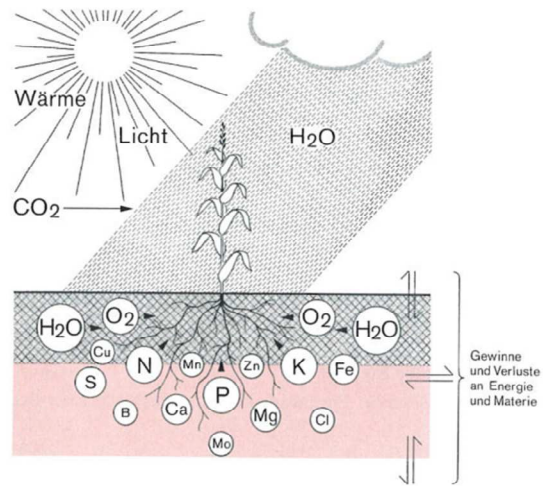


Der Düngekompass – die bessere Bodenanalyse?



Karen Oerlemans, Eurofins Agro

Das pflanzliche Ökosystem



Bodenkunde, Blum

Inhalt



 Eurofins Agro kurz vorgestellt

 Nährstoffe & Nährstoffdynamik

 Organische Substanz, KAK

Wer is Eurofins Agro?





- BLGG gegründet 1928
- seit 2015 Eurofins Agro
- Analysen für Landwirtschaft und Gartenbau
- > 450.000 Proben pro Jahr
- 260 fte Personal

Arbeitsbereiche eurofins | Agro

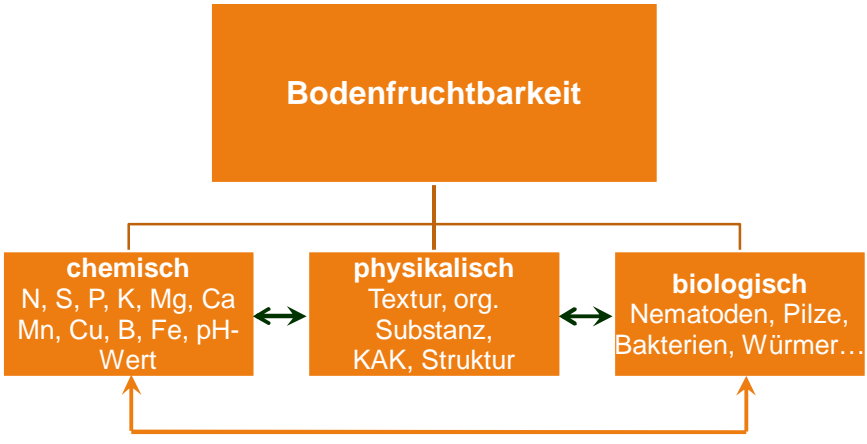
- Futterwert
- Boden & Düngung
- Wirtschaftsdünger
- Bodengesundheit
- Gewächshäuser
- Pflanzengesundheit
- Lebensmittelsicherheit



Ausgangspunkt: Bodenfruchtbarkeit eurofins | Agro

Der Boden ist komplex!

Bodenfruchtbarkeit

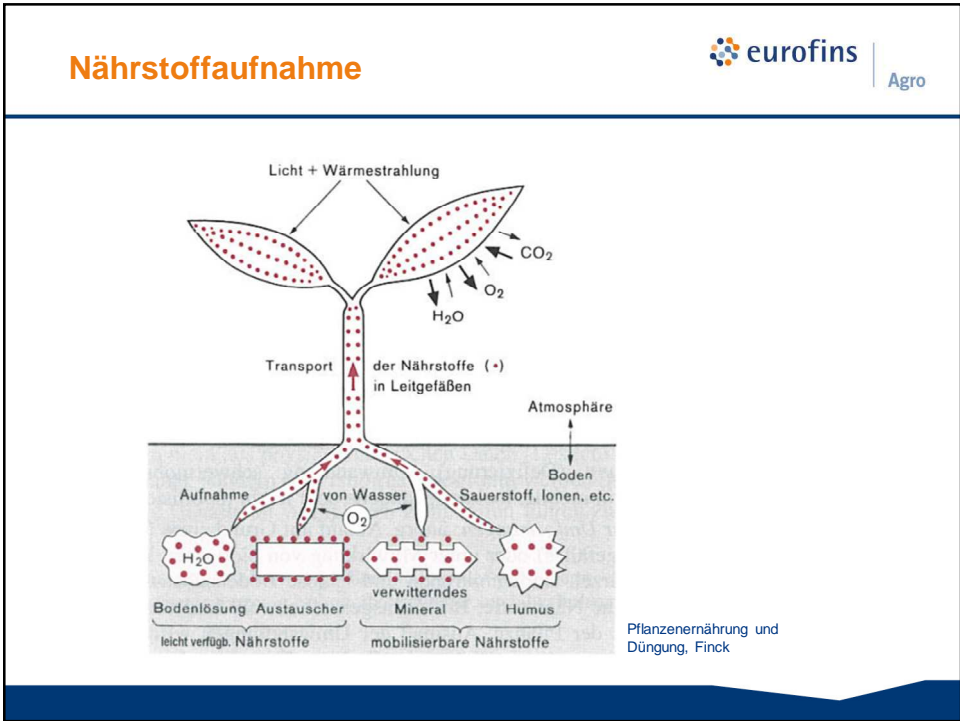
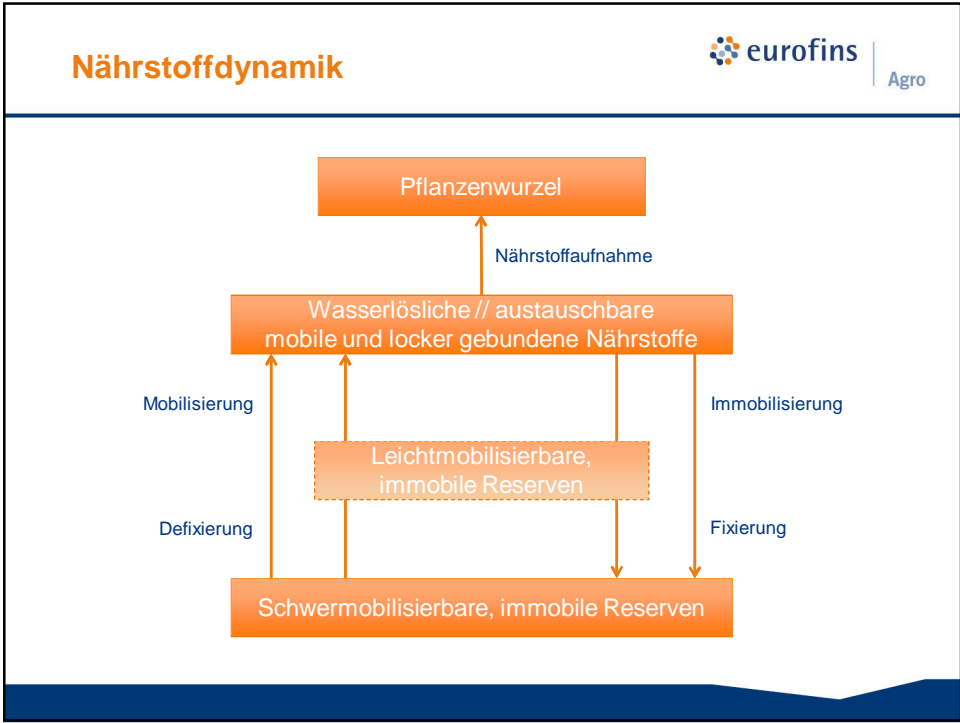


```
graph TD; A[Bodenfruchtbarkeit] --- B[chemisch]; A --- C[physikalisch]; A --- D[biologisch]; B <--> C; C <--> D; D --> B;
```

chemisch
N, S, P, K, Mg, Ca
Mn, Cu, B, Fe, pH-
Wert

physikalisch
Textur, org.
Substanz,
KAK, Struktur

biologisch
Nematoden, Pilze,
Bakterien, Würmer...



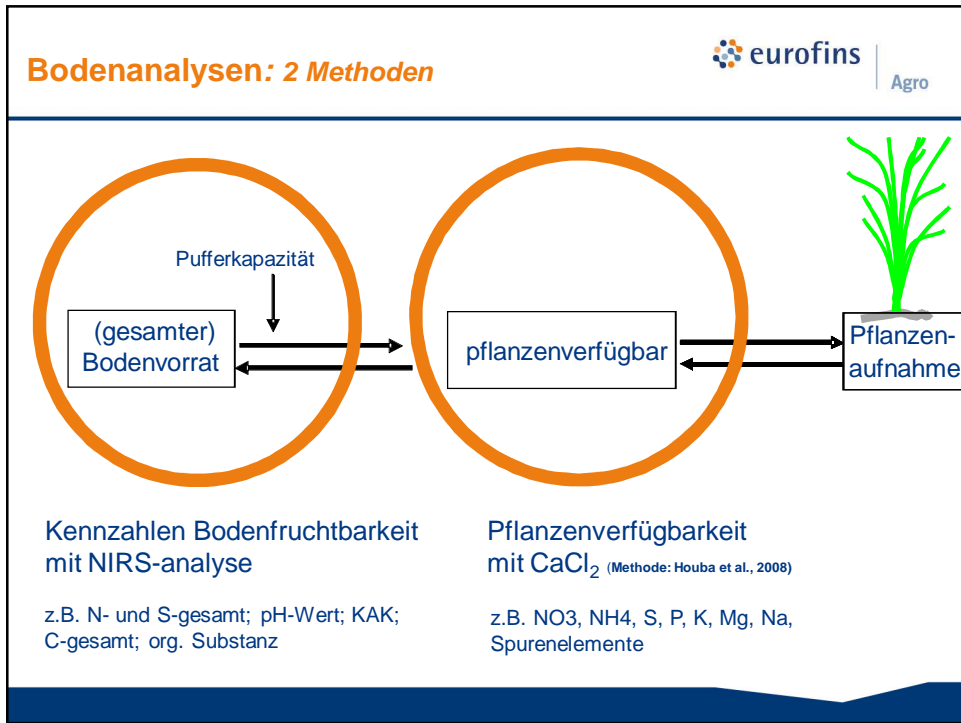
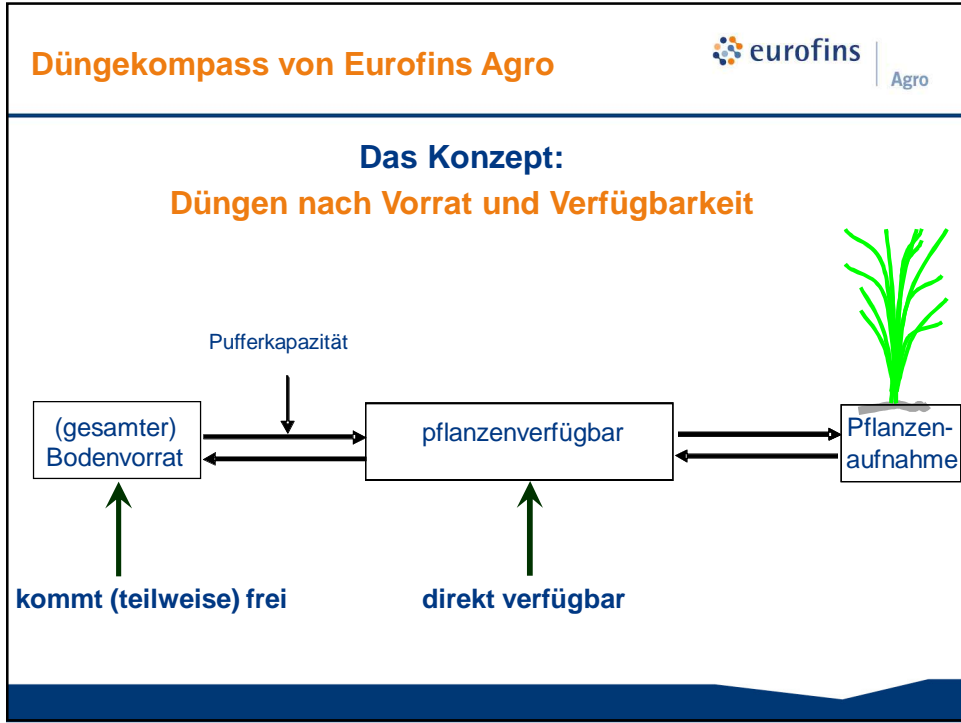
Kann eine „einfache“ Bodenanalyse (pH, P, K, Mg) diesen komplexen Sachverhalt widerspiegeln?

Oder anders:

Welche Möglichkeiten gibt es noch?

Düngekompass von Eurofins Agro


| Resultat | Einheit | Resultat | Zielintervall | sehr niedrig | niedrig | gut | hoch | sehr hoch |
|-----------------------|---|----------|---------------|----------------|---------|-----|------|-----------|
| Hauptelemente | | | | | | | | |
| Stickstoff-gesamt | mg N/kg | 1100 | 13 - 17 | [Progress bar] | | | | |
| C/N-Verhältnis | kg N/ha | 16 | 93 - 147 | [Progress bar] | | | | |
| N-Nachlieferung | kg N/ha | 97 | | [Progress bar] | | | | |
| Schwefel-gesamt | mg S/kg | 180 | 50 - 75 | [Progress bar] | | | | |
| C/S-Verhältnis | kg S/ha | 11 | 20 - 30 | [Progress bar] | | | | |
| S-Nachlieferung | kg S/ha | 11 | | [Progress bar] | | | | |
| P-verfügbar | mg P/kg | 7.1 | 3.4 - 4.7 | [Progress bar] | | | | |
| P-Vorrat | mg P ₂ O ₅ /100 g | 88 | 40 - 55 | [Progress bar] | | | | |
| K-verfügbar | mg K/kg | 106 | 70 - 110 | [Progress bar] | | | | |
| K-Vorrat | mmol+/kg | 2,5 | 1,8 - 2,8 | [Progress bar] | | | | |
| Ca-verfügbar | kg Ca/ha | 1040 | 219 - 328 | [Progress bar] | | | | |
| Ca-Vorrat | kg Ca/ha | 5475 | 4065 - 6100 | [Progress bar] | | | | |
| Mg-verfügbar | mg Mg/kg | 55 | 65 - 80 | [Progress bar] | | | | |
| Na-verfügbar | mg Na/kg | 6 | 35 - 50 | [Progress bar] | | | | |
| Spurenelemente | | | | | | | | |
| Si-verfügbar | µg Si/kg | 16440 | 6000 - 32000 | [Progress bar] | | | | |
| Fe-verfügbar | µg Fe/kg | 5540 | 2500 - 4500 | [Progress bar] | | | | |
| Zn-verfügbar | µg Zn/kg | 860 | 500 - 1750 | [Progress bar] | | | | |
| Mn-verfügbar | µg Mn/kg | 910 | 2000 - 3100 | [Progress bar] | | | | |
| Cu-verfügbar | µg Cu/kg | 36 | 40 - 65 | [Progress bar] | | | | |
| Co-verfügbar | µg Co/kg | < 2,5 | 25 - 50 | [Progress bar] | | | | |
| B-verfügbar | µg B/kg | 113 | 123 - 175 | [Progress bar] | | | | |
| Mo-verfügbar | µg Mo/kg | < 4 | 100 - 5000 | [Progress bar] | | | | |
| Se-verfügbar | µg Se/kg | 2,8 | 3,5 - 4,5 | [Progress bar] | | | | |
| physikalisch | | | | | | | | |
| Säuregrad (pH) | | 6,0 | 5,9 - 6,3 | [Progress bar] | | | | |
| Organische Substanz | % | 3,1 | | [Progress bar] | | | | |
| C-anorganisch | % | < 0,03 | | [Progress bar] | | | | |
| Kohlensäurer Kalk | % | < 0,2 | 2,0 - 3,0 | [Progress bar] | | | | |
| Ton | % | 2 | | [Progress bar] | | | | |
| Schluff | % | 28 | | [Progress bar] | | | | |
| Sand | % | 67 | | [Progress bar] | | | | |
| biologisch | | | | | | | | |
| Ton-Humus (KAK) | mmol+/kg | 50 | > 41 | [Progress bar] | | | | |
| KAK-Besatz | % | 100 | > 95 | [Progress bar] | | | | |
| Bodenleben | mg N/kg | 39 | 60 - 80 | [Progress bar] | | | | |



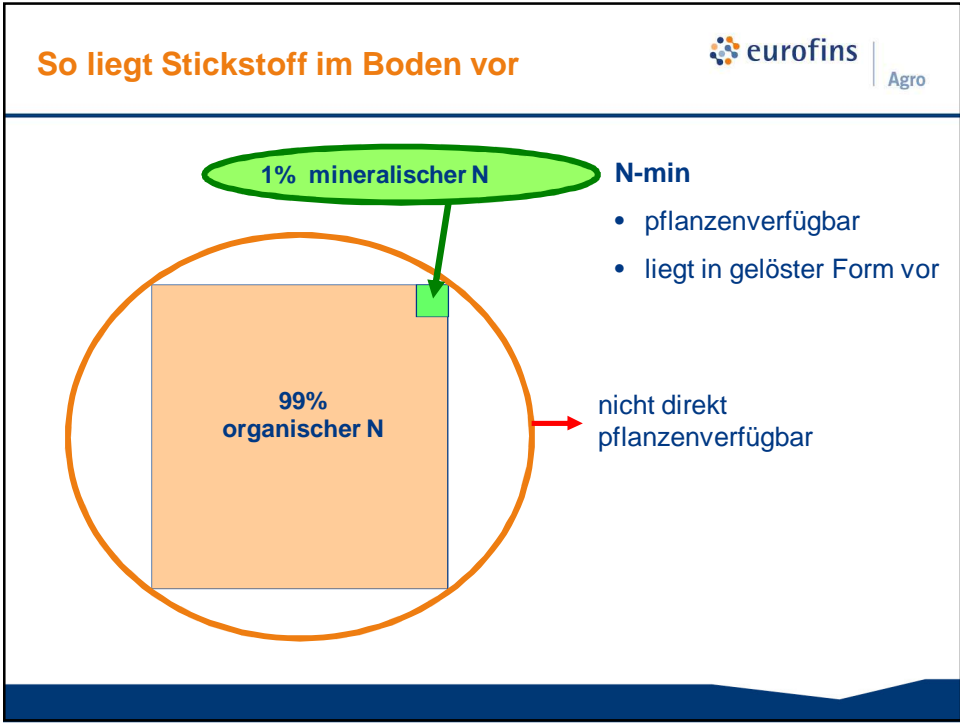
Bodenberichte und Bodenparameter eurofins | Agro

| Resultat | Einheit | Resultat | Zielintervall | sehr niedrig | niedrig | gut | hoch |
|--------------|-----------------|----------|---------------|--|--|-----|------|
| Chemisch | N-Vorrat | kg N/ha | 4090 | 3600 - 5260 | [Bar chart: 4090 is between 3600 and 5260] | | |
| | C/N-Verhältnis | | 19 | 13 - 17 | [Bar chart: 19 is above 17] | | |
| | N-Nachlieferung | kg N/ha | 40 | 95 - 145 | [Bar chart: 40 is below 95] | | |
| | S-verfügbar | kg S/ha | 25 | 20 - 30 | [Bar chart: 25 is between 20 and 30] | | |
| | S-Vorrat | kg S/ha | 780 | 650 - 910 | [Bar chart: 780 is between 650 and 910] | | |
| | C/S-Verhältnis | | 99 | 50 - 75 | [Bar chart: 99 is above 75] | | |
| | S-Nachlieferung | kg S/ha | 7 | 20 - 30 | [Bar chart: 7 is below 20] | | |
| | P-verfügbar | kg P/ha | 2,6 | 5,8 - 9,7 | [Bar chart: 2,6 is below 5,8] | | |
| | P-Vorrat | kg P/ha | 680 | 425 - 650 | [Bar chart: 680 is above 650] | | |
| | K-verfügbar | kg K/ha | 190 | 225 - 355 | [Bar chart: 190 is below 225] | | |
| K-Vorrat | kg K/ha | 305 | 260 - 395 | [Bar chart: 305 is between 260 and 395] | | | |
| Ca-verfügbar | kg Ca/ha | 155 | 235 - 545 | [Bar chart: 155 is below 235] | | | |
| Ca-Vorrat | kg Ca/ha | 3445 | 2765 - 4145 | [Bar chart: 3445 is between 2765 and 4145] | | | |
| Mg-verfügbar | kg Mg/ha | 165 | 160 - 275 | [Bar chart: 165 is between 160 and 275] | | | |
| Mg-Vorrat | kg Mg/ha | 325 | 150 - 420 | [Bar chart: 325 is between 150 and 420] | | | |
| Na-verfügbar | kg Na/ha | 25 | 115 - 160 | [Bar chart: 25 is below 115] | | | |
| Na-Vorrat | kg Na/ha | 30 | 75 - 110 | [Bar chart: 30 is below 75] | | | |
| Physikalisch | Säuregrad (pH) | 5,8 | 5,6 - 6,1 | [Bar chart: 5,8 is between 5,6 and 6,1] | | | |

Stickstoff eurofins | Agro



- Massenertrag
- Eiweiß & Aminosäuren
- Chlorophyllsynthese
- Photosynthese



N im Boden eurofins | Agro

NLV: Zielbereich: ca. 100-150 kg N/ha

- C/N Verhältnis
- Org. Substanz
- Temperatur
- Feuchte
- Sauerstoff

Bodenleben

N-gesamt

- Ø 6000 kg org. gebundener N / ha
- 500 – 22.000 kg organisch gebundener N per ha


NLV und organische Substanz eurofins | Agro

| Org. Substanz | NLV (kg N/ha) |
|------------------|---------------|
| 15% Org. Subst. | ~140 |
| 10% Org. Subst. | ~110 |
| 2,5% Org. Subst. | ~45 |

→ Große Varianz des NLV bei ident. Org. Substanz

Einflussgröße CN/-Verhältnis:
 C/N-Verhältnis hoch: geringe Mineralisierung
 C/N-Verhältnis niedrig: hohe Mineralisierung


Organische Substanz




...ist eine der **wichtigsten Bodenbestandteile**:

- liefert **Nährstoffe** für Pflanze und Bodenleben
- Verbessert das **Nährstoff- und Wasser-Bindevermögen**
-> geringere Auswaschung
- verbessert **Bodenstruktur**: Porenvolumen, Sauerstoffhaushalt
- Bessere **Bearbeitbarkeit** von Ton-Böden

Organische Substanz Bilanz

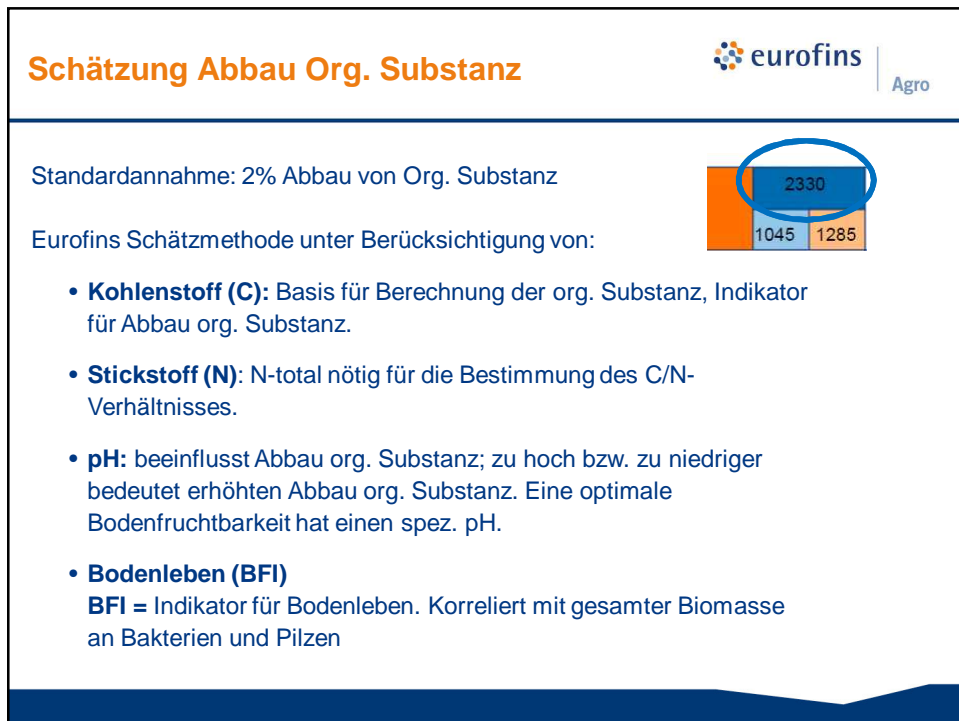
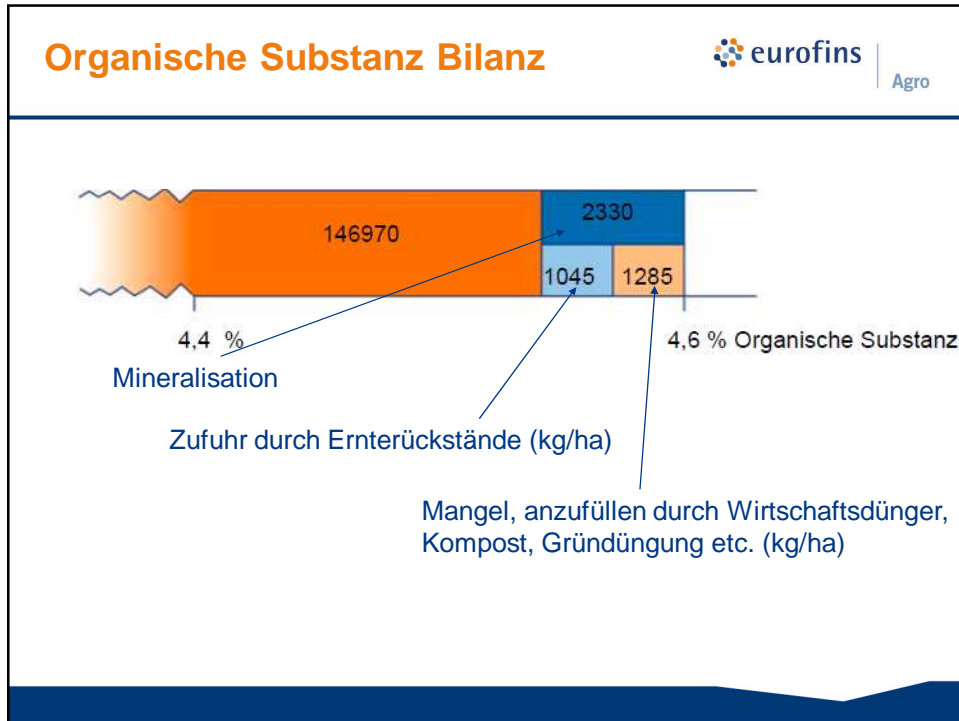


Org. Substanz Der farbige Balken liefert Ihnen Informationen zu der benötigten Menge organischer Substanz (kg/ha), um den gemessenen Gehalt an organischer Substanz aufrecht zu erhalten.



Jährliche Abbaurrate (%) der gesamten organischen Substanz: 1,6

| <ul style="list-style-type: none"> ■ Vorrat organischer Substanz, der nach einem Jahr noch in der beprobten Schicht vorhanden ist, sofern keine (effektive) organische Substanz zugeführt wird. ■ Insgesamt benötigte Zufuhr von effektiver organischer Substanz infolge des Abbaus der organischen Substanz. ■ Zufuhr durch Pflanzenrückstände (durchschnittlich im Rahmen der angegebenen Fruchtfolge oder Kulturen). ■ Noch durch z.B. Wirtschaftsdünger, Gründüngung und/oder Kompost zu ergänzen. | <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;">Pflanzen(-rest)</th> <th style="text-align: right;">Zufuhr effektiver organischer Substanz</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Raps</td> <td style="text-align: right;">975</td> </tr> <tr> <td>Mais</td> <td style="text-align: right;">660</td> </tr> <tr> <td>Winterroggen</td> <td style="text-align: right;">1500</td> </tr> <tr> <td>Durchschnittliche Zufuhr/Jahr</td> <td style="text-align: right;">1045</td> </tr> </tbody> </table> <p style="font-size: small;">Bei Getreide wird von der Abfuhr des Strohs ausgegangen.</p> | Pflanzen(-rest) | Zufuhr effektiver organischer Substanz | Raps | 975 | Mais | 660 | Winterroggen | 1500 | Durchschnittliche Zufuhr/Jahr | 1045 |
|--|---|-----------------|--|------|-----|------|-----|--------------|------|-------------------------------|------|
| Pflanzen(-rest) | Zufuhr effektiver organischer Substanz | | | | | | | | | | |
| Raps | 975 | | | | | | | | | | |
| Mais | 660 | | | | | | | | | | |
| Winterroggen | 1500 | | | | | | | | | | |
| Durchschnittliche Zufuhr/Jahr | 1045 | | | | | | | | | | |



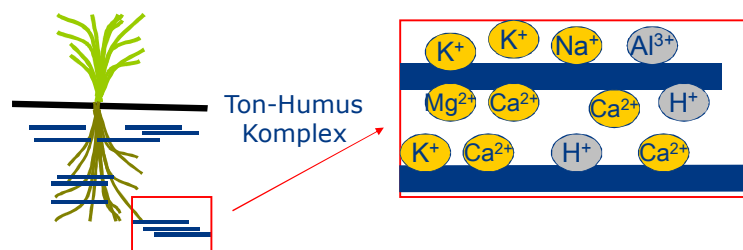
Beeinflussung der org. Substanz

Erhöhung der org. Substanz durch:

- Zufuhr von Wirtschaftsdüngern
- Zufuhr von Kompost
- Anbau von Zwischenfrüchten
- Anbau von Kulturen, bei denen viel Biomasse auf dem Feld bleibt
- Weniger, und weniger tiefe Bodenbearbeitung:
 - durch Bodenbearbeitung gelangt Sauerstoff in den Boden
→ fördert den Abbau der org. Substanz!

Ton-Humus-Komplex

- Def.: fest miteinander verbundene Tonminerale und Humusstoffe
- verantwortlich für das **Speicher- und Austauschvermögen von Nährstoffen und Wasser**



Der Blick über den Tellerrand - KAK



- Fast alle Bodenpartikel der mineralischen und organischen Bodensubstanz sind an ihren Ober- bzw. Grenzflächen **elektrisch geladen**.
- Besonders aktiv sind feine Bodenpartikel ($\varnothing < 2 \mu\text{m}$) mit hoher spezifischer Oberfläche (Bodenkolloide), v.a. **Tonminerale und Huminstoffe**, aber auch Oxide und Hydroxide
- Bei Tonmineralen und Huminstoffen, die als wesentliche Ladungsträger und Ionenaustauscher gelten, überwiegen die **negativen Ladungen**.

Was ist die Kationen-Austausch-Kapazität ?



Def.: Die Summe aller austauschbaren Kationen im Boden wird als Kationen-Austauschkapazität (KAK) bezeichnet.

Es wird zwischen potentieller (maximaler) und effektiver (aktueller) KAK differenziert.

Kationen-Austausch-Kapazität

Die Batterie im Boden!

Fähigkeit des Bodes, Nährstoffe zu binden und bei Bedarf der Pflanze wieder abzugeben.

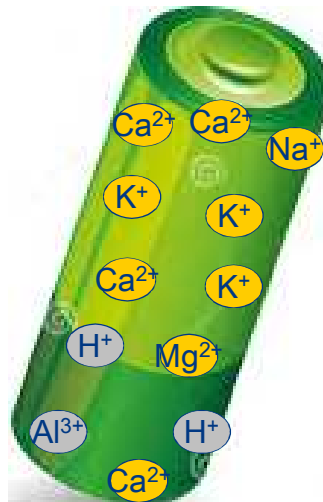


Welche Nährstoffe werden gebunden?

- Calcium
- Magnesium
- Kalium
- Natrium
- Mangan

aber auch

- Aluminium
- Wasserstoff



KAK ist negativ geladen und bindet die positiv geladenen Kationen.

KAK Messung – 3 x Information

3 Fragen:

- 1) Wie hoch ist die KAK?
- 2) Zu wieviel % ist die KAK besetzt?
- 3) Wie sind die Nährstoffe am KAK verteilt?



Frage 1: Was wird gemessen?

Effektive KAK (KAK_{eff})

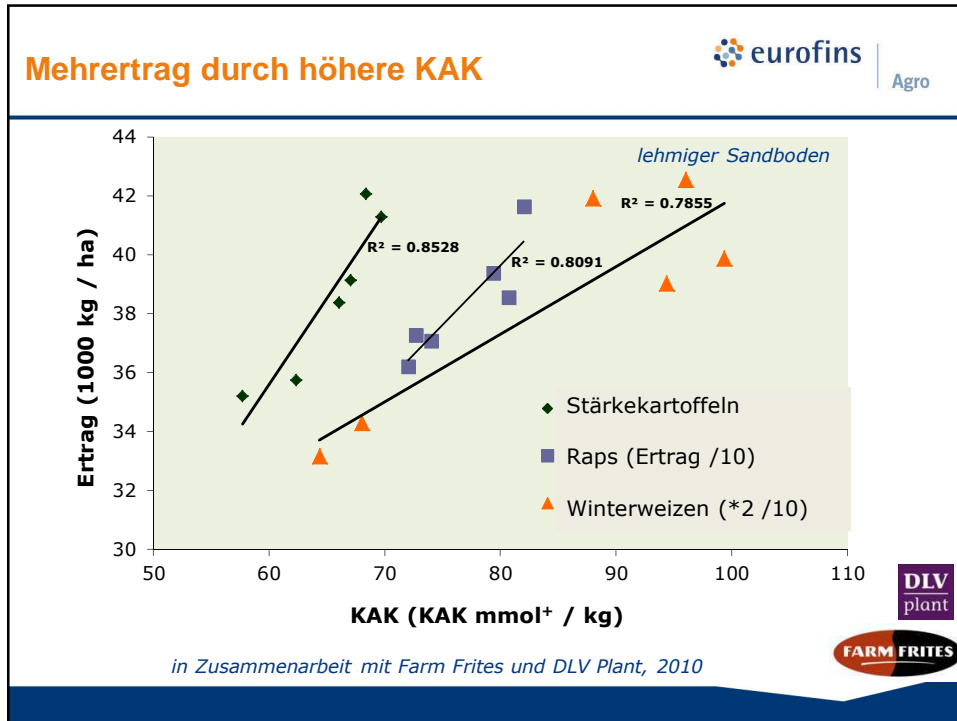
= Anzahl freie Bindungsplätze bei aktuellem pH-Wert im Boden. Einheit: mmol+ / kg

KAK = 0 = Sandkiste



KAK = 35: schwere Seemarsch





Wie bessere ich die KAK auf?

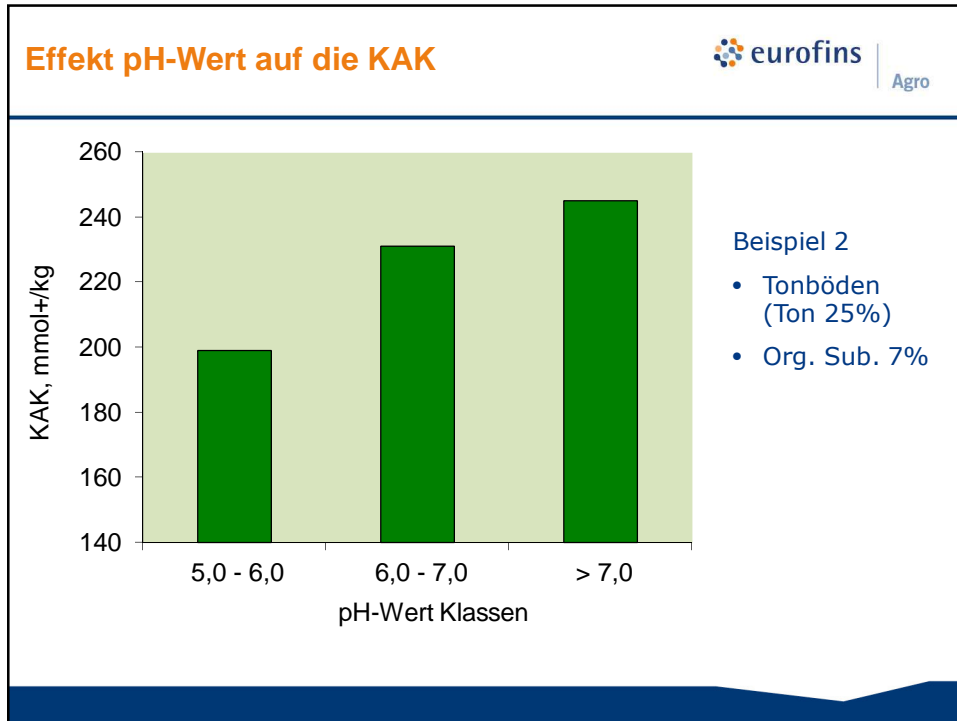
eurofins | Agro

Kurzfristig:

- pH-Werterhöhung = **höhere effektive KAK**, denn....
...es können sich dann mehr Nährstoffe an den Ton-Humus-Komplex binden

Langfristig:

- Zufuhr organischer Substanz
 - Ernterückstände
 - Kompost
 - Wirtschaftsdünger
 - Gründüngung
 - organischer Dünger



Frage 2: zu wieviel % ist die KAK besetzt? eurofins | Agro

KAK nicht zu 100% mit wertvollen Kationen besetzt (< 80%)

=

nicht alle Bindungsplätze werden ausgenutzt

=

gedüngte Nährstoffe werden nicht optimal genutzt

=

Nachlieferungspotenzial wird nicht vollständig genutzt

=

geringe Düngeneffizienz

KAK-Besatz



- landwirtschaftlich gesehen ideal...
KAK zu 100% gefüllt mit Ca, Mg, K, Na
- Aber... KAK bevorzugt
 $Al^{3+} = H^+ > Ca^{2+} > Mg^{2+} > K^+ = NH_4^+ > Na^+$
- Vor allem auf Böden mit niedrigen pH-Wert ist die KAK nicht zu 100% mit Ca, Mg, Na und K gefüllt

Frage 3: Verteilung der Nährstoffe am KAK



Verteilung der Nährstoffe ist wichtig für die Bodenstruktur!

Hoher Anteil Ca am Klei-Humus-Komplex

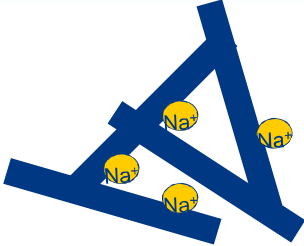
- notwendig für Krümelstruktur
 - Aggregatbildung
 - Aggregatstabilität
 - Verschlammungsrisiko gering

K und Na

- Verdrängen Ca vom Ton-Humus-Komplex
 - hohes Verschlammungsrisiko
 - keine stabilen Aggregate




Calcium beeinflusst Bodenstruktur eurofins | Agro



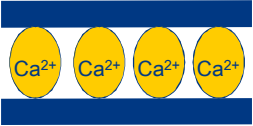
viel **Natrium** an den Tonmineralen

- schlechte Bindung
- Kartenhaus-Struktur



viel **Kalium** an den Tonmineralen

- Tonmineralen zu dicht aufeinander
- schlechte, dichte Struktur



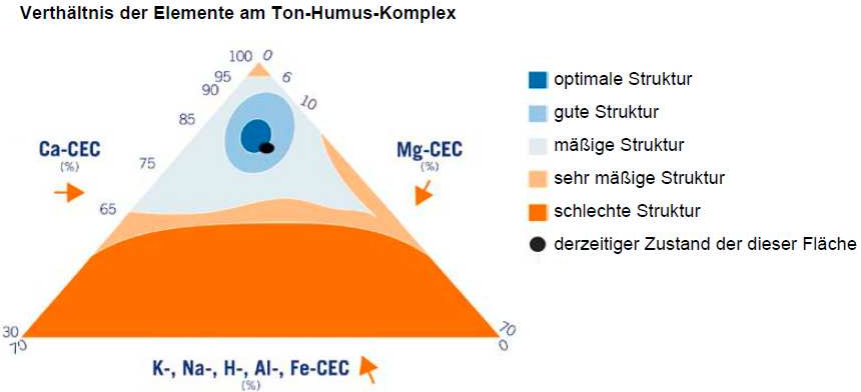
viel **Calcium** an den Tonmineralen

- Tonmineralen haben optimalen Abstand
- luftige Struktur, gute Bindung

Magnesium auch größere Teilchen, aber weniger Bindung als Calcium

Strukturdreieck auf dem Bericht eurofins | Agro

Verhältnis der Elemente am Ton-Humus-Komplex



- optimale Struktur
- gute Struktur
- mäßige Struktur
- sehr mäßige Struktur
- schlechte Struktur
- derzeitiger Zustand der dieser Fläche

Fazit:**Vorzüge des Düngekompasses:**

- Nährstoffbeurteilung nach dem Vorrat-Verfügbarkeit-Prinzip
- Organische Substanzbilanz
- Beurteilung der Qualität org. Substanz
- KAK: Potenzial und Besatz
- Strukturdreieck
- Beurteilung Krümelbarkeit und Verschlämmungsrisiko
- Texturdreieck
- pF-Kurve

Fragen?

**Vielen Dank für Ihre
Aufmerksamkeit!!**

