

A photograph showing a vertical cross-section of soil. The top layer is dark brown, rich soil. Below it, a lighter, more textured layer is visible. Numerous plant roots, including some thick taproots and many fine lateral roots, are exposed, extending from the surface vegetation down into the soil. The roots are light brown and contrast with the dark soil. The vegetation at the top consists of green grasses and some flowering plants with yellowish-brown heads.

Bodemvruchtbaarheid

David Buchan
Landwijzer 2023

Bodems en Agroecologie

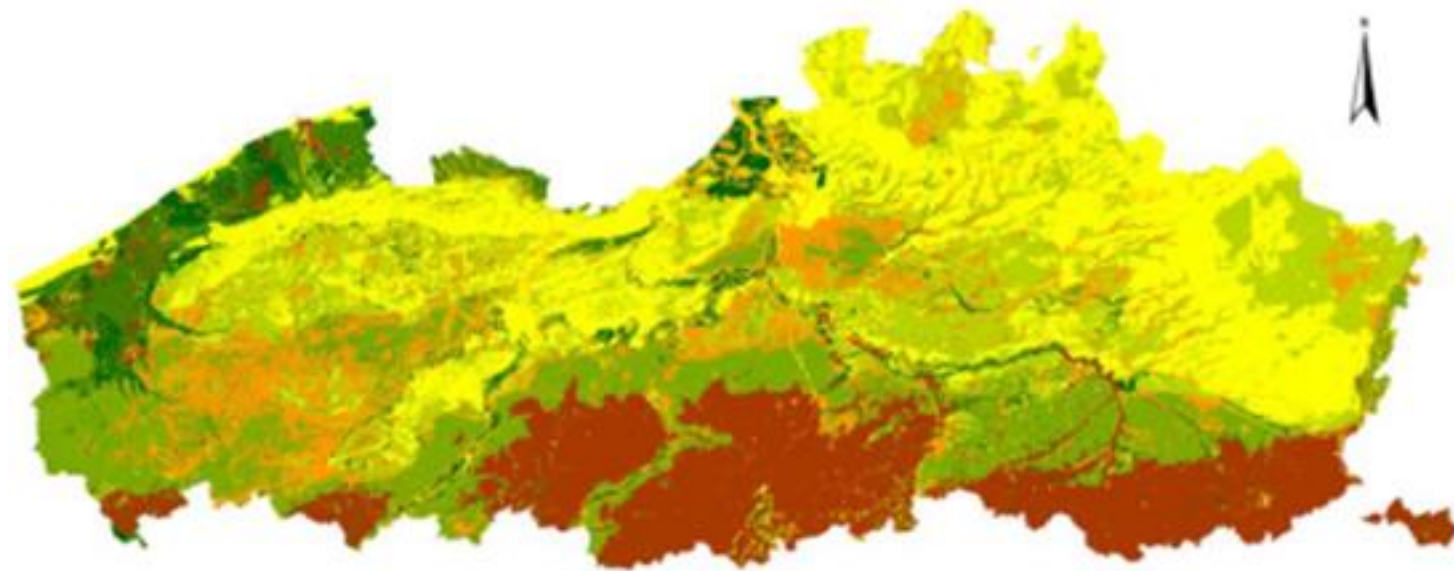
- Wat is bodem?
 - Wat zijn haar eigenschappen?
 - Hoe gedraagt bodem zich?
-
- Wat maakt een vruchtbare bodem?
 - Hoe gaan we om met bodem?
- ➔ Duurzaam bodembeheer!



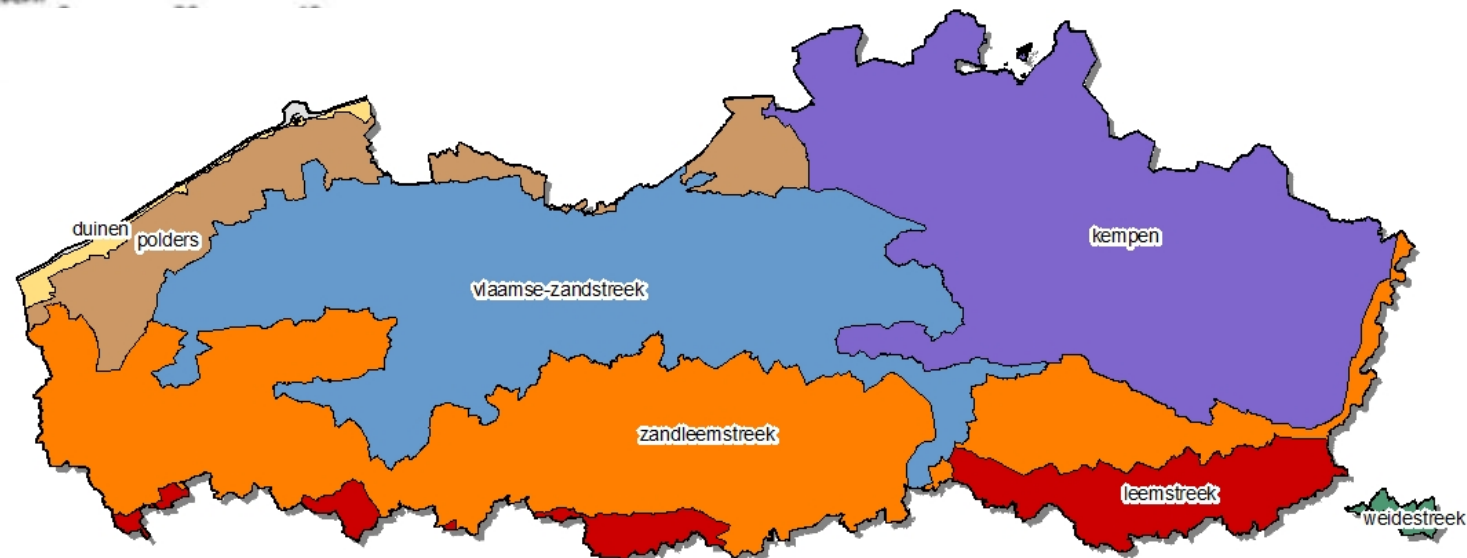
Hoe kijken we naar bodem?



Bodemkaart op basis van textuur



Landbouwstreken:



Tijd: kalkrijk zand en vochtig klimaat

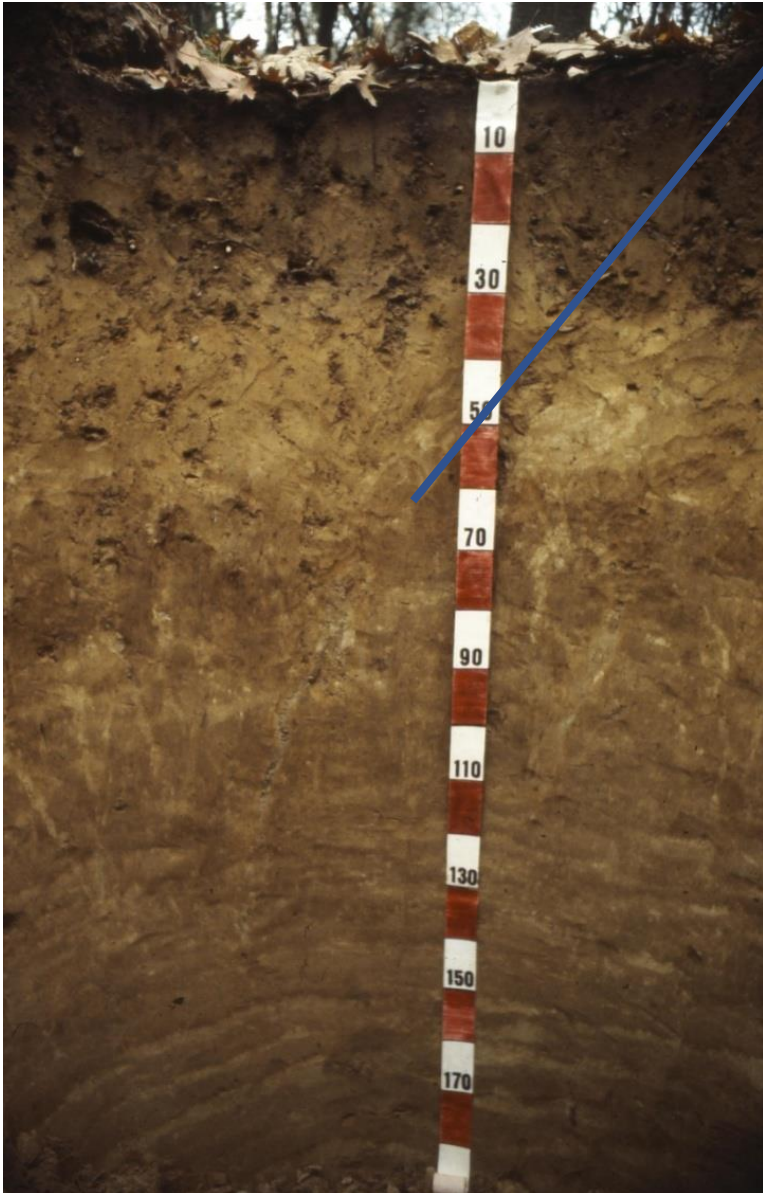


←
Jonge
bodem

→
Na 15.000
jaar



Bodemvorming: **klimaat** (dezelfde leem afzetting)



Vochtig Atlantisch klimaat:

- ondiep organisch
horizont
- ontkalkt tot 3 m diep
- klei uitspoeling

arm, zuur bosbodem



Droog Continentaal klimaat:

- dik organisch horizont,
rijk aan leven & wortels
- kalk aanwezig door heel
profiel

***vruchtbaar, alkalisch
prairiebodem***

Klimaat: de ijstijden



Loess = leemafzettingen door wind

Bodemvorming: topografie

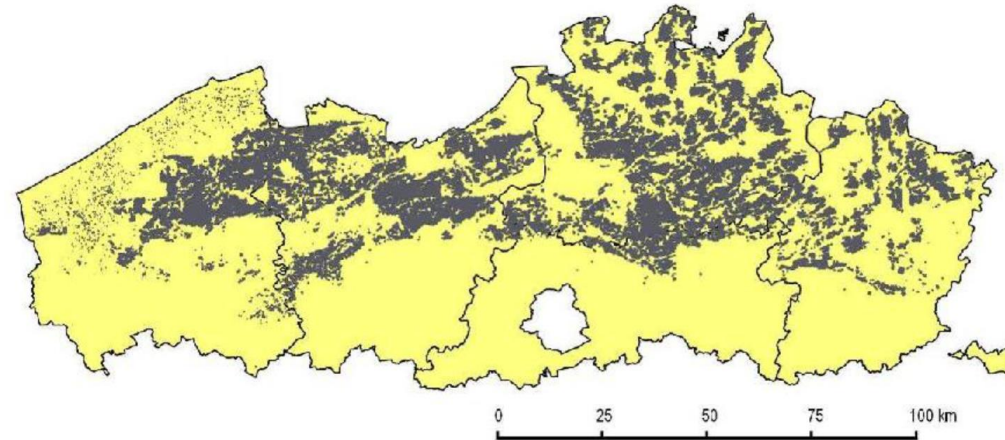
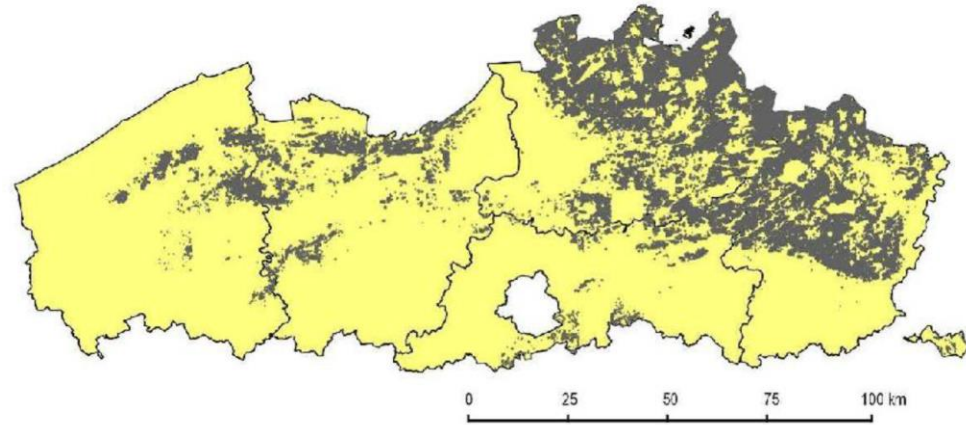
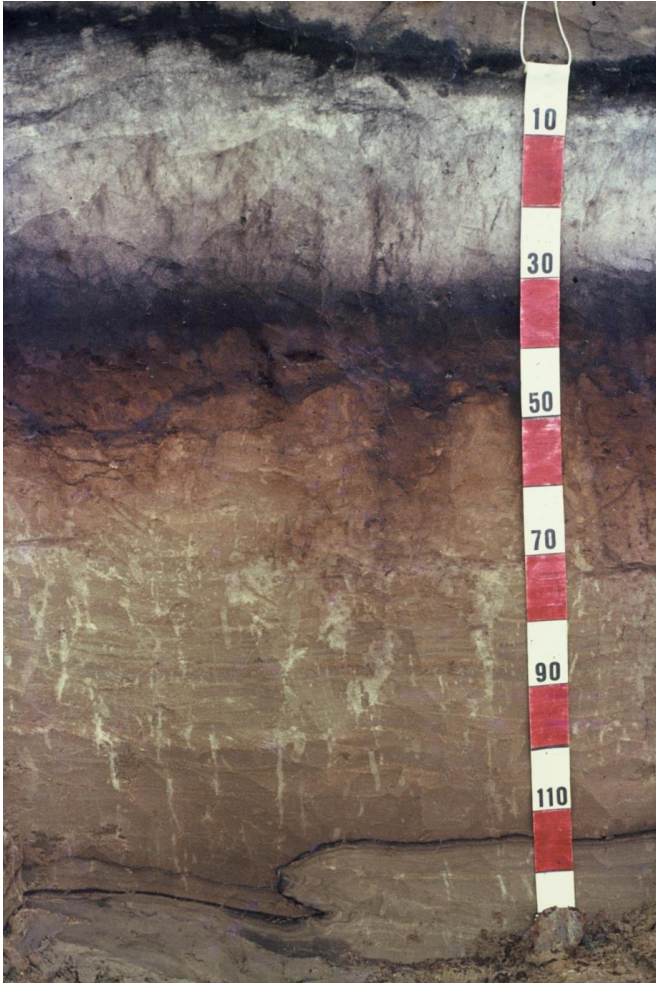


Bodems in het landschap

- Belang van topografie, drainage:
 - Plateau
 - Helling
 - Dal
- Tussenkoms van de mens:
 - Grachten: drainage
 - Dijken: inpoldering
 - Bodemopbouw: plaggenbodems en “anthrosols”
- Agrarisch landschap:
 - Kouters
 - Meersen
 - Bulken

Zandbodems

Podzols 12%:

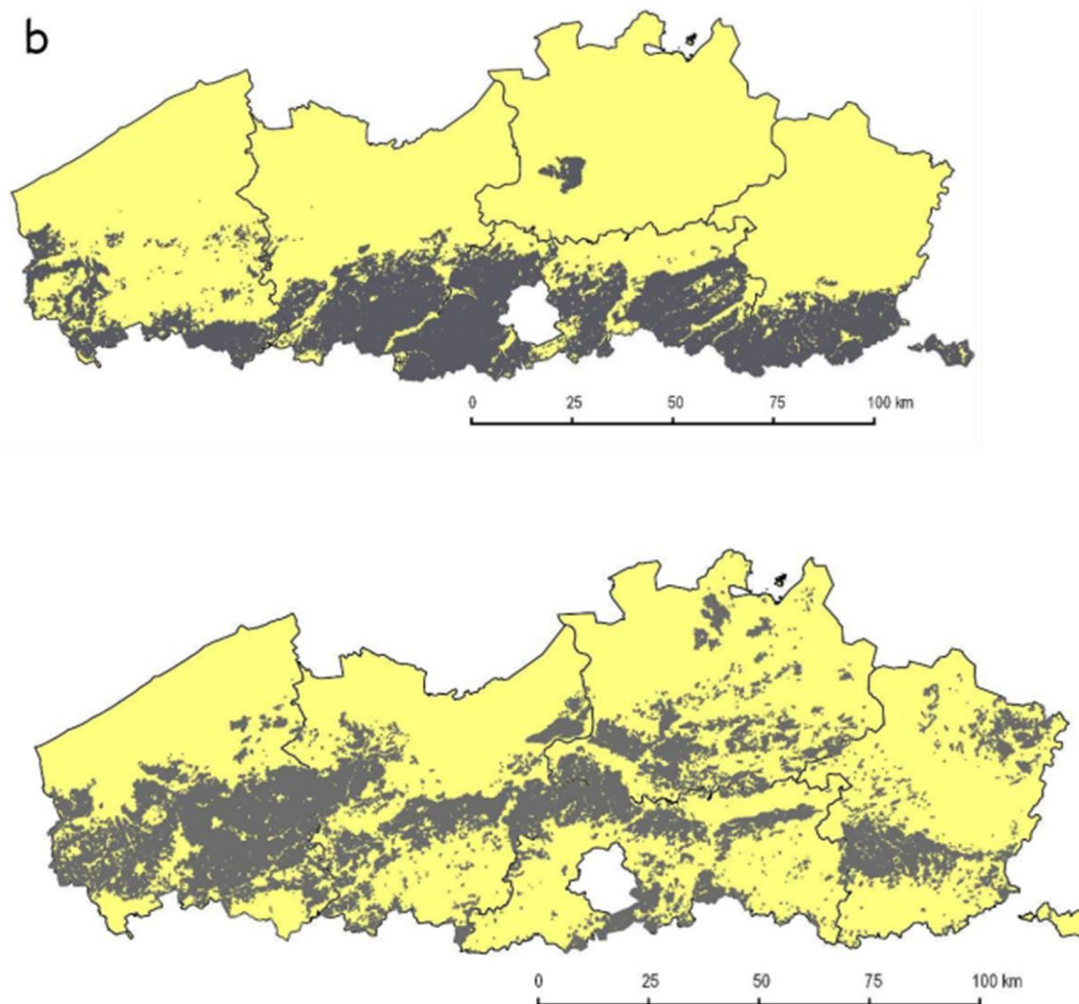


Anthrosols 11%:



Leem en zandleembodems

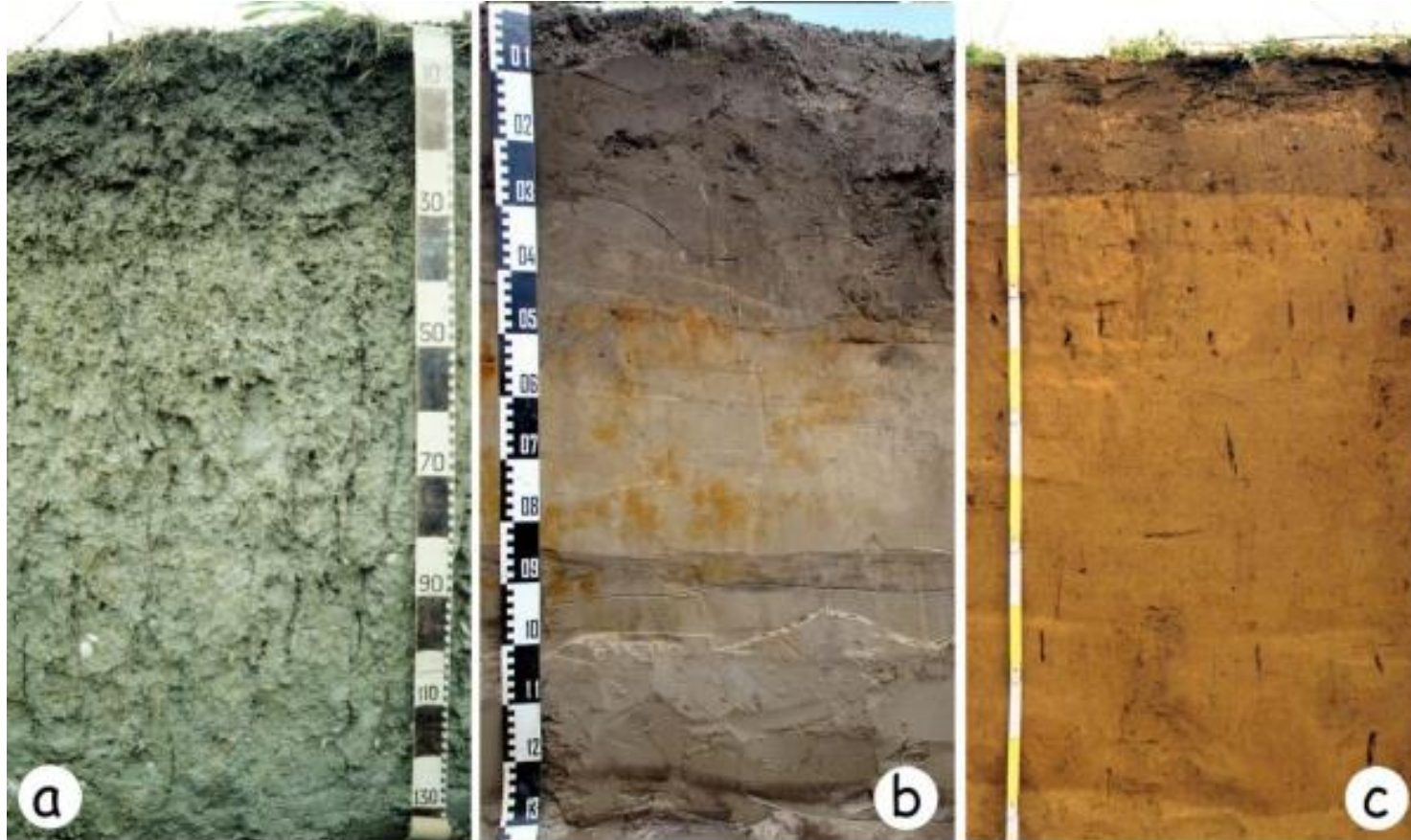
Luvisols 13%:



Retisols 13%:



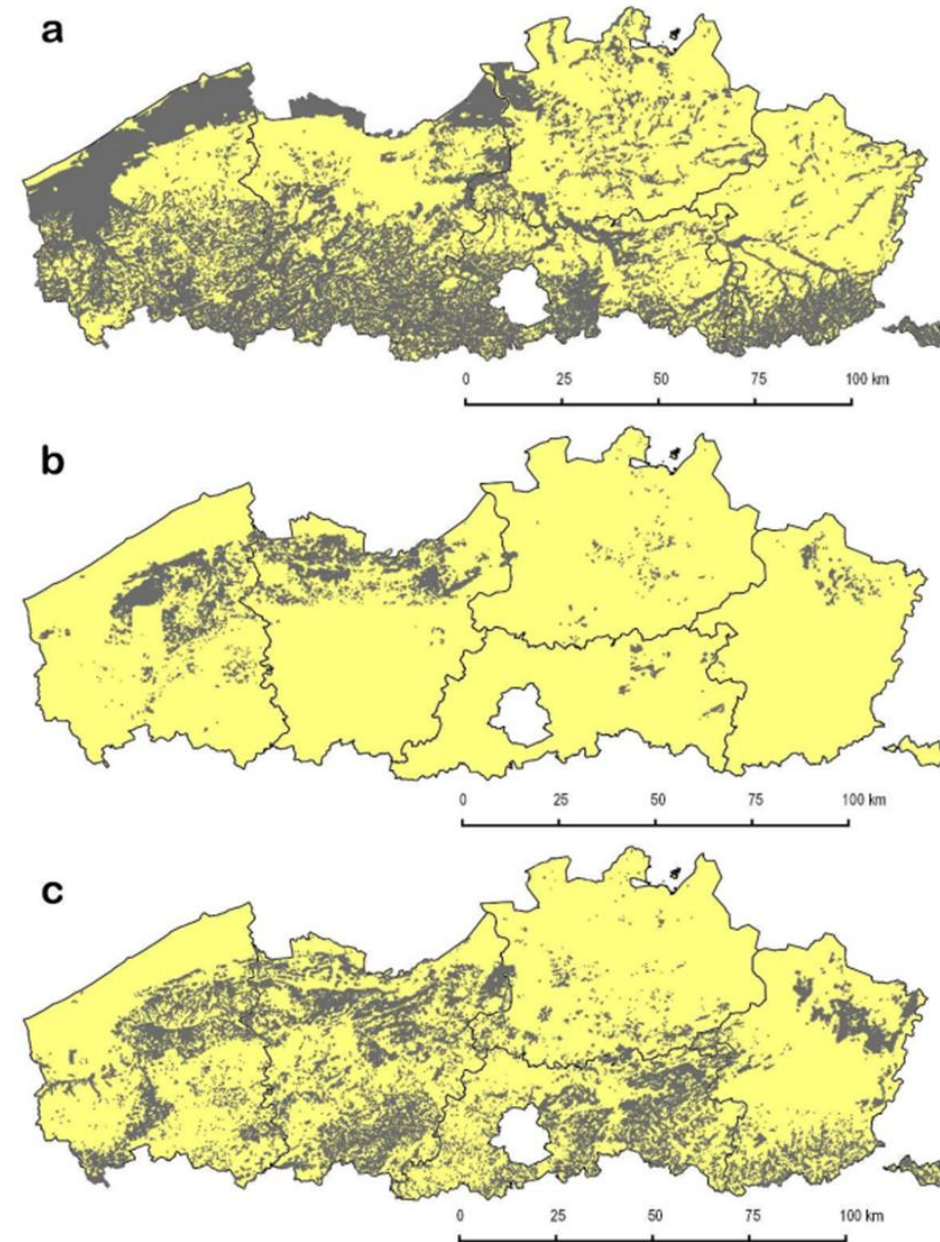
Jonge bodems ('Cambisols') 22%



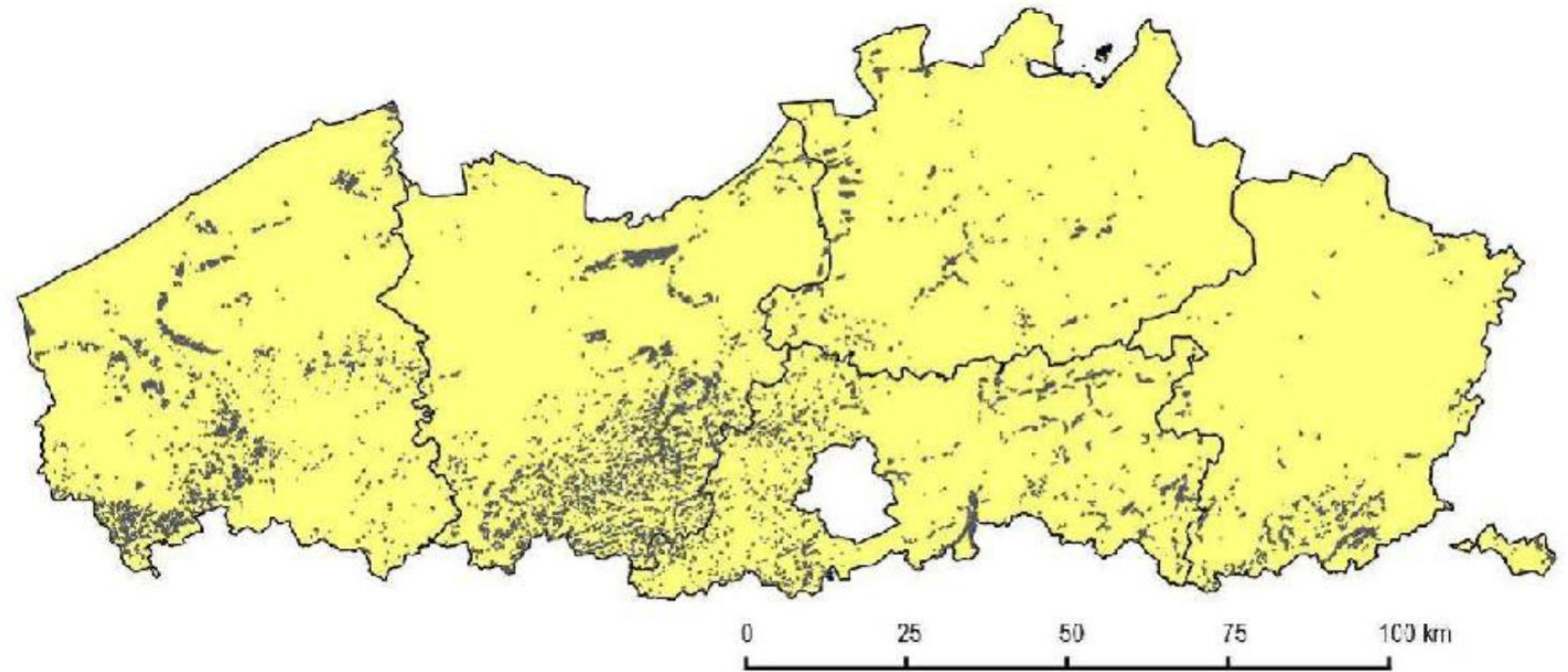
Fluvic: alluviale vlaktes,
polders en voet van
hellingen

Terric & Plaggic: door de
mens – geassocieerd met
anthrosols

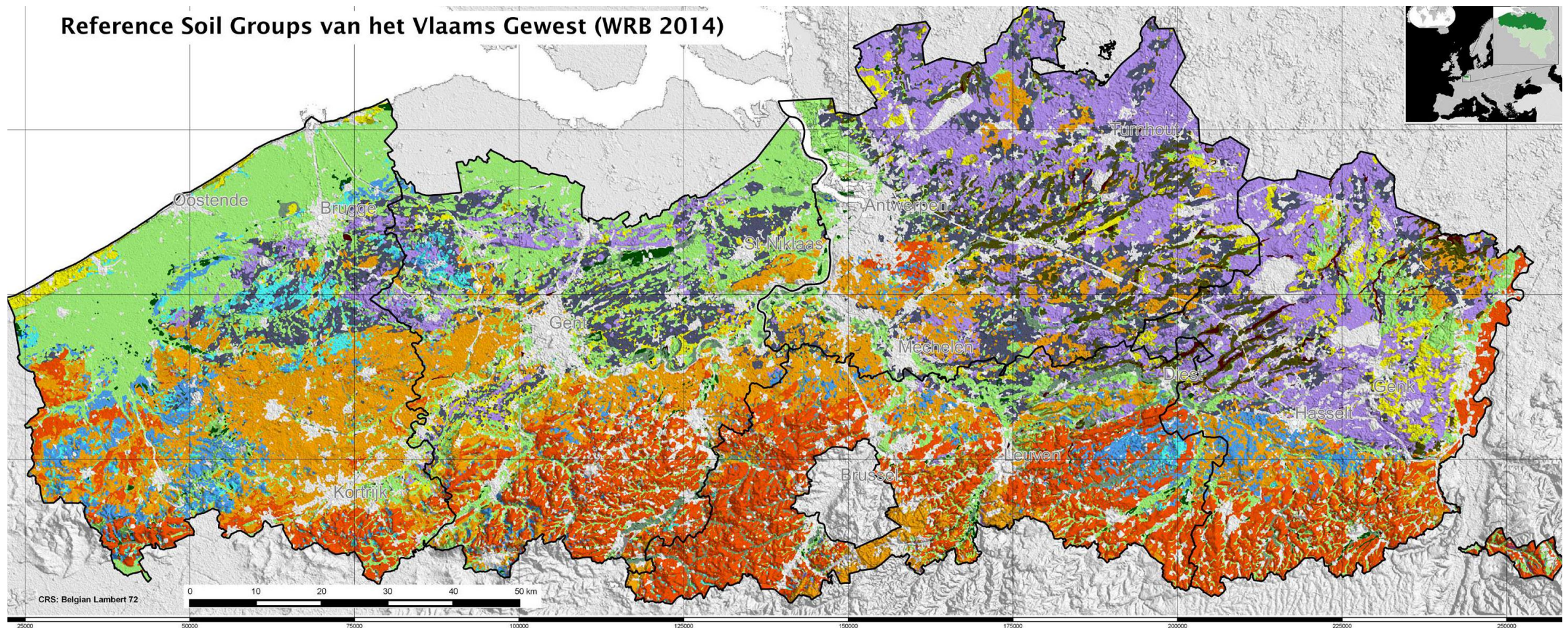
Anderen..



Gleybodem 1,1%



Bodemgroepen van Vlaanderen volgens WRB



Bron: Generalisatie van de digitale bodemkaart van Vlaanderen (GDI-Vlaanderen). Topografisch beeld afgeleid van SRTMv4 data (<http://srtm.csi.cgiar.org/>)

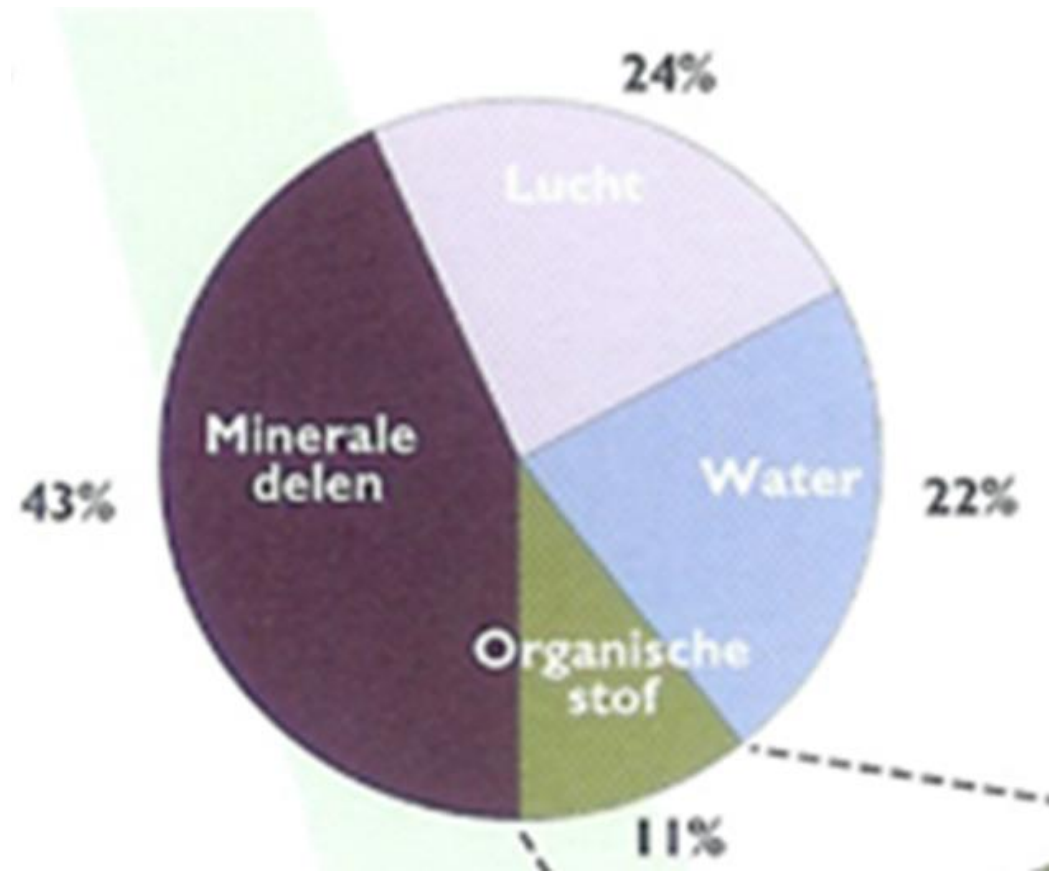
Legende

Reference Soil Groups

Arenosols	Podzols	Cambisols	Fluvisols	Umbrisols	Luvisols	Stagnosols
Regosols	Anthrosols	Gleysols	Phaeozems	Histosols	Alisols	Technosols/Not Surveyed
				Retisols	Planosols	

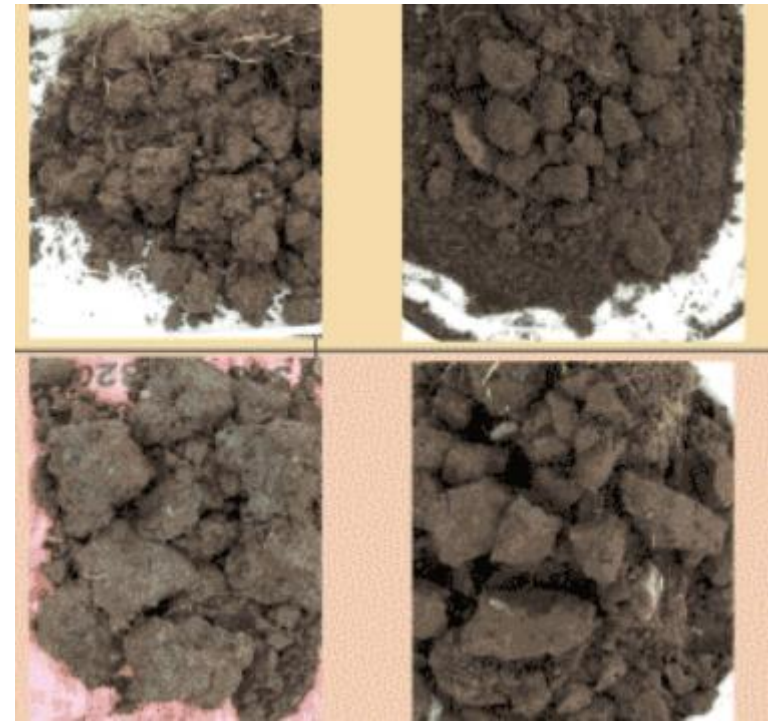
Samenstelling van bodem

- 50% leegtes...
- De rest vast, vooral mineralen
- Organisch stof: maar 1-10%
- En de inwoners natuurlijk!



Bodemstructuur

- Aggregaten
- Poriën, holtes, tunnels
- Water & lucht
- **Structuurdegradatie**
- **Hoe wel goede structuur verkrijgen?**



Bodemstructuur: aggregaten



Kruimel



Afgerondblokkig

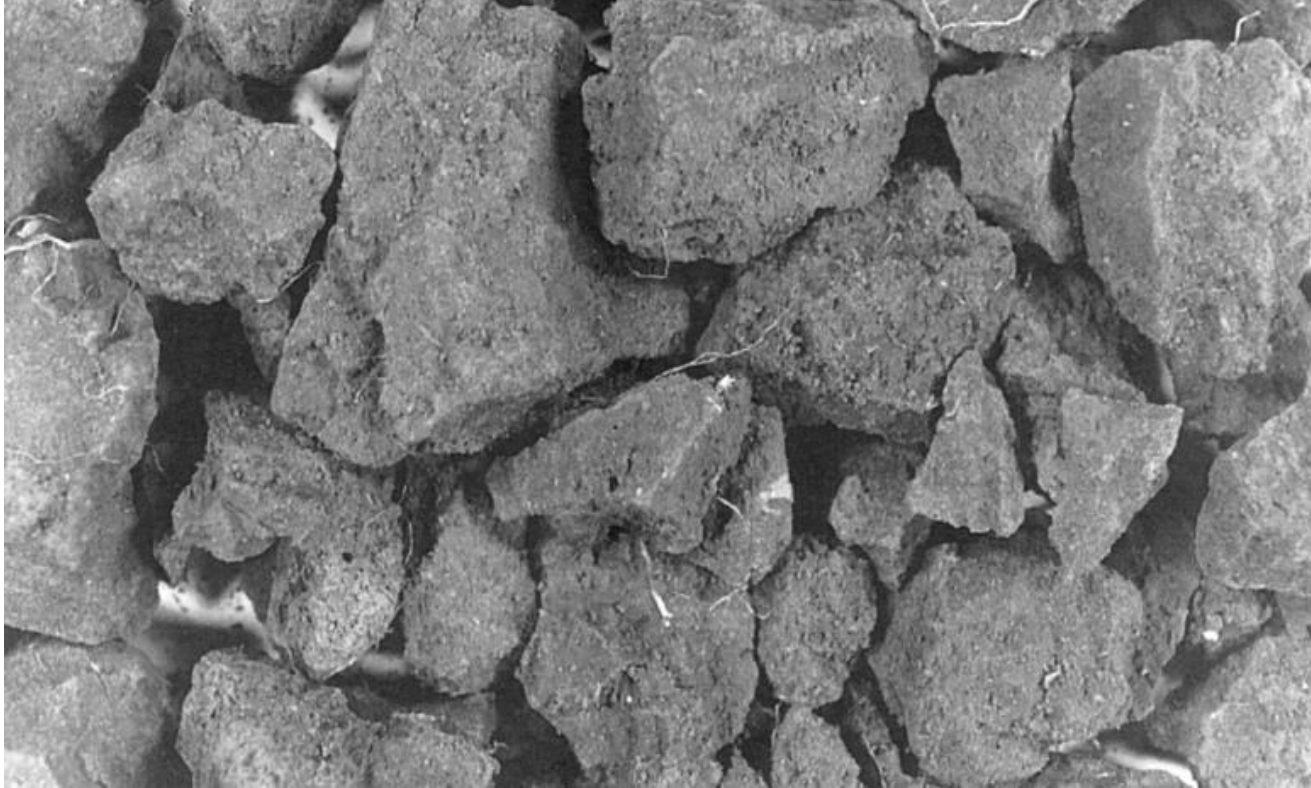


Scherphoekblokkig

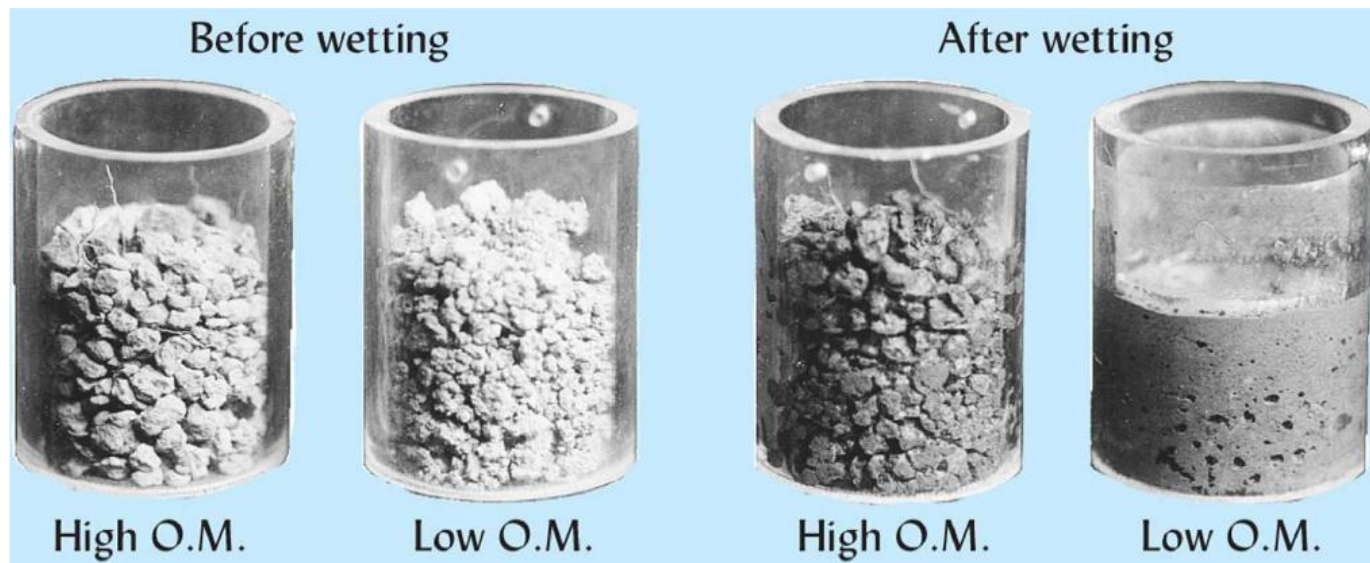
Kruimeldeeg: ideale structuur!



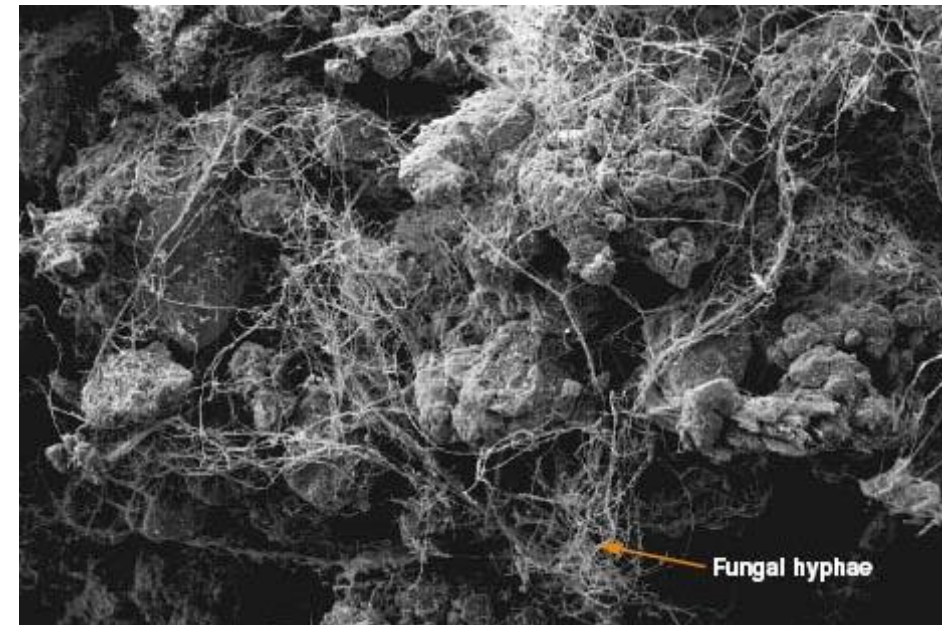
Scherphoekige blokken versus kruimelstructuur



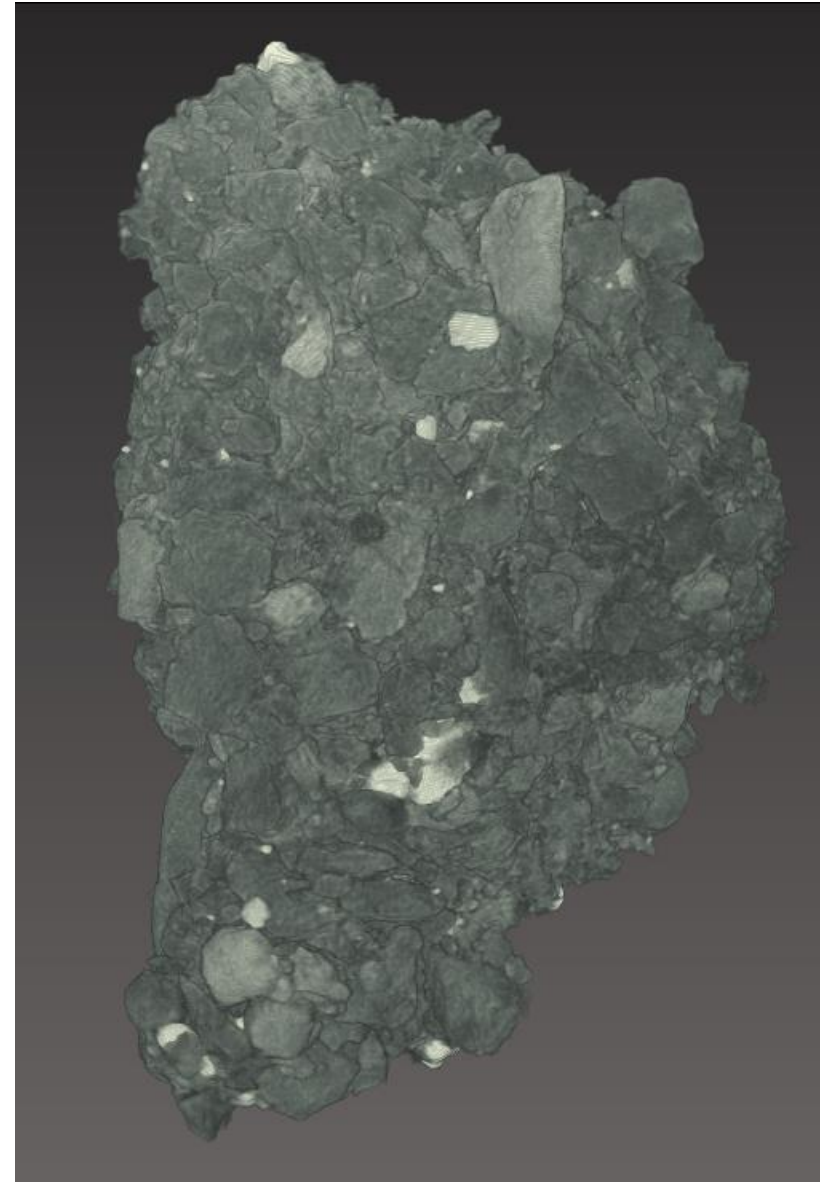
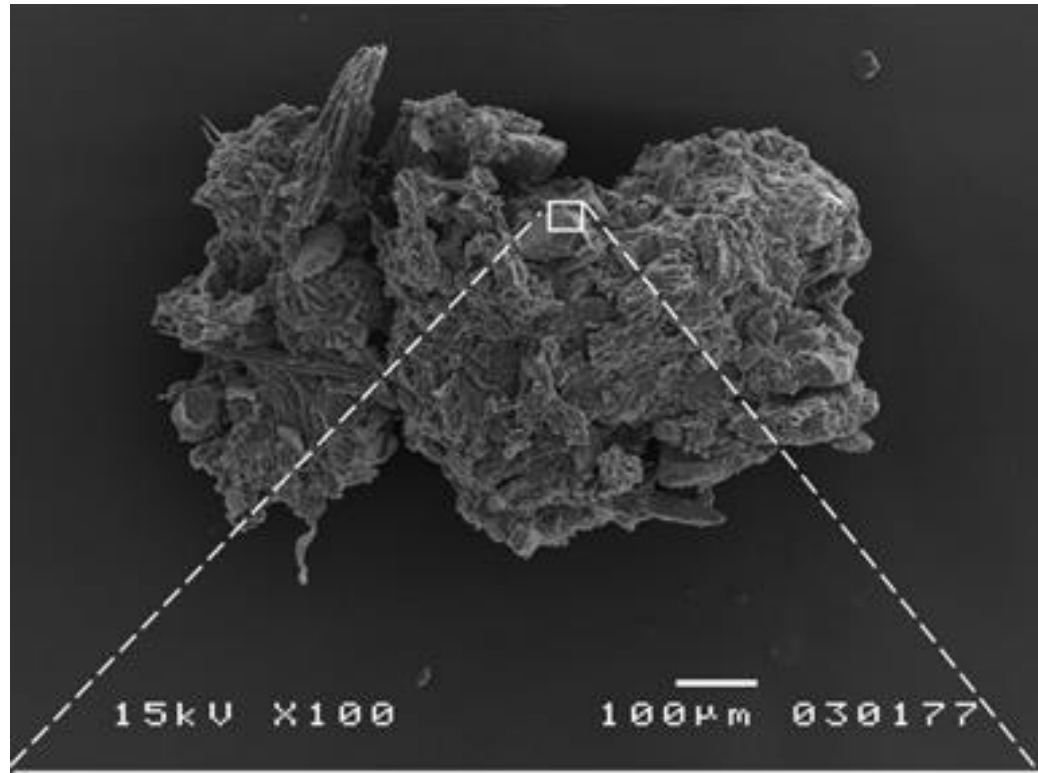
Stabiliteit van Aggregaten



Biogenische aggregaten



Micro-aggregaten



Structuurdegradatie: effect van ploegen



Op zware klei is er een sterke binding tussen de bodemdeeltjes. De bewerkbaarheid kan dan een probleem zijn. Met veel calciumionen wordt de binding tussen de bodemdeeltjes kleiner, en dat komt de bewerkbaarheid ten goede. Zelfs bij een goede pH kan een extra gift met calcium een gunstige invloed hebben op de bewerkbaarheid. Gips (calciumsulfaat) heeft geen invloed op de pH, maar brengt wel extra calciumionen in oplossing.

Structuurdegradatie: late oogst



Structuurdegradatie: verslemping



Op slempgevoelige grond hebben de bodemdeeltjes onderling weinig binding. Hierdoor vallen ze snel uit elkaar en kunnen ze een soort korst op de grond vormen. Calciumionen in de oplossing en gebonden aan kleideeltjes (adsorptiecomplex) beperken deze slempgevoeligheid. Magnesiumhoudende kalk werkt verslemping juist in de hand.



Erosie



Erosie: langs ploegvoren & tussen ruggen



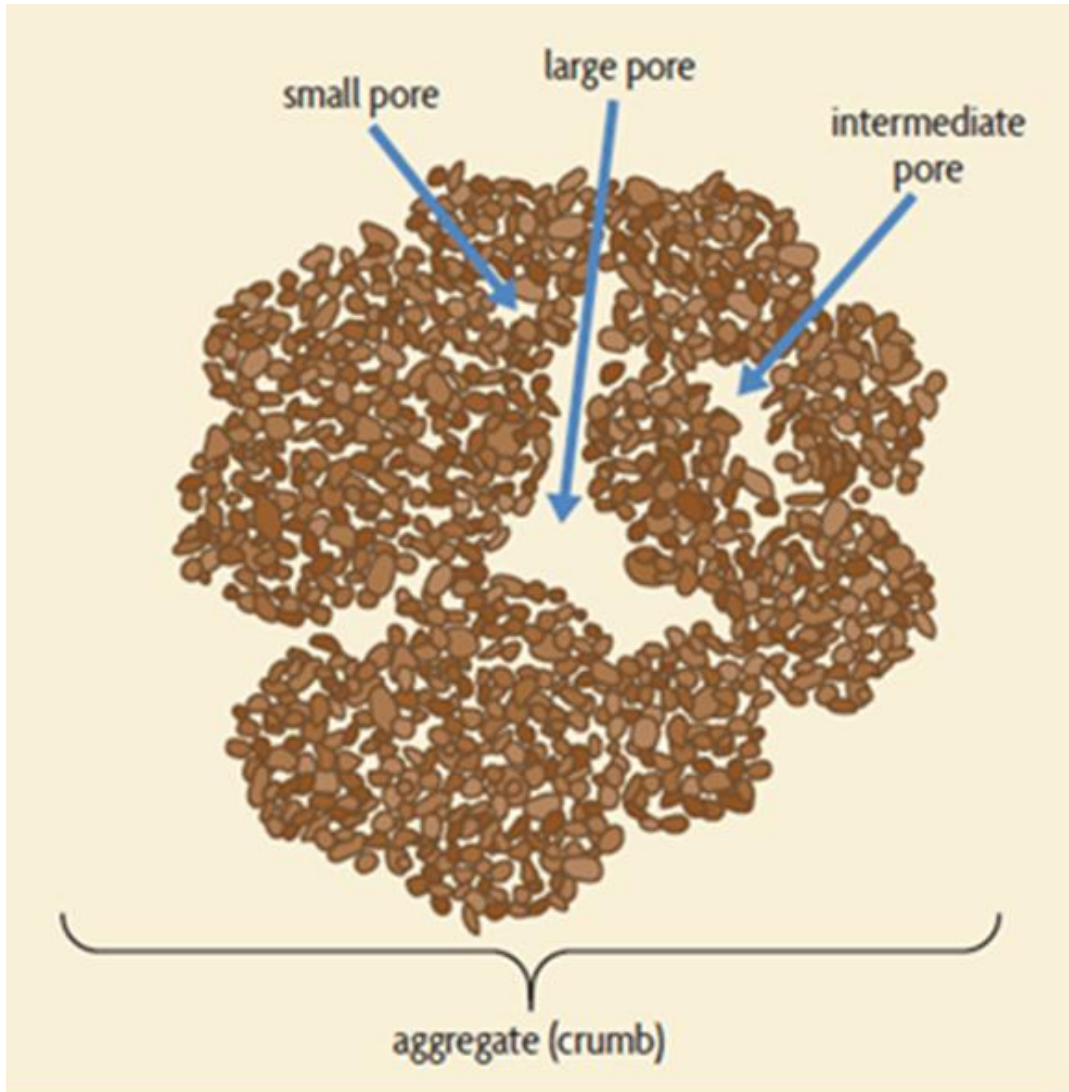
Leem: bijzonder gevoelig aan erosie!



Extrem geval: The Dust Bowl

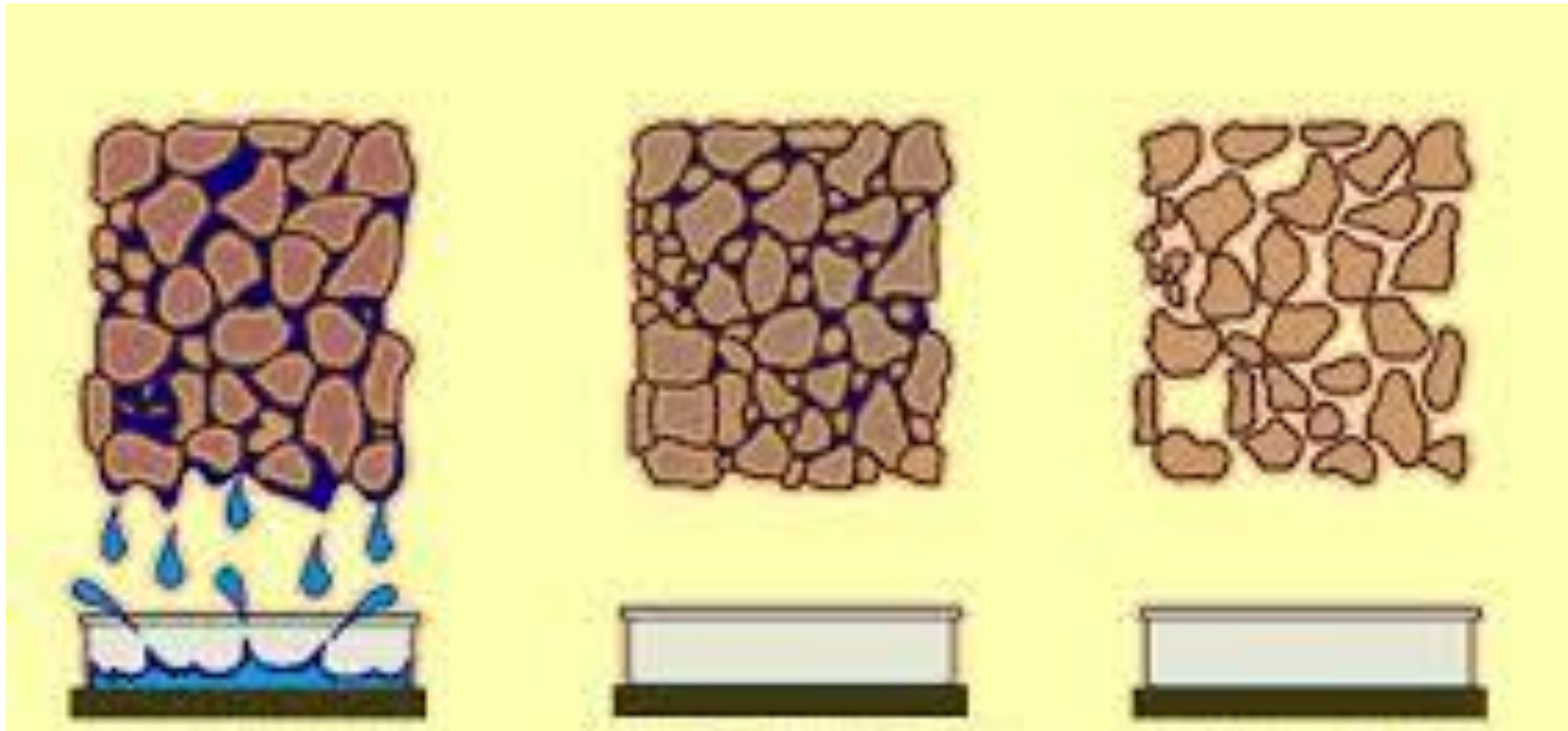


Poriëngrootte



- Grotere bodemdeeltjes = grote poriën..
- Macroporiën ($> 10\text{-}30\ \mu\text{m}$): draineren door zwaartekracht
- Microporiën ($< 0,2\ \mu\text{m}$): water sterk vast gehouden door capillaire krachten
- Er tussen = **plant-beschikbaar water**

Beschikbaarheid van bodemwater

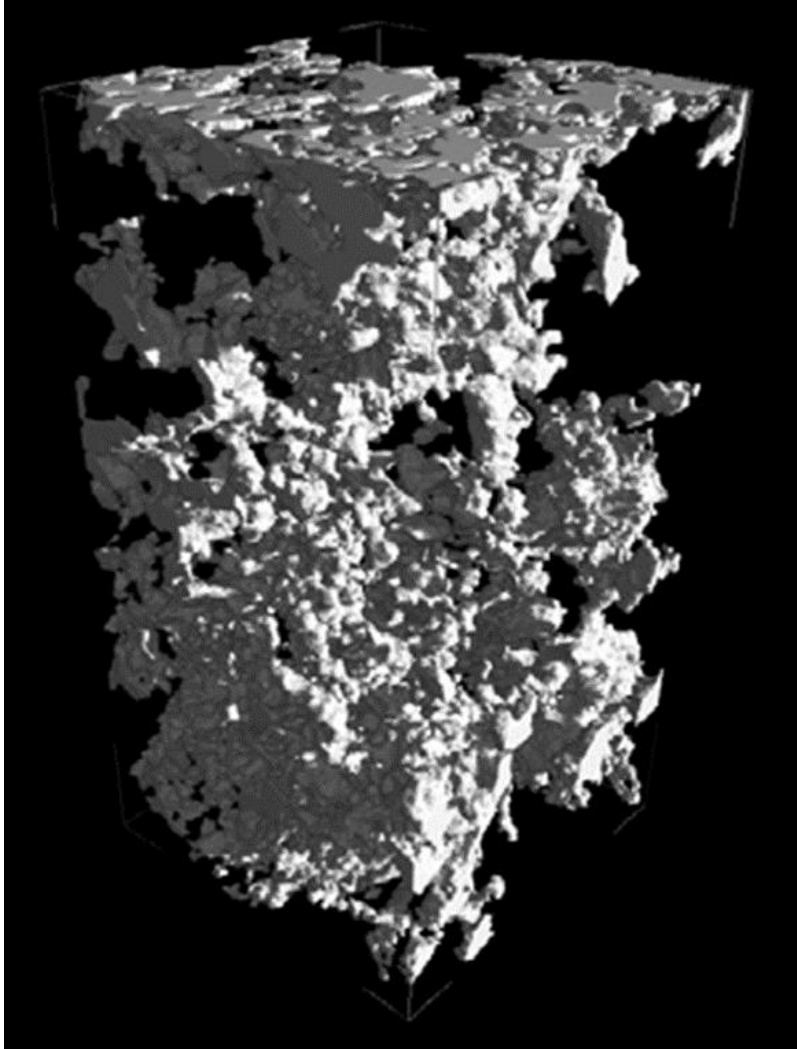


Verzadigd
alle poriën gevuld

Veldcapaciteit
plantbeschikbaar

Verwelkingspunt
niet beschikbaar

Verbonden biogenische poriën

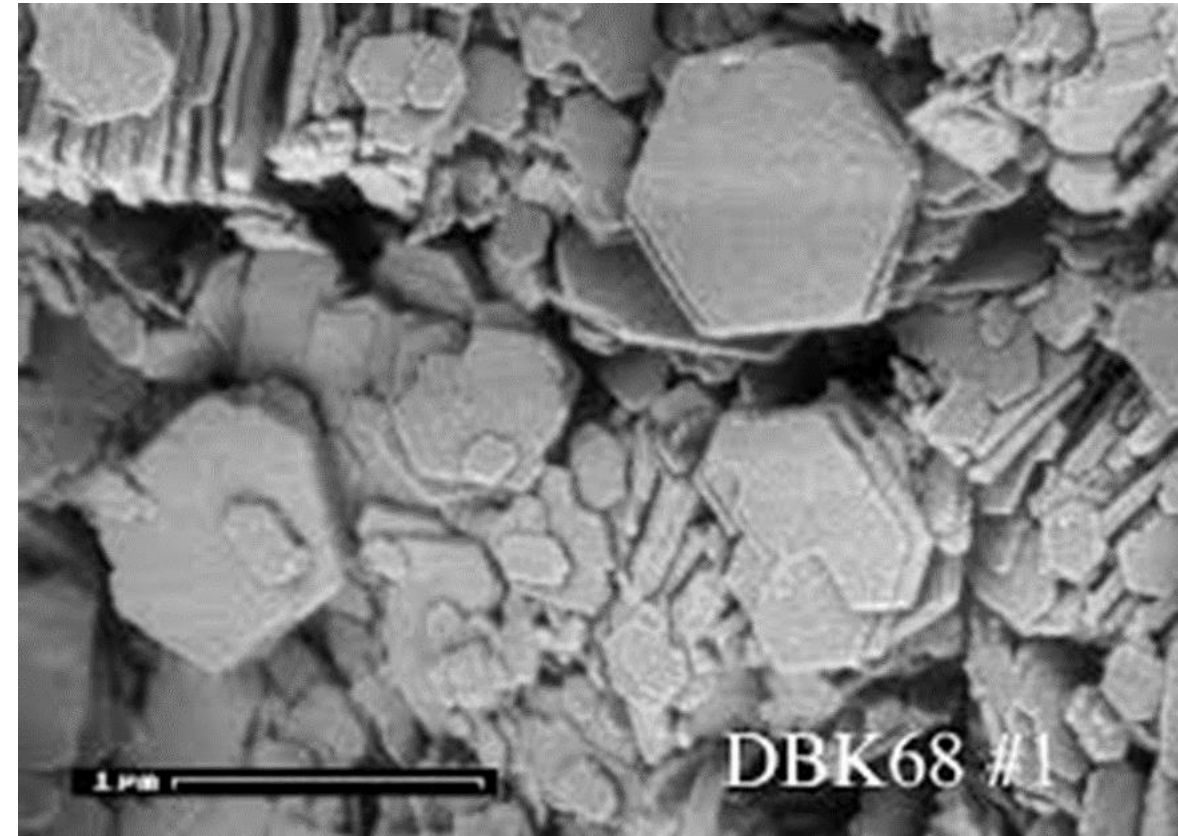


Zuurstofgebrek



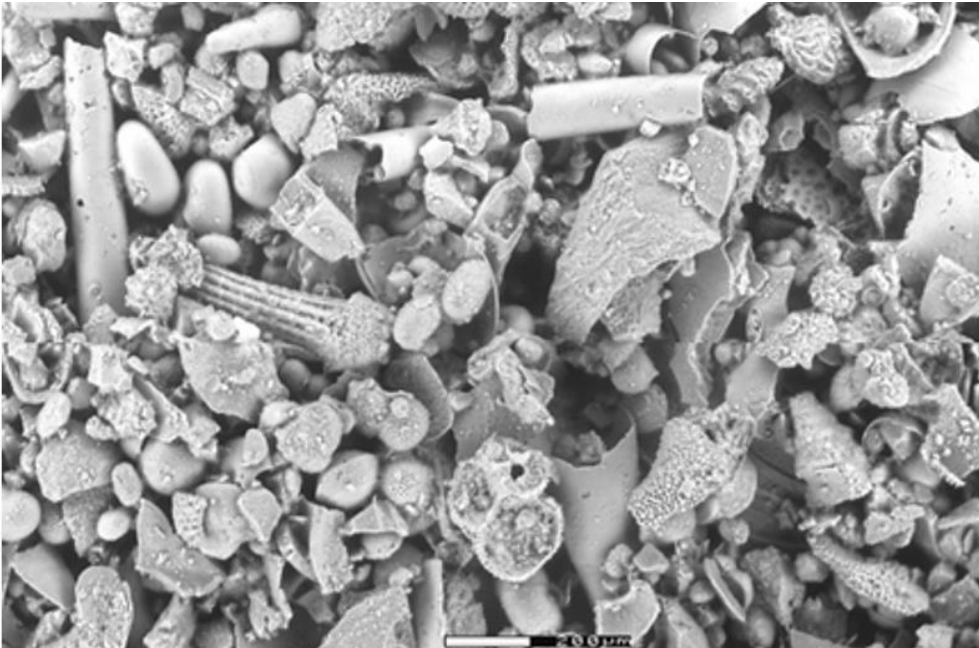
Bodemmineralen

- Zand
- Kleimineralen
- Leem: mengsel van alles!
- Oxides van ijzer & aluminium
- **Kationuitwisseling**



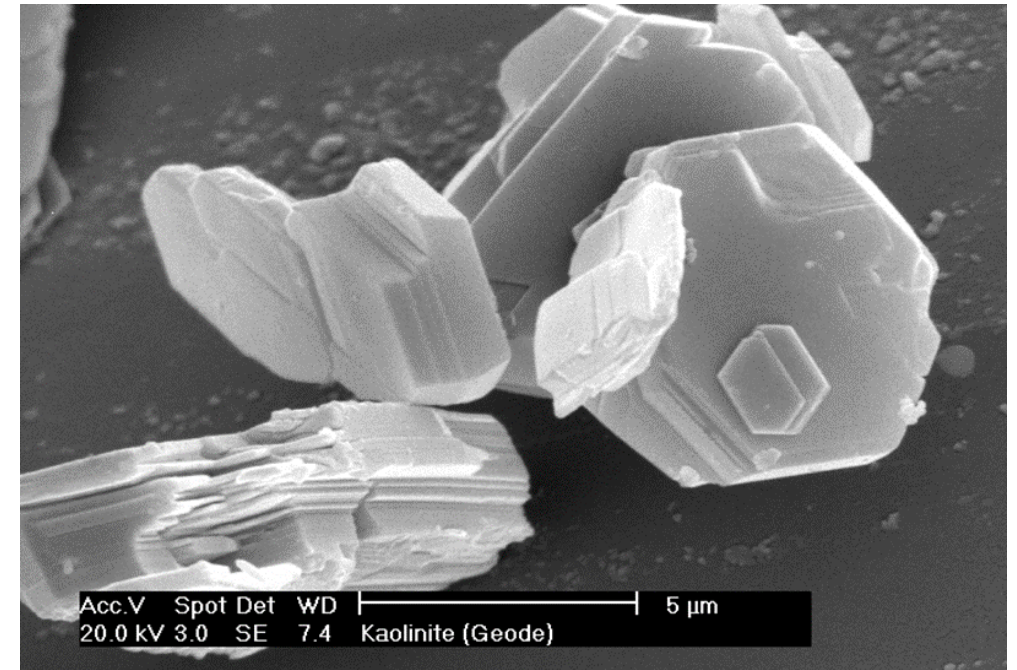
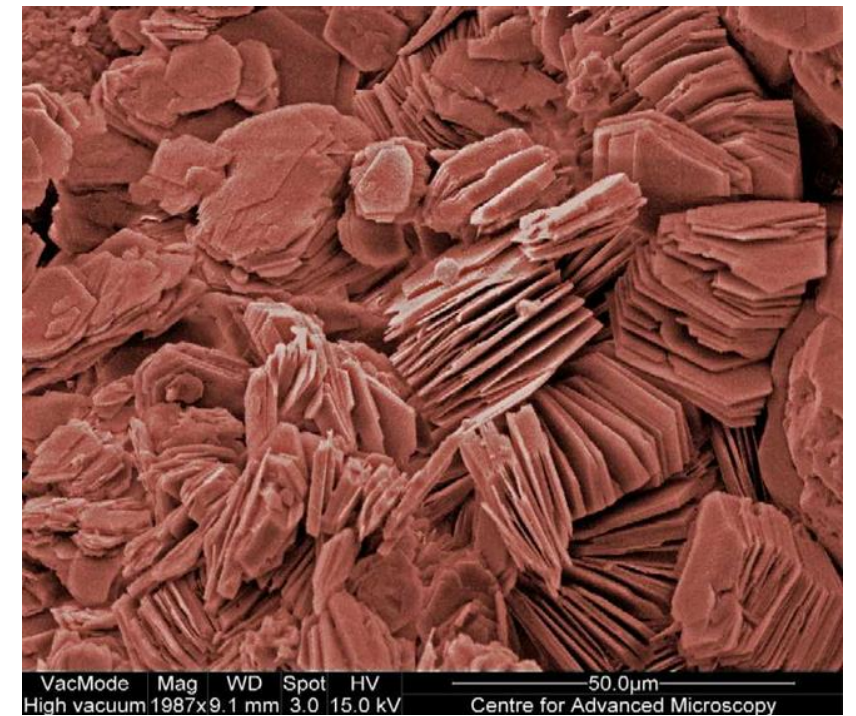
Zand

- Oorsprong bepaalt korrelgrote & samenstelling
- Belangrijkste component: kwarts!
- Chemisch inert, houdt weinig voedingsstoffen vast
- Kalkrijk zand aan kusten:



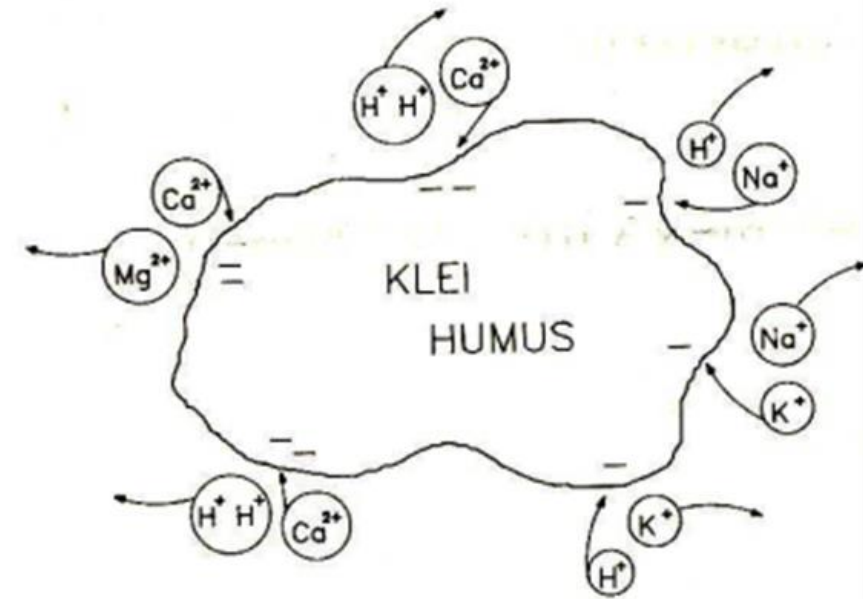
Kleimineralen

- Eigen aan bodem
- Bladstructuur, zeer klein ($< 2 \mu\text{m}$)
- Intern oppervlak tot $800 \text{ m}^2/\text{g}$!
- Door verwerking krijgen kleimineralen een **negatieve lading** verspreid over hun oppervlakte

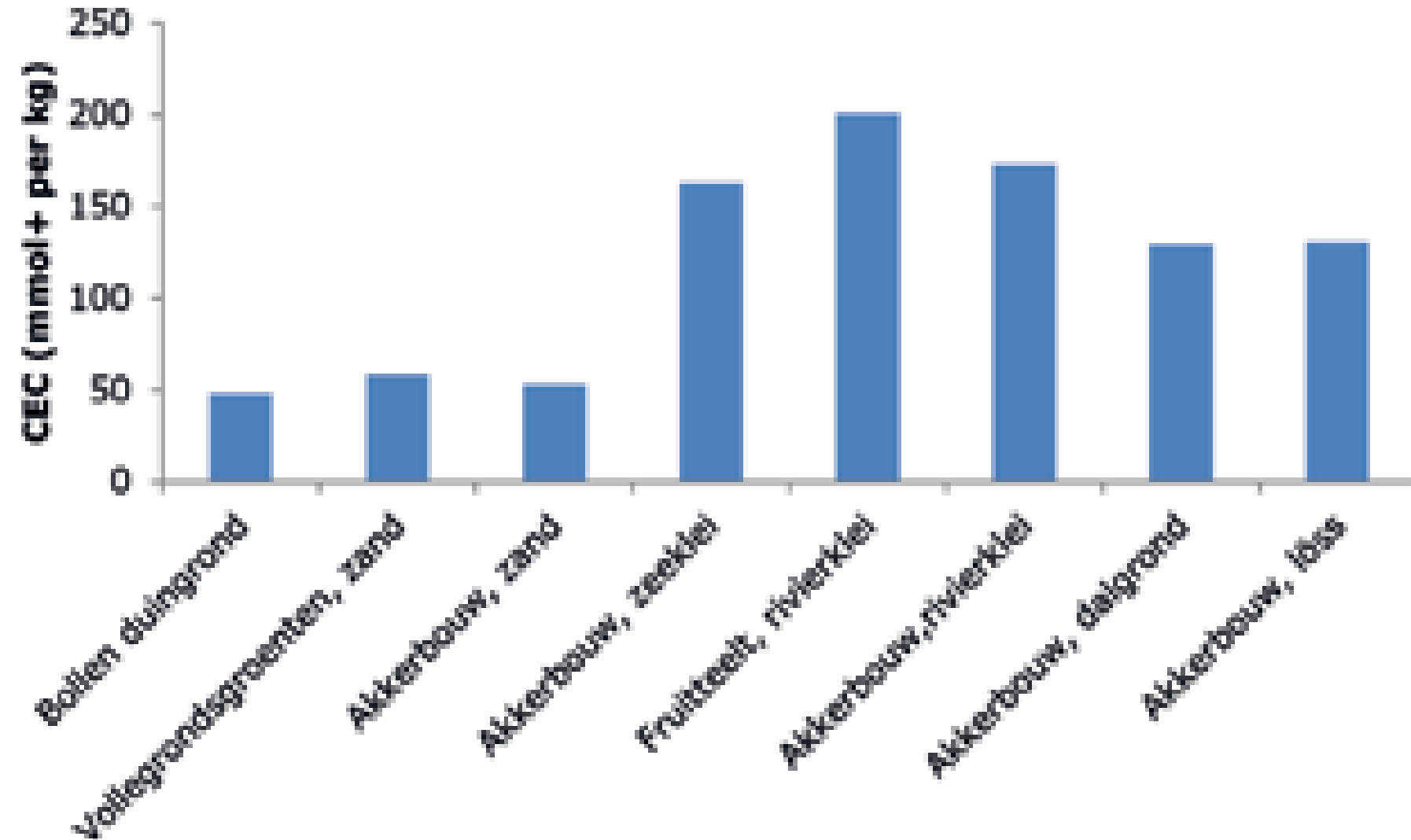


Kationenuitwisseling

- Vermogen om kationen aan te trekken & 'uit te wisselen' voor andere kationen
- '**Cation Exchange Capacity**' of **CEC** = **totale hoeveelheid kationen** dat een klei kan **absorberen**
- Humusachtige, sterk verteerde OS heeft ook dit eigenschap, bindt zich vaak ook aan kleimineralen: **klei-humus complex**



CEC van bodems in NL



Organische stof

- Belang
- Opbouw & Afbraak
- OS-beheer in agroecosystemen



Belang van Organische Stof in bodem

Fysisch:

- duurzame aggregaten
- verbetering van structuur
- verhoogde waterberging
- snellere opwarming

Chemisch:

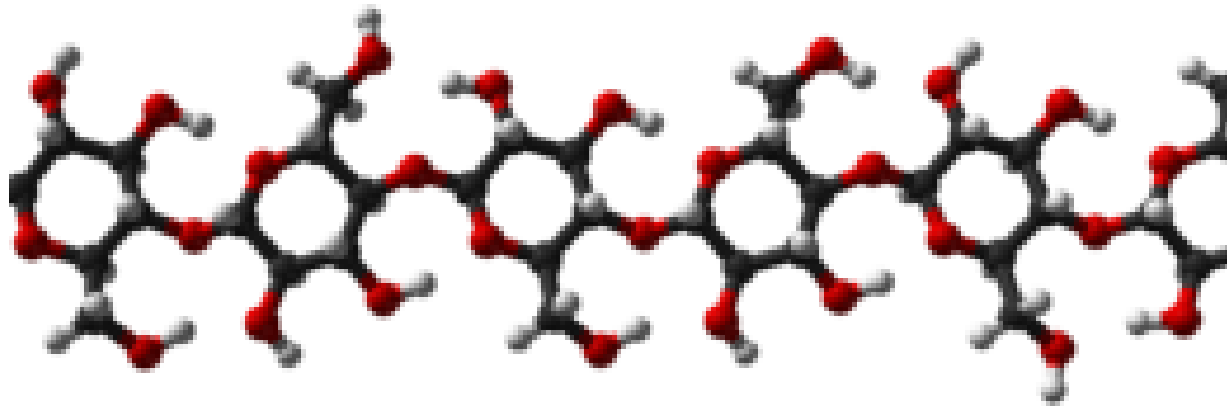
- Verhoging CEC (kationuitwisseling)
- bron van voedingsstoffen (N, P en S)
- buffer van pH

Biologisch: basis van het heel bodemvoedselweb!

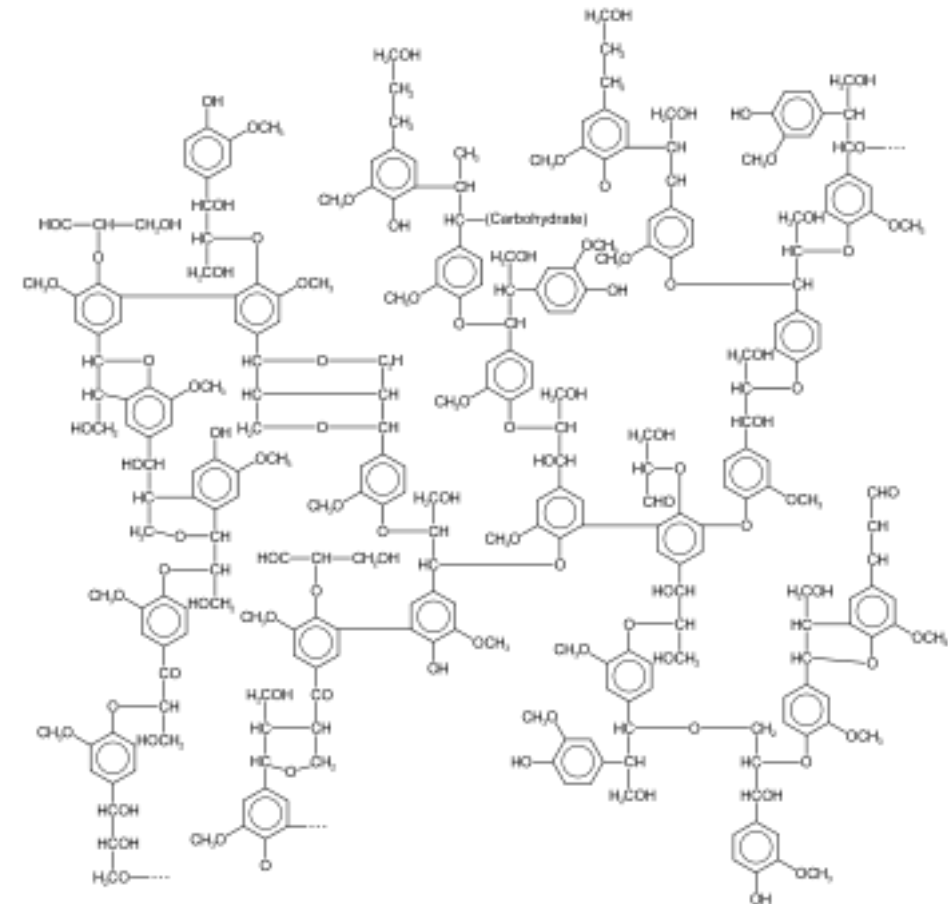
Klimaat: Bodem = grootste potentieel voor C-opslag

Biochemische samenstelling:

Cellulose: lange ketens van aaneengebonden suikermoleculen



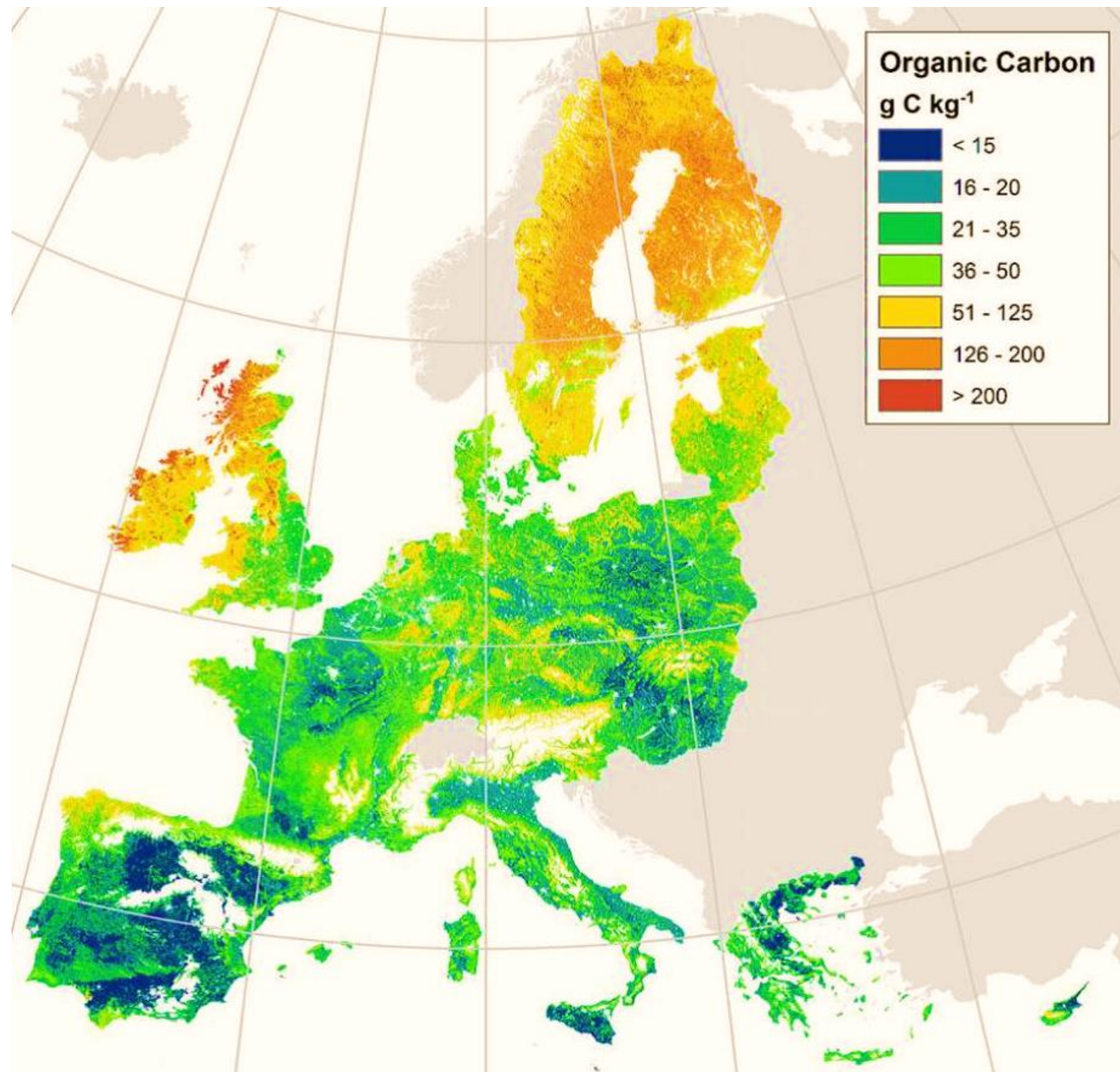
Lignine: complex weefsel van verschillende eenheden met veel tussenverbindingen



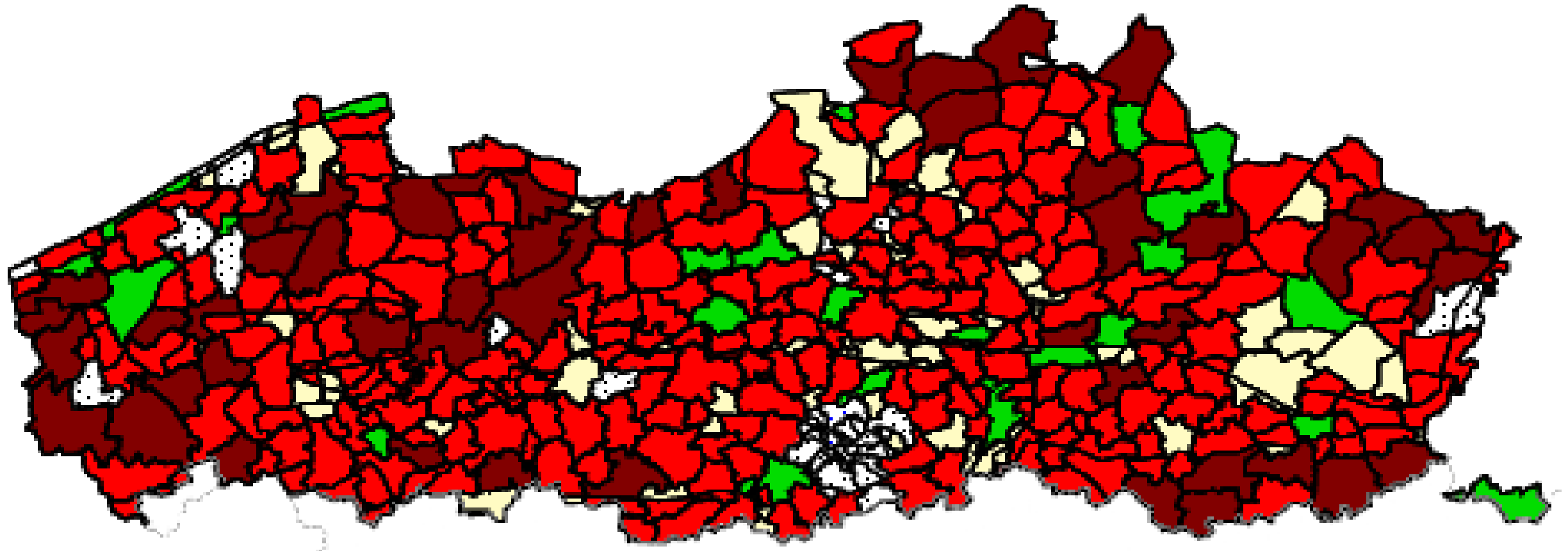
Biochemische samenstelling OM

Plantenmateriaal	Organisch C	Totale N	Hemicellulose (% droge stof)	Cellulose	Lignine	As	C/N
Groenten (oogstresten)	35	3	25	15	5	15	11
Tarwestro	40-45	0.5	25	35	15	5	80-90
Hout	50	<0,1	25-40	40-50	15-30	1	>500
Groencompost	20	1	-	12	15	15-30	20

Klimaat bepaalt bodem-
OS op grote schaal:



Bodem-OS verlies in Vlaanderen



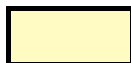
verschil OC stock
(kton OC)



≤ -25



$-25 - -2$



$-2 - 2$



> 2



No Data

Waarom zoveel verlies aan bodem-OS in Vlaanderen?

Effectieve Organische Stof (EOS):

EOS = fractie van toegediend OM dat overblijft ***na 1 jaar***

➔ Weergave van wat 'effectief' bijdraagt aan bodem-OS

Organisch materiaal	EOS (t C per 10 ton vers materiaal)
Compost	1,0 – 1,8
Stalmest	0,5-0,8
Drijfmest	0,1-0,3

EOS van gewasresten

Gewas(rest)	EOS (t C/ha)
Granen + stro	1,2-1,4
Granen – stro	0,8-1,0
Korrelmais	1,2
Silomais	0,5
Kool/raapzaad	0,6-0,7
Voederbieten	0,5
Aardappelen	0,4
Groenten	0,2-0,5
Spruit & sluitkolen	0,7
Erwten, Quinoa, Gierst	0,8

EOS van grassen en groenbemesters

Gras of groenbemester	EOS (t C/ha)
Grassen & grasklaver 1ste jaar	0,7
Grassen & grasklaver 2 ^{de} jaar	1,4
<i>Groenbedekkers:</i>	
Japanse haver	0,6-1,1
Winterrogge	0,4-0,7
Snijrogge (ingewerkt)	0,3-0,5
Italiaans raaigras	0,5-0,9
Soedangras	0,4-0,8
Rode klaver	0,4-1,0
Gele mosterd	0,3-0,7
Andere vlinderbloemigen	0,2-0,6
Facelia, Tagetes, Nyger	0,2-0,6

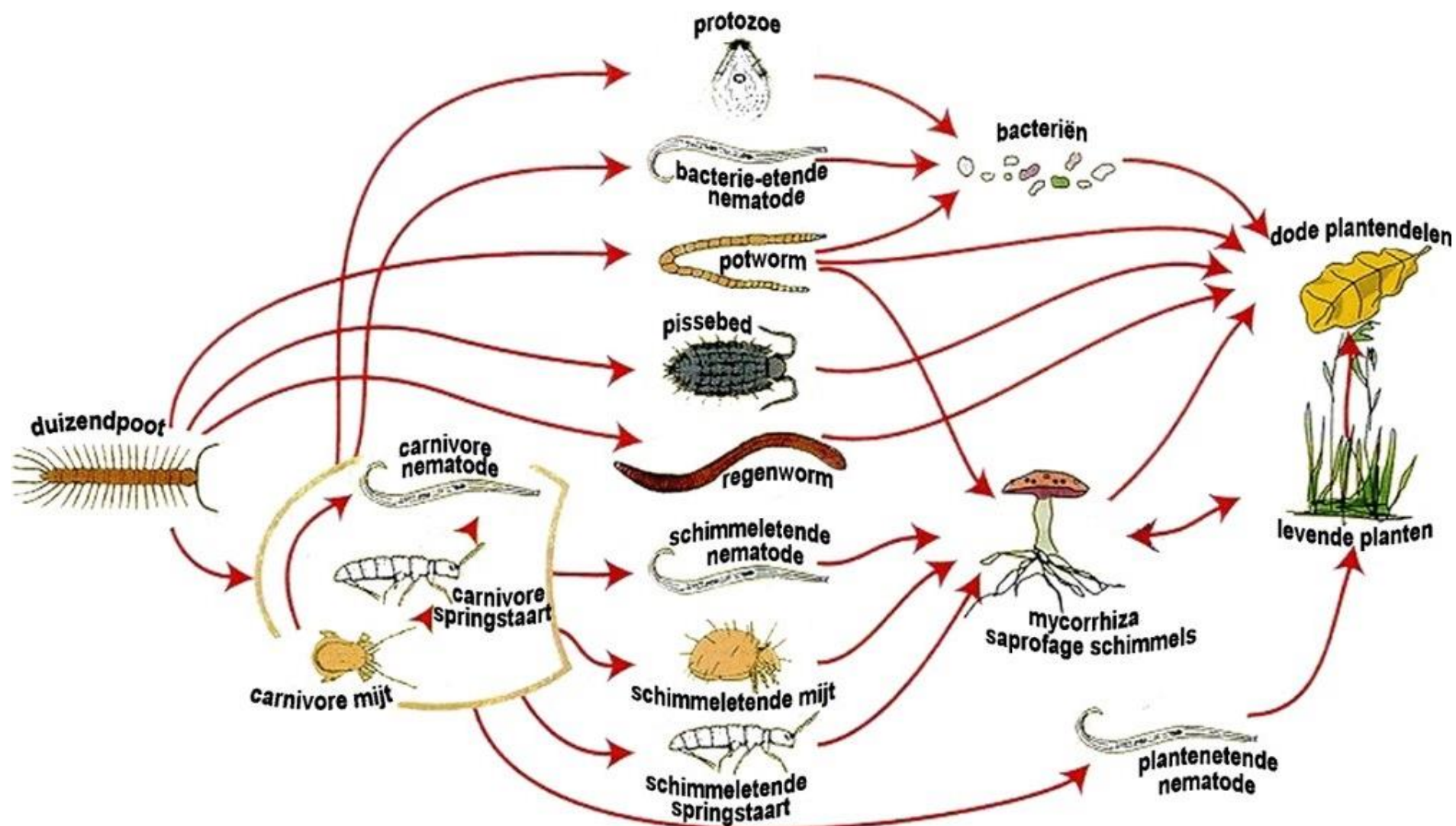
Plaggenbodems in de Kempen



'Terra Preta' bodems in de Amazone



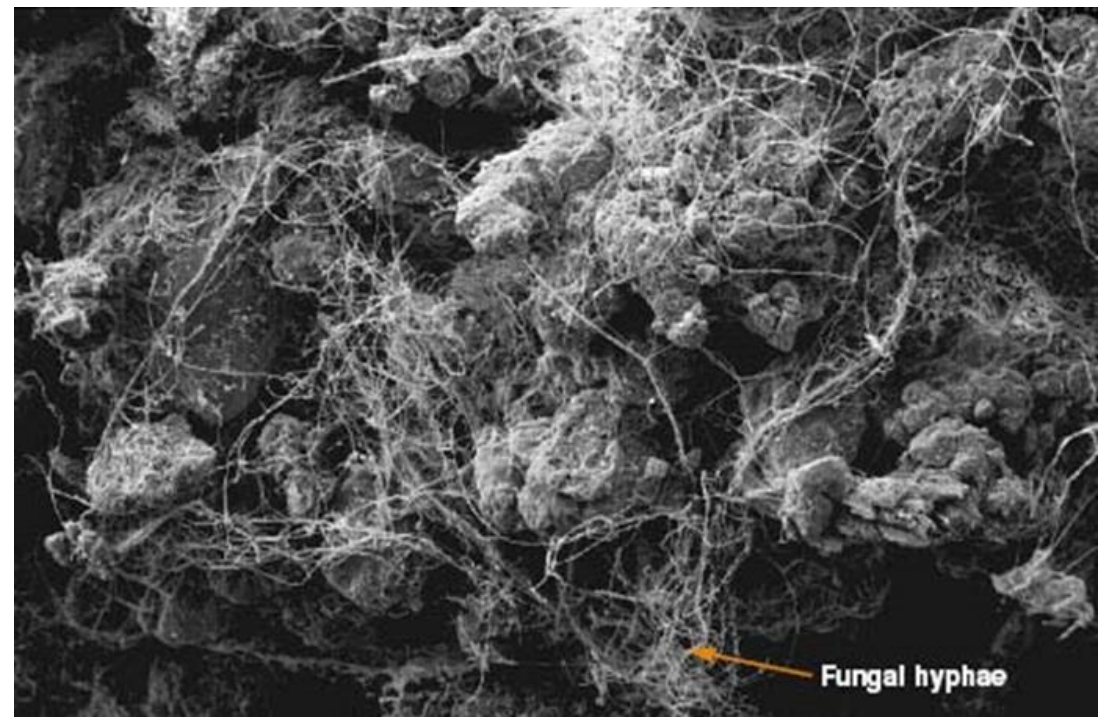
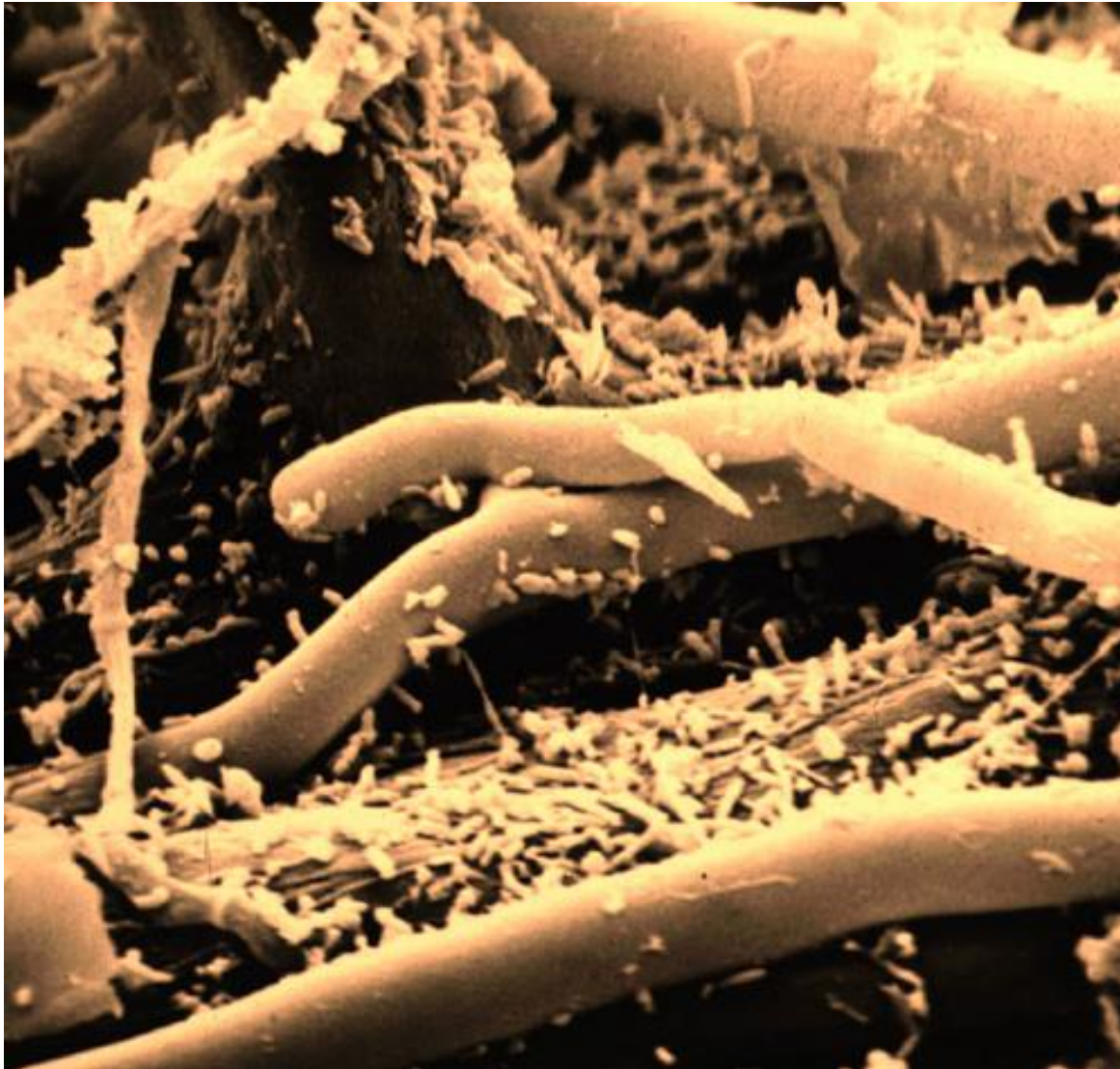
Het bodemvoedselweb: 'wie eet wie'



Bodemvoedselweb – in poriën



Microflora: bacteriën en schimmels



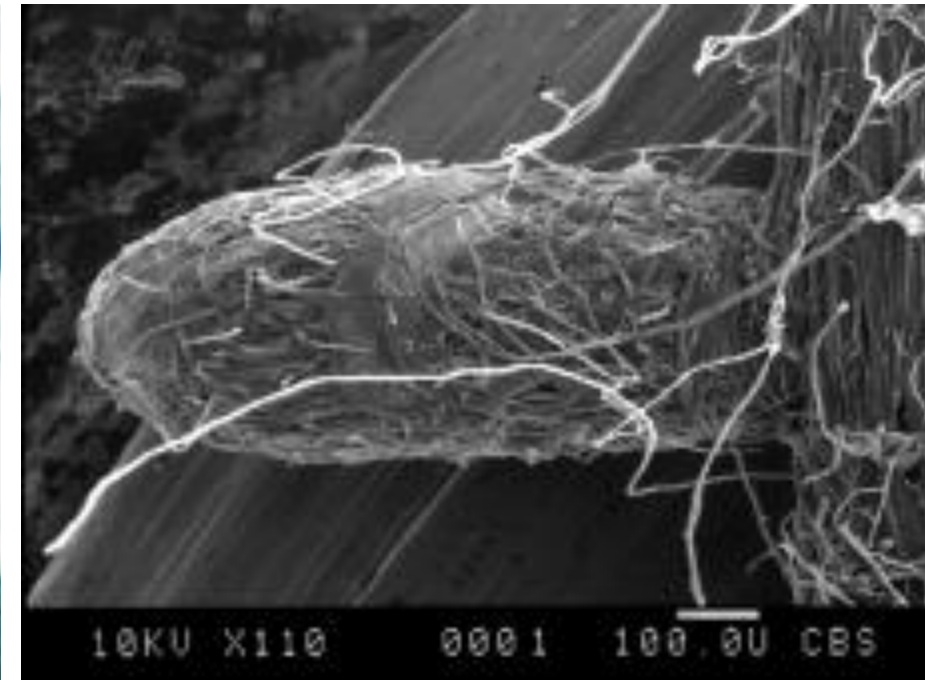
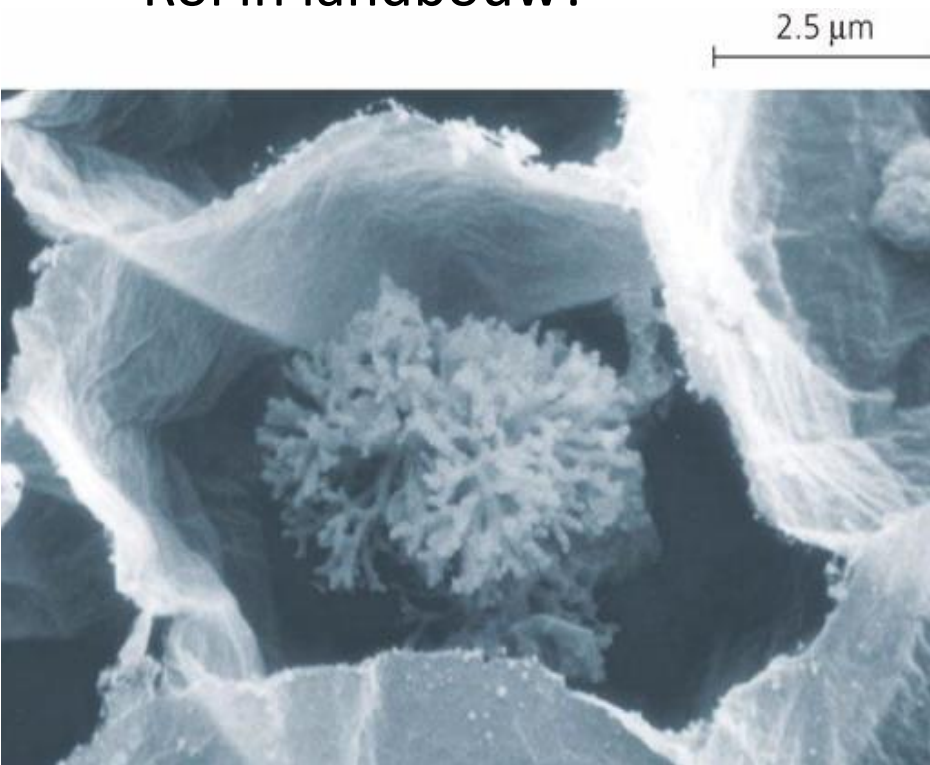
Symbiotische bacteriën: Rhizobium

- Vormen een symbiose – enkel met vlinderbloemigen
- ‘Besmetten’ wortel en veroorzaken knobbels
- Fixen N uit de lucht in ruil voor koolhydraten van plant
- Kunnen 50-500 kg N/ha/jaar fixeren!



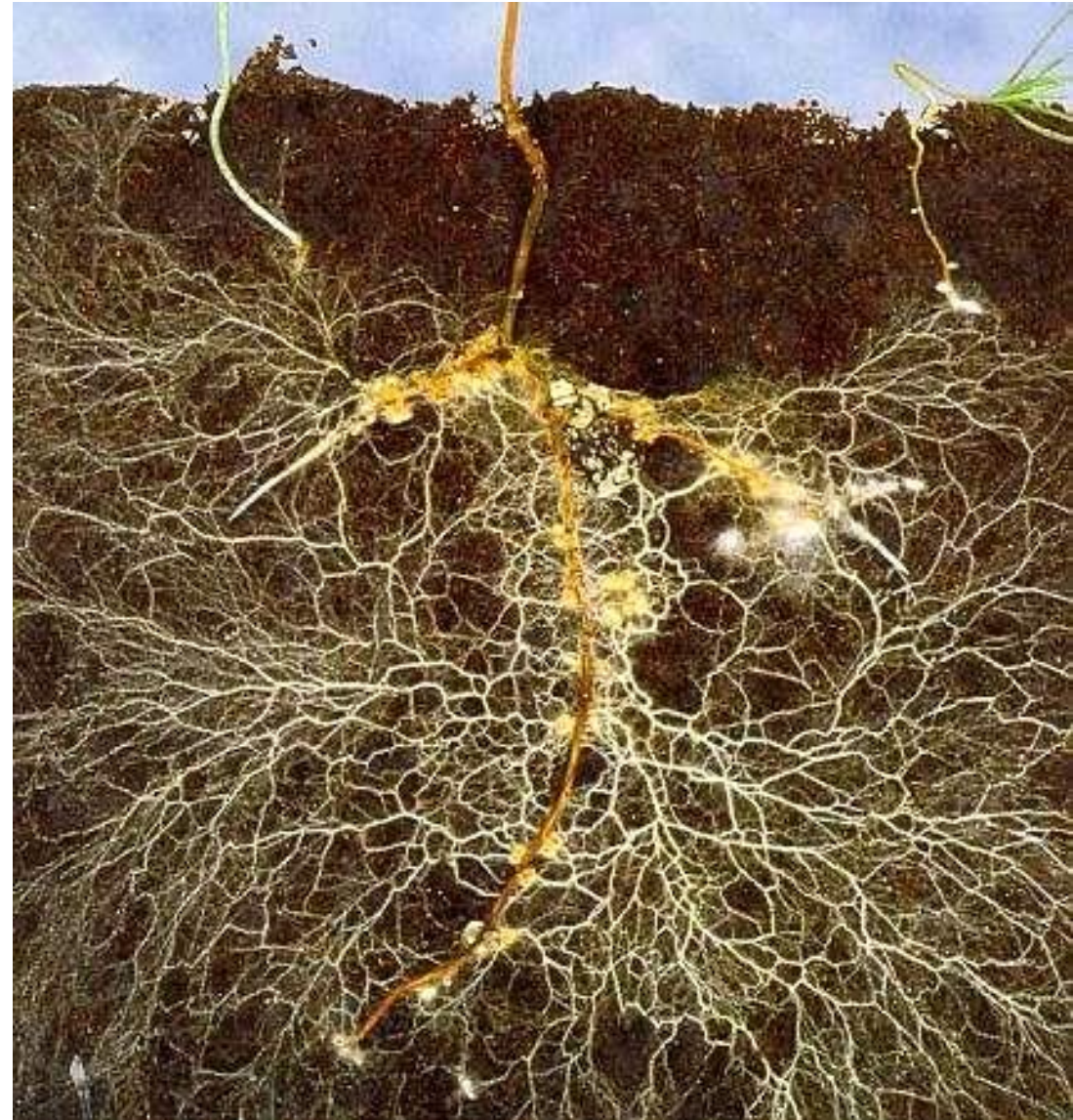
Mycorrhizaschimmels

- Symbiotische relaties met 90% van alle plantsoorten
- Moeilijk om in kaart te brengen & bestuderen
- Gevoelig voor bemesting (vooral fosfaat)
- Rol in landbouw?



Gunstige effecten van (AMF) mycorrhiza

- Beschermen gewassen tegen ziektes (meeldauw, Fusarium, Fytoftora, Rhizoctonia)
- Verhogen opname van P en spoorelementen (Zn, Cu..)
- Verminderen nitraatuitspoeling
- Betere gewasgroei in periodes van droogte
- Betere resistentie tegen verzilting
- Recent bijgeleerd: opbrengst, smaak, hommelsoorten



Mycorrhiza in de DOK proef

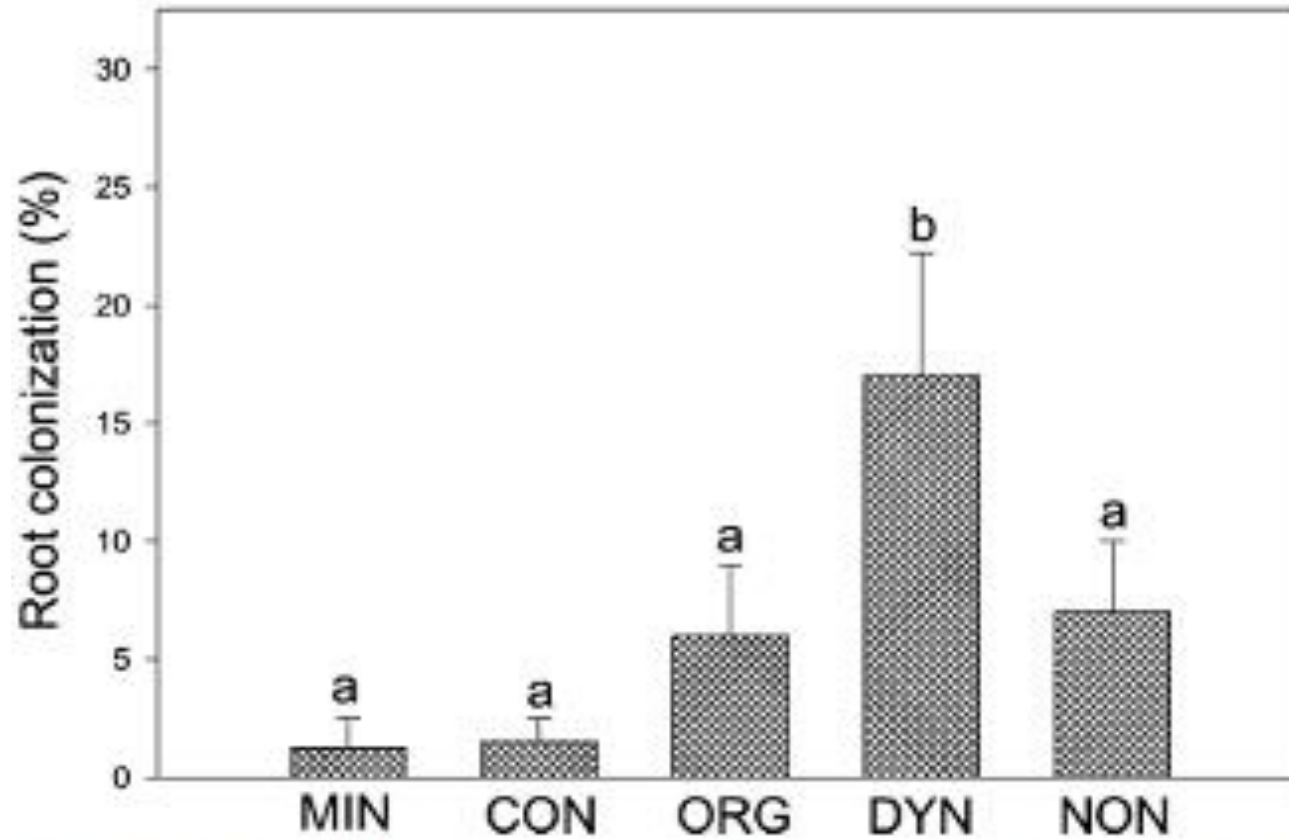


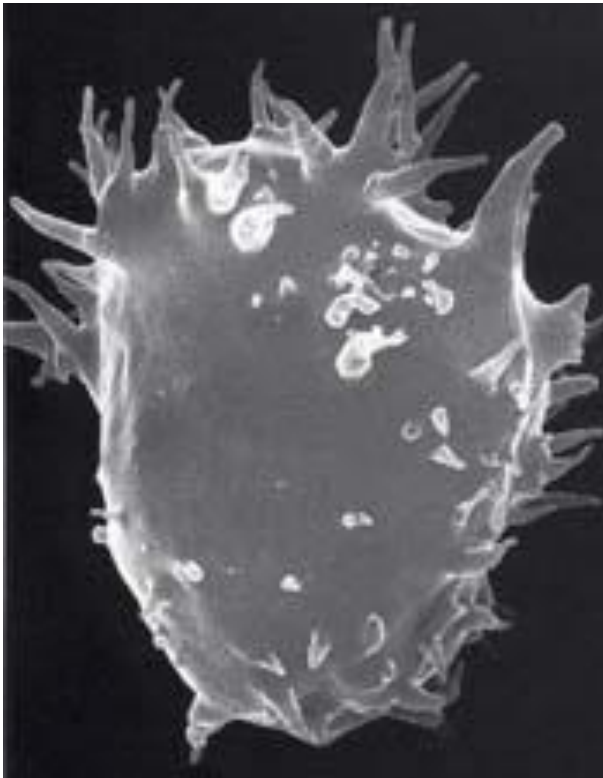
Fig. 2 Mycorrhizal root colonization after 2 months of trap culturing. The trap cultures had been inoculated with soil derived from the plots of the different treatments of the long-term DOC field trial. Average and SD of four field plot replicates per site are shown. Columns marked by the *same letter* are not significantly different ($P > 0.05$)

- Duidelijk negatief effect van minerale bemesting!
- Betere kolonisatie van mycorrhiza door BD preparaten?

Protozoa, of eencelligen

- Voeden zich op bacteriën
- Worden amper bestudeerd..
- Maar voeren het grootste deel van nutriëntencycli uit!!

Amoeben



Flagellaten

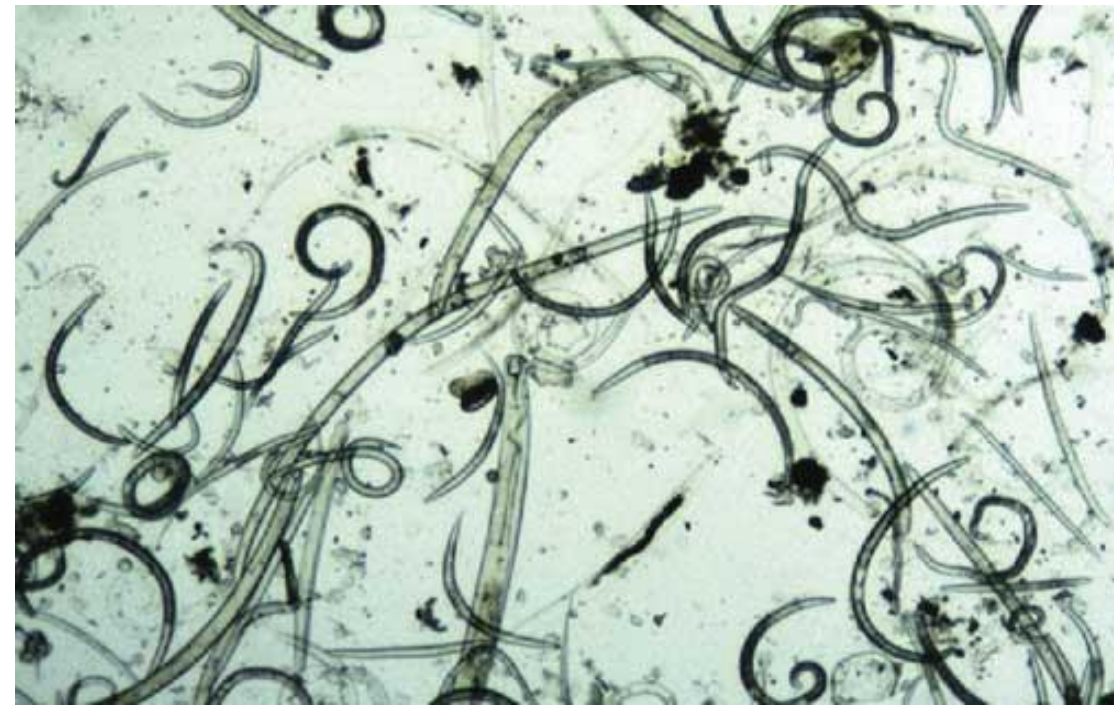
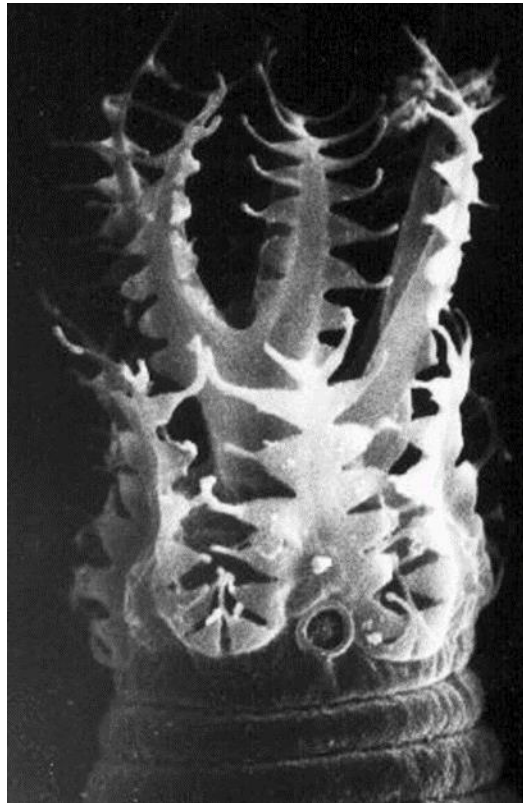


Ciliaten



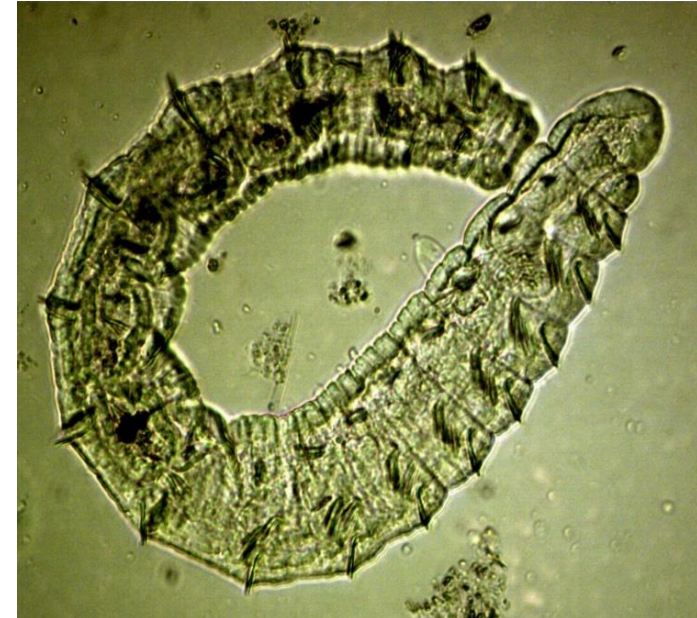
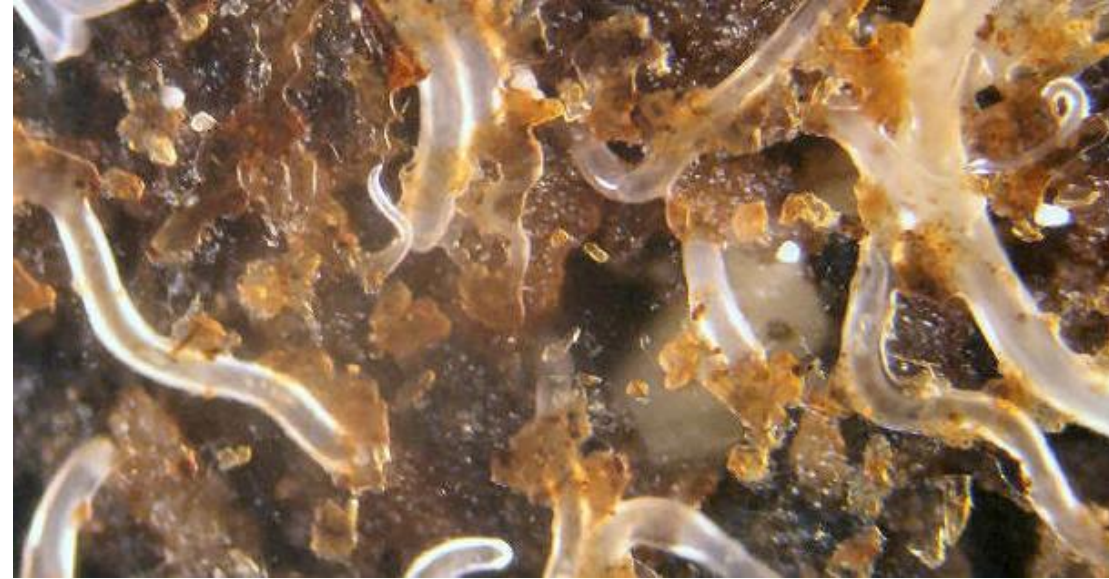
Nematoden, of aaltjes

- Zeer talrijk & divers
- Makkelijk te determineren (doorzichtig)
- Verschillende voedings-mechanismen
➔ centraal belang in voedselweb



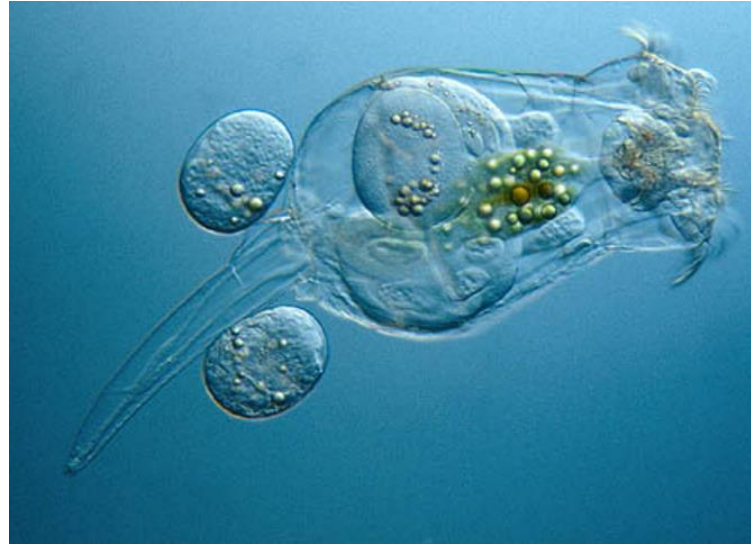
Enchytreidae, of potwormen

- Voeden zich op bacteriën, schimmels en OM
- Maken kleine gangen en stabiele (micro)aggregaten
- Spelen belangrijke rol in natte & zure bodems



Andere bodemfauna

Rotiferen, of radardiertjes



Symphyla



Tardigraden, of beerdiertjes



Insectenlarven

Regenwormen



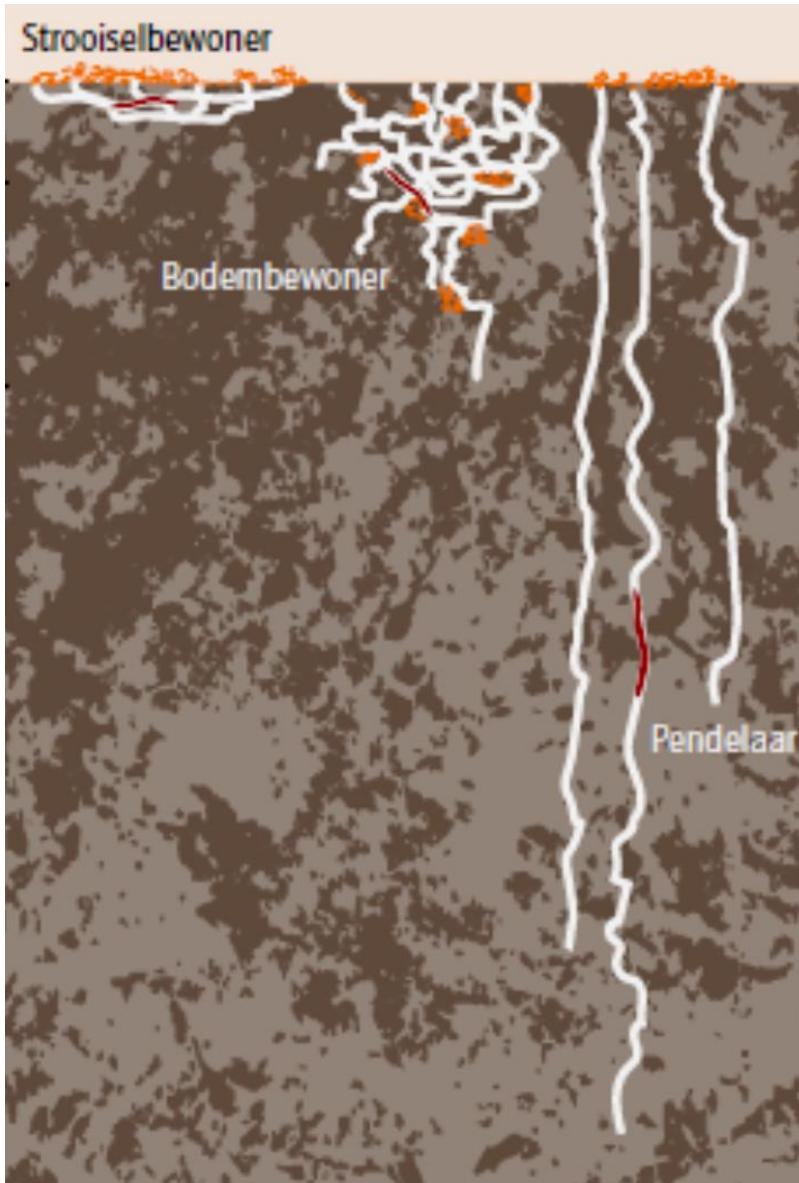
Regenwormen!



Regenwormen!!



Ecologische groepen wormen



1. Strooiselbewoners:

- *Eisenia foetida*
- *Lumbricus rubellus*



2. Bodembewoners:

- *Aporrectodea calliginosa*



3. Pendelaars:

- *Aporrectodea longa*
- *Lumbricus terrestris*

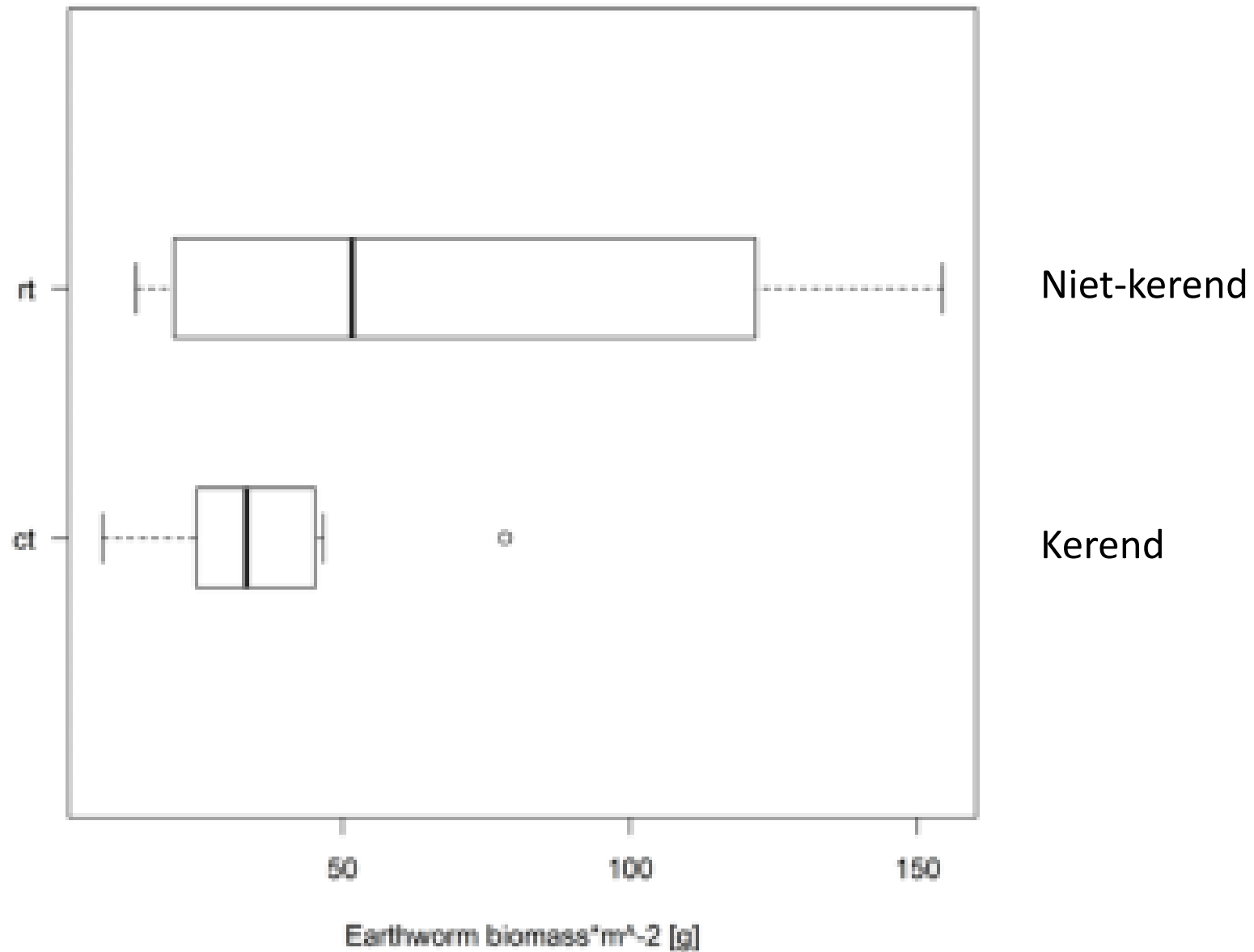


Regenwormen – fysische effecten

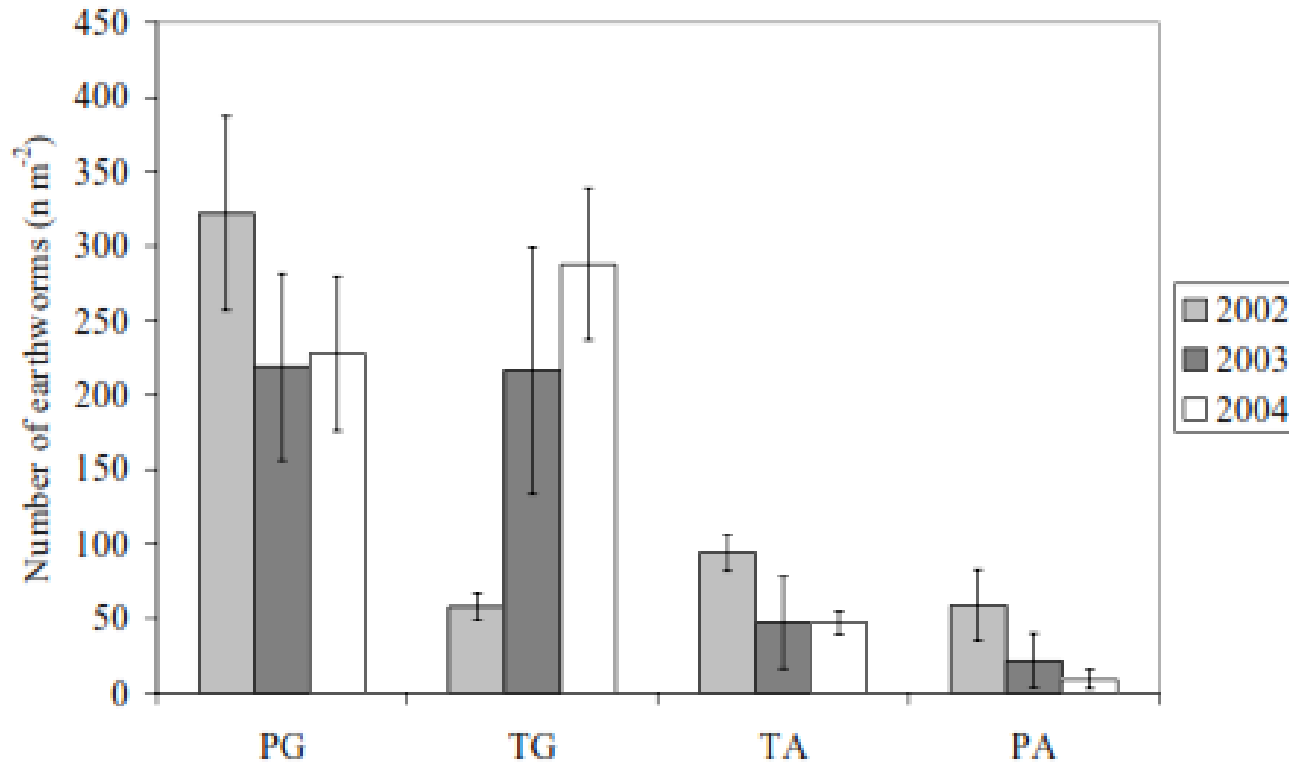
- Enige fauna in bodem die effectief **porositeit creëert**
 - Verhoogde infiltratie & retentie van water
 - Productie van stabiele aggregaten
- ➔ minder erosie



Regenwormen & bodembewerkingen



Regenwormen in grasland versus akkerbouw



- Hogere biomassa & meer soorten onder gras
- Opvallend meer pendelaars onder permanent gras
- Hoe meer klaver in grassland hoe meer regenwormen

Figure 1. Mean number ($\pm$ SE) of earthworms ($n\ m^{-2}$) in permanent grassland (PG), temporary grassland (TG), temporary arable land (TA) and permanent arable land (PA) in the 7th rotation of a 36 years old experiment

Wat maakt een bodem vruchtbaar?

- Duurzaam bodembeheer



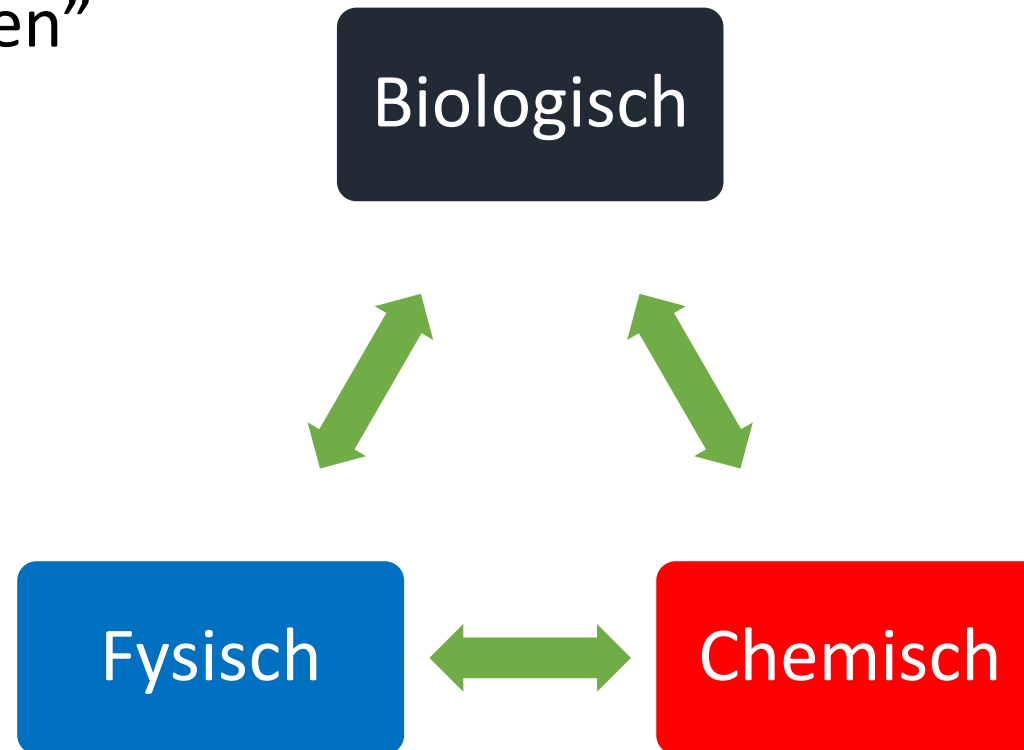
Hoe gaan we om met bodem?

- Bewerkingen
- Bemesting
- Begroeiing
- Goede praktijken, Agroecologie

Bodemvruchtbaarheid

“vermogen van bodem om plant
van voedingsstoffen te voorzien”

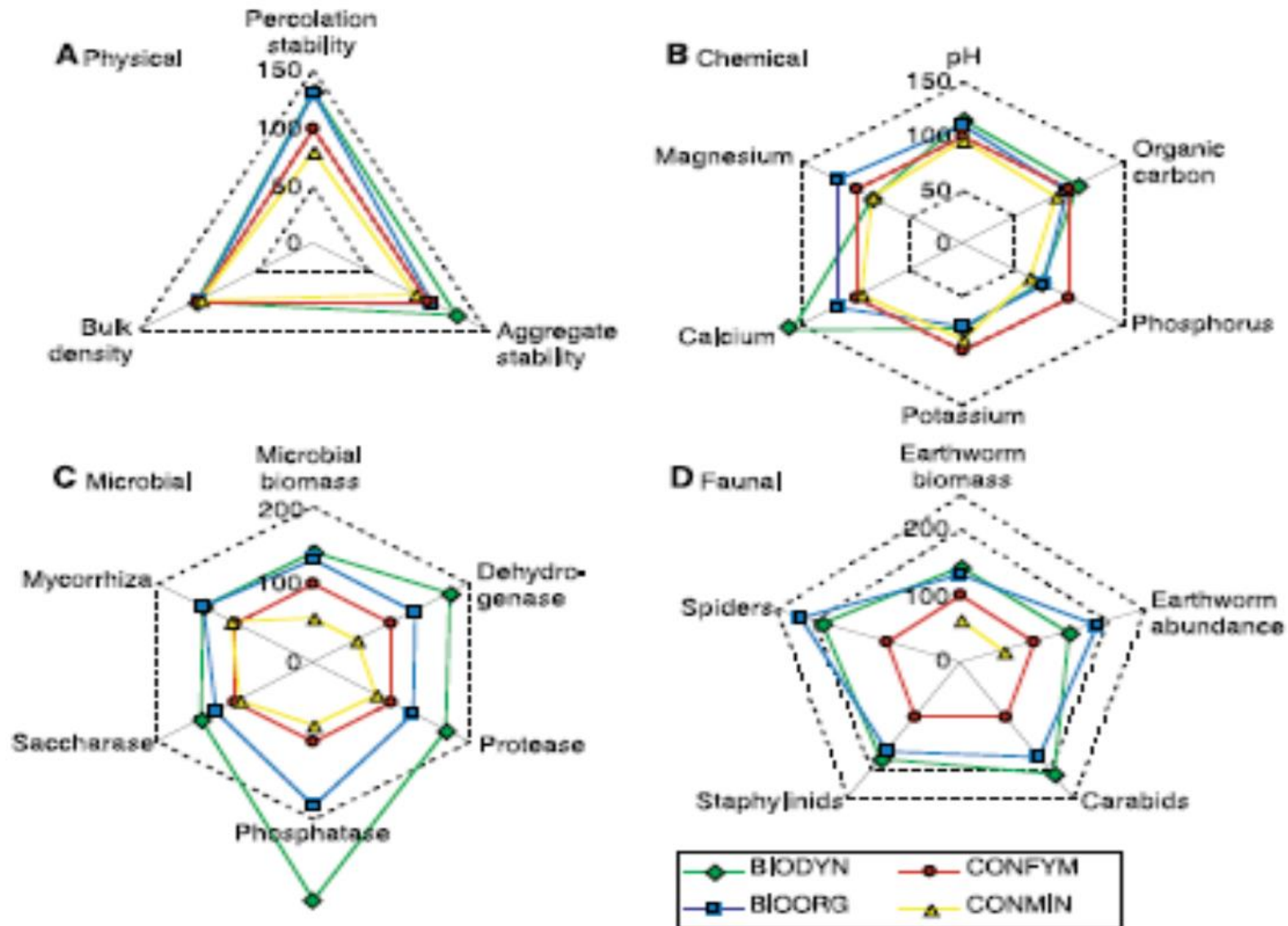
➔ nadruk op chemie!



Eigenschappen van een 'goede' bodem

1. Diep genoeg
2. Goede drainage
3. Gunstige structuur
4. Voldoende, maar niet te veel voedingstoffen – en in balans!
5. Gematigde zuurheidsgraad
6. Afwezigheid van toxische chemische producten
7. Voldoende OS
8. Grote populaties gunstige organismen
9. Kleine populaties plagen of pesten
10. Weinig onkruidruk
11. Weerbaar tegen degradatie (bv. erosie)
12. Veerkrachtig

Bodemvruchtbaarheid – DOK proeven van FiBL



DOK proef (FiBL, Zwitserland)

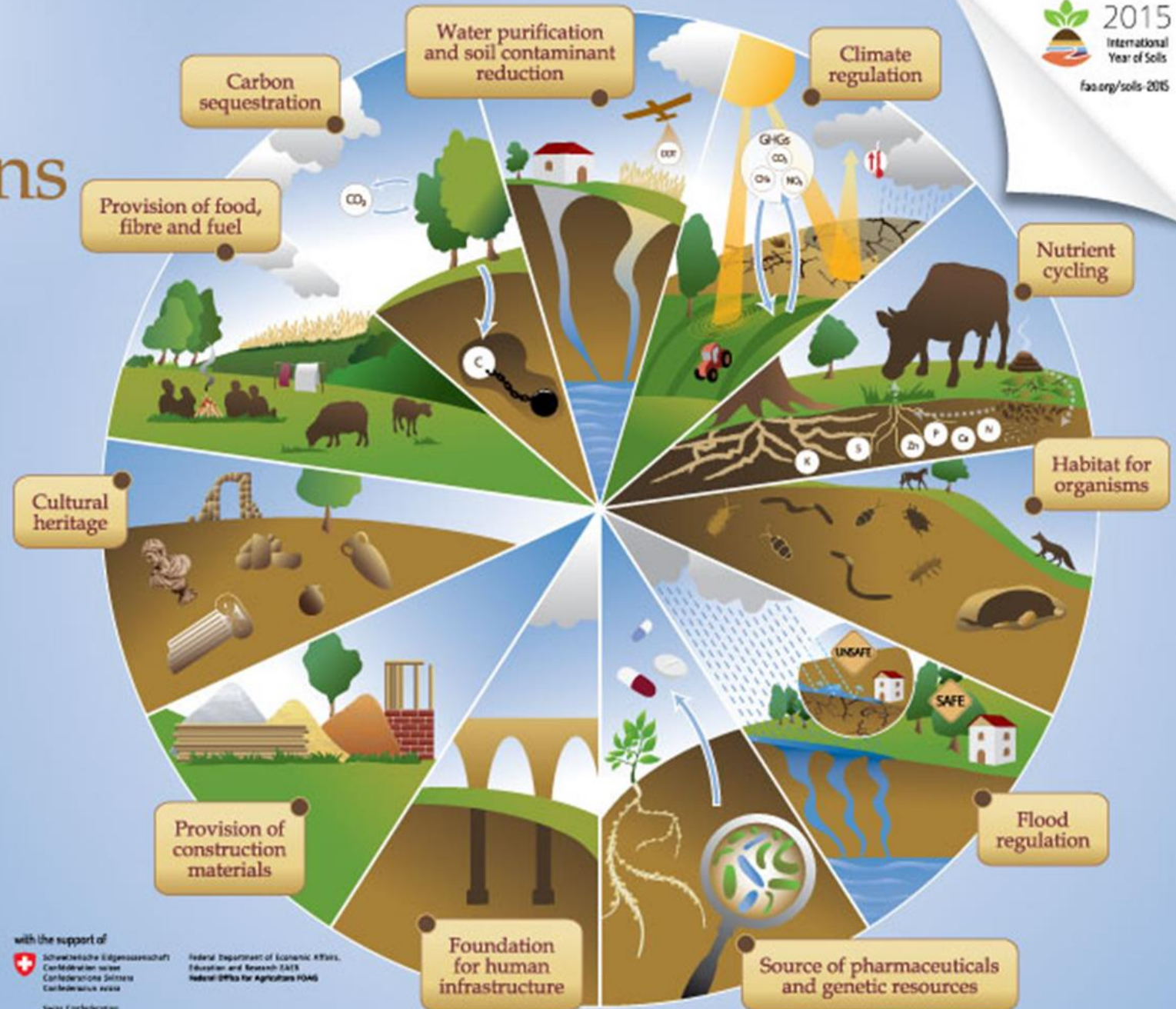
- hogere lang termijn vruchtbaarheid (fysisch en chemisch)
- 10-60% meer stabiele aggregaten
- 25% meer micro-organismen
- meer soorten en sterkere kolonisatie van mycorrhiza
- hogere microbiële activiteit in biodynamisch!
- meer soorten spinnen & roofinsecten aan oppervlakte



Functies van bodem

Soil functions

Soils deliver ecosystem services that enable life on Earth



Food and Agriculture
Organization of the
United Nations



with the support of
Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun Svizra
Swiss Confederation

Federal Department of Economic Affairs,
Education and Research EARS
Federal Office for Agriculture FOAG

Duurzaam Bodembeheer – goede praktijken

- Organische bemesting & meer
- Vruchtwisseling
- Niet-kerende of beperkte bodembewerkingen
- Rust en groenbemesters
- Bodembedekking
- Nieuwe trends:
 - Agroforestry
 - Permacultuur
 - Voedselbossen
 - Regeneratieve landbouw & rotatiegrazen
 - Syntropische landbouw
 -

Permanent grassland: een ecologisch ideaal?



Photograph by Jim Richardson

Our Good Earth
National Geographic, September 2008
© 2008 National Geographic Society. All rights reserved.