

DANSK
Landbrug
I
UDVIKLING

SINNET BØDEWADT OG JES HENRIK JENSEN

Landbrug+ vision for dansk landbrug

Sunde smagfulde næringsrige fødevarer dyrket i frugtbare økosystemer, der har en *høj regenerativ kapacitet*, produceret af et frugtbart og lønsomt landbrug,

Et landbrug, hvor det danske landbrug ses, som en af miljø- og klimaheltene, forbrugerne gerne vil støtte op om.

Et landbrug, hvor forbrugernes fortrukne valg er Danske fødevarer.



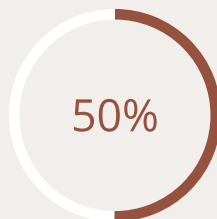
Missionen

Et frugtbar bio-diverst økosystem med høj regenerativ kapacitet og høj energieffektivitet, der genere sunde næringsholdige fødevarer og ingredienser til glæde og gavn for mennesker, klima og naturen. Vores mål er:

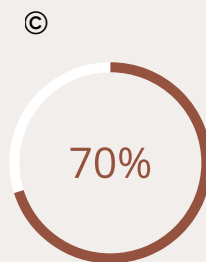
Bedre udbytte



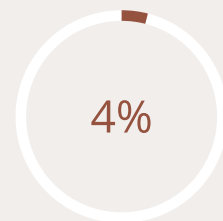
Rent vand



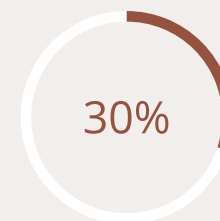
Ressource effektivitet/ CO2e reduktion



Organisk kulstofopbygning, Humus



Forbedret næringsindhold



CO2e binding i jorden 20-90 cm
dybde, Gns over 5 år.

 +  +  = 18 tons/ha/år

Fortid, nutid, fremtid



1930



Siden 1930 og i den nuværende landbrugspraksis i Danmark har produkter, metoder og teknologier fra den agro-kemiske, fossilbaserede industri erstattet de naturlige biologiske synergier i økosystemerne. Dette har ført til højere udbytter, men har også skabt stress i vores økosystemer.

2024



Biologisk fokus i at skabe høj regenerativ kapacitet i jorden



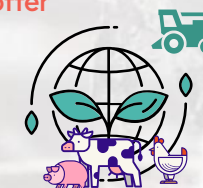
1970

Fokus i at skabe højt udbytte, via kemisk, teknologisk tilsætning



2040

Regenerative biologisk produkter og praksis, erstatter de agrokemiske produkter og **genetablere** de biologiske synergier, samtidigt med et godt udbytte opnås et frugtbart modstandsdygtigt økosystem



Livet forstås baglæns, men må leves forlæns

2024

2030

Problemet

I den nuværende landbrugspraksis i Danmark har produkter, metoder og teknologier fra den agro-kemiske, fossilbaserede industri erstattet de naturlige biologiske synergier i økosystemerne. Dette har ført til højere udbytter, men har også skabt stress i vores økosystemer.

Historisk anekdote om en af Danmarks egne agrokemiske virksomheder. Cheminova.

Virksomheden Cheminova blev grundlagt i 1938 i Gladsaxe af civilingeniør Gunnar Andreasen (1914-1989). I begyndelsen produceredes rustbeskyttelsesmidler og under krigen forskellige erstatningsprodukter for gummi og fortyndere til maling og lak.

I 1944 blev Cheminova omdannet til et aktieselskab, og Gunnar Andreasen overdrog alle aktier til Aarhus Universitets Forskningsfond. Han fortsatte selv som direktør indtil 1961. Cheminova blev børsnoteret i 1986 med Forskningsfonden som hovedaktionær.

Efter at fabrikken var udsat for sabotage i 1945, blev der opført en ny fabrik i Måløv. Her tog man fat på fremstillingen af insektgifte, da en række tyske patenter var blevet frigivet efter krigen. Insektmidlerne var baseret på det giftige stof parathion (bladan), som sidenhen dannede grundlag for Cheminovas forretningsmæssige gennembrud.

Tab af fotosyntesekapacitet

Fotosyntesen har middelproduktion af ilt, biomasse, og lav CO2 fangst til jorden.

Næringstab

Planter får næringstoffer og mineraler, når det vurderes, der er et behov via tilsætning af handelsgødning eller organisk gødning, overskydende udledes til vandmiljøet.

Mineralisering

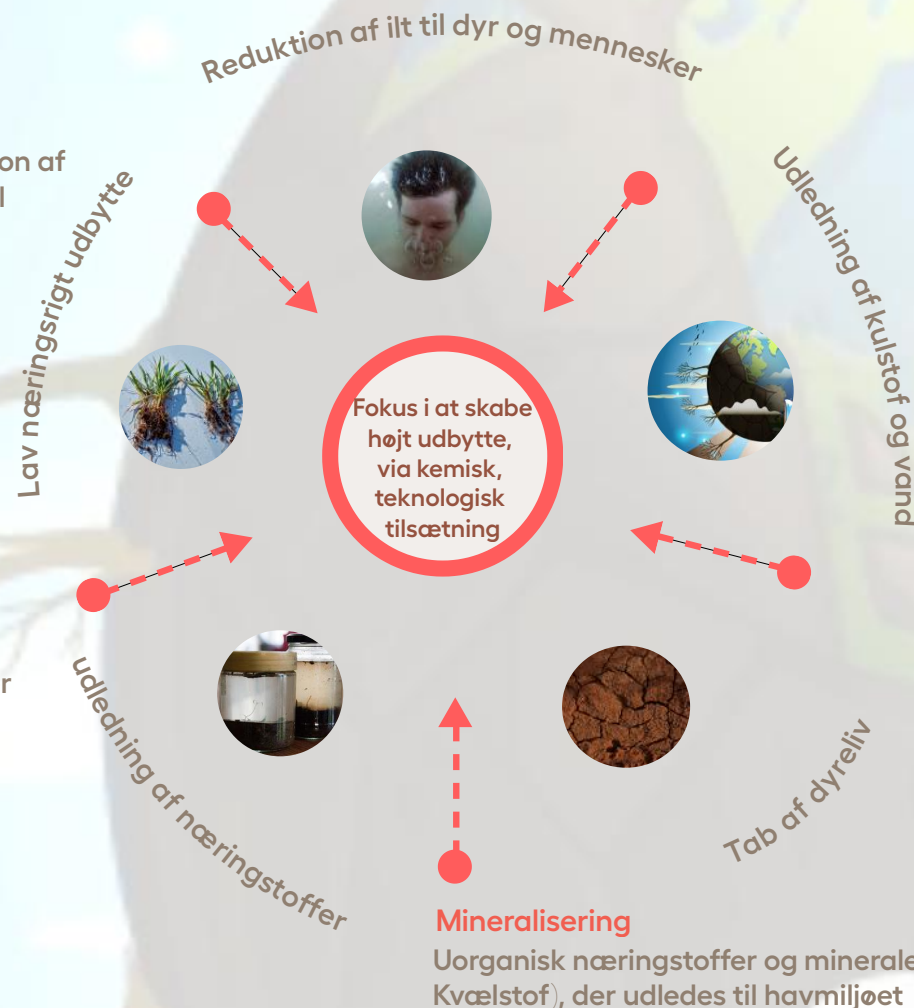
Uorganisk næringstoffer og mineraler, (f.eks. Kvælstof), der udledes til havmiljøet

Tab af kulstofslagring og vandlagring

- Tab af kulstofbanken i jorden.
- 4% humus svarer til ca. 1000 mio. tons CO2e udledning for hele DK landbrugsareal
- 60% af vores landmænd er 1% væk fra ørkendannelse

Sammenpresset jord og forurening

Giver dårlige vilkår for dyr og plantevækst og der bruges ekstra tid på jordbearbejdning og et øget forbrug af pesticider, der slår mikrobiologien ihjel.



© Sinnet Bødewadt

Jord strategi 2030 EU

EU's jordstrategi for 2030 opstiller en ramme og konkrete foranstaltninger til at beskytte og genoprette jorde samt sikre, at den bruges bæredygtigt. Strategien fastlægger en vision og målsætninger for at opnå sunde jorde inden 2050 med konkrete handlinger inden 2030. Strategien annoncere også en ny jordsundhedslov, der kommer inden 2023.

environment.ec.europa.eu/topics/soil-and-land_en

In the EU

95%

of our food comes from soil

af vores fødevarer kommer fra
jorden

60-70%

of soils are unhealthy

af jorden er usund

50 billion EUR

lost every year due to soil
degradation

tab hvert år, på grund af jorderosion

Problemet for vores frugtbarhed i jorden, vores klima og vores miljø

Den nuværende landbrugspraksis i Danmark har skabt stress i vores økosystemer, især i jorden.

Landbrugsjord er anaerob (iltfattig) domineret (degenerative). Jorden evner ikke at fastholde næringsstoffer og organiske kulstof-/humus.

Planteproducenter uden organisk gødning har den største degenerative effekt på jorden.

1% humustab er ca. 250 mio tons CO₂e udledning i Danmark

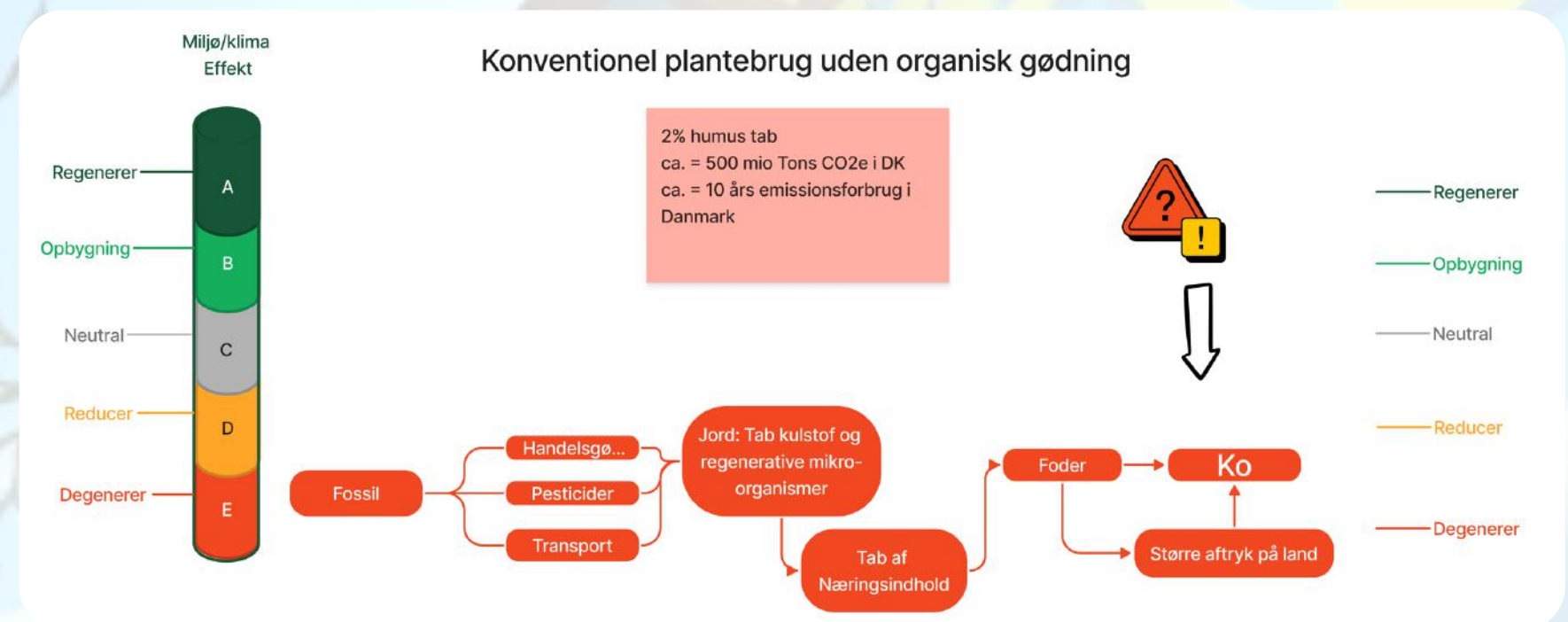
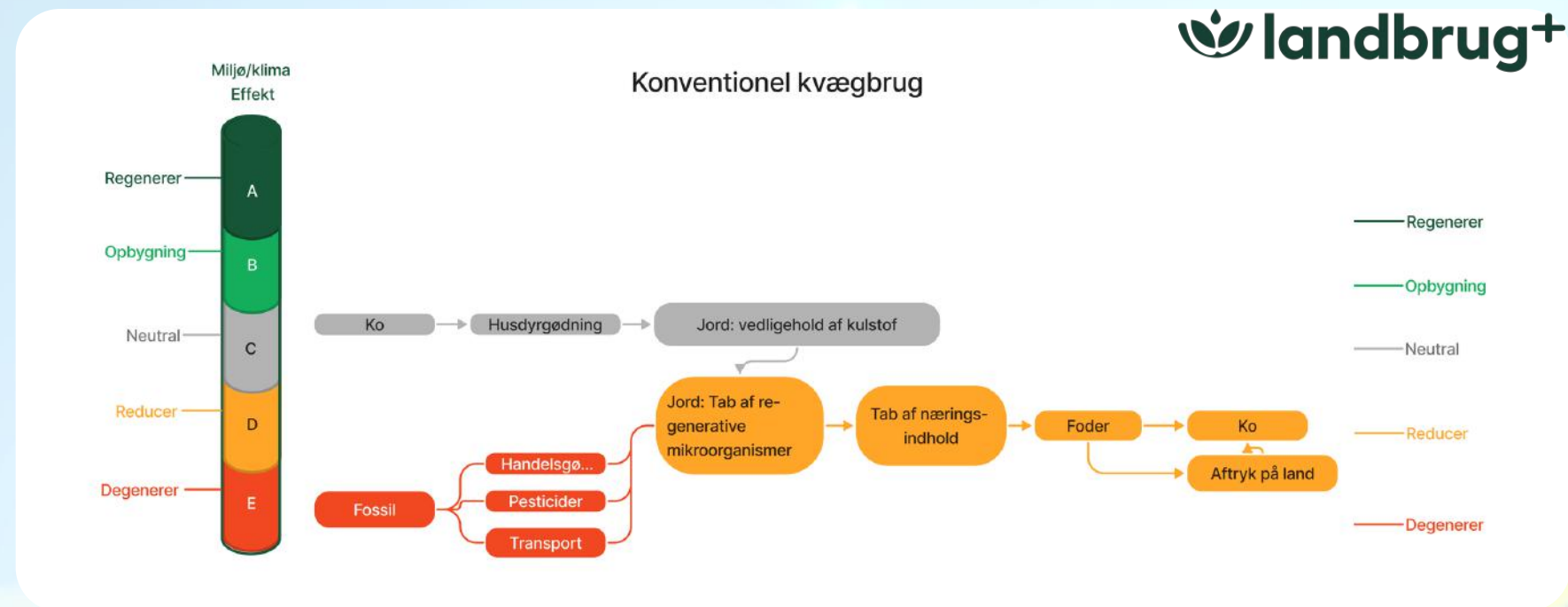
I Danmark har 60% af landmænd mindre end 1,2% kulstof tilbage i jorden. Det er 1% fra at blive til "ørkenjord".*

Danske landmænd har gennemgået 10 år med stigende omkostninger, nu på 191%.

Fødevarerforbrugerne har ingen måde at verificere, hvordan deres mad dyrkes.

Der er rapporteret markante fald i næringsstofindholdet i afgrøder, kød og mælk over hele verden.

Pesticidrester blev fundet i alle testede personer i Danmark i 2023.



Løsningen

Regenerative biologiske produkter og metoder genetablerer de naturlige biologiske synergier. Dette resulterer i både høje udbytter og et frugtbart, modstandsdygtigt økosystem.





I landbrug+ har vi et fokus på de regenerative biologiske produkter og metoder, der genetablerer de naturlige biologiske synergier.

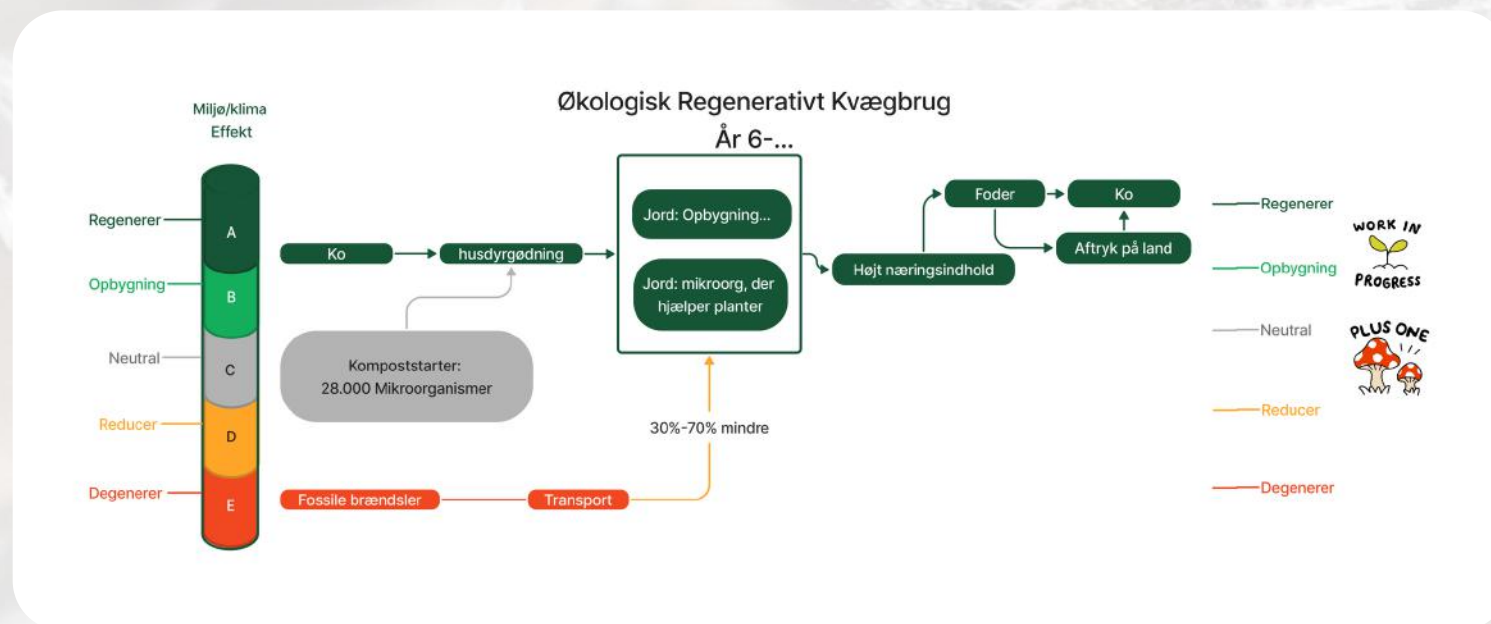
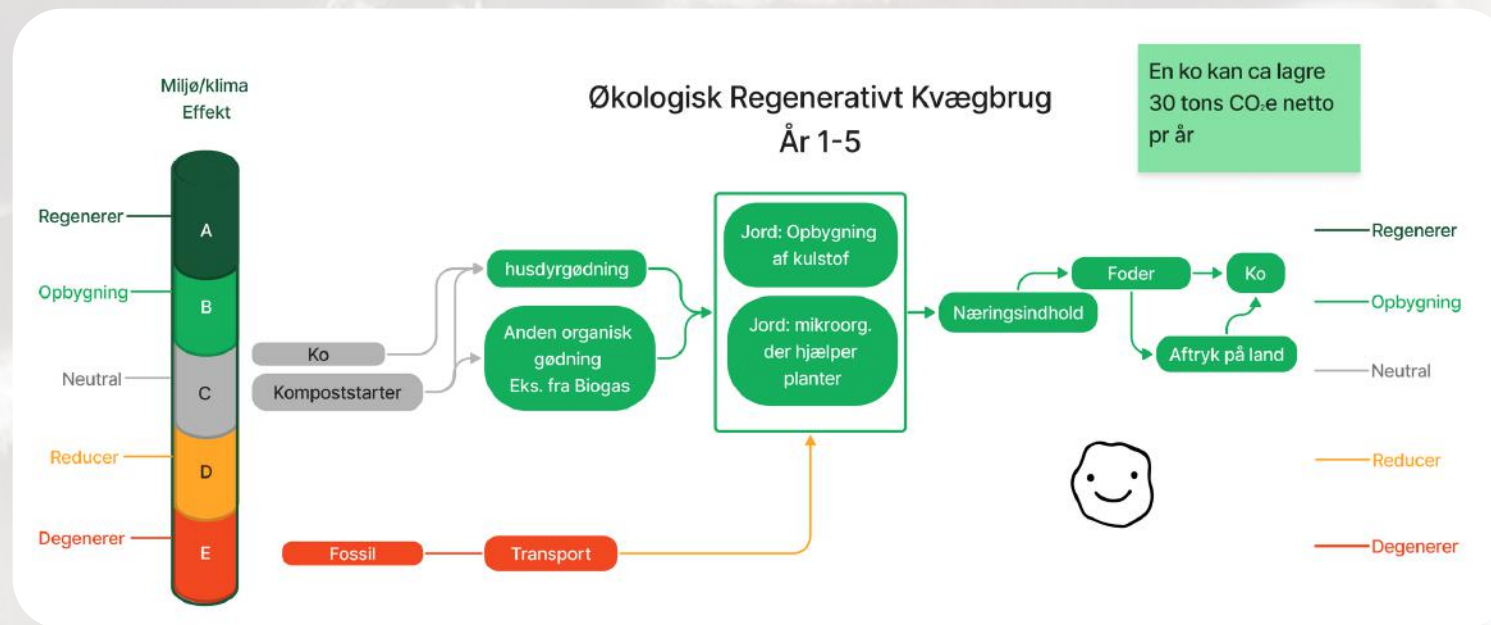
Grunden er at jorden skal konverteres over til en aerobe domineret (regenerativ) naturlig forvaltning af makro-/mikronæringsstoffer og organisk kulstof-/humus (huminsyre). Dette betyder at organisk kulstof opbygges og fastholdes i jorden og vi sikrer samtidig flerstrengt positive effekter på miljøet, klima og sundhed. Derfor skal det mikrobiologiske liv tilbage til de naturlige regenerative symbioser mellem mikrober og afgrøder for at vi kan lykkes med at udvikle dansk landbrug.

Parameter som signifikant bør øges:

1. SOM Kulstof dræn i og under pløjelaget i form af organisk kulstof-/humus (huminsyre)
2. Ammonium NH_4^+ på bekostning af nitrat NO_3^- i N-Min prøverne.
3. Jordens kationbytterkapacitet CEC
4. Jordens aerobe mikrobiologiske dominans.
5. Afgrødernes næringstæthed.

Parameter som signifikant bør reduceres:

1. Forbrug af mineralske næringsstoffer (kunstgødning)
2. Forbrug af kemiske hjælpemidler (pesticider)
3. Forbrug af fossile energikilder.
4. Emission af drivhusgasserne metan og lattergas.
5. Afgrødernes nitrat indhold.



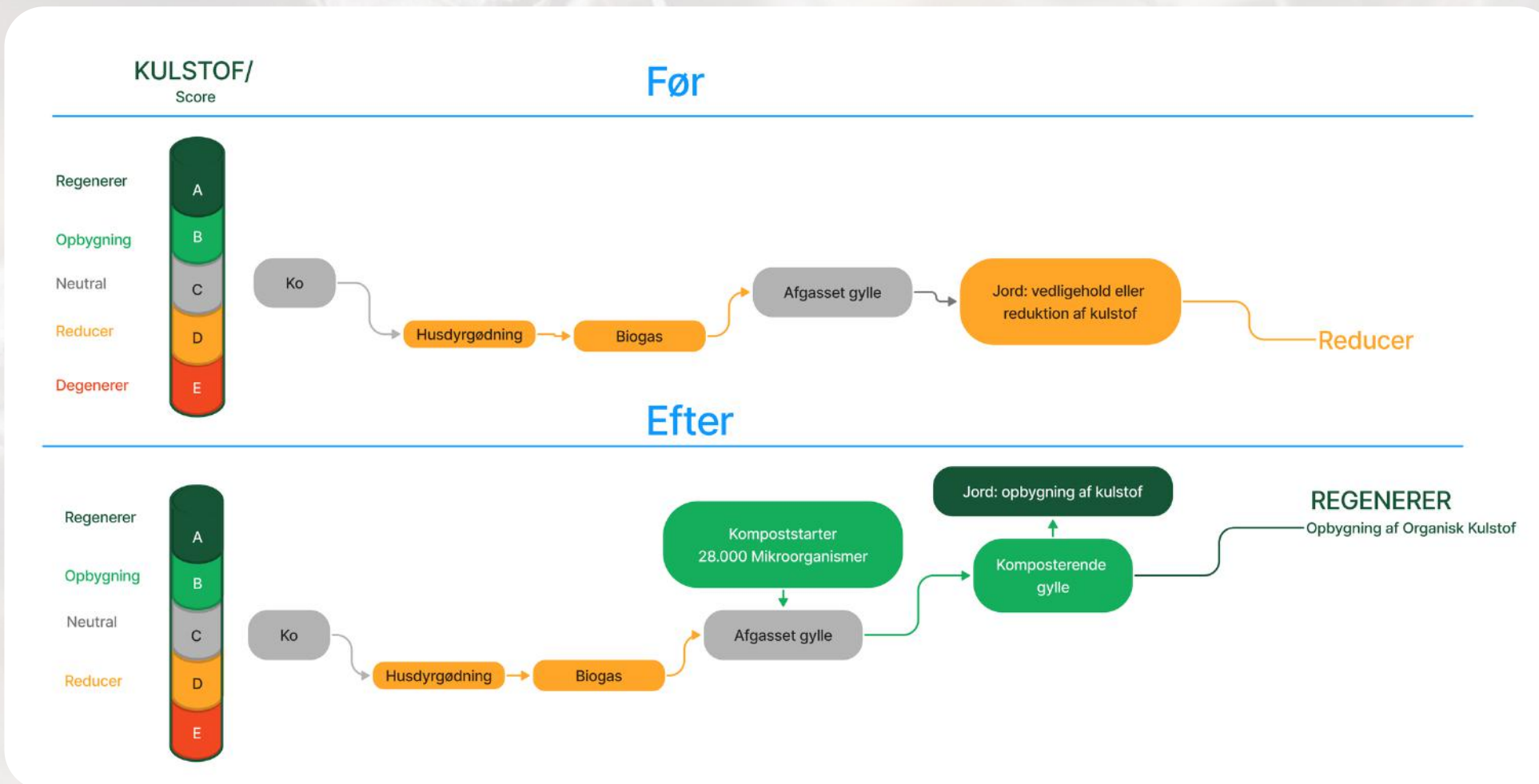
- BIOGAS, efterbehandling nødvendig

BIOGAS - Afgasset gylle har den klimaskadelige bakteriedominant effekt. Der sker en forrådselsesproces i jorden, med metan og lattergas udslip, samt kulstofstab.

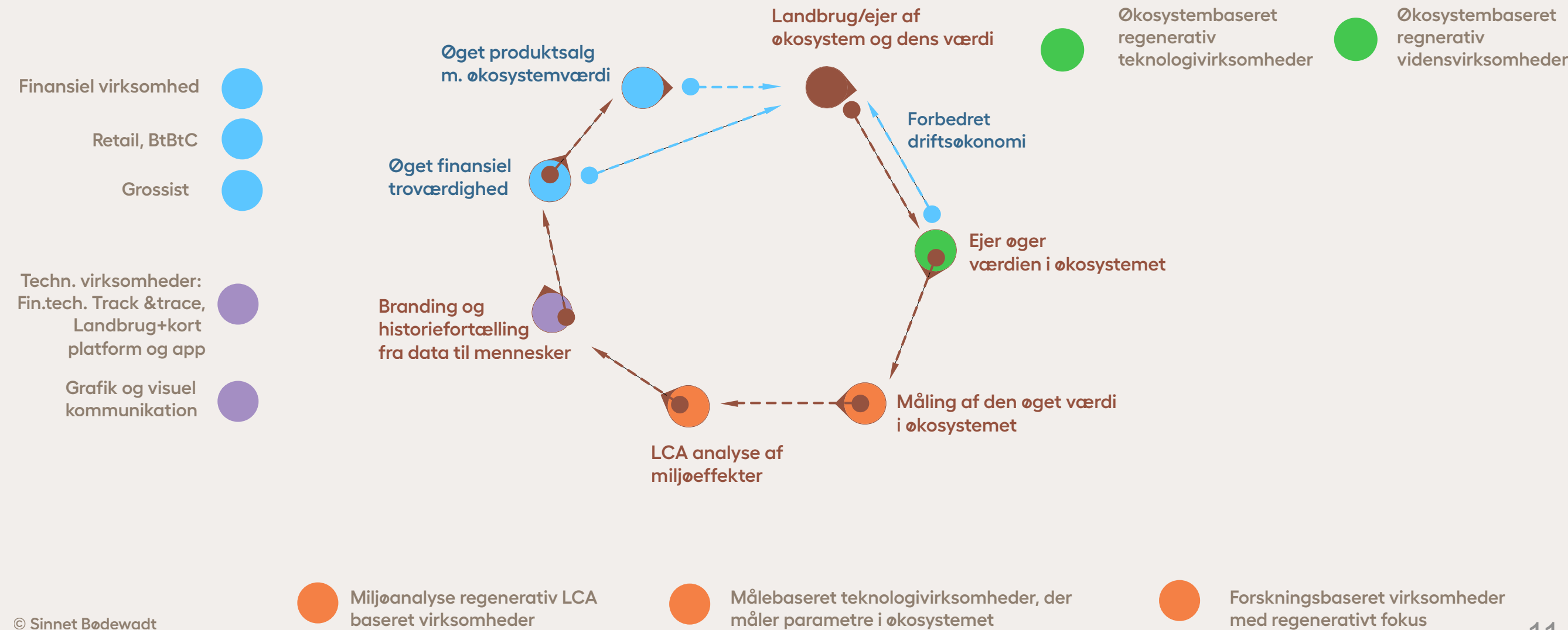
Derfor er metoder, der netop genetabler de naturlige biologiske synergier på den afgasset gylle yderst vigtige. Sådanne løsninger sikrer at jorden konverteres tilbage til en aerobe (ildrig) domineret (regenerativ) tilstand.

I denne regenerative jord sker der en naturlig forvaltning af makro-/mikronæringsstoffer og vi sikrer opbygning og vedligehold af organisk kulstof-/humus (huminsyre) i jorden.

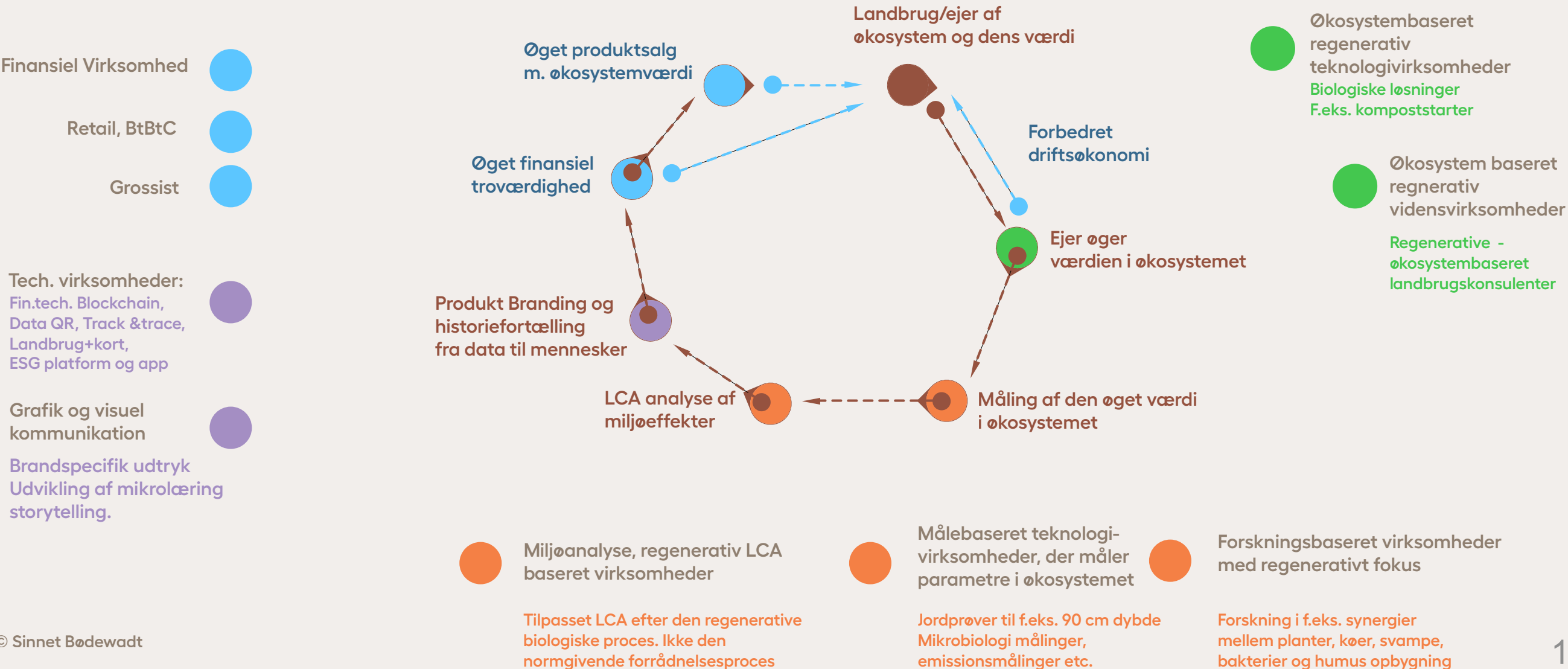
I landbrug+ er det derfor vores fokus at det mikrobiologiske liv i jorden skal tilbage til de naturlige regenerative symbioser mellem mikrober og afgrøder.



Finansielt impact økosystem - Landbrug+DHGHEM model[©]



Finansielt impact økosystem - Landbrug+ DHGHEM model[©]



I Landbrug+ ser vi efter løsninger, der øger værdien i økosystemet på flere parametre

DHGHEM model[©]



- Økosystembaseret regenerativ teknologivirksomheder
- Økosystembaseret regenerativ vidensvirksomheder

- Styrker kvælstofbalancen**
Opnår organisk kvælstofbinding
undgår mineralisering og
udvaskning Eutrofiering (Iltsvind)

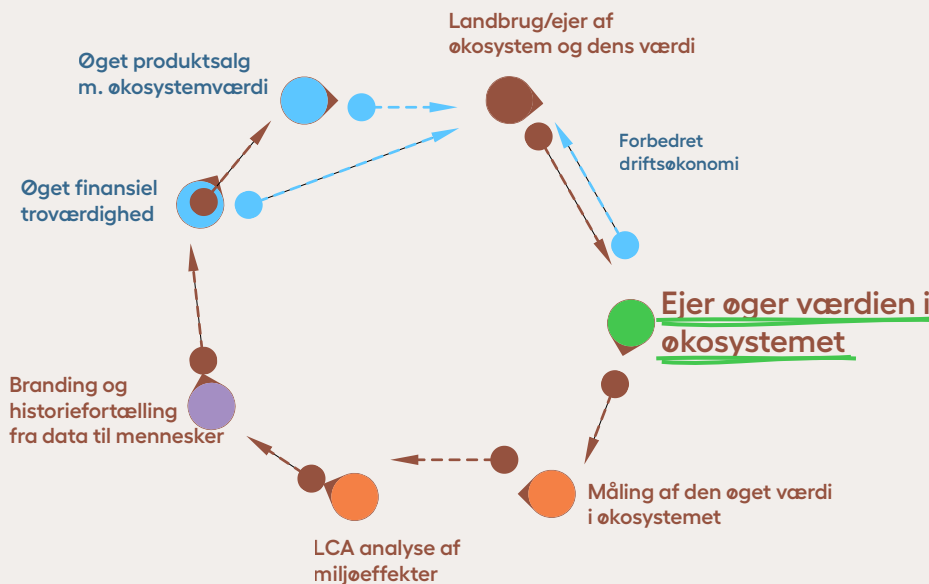
- Styrker kulstofbalancen**
Opnår organisk kulstofbinding
Reducer og undgår drivhusgasser
som lattergas, metan og CO₂

- Styrker næringsstofbalancen**
Opnår organisk næringstofbinding,
undgår mineralisering og udvaskning
Gør næringstoffer plantetilgængelige

- Styrker sundheden**
Reducer gift/toksicitet,
Fremmer sund mikrobiologi,
Sikre sundt økosystem, luft, vand, jord.

- Styrker biodiversiteten**
Øger regenerative synergier, der
øger effektiviteten og produktiviteten, samt
modstandsdygtigheden

- Styrker vandkredsløbet**
Øger tørkeresistensen,
reducer risiko for oversvømmelser,
sikre rent vand og rigeligt med vand





Tjek vores case beskrivelse



PARADIGMESKIFT PÅ POLLERUP HOVGÅRD

200 ØKOLOGISKE ÅRSKØER OG 382 HEKTAR



I landbrug+ anvender vi flerstrengt målinger for at følge effekten i økosystemet, samt regenerativ udviklingsscore.

DHGHEM model [©]



Målebaseret teknologi-
virksomheder, der måler
parametre i økosystemet

Jordprøver til f.eks. 90 cm dybde
Mikrobiologi målinger etc.
emissionsmålinger



Forskningsbaseret virksomheder
med regenerativt fokus

Forskning i f.eks. synergier
mellem planter, køer, svampe,
bakterier og humus opbygning



Miljøanalyse, regenerativ LCA
baseret virksomheder

Tilpasset LCA efter den regenerative
biologiske proces. Ikke den
normgivende forrådnelsesproces

	Regenerativt	Forrådnelses-processen Normniveau i dag	Forrådnelsesprocessen Kritisk
Jordprøver 0-30 cm		+	
Jordprøver 30-60 cm	+		
Jordprøver 60-90 cm	+		
Biotrex målinger - mikrobiologisk aktivitet	+		
Bladprøver	+		
Scanninger	+		
Flere parametre udvikles	+		

I Landbrug+laver vi flerstrengt målinger

Det betyder vi kan følge effekten i økosystemet

	Regenerativt	Forrådnelsesprocessen Normniveau i dag	Forrådnelsesprocessen Kritisk
Total Kulstof TOC	↑	↓	↓
Humus SOM	↑ Mål: 6%-8%	↓ 1-2%	↓ Ørken 0.2 %
Kationbyttekapacitet CEC Næringsstoffers evne til at bevæge sig gennem jorden	↑ 200 cmol ⁺ pr. kg. humus	↓	↓ CEC-værdi på omkring 5 cmol ⁺ pr. kg sandjord
C/N forhold Evne til at binde kvælstof og undgå mineralisering	Højt C/N forhold	↓	↓
Reaktionstal Rt og Ph (tilgængelige plantenæringsstoffer)	6-7 Middelhøjt niveau	↓	Lavt niveau
N-min tal (nitrat/ammonium), svampedomineret giver højere ammonium niveau	↑ Ammonium ↓ Nitrat	↑ Nitrat ↓ Ammonium	Nitrat
Nitrat/ammonium forhold til afgrøderne	↑ Ammonium ↓ Nitrat	↑ Nitrat ↓ Ammonium	Nitrat
Biotrex målinger - mikrobiologisk aktivitet	↑	↓	

I landbrug+ anvender vi LCA for at kunne vise miljøeffekterne på produktniveau. DHGHEM model[©]



Målebaseret teknologi-virkomheder, der måler parametre i økosystemet

Jordprøver til f.eks. 90 cm dybde
Mikrobiologi målinger etc.
emissionsmålinger



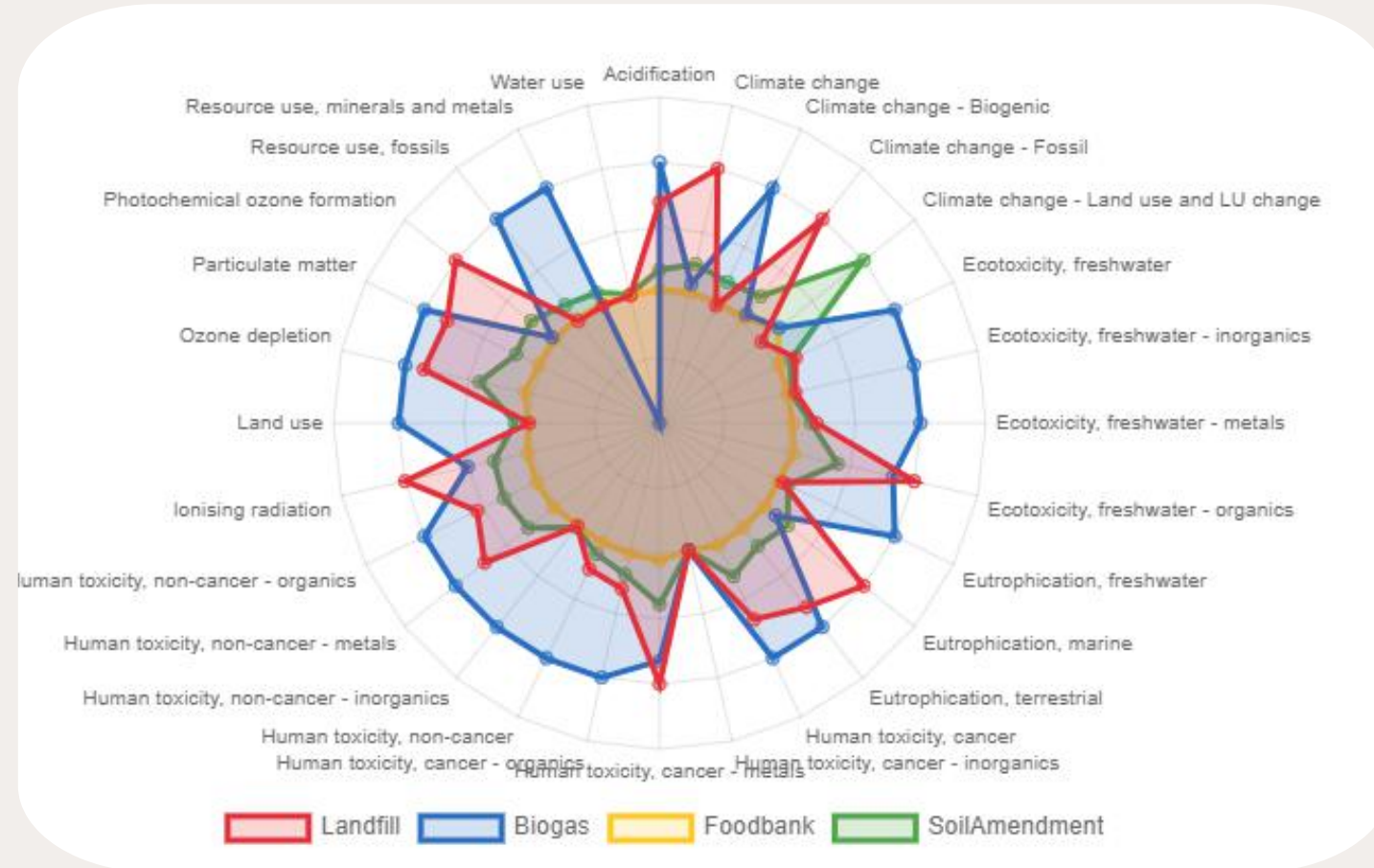
Forskningsbaseret virksomheder med regenerativt fokus

Forskning i f.eks. synergier mellem planter, køer, svampe, bakterier og humus opbygning

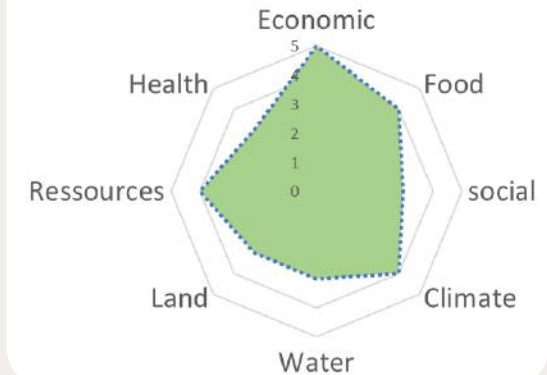


Miljøanalyse, regenerativ LCA baseret virksomheder

Tilpasset LCA efter den regenerative biologiske proces. Ikke den normgivende forrådnelsesproces



REFEED CIRCULAR VALUE



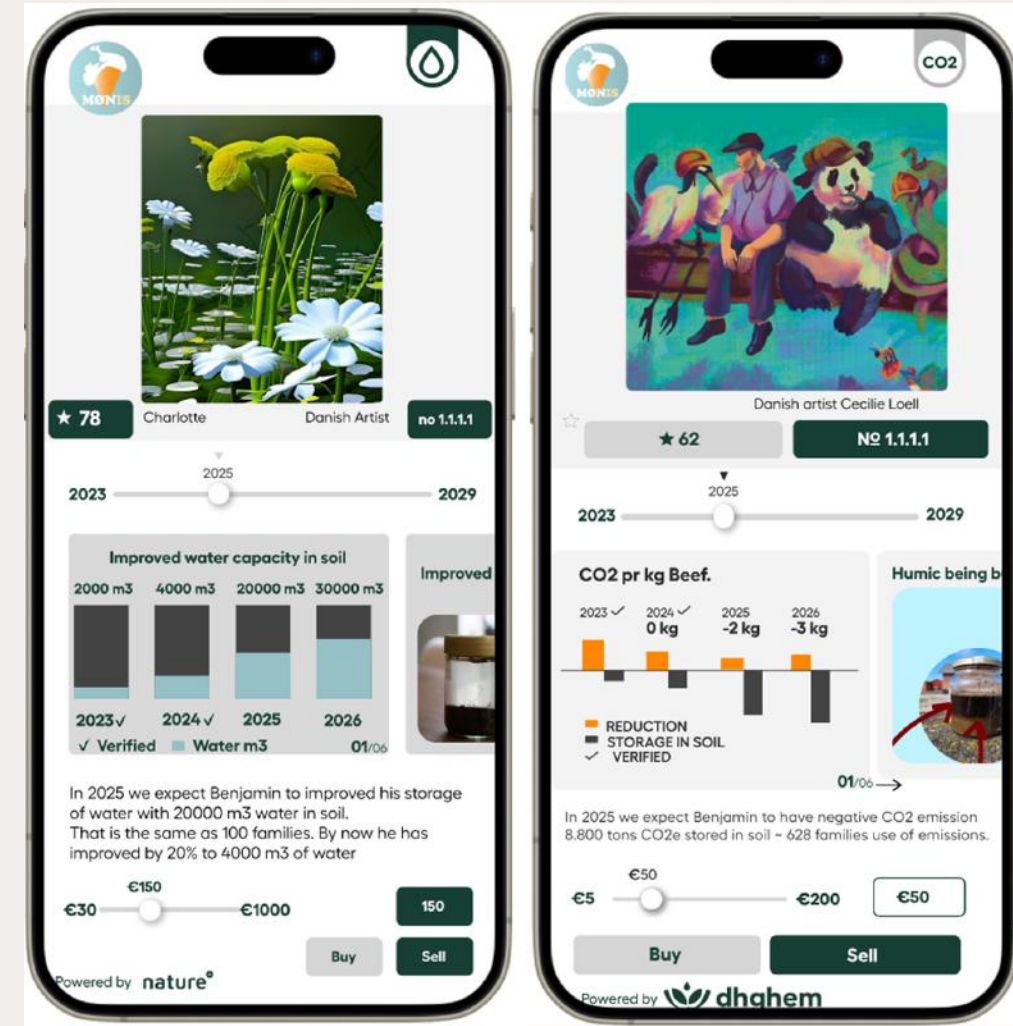
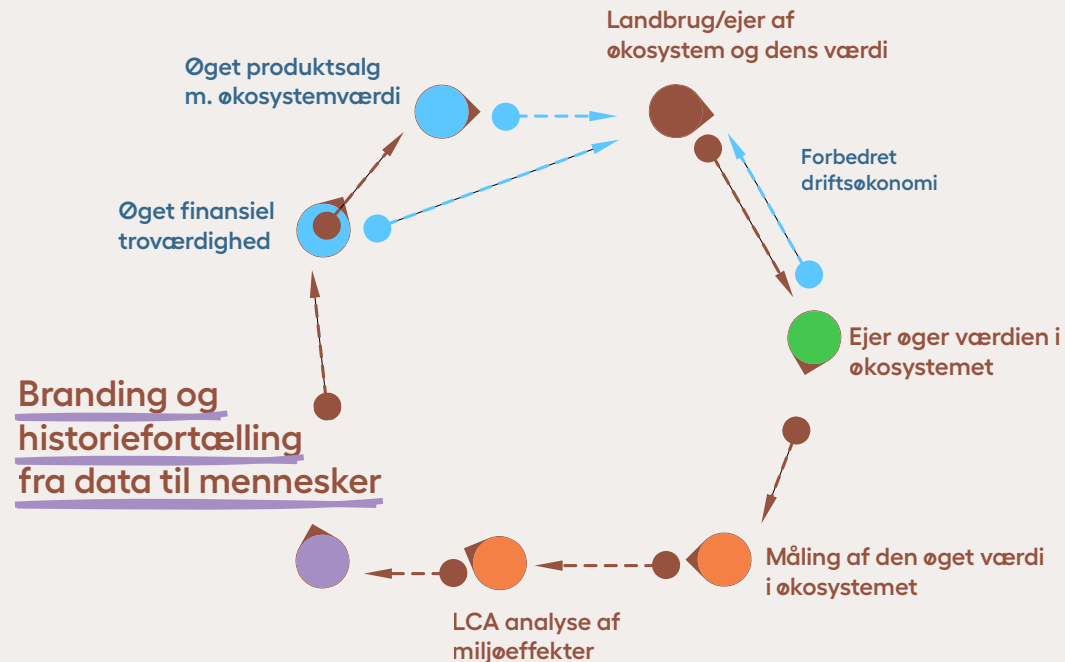
I Landbrug+ har vi udviklet landbrugskort, der via mikrolæring og gamification viser resultaterne DHGHEM model[©]



Techn. virksomheder: Fin.tech. Track & trace, Landbrug+kort, platform og app



Grafik og visuel kommunikation



Begreber

● Humus (SOM)

Humus er stærkt nedbrudte organiske stoffer, der giver jorden sin mørke farve. Det består af rester fra døde dyre- og planterester, som bakterier, svampe, regnorme og andre jorddyr har nedbrudt. Humus omfatter både svært nedbrydelige plantestoffer som lignin og kemiske forbindelser dannet under nedbrydningen. Disse stoffer danner mørktfarvede humuspartikler. ETYMOLOGI: Ordet humus er latin og betyder 'jord, muld'.

Humus er vigtig for jordens krummestruktur, som forbedrer ilt- og vandforsyningen til planterødder og jordorganismer. Under nedbrydningen frigives næringsstoffer som kulstof, kvælstof, kalium og fosfor, hvilket er essentielt for planterne.

Næringsstofferne kan udvaskes, optages fra jordvandet eller adsorberes som plantetilgængelige kationer på humus' negativt ladede overflader. Evnen til ionbytning afhænger af jordens pH-værdi og er højere ved neutral pH.

● Mineralisering

Mineralisering, i økologien den proces, hvor stoffer, der er indbygget i organisk materiale, fx døde blade, bliver frigjort som uorganiske stoffer ("mineraler"). I jordbunden nedbryder orme, insekter og mikroorganismer de organiske stoffer i fx døde planter. Når kvælstofholdige organiske stoffer bliver mineraliseret, kan ammonium frigøres og blive omdannet til nitrat, der vaskes ud med vandet.

● Jordkulstof (SOC)

Jordkulstof (også kendt som jordorganisk kulstof eller SOC) er kulstof, der er lagret i organisk materiale i jorden. SOC er som en opsparingskonto for kulstof, lagret i planterester, rødder og nedbrudt materiale i jorden. Det handler ikke kun om frugtbarhed; SOC spiller en afgørende rolle som en komponent af jordens sundhed og økosystemets funktion, og dets bevarelse er essentiel for bæredygtigt landbrug og miljøforvaltning. Overvågning af SOC-niveauer hjælper os med at forstå jordens sundhed, frugtbarhed og dens indvirkning på de globale kulstofkredsløb.

● Vandholdningskapacitet

Vandholdningskapacitet: Jordens evne til at holde på vand er afgørende for plantevækst, især i tørre perioder. Sandede jorder dræner hurtigt, mens lerjorder holder på vand, men kan blive vandmættede. Den mængde vand, som er til rådighed for planterne i jorden, bestemmes af porernes diameter. Det er vigtigt, at undgå jordpakning, som sammenpresser porerne og mindsker vandets adgang. En lerjord indeholder ca. 20 mm plantetilgængeligt vand pr. 10 cm jord, men den mængde, som planten kan bruge, afhænger af røddernes dybde og sammenfletning. Humus forbedre vandholdningskapaciteten

● Kationbytterkapacitet (CEC)

Den samlede mængde positive ladninger, som jorden kan absorbere, kaldes kationbytterkapacitet (CEC). CEC påvirker, hvor hurtigt næringsstoffer bevæger sig gennem profilen. En jord med en lav CEC er meget mindre frugtbar, fordi den ikke kan holde på mange næringsstoffer, og de indeholder normalt mindre lerarter.

● Jordstruktur og tekstur

Jordstruktur refererer til arrangementet af jordpartikler i aggregater eller klumper. God jordstruktur fremmer rodpenetration, vandinfiltration og næringsfordeling. Jordtekstur refererer til de relative proportioner af sand-, silt- og lerpartikler. Det påvirker vandretention, dræning og beluftning, alle kritiske faktorer for plantevækst.

● pH værdien

Jordens pH påvirker næringstilgængelighed og mikrobiel aktivitet. De fleste afgrøder trives i let sure til neutrale jorder (pH 6,0-7,5), selvom nogle kan have specifikke pH-præferencer. regenerative mikrobiologi holder pH værdien nogenlunde neutral, mens biokul ligger omkring pH på 10, som er basisk niveau

Udvalgte kilder

Omfattende effektvurdering fra EU, som følge af jordens/muldens sundhed eller mangel på samme.

- https://ec.europa.eu/info/law/better-regulation/have-your-say/initiatives/13350-Soil-health-protecting-sustainably-managing-and-restoring-EU-soils_en

Eksempler på regenerative LCA og andre peer review studier relateret til køer og den regenerative praksis

- <https://blog.whiteoakpastures.com/hubfs/WOP-LCA-Quantis-2019.pdf>
- <https://soil4climate.org/science-compendium>. Flere links til peer review artikler

Eksempler på mikrobiologiens betydning for jordens frugtbarhed

- Stimulering af nedbrydningen af jordens organiske stof (SOM) af mikroorganismer er et nøglefænomen i den globale kulstofcyklus (C-cyklus). <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/gcb.17349>
- Svampes betydning for transport af ioner over store afstande mellem forskellige planter efter behov. Deres intercellulære kommunikationssystem er fantastisk og sker alt sammen under jorden. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5995604/>
- Video om svampenes netværk. Ph.D. Merlin Sheldrake og Ph.D. Toby Kiers - Kortlægning, Beskyttelse og Udnyttelse af Mycorrhizal Netværkene, der Opretholder Livet på Jorden. engelsk.

Mikrobiologiens betydning for kulstofslagring

- Vurderer mikrobiologiske løsninger i forhold til kulstofslagring. har et omfattende reference link. https://researchnow-admin.flinders.edu.au/ws/portalfiles/portal/82630087/Mason_Microbial_P2023.pdf
- Svampe/bakterie ratio for kulstofslagring <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0038071702000330>

Tegnefilm, der viser de forskellige grupper af mikrobiologi

- Landbrugplus.dk, der er en tegnefilm på engelsk vist om mekanismerne.

Resultater fra SOBAC

- Franske myndigheders godkendelse af SOBAC - kompost starter som klima mitigation løsning. <https://www.bulletin-officiel.developpement-durable.gouv.fr/notice?id=Bulletinofficiel-0032028&reqId=cc88c8f5-239e-44e7-a0e8-5d232998a926&pos=10>
- Meddich Abdelilah, Cadi Ayyad University, Faculté des Sciences Semlalia
- Mézy Marcel, Erwan Allain et Toutain George. 2015. Optimisation de la croissance et du développement du palmier dattier en pépinière par l'utilisation d'amendements biologiques, organiques et chimiques. European Scientific Journal.11, (24): 396-408. ISSN: 1857 – 7881 (Print) e - ISSN 1857- 7431. August 2015European Scientific Journal 11, (24)(2):396-408

SOBAC generelle kilder

Aase, J. Kristian, et Joseph L. Pikul. « Crop and soil response to long-term tillage practices in 521 the northern Great Plains ». *Agronomy Journal* 87, no 4 (1995): 652–656.

Andreux, F. « Chapter 2 - Humus in World Soils ». In *Humic Substances in Terrestrial 523 Ecosystems*, published by Alessandro Piccolo, 45-100. Amsterdam: Elsevier Science 524 B.V., 1996.

Baldock, J. A., et P. N. Nelson. « Soil organic matter ». In *Handbook of Soil Science*, 526 published by Malcolm E. Sumner, B25-84. Boca Raton, FL, USA: CRC Press, 2000.

Bhagal, A., J. R. Williams, F. A. Nicholson, D. R. Chadwick, K. H. Chambers, et B. J. 528 Chambers. « Mineralization of Organic Nitrogen from Farm Manure Applications ». *529 Soil Use and Management* 32 (2016): 32-43.

Bingham, Andrew H., et M. Francesca Cotrufo. « Organic nitrogen storage in mineral soil: 531 Implications for policy and management ». *Science of The Total Environment* 532 551-552 (2016): 116-26.

Bridgman, Scott D., et Rongzhong Ye. « Organic Matter Mineralization and Decomposition ». *534 Methods in Biogeochemistry of Wetlands* sssabookseries, no methodsinbiogeo (2013): 535 385-406.

Burns, Richard G., Jared L. DeForest, Jürgen Marxsen, Robert L. Sinsabaugh, Mary E. 537 Stromberger, Matthew D. Wallenstein, Michael N. Weintraub, et Annamaria Zoppini.

« Soil Enzymes in a Changing Environment: Current Knowledge and Future 539 Directions ». *Soil Biology and Biochemistry* 58 (2013): 216-34. 540

Camardella, C. A. « CARBON CYCLE IN SOILS | Formation and Decomposition ». In *541 Encyclopedia of Soils in the Environment*, published by Daniel Hillel, 170-75. 542 Oxford: Elsevier, 2005.

Chenu, C., et D. Cosentino. « Microbial Regulation of Soil Structural Dynamics. » In *The 544 Architecture and Biology of Soils: Life in Inner Space*, published by K. Ritz et I. 545 Young, 37-70. Wallingford: CABI, (2011).

Eghball, B., B. J. Wienhold, J. E. Gilley, et R. A. Eigenberg. « Mineralization of Manure 547 Nutrients ». *Journal of Soil and Water Conservation* 57, no 6 (2002): 470-73.

Ekblad, A., H. Wallander, D. L. Godbold, C. Cruz, D. Johnson, P. Baldrian, R. G. Björk, et al. 549 « The Production and Turnover of Extramatrical Mycelium of Ectomycorrhizal Fungi 550 in Forest Soils: Role in Carbon Cycling ». *Plant and Soil* 366, no 1-2 (2013): 1-27.

Elo, S., I. Suominen, P. Kämpfer, J. Juhanaja, M. Salkinoja-Salonen, et K. Hahtela. 552 « *Paenibacillus Borealis* Sp. Nov., a Nitrogen-Fixing Species Isolated from Spruce 553 Forest Humus in Finland ». *International Journal of Systematic and Evolutionary* 554 *Microbiology* 51, no Pt 2 (2001): 535-45. 555

« Évolution des matières organiques dans les sols agricoles [Indicateurs & Indices, 556 Environnement, Données de synthèse sur la biodiversité, État de la biodiversité 557 ordinaire et remarquable] : Observation et statistiques » Ministère français de la transition écologique et solidaire (2014).

Fan, Jianling, Brian McConkey, Hong Wang, et Henry Janzen. « Root distribution by depth for temperate agricultural crops ». *Field Crops Research* 189 (2016): 68-74.

García-Orenes, Fuensanta, Alicia Morugán-Coronado, Raul Zornoza, et Kate Scow.

« Changes in Soil Microbial Community Structure Influenced by Agricultural 563 Management Practices in a Mediterranean Agro-Ecosystem ». *PLoS ONE* 8, no 11 564 (2013). 565

Glenn, Andrew R., et Michael J. Dilworth. « Soil Acidity and the Microbial Population: 566 Survival and Growth of Bacteria in Low PH ». In *Plant-Soil Interactions at Low PH*, 567 567-79. Developments in Plant and Soil Sciences. Springer, Dordrecht, 1991. 568

Gougoulas, Christos, Joanna M. Clark, et Liz J. Shaw. « The Role of Soil Microbes in the 569 Global Carbon Cycle: Tracking the below-Ground Microbial Processing of Plant-570 Derived Carbon for Manipulating Carbon Dynamics in Agricultural Systems ». *571 Journal of the Science of Food and Agriculture* 94, no 12 (2014): 2362-71. 572

Gruber, Nicolas, et James N. Galloway. « An Earth-System Perspective of the Global 573 Nitrogen Cycle ». *Nature* 451, no 7176 (janvier 2008): 293-96. 574

Hobley, Eleanor U., et Brian Wilson. « The Depth Distribution of Organic Carbon in the Soils 575 of Eastern Australia ». *Ecosphere* 7, no 1 (2016). 576

Jacoby, Richard, Manuela Peukert, Antonella Succurro, Anna Koprivova, et Stanislav 577 Kopriva. « The Role of Soil Microorganisms in Plant Mineral Nutrition—Current 578 Knowledge and Future Directions ». *Frontiers in Plant Science* 8 (2017). 579

Kessel, Van, J. S. J. B. Reeves, et J. J. Meisinger. « Nitrogen and Carbon Mineralization of 580 Potential Manure Components ». *Journal of Environmental Quality* 29, no 5 (2000): 5811669-77. 582

Lal, R. « Carbon Sequestration ». *Philosophical Transactions of the Royal Society B: 583 Biological Sciences* 363, no 1492 (2008): 815-30. 584

Lal, R. « Soil carbon sequestration impacts on global climate change and food security ». *585 science* 304, no 5677 (2004): 1623–1627. 586

Leirós, M. C., C. Trasar-Cepeda, S Seoane, et F Gil-Sotres. « Dependence of mineralization of 587 Blanquet *et al.*, 27 ,NOM

soil organic matter on temperature and moisture ». *Soil Biology and Biochemistry* 31, 588 no 3 (1999): 327-35. 589

Li, Sheng-xiu, Zhao-hui Wang, Yan-fang Miao, et Shi-qing Li. « Soil Organic Nitrogen and Its 590 Contribution to Crop Production ». *Journal of Integrative Agriculture* 13, no 10 (2014). 591

Lützow, M. v., I. Kögel-Knabner, K. Ekschmitt, E. Matzner, G. Guggenberger, B. Marschner, 592 et H. Flessa. « Stabilization of Organic Matter in Temperate Soils: Mechanisms and 593 Their Relevance under Different Soil Conditions – a Review ». *European Journal of* 594 *Soil Science* 57, no 4 (2006): 426-45. 595

McCarty, L. B., Ian R. Rodriguez, B. Todd Bunnell, et F. Clint Waltz. *Fundamentals of 596 Turfgrass and Agricultural Chemistry*. John Wiley & Sons, 2003. 597

Malhi, Yadvinder, Patrick Meir, et Sandra Brown. *Forests, carbon and global climate*. Vol. 598 360, (2002). 599

Miltner, Anja, Petra Bombach, Burkhard Schmidt-Brücken, et Matthias Kästner. « SOM 600 Genesis: Microbial Biomass as a Significant Source ». *Biogeochemistry* 111, no 1-3 601 (2012): 41-55. 602

Minasny, Budiman, Brendan P. Malone, Alex B. McBratney, Denis A. Angers, Dominique 603 Arrouays, Adam Chambers, Vincent Chaplot, et al. « Soil carbon 4 per mille ». *604 Geoderma* 292, no Supplement C (2017): 59-86. 605

Morgan, J. A. W., G. D. Bending, et P. J. White. « Biological Costs and Benefits to Plant-606 Microbe Interactions in the Rhizosphere ». *Journal of Experimental Botany* 56, no 417 607 (2005): 1729-39. 608

Nömmik, Hans. « Non-Exchangeable Binding of Ammonium and Amino Nitrogen by 609 Norway Spruce Raw Humus ». *Plant and Soil* 33, no 1-3 (1970): 581-95. 610

Ontl, Todd A., et Lisa A. Schulte. « Soil carbon storage ». *Nature Education Knowledge* 3, no 611 Blanquet *et al.*, 28 ,NOM

10 (2012): 35. 612

Pachauri, R. K., Leo Mayer, et Intergovernmental Panel on Climate Change, éd. *Climate 613 Change 2014: Synthesis Report*. Geneva, Switzerland: Intergovernmental Panel on 614 Climate Change, (2015).

Paustian, Keith, Johannes Lehmann, Stephen Ogle, David Reay, G. Philip Robertson, et Pete 616 Smith. « Climate-Smart Soils ». *Nature* 532, no 7597 (2016): 49-57. 617

Périé, C et Ouimet, R. « Organic Carbon, Organic Matter and Bulk Density Relationships in 618 Boreal Forest Soils ». *Revue canadienne de la science du sol*, 2008, 88 3: 315-325. 619

Post, W. M., et K. C. Kwon. « Soil Carbon Sequestration and Land-Use Change: Processes 620 and Potential ». *Global Change Biology* 6, no 3 (2000): 317-27. 621

R. Perry, et I.L. Gee. « Vehicle Emissions and Effects on Air Quality: Indoors and 622 Outdoors ». *Indoor Environment* 3, no 4 (1994): 224-36. 623

Reicosky, D. C., W. D. Kemper, G. W. Langdale, C. L. Douglas, et P. E. Rasmussen. « Soil 624 Organic Matter Changes Resulting from Tillage and Biomass Production ». *Journal of* 625 *Soil and Water Conservation* 50, no 3 (1995): 253-61. 626

Rillig, Matthias C., et Daniel L. Mummey. « Mycorrhizas and Soil Structure ». *The New 627 Phytologist* 171, no 1 (2006): 41-53. 628

Ryals, Rebecca, Melanie D. Hartman, William J. Parton, Marcia S. DeLonge, et Whendee L. 629 Silver. « Long-Term Climate Change Mitigation Potential with Organic Matter 630 Management on Grasslands ». *Ecological Applications* 25, no 2 (2015): 531-45. 631

Schmidt, Michael W. I., Margaret S. Torn, Samuel Abiven, Thorsten Dittmar, Georg 632 Guggenberger, Ivan A. Janssens, Markus Kleber, et al. « Persistence of soil organic 633 matter as an ecosystem property ». *Nature* 478, no 7367 (2011): 49-56. 634

Schulten, H.-R., et M. Schnitzer. « The Chemistry of Soil Organic Nitrogen: A Review ». *635 Blanquet et al.*, 29 ,NOM

Biology and Fertility of Soils 26, no 1 (1997): 1-15. 636

Stevenson, F. J. *Humus Chemistry: Genesis, Composition, Reactions*. John Wiley & Sons, 637 (1994). 638

Söderberg, Katarina H, et Erland Bååth. « Bacterial activity along a young barley root 639 measured by the thymidine and leucine incorporation techniques ». *Soil Biology and* 640 *Biochemistry* 30, no 10 (1 septembre 1998): 1259-68. 641

Stepniowski, W., et Z. Stepniowska. « Selected Oxygen-Dependent Process - Response to 642 Soil Management and Tillage. » *Soil & Tillage Research* 102, no 2 (2009): 643 193-200. 644

Tadini, Amanda M., Gustavo Nicolodelli, Giorgio S. Senesi, Débora A. Ishida, Célia R. 645 Montes, Yves Lucas, Stéphane Mounier, Francisco E. G. Guimarães, et Débora M. B. 646 P. Milori. « Soil Organic Matter in Podzol Horizons of the Amazon Region: 647 Humification, Recalcitrance, and Dating ». *The Science of the Total Environment* 648 613-614 (2018): 160-67. 649

Tisdall, J. M. « Possible Role of Soil Microorganisms in Aggregation in Soils ». *Plant and* 650 *Soil* 159, no 1 (1994): 115-21. 651

Wallander, Håkan, et Alf Ekblad. « The Importance of Ectomycorrhizal Networks for 652 Nutrient Retention and Carbon Sequestration in Forest Ecosystems ». In *Mycorrhizal* 653 *Networks*, 69-90. Ecological Studies. Springer, Dordrecht, 2015. 654

Wang, Yingjun, Dan J. Stessman, et Martin H. Spalding. « The CO2 Concentrating 655 Mechanism and Photosynthetic Carbon Assimilation in Limiting CO2: How 656 Chlamydomonas Works against the Gradient ». *The Plant Journal: For Cell and* 657 *Molecular Biology* 82, no 3 (2015): 429-48.

Whitman, W. B., D. C. Coleman, et W. J. Wiebe. « Prokaryotes: The Unseen Majority ».

Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America 95, 660 no 12 (1998): 6578-83.

Zeng, Xubin, et Mark Decker. « Improving the Numerical Solution of Soil Moisture–Based 662 Richards Equation for Land Models with a Deep or Shallow Water Table ». *Journal of* 663 *Hydrometeorology* 10, no 1 (2009): 308-19.