



## **Boden** **Grundlagen der Fruchtbarkeit**

Weinbauring Franken e.V.  
Artur Baumann



## **Boden - Definition**

Was ist Boden?

Umwandlungsprodukt des

•Ausgangsgesteins

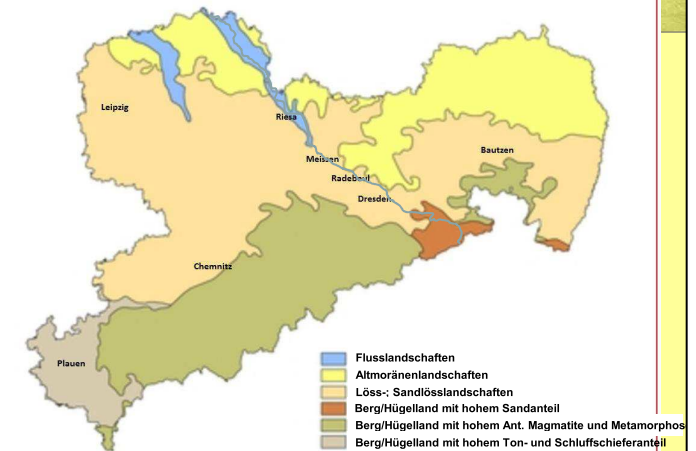
beeinflusst durch die

- Atmosphäre
- Organismen
- Mensch

3



## **Bodenstruktur**



Bodenregionen in Sachsen

|                                                                                                                  |                                                                                   |                                      |                                                                                                                                                                                                                                |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Herausgeber: Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (LfULG)<br>Referat: Boden / Altlasten |                                                                                   |                                      |                                                                                                                                                                                                                                |
| Weinbergsboden in der Lage „Dresdner Elbhänge“                                                                   |                                                                                   |                                      |                                                                                                                                                                                                                                |
| <b>Subtyp: Normrigosol (YYn)</b>                                                                                 |                                                                                   |                                      |                                                                                                                                                                                                                                |
| Bodenausgangsgestein: rigolter Schmelzwasserschmelzwassersand                                                    |                                                                                   |                                      |                                                                                                                                                                                                                                |
| Klasse: Terrestrische anthropogene Böden                                                                         |                                                                                   |                                      |                                                                                                                                                                                                                                |
| Substrattyp: om-s(Sgf)/p-s(Sgf)                                                                                  |                                                                                   |                                      |                                                                                                                                                                                                                                |
| Bodenregion: Mitteldeutsche Löss- und Sandlösslandschaften                                                       |                                                                                   |                                      |                                                                                                                                                                                                                                |
| Humusform: Hagerhumus                                                                                            |                                                                                   |                                      |                                                                                                                                                                                                                                |
| Typ: Rigosol                                                                                                     |                                                                                   |                                      |                                                                                                                                                                                                                                |
| WRB: Regic Anthrosol                                                                                             |                                                                                   |                                      |                                                                                                                                                                                                                                |
| Ort: Dresden, Lingnerschloss, Sachsen (D)                                                                        |                                                                                   |                                      |                                                                                                                                                                                                                                |
| Autor: LfULG, Referat Boden/Altlasten                                                                            |                                                                                   |                                      |                                                                                                                                                                                                                                |
|                                 |                                                                                   |                                      |                                                                                                                                                                                                                                |
|                                                                                                                  |  |                                      |                                                                                                                                                                                                                                |
|                                                                                                                  | Horizontgrenze (m)                                                                | Horizonte (A) und ihre Eigenschaften |                                                                                                                                                                                                                                |
|                                                                                                                  | 0,15                                                                              | Ah                                   | feinsandiger Mittelsand, schwach leispig, sehr dunkelgrünlichbraun, Einzelkorngefüge, sehr carbonatarm, sehr schwach sauer, mittel humos, stark durchwurzelt                                                                   |
|                                                                                                                  | 0,38                                                                              | IR1 om-s(Sgf)                        | feinsandiger Mittelsand, schwach leispig, dunkelgrünlichbraun, Einzelkorngefüge, sehr carbonatarm, sehr schwach sauer, schwach humos, mittel durchwurzelt                                                                      |
|                                                                                                                  | 0,60                                                                              | IR2 om-s(Sgf)                        | feinsandiger Mittelsand, sehr schwach leispig, venenart. Schuff., Linsen von 2 bis 5 cm Stärke, hellgelblichbraun, Einzelkorngefüge, sehr carbonatarm, sehr schwach sauer, sehr schwach humos, schwach bis mittel durchwurzelt |
|                                                                                                                  | 1,20                                                                              | IIIICv pit-s(Sgf)                    | reiner Sand, sehr helles fahrbraun, Einzelkorngefüge, sehr carbonatarm, neutral, humusfrei, schwach durchwurzelt                                                                                                               |



WEINBAURING

FRANKEN E.V.

Strukturentstehung

Gesteine unterliegen den Umwelteinflüssen

→ Verwitterung

→ chemische

→ physikalische



WEINBAURING

FRANKEN E.V.

Bodenentstehung

unverwittertes Gestein

durch Frost, Hitze und Wirkung des Wassers entstehen Risse und Sprünge

die Verwitterung schreitet fort, die Pflanzenansiedlung beginnt

es bilden sich einzelne lose Bruchstücke, die Pflanzenansiedlung schreitet fort

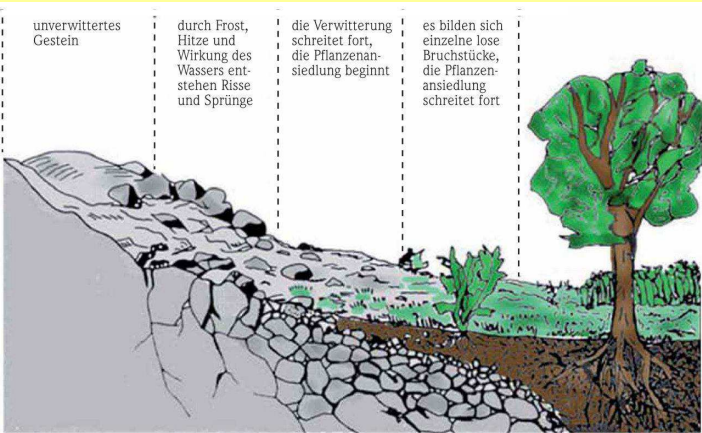


Abb. 3. Bodenbildung (nach: MAYER 1996).



WEINBAURING

FRANKEN E.V.

Chemische Verwitterung

- Saure und basische Verwitterung
- In der Regel saure Verwitterung
- Säuren aus Atmosphäre und Boden

|                   |                                          |
|-------------------|------------------------------------------|
| Salpetersäure     | Reaktion bei Blitzen oder Photoprozessen |
| Schwefelsäure     | Verbrennung und Photoprozesse            |
| Kohlensäure       | Aus CO <sub>2</sub> und Verbrennung      |
| Schwefelsäure     | Bakterielle Sulfidoxidation              |
| Organische Säuren | Wurzelausscheidungen                     |
| Salpetersäure     | Nitrifikation                            |

Effekt: Nährstofffreisetzung im Boden



### Physikalische Verwitterung

- Druckentlastung (Auflagernde Gesteinsschichten verschwinden durch Erosion)
- Temperaturwechsel (Unterschiedliche Erwärmung durch Sonnenlicht oder unterschiedliche Ausdehnungskoeffizienten)
  - Bildung von Rissen (50 MPa = 0,5 Bar)
  - Ablösung der Oberfläche
- Quellen und Schrumpfen



### Physikalische Verwitterung

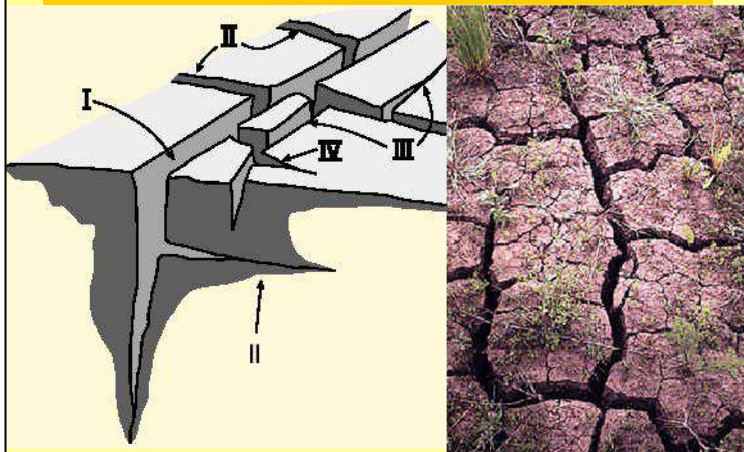
- Frostsprengung (Eis +10% Volumen als H<sub>2</sub>O)  
(200 MPa = 2 bar)
- Salzsprengung  
Kristallisation (50 MPa = 0,5 bar)
- Wurzelsprengung  
Dickenwachstum (1 MPa = 0,01 bar)

Effekt: Strukturierung des Bodens



### Aggregatbildung durch Zugrisse

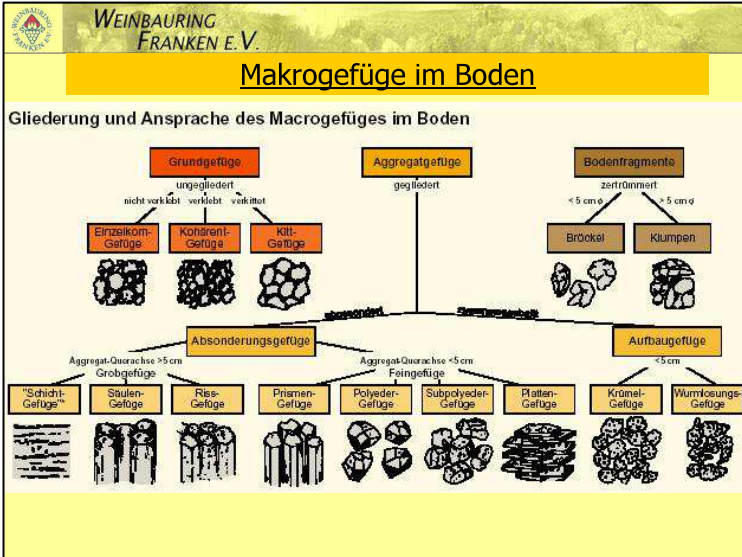
in vier aufeinander folgenden Generationen (I bis IV) aus Sch/Sch (1998)



### Frostgare



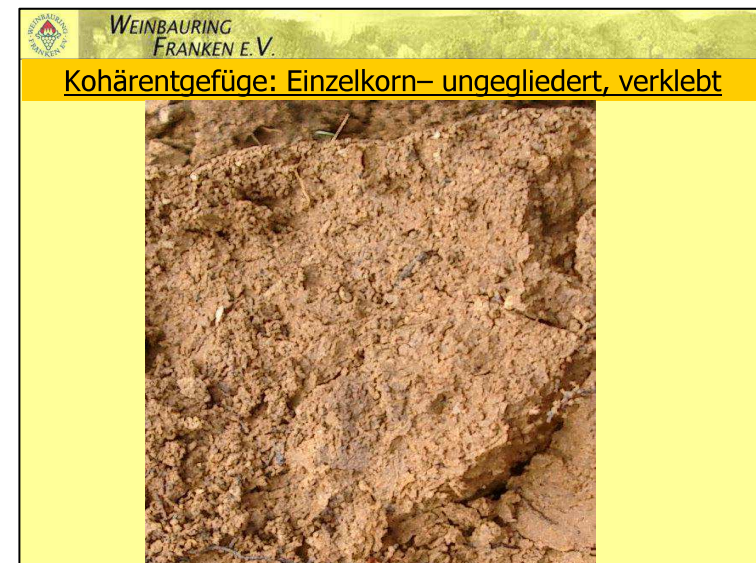




WEINBAURING  
FRANKEN E.V.

## Aggregatformen

- **Platten:** klein bis sehr groß, senkrechte Achse viel kürzer als waagerechte Achsen, entstanden durch natürliche (Hebelwirkung der Wurzelteller sich im Wind bewegender Bäume) oder künstliche Verdichtung (Bodenbearbeitung und Fahren [Pflege, Ernte] auf zu nassen Böden, Bodenbewegung (Planieren) von zu nassen Böden)



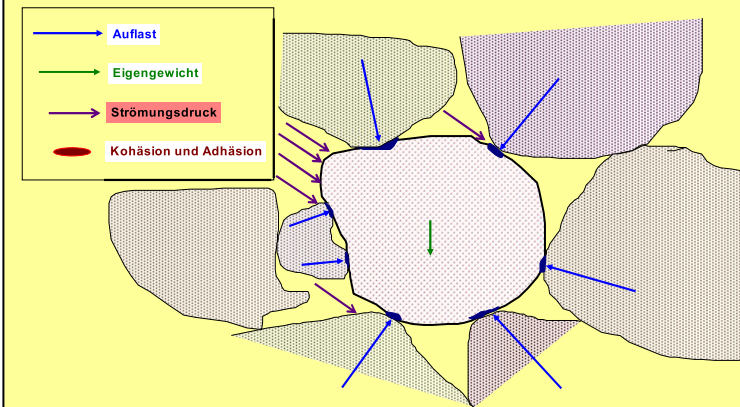


### Aggregatformen

- **Polyeder:** klein bis mittelgroß, alle 3 Achsen etwa gleich lang, entstanden durch Schrumpfung oder Bodenfrost (Frostgare), dadurch sehr deutliche Begrenzungsflächen, scharfe Ecken und Kanten
- **Subpolyeder:** klein bis mittelgroß, alle 3 Achsen etwa gleich lang, entstanden durch Pressung, insbesondere Bodenbewegung durch Tiere (Roller, Transport) und durch Bodenbearbeitung, dadurch deutliche Begrenzungsflächen, aber keine scharfen Ecken und Kanten



### Einwirkende Kräfte auf Bodenteilchen



### Polyeder, Subpolyeder



### Aggregatformen

- **Krümel:** kleinste Aggregate, rundlich, porös, stabil, auch feucht locker und separat





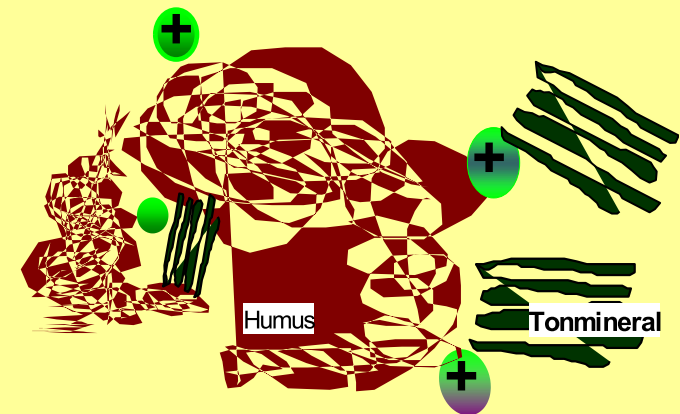


### Gefügestabilisierung

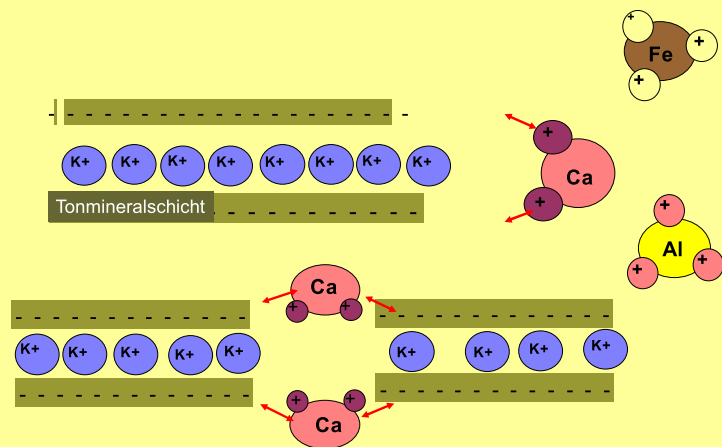
- Durch mehrwertige Ionen
- Durch organische Substanz
- Durch Bodenlebewesen



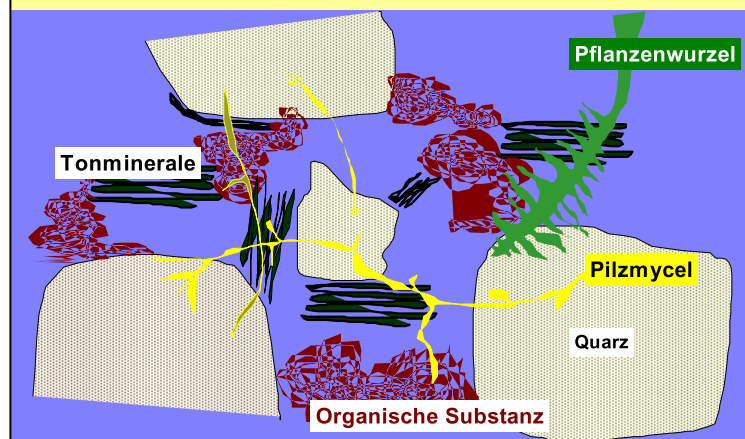
### Stabilisierung durch organische Substanz



### Gefügestabilisierung durch mehrwertige Ionen



### Gefügestabilisierung – Ton/Humuskomplex

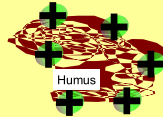




## Aktive Strukturstabilisierung

durch:

- Kalkung
- Zufuhr organische Substanz



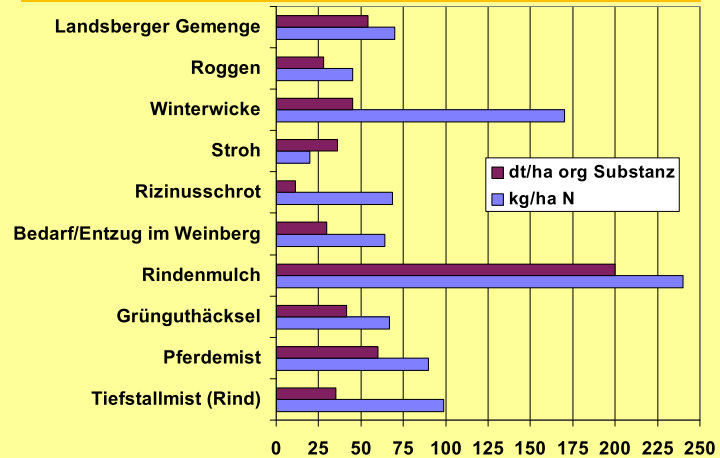
- Düngung mit org. Massendüngern
- Begrünung



- Bodenentstehung Ausgangsgestein Verwitterung Korngrößen Gefüge
- Eigenschaften: Poren, Festsubstanz, Nährstoffe, Wasser, Luft, Humus
- Beeinflussung bodenstruktur: Bearbeitung, organische Versorgung, dünger
- Eigenschaften Begrünungspflanzen, Rhizosphäre, Bodenlebewesen
- Bodenbearbeitung, Erosionsschutz
- Begrünung und bodenstruktur
- Wurzelverteilung Rebe, Bodendruck, tiefe Bearbeitung
- Empfehlung Bewirtschaftung



## Organische Versorgung von Weinbergen und Stickstoffeinbringung



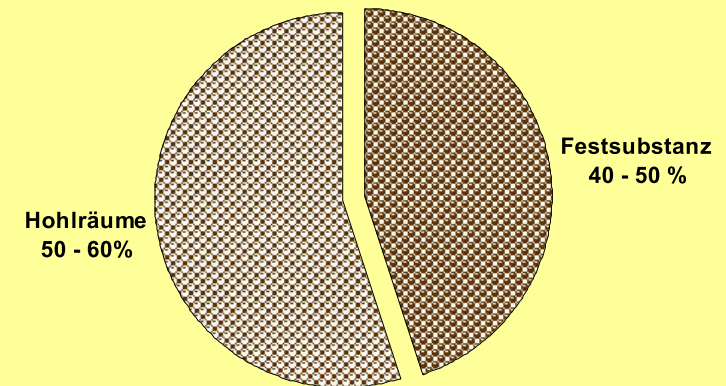
## Struktur des Bodens Strukturbedingte Eigenschaften von Böden

## Boden - Funktionen

- Mechanischer Halt für Pflanze
- Quelle für Nährstoffe
- Speicher für Luft, Wasser, Nährstoffe, Kohlenstoff
- Lebensraum für Bodenleben

29

## Bodenzusammensetzung



31

## Boden - Eigenschaften

### Kennzeichen:

- starke Strukturierung
- extrem große
- vielfältig geformte INNERER OBERFLÄCHE

**Festphase** (organisch oder anorganisch)

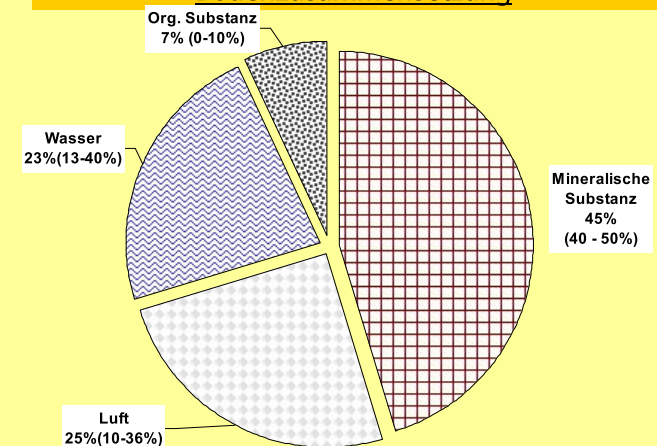
**Gasphase**

**Flüssigphase**

**Intensivster Stoffaustausch und  
Besiedlung an den Grenzflächen  
der Phasen**

30

## Bodenzusammensetzung



32



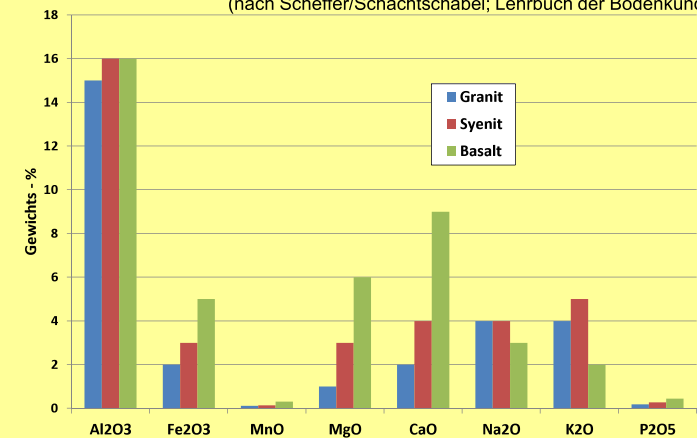
### Mineralische Substanz - Ausgangsgesteine:

| <u>Gestein</u>                                           | <u>Entstehung</u>                       | <u>Beispiele</u>                  |
|----------------------------------------------------------|-----------------------------------------|-----------------------------------|
| Magmatite<br>(Ergussgestein)                             | Aus Magma                               | Basalt, Granit                    |
| Sedimente<br>(Ablagerungs-<br>gesteine)<br>durch Erosion | Verfrachtung später<br>evtl. verfestigt | Löß<br>Sandstein                  |
| Sedimente<br>durch Ablagerung                            | Chemische<br>Reaktion                   | Kalkstein                         |
| Metamorphite<br>(Umwandlungs-<br>gesteine)               | Durch hohen Druck<br>und Temperatur     | Gneis, Marmor,<br>Glimmerschiefer |

33

### Nährstoffgehalte verschiedener Urgesteine

(nach Scheffer/Schachtschabel; Lehrbuch der Bodenkunde)



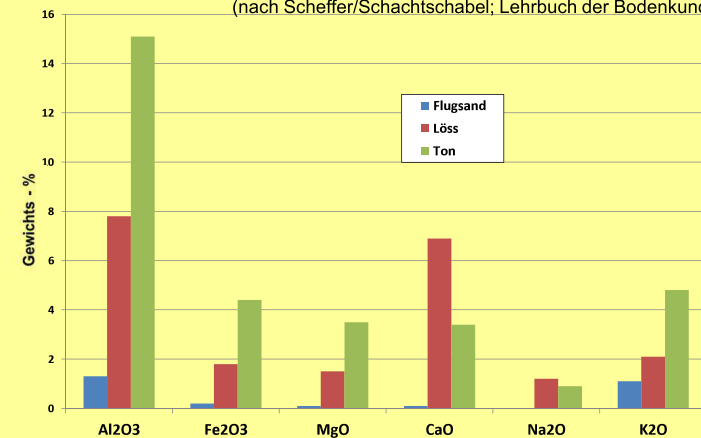
### Ausgangsgestein bestimmt Bodeneigenschaften

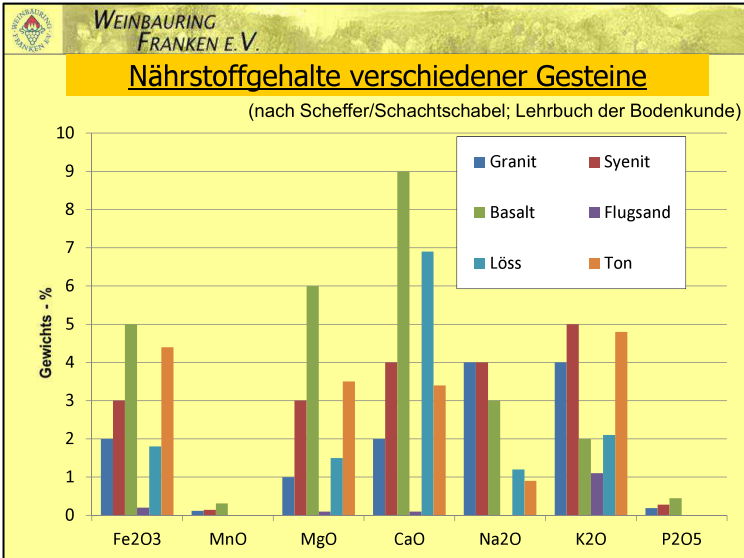
1. Die chemischen Eigenschaften durch Nährstoffgehalt und -freisetzung
2. Die physikalischen Eigenschaften durch die Körnung (Luft/Wasserhaushalt)

34

### Nährstoffgehalte verschiedener Sedimentgesteine

(nach Scheffer/Schachtschabel; Lehrbuch der Bodenkunde)





WEINBAURING FRANKEN E.V.

### Bodentypen nach Ausgangsgestein

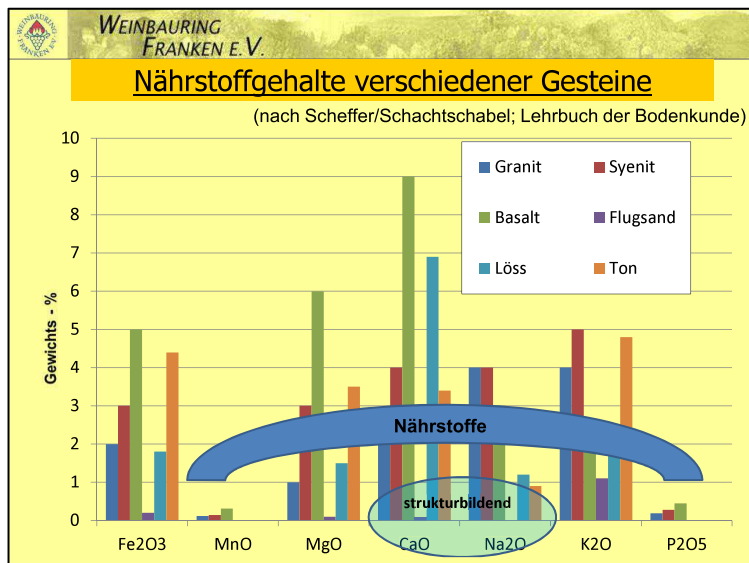
Böden entstehen durch Verwitterung. Die Bodeneigenschaften hängen von Verwitterungsresistenz ab.  
 Harte Gesteine → grobere Körnung  
 Weiche Gesteine → feinere Körnung  
 Hart nach weich:

Urgestein > Sand > Muschelkalk > Keuper

Sedimentgestein aus Meeresablagerungen

Löss ist ein Windsediment

39



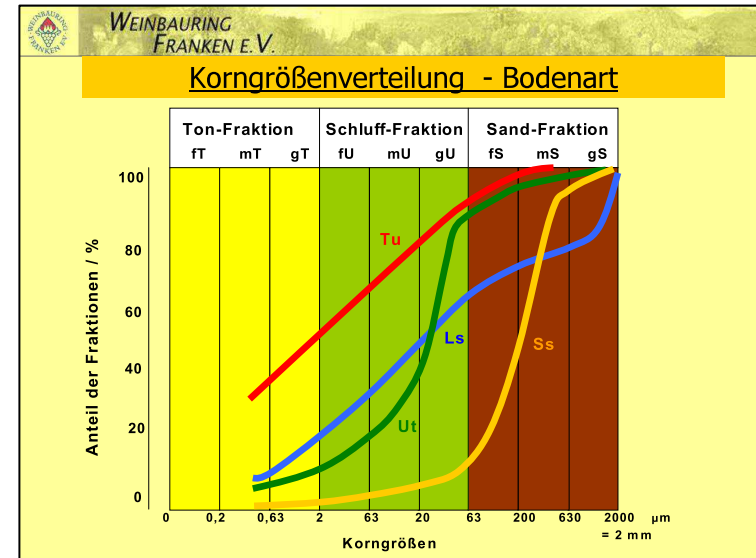
WEINBAURING FRANKEN E.V.

### Korngrößen: Skelett > 2 mm

| Bezeichnung                                         | Grob-    | Mittel-   | Fein-    |
|-----------------------------------------------------|----------|-----------|----------|
| <u>Blöcke</u> ,<br>kantig oder gerundet             |          | >200 mm   |          |
| <u>Geröll oder Steine</u> ,<br>kantig oder gerundet |          | 63-200 mm |          |
| <u>Kies</u> - wenn gerundet,                        | 20-63 mm | 6,3-20 mm | 2-6,3 mm |
| <u>Grus</u> — wenn kantig                           |          |           |          |

40

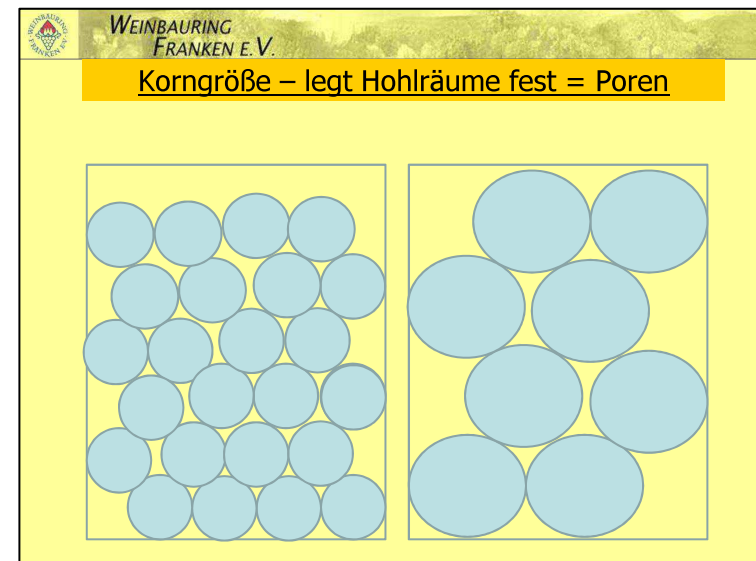
| <div>  <div> <div>WEINBAURING</div> <div>FRANKEN E.V.</div> </div> </div> |             |             |            |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-------------|------------|
| Korngrößen: Feinboden <2 mm                                                                                                                                |             |             |            |
| Bezeichnung                                                                                                                                                | Grob-       | Mittel-     | Fein-      |
| <b>Sand</b><br>vorherrschendes Mineral:<br>Quarz,<br>lokal oder regional auch<br>Carbonate, Feldspäte, Glimmer                                             | 2000-630 µm | 630-200 µm  | 200-63 µm  |
| <b>Schluff</b><br>vorherrschendes Mineral:<br>Feldspäte, Glimmer, lokal oder<br>regional auch Carbonate                                                    | 63-20 µm    | 20-6,3 µm   | 6,3-2,0 µm |
| <b>Ton</b><br>vorherrschende Minerale:<br>Tonminerale, Fe-Oxide                                                                                            | 2,0-0,63 µm | 0,63-0,2 µm | <0,2 µm    |



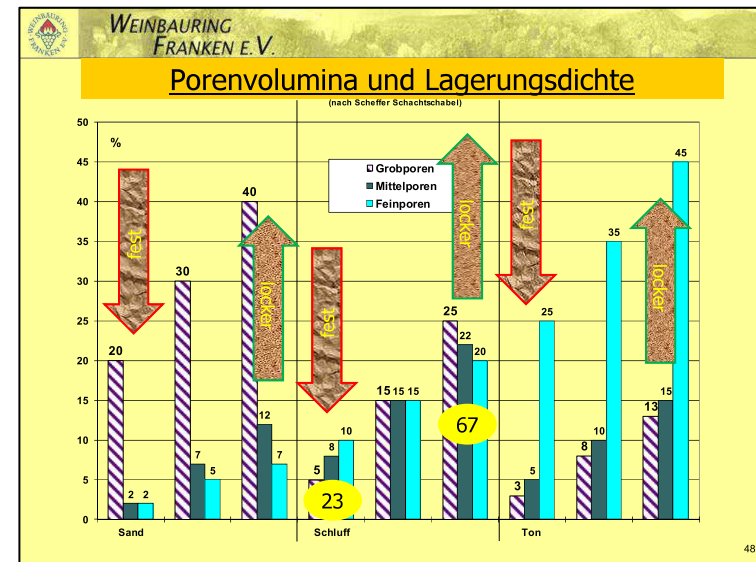
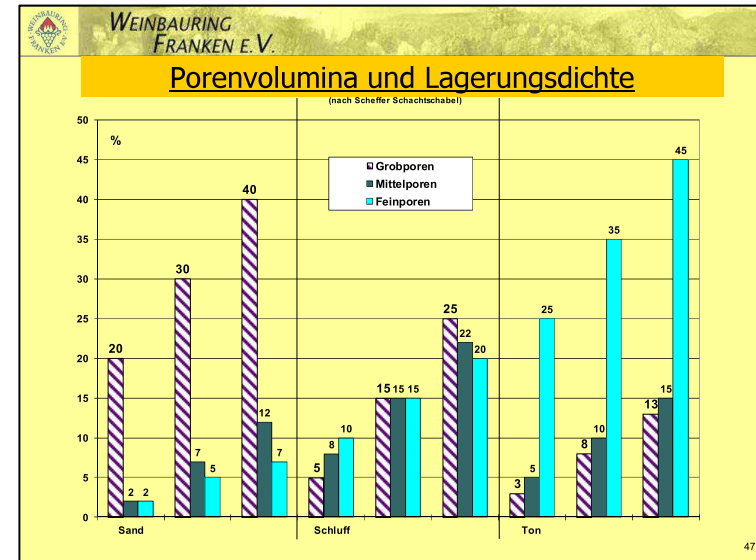
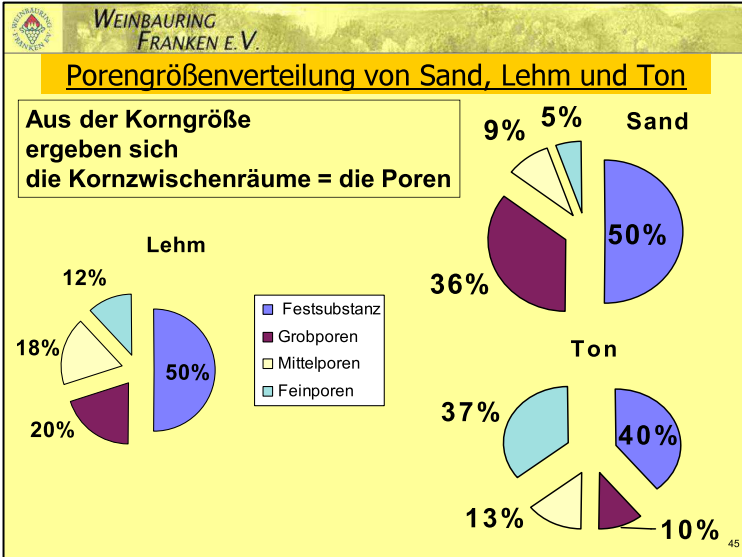
| <div>  <div> <div>WEINBAURING</div> <div>FRANKEN E.V.</div> </div> </div> |             |             |            |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-------------|------------|
| Korngrößen: Feinboden <2 mm                                                                                                                                |             |             |            |
| Bezeichnung                                                                                                                                                | Grob-       | Mittel-     | Fein-      |
| <b>Sand</b><br>vorherrschendes Mineral:<br>Quarz,<br>lokal oder regional auch<br>Carbonate, Feldspäte, Glimmer                                             | 2000-630 µm | 630-200 µm  | 200-63 µm  |
| <b>Schluff</b><br>vorherrschendes Mineral:<br>Feldspäte, Glimmer, lokal oder<br>regional auch Carbonate                                                    | 63-20 µm    | 20-6,3 µm   | 6,3-2,0 µm |
| <b>Ton</b><br>vorherrschende Minerale:<br>Tonminerale, Fe-Oxide                                                                                            | 2,0-0,63 µm | 0,63-0,2 µm | <0,2 µm    |

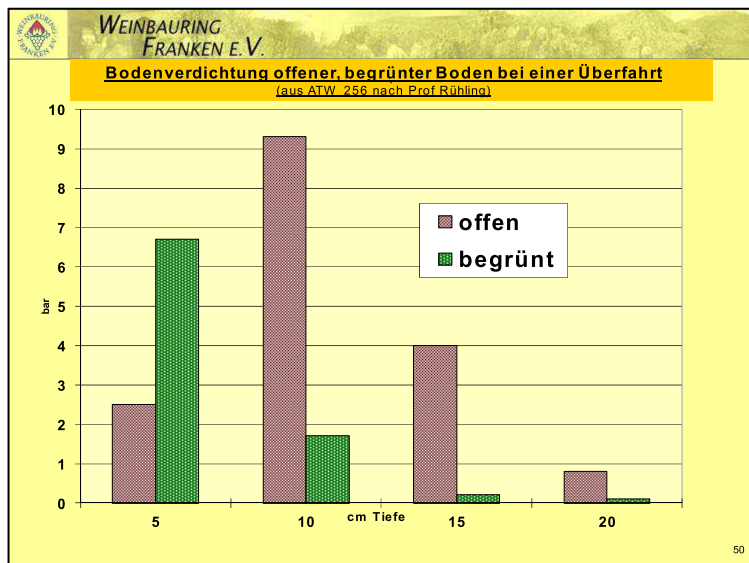
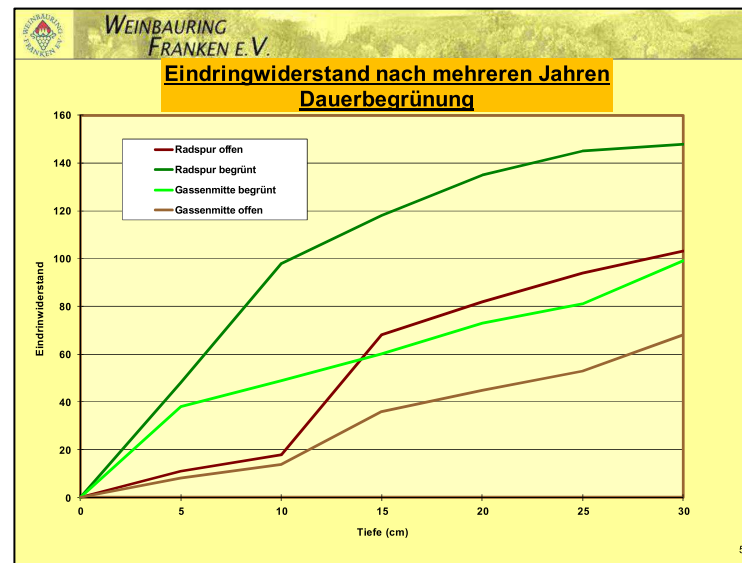
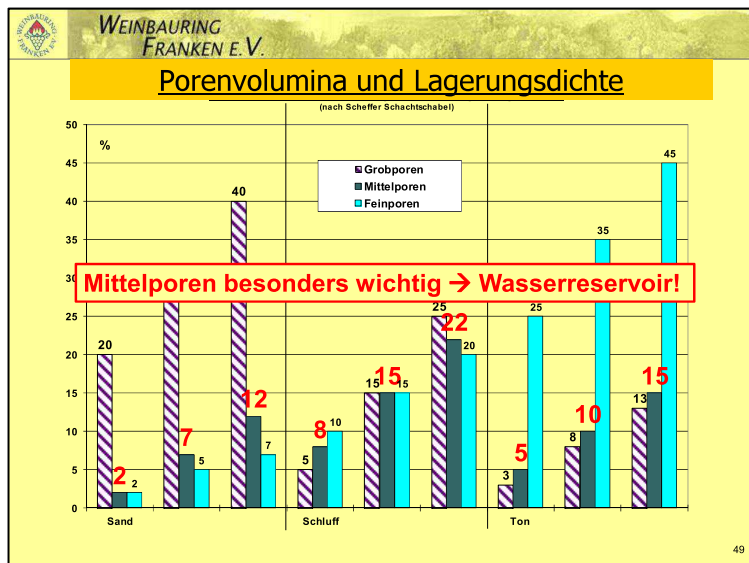
Geringe Nährstoff-freisetzung

Gute Nährstoff-freisetzung







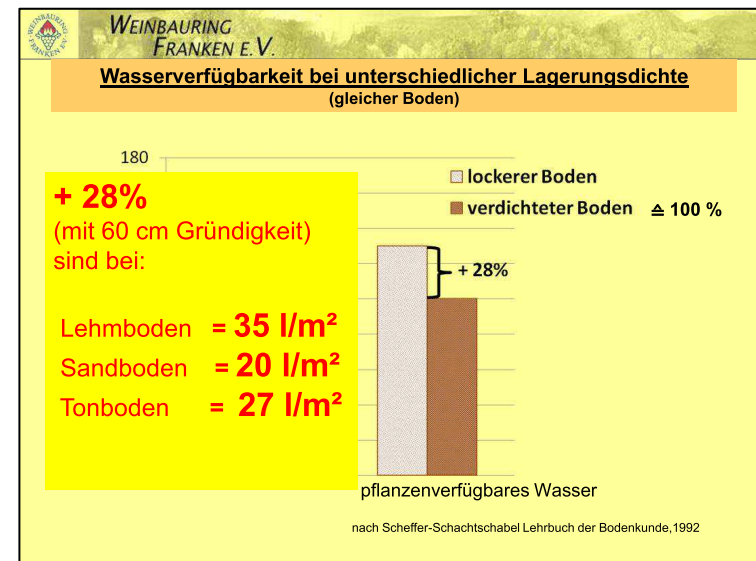
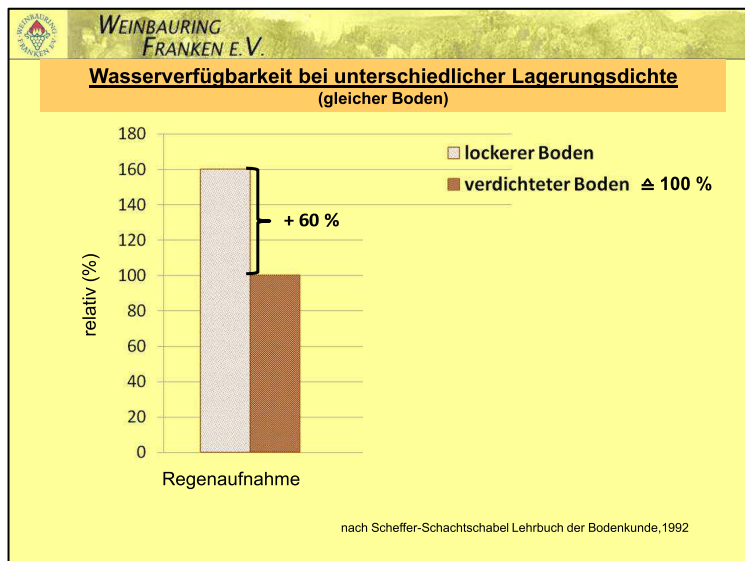
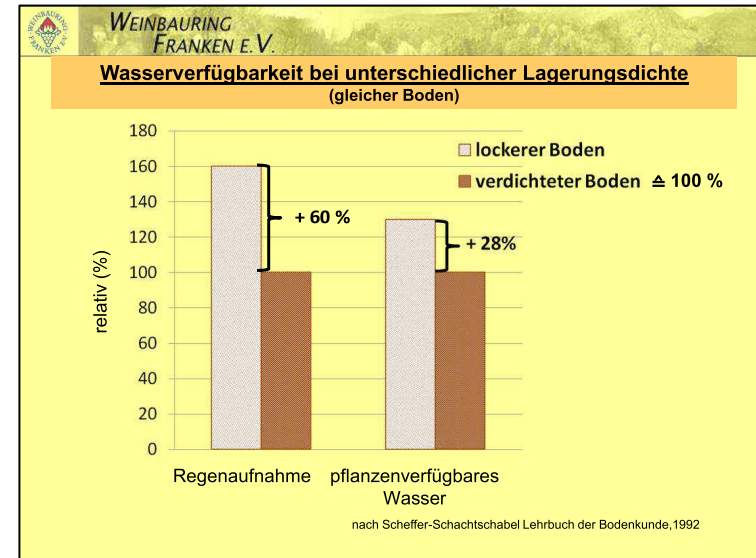
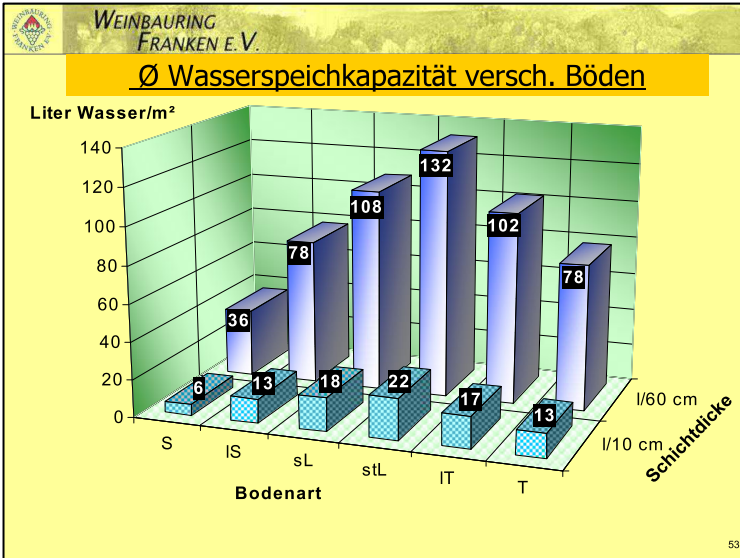


WEINBAURING FRANKEN E.V.

### Porengrößen und Wasserspeichereigenschaften

| GRÖßEN-BEREICH   | DURCH-MESSER (µm) | WASSER-SÄULE (cm)    | PF        |
|------------------|-------------------|----------------------|-----------|
| Grobporen, weite | > 50              | 1 - 60               | 0 - 1,8   |
| Grobporen, enge  | 50 - 10           | 60 - 300             | 1,8 - 2,5 |
| Mittelporen      | 10 - 0,2          | 300 - 15.000         | 2,5 - 4,2 |
| Feinporen        | < 0,2             | > 15.000<br>(15 bar) | > 4,2     |

52



### Poreneigenschaften – Wasser und Luft

- Grobporen → Luftführung
- Weite Grobporen → schnelle Infiltration
- Enge Grobporen → langsame Infiltration
- Mittelporen → Wasserspeicherung (Pflanzenverfügbares Wasser)
- Feinporen → „Todwasser“

57

### Bodenbestandteile – Humus/Organische Substanz

Humus: Alle abgestorbenen pflanzlichen und tierische Stoffe sowie deren Umwandlungsprodukte, sowie synthetisch organische Stoffe (Pestizide)

Wurzeln: zählen nicht zum Humus

Bodenlebewesen: zählen nicht zum Humus, Sind dem tierischen (Fauna) und pflanzlichen (Flora) Bereich zuordenbar

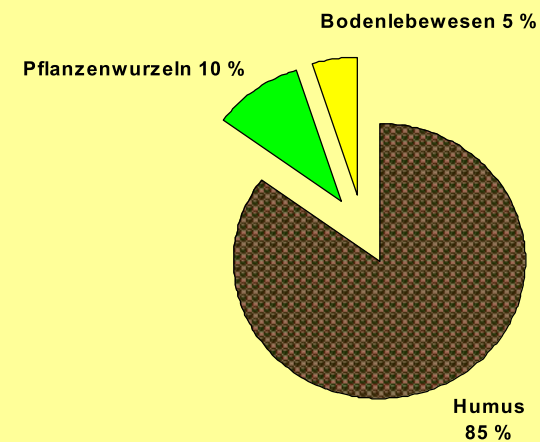
59

### Poreneigenschaften - Lebewesen

- Grobporen: Wurzeln, Nematoden, Milben, Springschwänze
- Mittelporen: Bakterien, Pilze, Algen, Wurzelhaare
- Feinporen: Pilzhypen (unbesiedelt)

58

### Bodenbestandteile – Humus/Organische Substanz



60





## Humus

- Der Humus entsteht aus
- Ernterückständen (Stroh, Blätter, Wurzeln), organischen Düngern (Gründünger, Stallmist, Gülle, Kompost) und abgestorbenen Bodenmikroorganismen und -tieren überwiegend
- durch mikrobiellen Abbau. Er umfasst also ein komplexes Gemisch von organischen Verbindungen pflanzlichen, mikrobiellen und tierischen Ursprungs, die sich in
- unterschiedlichen Zersetzungsstadien befinden.

61



## Humus, Standort, Bewirtschaftung und Bodeneigenschaften

### Standortfaktoren

Klima  
Körnung  
Nährstoffgehalte

### Bewirtschaftung

Fruchtfolge  
Org. Düngung  
Bodenbearbeitung

**Humus**  
Gehalt  
Qualität

### Bodeneigenschaften

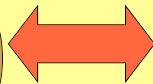
Biologische Aktivität  
Nährstoffe  
Lagerungsdichte  
Porenvolumen  
Aggregatstabilität  
Wasserkapazität

63



## Humuspool - Kennwerte

Schwer abbaubar  
60 – 80%  
„Dauerhumus“



Leicht abbaubar  
20 – 40%  
„Nährhumus“

C/N Verhältnis: in Streu ca. 80/1  
C/N in Ackerböden ca. 8 - 10

62



## Humus, Standort, Bewirtschaftung und Bodeneigenschaften

### Standortfaktoren

Klima  
Körnung  
Nährstoffgehalte

### Bewirtschaftung

Fruchtfolge  
Org. Düngung  
Bodenbearbeitung

**Humus**  
Gehalt  
Qualität

### Bodeneigenschaften

Biologische Aktivität  
Nährstoffe  
Lagerungsdichte  
Porenvolumen  
Aggregatstabilität  
Wasserkapazität

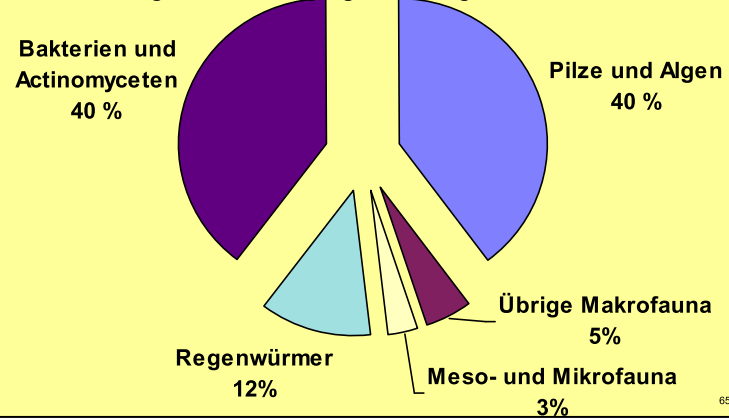
Gegeben

Unser Ding

64

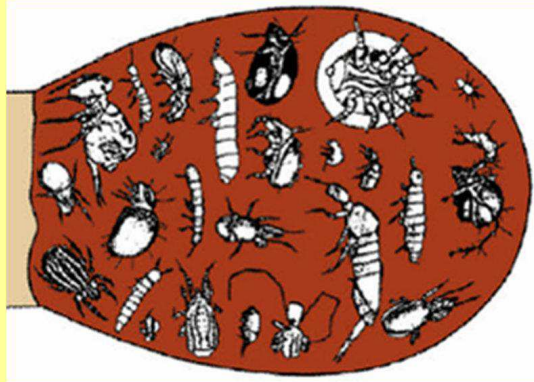
## Bodenbestandteile – Bodenlebewesen

Gesamtmasse je m<sup>2</sup> bei 20 cm Bodentiefe: 0,2 – 2 kg  
1kg bei 60 cm Tiefgang = 10.000 kg/ha



65

Ca. 100 Milben und Springschwänze haben in einem Zündholzkopf Platz



66