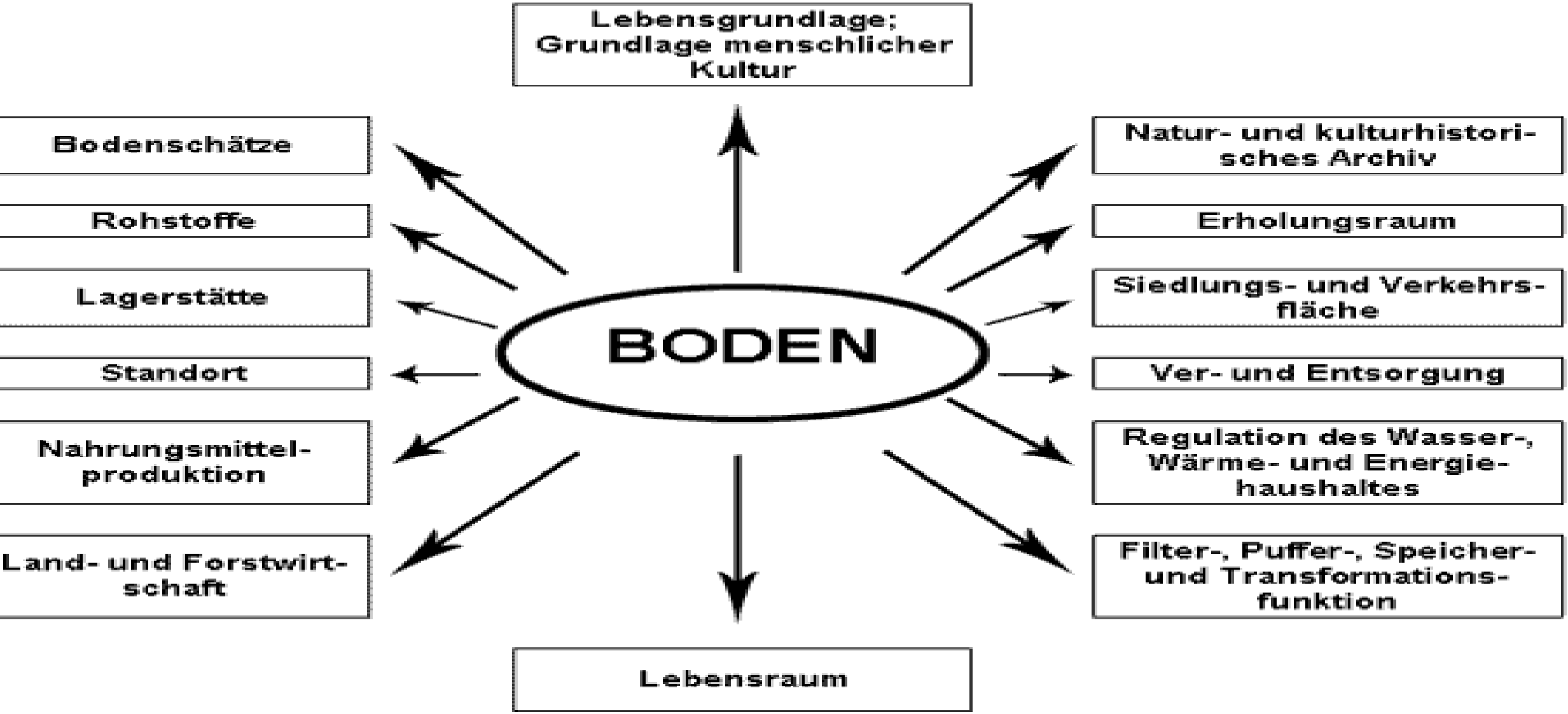
Das Erdreich und seine Bewohner
Lebensgrundlage Boden

Siegfried Lex

Kreisfachberater für Gartenkultur und Landespflege

Landkreis Dachau

1.Einführung



1.1 Böden erzählen Geschichte: Ausgrabungen bei Feldgeding,Landkreis Dachau Siedlung ,7.Jht. n.Chr.

1.2 Definition Boden

Boden ist die oberste Verwitterungsschicht der Erdkruste auch „Pedoshäre“ genannt.

„Der Boden ist die Haut der Erde“

2.1 Entstehung und Einteilung der Gesteine

Gestein: Aus Mineralien zusammengesetztes Baumaterial der Erdkruste

Gesteine:

1. Erstarrungsgesteine (= Magmatite)

Granit, Basalt, Bims, Tuff

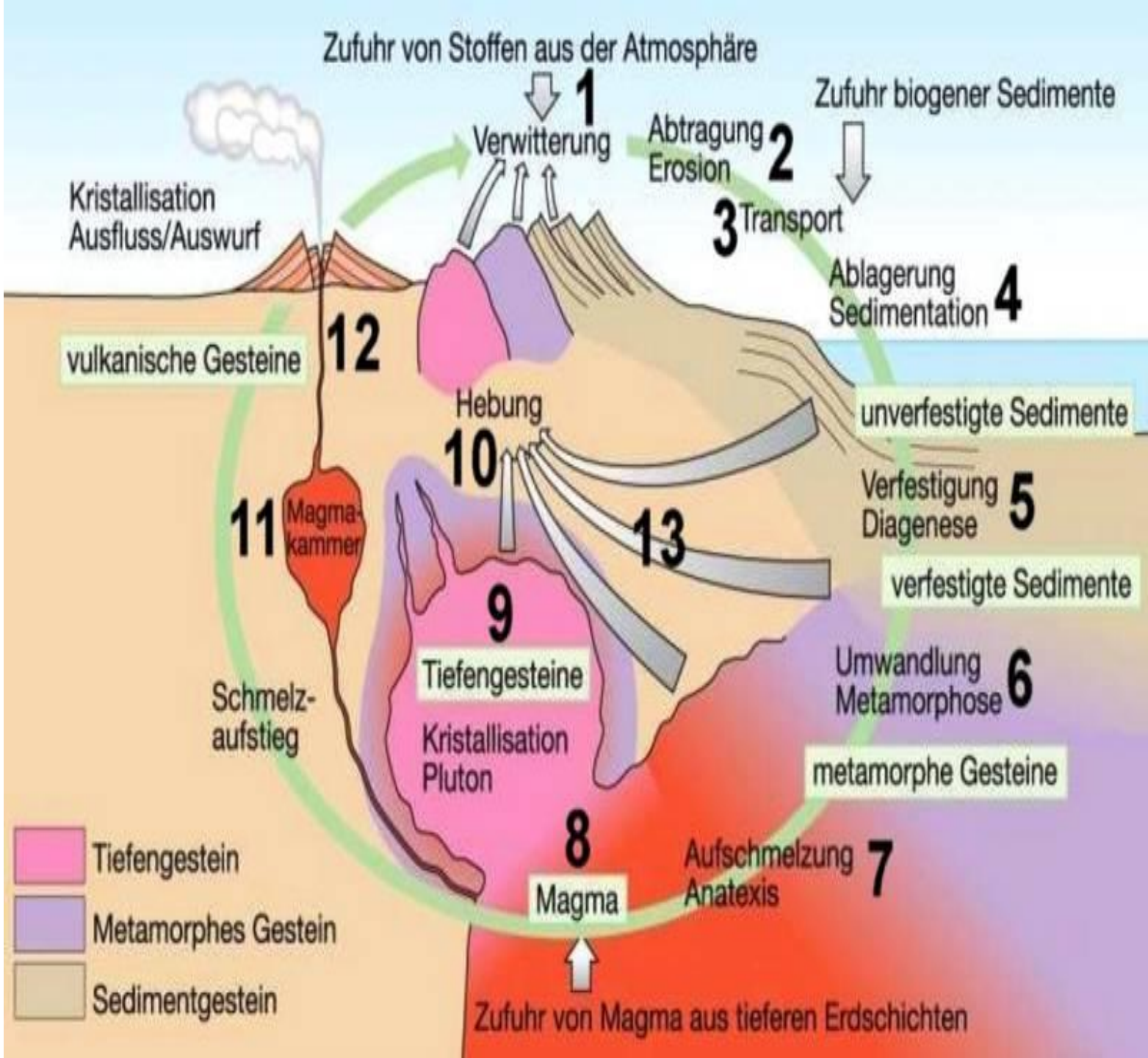
2. Absatz-oder Schichtgesteine (=Sedimente)

Sandstein, Konglomerat,Siltstein,Tonstein/

Schieferton, Kalkstein, Dolomit

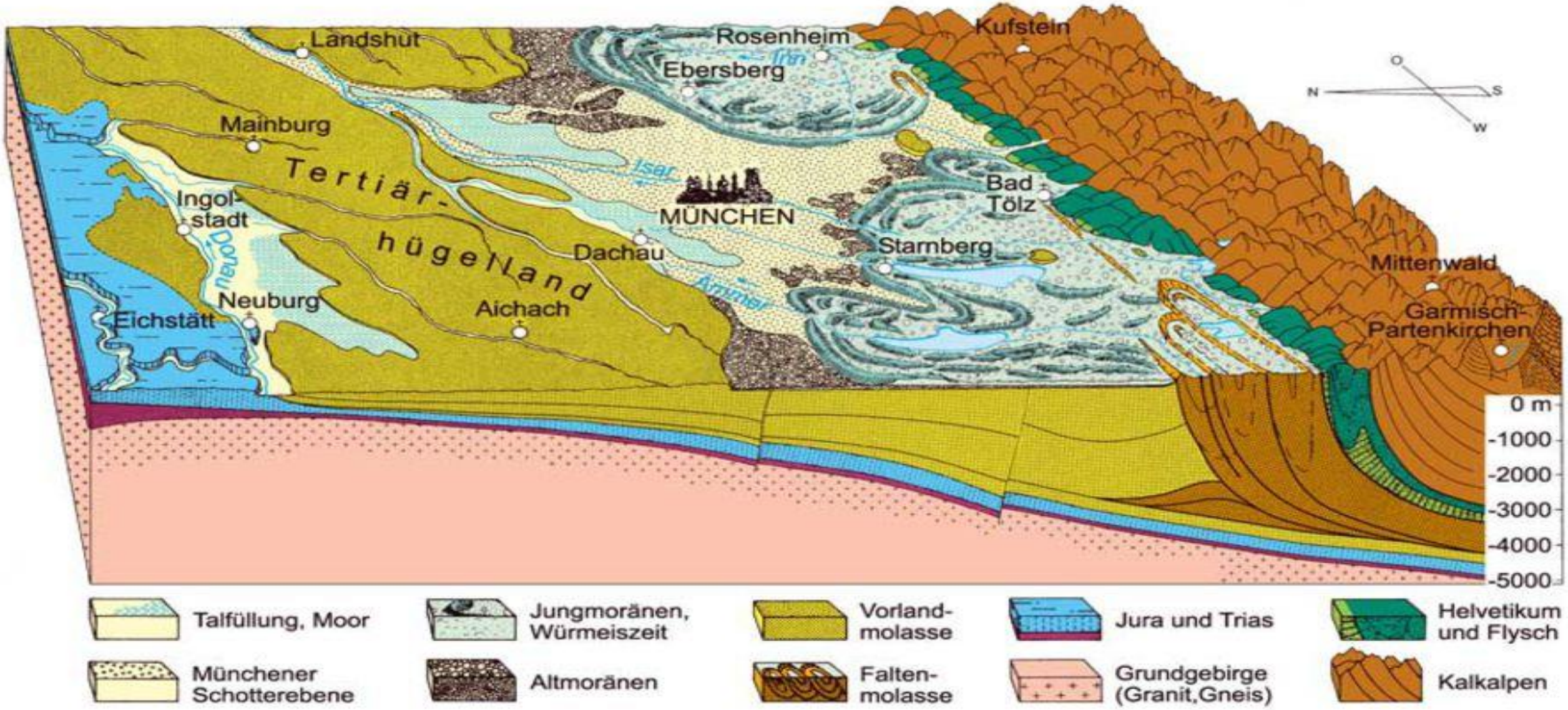
3.Umwandlungsgesteine (=Metamorphite)

Gneis,Steinkohle,Tonschiefer,Quarzit,Marmor

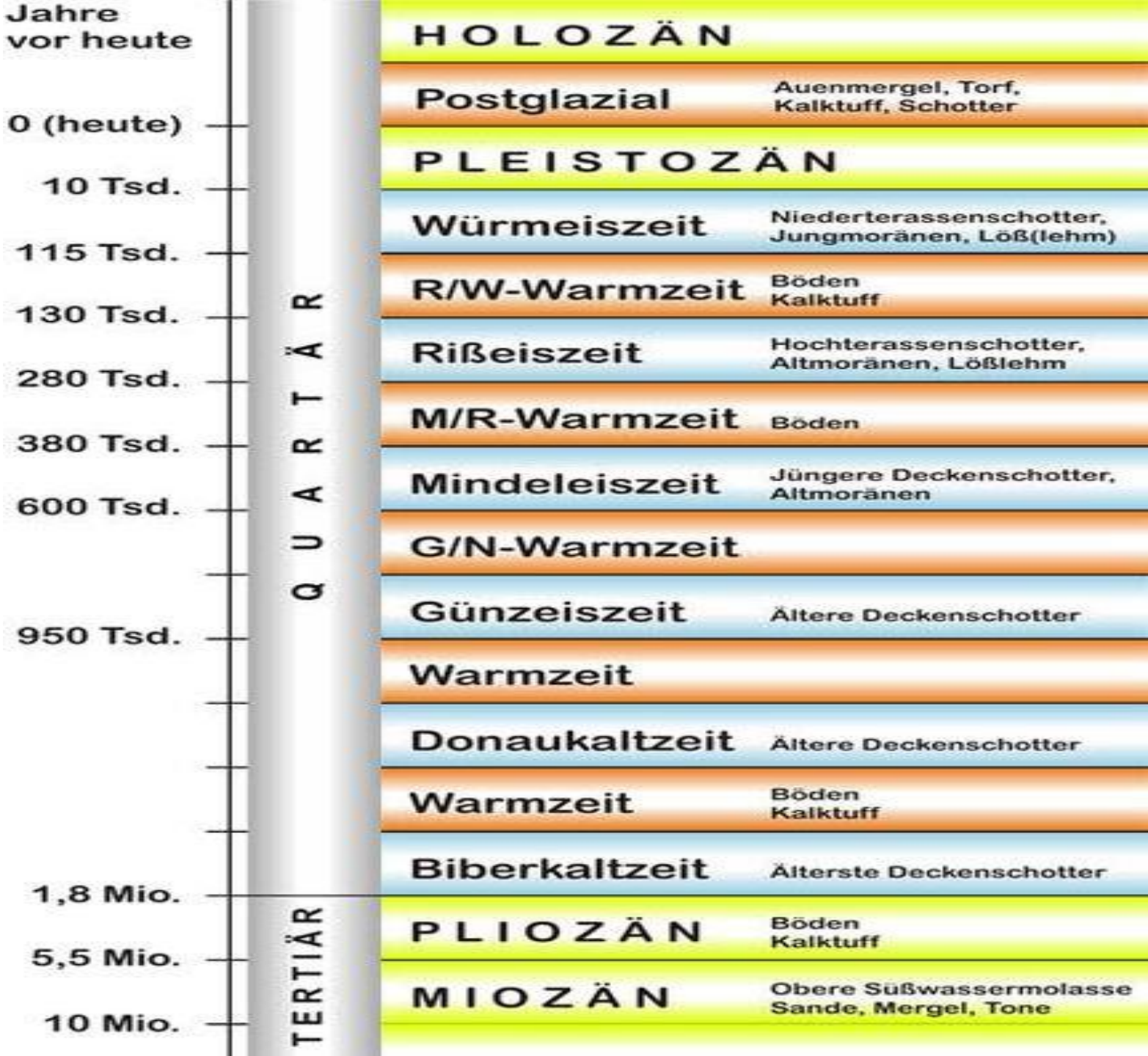


2.1.1 Lava auf La Reunion

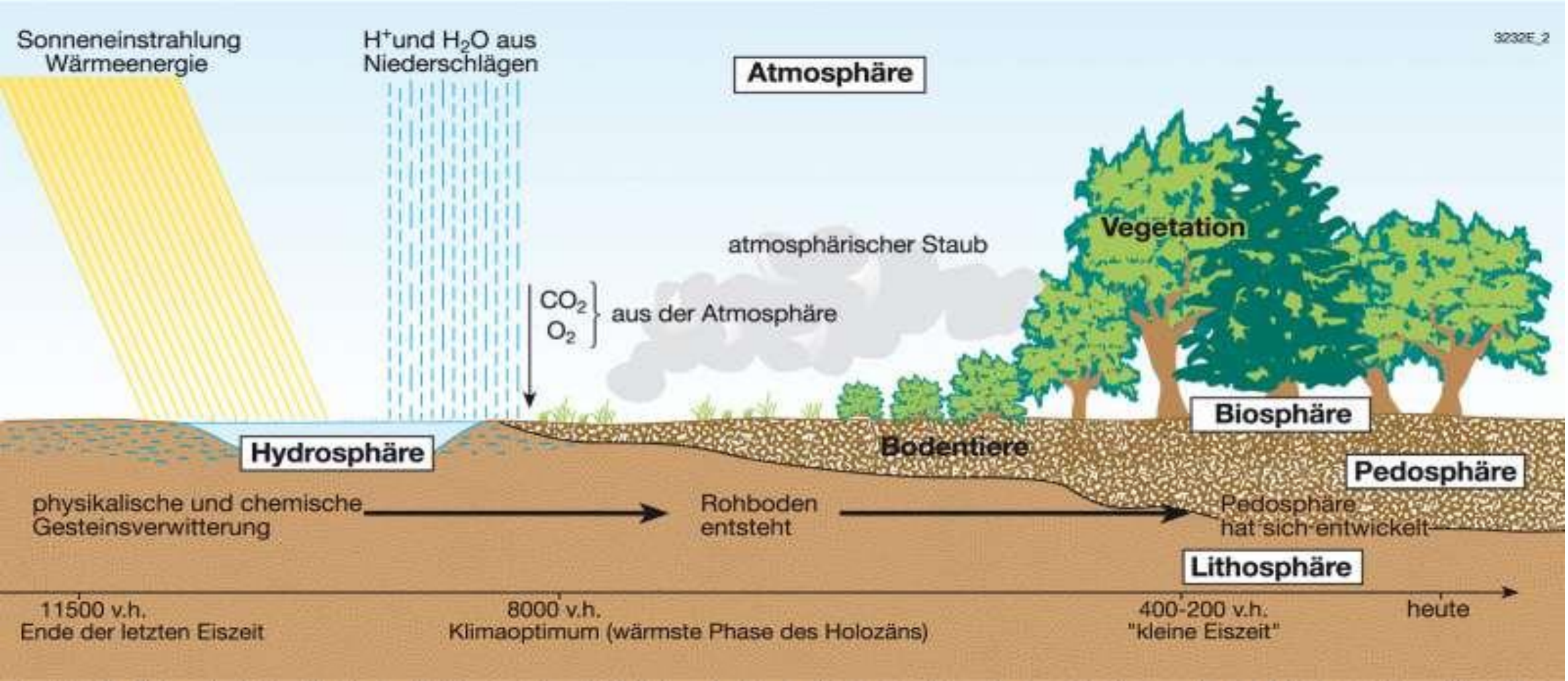
2.2 Alpen,Schotterebene,Tertiärhügelland



2.3 Faktor Zeit



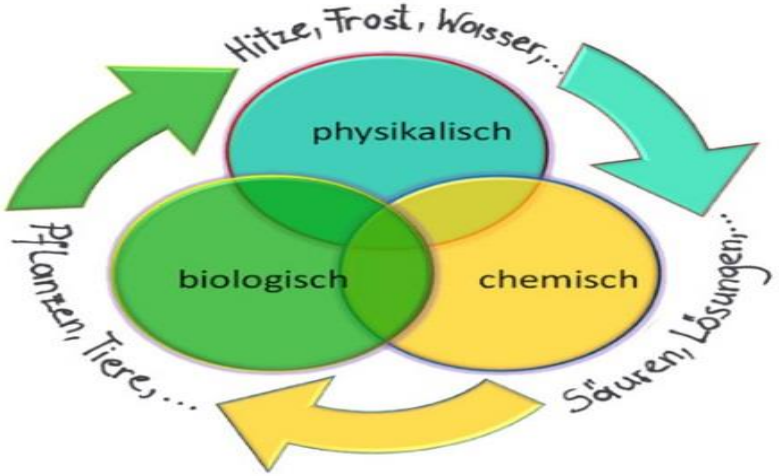
3. Verwitterung,Humusbildung und Verlagerung von Stoffen als Grundvorgänge der Bodenbildung



3.1 Bodenentstehung

Wie Boden entsteht

Über nahezu jedem mineralischen Ausgangsmaterial (Gestein, Schotter usw.) bildet sich durch Verwitterung im Laufe der Zeit ein mehr oder weniger mächtiger Boden: über festem Gestein, auf Schuttkegeln aus Schotter, über steinigem oder grusigen Geschiebe von Gletschern der Eiszeit, auf Materialablagerungen von Flüssen im Zuge von Überschwemmungen, auf feinem vom Wind eingewehten Flugsand. So unterschiedlich die Ausgangssituation auch sein mag – immer wirken dabei 3 Faktoren zusammen:



Zwischen diesen bodenbildenden Prozessen gibt es viele Wechselbeziehungen, die laufend aufeinander ein- und rückwirken.

Entstehungsgeschichte unserer Böden

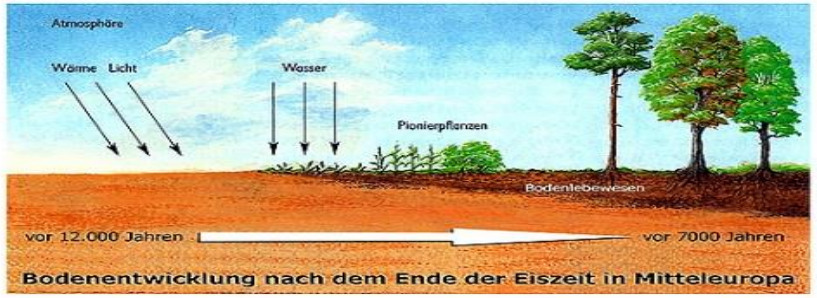
Die Entstehung der Böden wie wir sie heute vorfinden erfolgte aus dem Muttergestein nach der letzten Eiszeit vor über 12.000 Jahren. Bis zum heutigen Tag dauert dieser Prozess an. Viele Faktoren beeinflussen ihn. Die wesentlichen sind:

- Die physikalische Verwitterung. das ist die Zerkleinerung des Muttergesteins durch Hitze im Sommer und Frost im Winter;

Schwerpunkt Bodenentstehung

inhaltliche Zusammenstellung: BILDUNGSSCHMIEDE

- Die chemische Verwitterung, das ist die Bildung von neuen Stoffen durch Lösungs- und Umwandlungsprozesse, insbesondere die Bildung der Tonminerale (Quellfähigkeit, Plastizität usw.).
- Die biologische Verwitterung im Zusammenspiel mit physikalischer und chemischer Verwitterung - z. B. „zersprengen" Wurzeln Gestein und geben Säure ab. Durch erste Pflanzenreste und Bodenorganismen wird das anorganische Material mit organischer Substanz angereichert.

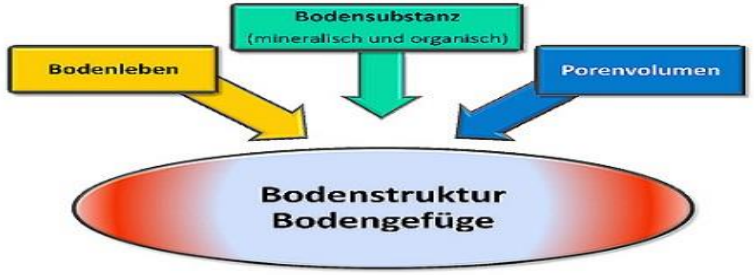


Quelle: Cornelsen, „Boden", 1998

Danach war Mitteleuropa nahezu vollständig mit Laubwald bedeckt.

Der lange Weg zur Bodenbildung

Die gesamte bodenbildende Entwicklung führte allmählich zu einem von Ort zu Ort unterschiedlichen Mutterboden. Alle Teile des Bodens -Tiere, Pflanzen, Mikroorganismen, Pilze, mineralische und organische Bestandteile, ja sogar die Hohlräume (Poren) zwischen all diesen Bestandteilen, bilden ein lebendiges System. Art, Korngrößen und Zusammensetzung der Bodensubstanz sowie der Anteil an Poren macht letztlich die Bodenstruktur aus.



Schwerpunkt Bodenentstehung

inhaltliche Zusammenstellung: BILDUNGSSCHMIEDE

4.Bestandteile und Kenngrößen des Bodens

4.1 Mineralgruppen:

Silikate: ca.500 Verteter:z.B. Quarz,Feldspat,Glimmer,Hornblende,Olivin,Topas

Carbonate:ca. 200 Vertreter ,z.B. Calcit,Dolomit

Sulfate z.B. Gips
Phosphate z.B. Apatit
Halogenide z.B. Steinsalz,Kalisalz

4.1.1 Primärminerale in Böden „Quarz,Feldspat und Glimmer vergess ich nimmer“

Minerale	Häufigkeit und Vorkommen
Quarz	Stärkster Anteil in Böden aus saurem Urgestein,Sandstein,Fluß-oder Flugsand,bis 95%,in Lößböden um 50%, in Tonböden weniger
Feldspat	In allen Böden mit 5-30% vertreten;Mittelwerte zwischen 10 und 15%.80 – 90 % liegen als Kalifeldspat vor.
Glimmer	In allen Böden vorkommend,vorwiegend als kaliglimmer; mit dem Tonmineral Illit nahe verwandt und in der Tonfraktion in diesen übergehend.
Augite,Hornblenden	wenn überhaupt,nur in geringen Mengen vertreten; häufiger in jungen Böden aus basischen Tiefengesteinen
Apatit	in allen Böden,aber nur in geringen Mengen
Carbonate (Calcit,Dolomit)	In jungen Böden aus kalkhaltigen Sedimenten häufiger,manchmal dominierender Mineralanteil

4.1.2 Tonminerale

bestimmen mit der organischen Substanz den Wasserhaushalt, den Nährstoffhaushalt und die Gefügebildung des Bodens

- sind schichtig aufgebaute Silikatminerale kolloidaler Größenordnung
- unterschiedlicher Bau u.Eigenschaften, 2-Schicht- u.3-Schichttonminerale
- Hauptbestandtele sind Kieselsäure u. Aluminiumhydroxid
- einige enthalten größere Mengen Eisen,Magnesium u.Kali
- sie bilden die Hauptmasse der Tonfraktion,Teilchen kleiner als 0,002 mm
- Fähigkeit Wasser u.Nährstoffe zu binden,abzugeben,zu quellen,zu schrumpfen und Mineralteilchen zu verkleben.

4.1.2.1 Arten von Tonmineralen in Böden

Tonmineral	Häufigkeit,Vorkommen und Eigenschaften
Kaolinit	Meist nur in geringen Mengen,häufiger in stark verwitterten Böden.Wasserhalte-,Sorptionsvermögen und Plastizität gering
Illit und Übergangsminerale	Häufigstes Tonmineral bis zu 80%, mit 4-6% K-Gehalt wichtigste Quelle für die kaliumversorgung.Wasserhalte-,Sorptionsvermögen und Plastizität mittel
Montmorillonit	stärkere Anteile in Böden aus Ca- u.Mg-reichen Sedimenten u. Vulkangesteinen, Wasserhalte-Sorptionsvermögen und Plastizität hoch
Vermiculit	relativ selten;Eigenschaften ähnlich Montmorillonit
Chlorit	meist nur geringe Mengen,höhere Anteile in Böden aus chlorithaltigen Tonschiefern und in stark sauren Böden;Eigenschaften ähnlich Kaolinit

4.1.2.2 Aufbau von Tonmineralen

Zweischicht - Tonmineral

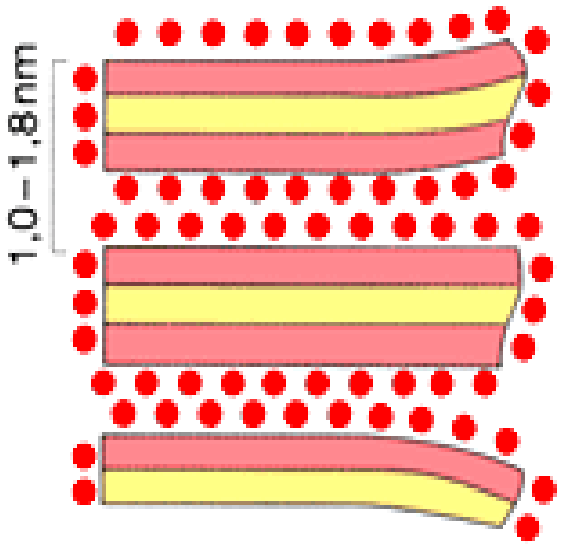
z.B. Kaolinit (von Kau ling, Berg in China, Fundort von Porzellanerde = Kaolin) Schichtflächenabstand nicht variabel, nicht quellbar, Ionen-Adsorption nur an Außen- und Bruchflächen.

Molekülschichten bilden Schichtpakete

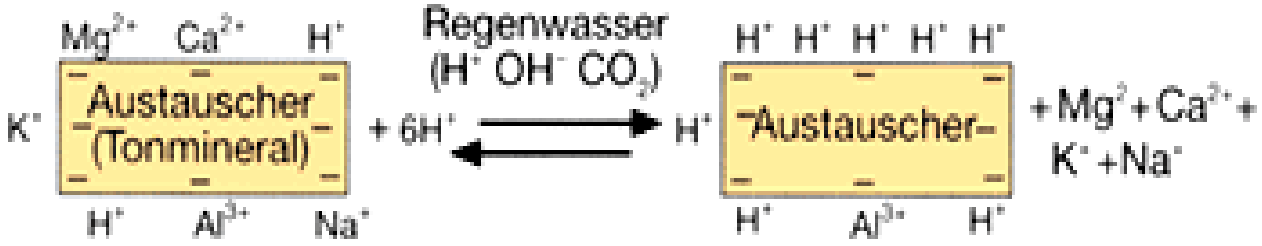
austauschbare Ionen

Dreischicht - Tonmineral

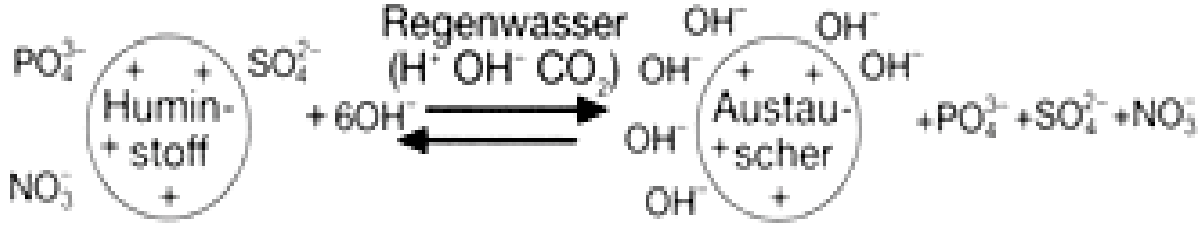
z.B. Montmorillonit (von Montmorillon, Ort in Frankreich, hier erstmals beschrieben) Schichtflächenabstand variabel, gut quellbar durch Eintritt von Wasser, Ionen-Adsorption vorwiegend an „inneren" Oberflächen sowie an Außen- und Bruchflächen.



Kationenaustausch



Anionenaustausch



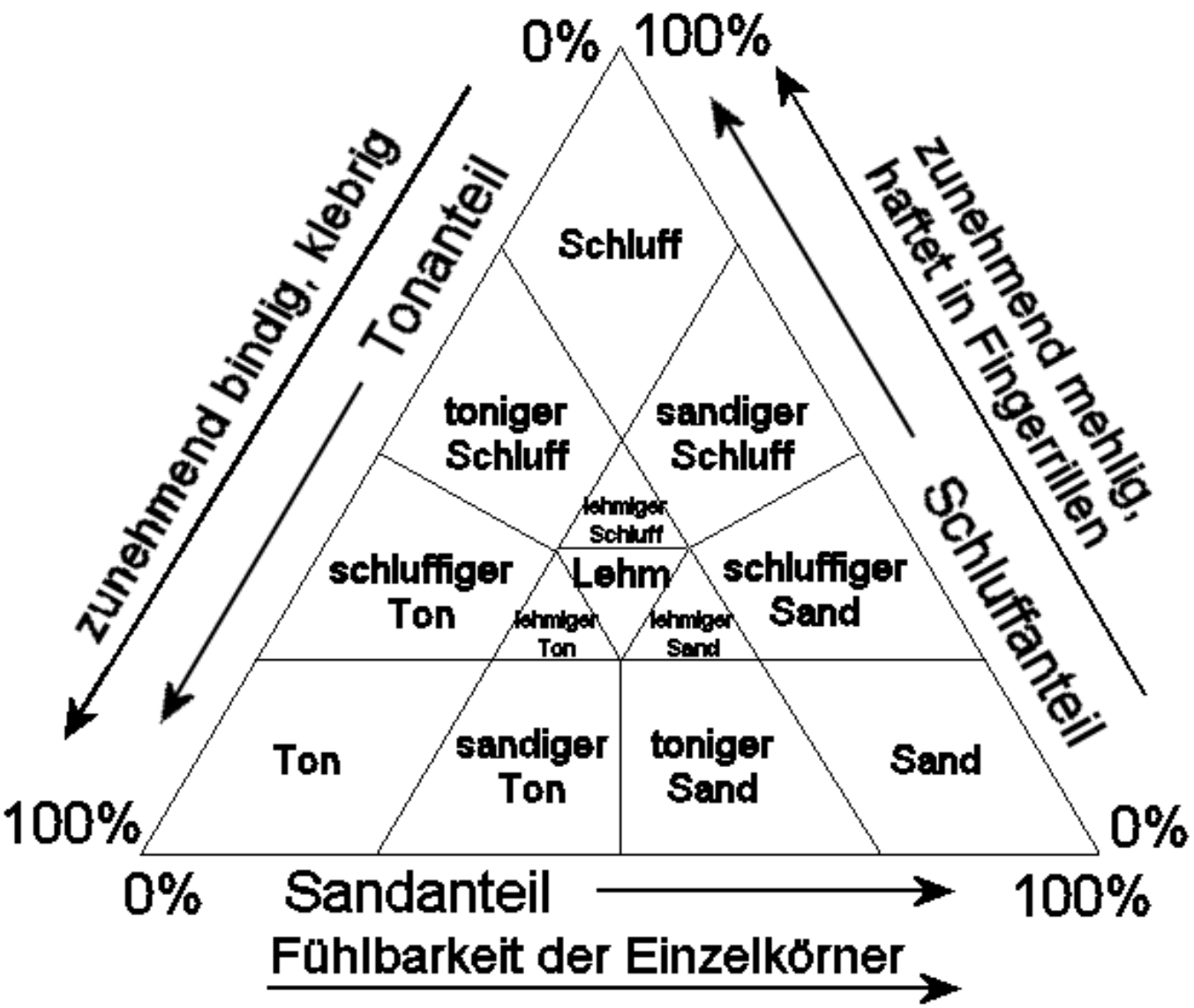
4.2 Korngrößen und Bodenart

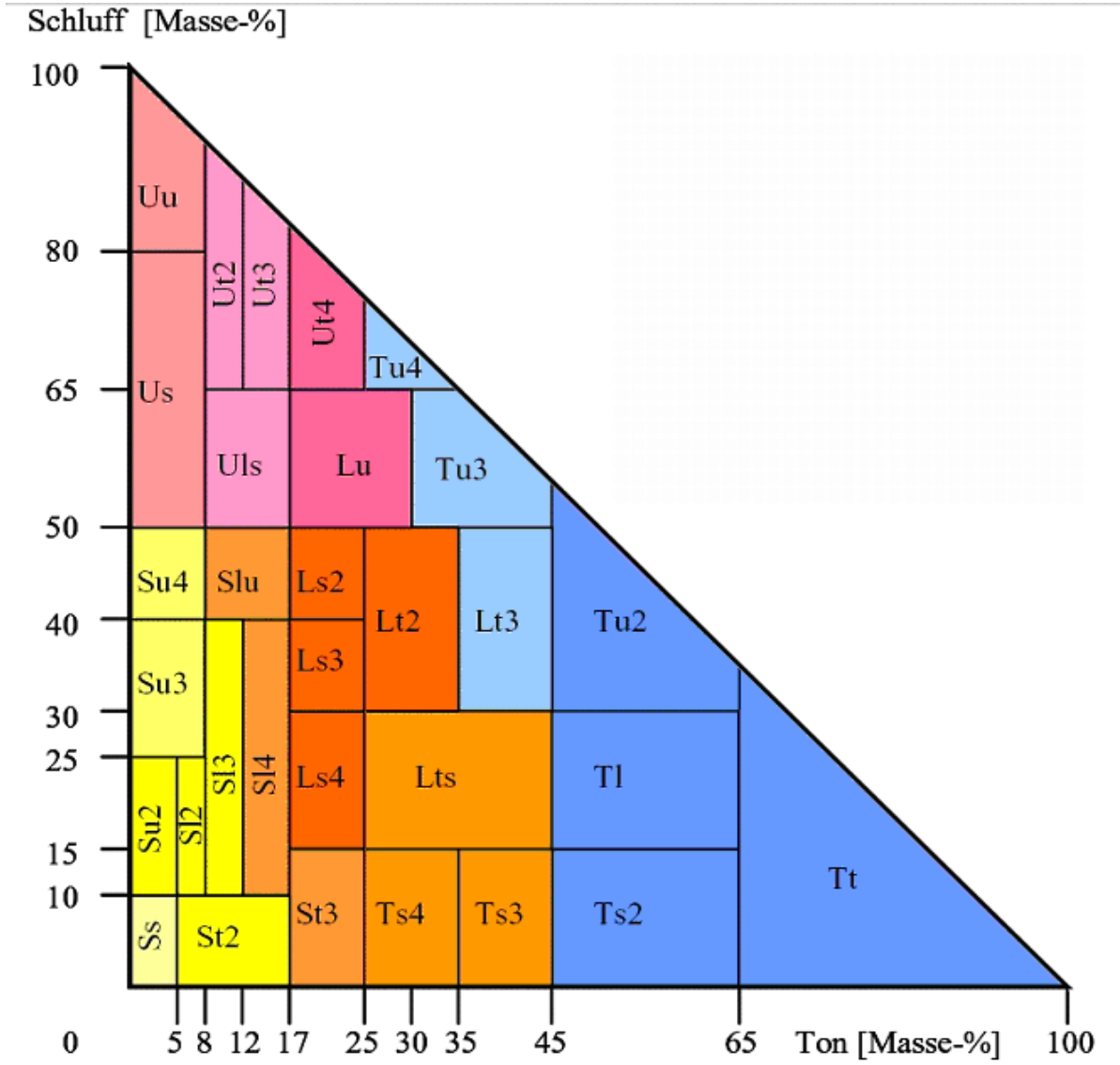
- Böden bestehen in ihrer mineralischen Substanz aus einem Gemenge verschieden großer Mineralteile bzw. Teilchen

Bereich	Benennung (Kurzzeichen)	Korngröße (in mm)	Bemerkungen
sehr grobkörniger Boden	großer Block (LBo)	> 630	–
	Block (Bo)	> 200 bis 630	> Kopfgröße
	Stein (Co)	> 63 bis 200	< Kopfgröße > Hühnereier
grobkörniger Boden	Kies (Gr)	> 2 bis 63	< Hühnereier > Streichholzköpfe
	Grobkies (CGr)	> 20 bis 63	< Hühnereier > Haselnüsse
	Mittelkies (MGr)	> 6,3 bis 20	< Haselnüsse > Erbsen
	Feinkies (FGr)	> 2 bis 6,3	< Erbsen > Streichholzköpfe
	Sand (Sa)	> 0,063 bis 2	< Streichholzköpfe, aber Einzelkorn noch erkennbar
	Grobsand (CSa)	> 0,63 bis 2	< Streichholzköpfe > Grieß
	Mittelsand (MSa)	> 0,2 bis 0,63	etwa Grieß
	Feinsand (FSa) *	> 0,063 bis 0,2	< Grieß, aber Einzelkorn noch erkennbar
feinkörniger Boden	Schluff (Si)	> 0,002 bis 0,063	Einzelkörner mit bloßem Auge nicht mehr erkennbar
	Grobschluff (CSi) *	> 0,02 bis 0,063	
	Mittelschluff (MSi)	> 0,0063 bis 0,02	
	Feinschluff (FSi)	> 0,002 bis 0,0063	
	Ton (Cl)	< 0,002	

*) Sand mit Korngrößen ≤ 0,1 mm und Grobschluff werden auch als „Mehlsand" bezeichnet.

4.2.1 Bodenartendreieck





4.2.1.1 Hohe Sandanteile bedingen

- hohe Wasserdurchlässigkeit
- geringes wasserspeichervermögen
- geringes Nährstoffhaltevermögen
- geringe Nährstoffgehalte
- intensive Durchlüftung (starker Humusabbau)
- schnelle Erwärmung (Warme Böden)
- Gute Durchwurzelbarkeit
- Erosionsanfälligkeit (besonders Feinsandböden)
- leichte Bearbeitbarkeit (leichte Böden)

4.2.1.2 Hohe Schluffanteile bedingen

- mittlere bis geringe Wasserdurchlässigkeit
- höchste Speicherfähigkeit für pflanzennutzbares Bodenwasser
- geringe Gefügestabilität,Neigung zu Erosion,Verschlämmung u. Verdichtung,bei Austrocknung zu Verkrustung
- mittlere Nährstoffgehalte u. mittleres Nährstofffesthaltevermögen
- mehr oder weniger gute Erwärmung und Durchwurzelbarkeit, je nach Verdichtung

mittlere Bearbeitbarkeit bei etwas eingeengtem Bearbeitungsspielraum

4.2.1.2 Hohe Tonanteile bedingen

- geringe Wasserdurchlässigkeit (daher oft staunass)
- hohes wasserhaltevermögen bei beschränkterWasserverfügbarkeit für die Pflanzen
- meist hohe Nährstoffgehalte u. hohes Nährstoffhaltevermögen
- schlechte Durchlüftung
- langsame Erwärmung
- beschränkte Durchwurzelbarkeit
- hohe Widerstandsfähigkeit gegen Erosion
- schwere Bearbeitbarkeit (schwere Böden)

Lehmböden nehmen eine Mitelstellung zwischen Sand-,Schluff-, und Tonböden ein! Die Lößlehme (schluffige Lehme) stehen an der Spitze der Ertragsfähigkeit!

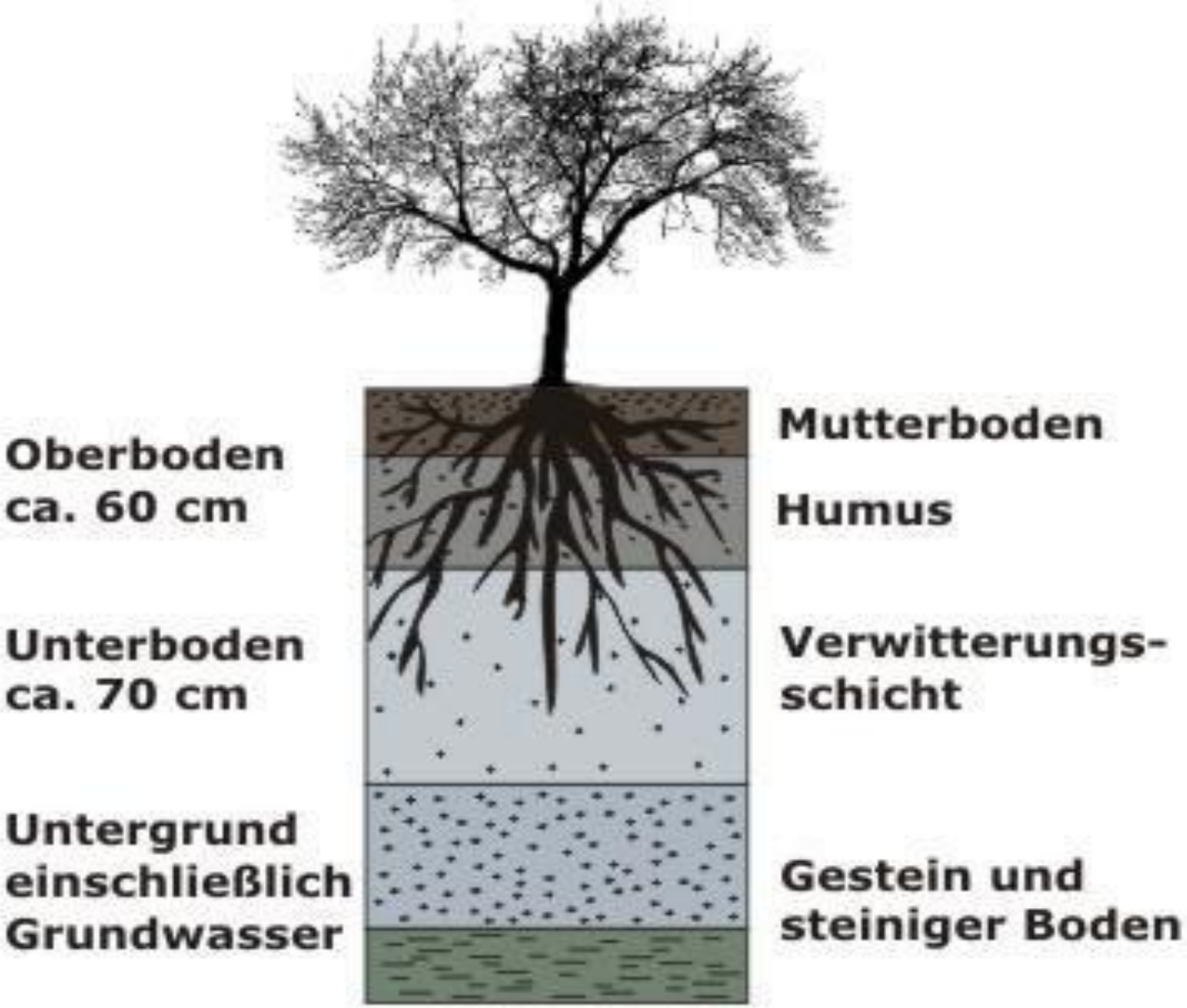
Das Erdreich
und seine Bewohner – ihre Bedeutung für Garten,Feld und Flur

4.3 Der Oberboden

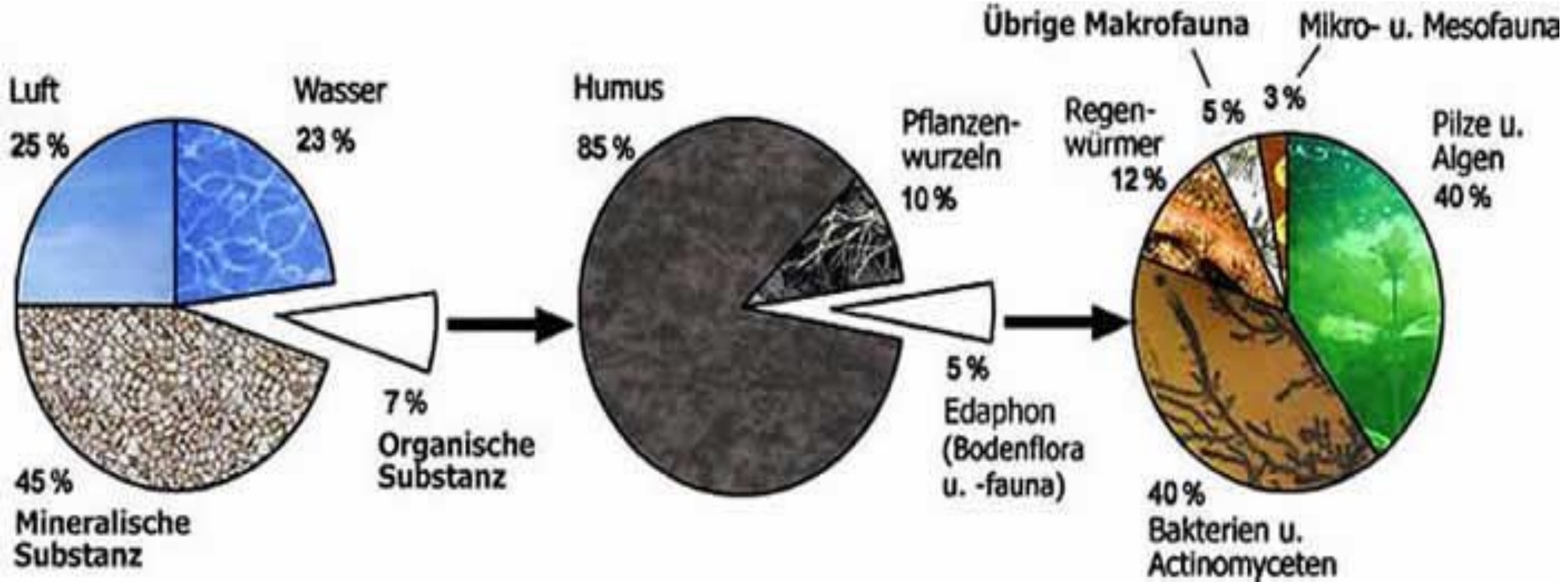
„ Humus“ und „Mutterboden“ werden

Umgangssprachlich oft fälschlich verwechselt

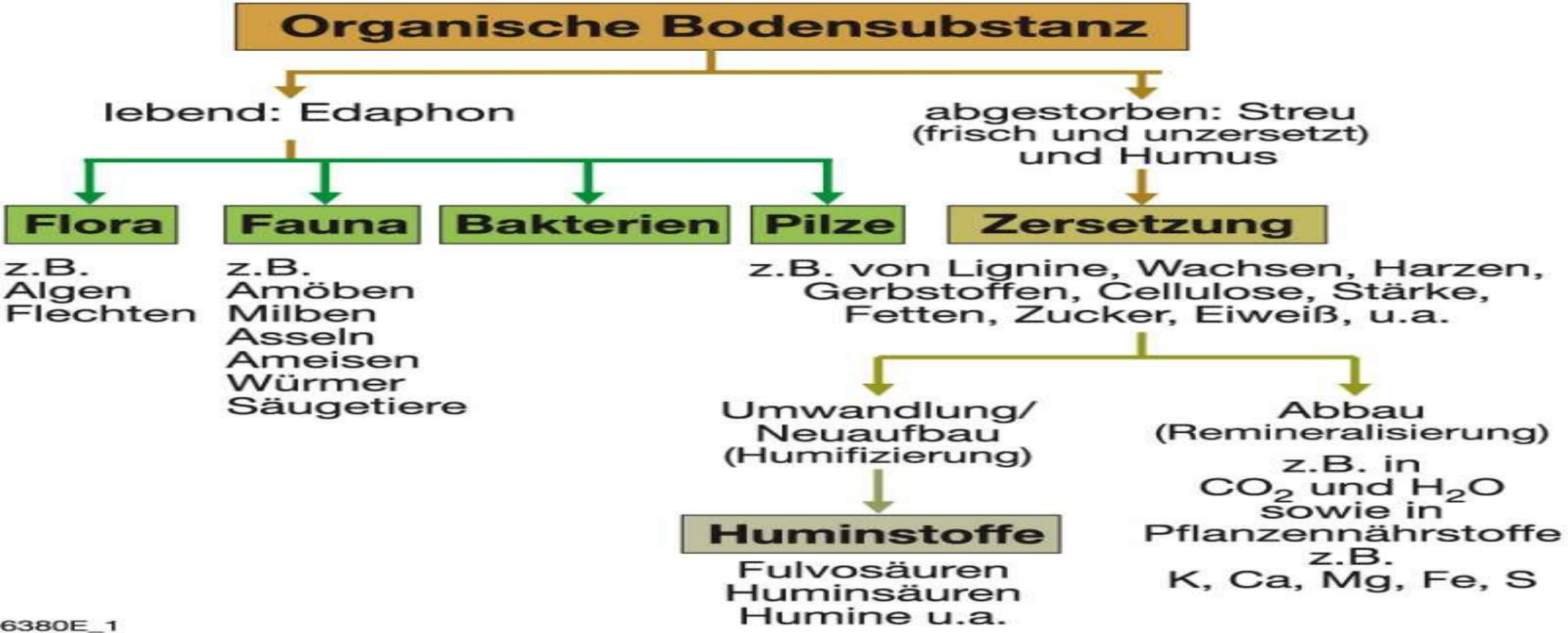
und für die „oberste Bodenschicht“ verwendet



4.3.1 Bestandteile des Oberbodens



4.3.2 Das Boden – Biotop: Lebensraum für viele Arten



Bodenlebewesen,geordnet nach Größe und ihr Gewicht pro m² in Böden bis 30 cm Tiefe (aus Scheffer/Schachtschabel:Lehrbuch der Bodenkunde)

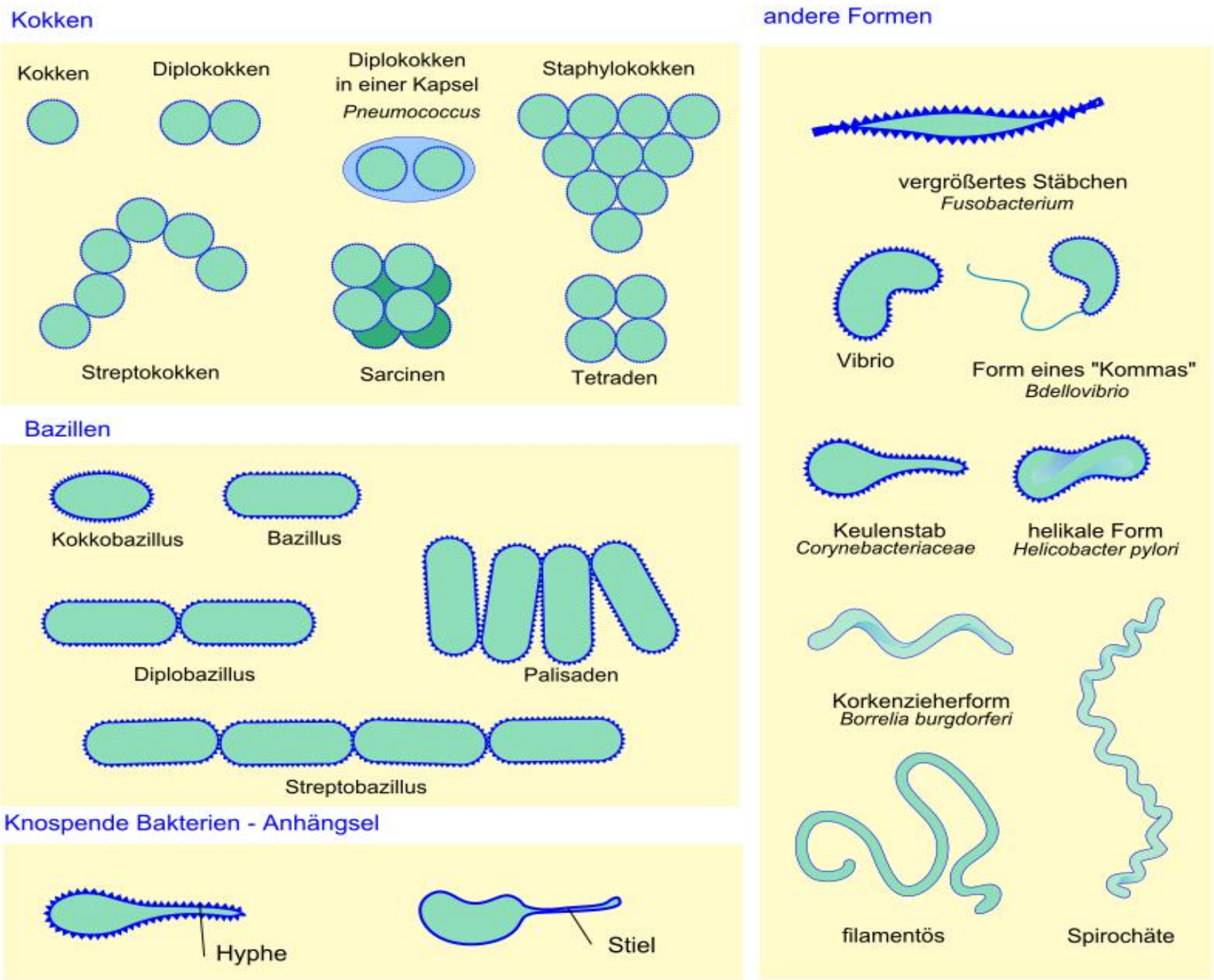
Mikroflora	**Gewicht pro m²**
Bakterien	50 – 500 g/m²
Strahlenpilze	50 – 500 g/m²
Pilze	100 – 1000 g/m²
Algen	1 – 15 g/m²
Mikrofauna (0,002 – 0,2 mm)	
Geißeltiere	
Wurzelfüßer	
Wimpertierchen	zusammen bis zu 100 g / m²
Mesofauna (0,2 – 2mm)	
Rädertiere	0,01 – 0,2 g/m²
Fadenwürmer	1 - 20 g/m²
Milben	1 – 10 g/m²
Springschwänze	0,6 – 10 g/m²

Makrofauna (2 – 20 mm)	
Kleine Borstenwürmer	2 – 26 g/m²
Schnecken	1 - 30 g/m²
Spinnen	0,2 – 1 g/m²
Asseln	0,5 – 1,5 g/m²
Doppelfüßer	4 – 8 g/m²
übrige Vielfüßer	0,5 – 3 g/m²
Käfer und ihre Larven	1,5 – 20 g/m²
Zweiflüglerlarven	1 -10 g/m²
übrige Insekten	1 – 15 g/m²
Megafauna (20 – 200 mm)	
Regenwürmer	40 – 400 g/m²
Wirbeltiere	0,1 – 10 g/m²

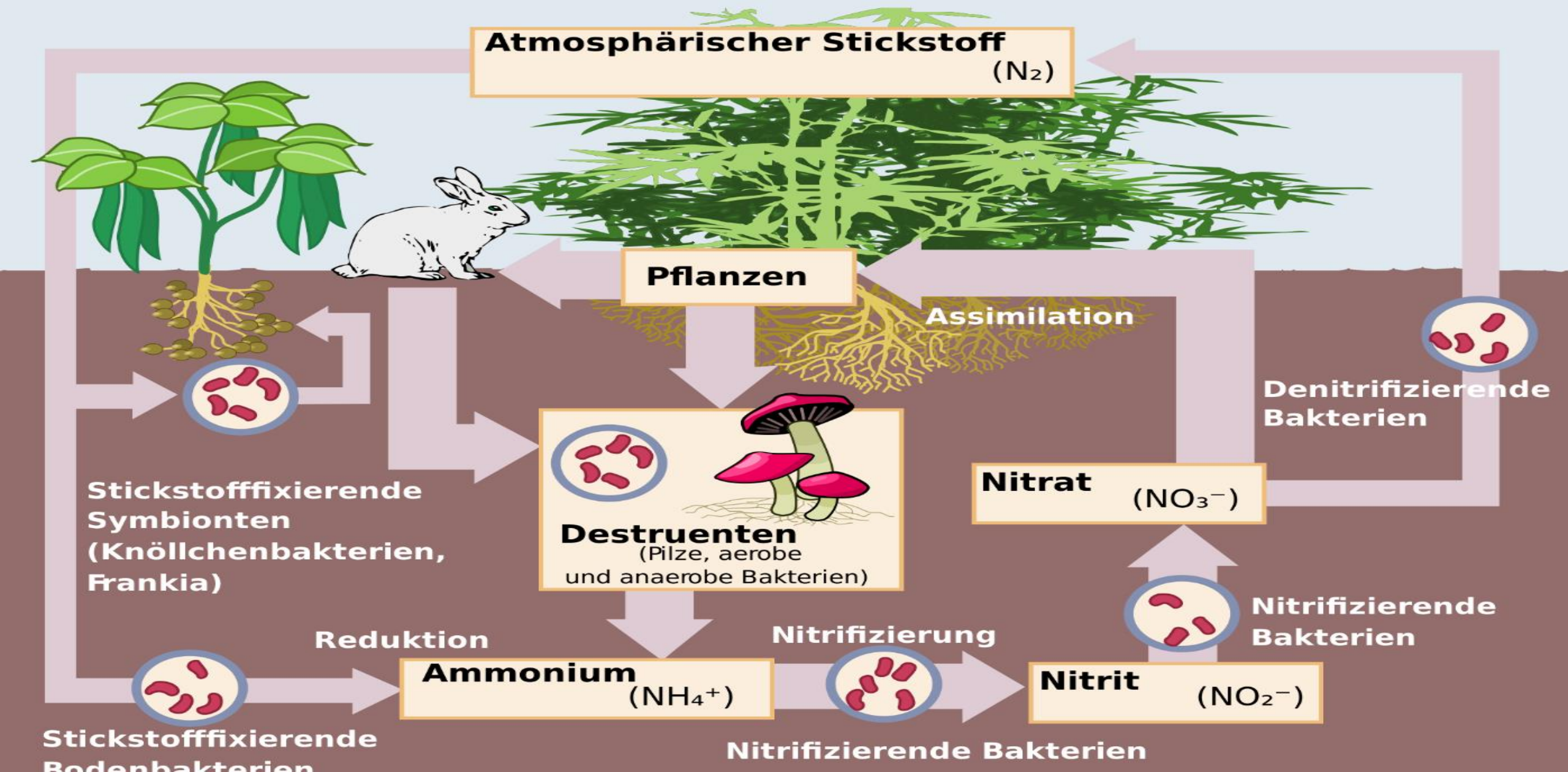
4.3.2.1 Die Humusstoffe

Eine Hand voll Erde enthält mehr Lebewesen als Menschen auf der Erde!

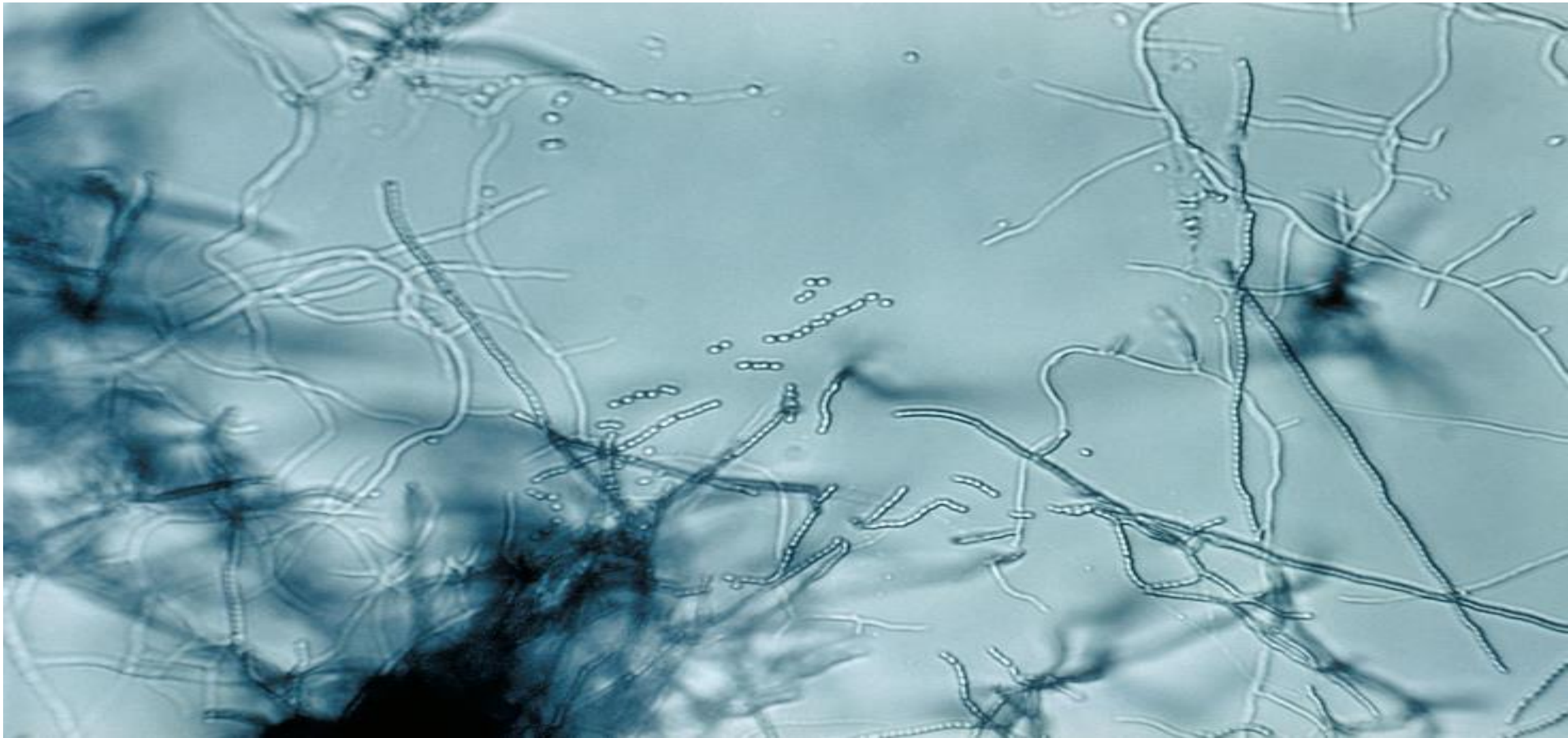
Bakterien


Kokken
Kokken
Diplokokken
Diplokokken in einer Kapsel
Pneumococcus
Staphylokokken
Streptokokken
Sarcinen
Tetraden
Bazillen
Kokkobazillus
Bazillus
Diplobazillus
Palisaden
Streptobazillus
Knospende Bakterien - Anhängsel
Hyphe
Stiel
andere Formen
vergrößertes Stäbchen
Fusobacterium
Vibrio
Form eines "Kommas"
Bdellovibrio
Keulenstab
Corynebacteriaceae
helikale Form
Helicobacter pylori
Korkenzieherform
Borrelia burgdorferi
filamentös
Spirochäte

Der Stickstoffkreislauf

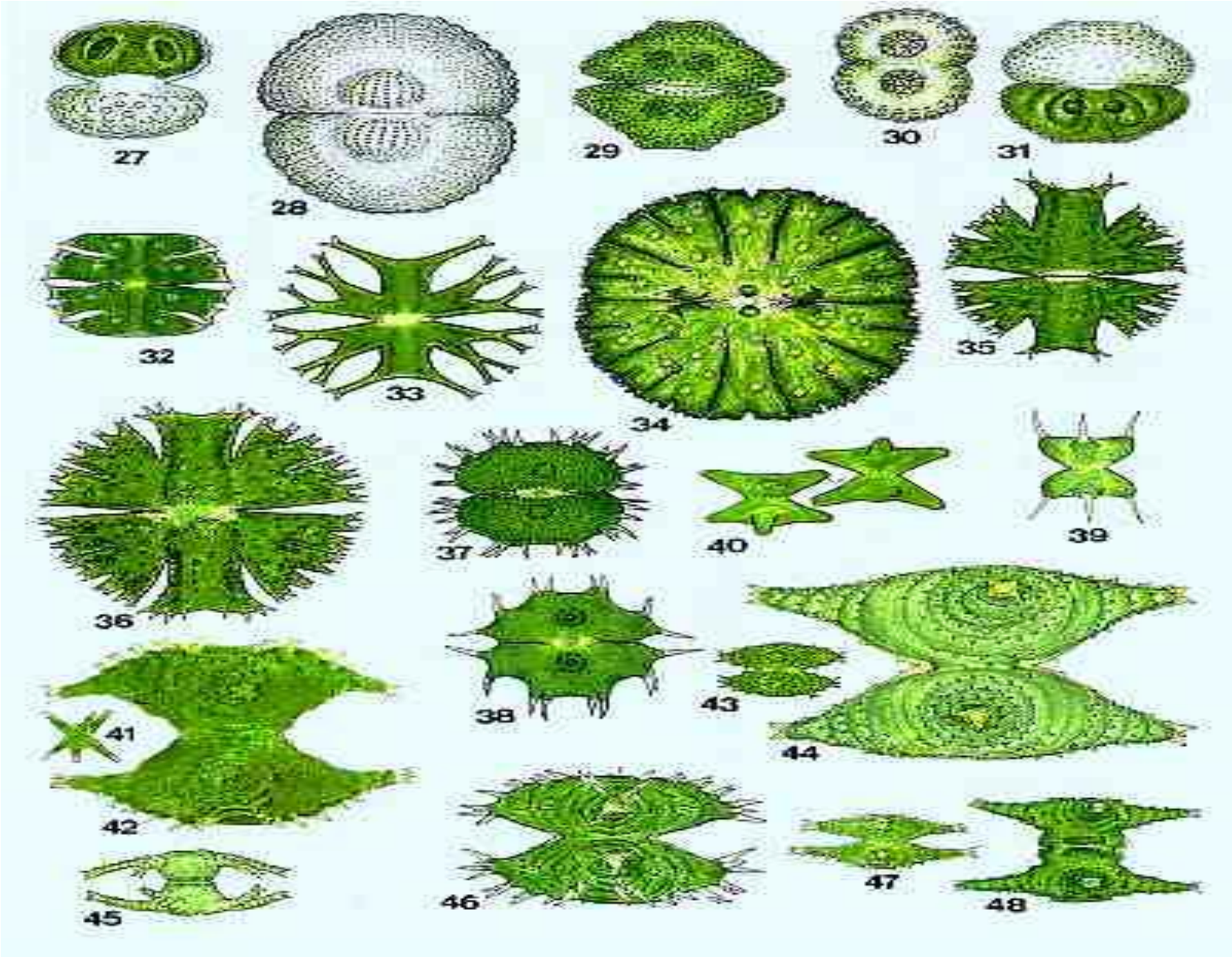


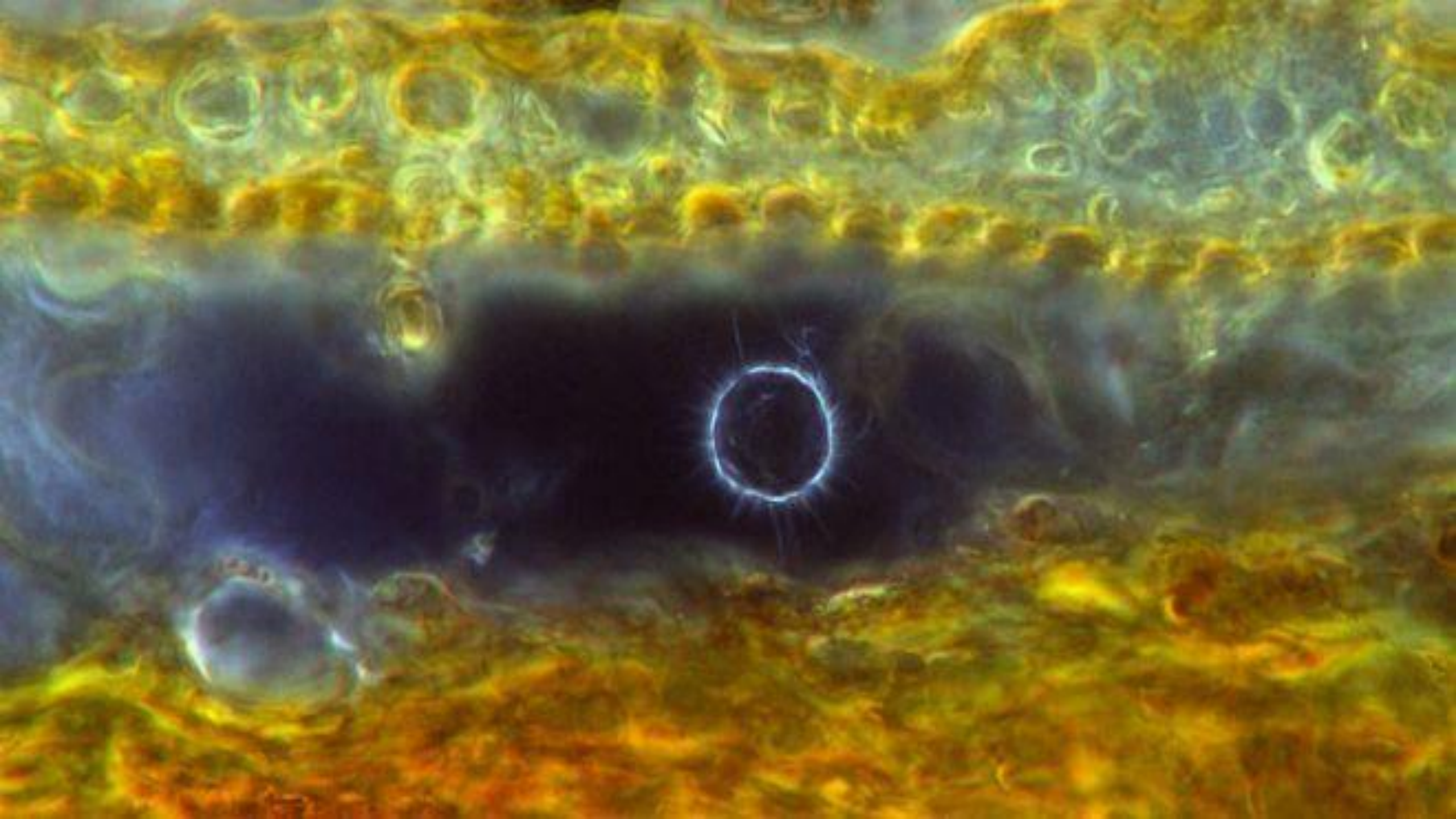
Strahlenpilze



Pilze

Algen





MERKMALE DER URTIERE (EINZELLER)

GEISSELTIERCHEN

Augen-
tierchen
(Euglena)

Trypanosoma
(Erreger der
Schlafkrankheit)

bilden Plasmageißeln; stehen vielfach an der Grenze zwischen Pflanze und Tier.

WURZELFÜSSLER

Amöbe

Sand-
häuschen

Uhr-
gläschen

Sonnen-
tierchen

Lochschalen-
tierchen

Strahlen-
tierchen

haben Scheinfüßchen; bilden oft Schalen oder Skelette.

SPORENTIERCHEN

Vermehrung des Malariaerregers
in einem roten Blutkörperchen

leben als Parasiten

WIMPERTIERCHEN

Pantoffel-
tierchen

Trompeten-
tierchen

Glocken-
tierchen

Der Körper ist mit Wimpern besetzt (Fortbewegung, Nahrungsaufnahme)

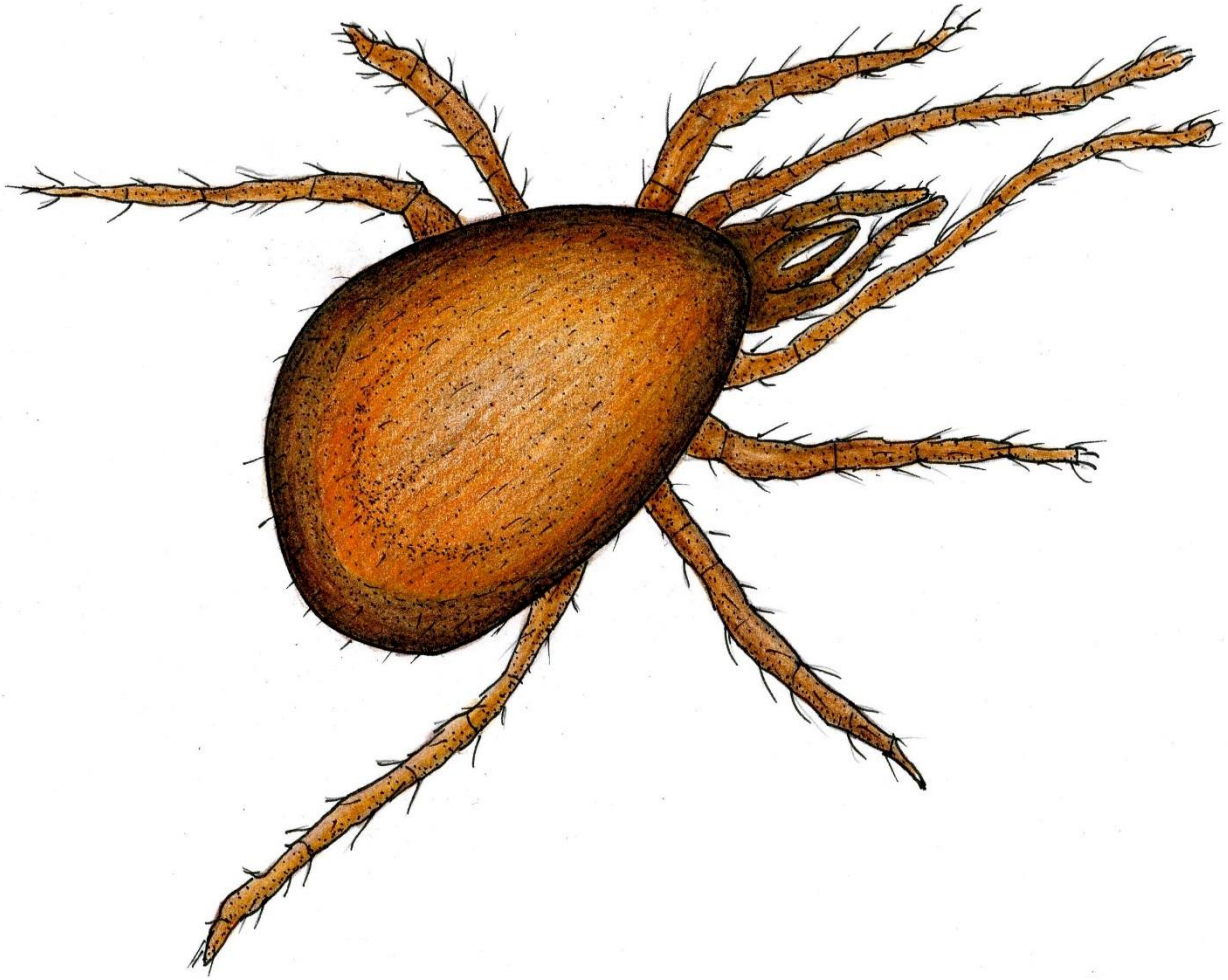
**Urtiere bestehen aus einer Zelle und sind mikroskopisch klein;
sie leben in Flüssigkeiten (Verdunstungsschutz auch durch Einkapseln);
Fortbewegung: Scheinfüßchen, Geißeln, Wimpern;
Nahrungsaufnahme: ganze Körperoberfläche oder Zellmund; Vermehrung: Zweiteilung**

© AV-MEDIEN BIOLOGIE MÖRIKESTR. 7 34626 NEUKIRCHEN

alle Texte entfernen

Fadenwürmer (Nematoden)

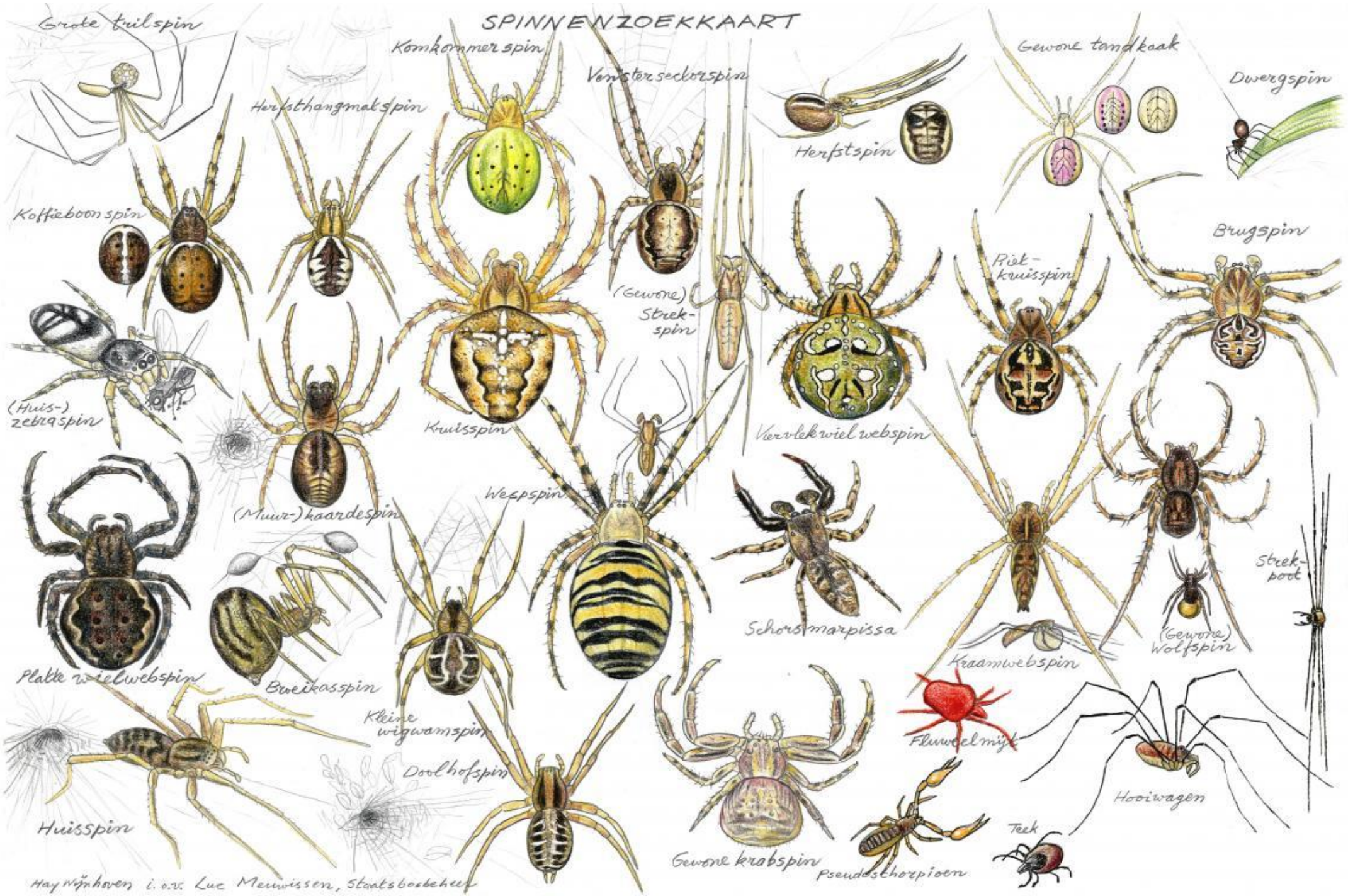
Milben



Springschwänze

Schnecken: Hier : Tigerschnegel

Spinnen


SPINNENZOEKKAART
Grote tuilspin
Komkommerspin
Venstersecretarispin
Herfsthangmatspin
Gewone tandkaak
Dwergspin
Herfstspin
Koffieboonspin
Brugspin
Riet-kruisspin
(Gewone) Strekspin
(Huis-) zebraspin
Kruisspin
Vervlekwielwebspin
Wespspin
(Muur-) kaardespin
Schorsmarpissa
Strekpoot
(Gewone) Wolfspin
Kraamwebspin
Platte wielwebspin
Bueikasspin
Kleine wigwamspin
Fluweelmijt
Doolhofspin
Hooiwagen
Huisspin
Teek
Gewone krabspin
Pseudoschorpioen
Hay Wijnhoven i.o.v. Luc Meuwissen, Staatsbosbeheer

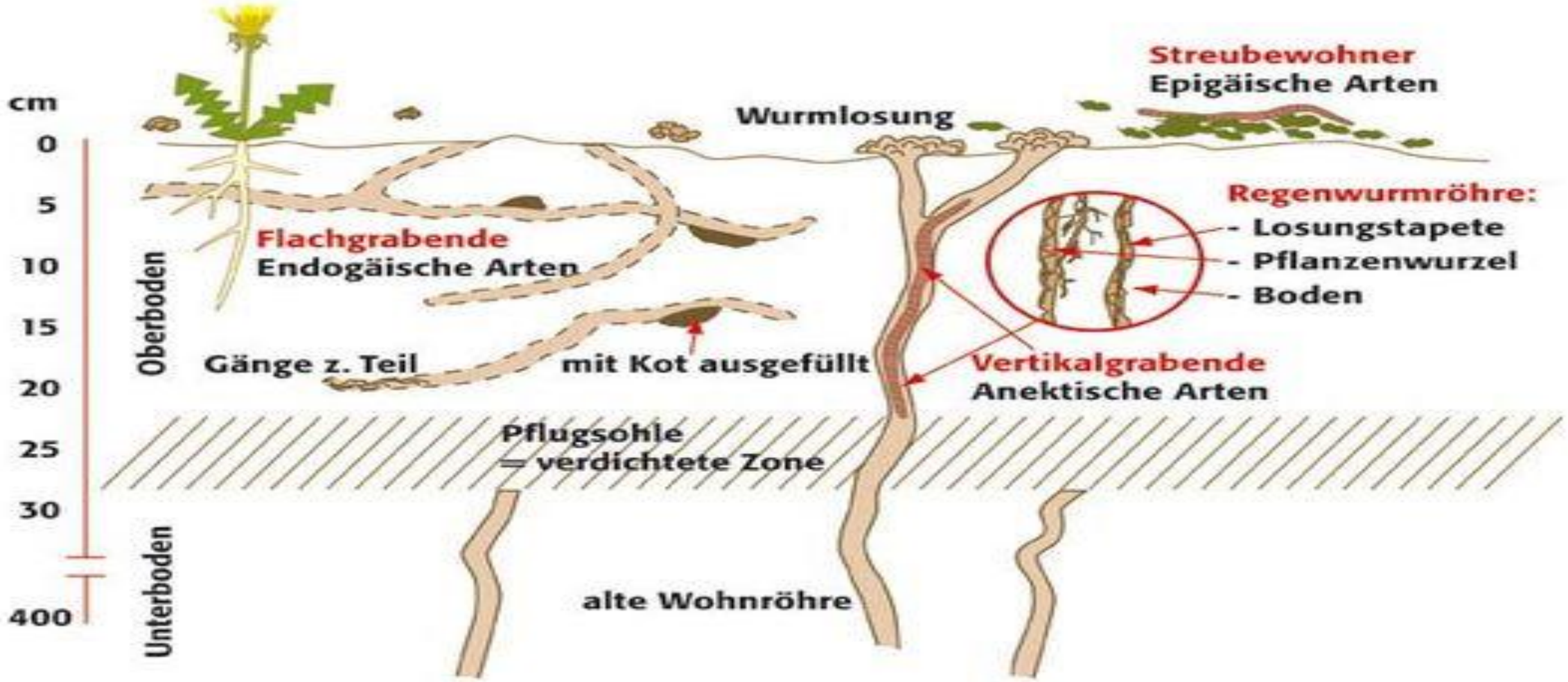
Asseln

Laufkäfer

Bayerische Akademie für
Naturschutz und Landschaftspflege
Stefan Müller-Kroehling, Wolfram Adelmann
Großlaufkäfer der Gattung Carabus in Bayern
Fotos von Ortwin Bleich
Eine Bestimmungshilfe am lebenden Tier
ANL
LWF

Maulwurfsgrille

„Regenwürmer“: 3 ökologische Gruppen



1.Streubewohnende Arten(epigäische Regenwürmer)

- klein bis mittelgroß:2 -12 cm
- dunkle Färbung
- Wald – u.Grünlandhabitate
- keine dauerhaften Röhren
- Große Bedeutung beim Streuabbau
- Vertreter:
- Roter Laubfresser, Rotwurm, Roter Waldregenwurm (Lumbricus rubellus)
- Brauner Laubfresser (Lumbricus terrestris)
- Sog.“Baumsteiger“, Dendrobaena-Arten: Köcherwurm (Dendrobaena rubida)
- Sog.“Kompostwürmer“: Eisenia-Arten: Mistwurm (Eisenia fetida); Eisenia hortensis; Eisenia andrei;

Roter Laubfresser,Rotwurm,Roter Waldregenwurm (Lumbricus rubellus)

Brauner Laubfresser (Lumbricus castaneus)

2.Flachgrabende Regenwurmarten (endogäische Regenwürmer):

- im Oberboden
- keine Pigmentierung vor UV Strahlen
- manche mit transparenter Haut,andere grau bis rötlich
- keine dauerhaften Röhren
- große Bedeutung für krümeligen Oberboden
- Vertreter:
- Großer Ackerwurm (Octolasium lacteum):gelbe Schwanzspitze,8 Borsten
- Kleiner Ackerwurm (Allolobophora chlorotica):grünlich gefärbt
- Kleiner Wiesenwurm (Allolobophora caliginosa)
- Großer Wiesenwurm (Allolobophora longa)

Kleiner Ackerwurm (Allolobophora chlorotica)

3.Tiefgrabende (anektische)Regenwurmarten: „Vertikalbohrer“

- 30 bis 60 cm
- Vorderteil ist dunkel gefärbt
- Vertreter:
- Badischer Riesenregenwurm (Lumbricus badensis): 30 bis 60 cm lang,im Schwarzwald unter Fichtenbeständen
- Gemeiner Regenwurm,Tauwurm (Lumbricus terrestris): bekannteste u.sehr bedeutende Art; bis 30 cm

Badischer Riesenregenwurm (Lumbricus badensis)

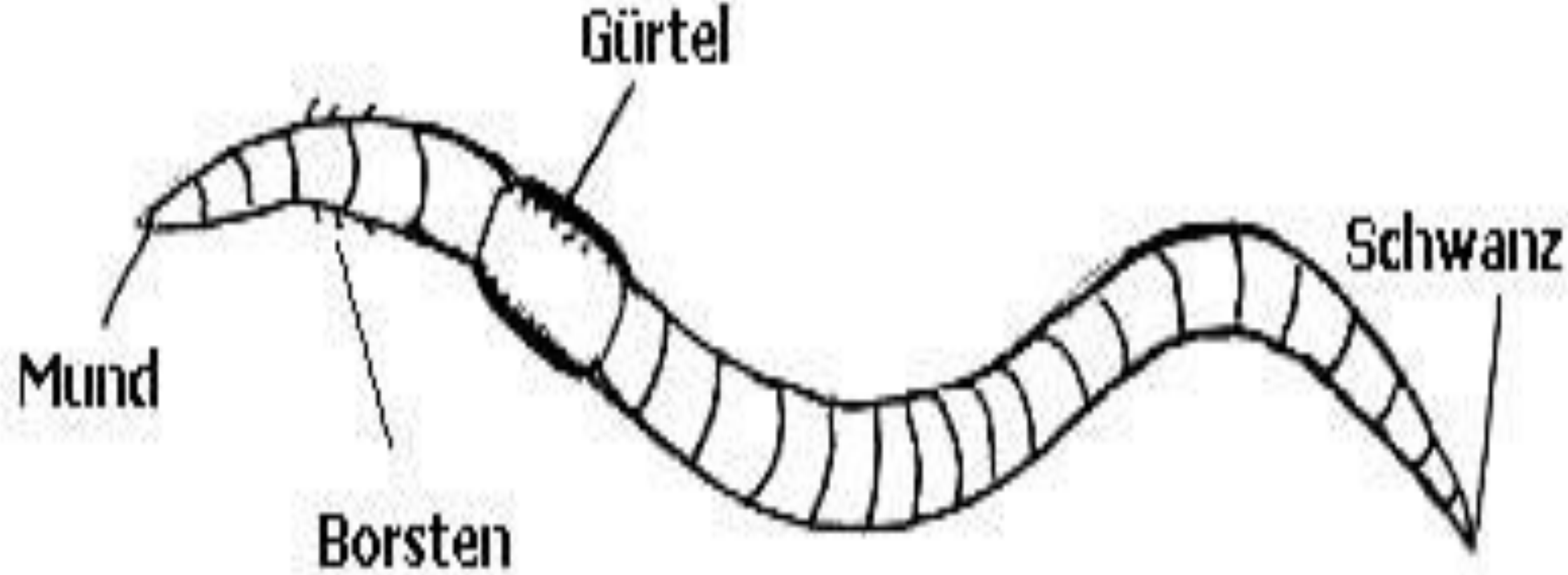
Gemeiner Regenwurm,Tauwurm (Lumbricus terrestris)

Biologie des „Regenwurms“:

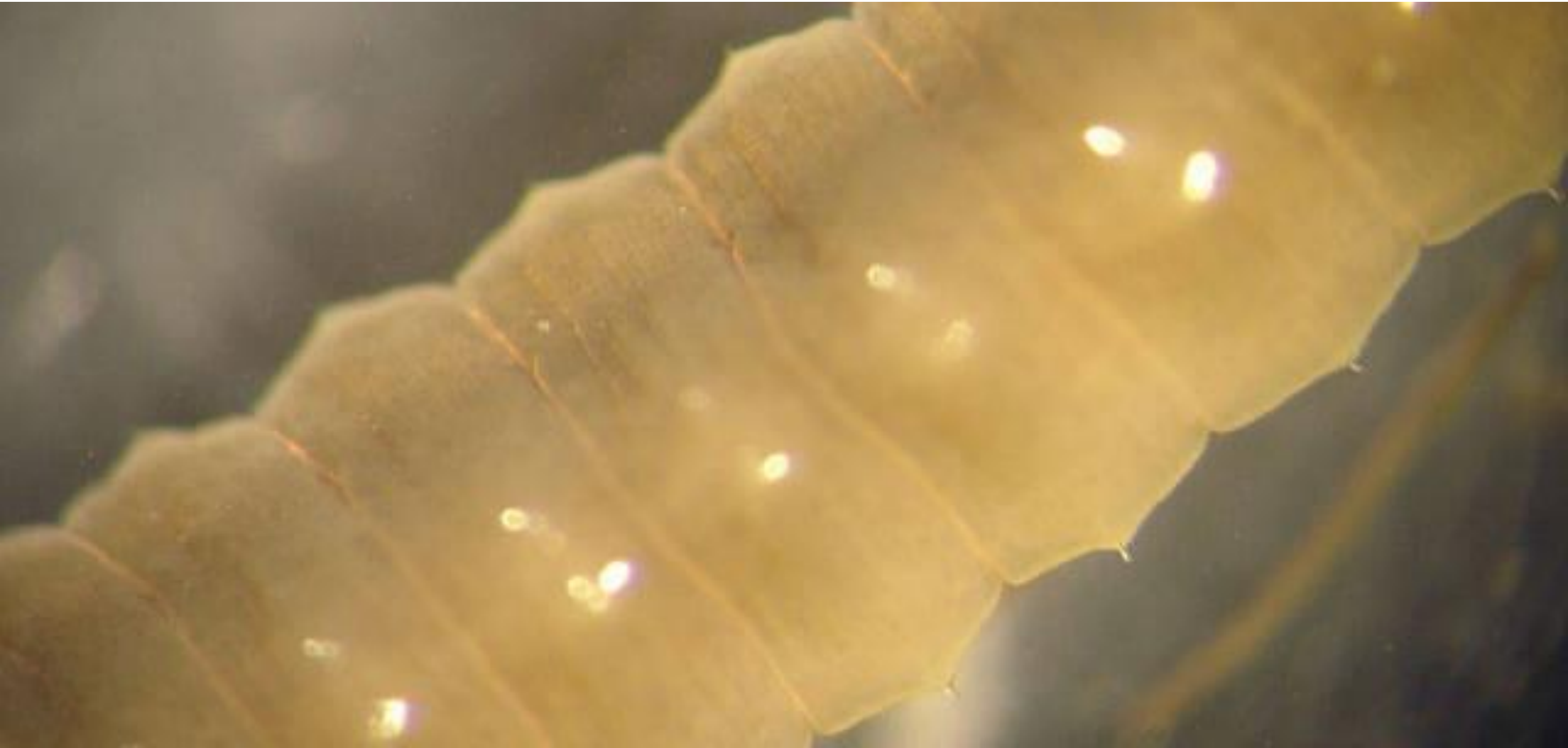
- 1 bis 3 Mio Regenwürmer in 1ha Grünland
- Lebensdauer 2 bis 8 Jahre
- pro Jahr nur 8 sog.“Kokons“ =Regenwurmeier
- Hauptaktivität: März u. April und September u. Oktober
- Sommerschlaf bei Trockenheit und Winterruhe
- Wanderung pro Jahr nur 10 bis max. 20 Meter
- Bodenlüftung, Bodenverjüngung, Bodenhygienisierung
- Förderung des Wurzelwachstums
- Verbesserung der Wasseraufnahme
- Bis 150 Gänge/m^2 oder 900 Meter Röhren/m^2 und 1 Meter Tiefe in ungepflügtem Boden

- in Lössboden bis 3 Meter Tiefe Grabtätigkeit
- In Schwarzerde bis 6 Meter Tiefe Grabtätigkeit
- pro Jahr Verarbeitung bis 6 t totes organisches Material
- im Wald Verarbeitung bis zu 9 t totes organisches Material
- 40 bis 100 t Kot pro ha u.Jahr :Dies sind wervolle Ton-Humus-Kolloide
- Diese Ton-Humus-Kolloide enthalten
- 5 x mehr Stickstoff
- 7 x mehr Phosphat
- und 11 x mehr Kalium als die umgebende Erde

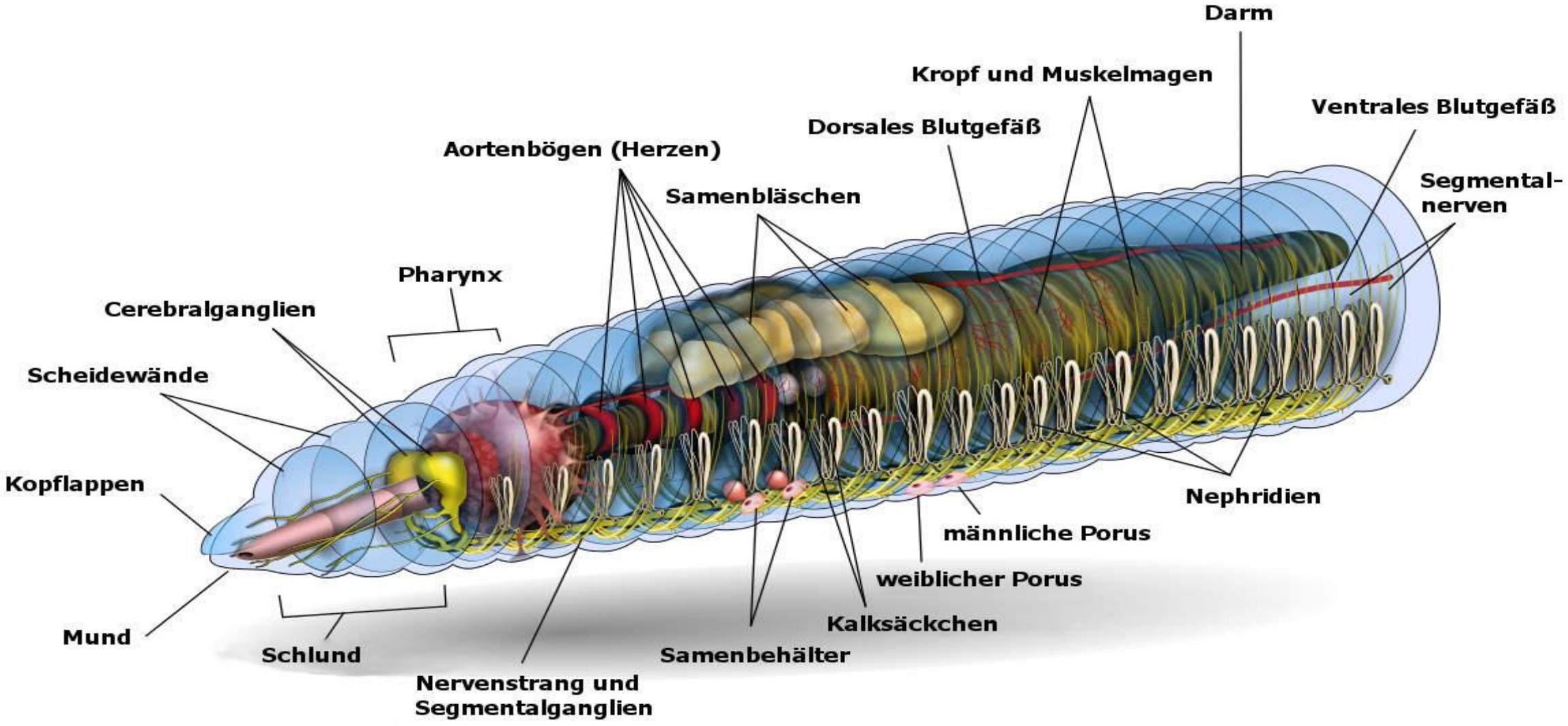
Regenwurm von aussen



Borsten an den Segmenten



Körperbau des Regenwurms

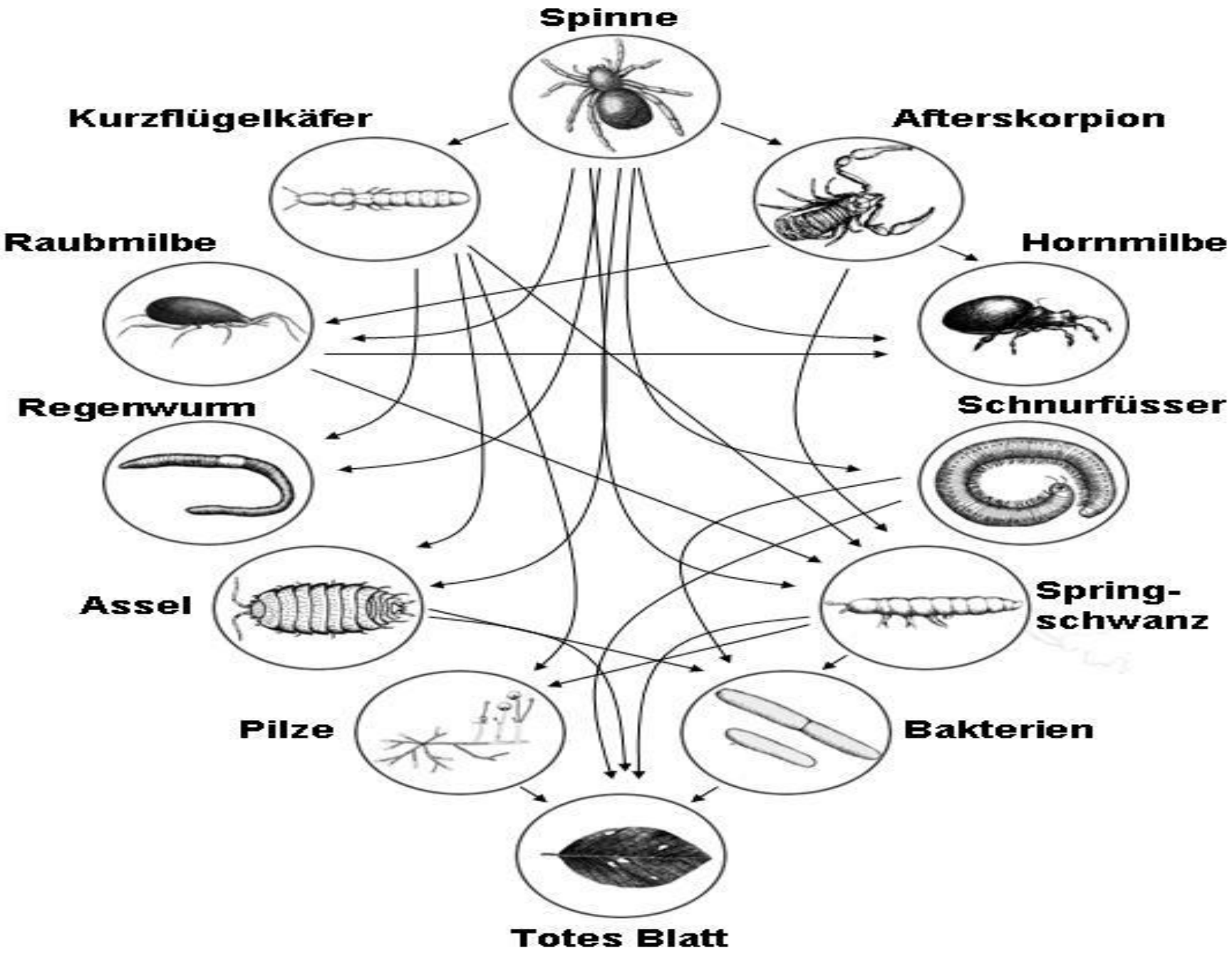


Fortpflanzung

Regenwurmkokon

Maulwurf

Wühlmaus ,Schermaus


Spinne
Kurzflügelkäfer
Afterskorpion
Raubmilbe
Hornmilbe
Regenwurm
Schnurfüsser
Assel
Spring-
schwanz
Pilze
Bakterien
Totes Blatt

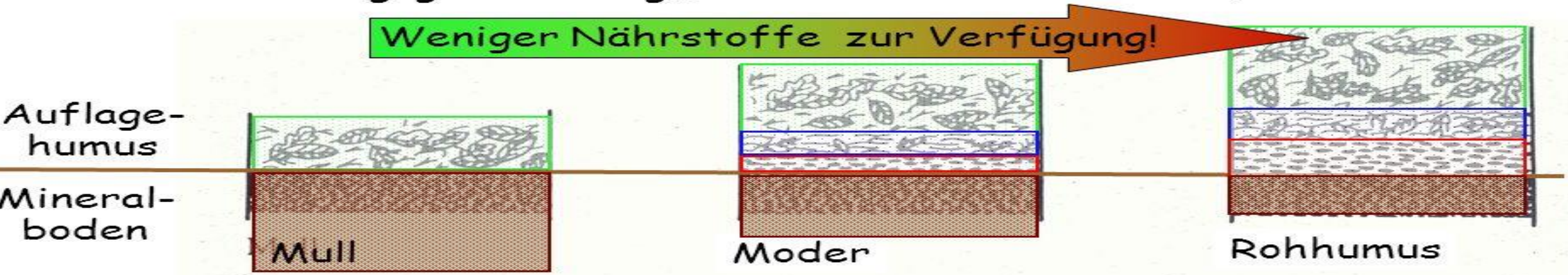
4.3.2.2 Formen des Dauerhumus

die Humusformen im Wald

ergänzen Sie die Abbildung im Buch S. 42

Wie unterscheiden sich die Humusformen?

Die Umsetzungsgeschwindigkeit beim Humus nimmt ab !



L Laub- und Nadelauflage nicht zersetzt

O_f Auflage von sich zersetzenden Pflanzenresten oft verklebt und von Pilzfäden durchzogen

O_h Auflage stark zersetzter organischer Substanzen Struktur von Pflanzenresten nicht erkennbar

A_h humoser Horizont des Mineralbodens

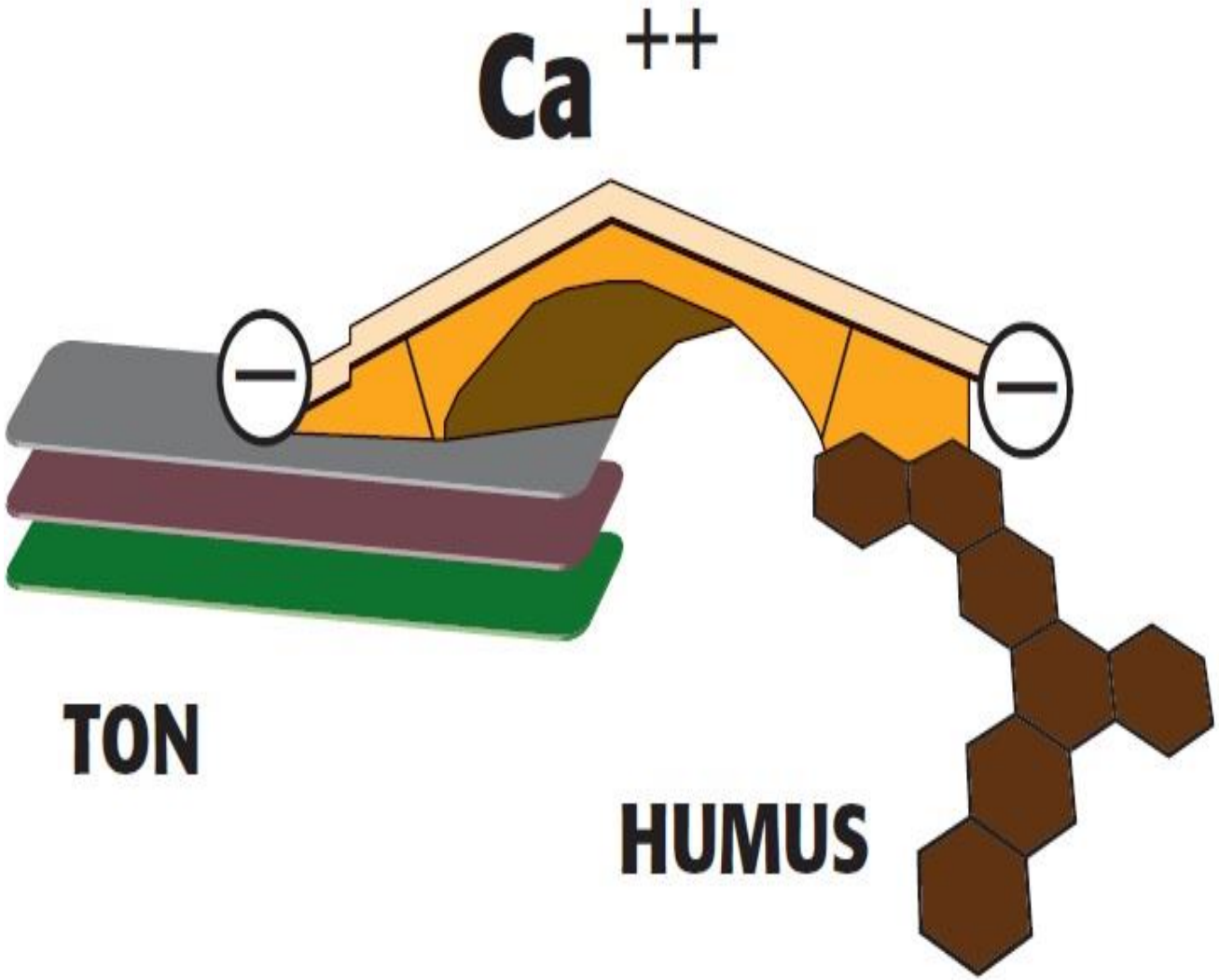
Abb. 51. Humusformen

4.3.2.3 Huminstoffe

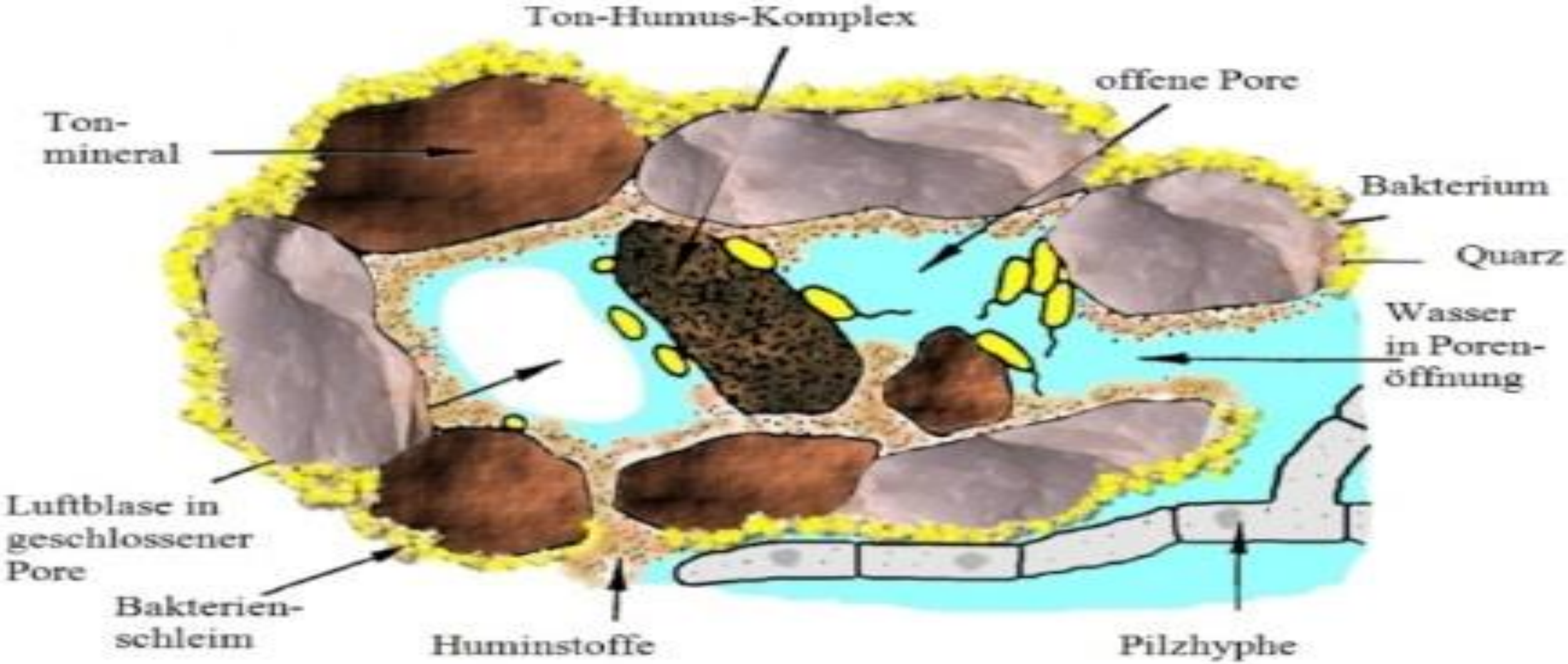
	Huminstoffe		
	Fulvosäuren Fulvate	**Huminsäuren** Humate	**Humine**
		Sphärokolloide	
Polymerisationsgrad	niedrig →		→ hoch
Farbe	gelb- bis rotbraun	braun bis schwarz	schwarz
C (%)	45 →		→ >60
N (%)	0,5 – 2 →	→ 3 – 8	n.b.
Säurecharakter	stark ←		← schwach
Wasserhalte- und Adsorptionsvermögen	gering →	→ hoch ←	← gering
Mobilität im Boden	stark ←		← schwach
Entstehung	vorw. chemisch	vorw. biotisch	durch Alterung von Fulvaten u. Humaten
Vorkommen	vorw. in sauren, nährstoffarmen Böden mit geringer biotischer Aktivität	vorw. in schwach sauren bis neutralen, nährstoffreichen Böden mit hoher biotischer Aktivität	in allen Böden

4.3.3 Der Ton – Humuskomplex: “Ton ,Humus und Calcium machen die Musik“

	Mineralische Substanz des Bodens	Organische Substanz des Bodens
Ausgangsmaterial	Gesteine, Minerale	Abgestorbene Pflanzen und Tiere
Abbauprozesse	Verwitterung	Verwesung, Zersetzung
Aufbauprozesse	Mineralneubildung	Humifizierung
"Sekundäre" Neubildungen	Tonminerale, Oxide, Hydroxide	Huminstoffe
Lebendverbauung	Ton-Humus-Komplexe	



4.3.3.1 Die „Lebendverbauung“ beim Ton - Humuskomplex



Der Regenwurm als wertvollster Bodenverbesserer
Regenwurmkot besteht aus hochwertigen Ton-Humuskolloiden in Lebendverbauuung

4.3.4 Kohlenstoff/Stickstoffverhältnis (C/N-Verhältnis)organischer Materialien

Pflanzenmaterial	C / N - Verhältnis
Mistkompost	10:1
Rasenschnitt	12 – 20 : 1
Reine Gemüseabfälle	13 : 1
Stallmist	20 – 30 : 1
Schilf	20 – 60 : 1
Schwarztorf	30 : 1
Rindenhumus	30 : 1
Laub	40 – 50 : 1
Weißtorf	50 : 1
Kiefern – und Fichtenstreu	50 : 1
Stroh	50 – 125 : 1
Sägemehl	500 : 1

- Ist das C/N-Verhältnis weit, d.h. besteht ein Pflanzenteil aus sehr viel Kohlenstoff und wenig Stickstoff (C/N größer als 25) kommt es i.d.R. zur Dauerhumusbildung.

- Bei engem C/N-Verhältnis erfolgt eine schnelle Mineralisierung

Laubhaufen 1,5 Meter hoch und 2 Meter Durchmesser

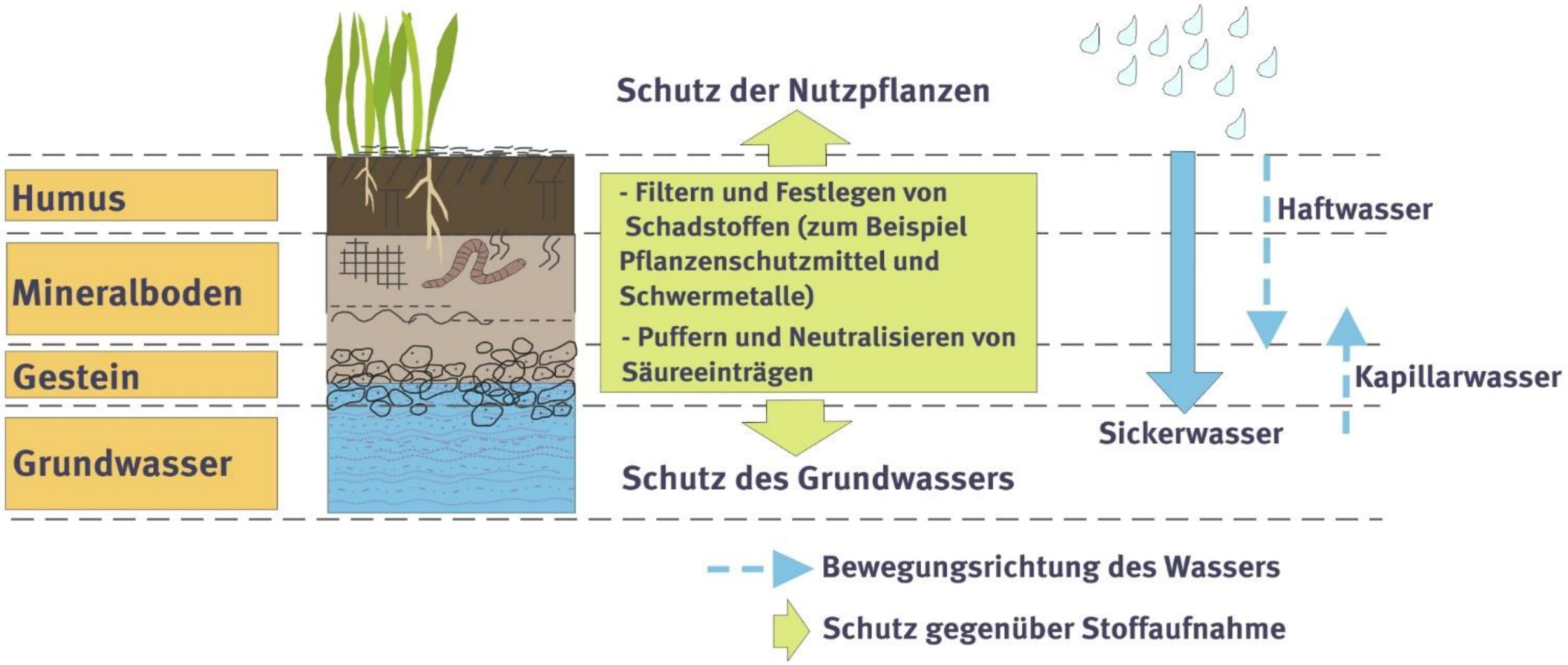
Links:nach 1 Jahr rechts:nach 2 Jahren

Natürliche Laubmulchschicht: Rechts bei pH 7,0

Lebendverbauung,Ton-Humus-kolloide;Schattengare

4.4 Das Bodenwasser

4.4.1 Formen des Bodenwassers



4.4.2 Nutzbare Wasserkapazität oder nutzbare Feldkapazität und Totwasser

- Nutzbare Wasserkapazität oder nutzbare Feldkapazität ist der teil des Haftwassers den die Wurzeln mit ihren Saugkräften entziehen können.
- Totwasser ist der stärker gebundene nicht pflanzenverfügbare Anteil

4.4.3 Beurteilung der nutzbaren Feldkapazität (nFK)

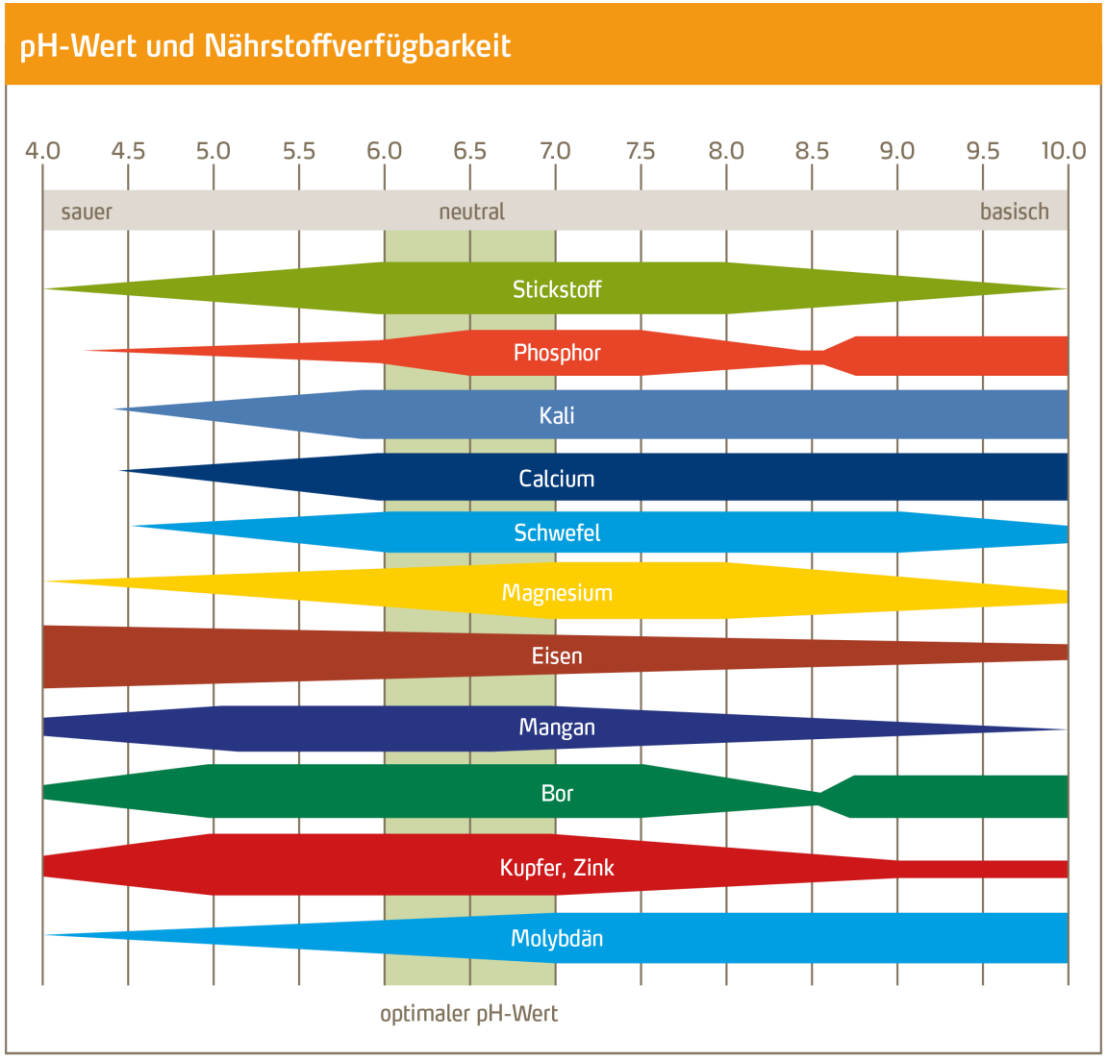
nFK Liter/m² (= mm)	Beurteilung	Beispiele
kleiner 50	sehr gering	arme Sande,flachgründige Böden
50 - 100	gering	Lehmige sande,tonigeStaunässeböden
100 - 150	mittel	Tonböden,staunasse Lößböden
150 - 200	hoch	Tiefgründige Lößböden
Größer 200	Sehr hoch	Tiefgründige,humusreiche Böden (Schwarzerden,Moore)

4.5 Die Bodenreaktion (der Säuregrad des Bodens)

- Wird durch den ph-Wert angegeben
- pH: Abkürzung für lat. Pondus hydrogenii= Gewicht des Wasserstoffs bzw. die Wasserstoffionenkonzentration der Bodenlösung.
- pH7= 10^{-7}g H^{+} / Liter

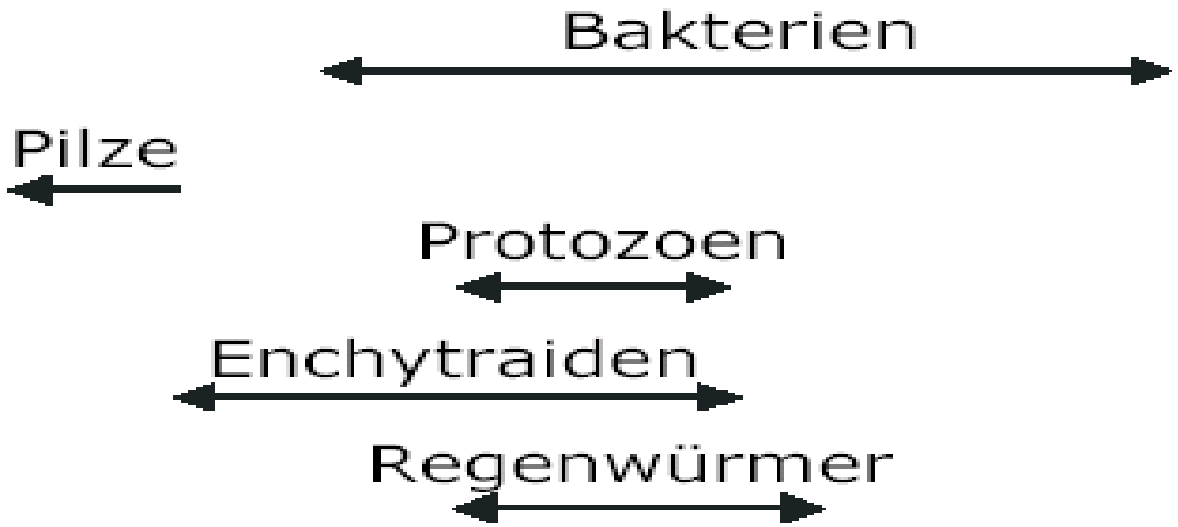
pH – Einstufung der Böden	
pH - Zahl	Bodenreaktion
größer 7,20	alkalisch
6,51 – 7,20	neutral
5,51 – 6,50	schwach sauer
4,51 – 5,50	sauer
Kleiner 4,50	stark sauer

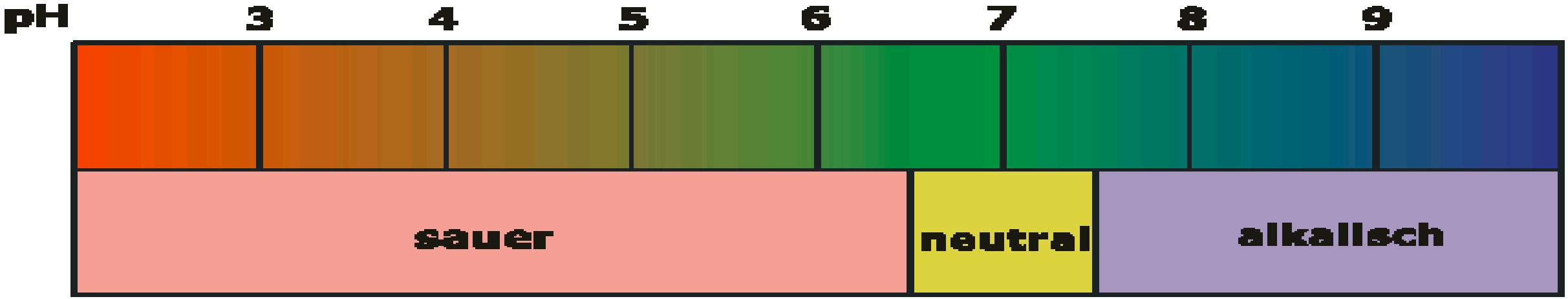
4.5.1 Einfluss des pH-Wertes auf die Verfügbarkeit von Nährstoffen,Gefügestabilität u. biologische Aktivität



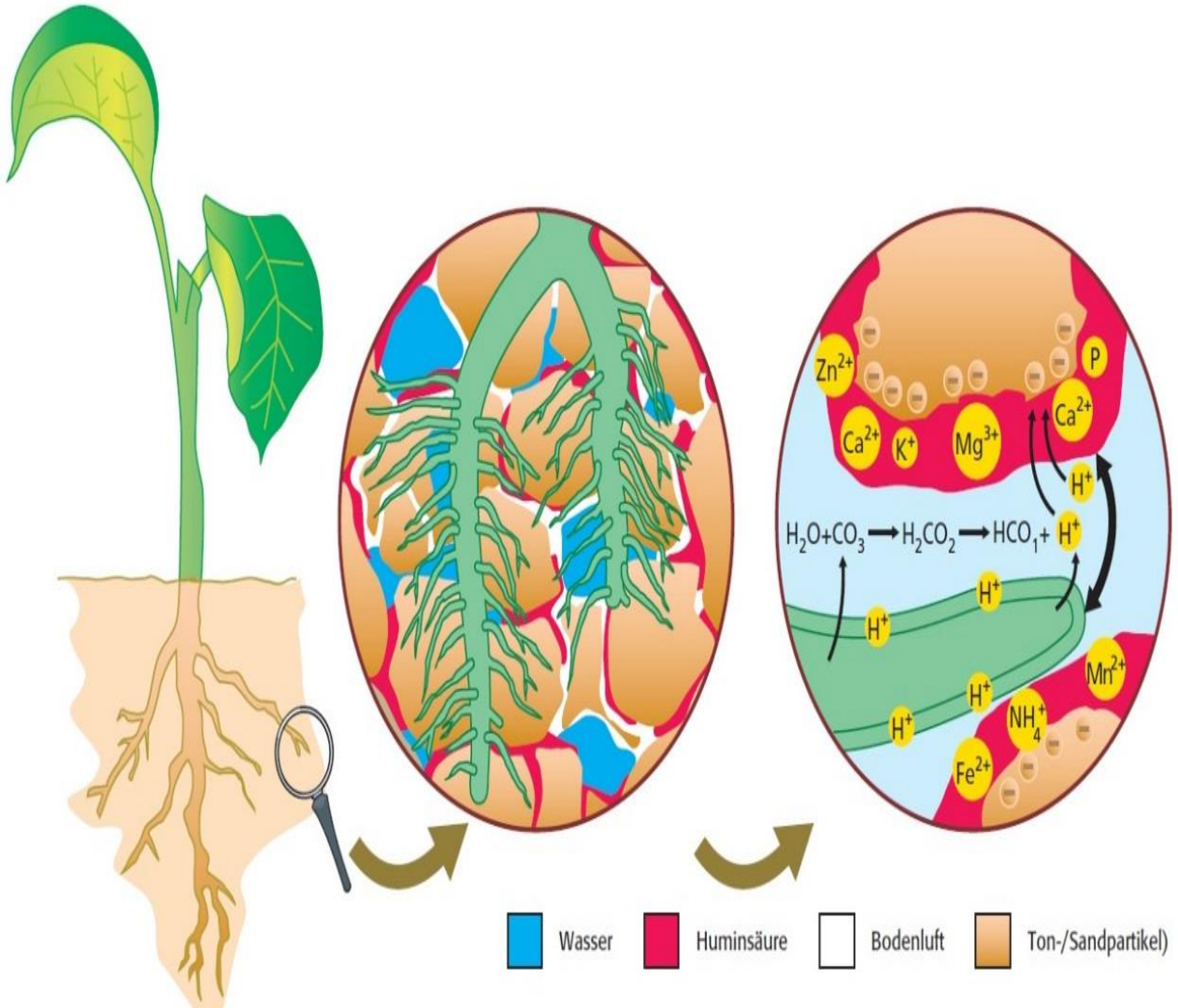
4.5.1.1 pH-Wert und Bodenleben

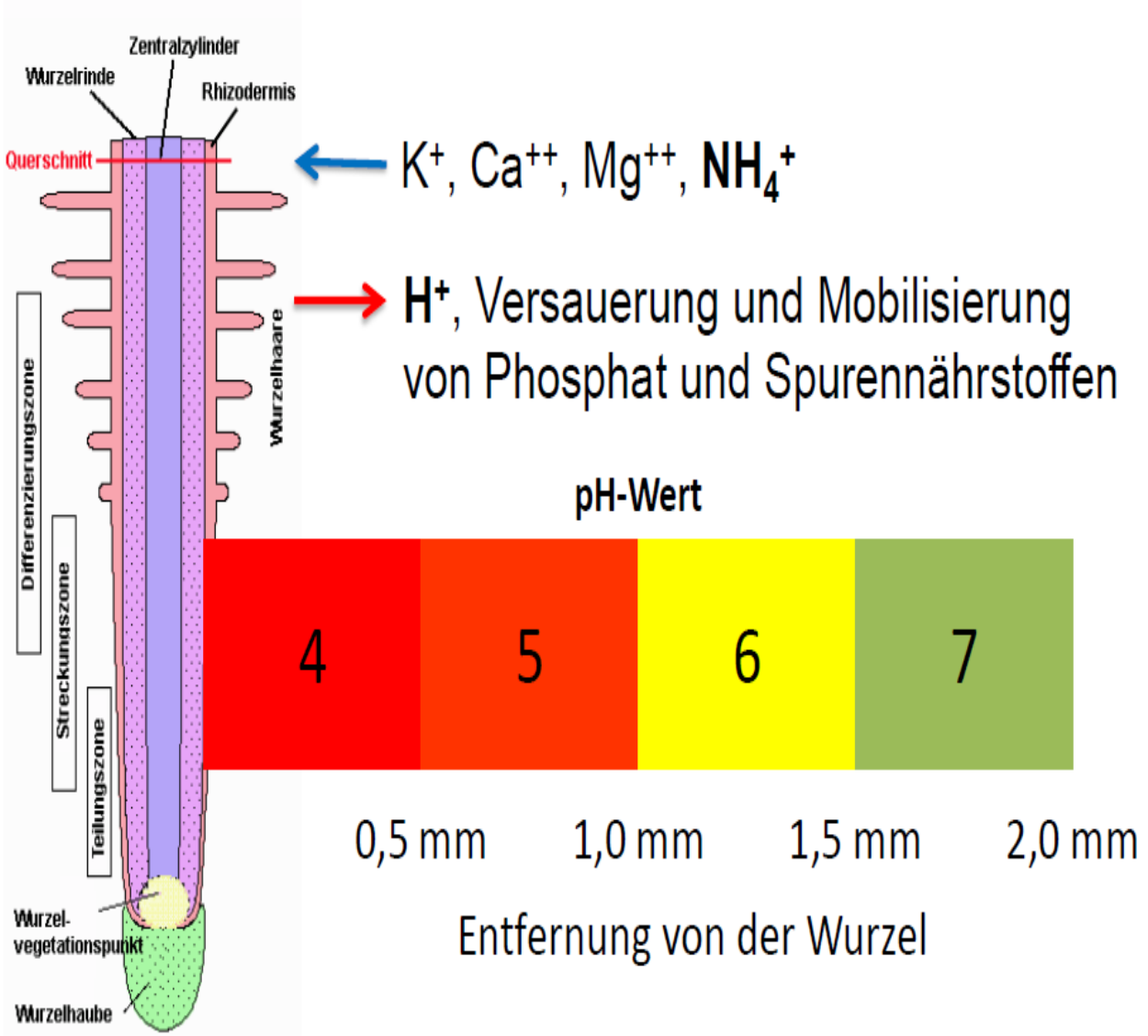
Bakterien	6 – 9
Pilze	<5,5
Protozoen	6,5 – 7,5
Enchytraiden	5,5 – 7,5
Regenwürmer	6,5 – 8,0





4.5.2 pH-Wert ,Wurzelspitzen und Nährstoffaufnahme





4.5.2.1 Austauschkapazität,Basensättigung, Pufferung

- Eine der wichtigsten Eigenschaften des Bodens ist seine Fähigkeit Nährstoffionen festzuhalten,zu sorbieren und bei Bedarf wieder abzugeben.

Hauptträger für die Sorption sind die Tonminerale und die Huminstoffe.

Austauschkapazität oder Austauschkapazität für Kationen (KAK,früher T-Wert) ist die Gesamtmenge an Ionen,die ein Boden austauschbar gebunden hält.

Wichtige austauschbare Kationen neutraler bis alkalischer Böden sind: Calcium,Magnesium,Kalium und Natrium (basische Kationen, „Basen“).

Ihre Summe wird als S-Wert bezeicnet.

Ihr prozentualer Anteil an der AK bezeicnet man als Basensättigung oder V-Wert.

- Eintauschstärke und Haftfestigkeit der einzelnen Kationen steigen in Abhängigkeit von Wertigkeit und Ionendurchmesser in der Reihenfolge:

  Natrium < Kalium < Magnesium < Calcium

In Böden neutraler bis schwach saurer Reaktion nehmen Calcium über 70% und mit Magnesium zusammen über 80% der Austauschplätze ein!

Die Austauschkapazität für Kationen wird angegeben in Milliäquivalenten (mval) je 100 g Boden.

Die Umrechnung in absolute Gewichtsmengen erfolgt nach der

Formel: mval = Atom-oder Molekulargewicht : Wertigkeit

- Beispiele:

  1 mval H = 1:1 = 1 mg H (H hat Atomgew.1 u. ist 1-wertig)

  1 mval Ca = 40:2 = 20 mg Ca (Ca hat Atomgew. 40 u. ist 2-wertig)

  1 mval Mg = 24:2 = 12 mg Mg (Mg hat Atomgew. 24 u. ist 2-wertig)

  1 mval K = 39:1 = 39 mg K (K hat Atomgew. 39 u. ist 1-wertig)

Das heißt:

Zum Umtausch von 1 mval (= 1 mg) H benötigt man 20 mg Ca

oder 12 mg Mg oder 39 mg K

- **<u>Pufferung, Puffervermögen oder Pufferkapazität des Bodens</u>**:

  ist die begrenzte Fähigkeit des Bodens seinen Säuregehalt selbst „einzustellen“.

<u>Funktionsweise:</u>

1. **<u>Kalkpuffer</u>**: bei Böden mit natürlich hohem Kalkgehalt bzw. regelmäßiger Kalkung

   - pH über 6,2
   - Kalk als Puffer
   - optimale Lebensbedingungen für das Bodenleben
   - rasche Umsetzung der Streu

2. **<u>Silikatpuffer</u>**: setzt ein, wenn der Boden von Natur aus kalkarm ist und keine regelmäßige Kalkung stattfindet.

- pH zwischen 6,2 bis 5,0
- Silikate fungieren als Puffer
- es erfolgt Freisetzung von Pflanzennährstoffen (Ca, Mg,K)

Das Puffervermögen ist jedoch hier begrenzt,da die Silikate hierbei langsam aufgelöst werden!

Ohne den vom Menschen verursachten sauren Regen wäre dieser pH-Bereich in Mitteleuropa vorherrschend.

3. **Austauscherpuffer**: im Gegensatz zu den ersten beiden Puffersystemen werden die Säuren nicht mehr völlig neutralisiert

- pH zwischen 5,0 bis 4,2
- die Bodenkolloide fungieren als Puffer
- Verdrängung und Auswaschung von Pflanzennährstoffen
- Humusform ist Moder

4. Ist das *System des Austauscherpuffers* erschöpft fällt der pH-Wert!

Unterhalb von pH 4,2 gehen giftige Aluminiumionen und andere Schwermetalle in Lösung!

4.5.3 Warum versauert ein Boden? Bodenversauerung entsteht durch:

- Bodenatmung
- Nährsalzaufnahme
- Huminsäuren
- Physiologisch saure Dünger
- Nitrifikation
- Luftschadstoffe (saurer Regen)

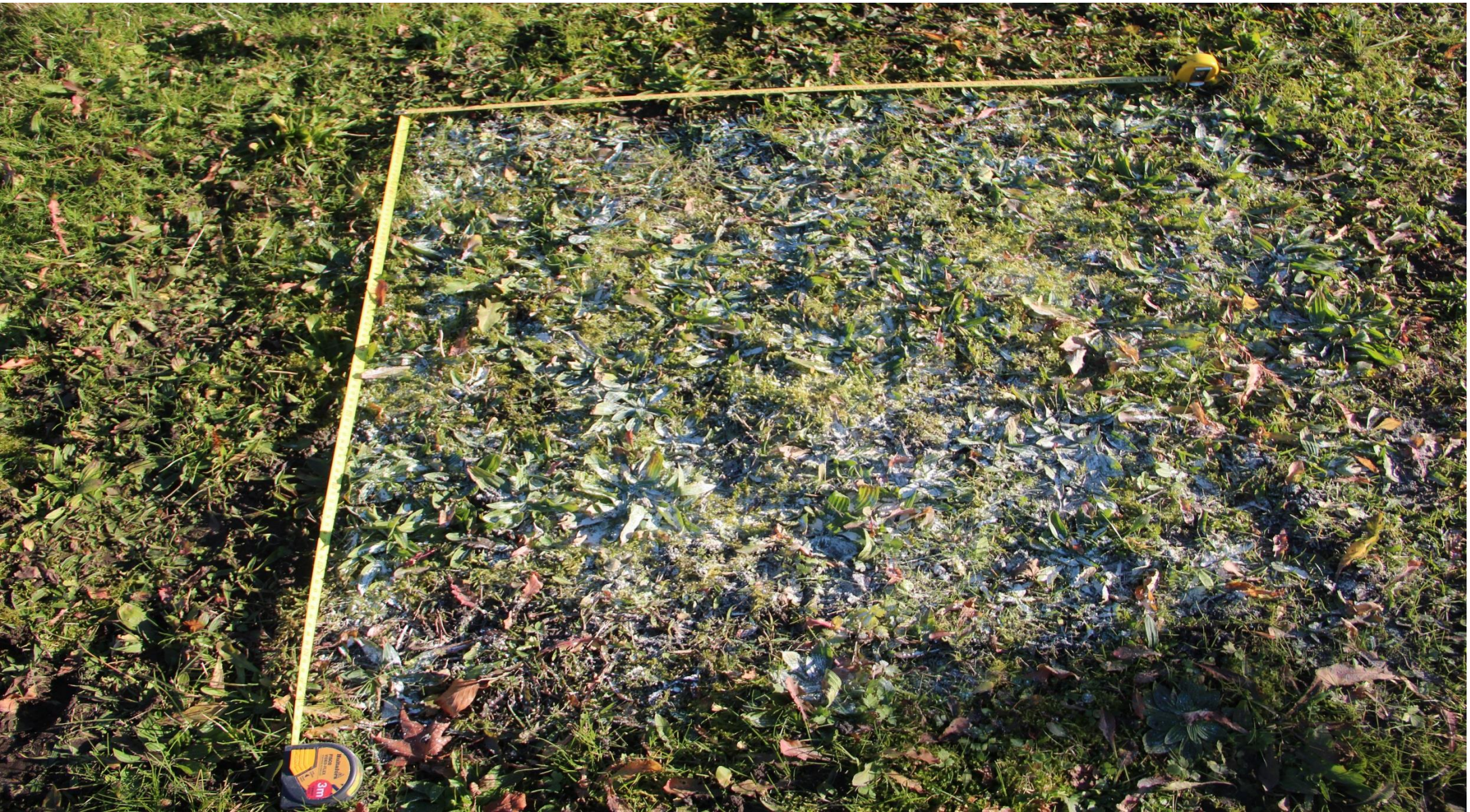
4.5.3.1 pH – Werte von Niederschlägen

Region / Jahreszeit	pH - Wert
ländliche Regionen	4,1 bis 4,5
Ballungsgebiete (Ruhrgebiet)	3,9
Winterhalbjahr (Heizperiode)	bis unter 3,5
Sommerhalbjahr	über 4,5

4.5.4 Negative Folgen der Bodenversauerung

- Beschleunigte Nährsalzauswaschung
- Geringeres Angebot an Hauptnährstoffen
- Schädigung des Bodenlebens
- Zerstörung der Bodenstruktur
- Freisetzung von giftiger Aluminium-Ionen u. anderer Schwermetalle
- Vergiftung von Mykorrhiza-Pilzen
- Baum – u. Waldsterben
- Gefährliche Schadstoffe in pflanzlicher Nahrung für Tier und Mensch

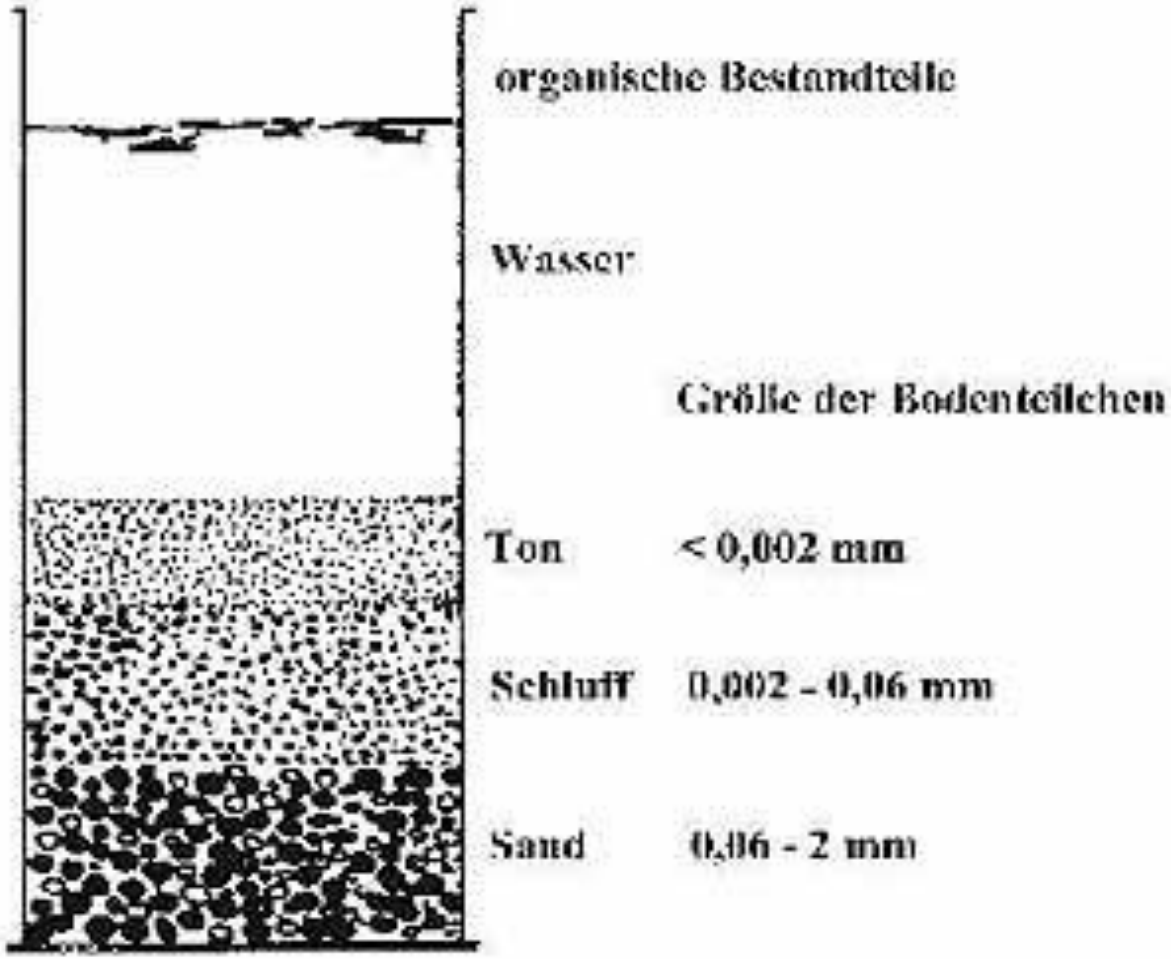
Nie mehr als 100 g Magnesium-Branntkalk pro m² Erdboden auf einmal ausbringen!



5. Boden untersuchen

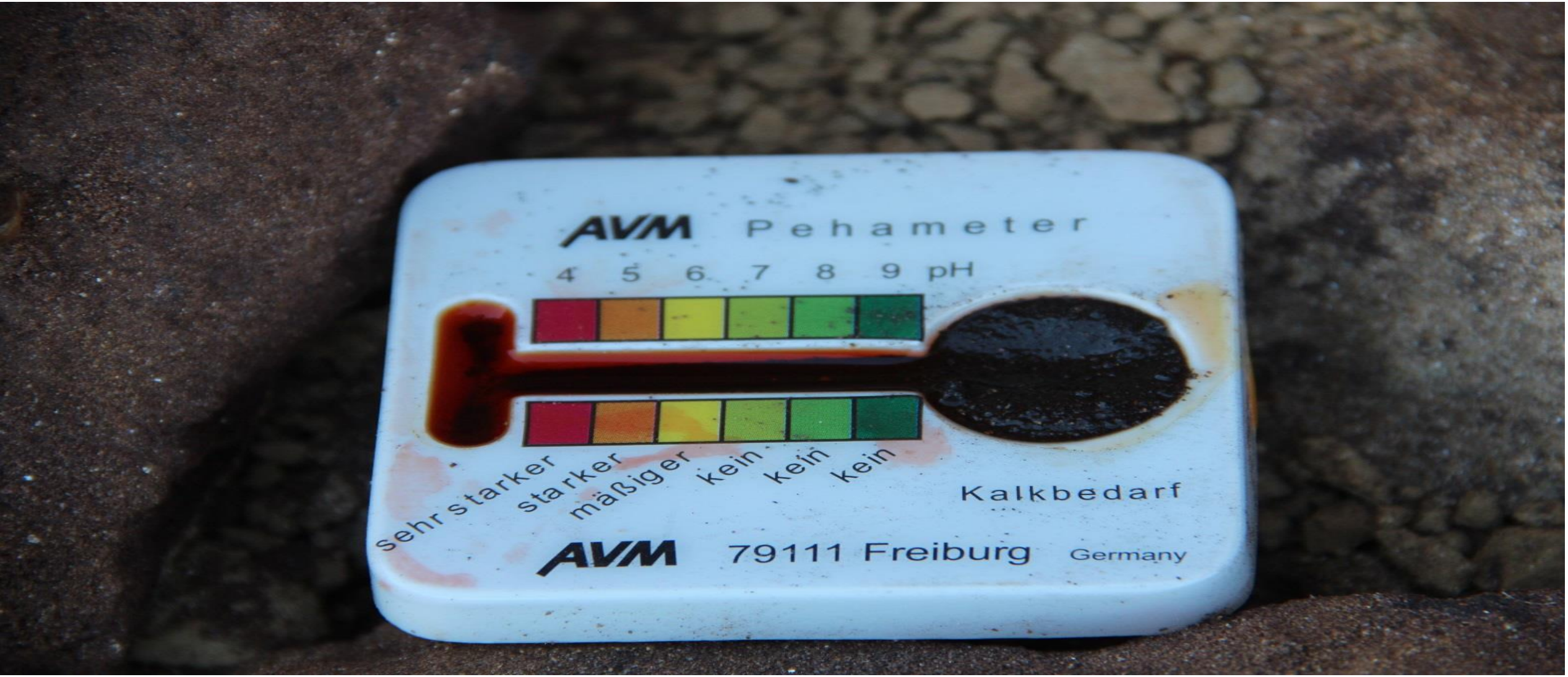
5.1 Die „Finger – und Rollprobe“

5.2 Schlämm –oder Sedimentationsprobe



5.3 Spatendiagnose mit dem Görbing-Spaten

5.4 pH-Messung mit Bodentestsets: z.B. „Hellige Pehameter“



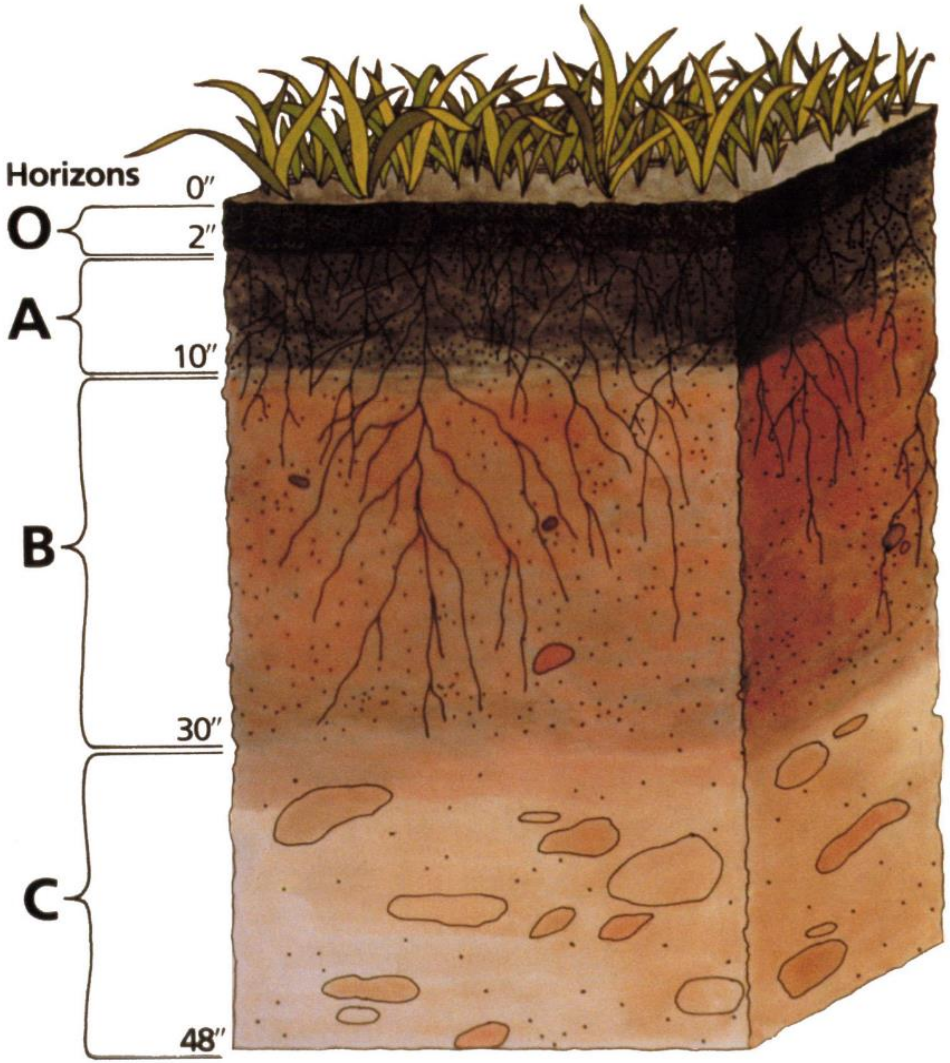
- 5.5 **<u>Chemisch – physikalische Untersuchung im Labor:</u>**

- sog.Grunduntersuchung (Standartuntersuchung) auf pH-Wert, P, K, und Mg
- wichtig ist eine Mischprobe,pro 100 m^2 an 5 bis 10 Stellen je eine Einzelprobe entnehmen
- 60 cm Einstichtiefe (2 Spatenlängen) bei Gehölzen
- 30 cm bei Gemüse,Staudenpflanzungen,Grünland
- alle entnommenen Einzelproben gesondert nach Kultur in einem Kübel gut durchmischen
- davon pro Kultur 500 g in einen beschrifteten Spezialbeutel füllen und an das entsprechende Labor einsenden.

6. Bodenaufbau (Bodenprofil) und Bodentypen

- Bodenprofil:

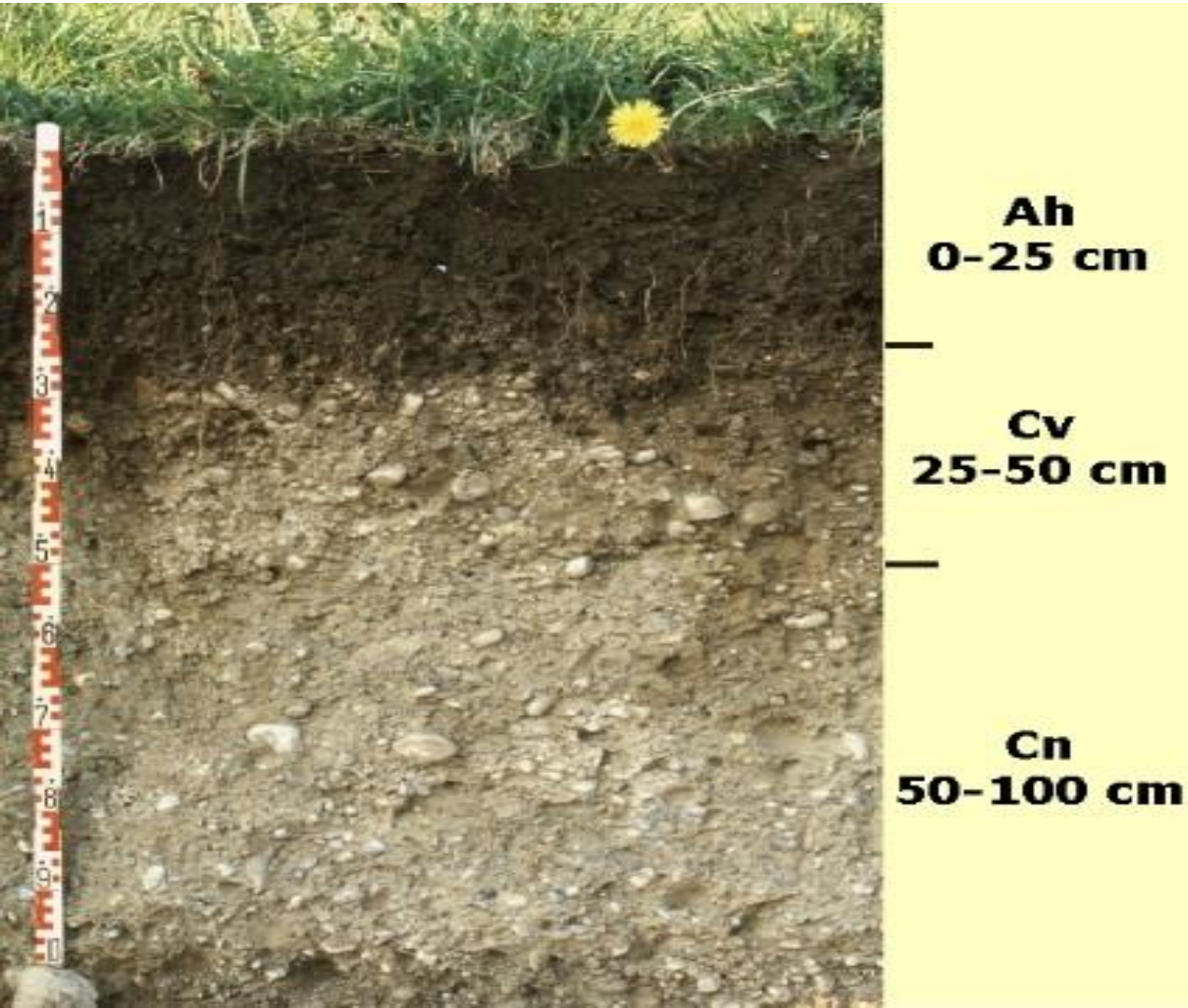
  gräbt man ein Loch in einen Boden, kann man verschiedene Horizonte unterscheiden. Diese seitliche Ansicht des Bodens nennt man Bodenprofil.



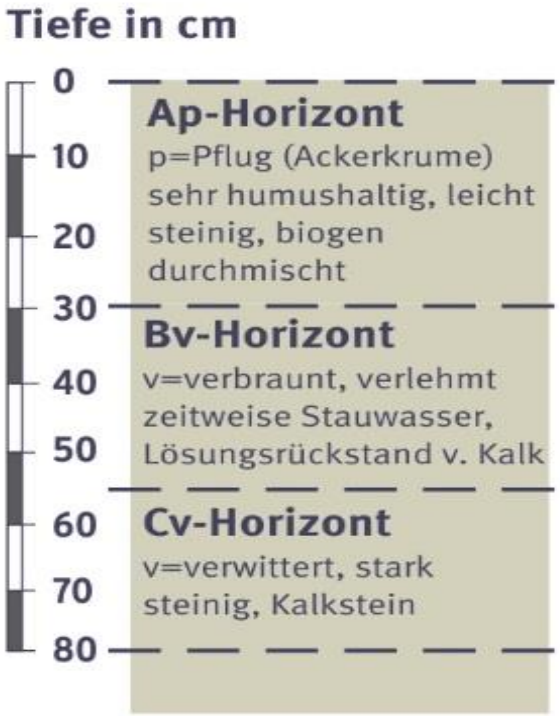
Ein *Bodentyp* ist gekennzeichnet durch
eine ***typische Abfolge*** und durch **typische Merkmale** seiner **Horizonte**.
Böden mit **gleicher Horizont-Abfolge** befinden sich im gleichen **Entwicklungszustand** und bilden einen **bestimmten Bodentyp**

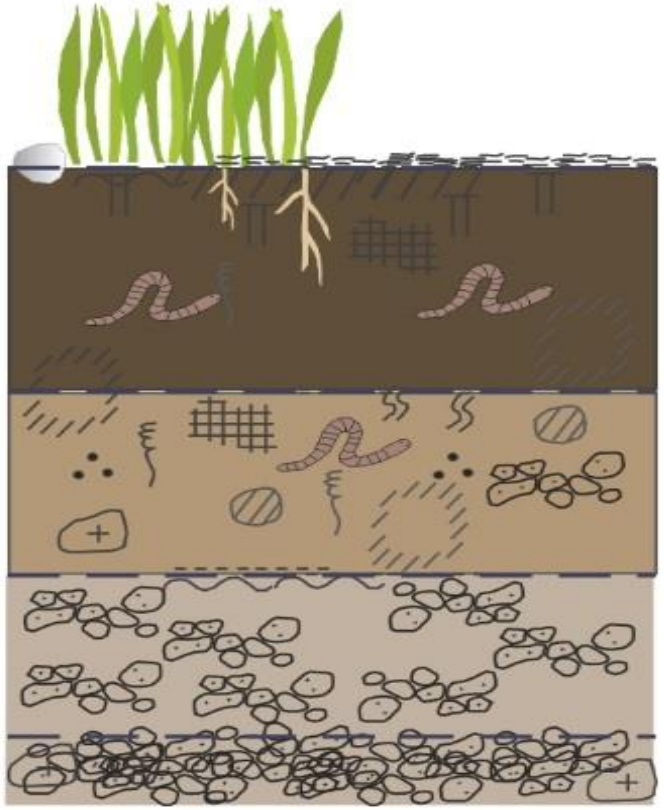
Rechts ein stark versauerter **Podsol („Waldbleicherde“) über Mergelsand**
im Landkreis Dachau

6.1 Pararendzina auf Geschiebemergel im Landkreis Dachau



6.2 Braunerde auf Kalkstein





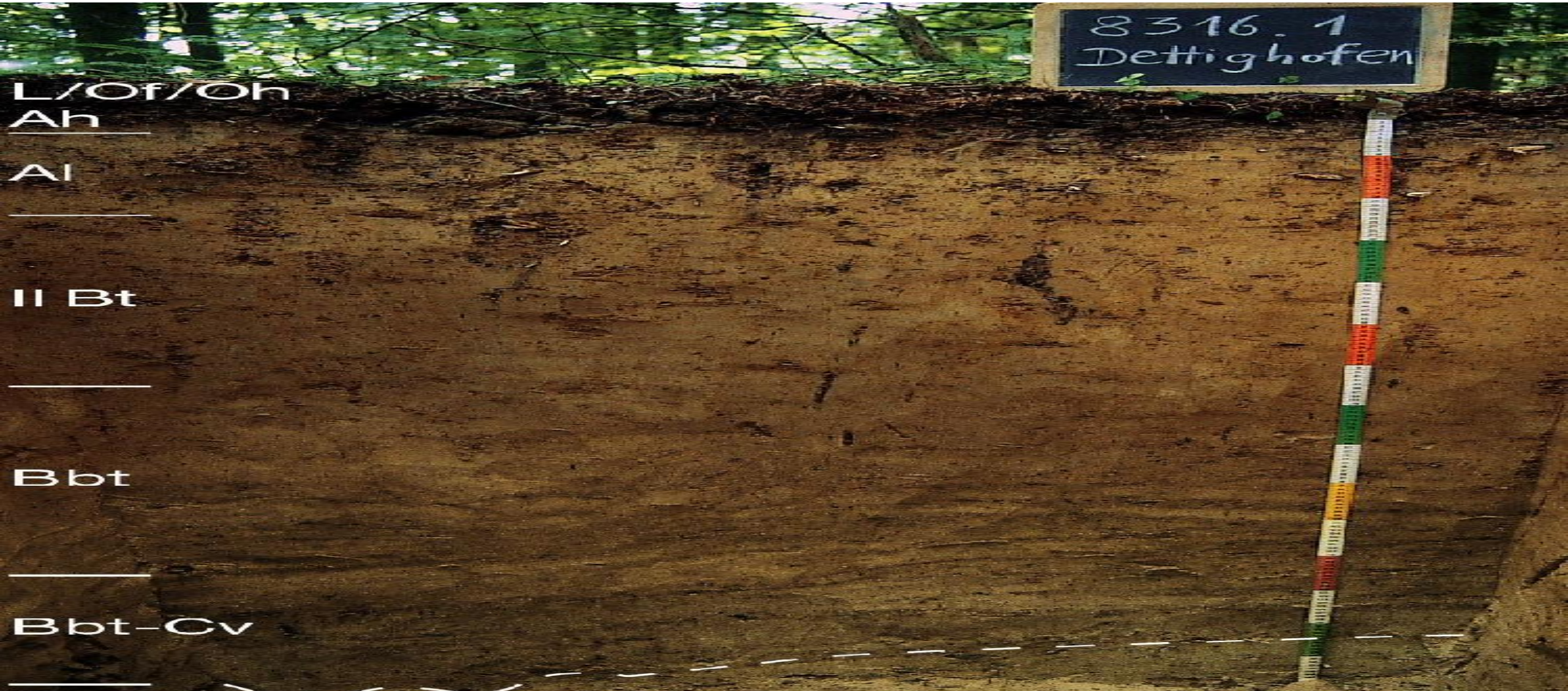
Bodentyp: Braunerde; Ausgangsgestein: Kalkstein

A-Horizont: Oberboden

B-Horizont: Unterboden mit Besonderheiten: T (Lösungsrückstand von Kalkstein)
S (Stauwassereinfluss)

C-Horizont: Untergrund

6.3 Parabraunerde auf Molassesand



6.4 Pseudogley auf Keuperlößlehm (Regen-Stauwasserboden)

6.5 Pelosol- Pseudogley auf Löss

6.7 Hortisol (Gartenboden)

6.6 Gley (Stauwasserboden)

7. Bodenbearbeitung:
7.1 Grundbodenbearbeitung im Herbst

Ziele	Arbeitsgänge	Ergebnis	Arbeitsgeräte
Frostgare	Lockern	Eindringen von Luft u. Feuchtigkeit	Pflug
Speichern der Winterfeuchtigkeit	Wenden	Wurzelraumvergrößerung	Spatenmaschine
		Einarbeiten von Beikraut und Ernteresten	Schwergrubber
			Spaten
			Grabegabel
			(Fräse)

7.2 Oberflächenbearbeitung in Frühjahr

Ziele	Arbeitsgänge	Ergebnis	Arbeitsgeräte
Bearbeitungsgare	Einebnen und Zerkleinern der Schollen (Krümeln)	schnelles Abtrocknen	Fräse
Saat- bzw.Pflanzbettbereitung	flache Lockerung	Feine Krümelung der Oberfläche (Saatbett)	Eggen
	Rückverdichten (Bodenschluss)	Bodenschluss zur kapillaren Wassernachlieferung	Feingrubber
			Walze
			Packer
			Rechen
			Krail

7.3 Oberflächenbearbeitung im Sommer

Ziele	Arbeitsgänge	Ergebnis	Arbeitsgeräte
Schattengare	Flache Lockerung	Beikrautbekämpfung	Handhacke
		verminderte Verdunstung	Hackmaschine
		erleichterte Wasseraufnahme	Reihenhackfräse
		Einarbeiten von Dünger	Reihenhackbürste
			Motorhacke
			Egge

Bodenschonende ,regenwurmschonende Bodenlockerung mit der „grelinette“, „Biograbegabel“

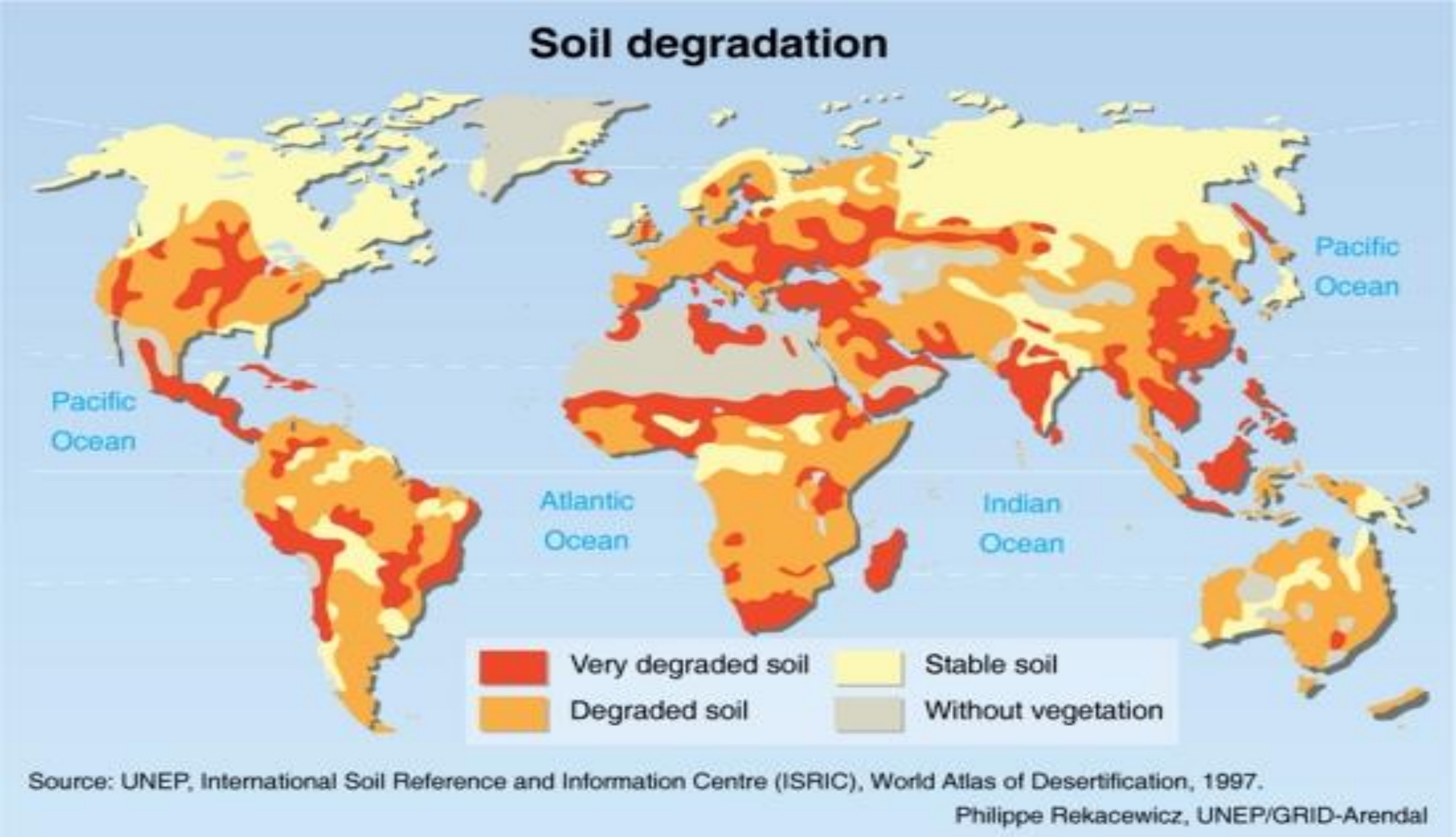
7.4 Tiefenlockerung

Ziele	Arbeitsgänge	Ergebnis	Arbeitsgeräte
Tiefenlockerung	Aufbrechen von Verdichtungshorizonten unterhalb der Krume	Vertiefung der Krume	Tiefgrubber
		höhere Wasserspeicherkapazität	Tiefpflug
			Hubschwenklockerer
			Wippscharlockerer

8. Bodendegradation

- Ist die Verschlechterungder Ökosystemleistungen des Bodens bis hin zu deren völligem Verlust.
- Bodenverlust durch Überbauung und Versiegelung
- Chemische Bodendegradation:Verarmung des Kohlenstoff-Pools; Bodenversauerung;Bodenversalzung,Bodenvergiftung.
- Physikalische Bodendegradation: Bodenverdichtung; Erosion durch Wasser und Wind.
- Biologische Bodendegradation:Verlust der Biodiversität;Verlust der Lebendverbauung

Bodendegradation weltweit



9. Boden pflegen und verbessern

- Mulchen: Totmulch und Lebendmulch
- Flächenkompostierung
- Gründüngung: Ist eine Sonderform der organischen Düngung.Speziell zu diesem Zweck angebaute Pflanzen werden als Zwischenkultur,Nachkultur oder Untersaat angebaut und dann in den Boden eingearbeitet.
  Vorteile der Gründüngung:
- Nährhumuszufuhr
- Förderung des Bodenlebens
- N-Bindung (50-120 kg N/ha)
- Verstärkter Nährstoffaufschluss (P und Spurenelemente)
- Verringerte Nährsalzauswaschung
- Verbesserung der Bodenstruktur
- Aufbrechen von Verdichtungen im Untergrund
- Schattengare
- Erosionsschutz
- Obstanlagen und Baumschulquartiere sind bei schlechter Witterung länger befahrbar.

Gründüngungspflanzen

Pflanzenart	Familie
Ackerbohne	Schmetterlingsblütler
Alexandriner-Klee	Schmetterlingsblütler
Perser-Klee	Schmetterlingsblütler
Weiß-Klee	Schmetterlingsblütler
Rot-Klee	Schmetterlingsblütler
Inkarnatklee	Schmetterlingsblütler
Buchweizen	Knöterichgewächse
Futter-Erbse	Schmetterlingsblütler
Gelb-Senf	Kreuzblütler
Weißer Senf	Kreuzblütler
Lupine, Blaue	Schmetterlingsblütler
Lupine, Gelbe	Schmetterlingsblütler
Ölrettich	Kreuzblütler
Phazelie	Wasserblattgewächse
Spinat	Gänsefußgewächse

Winter-Roggen
bleibt wintergrün

Phacelie
friert ab

Gründüngungspflanzen

Pflanzenart	Familie
Sommer-Wicke	Schmetterlingsblütler
Zottel-Wicke	Schmetterlingsblütler
Sonnenblume	Korbblütler
Welsches Weidelgras	Süßgräser
Winter-Roggen	Süßgräser
Winter-Raps	Kreuzblütler

Vielen dank für Ihre Aufmerksamkeit!