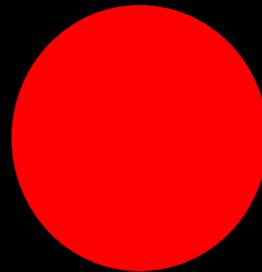




Was wissen wir über unsere Böden?

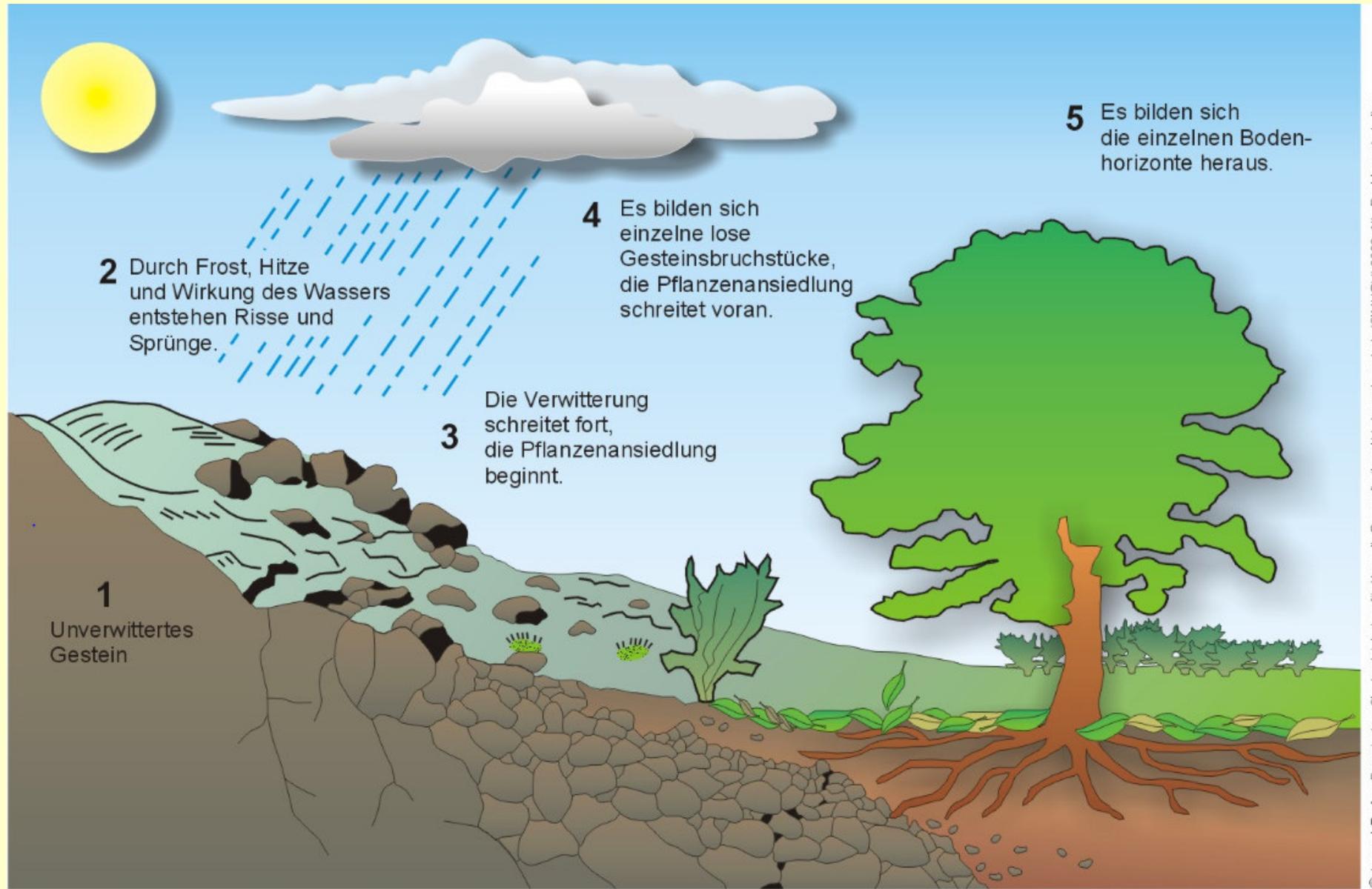


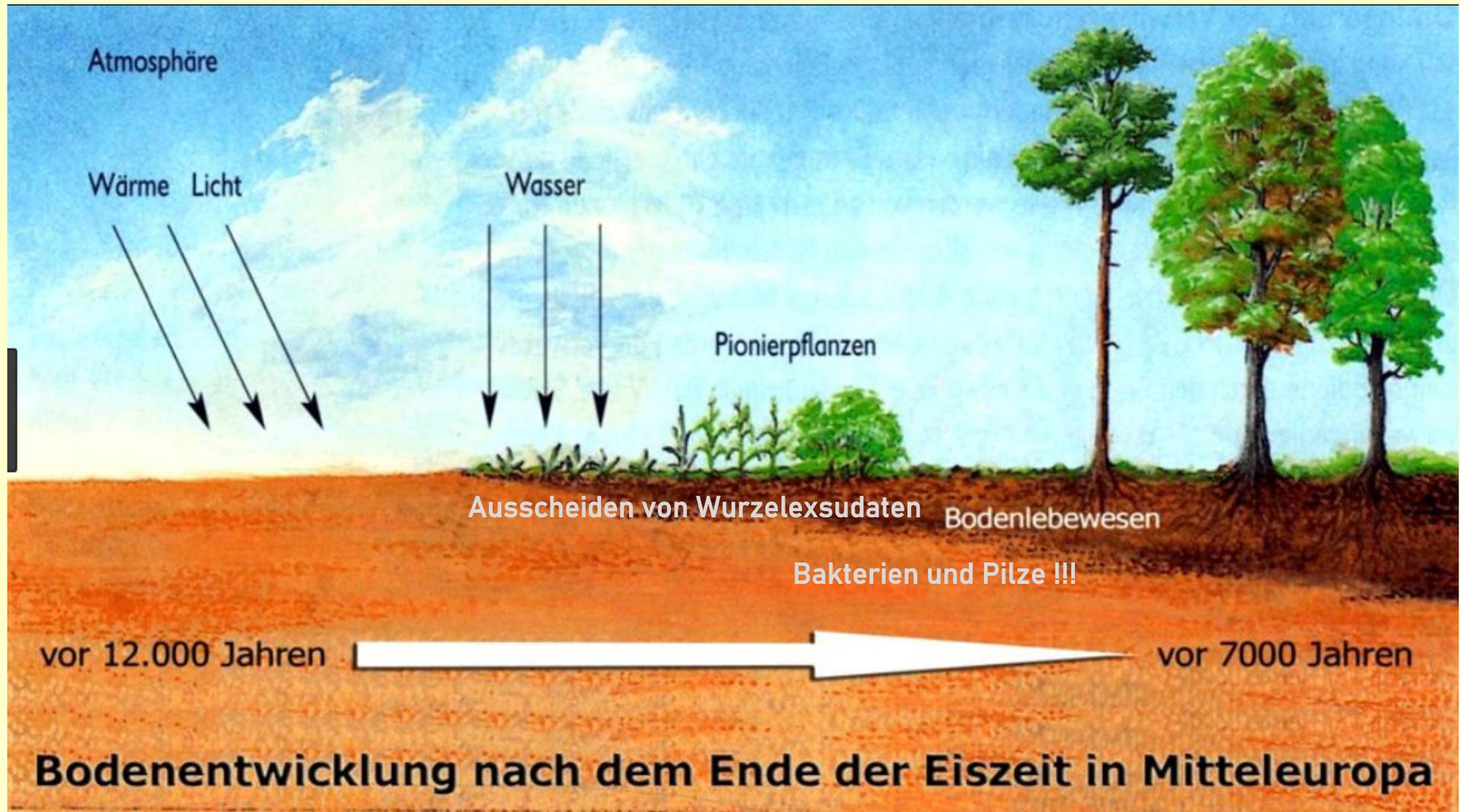
1 - 4% !!



Wie entstanden unsere Böden ???

Entstehung des Bodens





Aufbau von Bodenfruchtbarkeit ???



Aufbau von Bodenfruchtbarkeit ???



Aufbau von Bodenfruchtbarkeit ???





Klimaresilienz unserer Böden ???



Woher kommen die Probleme ???



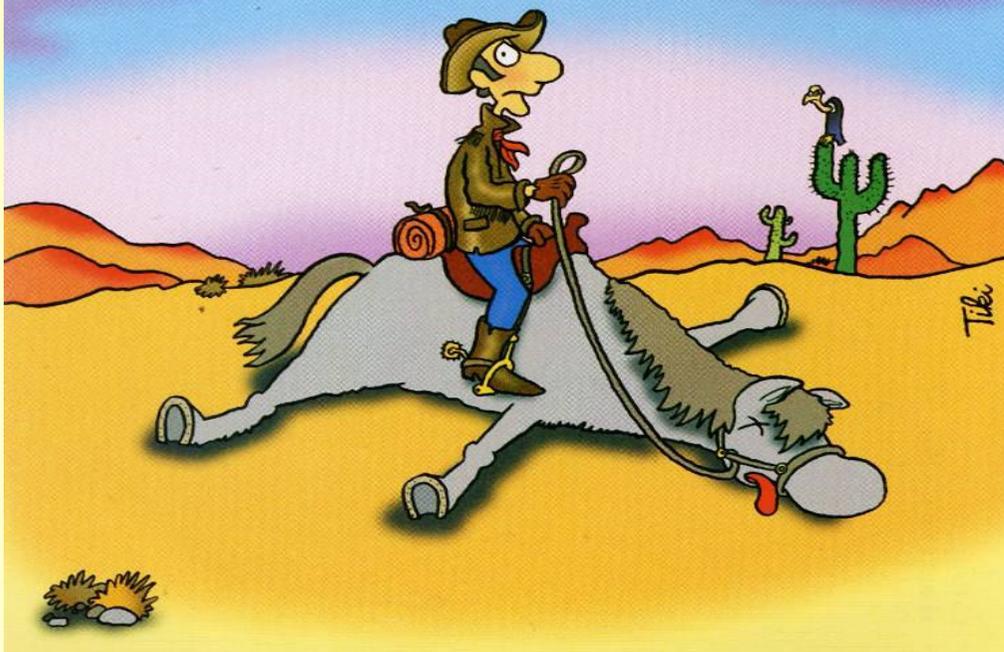
Woher kommen die Probleme ???



Bilder Internet

Wenn dein Pferd
tot ist,
steig ab.

Indianische Weisheit



- Wir besorgen uns eine stärkere Peitsche.
- Wir sagen: „So haben wir das Pferd schon immer geritten“.
- Wir versuchen das tote Pferd wiederzubeleben.
- Wir erklären, dass unser Pferd besser, schneller und billiger tot ist als andere Pferde.

- > ***um Boden kümmern***
- > ***Humusaufbau betreiben***
- > ***Zwischenfruchtmischungen anbauen***
- > ***Regenwurm fördern***
- > ***vielseitige Fruchtfolge im Betrieb***
- > ***Düngung / Bodenuntersuchungen***

- > **um Boden kümmern**
- > Humusaufbau betreiben
- > Zwischenfruchtmischungen
- > Regenwurm fördern
- > vielseitige Fruchtfolge
- > Düngung / Bodenuntersuchungen

De evolutie van de boer

De boer is in de loop van de geschiedenis letterlijk en figuurlijk steeds verder van de bodem afgeraakt.
Tijd om weer eens in de grond te waeten.



*Im Laufe der Zeit haben wir uns buchstäblich aber auch im übertragenen Sinne immer weiter vom Boden entfernt.
Es wird Zeit sich wieder intensiv mit dem Boden zu befassen.*

Eigenschaften eines idealen Bodens

- Schluckt, auch bei Starkregen (>100 mm/Stunde) das gesamte Niederschlagswasser
- ist auch durch schwere Maschinen nicht zu verdichten
- versorgt über gespeichertes, pflanzenverfügbares Kapillarwasser auch in Trockenperioden die Pflanzen mit Wasser
- gibt das Sickerwasser sauber an das Grundwasser weiter
- speichert Nährstoffe, aber gibt sie jederzeit pflanzenverfügbar weiter
- Fixiert Schadstoffe absolut immobil
- Puffert Säureinträge ab und reguliert den pH-Wert automatisch auf Werte zwischen 6 und 7

Quelle: Universität Stuttgart - ILPÖ



"In einer Handvoll guten Humusboden gibt es weitaus mehr Lebewesen als Menschen auf der Erde. Das Trockengewicht all dieser Bakterien und Pilze, Einzeller, Würmer, Spinnen und Insekten summiert sich pro Hektar auf rund 5 bis 10 Tonnen (entspricht 20 GV)"
(STERN - Report "Rettet den Boden", 1985)

- > *um Boden kümmern*
- > ***Humusaufbau betreiben***
- > *Zwischenfruchtmischungen*
- > *Regenwurm fördern*
- > *vielseitige Fruchtfolge*
- > *Düngung / Bodenuntersuchungen*

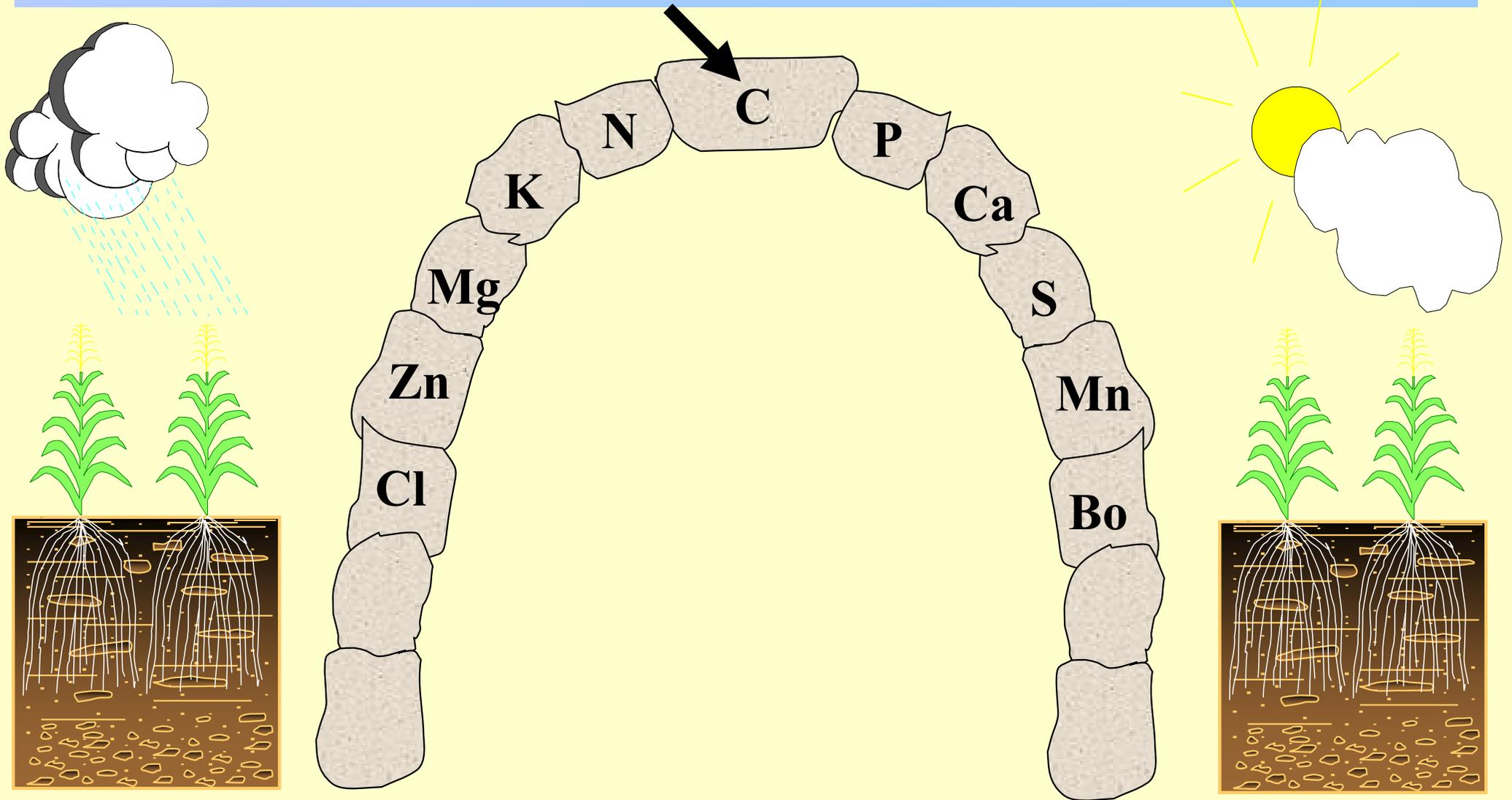
Definition Humus / Bodenfruchtbarkeit

Humus ist die Gesamtheit der im Boden befindlichen abgestorbenen organischen Substanzen.

Die Humusschicht ist die fruchtbare Bodenschicht, über die Pflanzen mit Nährstoffen versorgt werden.

Bodenfruchtbarkeit ist die Menge an organischer Substanz und Nährstoffen die ich dem Boden zuführen muss, um das Bodenleben komplett zu ernähren! (Prof. Isermayer)

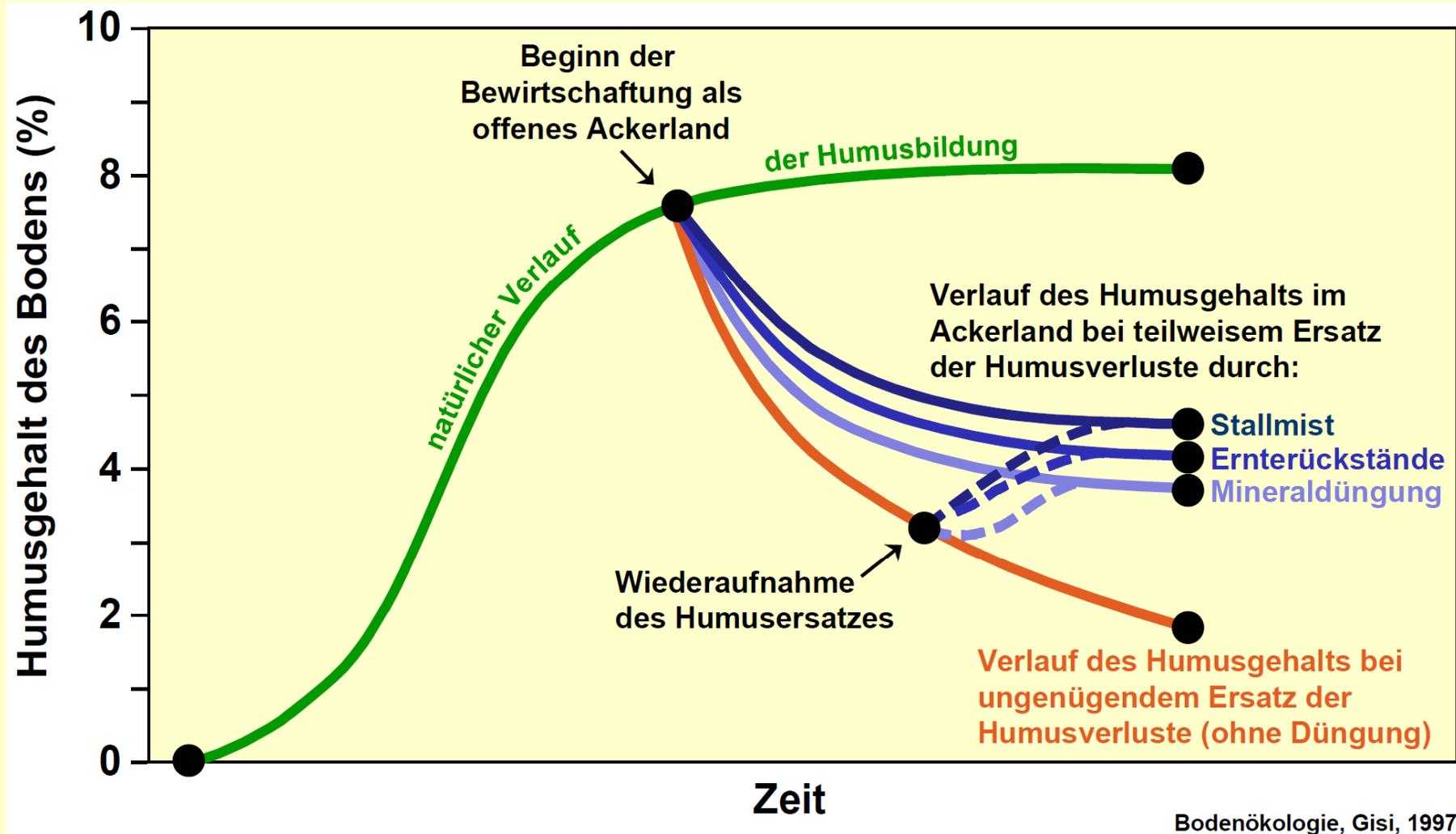
Was ist unser wichtigster Nährstoff ??



Kohlenstoff ist der "Eckstein" für alle bodenphysikalische, chemische, - und biologische Prozesse

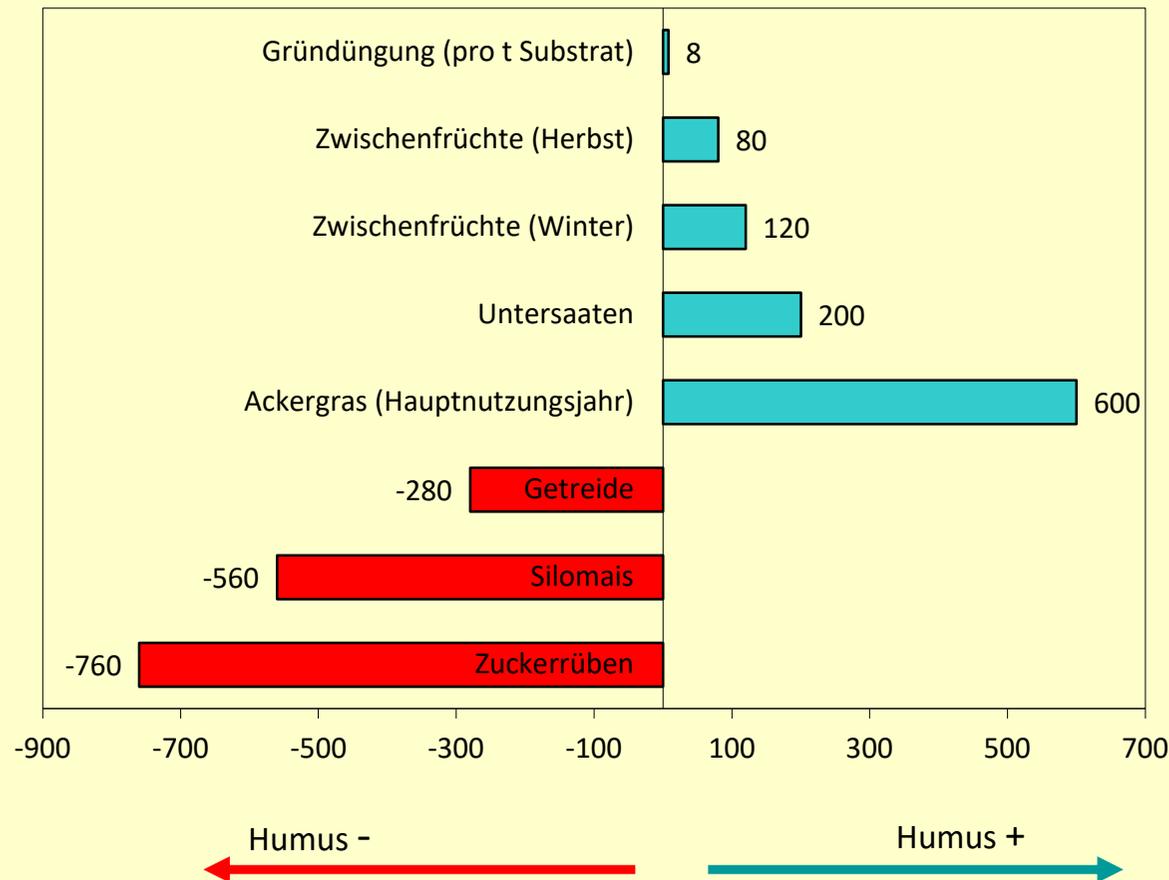
Quelle: Reikosky, 2000

zeitliche Entwicklung und Steuerung des Humusgehaltes in Wiesen- und Ackerböden



Gräser und Zwischenfrüchte liefern Humus!

Cross Compliance Angaben zur Humuslieferung (kg Humus C/ha und Jahr)



- C, N, Ca, S, Si, Fe
- Bakterien, Pilze, Algen, Bodentiere etc.
- org. Substanz: Pflanzen (Wurzeln), Stroh, Mist, Gülle, Kompost
- günstiges Boden- Luft und Wasserverhältnis
- humusschonende Anbausysteme



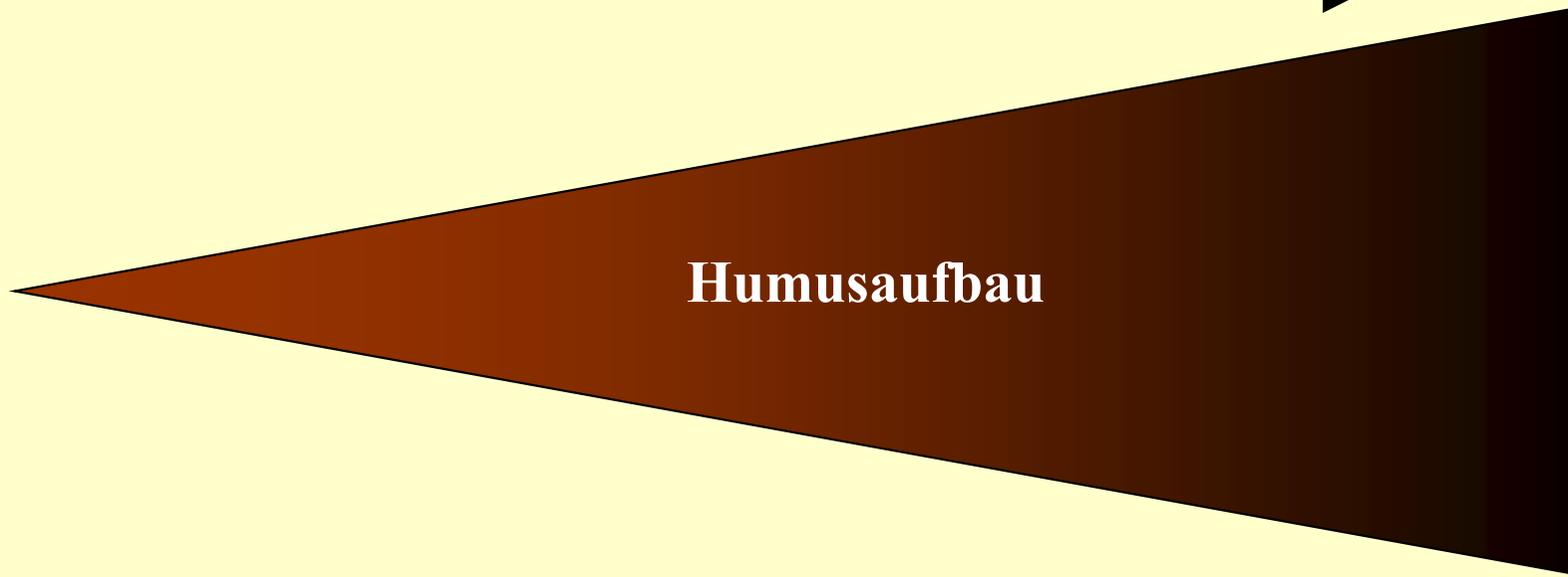
HUMUS AUFBAU



HUMUS ABBAU

Quelle: Reicosky, 1993

Reduzierung der Bodenbearbeitung



Zunahme der Regenwurmhäufigkeit



Aufgrund dieser aufgezeigten, vielfältigen Wirkungen stellt eine dem Standort angepasste, optimale Humusversorgung die Grundlage zur nachhaltigen Bodenfruchtbarkeit, zur Ertragssicherung der angebauten Kulturen und einem entsprechenden nachhaltigen Boden-, Umwelt- und Klimaschutz dar.

Humusaufbau - Klimaschutz - CO₂-Senke !!

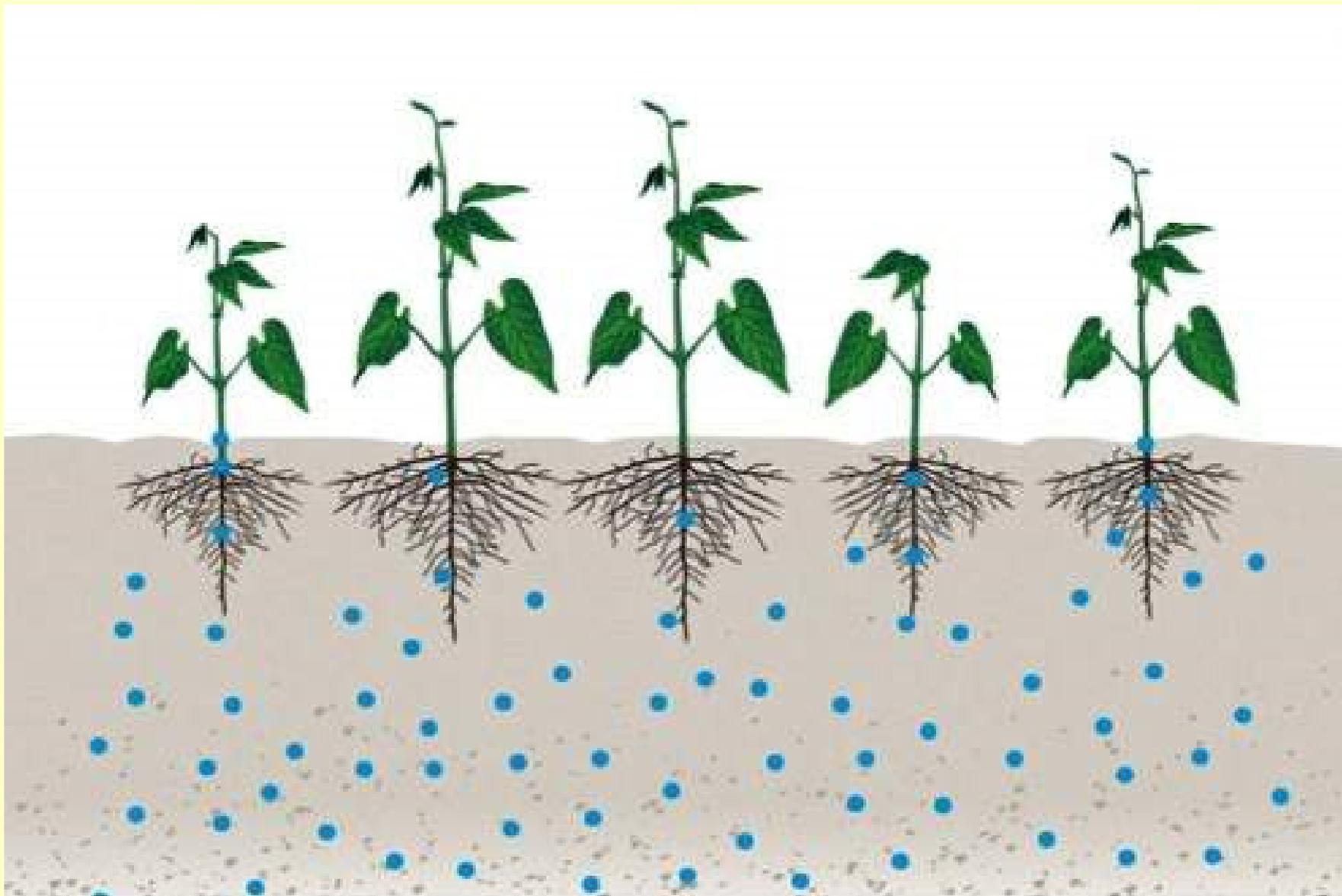
Neue Humustheorien, u.a. „Liquid Carbon Pathway“ (nach Christine Jones): Pflanzen fangen Sonnenlicht und CO₂ ein und verwandeln verwitterte Gesteinsminerale in fruchtbaren Oberboden, v.a. durch ihre Wurzelexsudate

- > *um Boden kümmern*
- > *Humusaufbau betreiben*
- > **Zwischenfruchtmischungen**
- > *Regenwurm fördern*
- > *vielseitige Fruchtfolge*
- > *Düngung / Bodenuntersuchungen*

- *Nährstofffixierung (v.a. Stickstoff) und damit Verhinderung von Auswaschung*
- *Verbesserung der Infiltration von Wasser und des Wasserhaltevermögens*
- *Verringerung der Erosions- und Verschlämmungsgefahr*
- *Verbesserung der Bodenfruchtbarkeit*
- *Unkrautunterdrückung*
- *Anreicherung organischer Substanz*
- *Humusaufbau*

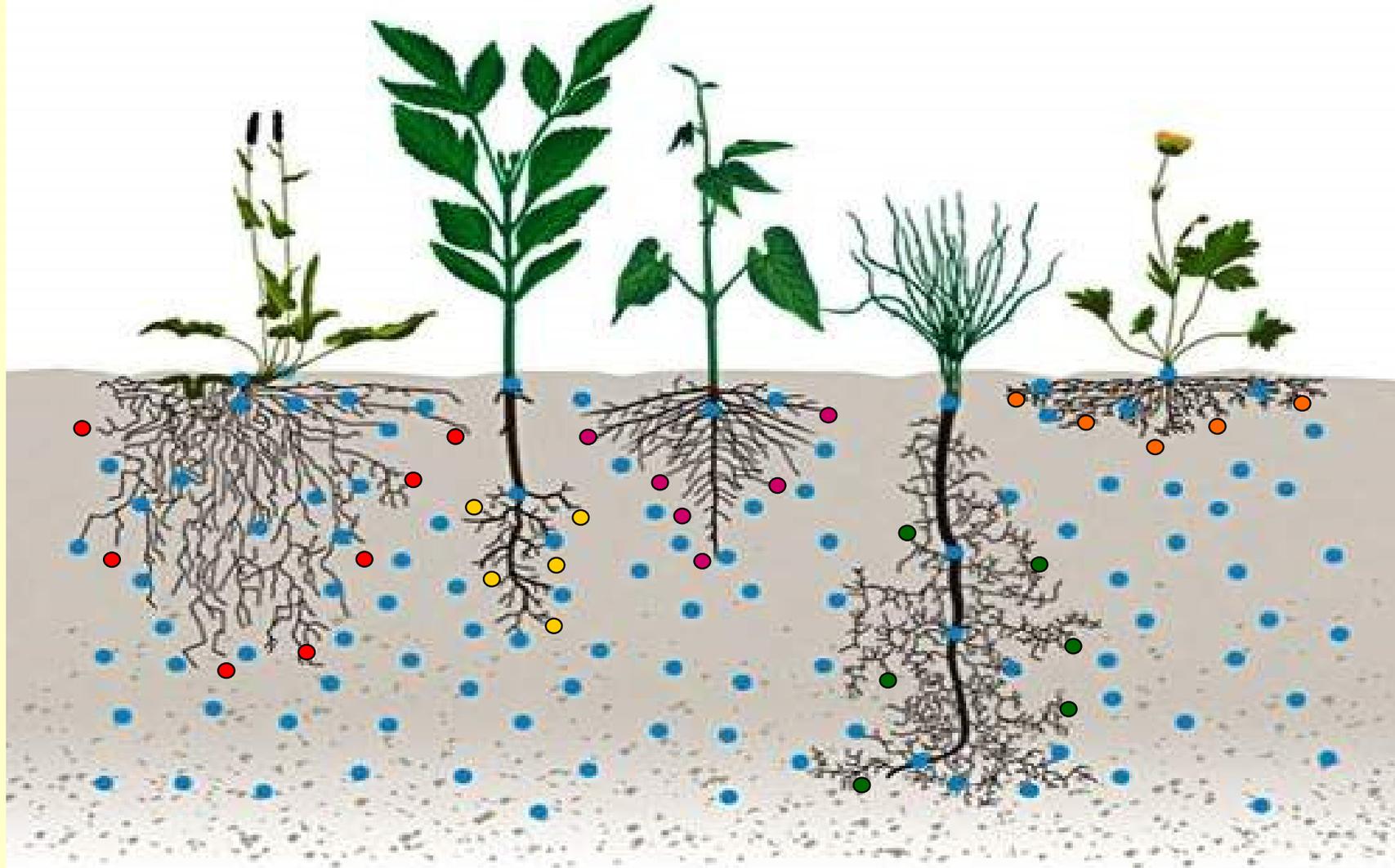
„Zwischenfruchtrensamt“ bevorzugt Senf





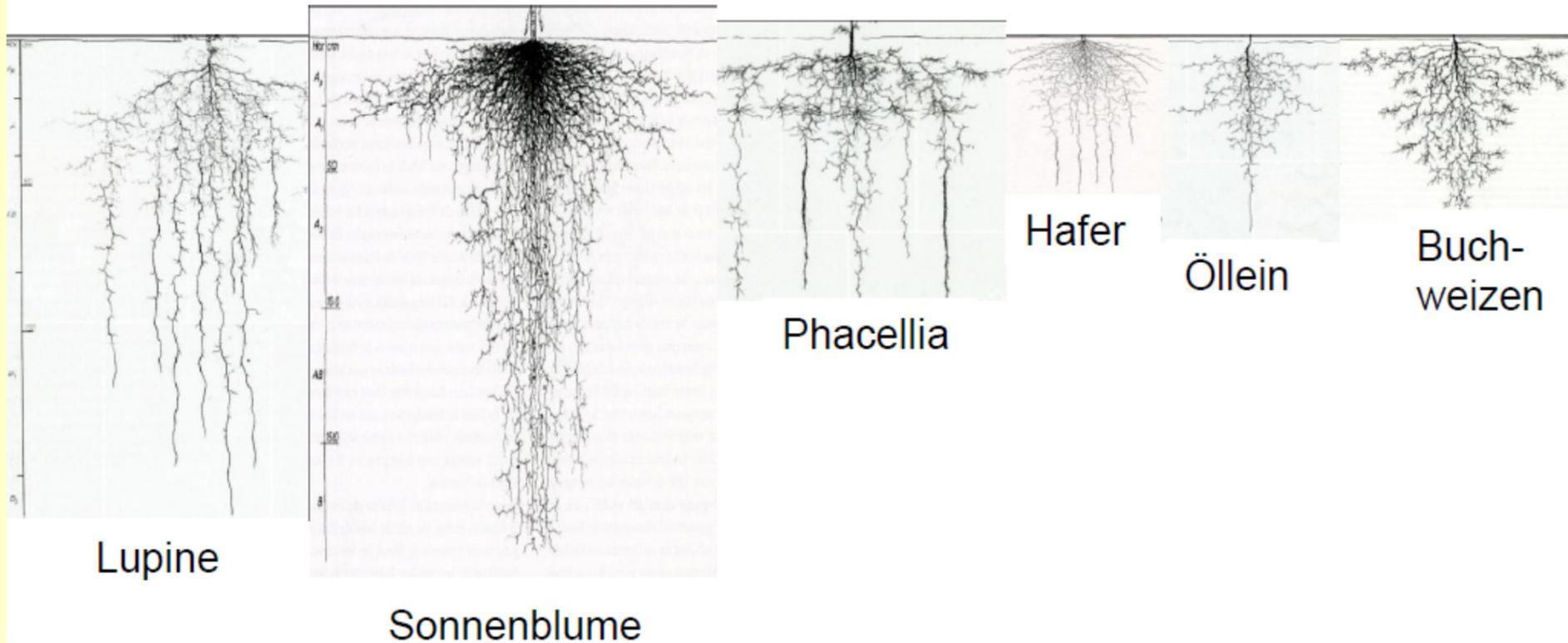
Quelle: DSV

Vorteil der Pflanzenvielfalt (Interaktion – Pflanze/Pflanze)



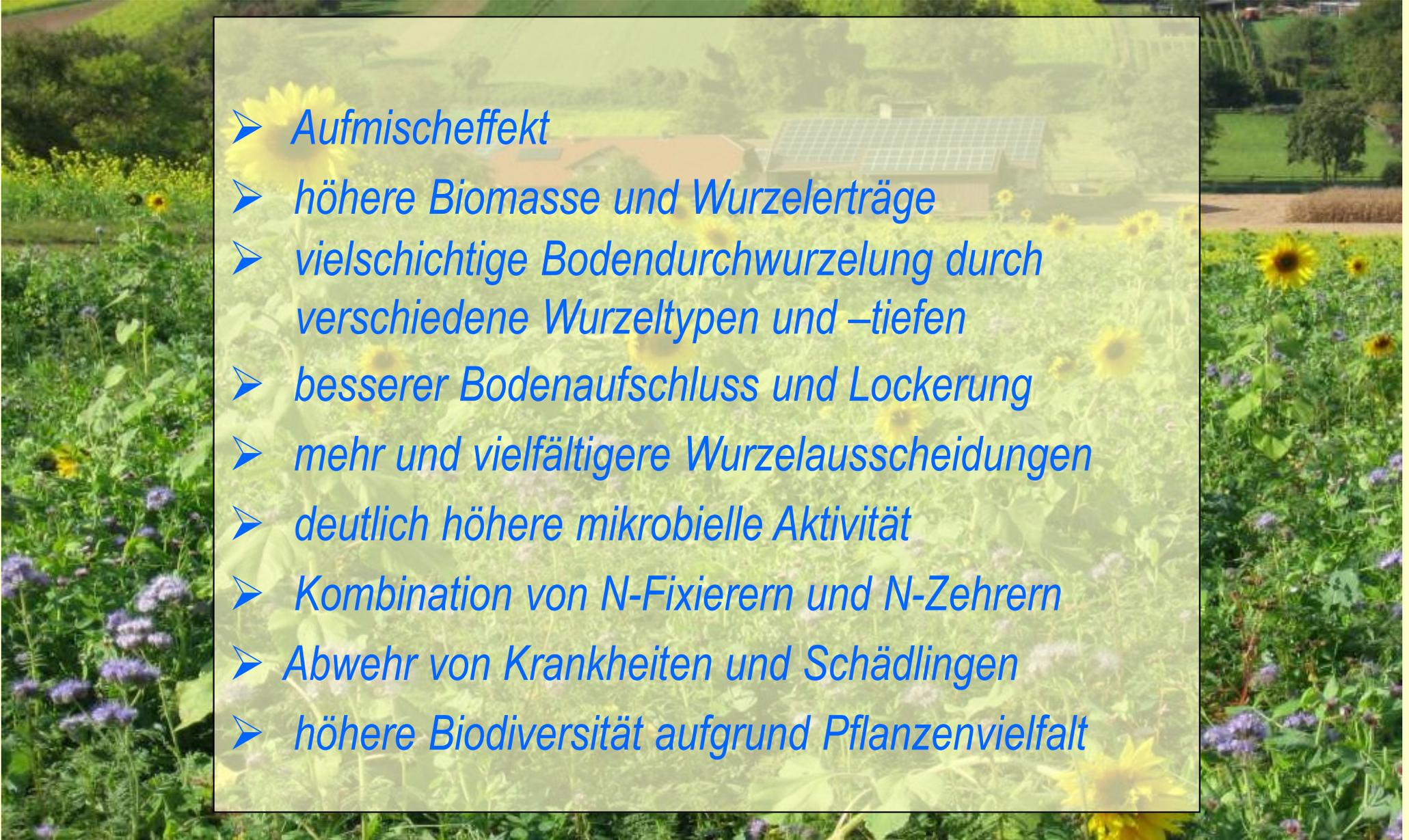
Quelle: DSV

Wurzelbild Zwischenfrucht Mischung



Quelle: Wurzelatlas Kutschera, Lichtenegger, Sobotik

Vorteile von Zwischenfruchtmischungen

- 
- *Aufmischeffekt*
 - *höhere Biomasse und Wurzelträge*
 - *vielschichtige Bodendurchwurzelung durch verschiedene Wurzeltypen und -tiefen*
 - *besserer Bodenaufschluss und Lockerung*
 - *mehr und vielfältigere Wurzelausscheidungen*
 - *deutlich höhere mikrobielle Aktivität*
 - *Kombination von N-Fixierern und N-Zehrer*
 - *Abwehr von Krankheiten und Schädlingen*
 - *höhere Biodiversität aufgrund Pflanzenvielfalt*

Abgabe von Exsudaten → dem Boden Kohlenstoff-, Energie-, Enzyme, Vitamine-, Säuren- und Mineralien über Pflanzen(- Wurzeln) zuführen

→ Maximierung der Jahresnettofotosyntheseleistung !!

Zwischenfruchtmischungen



Biodiversität / Photosynthese / Wurzelexsudate



ein Tag im Juli ...

Direktsaat



ein Tag im Juli ...

Direktsaat



ein Tag im Juli ...

Direktsaat







Direktsaat



Direktsaat

Bodenstruktur Senf Mitte Oktober





Direktsaat



Direktsaat

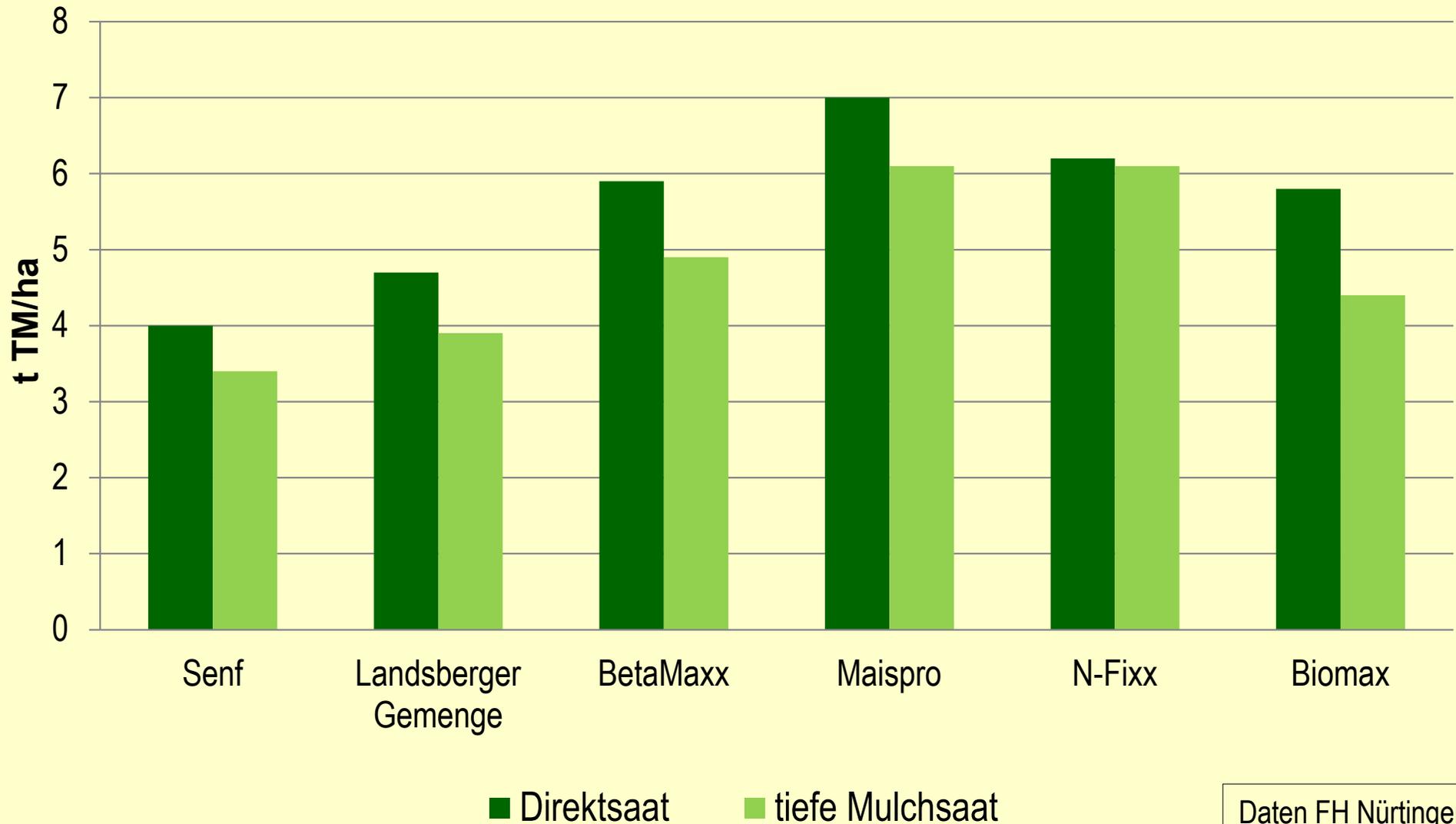
Tillagerettich, Mitte Oktober



Direktsaat

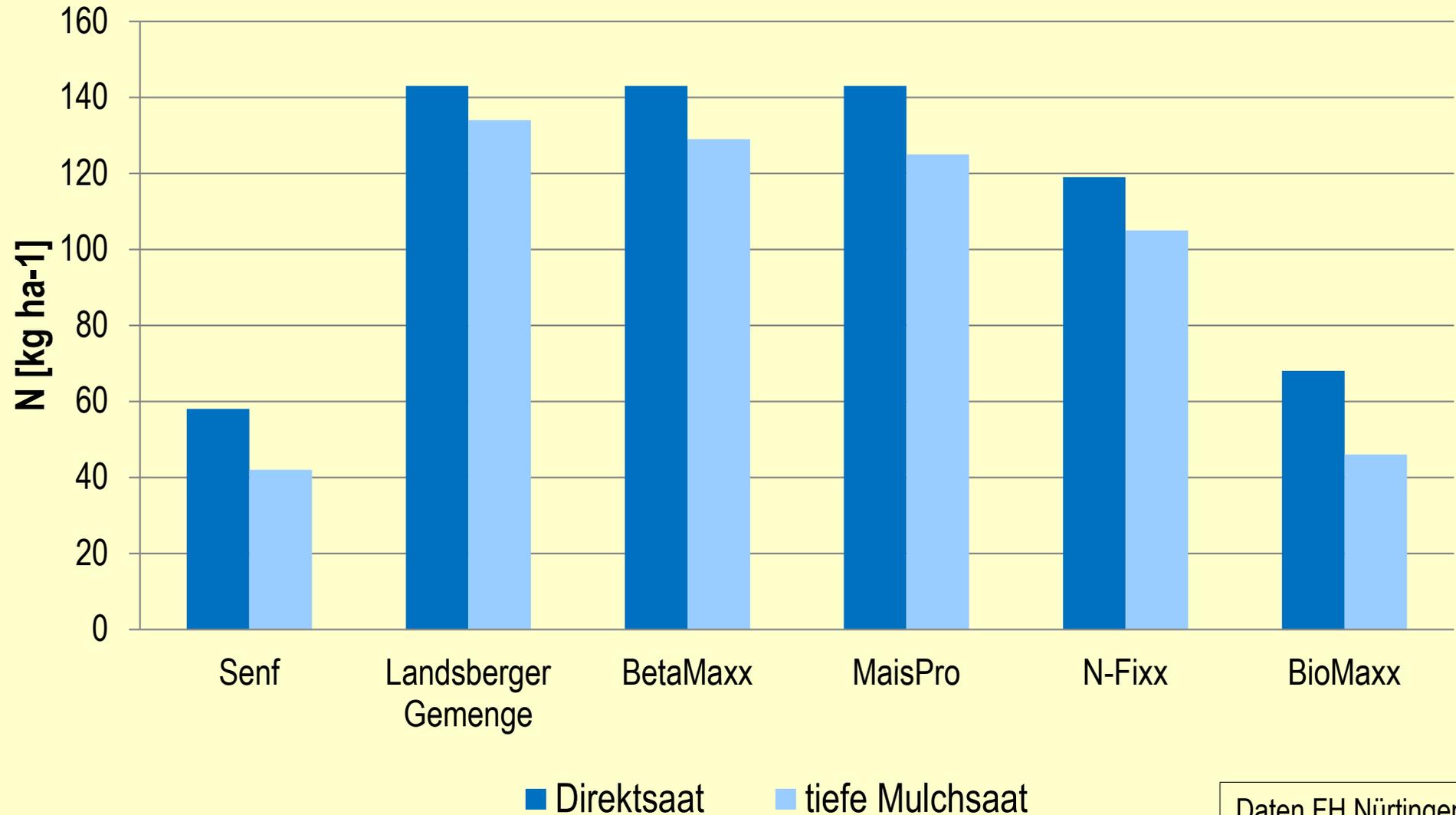


Oberirdische Biomasse (TM t/ha) in Abhängigkeit der Etablierungsform



N in oberirdischer Biomasse

N-Mengen in der oberirdischen Biomasse (kg/ha) in Abhängigkeit der Etablierungsform



Mais nach Senf u. Landsberger Gemenge im Juli



Senf

Landsberger Gemenge





Aussaat der Zwischenfruchtmischungen





Feindurchwurzelung Vorerntesaat



2. September 2013

Feindurchwurzelung Direktsaat



2. September 2013







Crosscuttersaat einer Senfmischung







Und immer daran denken- Zwischenfrüchte nicht nur mit den Augen einer Kuh betrachten!



Quelle: DSV, Felgentreu

- nach der Ernte Stoppel mulchen (diagonal) oder Strohstriegel/Schwerstriegel einsetzen
- nach der Ernte sofortige sehr flache / flächige Bearbeitung um Kapillaren zu brechen
(max. 4 - 5 cm tief) !! ??
- Zügige Einsaat der Zwischenfruchtmischung

- nach der Ernte Stoppel mulchen (diagonal) oder Strohstriegel/Schwerstriegel einsetzen
- Innerhalb von 24 Stunden (maximal 48 Stunden) Einsaat der Zwischenfruchtmischung

Walzen der Zwischenfruchtmischung



Walzen der Zwischenfruchtmischung



Walzen der Zwischenfruchtmischung



Mulchen der Zwischenfruchtmischung ???



Mulchen der Zwischenfruchtmischung ???



Mulchen der Zwischenfruchtmischung ???



Zwischenfruchtmischung gemulcht



Zwischenfrucht niemals grün einarbeiten !!!



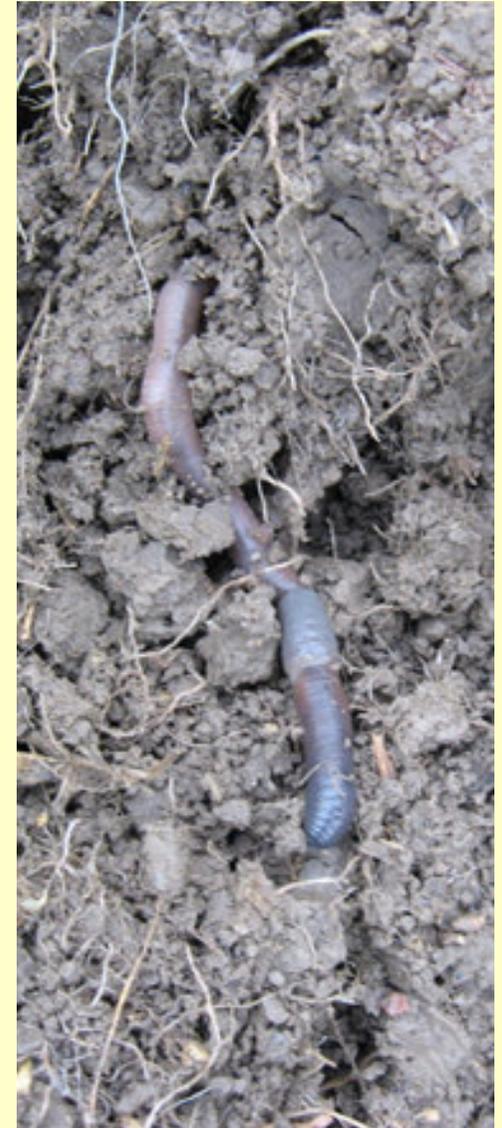
wenn, dann nur abgefrorene Zwischenfrüchte einarbeiten



- > *um Boden kümmern*
- > *Humusaufbau betreiben*
- > *Zwischenfruchtmischungen*
- > ***Regenwurm fördern***
- > *vielseitige Fruchtfolge*
- > *Düngung / Bodenuntersuchungen*

Ziel: 600 Regenwürmer pro m²:

- wandeln bis zu 80 dt Ernterückstände von Herbst bis Frühjahr in Wurmhumus um
- 80 t Regenwurmhumus = 280 kg N pro ha/Jahr
- Faustzahl: 25 Regenwürmer = ca. 10kg N/ha
- graben 1440 m Röhren mit einem Volumen von 43 000 cm³ pro m²
 - 150 l Wasser in 1 Std. m²
- Sommerruhe: Anf. Juli - Ende August
- aktivste Zeit von September bis Juni
- verträgt - 5°C



Quelle: S. Braun, verändert

- Mineralisierung
- Humusaufbau
- Biosynthese
- Drainierung
- Lebendverbauung
- Durchmischung
- Durchlüftung
- Röhren für schnellen Wurzeltiefgang
- Nährstoffrecycling- und Transfer
- Pathogenreduzierung



Entwicklung des Bedeckungsgrades fusariuminfizierten Strohs in Abhängigkeit von Regenwurmarten nach 6 Wochen



Bodenökologische Vorteile oder pflanzengesundheitliche Nachteile?

- Regenwurm frisst selektiv pilzliche Erreger von Pflanzenkrankheiten
- Lumbricus terrestris hat eine Fusariumreduzierung von 99% bewirkt!
- in 8 Wochen 98% der Fusarien-Biomasse abgebaut durch L. terrestris
- In 6 Wochen 99 % des DON (Deoxynivalenol) abgebaut

Quelle: LOP Nr. 5, 2011

Stroh wird von *Lumbricus terrestris* sehr schnell „(ein)gesammelt“!



Lumbricus terrestris ist abhängig vom oberirdisch aufliegenden Material

- Kohlenhydrate und Eiweiße der abgestorbenen Pflanzenreste und die darauf lebenden Mikroorganismen
 - Bakterien, Algen, Einzeller, Pilzmyzele werden rund um die Wohnröhren abgeweidet oder beim Durchwühlen mit aufgenommen
 - Damit das Material gefressen werden kann, muss es von Bakterien und Pilzen aufgeschlossen (vorverdaut) werden
 - Zu diesem Zweck werden die Ernterückstände in die Wohnröhre und im obersten Bereich der Röhre kompostiert
- **Regenwurm Kot enthält 5 x mehr N, 7 x mehr P und 11 x mehr K als die Umgebungserde!**

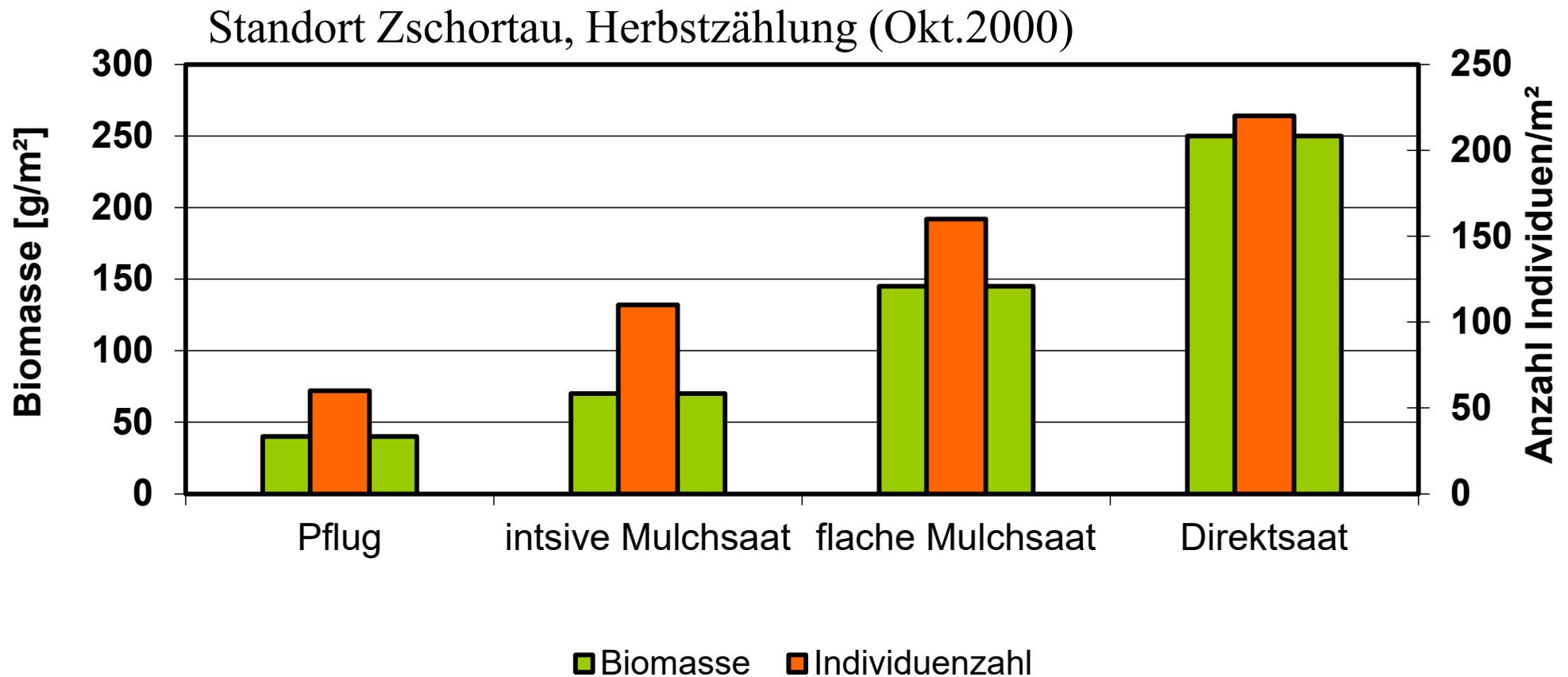
Quelle: Epperlein, 2011

- der Regenwurm scheidet Lombricin aus, welches die abbauenden Mikroorganismen hemmt und die synthetisierenden Mikroorganismen fördert
- **das ist eine Grundlage für den Boden(Humus)aufbau**



Quelle: Kickuth et.al.

Einfluss unterschiedlicher BB-Verfahren auf Biomasse und Individuenzahl von Regenwürmern auf Ackerböden



Quelle: Krück et al., 2001

Futter für Regenwürmer



Ende Januar

Regenwurm aktiv



Anfang März



Anfang März



Anfang März

Regenwurmeikokon



Anfang März



Mitte Oktober

- > *um Boden kümmern*
- > *Humusaufbau betreiben*
- > *Zwischenfruchtmischungen*
- > *Regenwurm fördern*
- > ***vielseitige Fruchtfolge***
- > *Düngung / Bodenuntersuchungen*

Fruchtfolge



Bild Internet

- Die Fruchtfolge bezeichnet die zeitliche Aufeinanderfolge verschiedener Kulturpflanzen auf einem Feld. Die an einen Standort angepasste Fruchtfolge gehört zur guten landwirtschaftlichen Praxis
- Die Fruchtfolge ist die Voraussetzung zum Erhalt der Bodenfruchtbarkeit. Mit Fruchtfolgen wird der Erschöpfung der Nährstoffe im Boden vorgebeugt und der Krankheits-, Schädlings- und Unkrautdruck reduziert

- trägt durch ihre Vielfalt zur Verbesserung der Bodenfruchtbarkeit bei
- Aggregatstabilität, Bodenkleinlebewesen, Bodenlockerung, Humushaushalt, Nährstoffnachlieferung
- einer Verunkrautung sowie dem Krankheits- und Schädlingsbefall kann durch entsprechende Fruchtfolge vorbeugend entgegengewirkt werden
Stichwort: zunehmende Resistenzen gegen Pflanzenschutzmittelwirkstoffe
- Umweltziele werden unterstützt
- Erosionsschutz, Grundwasserschutz, Förderung von Nützlingen, Biodiversität

Fruchtfolge: aber / jedoch !!

- die Wirtschaftlichkeit und zunehmend auch die Logistik, v.a. bei „Großbetrieben“ bedingen oftmals einseitigere Fruchtfolgen
- Stichworte: Deckungsbeiträge, Notwendigkeit bestimmter Früchte im Betrieb, Kostenbelastung, Arbeitswirtschaft

➔ *unsere Fruchtfolgen sind daher oftmals nur noch eine Folge von Früchten !!*

- Wechsel zwischen Halm und Blattfrucht
- Wechsel zwischen Winterung und Sommerung
- Anbau von „Ackerfutter / Ackergras“
- Sofortige Einsaat von Zwischenfruchtmischungen
- Zwischenfruchtmischungen auch vor Winterungen

Zwischenfrucht vor Winterrungen



Strip-Tillsaat Winterweizen in Zwischenfruchtmischung







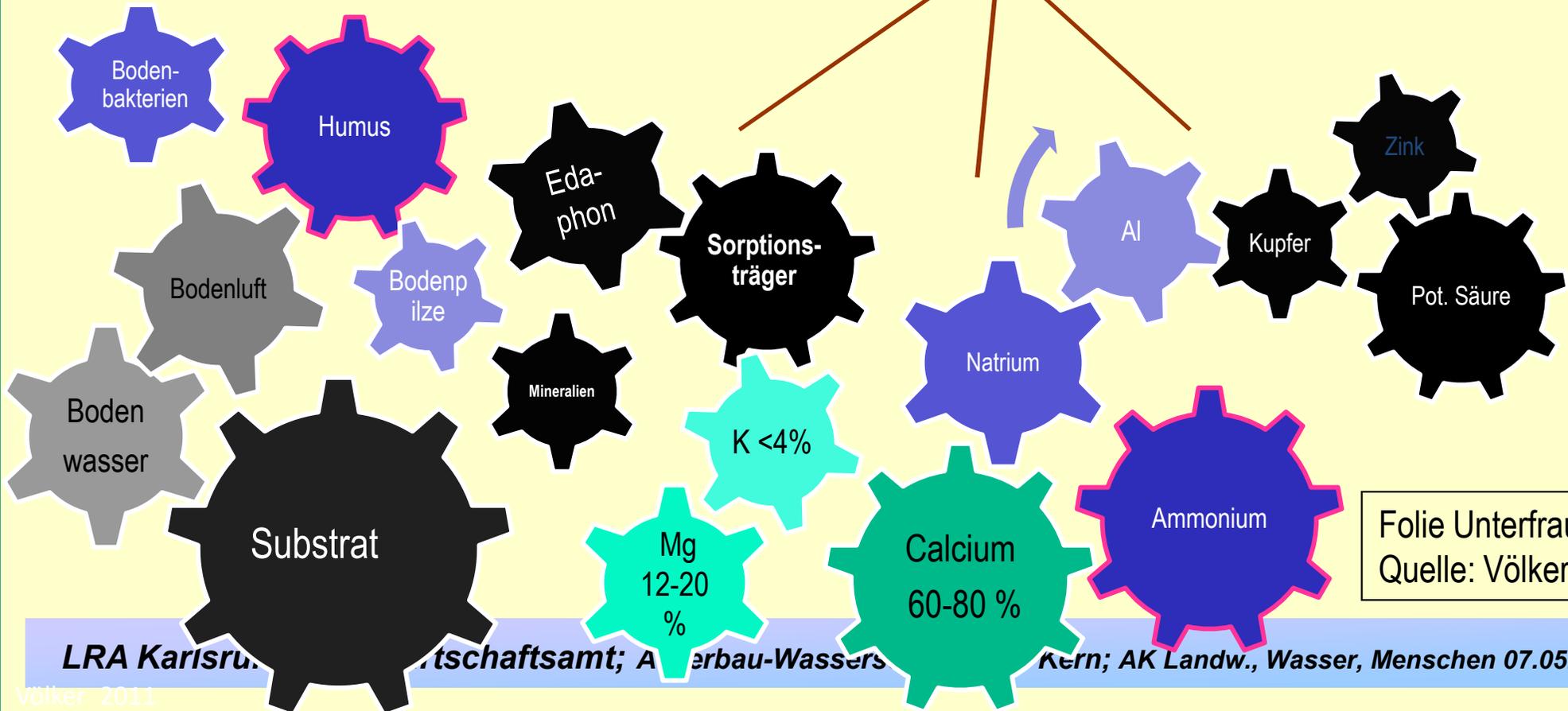
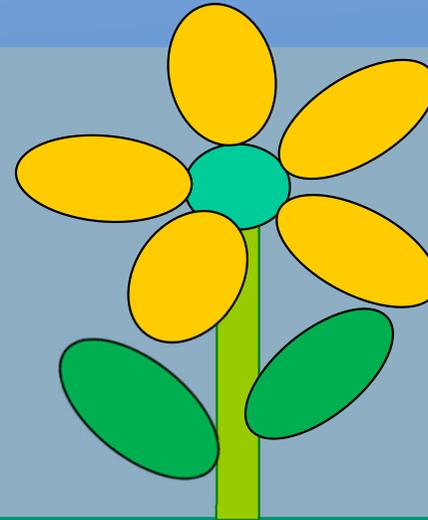
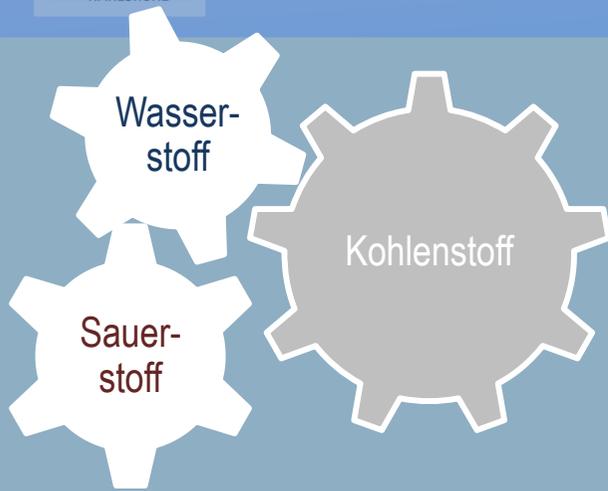






- > *um Boden kümmern*
- > *Humusaufbau betreiben*
- > *Zwischenfruchtmischungen*
- > *Regenwurm fördern*
- > *vielseitige Fruchtfolge*
- > ***Düngung / Bodenuntersuchungen***

Boden funktioniert nur als harmonische Einheit, wie ein Getriebe!



Folie Unterfrauner
Quelle: Völker

- Subjektive:
- Probenahme: Wer? Wann? Wo? Wie tief?
- Einteilung in Bodenklassen nach Fingerprobe im Labor

- Objektive:
- Einteilung in Bodenklassen (Spanne: von - bis)
- keine konkrete Angaben zur Kationenaustauschkapazität
- Einteilung in Nährstoffgehaltsklassen (Spanne: von - bis)
- keine Berücksichtigung der Basensättigung
- Kalkung wird in der Regel vom pH- Wert abgeleitet
- keine Berücksichtigung von Überschüssen (ab D/E- Versorgung)

Alternative Bodenuntersuchungsmethoden- analysen

Neal Kinsey, USA
Methode nach Prof. Albrecht



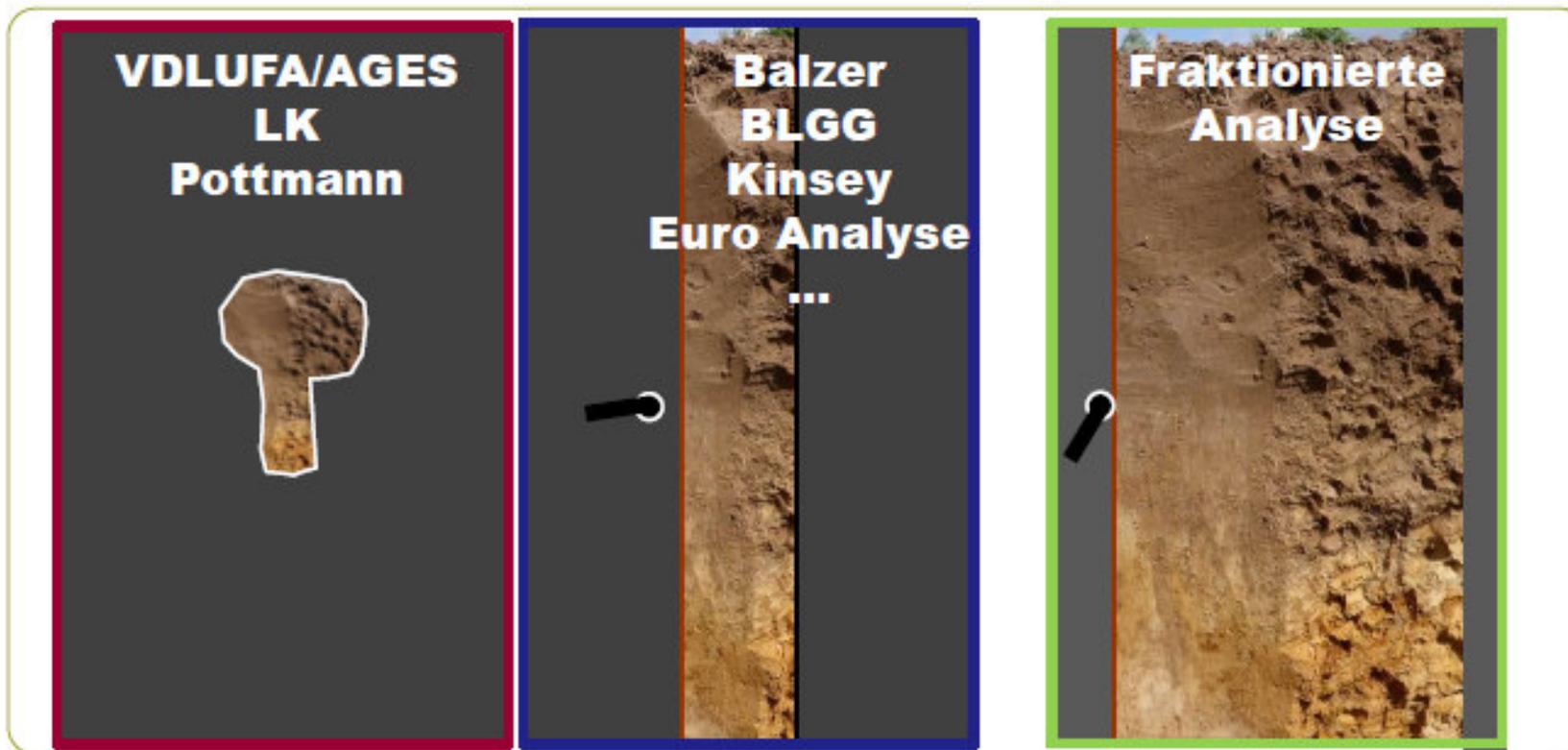
„Ernähre den Boden und lasse den Boden die Pflanzen ernähren“

Hans Unterfrauner, Österreich
Methode nach Prof. Husz

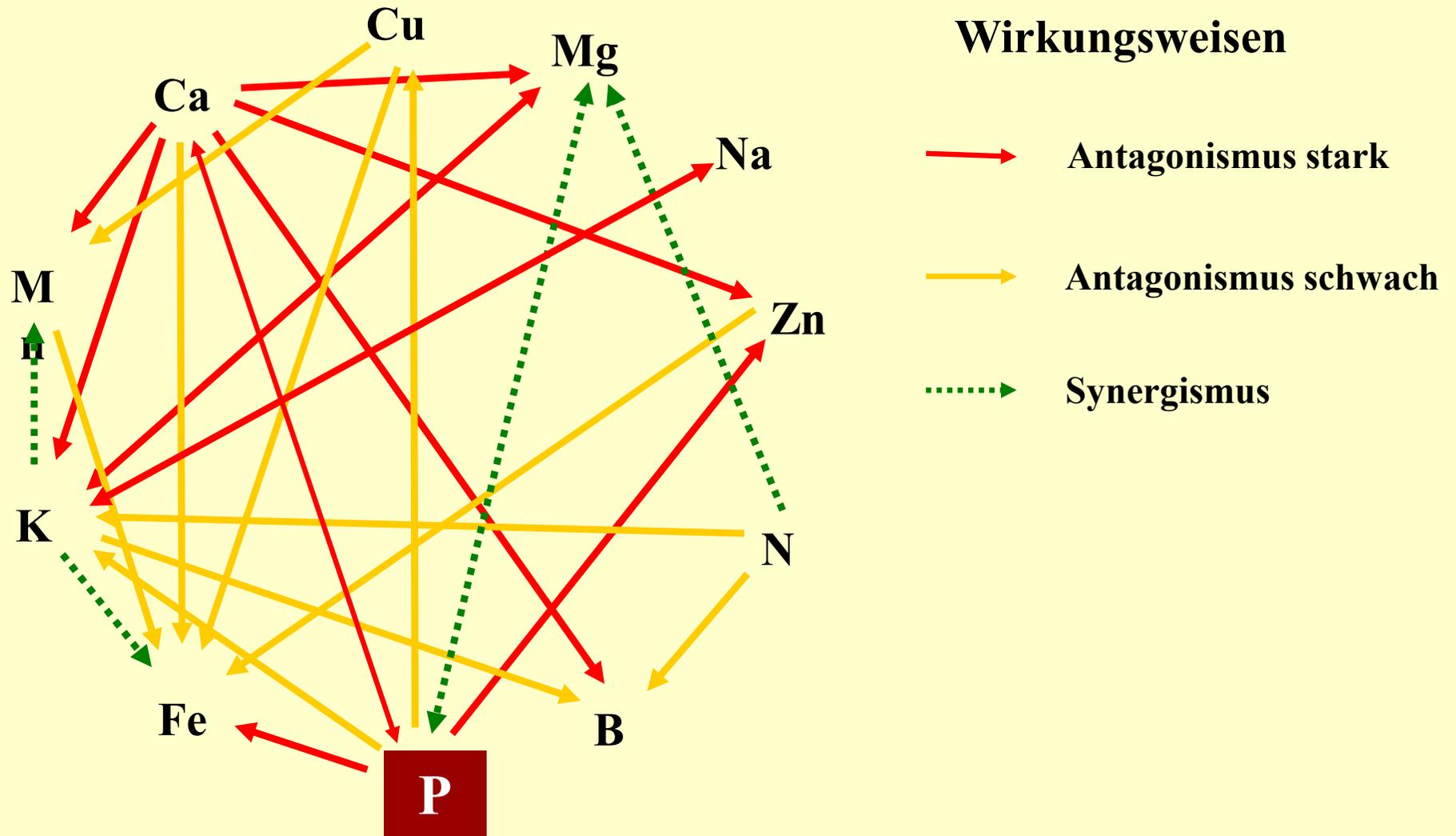


„Boden im Gesamten betrachten, nicht nur die Konzentration der Einzelnährstoffe“

Analysenkonzeppte mit +/- Einblick



Quelle: Unterfrauner



Verdrängungswirkung

Gleichgeladene Ionen konkurrieren sich gegenseitig.
(zB., die Kationen: Ca, Mg, K, Na, NH₄)

- **Mg** Überschuss ↔ Mangel an **Ca, K**
- **K** Überschuss ↔ Mangel an **Mg, Ca**
- **Ca** Überschuss ↔ Mangel an **Fe, B, Mn, Mg, K, P**
- **K** ist besonders konkurrenzfähig, sinkt der pH-Wert, nimmt Aufnahme stark ab

Festlegungen

- Gegenteilig geladene Ionen können stabile Verbindungen bilden
- **PO₄** Überschuss ↔ Festlegung **Cu, Zn, Mn**
- **Fe** Überschuss ↔ Festlegung von **P**

Quelle: Unterfrauner

Maß für die austauschbaren Kationen und damit die Zahl an negativen Bindungsplätzen von Kationenaustauschern im Boden

KAK in %				
Ca^{2+}	Mg^{2+}	K^{+}	Na^{+}	H^{+}
60 – 80	10 – 20	3 – 5	0,5 - 3	10 – 15
zusammen 80 %			< 10 %	

Die Verhältnisse werden bestimmt durch: Bodenart, Niederschlag und Fruchtart

Nach: JOKINEN in BERGMANN (1988), ROGASIK & KURTINECZ (2002), Öko-Datenservice (Austria), ALBRECHT/KINSEY (USA), SCHMALFUSS (1963)

„Die Nährstoff- Verhältnisse wirken stärker als die Höhe der Nährstoffgehalte!“

- Dünger dahin streuen, wo sie am besten im Boden verstoffwechselt werden, d.h. immer in wachsenden Pflanzenbestand, nicht auf offenen Boden
z.B.: Kalk, Mist, Gülle, Kompost, Elementarschwefel

Die N- Form steuert das Pflanzenverhalten und die Bodenstruktur!

Quelle: D. Näser, verändert



Bild Internet

Beurteile einen
Tag nicht
danach, welche
Ernte du am
Abend einge-
fahren hast,
sondern danach,
welchen Samen
du gesät hast

Robert Louis Balfour Stevenson
(schottischer Schriftsteller)