Korngröße der Böden:

Steine, Kies: größer als 2mm

Sand: 2 bis 0,063 mm

Schluff: 0,063 bis 0,002 mm

Ton: kleiner 0,002 mm

Lehm: Mischung aus Sand, Schluff und Ton

Bodeneigenschaften: flachgründige und tiefgründige Böden
leichte und schwere Böden
nährstoffreiche und nährstoffarme Böden
basische und saure Böden

Bodenstruktur :

Einzelkornstruktur

(bei reinen Sand- oder Tonböden)

oder

Krümelstruktur

(ideale Struktur, 2-4mm große Erdklümpchen, Kolloide)



Ziel ist die **Krümelstruktur** =
Bodengare auf Dauer zu erhalten

Bodeneigenschaften

Einteilung der Böden nach physikalischen Eigenschaften

Böden	Bodenart	Zusammensetzung
a) Leichte Böden	Reine Sandböden Lehmige Sande	<10% 10-20%
b) Mittlere Böden	Sandige Lehme Milde Lehme Schwere Lehme	20-30% 30-40% 40-50%
c) Schwere Böden	Tonböden	>50%

Übersicht der Bodenspeicherung von Wasser

Die Bodenarten haben einen starken Einfluss auf den Wasserhaushalt des jeweiligen Bodens.

Bodenart	10cm Schicht	30cm Schicht	60cm Schicht
Sand	11l/m ²	33l/m ²	60l/m ²
humoser/lehmiger Sand	13l/m ²	39l/m ²	70l/m ²
Lehm	18l/m ²	54l/m ²	100l/m ²

Abb.: Speicherfähigkeit von pflanzenverfügbarer Bodenfeuchtigkeit in Liter/Quadratmeter (l/m²)

Quelle: Prof. Dr. habil. Helmut Fröhlich

Bodenspeicherung von Wasser

Wasser kann im Boden entgegen der Schwerkraft festgehalten werden. Diese Wassermenge bezeichnet man auch als Wasserkapazität des Bodens.



Bodenluft

Die Bodenluft bildet den gasförmigen Anteil im Boden. Sie entsteht durch bodeneigene Prozesse (z.B. Tätigkeit von Bodentieren, Lebensvorgänge der Pflanzenwurzeln). Die Bodenluft ist anders zusammengesetzt als unsere Atmosphäre. In Form eines Gasaustausches zwischen Boden und Atmosphäre verändert sich die Bodenluft.

Zusammensetzung der Atmosphärischen Luft und der Bodenluft

Elemente	Atmosphärischen Luft	Boden Luft
O ₂	20%	20%
CO ₂	0,04% (410ppm)	0,2%
N	78%	78%

CO₂ im Boden - „Der Humus macht`s“

Humus bindet CO₂ sehr gut.

In Berlin liegen die **Kleingärten** mit einem gesamten natürlichen Kohlenstoffspeicher von **19,6kg C/m²** auf dem Spitzenplatz, was an den sehr hohen Humusgehalten in den Böden liegt.

Dagegen sind die **dauerhaften Kohlenstoffspeicher** in der pflanzlichen Biomasse der Kleingärten vergleichsweise **gering**, da die Höhe von Bäumen und Gehölzen reglementiert und damit begrenzt ist.

Bei den Vegetationsstrukturen gilt: **je höher der Gehölzanteil ist, desto mehr CO₂ wird dauerhaft gespeichert**. Die **Waldbestände** in den Berliner Forsten speichern mit **9,7kg C/m²** in der Holzbiomasse am meisten Kohlenstoff pro Flächeneinheit. **Moore** speichern **147,5kg C/m²**.

Humus der Berliner Böden: 5,5 Millionen Tonnen Kohlenstoff gespeichert
Biomasse des Berliner Stadtgrüns: 3,3 Millionen Tonnen Kohlenstoff fixiert
(entspricht 32,1 Millionen Tonnen CO₂)

(Quelle Gartenfreund 02/2020)

Wie verhält sich die jeweilige Bodenart?

Eigenschaften	Sand	Schluff	Lehm	Ton
Durchlüftung	Green	Yellow	Orange	Red
Erwärmung	Green	Yellow	Orange	Red
Bearbeitung	Green	Yellow	Orange	Red
Wasserspeicherung	Red	Orange	Yellow	Green
Nährstoffspeicherung	Red	Orange	Yellow	Green
Nährstoffverfügbarkeit	Yellow	Yellow	Green	Red

Wichtig ist die Bodenfruchtbarkeit zu erhalten und mehrern !

Bodenfruchtbarkeit=Bodengare

Wichtige Parameter der Bodenfruchtbarkeit sind:

- Zusammensetzung des Bodens
- Ton- und Humusanteil
- Festhaltevermögendes Bodens
- Bodenreaktion (pH-Wert)
- Pufferungsvermögen
- Bodenleben
- Wasser- ,Luft- und Wärmehaushalt des Bodens

Böden verbessern und erhalten

Ziel: die Bodengare (höchsten und besten Pflanzenertrag) zu erhalten und verbessern

Maßnahmen:

- Humuszufuhr, Nährstoffzufuhr
- Bodenbedeckung
- Fruchtwechsel, Fruchtfolge beachten, Mischkulturen anbauen
- optimale Bewässerung
- mechanische Bodenbearbeitung , kapillare durchbrechen
- Gründüngung

Böden verbessern mit Gründüngung

- Nutzen für den Boden:
- Bodenbeschattung/Bodenbedeckung
 - Schutz vor Bodenverdunstung und Erosion
 - Schutz vor Nährstoffauswaschung
 - Fruchtwechsel
 - Förderung des Bodenlebens
 - Verbessern der Bodenkrümlung
 - Bodenlockerung/Bodendurchlüftung
 - Unkrautunterdrückung
 - bieten Pollen und Nektar für die Insektenwelt
 - auch Gemüse- oder Fruchtertrag möglich
 - Schutz vor starken Temperatur- und Feuchtigkeitsschwankungen
 - Nährstoff- und Humuslieferant
 - Erhöhung der Bodenfruchtbarkeit

Gründüngungspflanzen

Vorteile dieser Pflanzenart ist es durch winzige Bakterien an den Wurzeln Stickstoff aus der Luft zu binden. Der Bestand an Gründüngungspflanzen friert im Winter herunter und kann im Frühjahr oberflächlich abgeschnitten werden. Mögliche Gründüngungspflanzen wären:

- Diverse Kleearten
- Felderbse
- Sommer- und Winterwicke
- Ackerbohne
- Serradella
- Gelbe und Blaue Lupine

Essbare Gründüngungspflanzen

Spinat, Feldsalat, Erbse, Buschbohne

Böden verbessern durch Bodenbeschattung/Bodenbedeckung

- Mulchen:**
- Ausgeglichene Bodentemperatur und Wasserhaushalt
 - Unkrautunterdrückung
 - Gestaltungselement
 - liefert Humus
 - Verdunstungsschutz

Mulchmaterial: Stroh, Rindenmulch, Holzhäksel,...

Mulchen ist sinnvoll wenn es gilt offene Flächen zu bedecken. Mulchmaterial überzieht den Boden als Schutz vor starken Regen, Winden, Sonneneinstrahlung und hält für eine Vielzahl von Mikroorganismen und Bodenlebewesen Nahrung bereit. Das verrottende Material und diverse Umwandlungsprozesse im Boden kommt der Humusbildung zu gute.

Böden verbessern durch Zuschlagsstoffe

- **Bentonit** (gekörntes, natürliches Tonmineral-Mehl)

Eigenschaften: verbessert die Struktur leichter Böden, erhöht die Speicherfähigkeit für Wasser und Nährstoffe, stark Quellend, Tonminerale besitzen Ionenaustauscher, Tonmineral sorgt für eine ideale Krümelstruktur im Boden

- **MyccoVital** (enthält natürliches Mykorrhiza-Granulat)

Eigenschaften: vergrößert die Wurzeloberfläche und ermöglicht eine bessere Versorgung der Pflanze mit Wasser und Nährstoffen

- **BodenAktivator** (aus org. Material, Gesteinsmehl, Mikroorganismen, Bodenpilze,..)

Eigenschaften: speichert Wasser und Nährstoffe, lockert den Boden, macht Nährstoffe für Pflanzen verfügbar, liefert Spurenelemente für die Pflanze

Böden verbessern durch Zuschlagsstoffe

- Meeresalgen

Enthält bis zu 90 verschiedene Spurenelemente, die an organische Säuren gebunden sind. Wirkt sich günstig auf das Bodenleben aus.

- Tonmehl

wie beispielsweise Kaolinit oder Dolomit (Kalziumkarbonat)

- UrgesteinsMehl (Gesteinsmehle)

Eigenschaft: liefert dem Boden wertvolle Mineralsubstanzen und Spurenelementen, verbessert physikalische Eigenschaften des Bodens
Bestandteile: vulkanischem Gestein (50% Kieselsäure, 20% Aluminiumoxid (Ton), ca. 7% Kalk und Magnesium,...); Anwendung: ca. 100g/m² bis 200g/m²

Böden verbessern durch Zuschlagsstoffe

- **Huminsäuren**

gut gegen Trockenstress

- **Bacillus subtilis**

Pflanzen stärkt, Nährstoff Aufnahme wird gestärkt

Gut ist auch eine Kombination von Huminsäure und Bacillus subtilis

Erhöhung der Bindigkeit von Böden, bindet Nährstoffe und Wasser,
Verbesserung der Struktur im Boden, Lebensraum für Bodenlebewesen

Sollte der Boden umgegraben werden oder besser nicht?

Beim Umgraben wird die von Bodenorganismen gut durchsetzte obere Bodenschicht nach unten gekehrt. Das Bodenleben wird dadurch abgetötet! Auch der Humus wird nach unten gebracht.

Besser wäre es den Boden durch eine Grabegabel oder einen „Sauzahn“ zu lockern und aufzureisen.

Boden möglichst nur bearbeiten wenn er abgetrocknet ist.

Maschinen für die Bodenbearbeitung Anbaugeräte



Grundgerät



Fräse



Kreiselegge



Umkehrfräsen



Pflug



Egge



Zinkengruber

Quelle: www.agria.de



Bewertung von Böden

100er Boden – bestbewerteter Boden in Deutschland

Lehm hat die höchste Zahl 100 (Bodenzahl), entnommen in der Magdeburger Börde; Die Bewertung der Böden stellt deren Ertragsfähigkeit fest.

Bodenzahl 100 bis 60 ist akzeptabel für den Gartenbau!

1926-1935 Reichsbodenschätzung

Das Bodenschätzungsgesetz trat am 16. Oktober 1934 in Kraft.
Die Novellierung des Bodenschätzungsgesetzes erfolgte 2007.

Wie können wir mit einfachen Möglichkeiten den Boden bestimmen?

Finger-Probe

Bei der Finger-Probe wird etwas Erde zwischen den Handflächen genommen und versucht mit der Erde eine Wurst zu formen. Zerfällt die Erde oder rieselt sie durch die Finger haben wir einen Sandigen Boden. Ist der Boden gut in der Hand formbar zu einer Wurst haben wir einen Lehmigen- oder Tonigen Boden.

Schlämm-Probe

Bei der Schlämm-Probe wird etwas Erde im Wasserglas gegeben und geschwenkt. Nach einer geraumen Zeit sehen wir im oberen Bereich des Glases organische Bestandteile die oben schwimmen. Ist das Wasser sehr trüb rührt es von einem hohen Lehm- und Tonanteil. Sand sinkt schnell zu Boden.

Wie können wir mit einfachen Möglichkeiten den Boden bestimmen?

Durch eine Finger-Probe oder mit der Schlämm-Probe

Sicht-Probe

Aus der Farbe des Bodens können wir grob den Humusgehalt des Bodens schätzen. Ist er sehr dunkel gefärbt haben wir einen höheren Humusanteil als bei einem hellen Boden.

Färbe-Probe

Es gibt verschiedene Bodentest-Sets die auf Basis einfacher Färbetests zur einfachen und groben Bestimmung einzelner Nährstoffe sowie des pH-Werts beruhen.

Korngrößenbestimmung

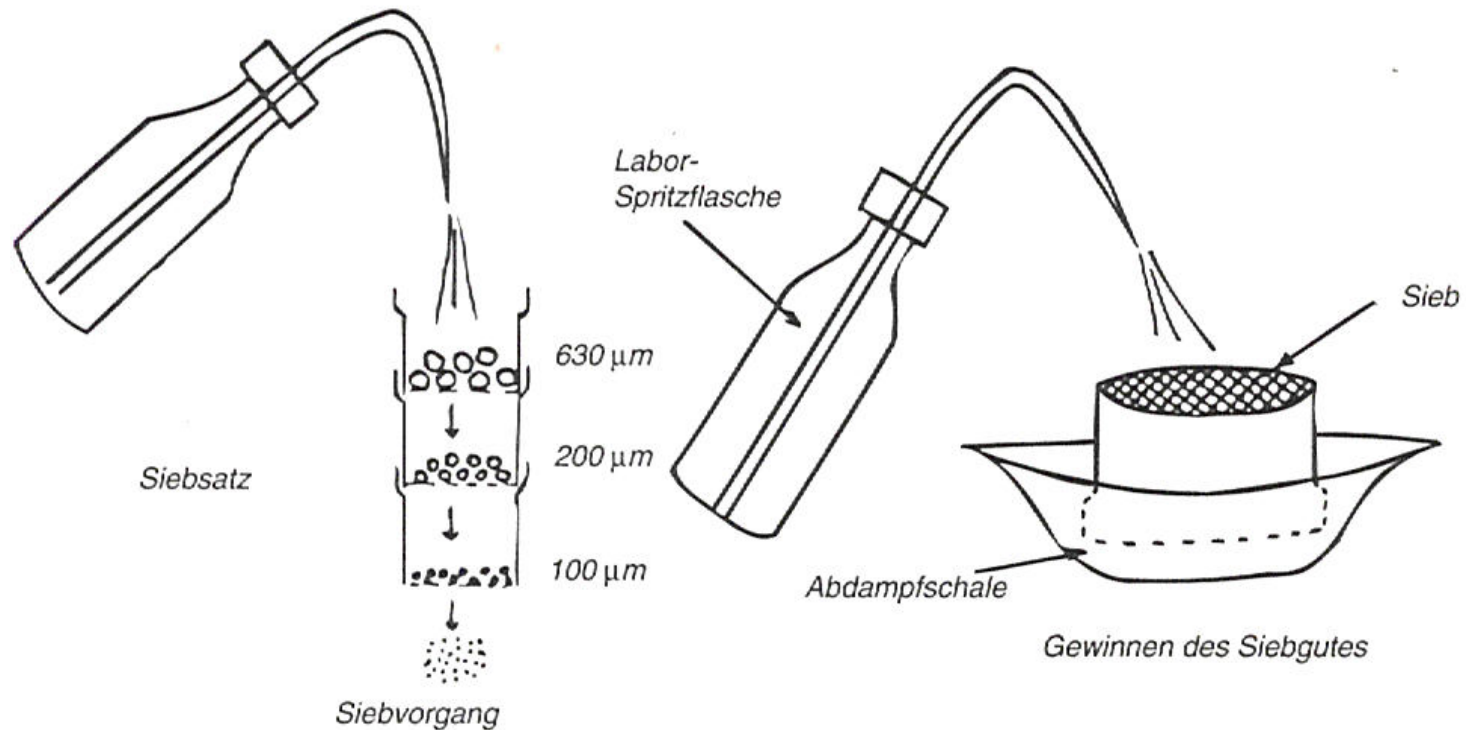
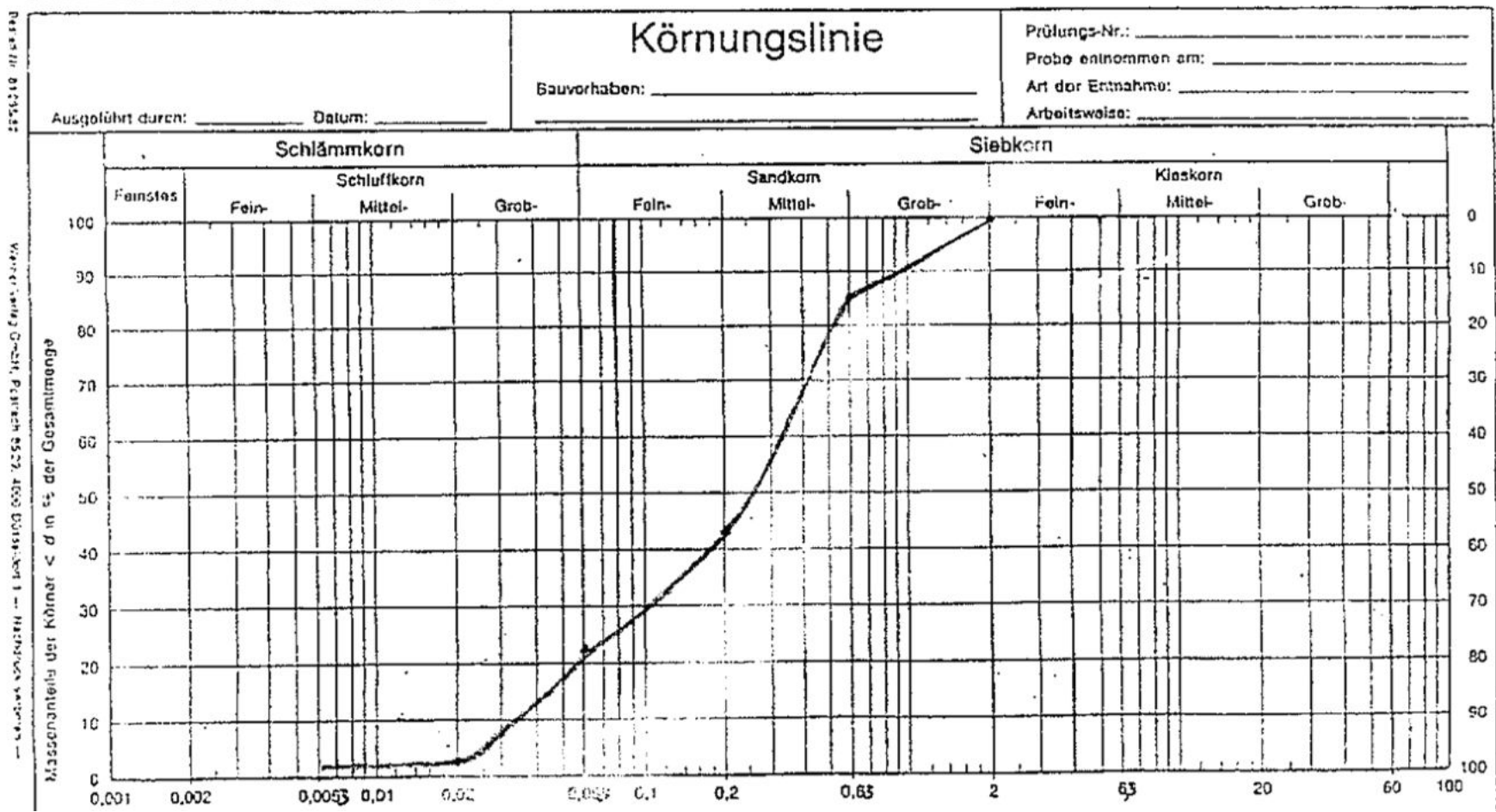


Abb. : Korngrößenbestimmung (Hartge und Horn, 1992)



Abb. Prüfsieb nach DIN 4108 mit 2mm Siebdurchmesser



Bestimmung der Bodenart

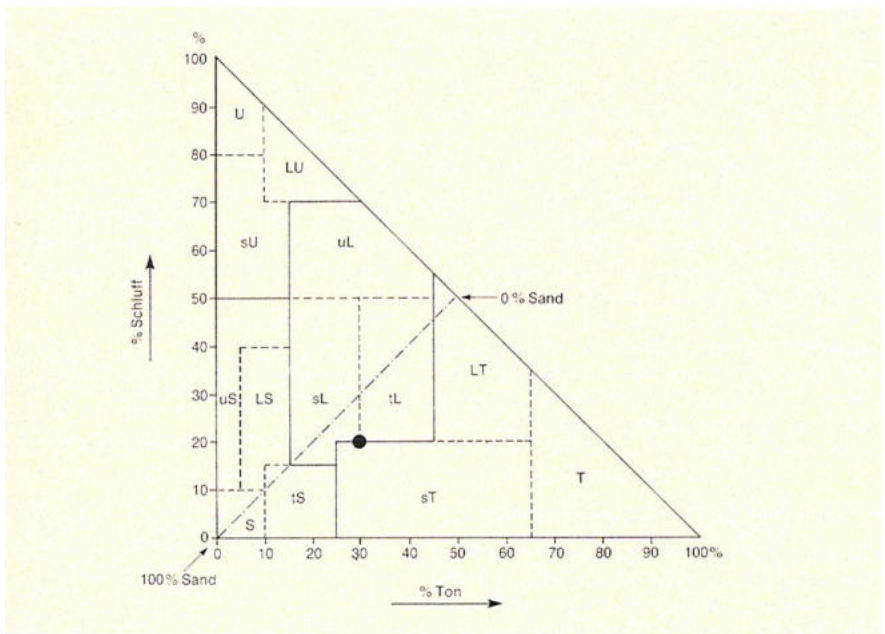
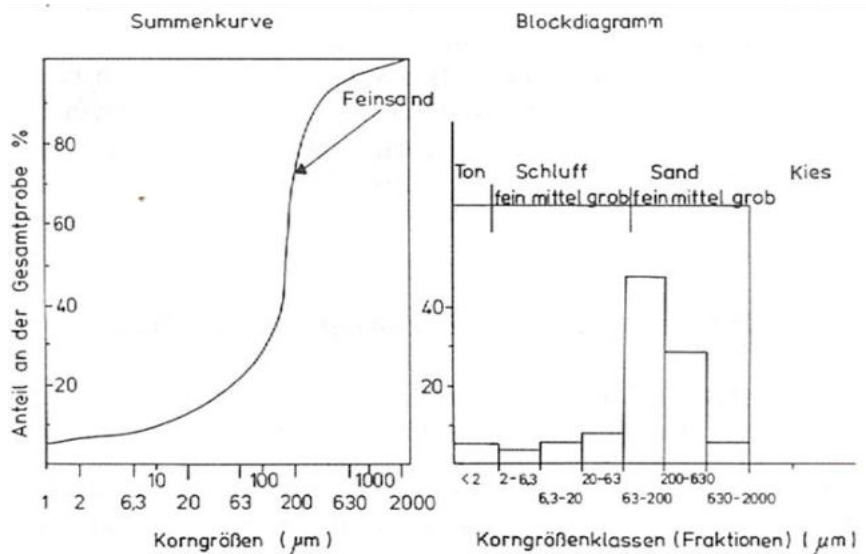


Abb. : Dreiecksdiagramm der Körnungsklassen (nach Sachweh, 1987)

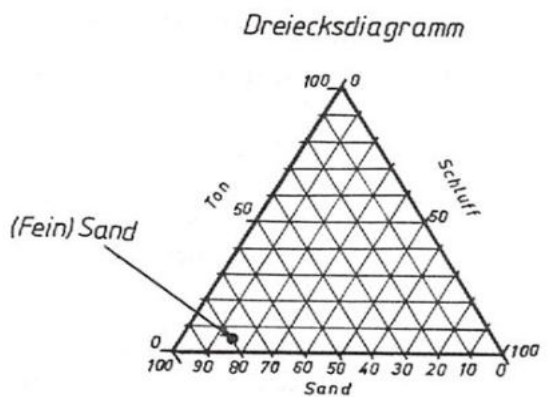


Abb. : Darstellungsweisen für Korngrößenverteilungen (Hartge und Horn, 1992)



Was uns Pflanzen vom Boden verraten

zum Nährstoffgehalt, der Bodenreaktion und vom Bodenzustand

Bodenzustand	Zeigerpflanze
Stickstoffreich	Brennnessel Giersch Melde Vogelmiere
Stickstoffarm	Mauerpfeffer Wilde Möre
Nasser Boden	Ampfer
Trockener Boden	Kleiner Storchenschnabel Färber Kamille
Saurer Boden	Ackerminze Färber Kamille Kleiner Sauerampfer
Alkalischer Boden	Acker Senf Vogelmiere Leinkraut

Die Bodenreaktion (pH-Wert)

Die Bodenreaktion bestimmt das Verhältnis zwischen Säuren und Basen einer Bodenlösung. Gemessen wird die Bodenreaktion über den pH-Wert. Der Name des pH-Werts ist sowohl vom lateinischen pondus hydrogenii (**Gewicht des Wasserstoffs**), aber auch vom lateinischen potentia hydrogenii (**Wirksamkeit des Wasserstoffs**) hergeleitet. Er gibt die Wasserstoffionenkonzentration an und kennzeichnet darüber hinaus das **Verhältnis zwischen Säuren und Basen**.

Die pH-Wertbestimmung erfolgt in einer Bodensuspension. Bei der Bodensuspension sind H_2O Moleküle, freie aktive H^+ - und OH^- -Ionen enthalten.

In ein Liter Wasser (pH-Wert 7) sind 0,000.000.1 g H^+ und 0,000.001.7 g OH^- vorhanden.

Pufferung

Für den Boden und die Pflanzen ist nicht nur das Vorhandensein eines bestimmten pH-Werts wichtig, sondern auch seine **Beständigkeit**. Die Fähigkeit des Bodens, den pH-Wert über einen gewissen Zeitraum konstant zu halten, nennt man Pufferung.

Das Prinzip der Pufferung ist das Säure-Base Gleichgewicht zu halten.

Die Pufferwirkung ist abhängig von der Austauschkapazität des Bodens. Der pH-Wert eines Bodens hängt sehr stark von seiner Adsorptionsfähigkeit ab. Hierunter versteht man die Fähigkeit gelöste und gasförmige Stoffe festzuhalten.

Kleinste Bodenteilchen ($< 0,002 \text{ mm}$) – so genannte Bodenkolloide – sind Tonminerale und Huminstoffe mit negativer Ladung und puffern die Bodenlösung durch H^+ -Austausch und Adsorptionsreaktionen. Tonböden haben eine bessere Pufferwirkung als Sandböden, da sie mehr Kolloide besitzen.

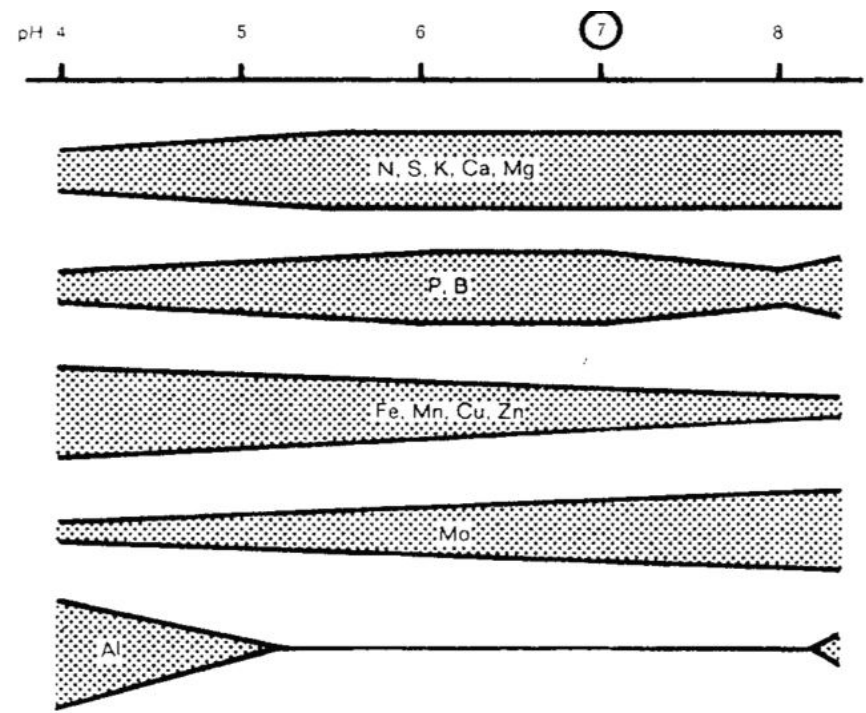
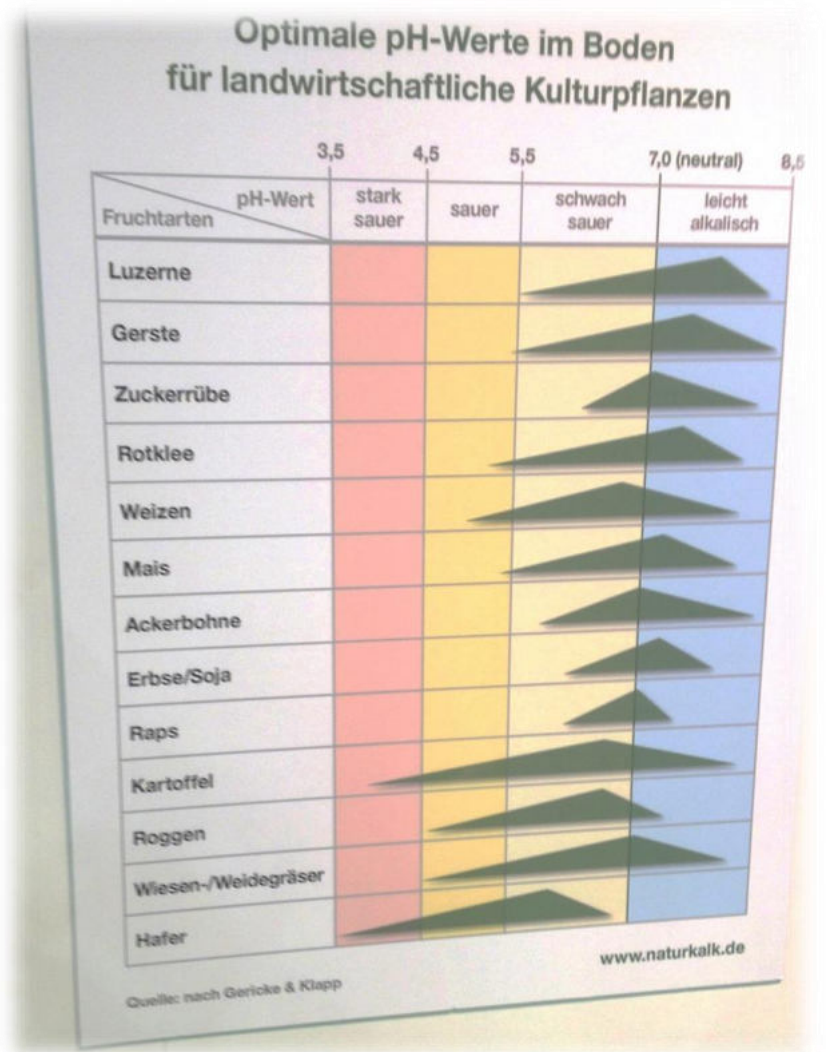


Abb. : Verfügbarkeit von Nährstoffen in Abhängigkeit vom pH-Wert (OSZ-Agrarwirtschaft, 1995)



Möglichkeiten zur pH-Wertabsenkung

- Torf
- Kompost
- Ammoniumsulfat (N-Dünger)
- Schwefelblüte
- Eisenvitriol (Eisensulfat)
- Auswaschung von Ca^{++}

Pflanzenreaktion

Pflanzen haben sich an bestimmte Bodenbedingungen angepasst. Bei zu hohen oder auch zu niedrigen pH-Werten bilden einige Nährstoffe unlösliche Verbindungen und sind für die Pflanzen nicht erreichbar. In diesem Bereich ist für die meisten Pflanzen kein Wachstum mehr möglich.

Am auffälligsten sind Chlorosen und Nekrosen an Blättern durch Eisen- und Manganmangel.

Chlorose an Rhododendron



Abb. Rhododendron

Folgen zu **niedrigen pH-Wert**

- Mangel am Kalk und Magnesium
- Säureschäden an Pflanzen
- Festlegung von Molybdän, Magnesium und Phosphor
- Überschuss von Aluminium, Eisen und Mangan
- Strukturschäden des Bodengefüges
- Schlechte Humusbildung
- Vermindertes Pflanzenwachstum
- die Tätigkeit von Mikroorganismen nimmt ab
- Gefahr von Kohlhernie

Folgen zu **hohem pH-Wert**

- Festlegung von Kupfer, Zink, Bor, Mangan und Eisen (Spurenelemente)
- Festlegung von Phosphat
- Verringerte Nährstoffverfügbarkeit
- Verstärkter Humusabbau
- Verschiedene Spurenelemente stehen nicht zur Verfügung

Optimale pH-Werte für den jeweiligen Boden

Bodenart	pH-Wert
Sand	um 5,5
Lehmiger Sand	um 6,0
Sandiger Lehm	um 6,5
Lehm- und Ton	um 7,0

Warum ist der pH-Wert des Bodens so wichtig ?

- Mobilisierung von Nährstoffen
- Mineralisierung von Humusstoffen
- Pflanzenwachstum

Der Einfluss vom pH-Wert auf die Nährstoffverfügbarkeit der Pflanzen

Die Bedeutung des pH-Werts für die Pflanzen sind:

- Nährstoffverfügbarkeit
- Festlegung von Schadstoffen
- Strukturbildende Faktoren
- Aktivität des Bodenlebens.

Optimum des pH-Wertbereich für Pflanzen von etwa 5,5 (schwach sauer) bis 7,0 (neutral).

Die meisten Pflanzen vermögen vom ihrem Optimum abweichende pH-Werte nur in begrenztem Umfang zu tolerieren.

Torf im Garten ?

Aus Gründen des Naturschutzes sollte ein strenger Verzicht von Torf im Garten durchgesetzt werden !

Vorteile	Nachteile
Wasserspeicherung	Keine Nährelemente vorhanden
pH-Absenkung	Versauerung der Böden
	Geringe Humusmengen
	Wasserhaltevermögen verliert er

Alternativen zum Torf

- Rindenhumus
- Grünkompost
- Kokosmaterialien
- Holzfasern

Problem bei der Verwendung von Kompost ist ein zu hoher Salzgehalt, sowie der Anteil an Mikroplastik und schädliche Organismen.

Moore und CO₂

Werden Moore trockengelegt entstehen riesige Mengen an CO₂

Im Jahr 2020 hatte es an den Treibhausgasen in Deutschland ein Anteil von 7,5%.



Abb. Bechergläser mit Versuchsboden



Abb. Eichlösung (0,02N Calciumchloridlösung)
20 ml Calciumchloridlösung

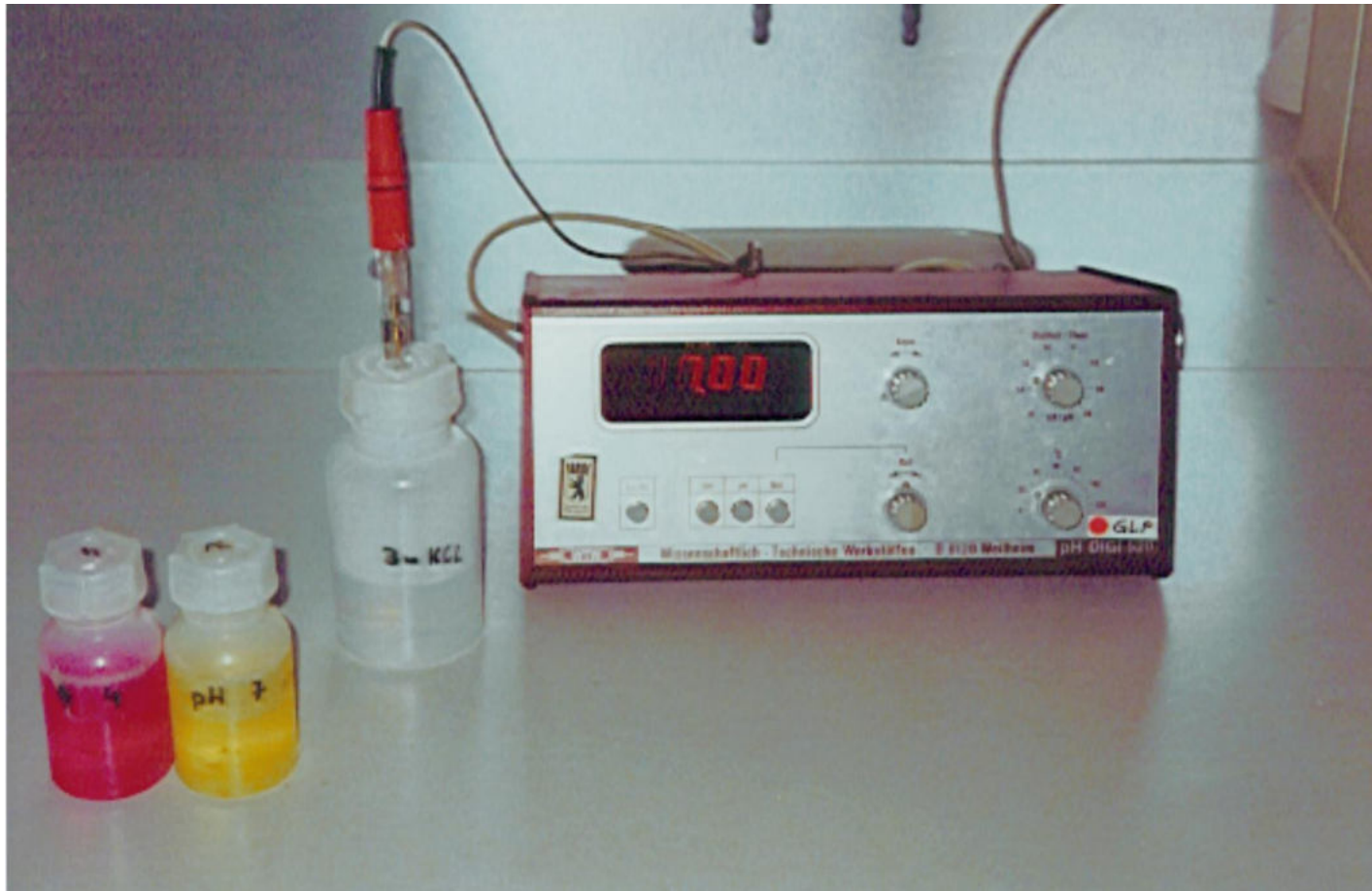


Abb. pH-Wertmeßgerät WTW-pH DIGI 520 nach GLP mit Eichlösungen

Infos zu Bodenprobe & Bodenanalyse

Nährstoffen werden Extrahiert (herausgelöst) und Filtriert

Humus wird verbrannt und gemessen

Stickstoff (Ammonium und Nitrat) kann untersucht werden

Schwermetalle werden mit Königswasser aufgeschlossen

Bodenprobennahme

-durch Bohrstock oder Sparten

Bei einer Schwermetalluntersuchung Korrosionsfreie Entnahme



Was wird in der Regel untersucht?

- Haupt- und Spurennährstoffe
(z.B. Stickstoff (N), Phosphor (P), Kalium (K), Magnesium (Mg))
- Humusgehalt
- Salzgehalt
- Bodensäure (pH-Wert)

Was kostet eine Bodenuntersuchung?

Zwischen 30 und 50 Euro

In welcher Tiefe sollte die Bodenentnahme vorgenommen werden?

bei Rasen: 0-10cm

bei Gemüse, Beerenobst: 0-30cm

bei Obstbäumen: 30-60cm

Wieviel Boden wird für eine Untersuchung benötigt ?

ca. 400g

Wann sollte eine Probeentnahme durchgeführt werden ?

Frühjahr bis Herbst, **Frühjahr** wäre es am sinnvollsten

Wie häufig sollte der Boden untersucht werden ?

Alle 2 bis 3 Jahre

Wie viele Proben sollte man entnehmen?

Je nach zweck der Beprobung (10 Stück möglich)

- Einzelprobe** (für einen genauen Zweig)
- Mischprobe** (mehrere Einzelproben, Gesamterfassung)

www.Raiffeisen-Laborservice.de

Kunden-Nr.:
Bestell-Nr.: 1893
Sammelstelle:
Telefon Kunde: 015233604419
eMail Kunde: denny-naujock@web.de
Ihr Ansprechpartner: Josef Lux
Telefon: 06557/920330
eMail: josef.lux@raiffeisen-laborservice.de

Raiffeisen-Laborservice, Ulmenstraße 4, 54597 Ormont



Befund der Bodenanalyse

□ Analyse-Nr.:		G 11478 (bei Rückfragen bitte angeben)		
Analysedatum:		29.03.18		
Bezeichnung:		Bodenprobe (Rasen) Naujock		
Kulturart:		Zierrasen		
Bodenart:		IS (lehmiger Sand)		
Hauptnährstoffe (Angaben in mg/100 g Boden)	Meßwert	Versorgungs- stufe	Bewertung	Düngerbedarf
Humusgehalt				
Gesamt-Stickstoff				
C/N-Verhältnis				
Ammonium-Stickstoff				
Nitrat-Stickstoff				
Salzgehalt (als KCl)	20	C	niedrig	
 Phosphor (P ₂ O ₅)	24	C	optimal	wie Nährstoffentzug
 Kalium (K ₂ O)	4	A	niedrig	stark erhöht
 Magnesium (Mg)	5	C	optimal	wie Nährstoffentzug
pH-Wert (Säuregrad)	5,3	C	Ziel-pH-Wert: 5,5	Erhaltungskalkung
Carbonatgehalt			nicht erfaßt	
Spurenelemente (pflanzenverfügbar)	Meßwert mg/kg	Versorgungs- stufe	Bewertung	Optimalbereich
Bor	0,42	C	optimal	0,4 - 1,2
Kupfer	5,5	E	sehr hoch	0,8 - 2
Mangan	17,2	E	sehr hoch	6 - 15
Eisen	94,0	E	sehr hoch	15 - 70
Zink	32,6	E	sehr hoch	1,1 - 3
A = Wachstum/Ertrag durch Mangel vermindert.			B = Schwacher Nährstoffmangel.	
C = Optimale Nährstoffversorgung.			D = Unnötig hohe Nährstoffversorgung.	
E = Starke Überversorgung, kein Düngerbedarf mehr.			F = Ernährungsstörung bei Pflanze wahrscheinlich.	



Elemente	Optimale Versorgung
Stickstoff (N)	11-40mg/kg (löslich)
Phosphor (P_2O_5)	345-575mg/kg
Kalium (K_2O)	108-200mg/kg
Magnesium (Mg)	80-200mg/kg
Eisen (Fe)	11-40mg/kg
Bor (B)	0,1-2,1mg/kg
Kalzium (Ca)	2000-150.000mg/kg
Kupfer (Cu)	2,0-50mg/kg

Grundlage für die Düngung stellt die Bodenanalyse dar.

Bevor richtig gedüngt werden kann sollte eine Bodenuntersuchung erfolgen !

Untersuchung durch die LUFA (Landwirtschaftliche Untersuchungs- und Forschungsanstalten) oder andere Institute für Bodenuntersuchungen.

Bodenuntersuchung bei folgenden Instituten:

www.lufa-nord-west.de (Niedersachsen)

www.landwirtschaftskammer.de (Nordrhein-Westfalen)

www.lufa-speyer.de (Rheinland Pfalz)

www.lfl.bayern.de (Bayern)

Bodengefährdung durch:

Eintrag von Stoffen, Versiegelung und Verdichtung

Es ist ein Verantwortungsbewusster, schonender Umgang des Bodens zwingend erforderlich, den das „Naturgut“ Boden ist weltweit nicht vermehrbar... und ein verseuchter Boden ist praktisch nicht mehr regenerierbar.

Gefährdung des Bodens durch Eintrag von Stoffen z.B. :

- Schermetalle (z.B. Kupfer, Quecksilber, Blei,...)
- Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)
- Polychlorierte Biphenyle (PCB)
- Mineralölkohlenwasserstoffe (MKW) und BTEX (Benzol, Toluol, Ethylbenzol und Xylol)
- Pflanzenschutzmittel
- Streusalze
- Stickstoffverbindungen (Nitrat und Nitrit durch Überdüngung)
- Bebauung/Versiegelung
- Verdichtung

Maßnahmen bei einer festgestellten Bodenbelastung

- pH-Wert des Bodens um 7 einstellen
- Humusgehalt über 5% schaffen und halten
- Hochbeet oder Hügelbeet mit unbelasteten Boden aufbauen
- Einbringen von Organischen Düngern
- Erdaddeckung/Mulchung bei reifenden Früchten auf den Boden bringen (z.B. bei Erdbeeren)
- Einbringen von Lehm, Ton, Kalk zur Erhöhung der Sorptionskraft
- Auswahl geeigneter Pflanzen wählen mit geringer Schwermetallaufnahme (Blatt- und Wurzelgemüsearten nehmen Schwermetalle leichter auf.)
- Staubaufwirbelungen vermeiden
- Erntegut gründlich säubern/waschen, Wurzelgemüse schälen, Hüllblätter von Blattgemüse entfernen
- Heckenbepflanzung in Straßennähe um weiteren Fremdeintrag abzuhalten
- Bodenaustausch bei Fruchtanbau bis 30cm tiefe vornehmen
- Wiederkehrende Bodenuntersuchungen durchführen

Bodengefährdung durch: Erosion/Verdichtung/Monokultur bei Böden

Gefährdung des Bodens **durch Erosion**

Wind und Wasser tragen Boden ab und verringern den Humusanteil im Boden. Der Boden verliert an Fruchtbarkeit.

Gefährdung des Bodens **durch Verdichtung**

Durch Verdichtung des Bodens ist der Luftaustausch zwischen Boden und Luft nicht mehr gegeben. Der CO² Gehalt steigt stark an und viele wichtige Bodenlebewesen sterben ab. Die Pflanzen stellen ihr Wurzelwachstum ein.

Gefährdung des Bodens **durch Monokultur**

Ständig nacheinander folgender Anbau der gleichen Gemüseart auf ein und derselben Fläche führt zur Bodenmüdigkeit.

Bodengefährdung durch: Überdüngung bei Böden

Gefährdung des Bodens **durch Überdüngung**

Die Überdüngung der Böden bedeutet nicht nur eine sinnlose Geldausgabe. Bei Überdüngung des Bodens gelangen wasserlösliche Nährstoffe wie Kalium, Magnesium und Nitratstickstoff in tiefere Bodenschichten und danach zur Auswaschung ins Grundwasser.

Filterung von Schadstoffen

Filterung von Schadstoffen durch Anlagerung an Humus- und Tonteilchen des Bodens. Ein lehmiger Boden kann diese Funktion besser als ein Sandboden übernehmen. Dieser Vorgang ist jedoch umkehrbar, wenn der pH-Wert (Bodensäure) zu stark nach unten sinkt (bei Bodenversauerung). Dann können Schadstoffe wieder mobil werden.

C und CO₂-Speicherung

Boden ist neben den Ozeanen und den Pflanzen ein großer Kohlenstoffspeicher. Der Boden speichert 5x mehr Kohlenstoff als die Vegetation laut einem Bericht des IPCC.

Versiegelung

Unbebaute Flächen verringern die Lufttemperatur und erwärmen sich weniger als eine Asphaltdecke. Ca. 100 ha werden pro Tag versiegelt in Deutschland (Stand 2010).

Bundesbodenschutzgesetz

Bundes-Bodenschutzgesetz (BBodSchG)

(Gesetz zum Schutz vor schädlichen Bodenveränderungen und zur Sanierung von Altlasten)

vom 17. März 1998

Das letzte Gut was unter Schutz gestellt wurde. Schutz aufgrund seiner Funktion im Naturhaushalt.



Wie können wir den besser Boden schützen ?

- Verbessern der Bodenstruktur (z.B. org. Düngung)
- Aufbringen einer Bodenbedeckung (z.B. Mulchen, Gründüngung)
- Zufuhr organischer Substanzen (z.B. Kompostgarben)
- richtige Bodenbearbeitung (z.B. mit dem Sauzahn den Boden lockern)

Wichtige Eigenschaften für den Anbau von Pflanzen:

- lehmigen Sandboden oder sandigen Lehmboden
- pH-Wert von 6,5 bis 7,5
- Gute Bodenpufferung durch (Ton, Humus, Kalk und Phosphate)
- Humusgehalt von 6-7%
- Sauerstoffanteil im Boden sollte mindestens 12% betragen
- Gute Luft- und Wasserführung
- Guter Wärmehaushalt
- Stabile Struktur
- Festhaltekraft der Nährstoffe
- Erhaltung und Verbesserung der Bodengare
- Schwere Böden tief bearbeiten
- Optimale Bodenbearbeitung
- Bodenuntersuchung alle 3-4 Jahre

Schluss Betrachtung über unseren Boden

Unser Boden ist einzigartig, nicht vermehrbar und austauschbar !

Er bildet die Grundlage für das nachhaltige Gärtnern,
wir übernehmen eine Verantwortung !

Weitere Informationen zum Thema im Merkblatt:

Thema18 Boden -mit Knowhow bearbeiten

Thema 50 Torf -im Garten ...nein Danke!

