Datura
molecular solutions in ecology

eDNA onderzoek

16-03-2022 | Datura | Maria Meijer

Sensorisch Landschap

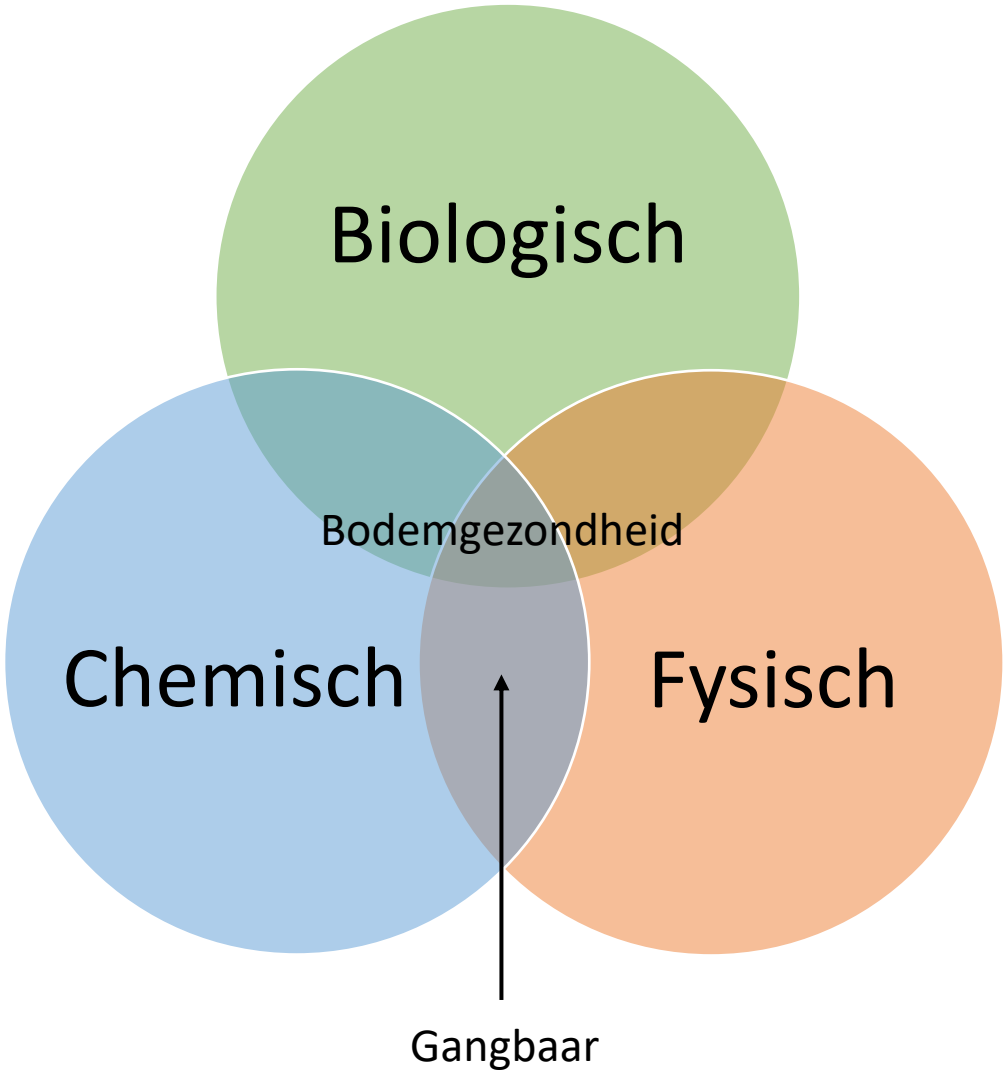
Inhoudsopgave

- Bodemgezondheid
- Bodemleven
- Bodembiologie in relatie tot:
  - Biodiversiteit
  - Nutriënten
  - Bodemstructuur
  - Bodemvocht
  - Koolstofopslag
- Meten met eDNA
- Biologische indicatoren

Bodemgezondheid

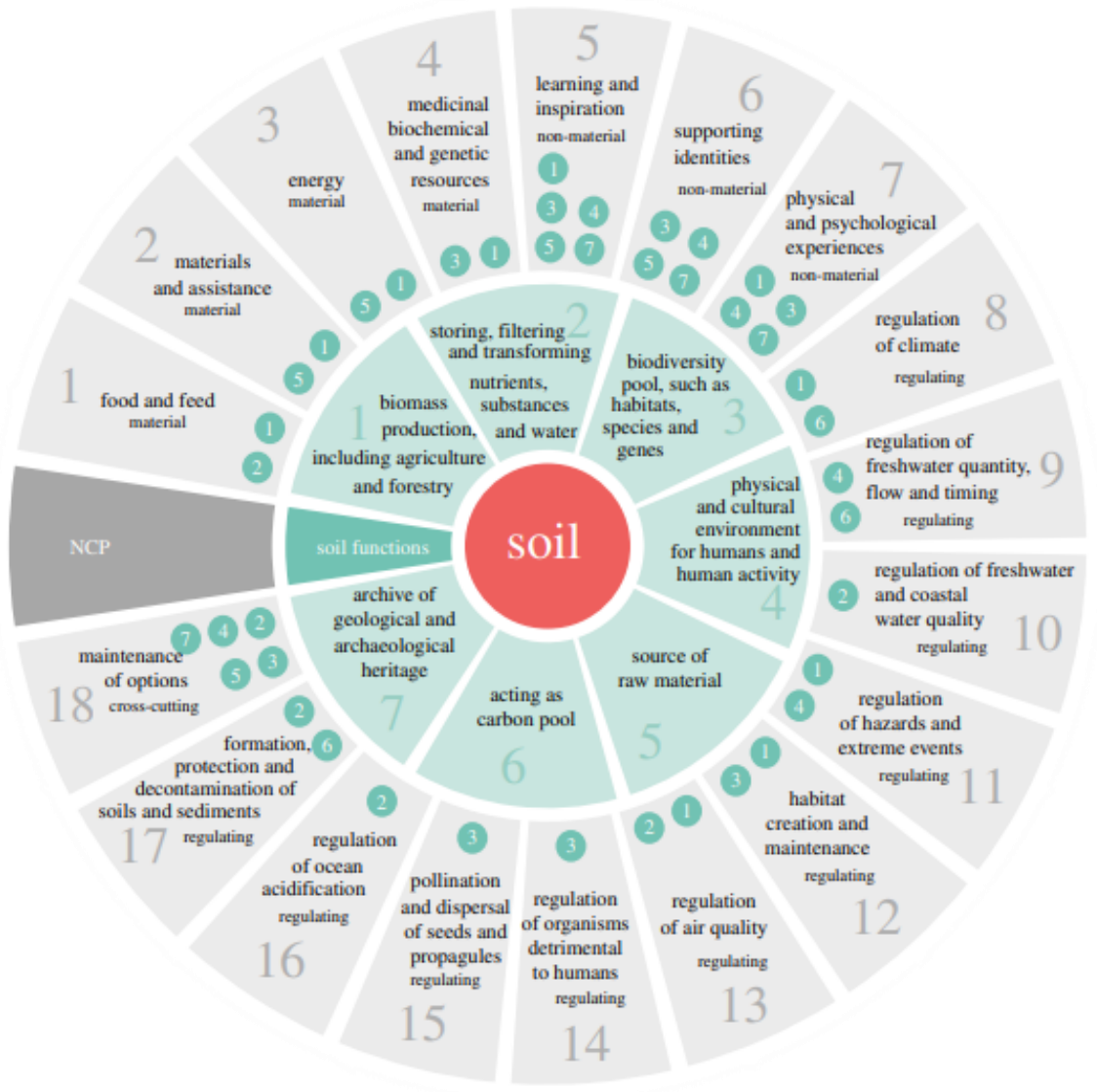
Het **blijvende vermogen** van de bodem om te functioneren als een **vitaal levend systeem**, binnen de grenzen van ecosystemen en landgebruik, om de biologische **productiviteit** te waarborgen, de kwaliteit van **lucht- en watermilieus** te bevorderen en de **gezondheid** van planten, dieren en mensen te behouden.

Doran, J.W. and Safley, M. (1997) Defining and Assessing Soil Health and Sustainable Productivity. In: Pankhurst, C., et al., Eds., Biological Indicators of Soil Health, CAB International, Wallingford, 1-28.



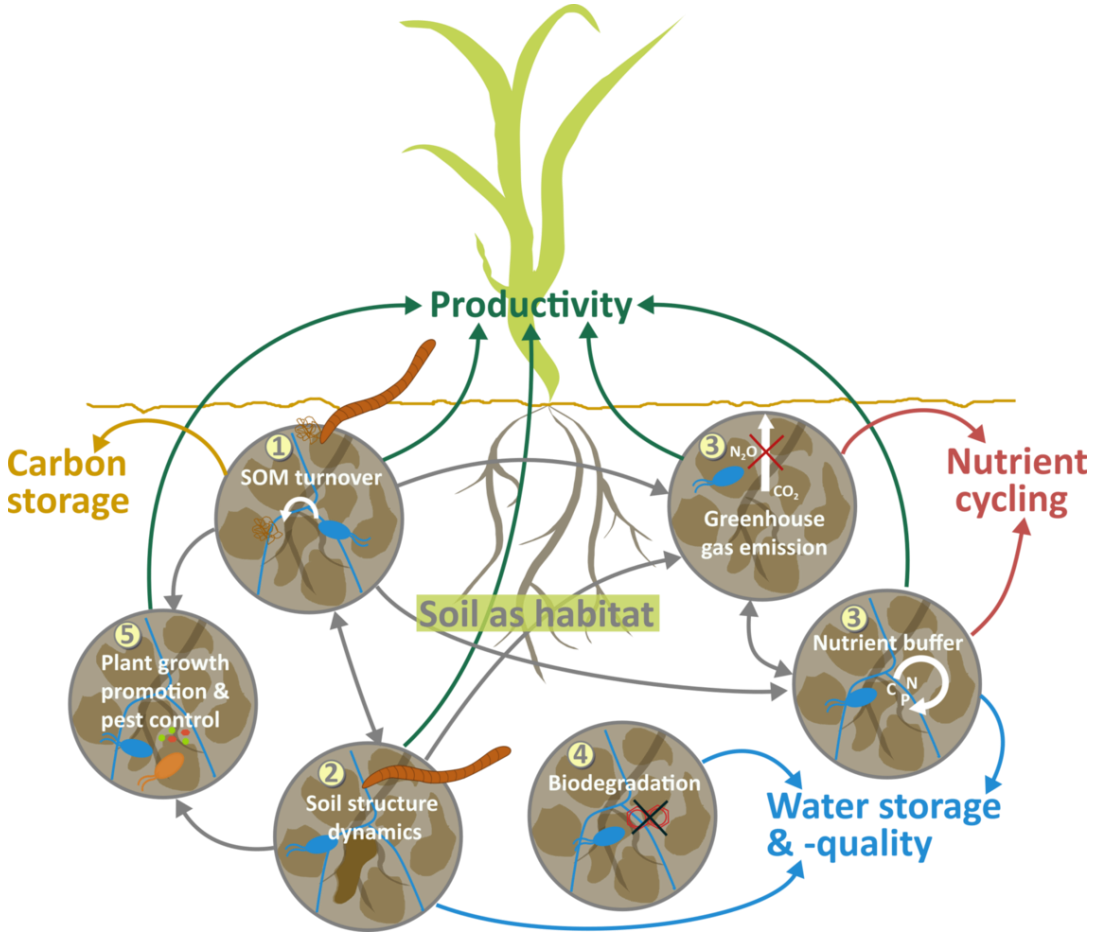
Bodemgezondheid

- Blijvende vermogen, vitaal levend systeem, productiviteit, lucht- en watermilieus en gezondheid
- Bodemfuncties bij bodemgezondheid:
  - Biodiversiteit
  - Productie
  - Nutriënten, mineralen en water
  - Bodemstructuur
  - Koolstofopslag



Bodembiologie

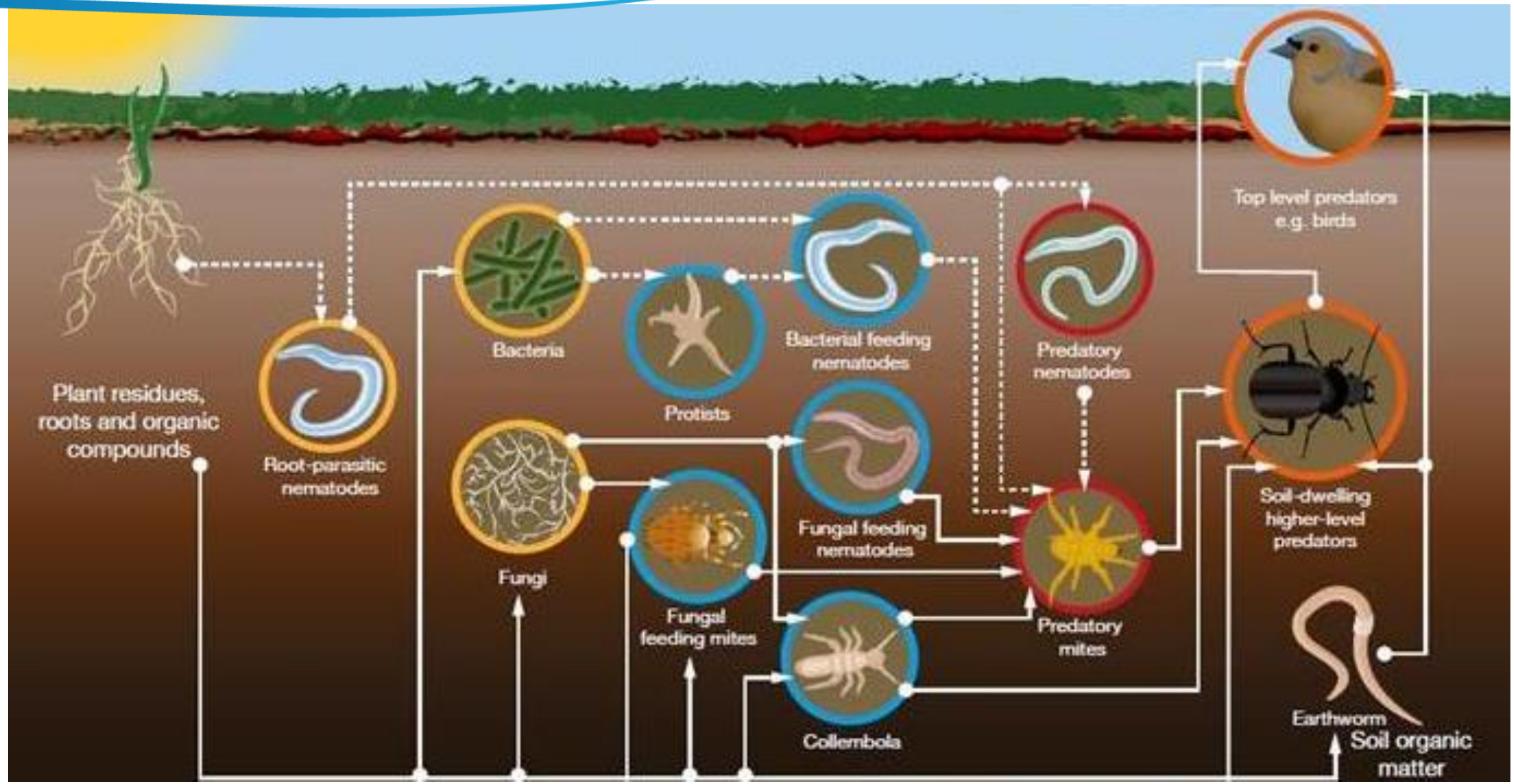
- Staat centraal in:
  - Productie
  - Nutriënten, mineralen en water
  - Biodiversiteit
  - Bodemstructuur
  - Koolstofopslag



Zeer complex!

Een handvol bodem kan 5000 soorten bevatten.

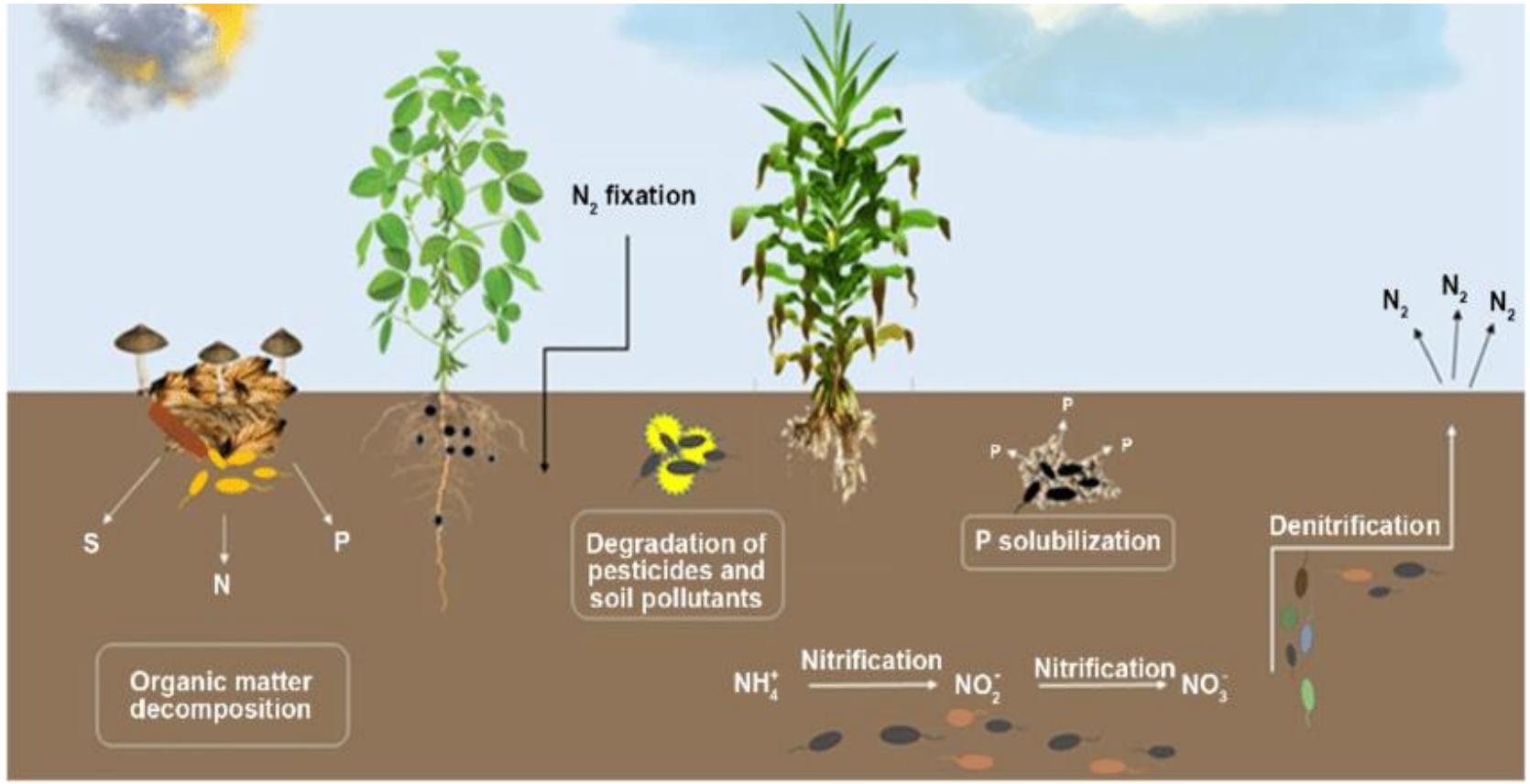
Bodembiologie



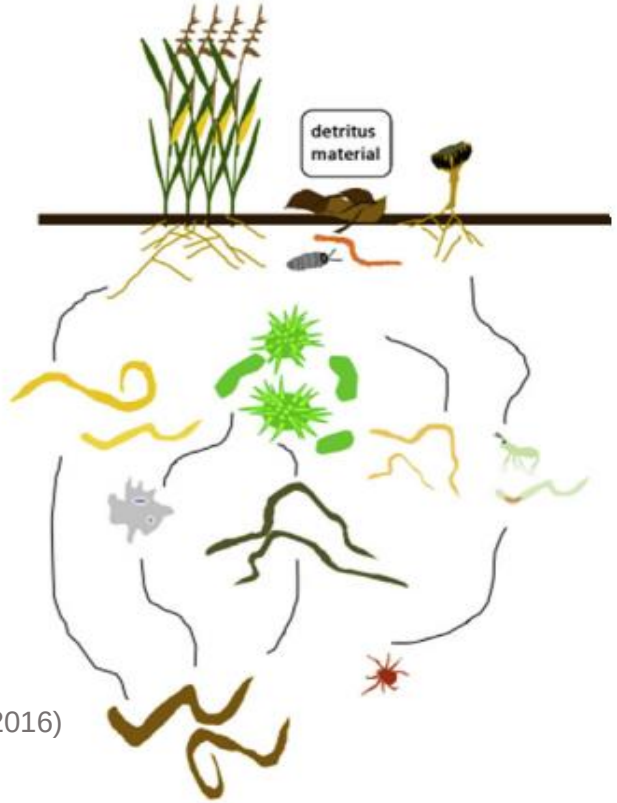
Bodem(micro)biologie

Heeft invloed op de omgeving en wordt beïnvloed door de omgeving.

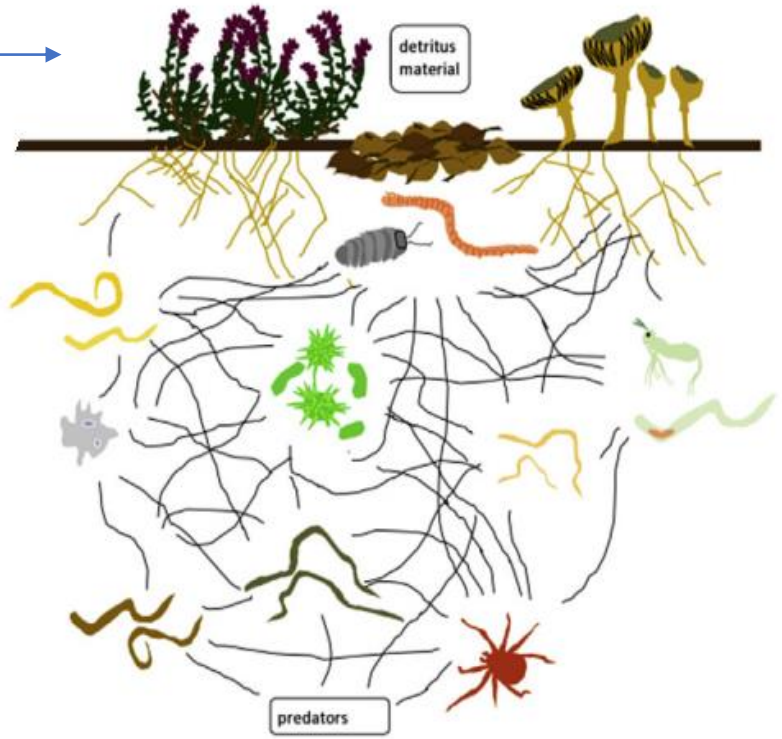
Zeer gevoelig voor veranderingen (Melo and Marchiori, 1999; Masto et al., 2009)



Biodiversiteit

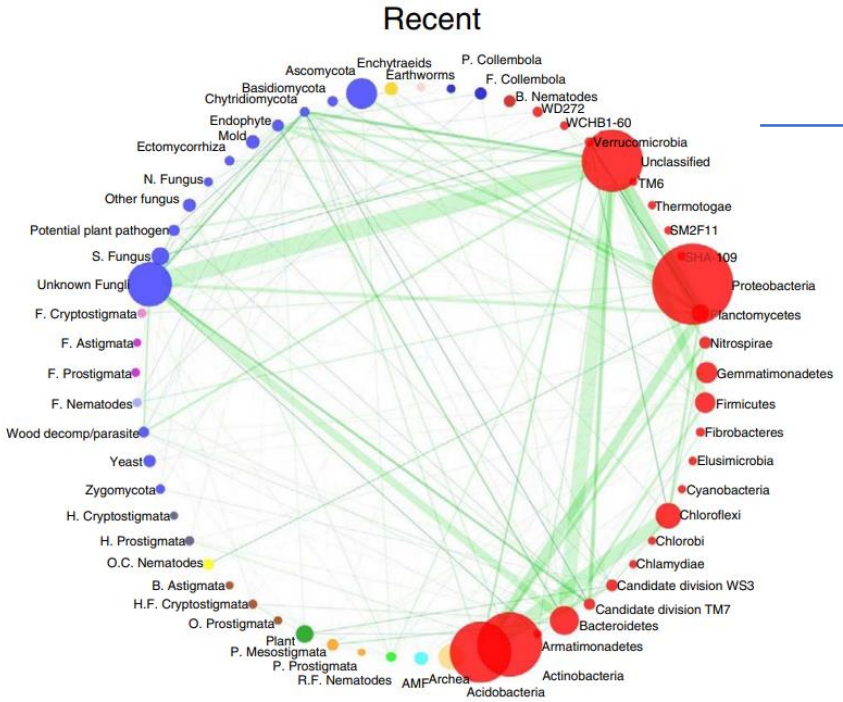


30 jaar

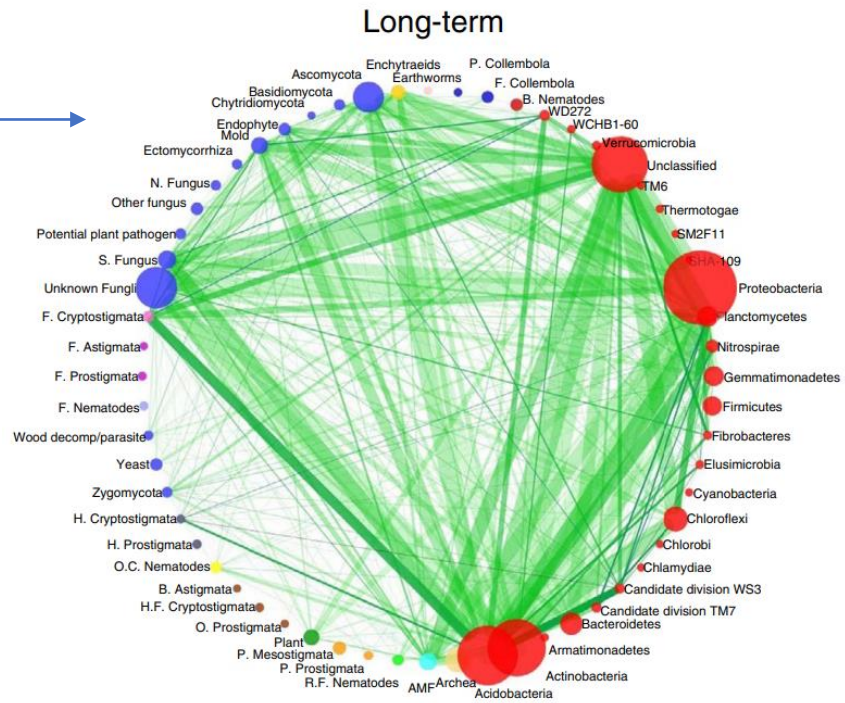


Morriën et al., (2016)

Biodiversiteit



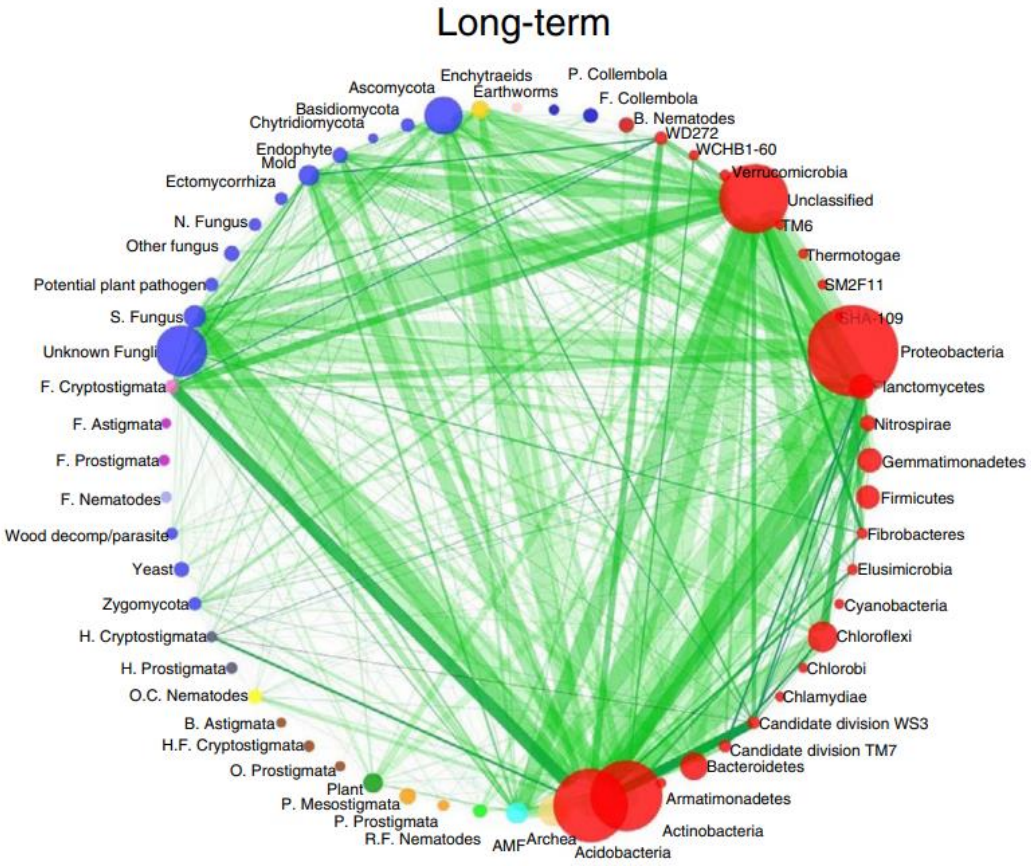
30 jaar



Morriën et al., (2017)

Biodiversiteit

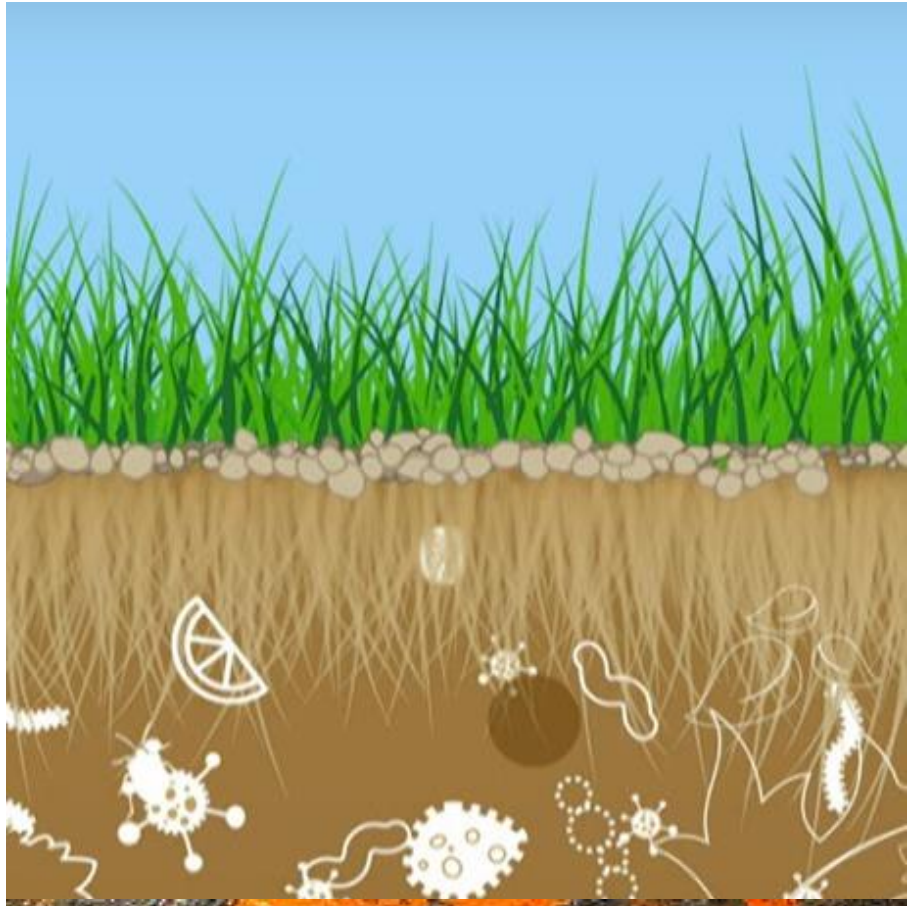
- Meer diversiteit ondergronds dan bovengronds
- Stabieler systeem
- Minder effect van ziekteverwekkers
  (Verbruggen et al., 2015)
  - Meer samenwerking
  - Minder parasiterend
- Meer ecosysteemdiensten



Nutriënten

- De kracht van (micro-)organismen:
  - Afbraak organische stof.
  - Beïnvloeden van de nutriëntbeschikbaarheid.
  - Slaan nutriënten op in cellen.
  - Stikstoffixatie.

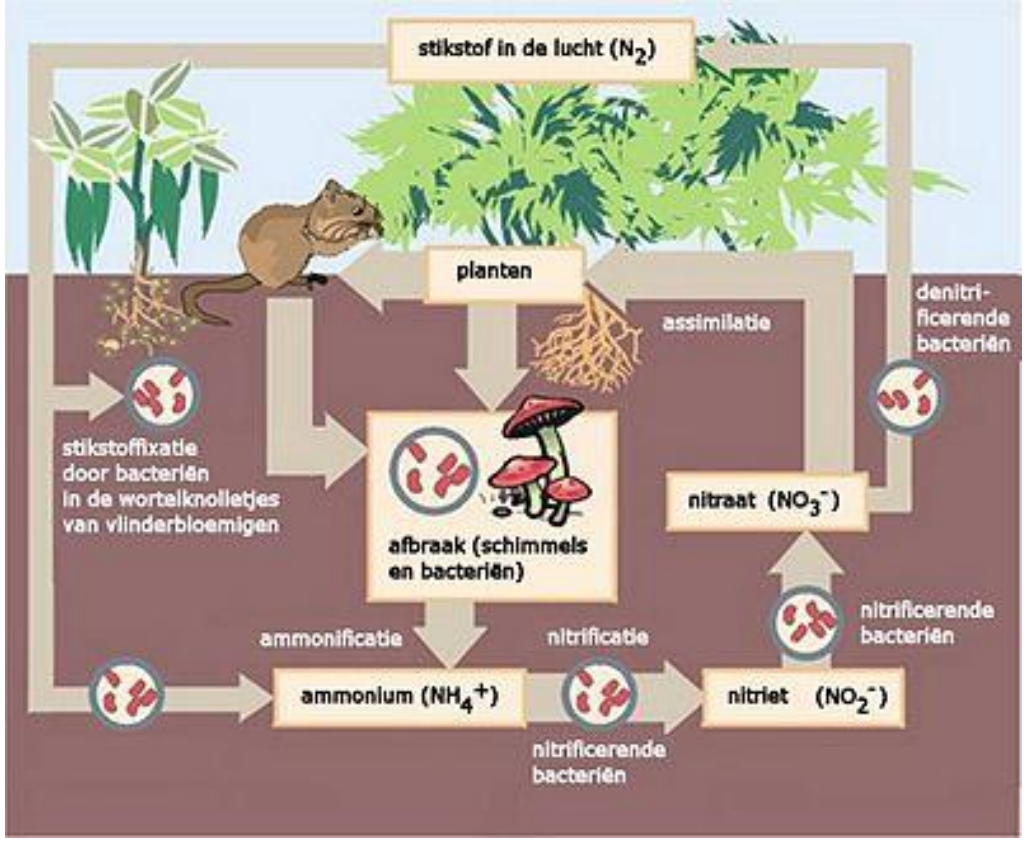
- Extreem voorbeeld - effect op de omgeving:
  - Microbial leaching – in stand gehouden
  - pH van ~2.5 - uitspoeling uit oude mijnen
  - $FeS_2 \rightarrow Fe^{2+} + SO_4^{2-} + H^+$



Nutriënten

- Een voorbeeld van stikstof:
  - 50-70% N uitspoeling en afspoeling (NO_3) (Delgado, 2002)
  - Afbraak OS bij 60% vocht (WHC)
  - Stikstoffixatie
  - Planten opname (NO_3)
  - Nitrificatie -> vastleggen energie ($+O_2$)
  - Denitrificatie -> vrijkomen energie ($-O_2$)

- Balans vinden binnen de kringloop



Bodemstructuur

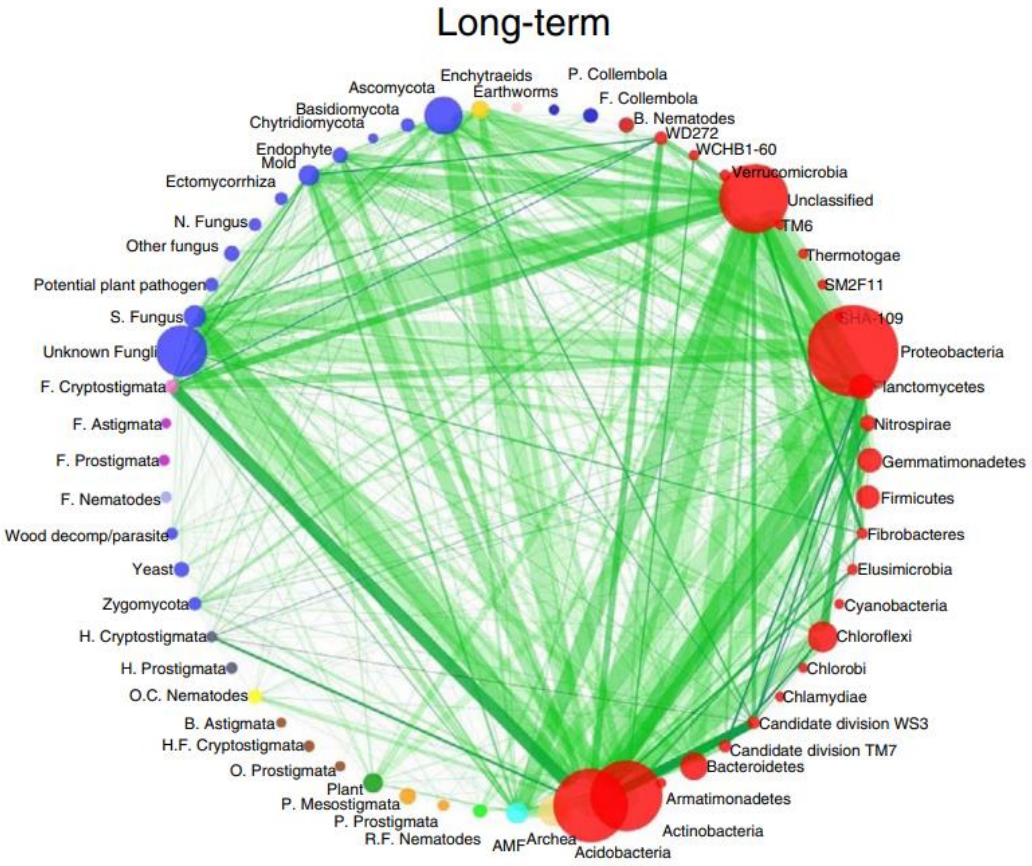
- Regenwormen
  - Bodemstructuur
  - Infiltratie
  - Doorlaatbaarheid
  - Beluchting
- Bacteriën
  - Bodemstructuur
  - Vocht vasthoudend vermogen
- Schimmels
  - Bodemstructuur
  - Doorlaatbaarheid
  - Stabiliteit

Bodemvocht

- Regenwormen – graven gangen
  - Infiltratie
  - Doorlaatbaarheid
- Bacteriën – polysachariden
  - Bodemstructuur
  - Vocht vasthoudend vermogen
- Schimmels - hydrofoob
  - Doorlaatbaarheid

Koolstofopslag

- Organische stof
- Schimmels:
  - Hoge biodiversiteit meer C-opslag. (Morriën et al., 2017)
- Bacteriën:
  - ↓CO_2 uitstoot bij N verrijking Proteobacteria (Qin et al., 2020)
  - ↑CO_2 uitstoot bij N verrijking (3 groepen) (Stone et al., 2021)



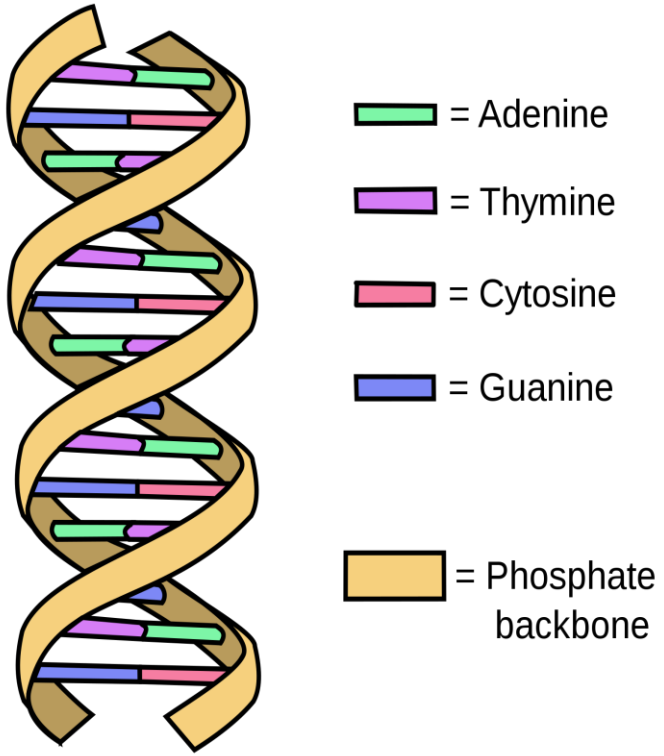
Bodembiologie

- Bodembiologie is zeer gevoelig voor verandering. (Schouten et al. 2000)
- Veel inzicht doormiddel van één monster, bijvoorbeeld:
  - Regenwormen in de bodem.
  - Nitrificerende bacteriën (NH_4^+ -> NO_3^-)

- Bodembiologie voor de huidige staat van de bodem.
- Bodembiologie voor de potentie van de bodem.

Meten met eDNA

- eDNA – Environmental DNA
  - DNA in de omgeving
  - Alle organismen
  - Sneller en goedkoper dan gangbare methoden
  - Veel en complexe data



DNA

ATCGATCGGATCGATCGACTGACTGATCGACTGATCGACTGACTAGCTACGTACGATCGA
TCGGATCGATCGACTGACTGATCGACTGATCGACTGACTAGCTACGTACGATCGATCGGA
TCGATCGACTGACTGATCGACTGATCGACTGACTAGCTATCGATCGGATCGATCGACTGA
CTGATCGACTGATCGACTGACTAGCTACGTACGATCGATCGGATCGATCGACTGACTGAT
CGACTGATCGACTGACTAGCTACGTACGATCGATCGGATCGATCGACTGACTGATCGACT
GATCGACTGACTAGCTATCGATCGGATCGATCGACTGACTGATCGACTGATCGACTGACT
AGCTACGTACGGCTATCGATCGGATCGATCGACTGACTGATCGACTGATCGACTGACTAG
CTACGTACGATCGATCGGATCGATCGACTGACGACTGACTAGCTGACTAGCTGACTAGCT

Meten met eDNA

Onderzoeksopzet

Bemonstering

DNA extractie

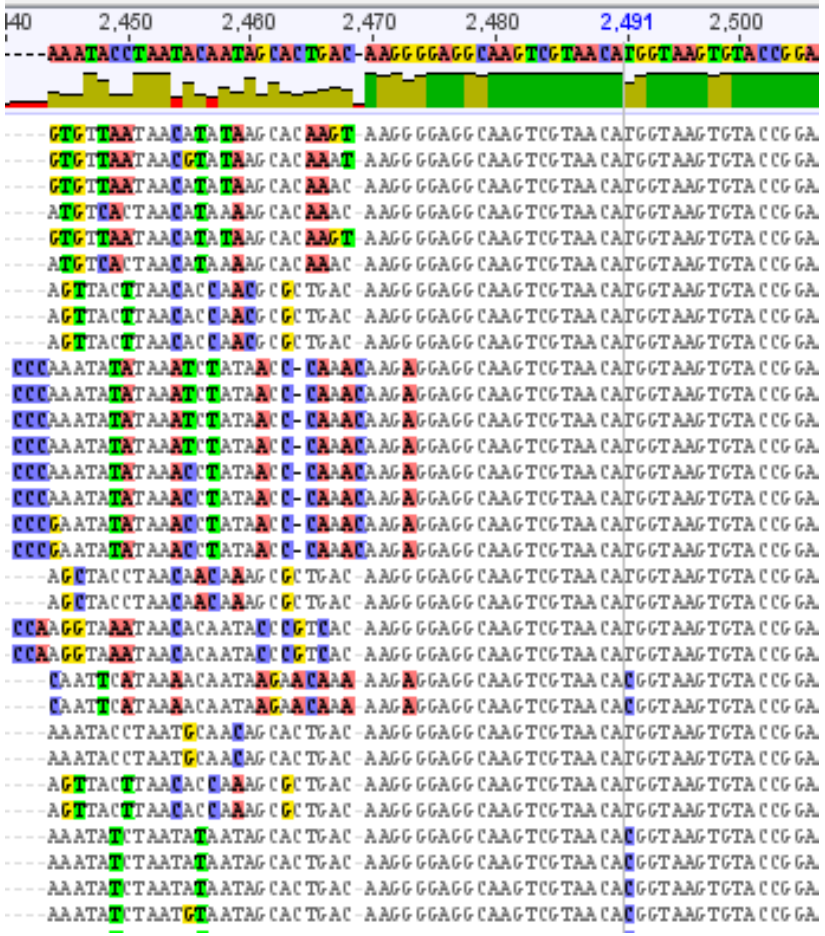
PCR

Sequencing

Ecologische interpretatie

Meten met eDNA

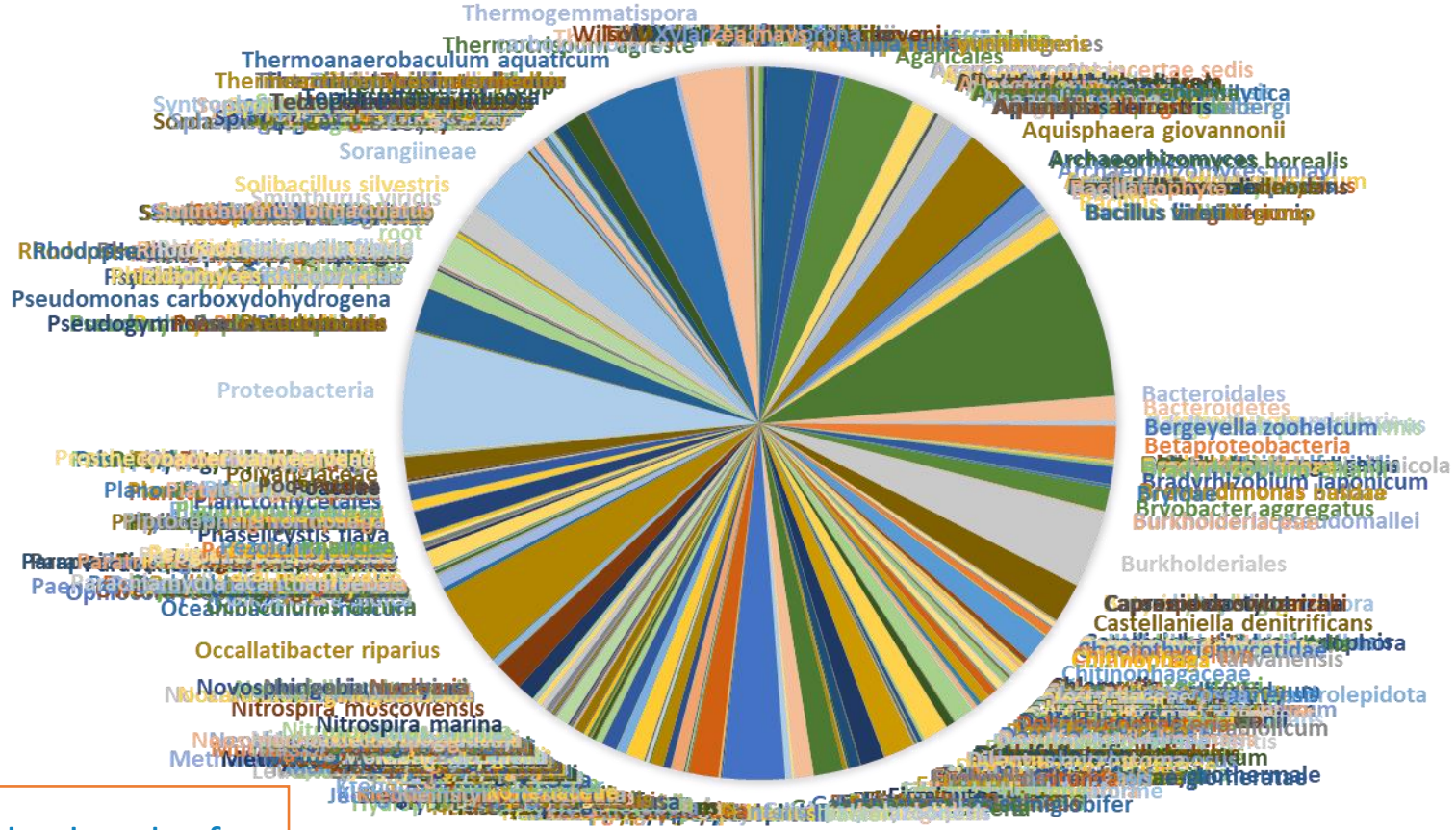
- Sequencen resulteert in honderdduizenden uitlezingen
- Filteren van data
- Vergelijken met referentie database



Meten met eDNA

Reduceren tot een begrijpbare indicator

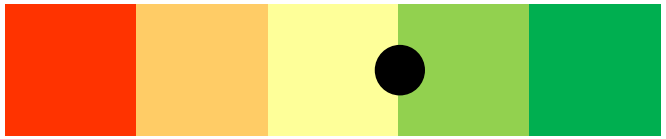
Veel data



Alles wat in de bodem leeft

eDNA in Sensorisch landschap

- Wat zegt de bodembiologie over de bodemkwaliteit
- Ontwikkelen indicatoren
- Open bodem index (OBI)



10

Absolute Waardering

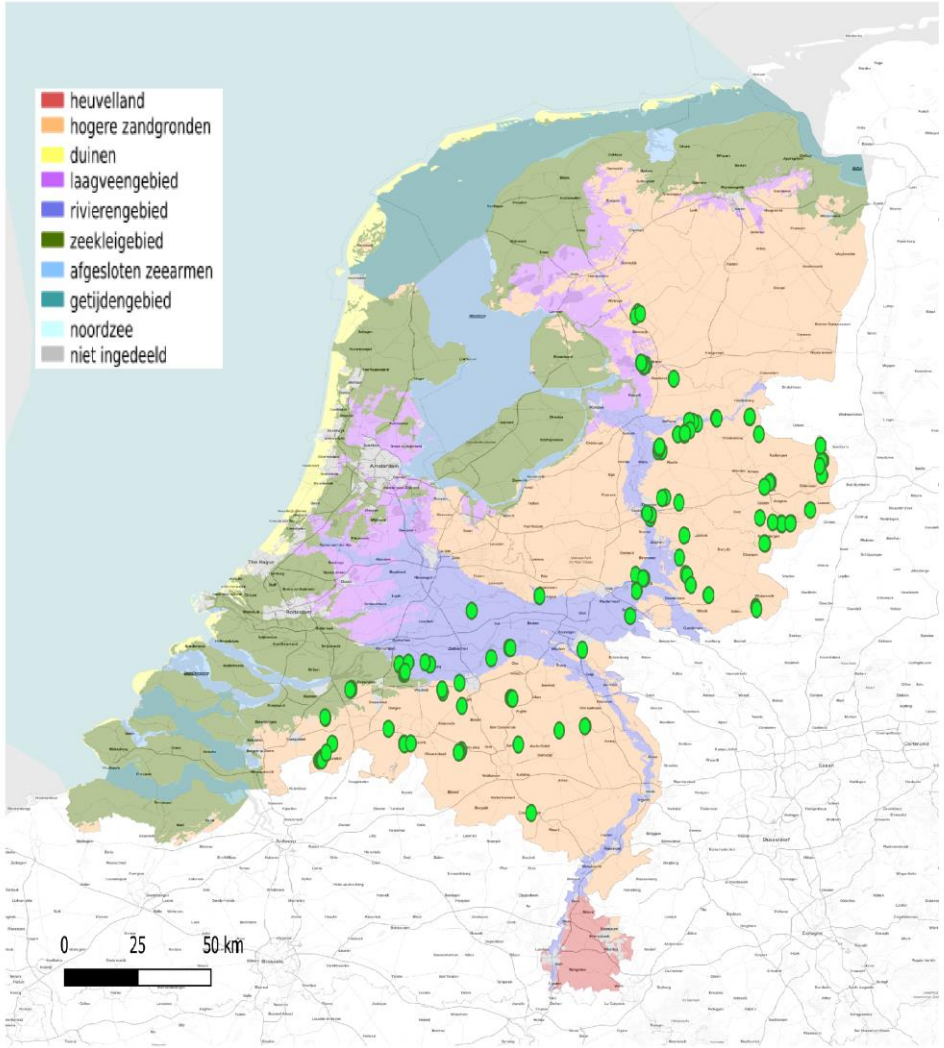
afstand tot optimale situatie voor duurzame landbouwproductie

maat voor bodemkwaliteit

Percelen - aantal

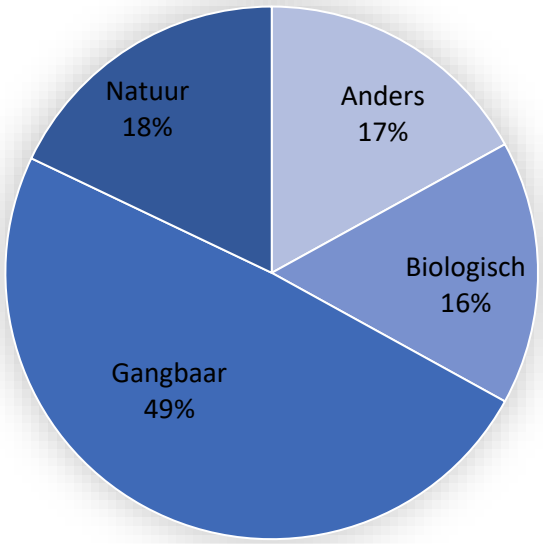
- In drie provincies:
  - Graslanden
  - 133 percelen bemonsterd

- Ondergrond:
  - Zandgronden
  - Rivierklei
  - Laagveen

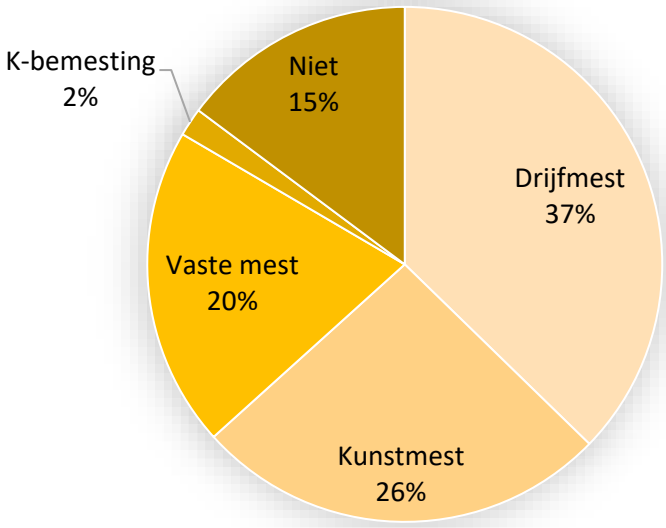


Percelen - beheer

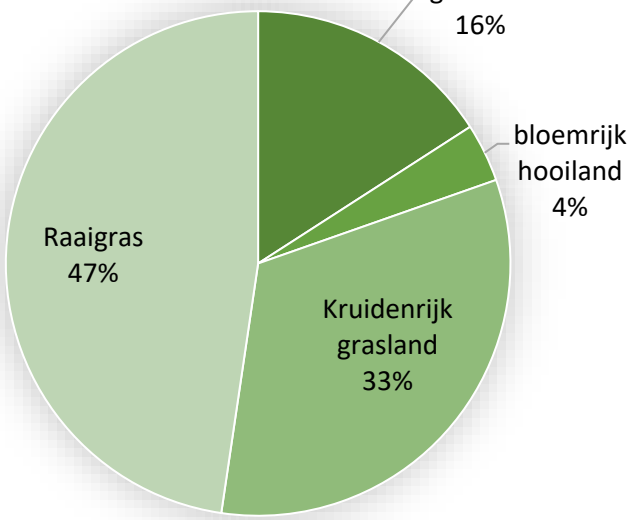
Beheer



Bemesting



Vegetatie

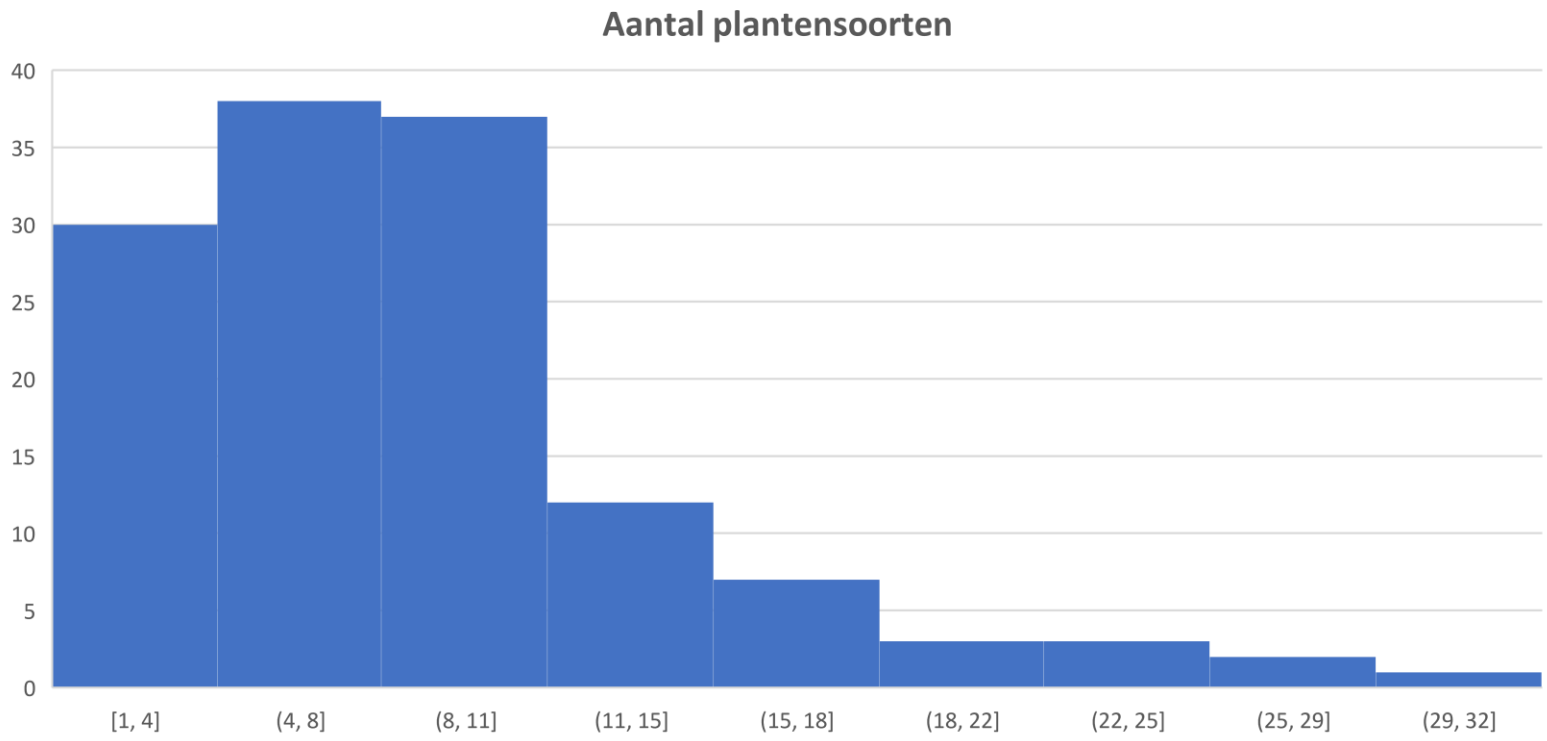


Gangbare melkveehouderijen
Natuurinclusieve graslanden
Experimentele plots

Drijfmest * kunstmest
Drijfmest * vaste mest
Niet * vaste mest

Plantensoorten (min): 1
Plantensoorten (max): 32
Gemiddeld tussen de 4 en 9 soorten

Percelen - vegetatie



Analyses - chemisch

- Nutriënt beschikbaarheid:
  - Metalen (in CaCl)
  - Calcium (in water)
  - CEC - Cohex
  - CNS
  - P-AL en P-water
  - N-mineraal
- Fysisch:
  - pH
  - CaCO3 %
  - Vocht %
  - OS %
  - Zand, silt- en lutumfractie

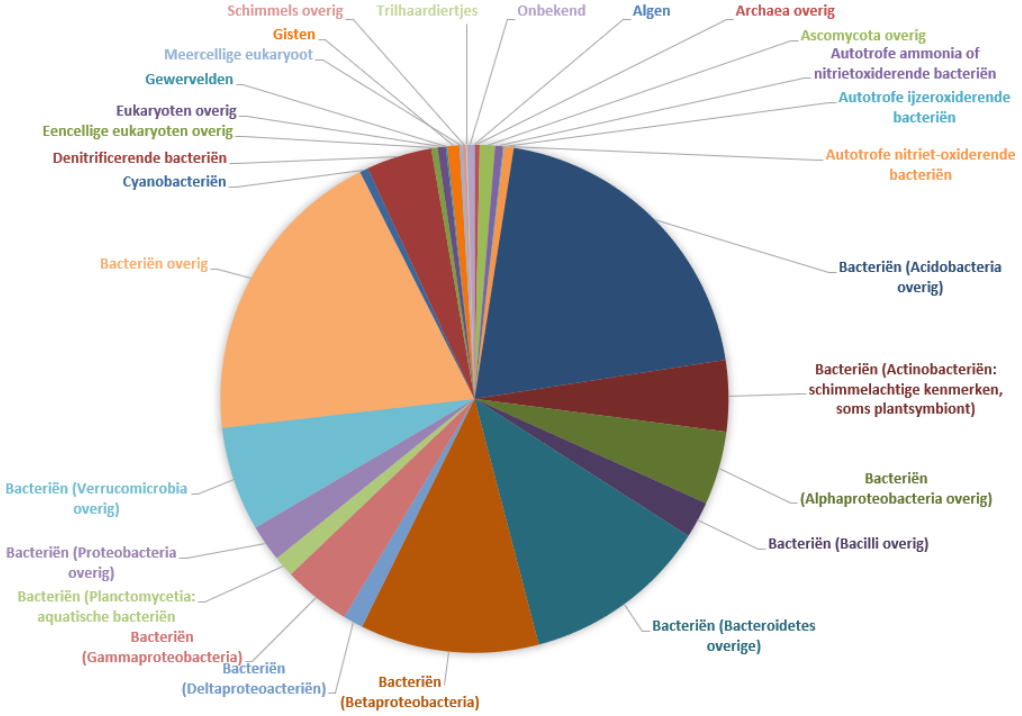
Analyses - biologisch

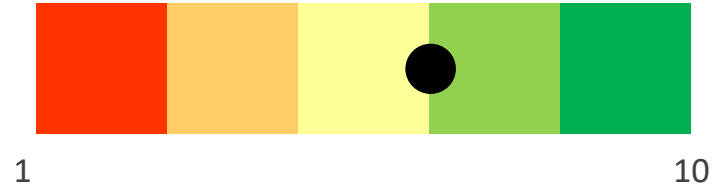
- Regenwormen determinatie:
  - Aantallen, soorten en drooggewicht
- Aaltjes determinatie
- Bacterie en schimmelbiomassa (PLFA)
- eDNA

Analyses - data

- Gangbaar in vergelijking met eDNA
  - Nematoden
  - Wormen
  - Bacterie en schimmelbiomassa
- Bodemfunctie
  - N-mineralisatie/ afbraak OS/ bodemstructuur verbeteren/ broeikasgasregulatie/ enz
- Verschillen tussen percelen
  - Gelijk en verschillend
  - Relatie bodemleven & chemisch- fysische eigenschappen
- **Ontwikkelen prototype indicatoren**

eDNA- indicator





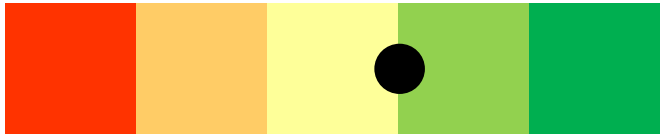
Absolute Waardering

afstand tot optimale situatie voor duurzame landbouwproductie

maat voor bodemkwaliteit

eDNA- indicator

- Indicatoren ontwikkelen voor factoren als:
  - Biodiversiteit
  - Potentiële lachgas uitstoot
  - Koolstofopslag
  - Stabiliteit/complexiteit van voedselweb
  - Weerbaarheid van de bodem
  - Regenwormen/ structuur
  - Water vasthoudend vermogen
- **Succesvolle indicatoren worden opgenomen in de Open Bodem Index**



Absolute Waardering

afstand tot optimale situatie voor duurzame landbouwproductie

maat voor bodemkwaliteit

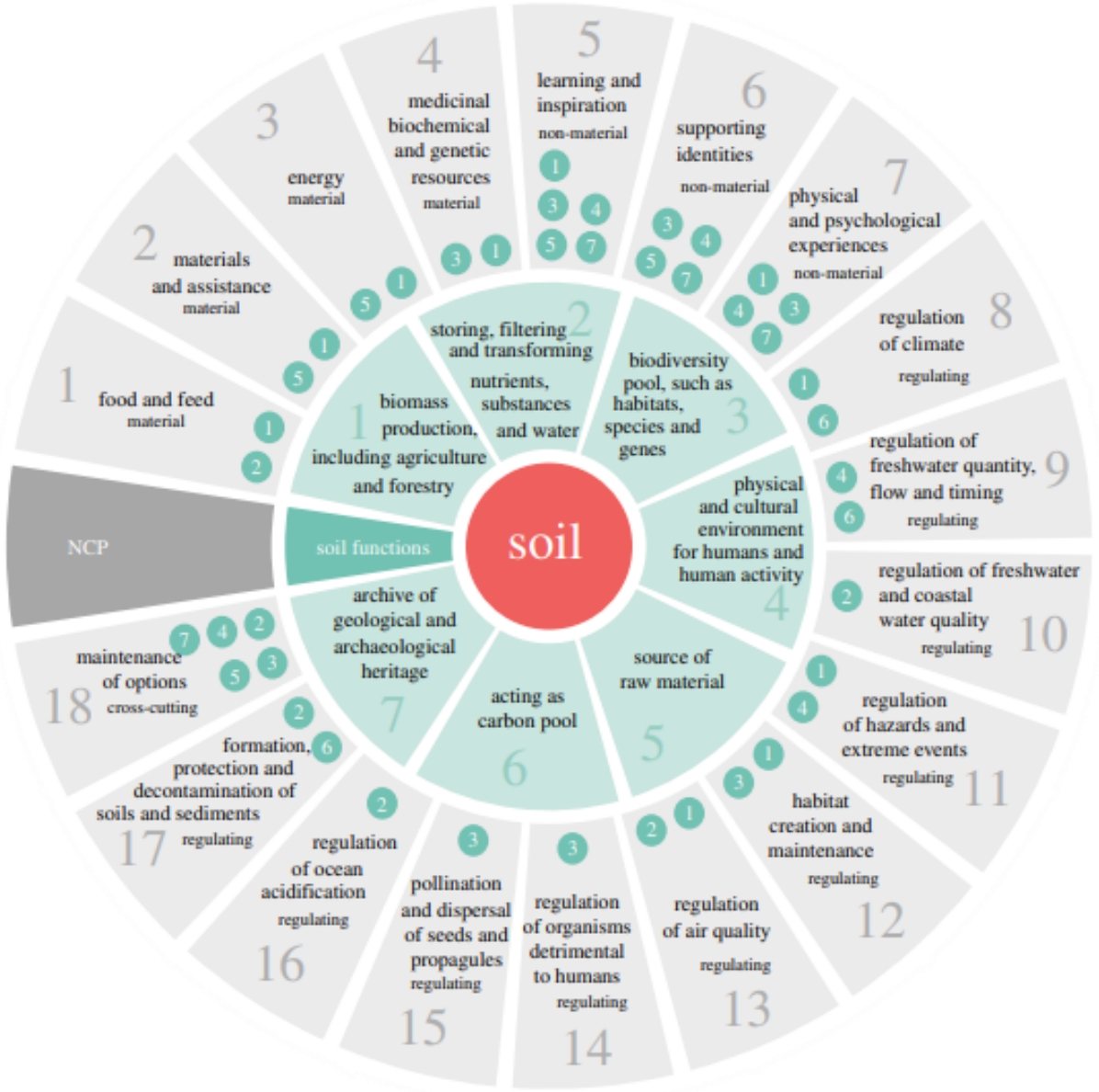
Datura
molecular solutions in ecology

Vragen?

16-03-2022 | Datura

Sensorisch Landschap

- Morriën, E., Hannula, S. E., Snoek, L. B., Helmsing, N. R., Zweers, H., De Hollander, M., ... & Van Der Putten, W. H. (2017). Soil networks become more connected and take up more carbon as nature restoration progresses. Nature communications, 8(1), 1-10.
- Delgado JA (2002) Quantifying the loss mechanisms of nitrogen. J Soil Water Conserv 57:389–398
- Stone, B. W., Li, J., Koch, B. J., Blazewicz, S. J., Dijkstra, P., Hayer, M., ... & Hungate, B. A. (2021). Nutrients cause consolidation of soil carbon flux to small proportion of bacterial community. Nature communications, 12(1), 1-9.
- Qin, J., Liu, H., Zhao, J., Wang, H., Zhang, H., Yang, D., & Zhang, N. (2020). The roles of bacteria in soil organic carbon accumulation under nitrogen deposition in stipa baicalensis steppe. Microorganisms, 8(3), 326.

Bodemgezondheid

- Blijvende vermogen (12):
  - Productie
  - Biodiversiteit
- Vitaal levend systeem (1, 12, 15):
  - Productie
  - Nutriënten, mineralen en water
  - Biodiversiteit
- Productiviteit (1):
  - Productie
  - Nutriënten, mineralen en water
- Lucht- en watermilieus (9, 10, 13, 14, 16):
  - Productie
  - Nutriënten, mineralen en water
  - Fysische kenmerken
  - Koolstofopslag
- Gezondheid (4, 14):
  - Productie
  - Biodiversiteit