



Henrik Hauggaard-Nielsen
hnie@ruc.dk

Carbon farming i dansk og internationalt perspektiv

Indhold

1. Hvem er Henrik
2. Global og national kulstofstatus (landbrug)
3. Nuværende situation, sund fornuft og godt landmandskab
4. Principper for mere robuste jorde
5. Principper for mere robuste afgrødesystemer
6. Øget inddragelse af landmænd og andre aktører
7. Konklusion

Baggrund



1996 Cand.agro KVL "planteernæring og jord"

2000 PhD om samdyrkning og afgrødediversitet "Agroøkologi"

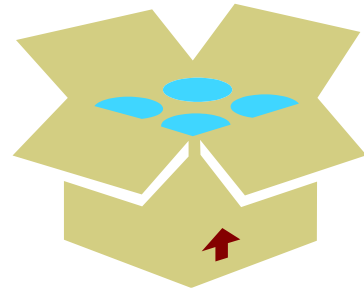
2000 Adjunkt KU samdyrkning og øko proteinselvforsyning

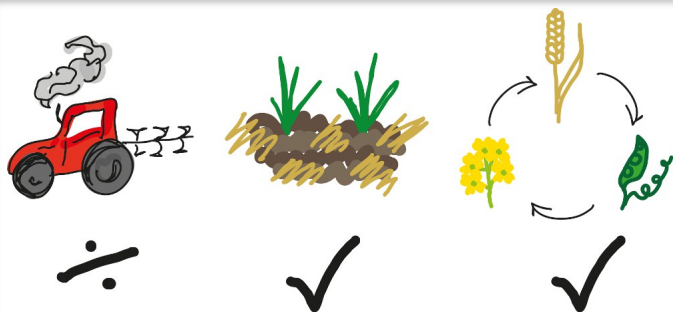
2004 Seniorforsker Risø (DTU) afgrødediversitet og bioenergi

2014 Professor RUC miljøplanlægning og klimaforandringer

Klima

- omsætning af organisk materiale i jord
- atmosfærisk kvælstoffiksering
- diversitet og plantekonkurrence
- biomasse til bioenergiformål
- aktørinddragelse og omstillingsprocesser





1. Minimal jordbearbejdning
2. Konstant jorddække
(planterester, efterafgrøder)
3. Varieret sædskifte

Konventionelt landbrug

- Dominerende praksis i Danmark og i resten af verden
- Betjener sig af alle moderne produktionsmetoder, inklusiv kunstgødning og pesticider.

Principper for økologisk jordbrug

Notat udarbejdet til
FØJO's brugerudvalg

November 2000

- *Kredsløbsprincippet*
- *Forsigtighedsprincippet*
- *Nærhedsprincippet*

Forskningscenter for
Økologisk Jordbrug

RUC

Kulstof globalt – og landbrug

Anthropogenic CO₂ emissions
(2009–2018)

Source = Sinks



34.7 GtCO₂/yr
86%

17.9 GtCO₂/yr
44%

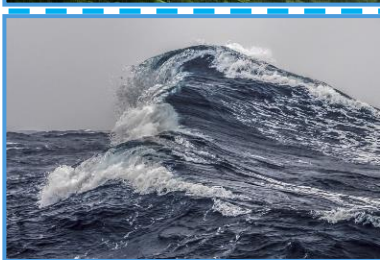


14%
5.5 GtCO₂/yr

29%
11.5 GtCO₂/yr



23%
9.2 GtCO₂/yr

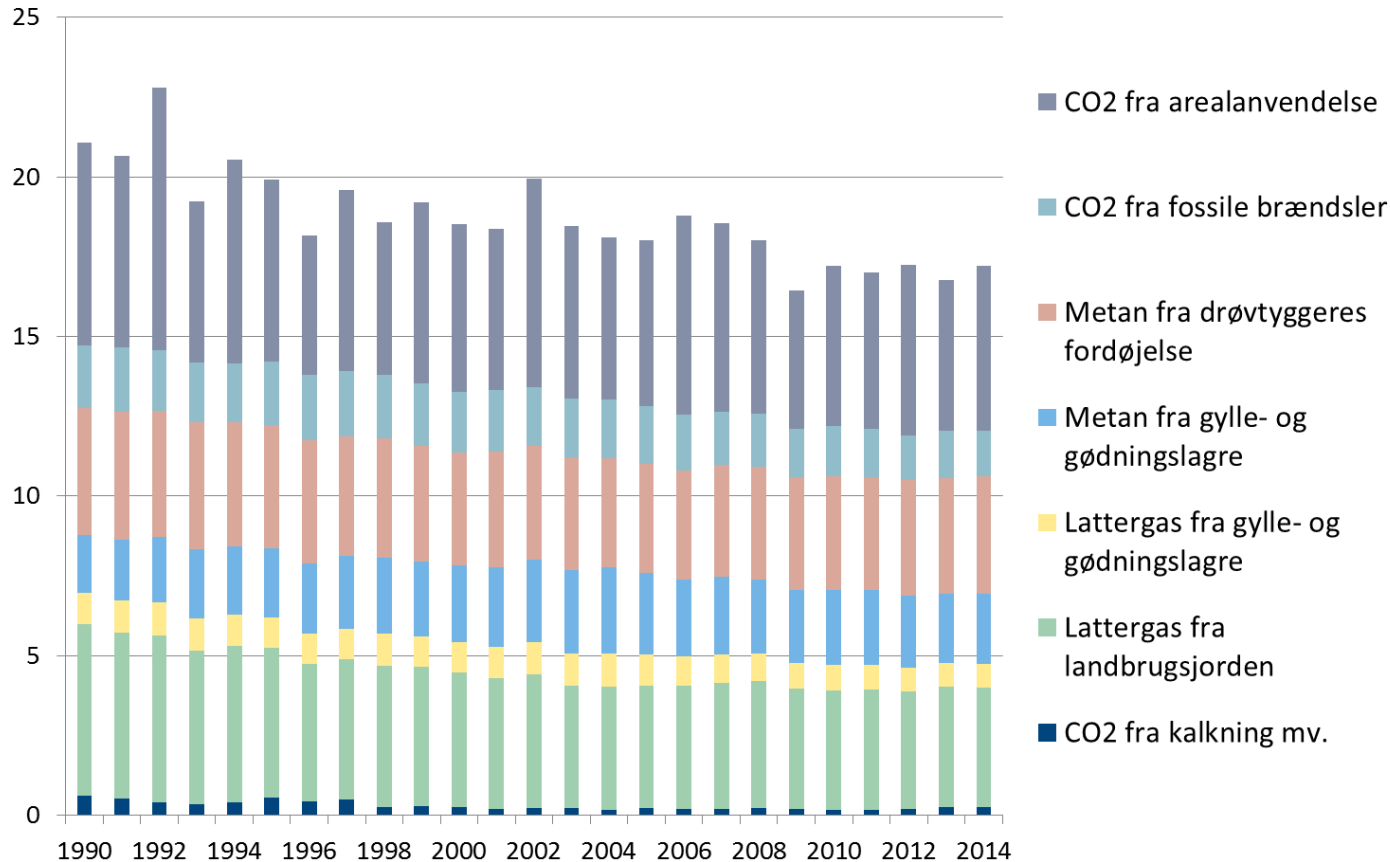


Budget Imbalance:
(the difference between estimated sources & sinks)

4%
1.6 GtCO₂/yr

Landbrugets nationale bidrag (CO₂e)

Mio. ton CO₂e



Klimarådet.

Kilde: Effektive veje til drivhusgasreduktion i landbruget, December 2016

Biologi

Teknologi



Det er svært at argumentere for
gammeldags sund fornuft, når alle
snakker om hightech og eksportsucces

Inkariget (1100 - 1530 e.Kr.)

10 millioner mennesker

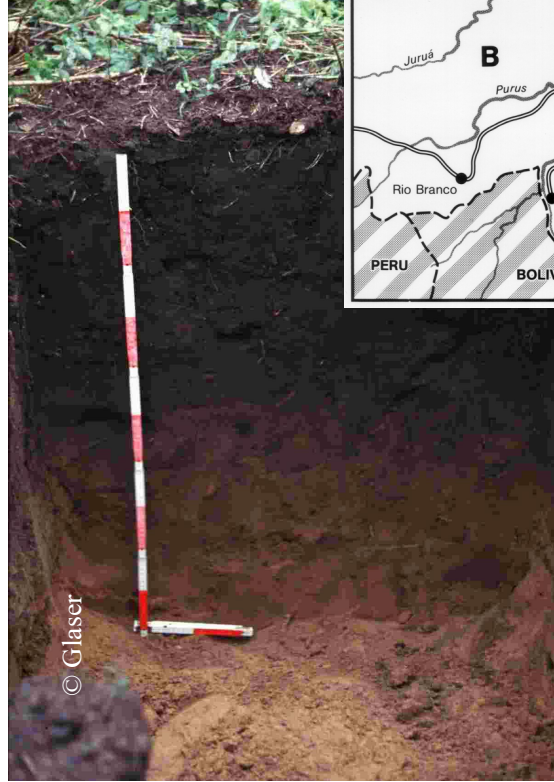


Sorte jorde (Terra Preta)

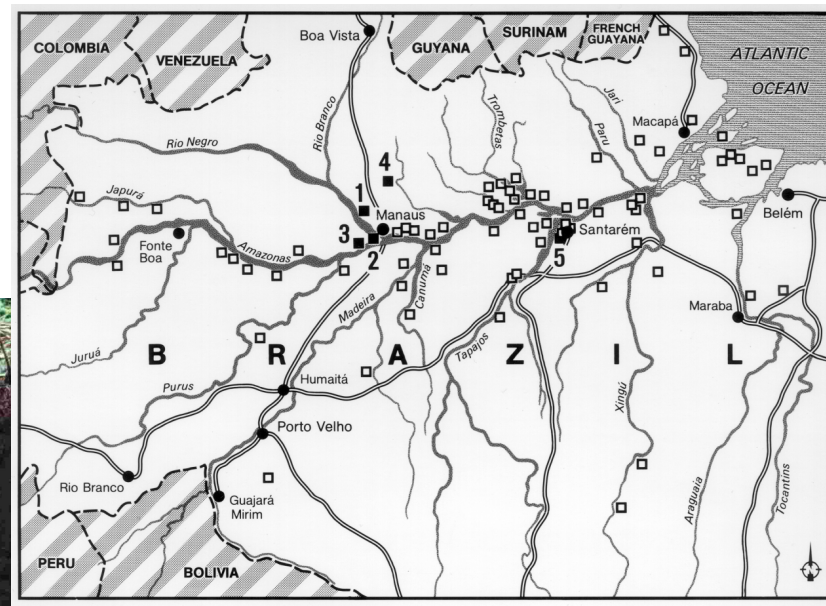
Oxisol



“Terra Preta de Indio”



© Glaser



Menneskeskabt sort jord

(© Steiner, 2002)

Aske/koks partikler med høj kulstofindhold (90%)

Termisk omsætning af rest-biomasser: husholdningsaffald, halm og andet, husdyrgødning, human fæces/urine

Lokale landmænd prissætter terra preta jorde til at give 3x udbyttet i normale marker



Vi er et andet sted i dag







Erosion

Vand

Jordbearbejdning

© Mogens H. Greve



© Mogens H. Greve

Større uforudselighed

© Glyn Mitchell, Dec. 19



© Leif Knudsen, Nov. 19

Har vi glemt noget?



”**Glemt viden**” – den viden man engang havde!

- Skader og slid på natur og miljø giver lavere velfærd.
- Godt landmandskab handler om at samarbejde med naturen og tilstræbe selvregulering og selvforsyning
- Landmand-til-landmand dialog for øget vidensdeling - uden risiko for brud på patenter eller andre juridiske forhold
- Sammenhængende værdikæder: *jord-bord-jord*
- m.fl.

A dark green chalkboard with the words "VELKOMMEN" and "TILBAGE" written in white chalk. The text is arranged in two lines, with "VELKOMMEN" on top and "TILBAGE" below it.

PORTVIN FRA 1863, FULD AF LIV, HISTORIE OG GOD SMAG

<https://www.vinkreutzer.dk/>



Sund jord

Organisk materiale

Betydning for fysiske egenskaber

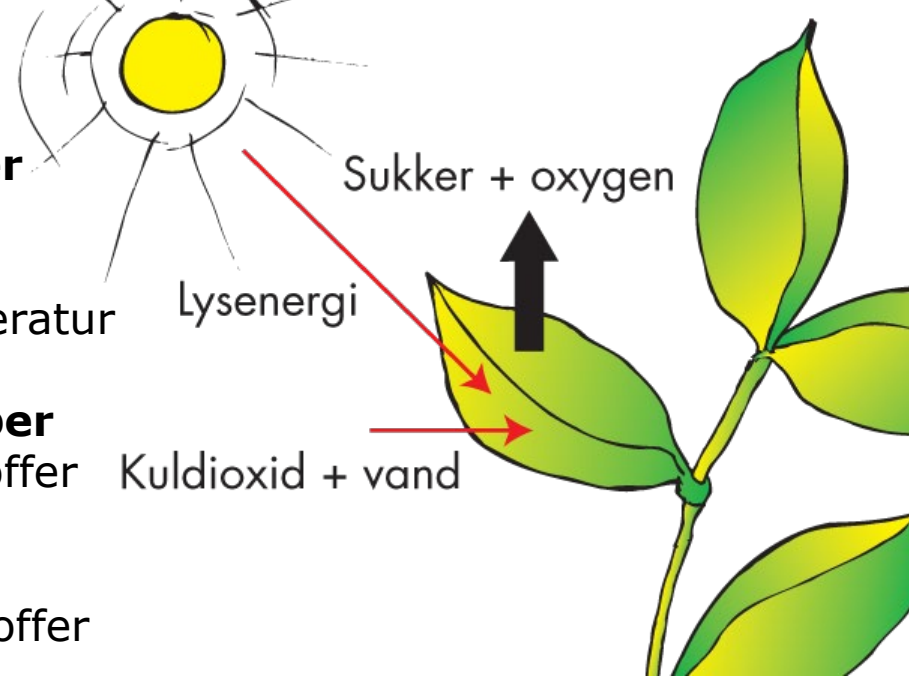
- Aggregatdannelse, jordstruktur
- Indflydelse på vandholdende evne
- Indflydelse på beluftning og temperatur

Betydning for kemiske egenskaber

- Binding og frigivelse af næringsstoffer
- Kationbytningskapacitet
- Virker som pH buffer
- Tilgængelighed af mikronæringsstoffer
- Filtrering

Betydning for biologiske egenskaber

- Energi til mikroorganismer og nedbrydere
- Frigivelse af organisk bundet N, P, S
- Rodudvikling



Afgrøder (kulturlandskab) – produktivitet og kvalitet

Variation på marken (rum)



Variation over tid (sædskifte)



60% ejet af 4 firmaer

Fusionering af Dow and DuPont i 2015

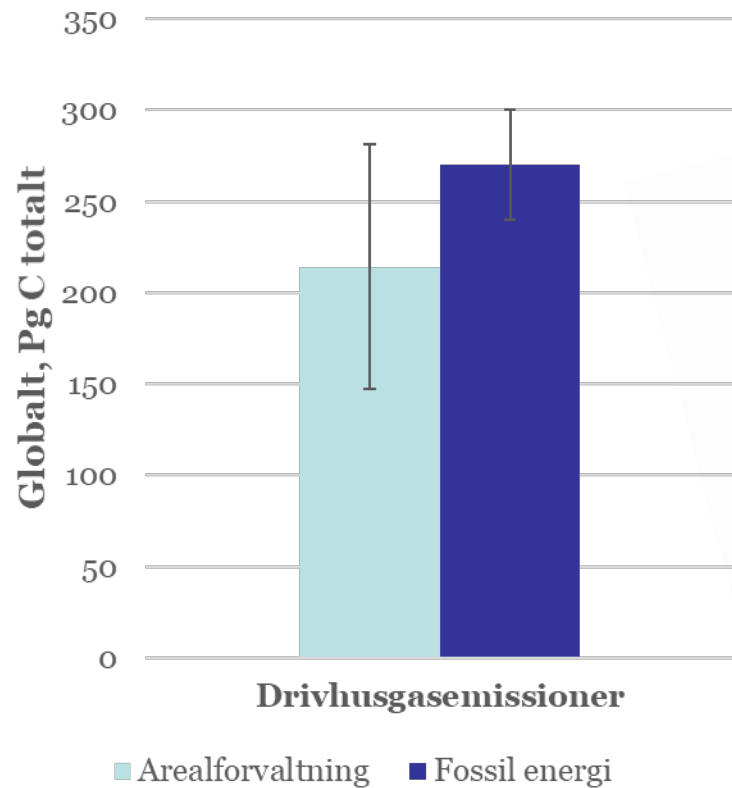
- \$130 milliarder

Chemchina køber Syngenta i 2016

- \$43 milliarder

Bayer køber Monsanto i 2016

- \$63 milliarder
- konkurrencelovgivning i USA tvinger Bayer (2018) til at frasælge nogle frøenheder til BASF for omkring \$7 milliarder.



SCIENTIFIC REPORTS

OPEN

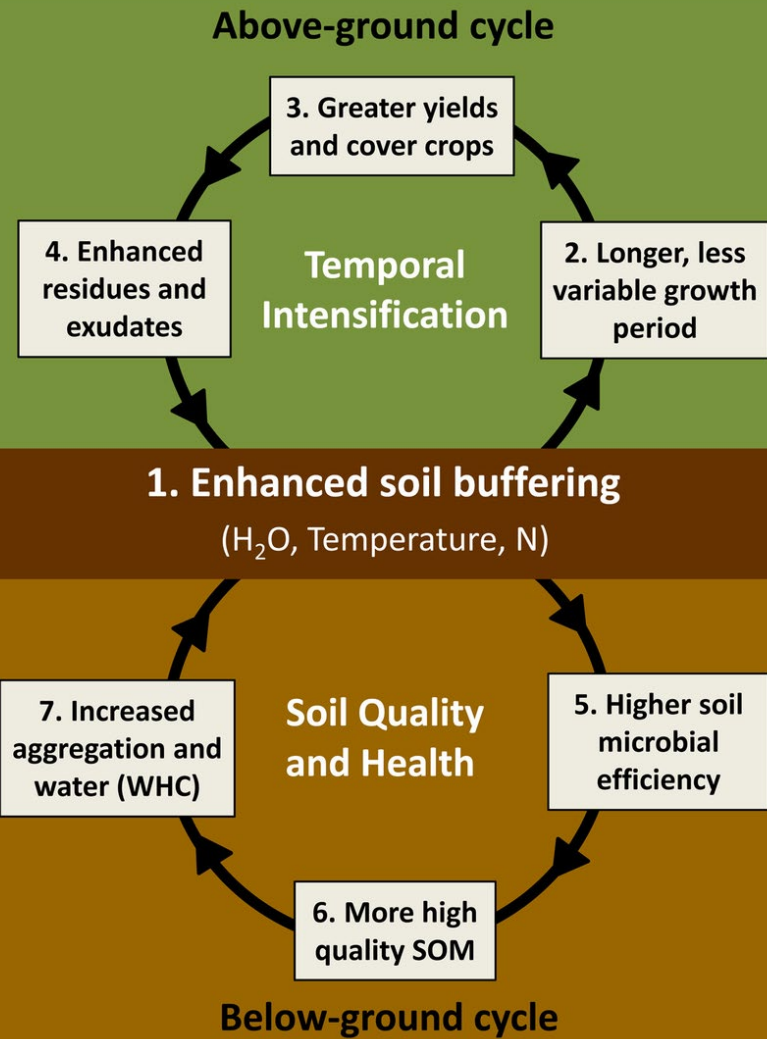
Global Sequestration Potential of Increased Organic Carbon in Cropland Soils

Robert J. Zomer¹, Deborah A. Bossio², Rolf Sommer³ & Louis V. Verchot⁴

The role of soil organic carbon in global carbon cycles is receiving increasing attention both as a potentially large and uncertain source of CO₂ emissions in response to predicted global temperature rises, and as a natural sink for carbon able to reduce atmospheric CO₂. There is general agreement that the technical potential for sequestration of carbon in soil is significant, and some consensus on the magnitude of that potential. Croplands worldwide could sequester between 0.90 and 1.85 Pg C/yr, i.e. 26–53% of the target of the “4p1000 Initiative: Soils for Food Security and Climate”. The importance of intensively cultivated regions such as North America, Europe, India and intensively cultivated areas in Africa, such as Ethiopia, is highlighted. Soil carbon sequestration and the conservation of existing soil carbon stocks, given its multiple benefits including improved food production, is an important mitigation pathway to achieve the less than 2°C global target of the Paris Climate Agreement.

Received: 31 August 2017
Accepted: 2 November 2017
Published online: 14 November 2017

www.nature.com/scientificreports



Mikrobiologi og humusdannelse

C.A. Kirkby et al. / *Geoderma* 163 (2011) 197–208

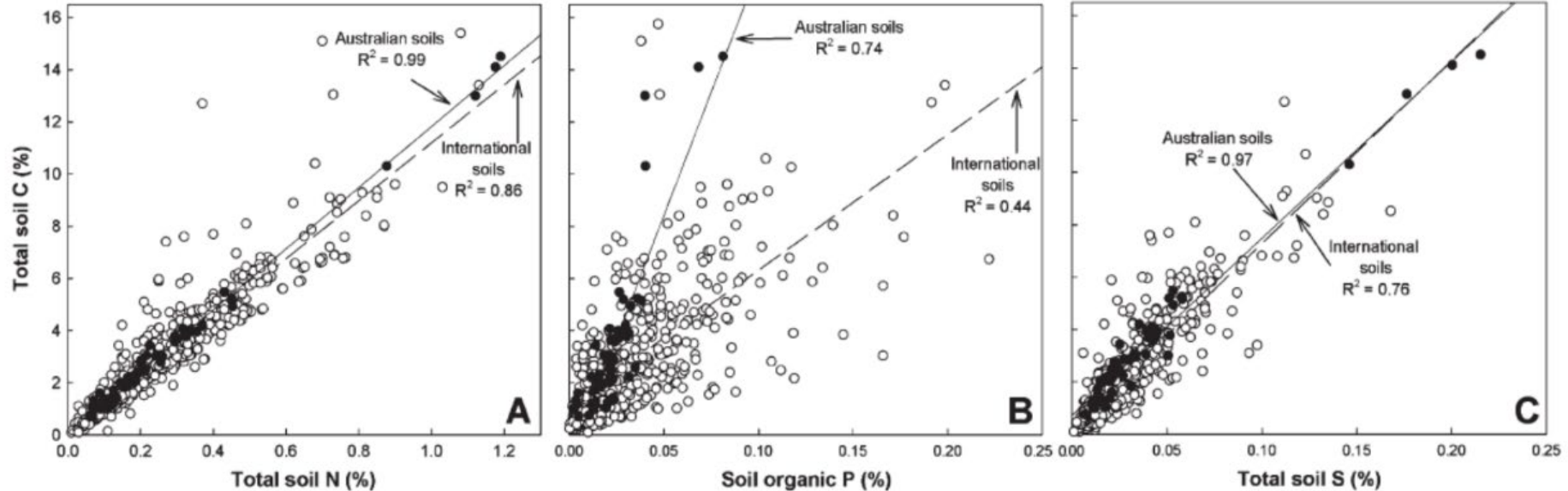


Fig. 4. (A) Total C:N for 598; (B) C:organic P for 408 and (C) C:S ratios for 527 International soils (open circles) and 59 Australian soils (closed circles) respectively (see Tables 7 and 8 for regressions).



HYPOTHESE: Humus har en konstant C:N:P:S ratio

Humus er som mursten (kulstof), der igennem mørtel (NPS) skaber en stabil mur

- Næringsstofmangel, **og ikke kulstof**, begrænser humusdannelsen

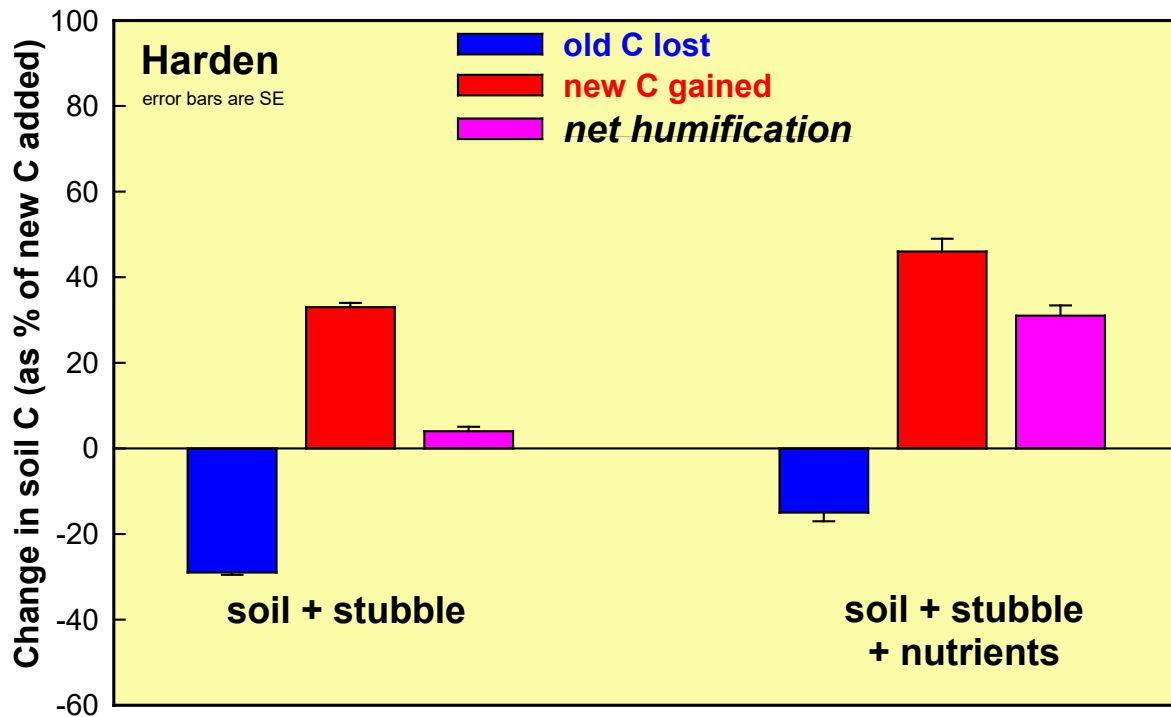
Formation af 1 t C i humus/ha kræver: 92 kg N; 20 kg P and 14 kg S

Clive Kirkby og John Kirkegaard CSIRO, Australien

Markforsøg, Harden NSW



Kilde: Kirkby et al 2016



Den rette næringsstofsammensætning under den mikrobielle omsætning i marken



Minimumsloven; Justus von Liebig (1855)

Planters vækst bliver hæmmet af den ressource, der er vanskeligst tilgængelig på voksestedet

Tilførsel af en vækstfaktor, som allerede findes i tilstrækkelig mængde, vil ikke fremkalde øget vækst.

Mikroorganismernes humusdannelse er tilsvarende styret af den begrænsende ressource i henhold til deres egen metabolisme



Jordanalyser – og balance

SAMMENHÆNG: Jordens frugtbarhed–fødevarekvalitet–menneskers sundhed

Forskning i frugtbare jorde; konkluderede

- indholdet af mineraler altid var i et ganske bestemt forhold til hinanden
- høj grad af indbyrdes påvirkning mellem plantenæringsstofferne

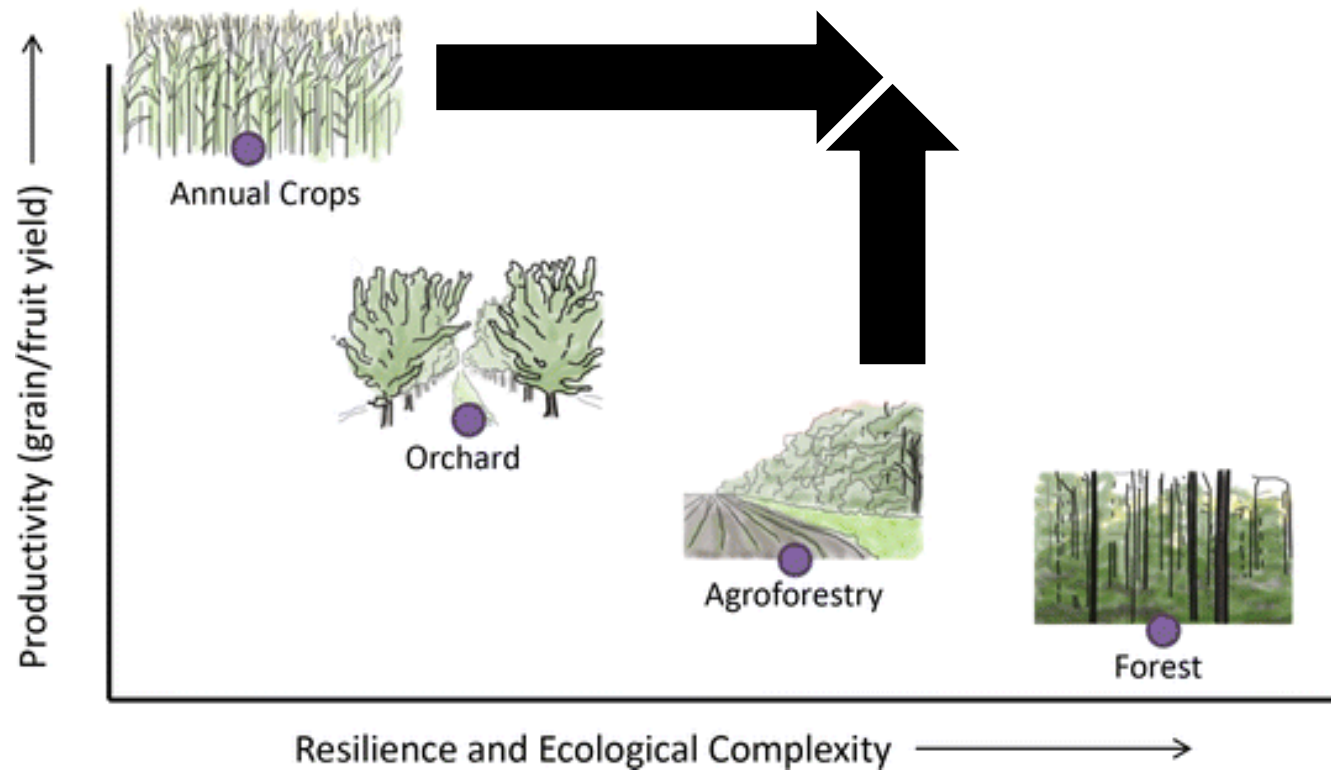
Optimale plantetilgængelighed af næringsstofferne opnås, når næringsstofferne er i en bestemt balance til hinanden.

- også effekt på jordens struktur og beskaffenhed, styret af kationernes forhold til hinanden

William A. Albrecht (1888-1974)
University of Missouri, USA

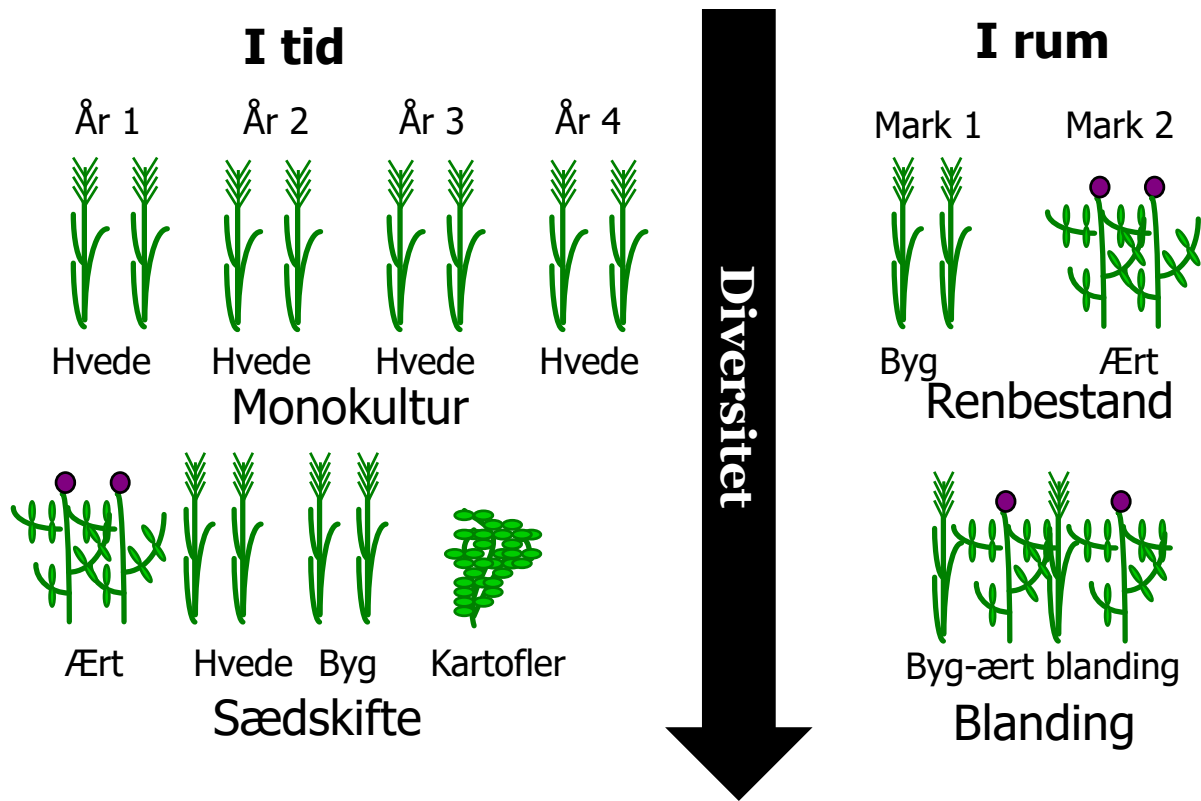


Lerjord	Sandjord
Ca:Mg:K forhold på 68:12:4	Ca:Mg:K forhold på 65:15:4

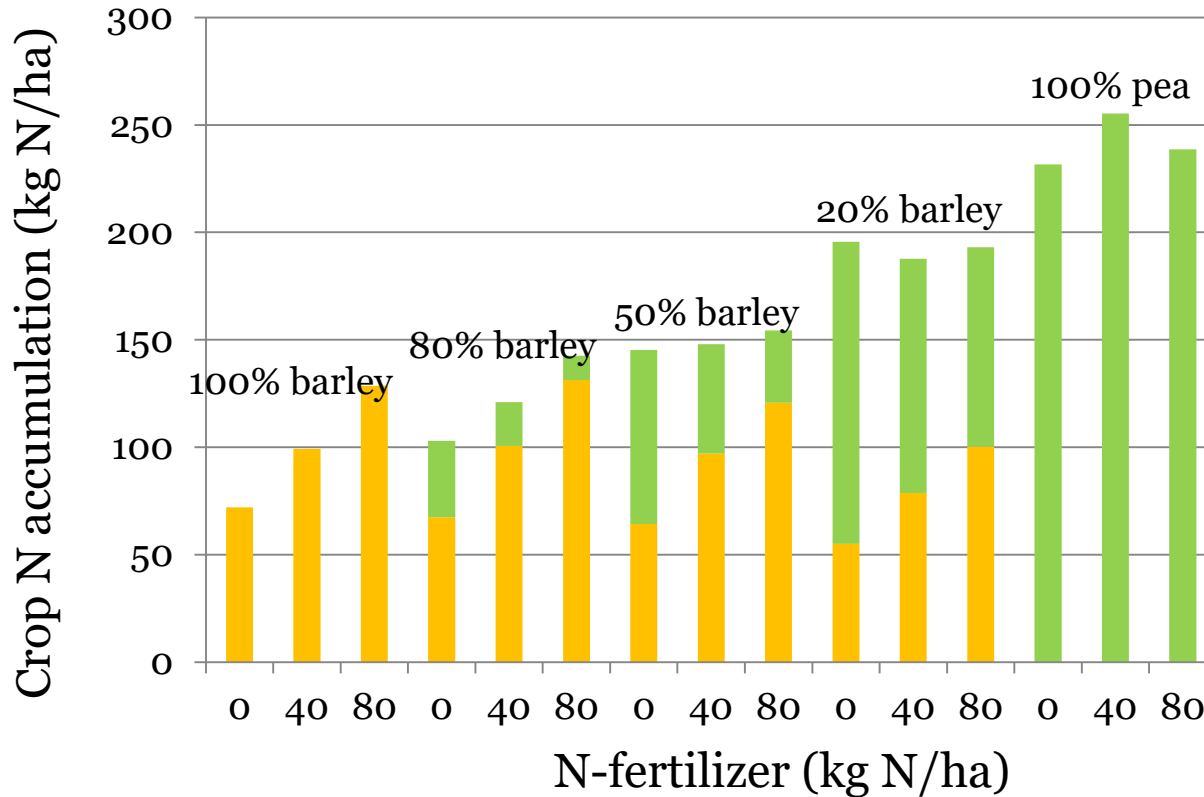


Kilde: Lovell et al 2018; Agroforestry Systems 92, 1397-1415

Den gamle værktøjskasse



Plasticitet (samdyrkning)



Kilde: Jensen, E.S. (in prep). Genenmsnit af tre års markforsøg; sandblandet lerjord, Risø



Intercropping of grain legumes and cereals improves the use of soil N resources and reduces the requirement for synthetic fertilizer N: A global-scale analysis

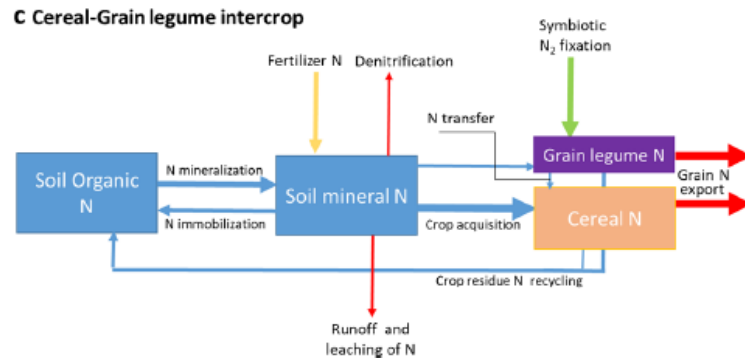
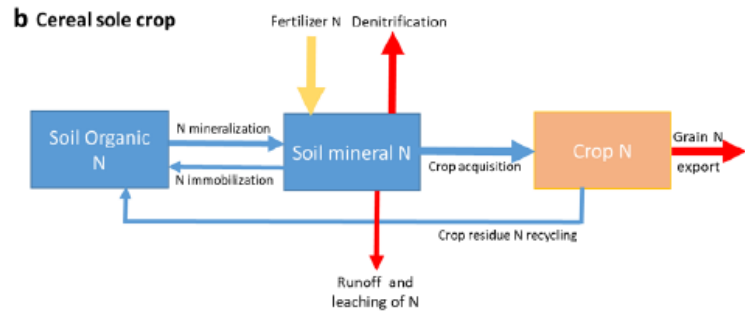
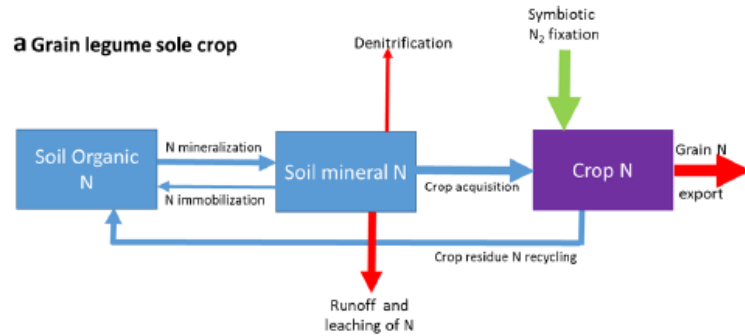
Erik Steen Jensen¹ · Georg Carlsson¹ · Henrik Hauggaard-Nielsen²

Accepted: 14 January 2020
© The Author(s) 2020

Abstract

Planetary boundaries for terrestrial inputs of reactive nitrogen (Nr) are transgressed and reducing the input of new Nr and its environmental impacts are major global challenges. Grain legumes fix dinitrogen (N_2) in symbiosis with soil bacteria and use soil N sources, but often less efficient than cereals. Intercropping grain legumes with cereals may be a means of increasing use efficiency of soil N. Here, we estimate the global sole cropped grain legume acquisition of N from soil to approximately $14.2 \text{ Tg N year}^{-1}$, which corresponds to one-third of the global synthetic fertilizer N use ($109 \text{ Tg N year}^{-1}$) for all crops, assuming that grain legumes recover on average 40% of the fertilizer N. Published data from grain legume-cereal intercrop experiments, employing stable ^{15}N isotope methods, have shown that due to competitive interactions and complementary N acquisition in intercrops, the cereals recover a more than proportional share of the soil N sources. As a consequence, the intercropped legume derives more of its N from the atmosphere, compared with when it is grown as legume sole crop. We estimated that the increased N use efficiency in intercropping can reduce the requirements for fossil-based fertilizer N by about 26% on a global scale. In addition, our estimates indicate that if all current grain legume sole crops would instead be intercropped with cereals, a potential net land saving would be achieved, when also replacing part of the current cereal sole crop area with intercropping. Intercropping has additional potential advantages such as increased yield stability and yield per unit area, reduced pest problems and reduced requirements for agrochemicals, while stimulating biodiversity. It is concluded that crop diversification by intercropping has the potential to reduce global requirements for synthetic fertilizer N and consequently support the development of more sustainable cropping systems.

Keywords Biochemical flows of nitrogen · Crop diversification · Greenhouse gas emissions · Soil nitrogen use efficiency · Symbiotic N_2 fixation



26% reduceret forbrug af globalt handelsgødning

109 millioner tons N x 26% = 28 millioner tons

55-84 MJ per 1 kg N produceret

DK brutto energiforbrug = ca. 800 PJ

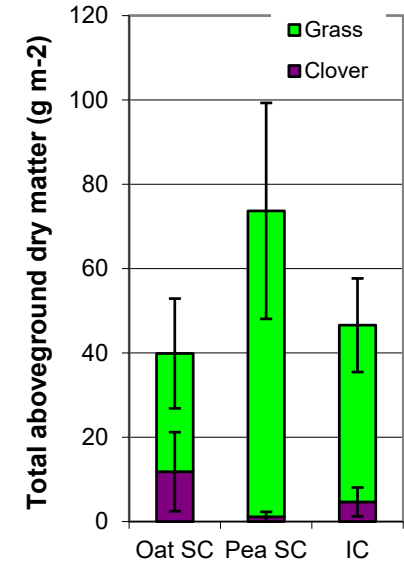
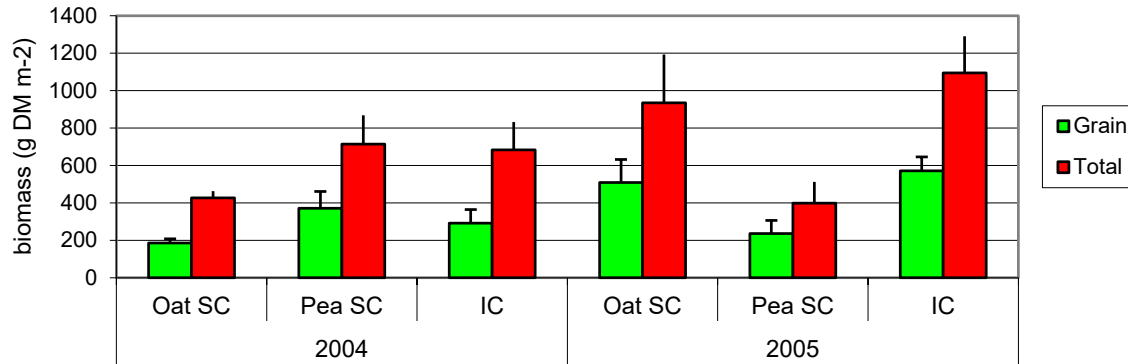
Dvs. besparelse på 2-3 gange DK energiforbrug

8% frigivelse af det globale kornareal

115 millioner ha frigivet af ca 1500 millioner ha dyrket

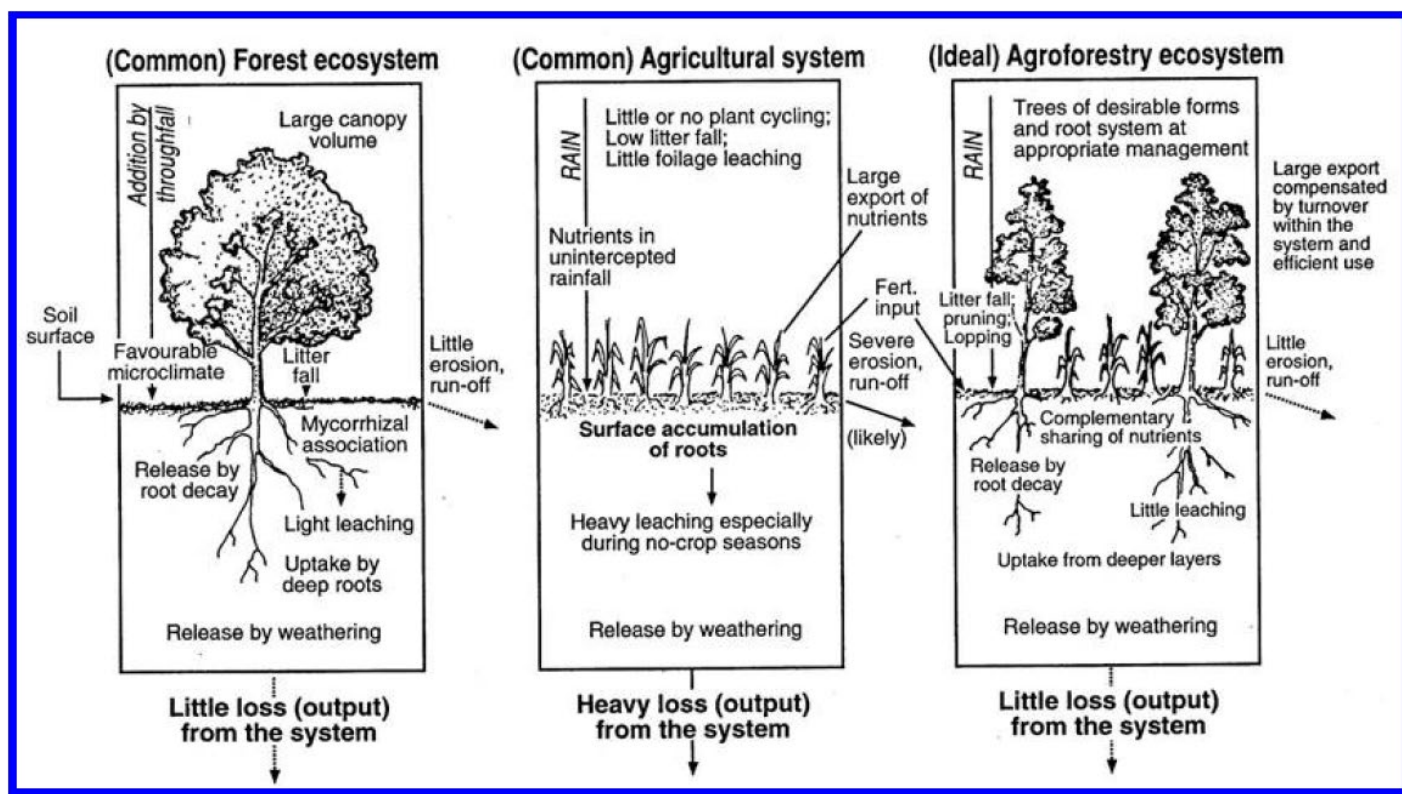
Dvs. ca 44x DK dyrkede areal (DK 2.6 millioner ha)

Dobbelt-samdyrkning(!)



Kilde: *Bryndum et al, ikke publiceret*





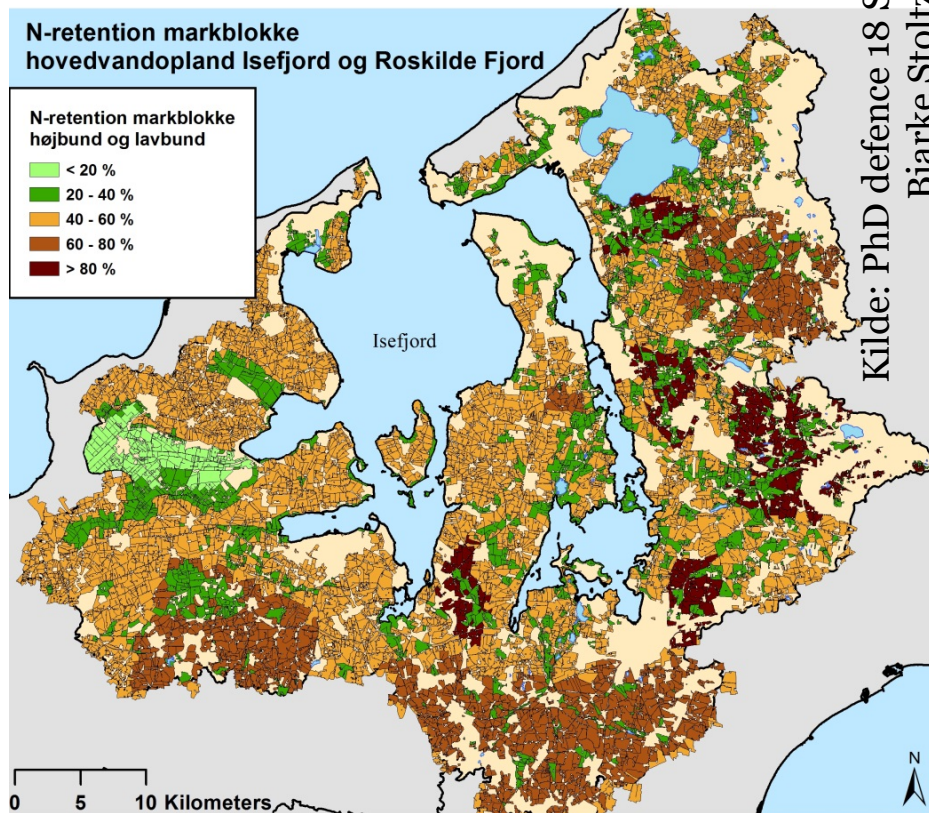
FORSTÆRKER mulighederne for øget udnyttelse af plantevækstfaktorer i både tid og rum

Stigende specialisering i forskning og
rådgivning – men stigende behov for
mere samlende systemløsninger

Lokale forhold og strategi



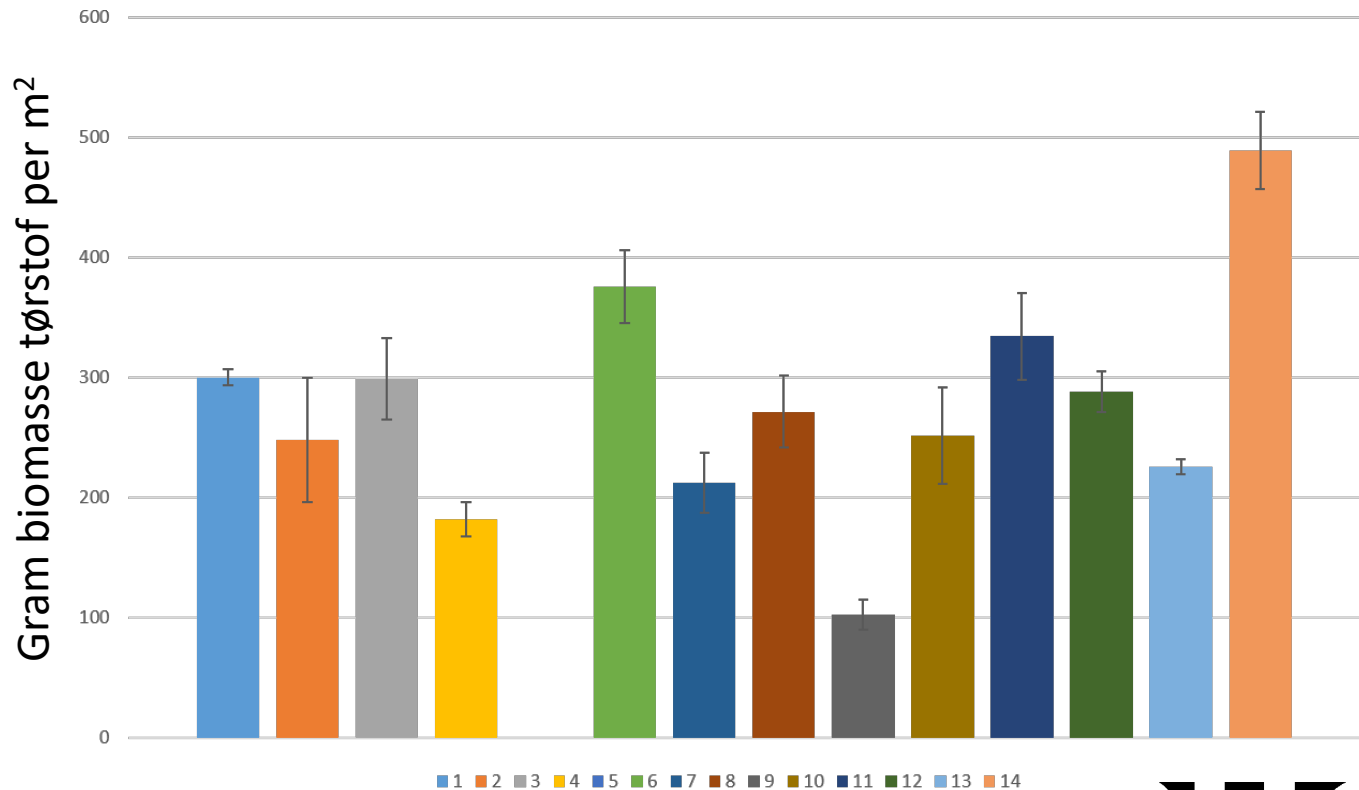
EU CLIMATE CAFE



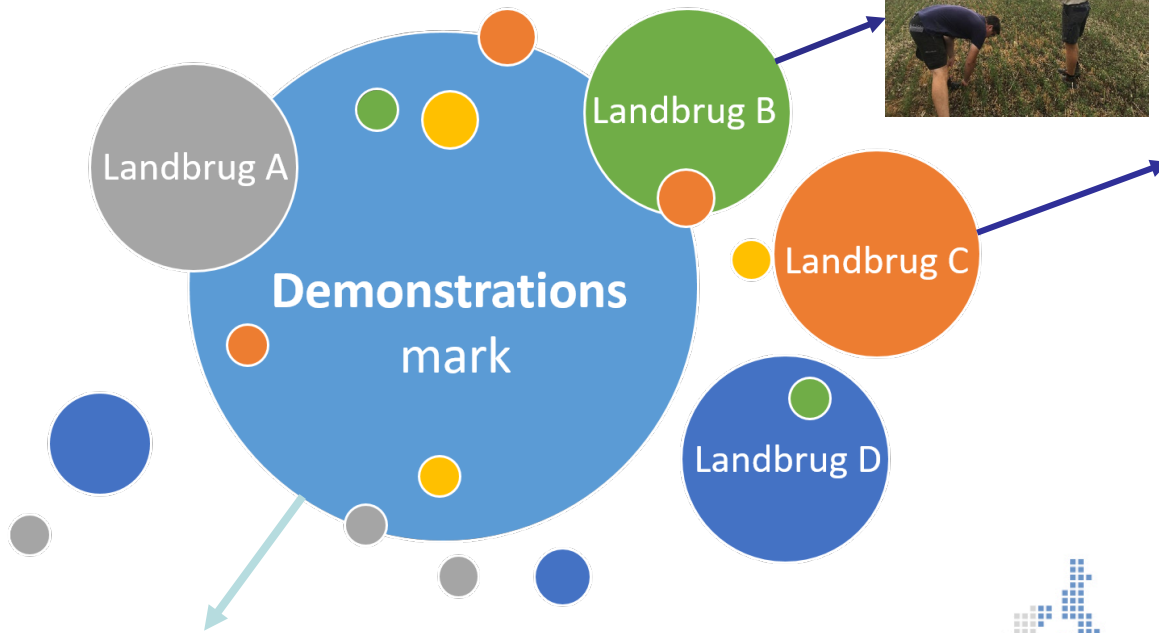
Kilde: PhD defence 18 Sept. 2015 by
Bjarke Stoltze Kaspersen



”Landmandsfaktor”



Kilde: AK. Aare et al, ikke publiceret

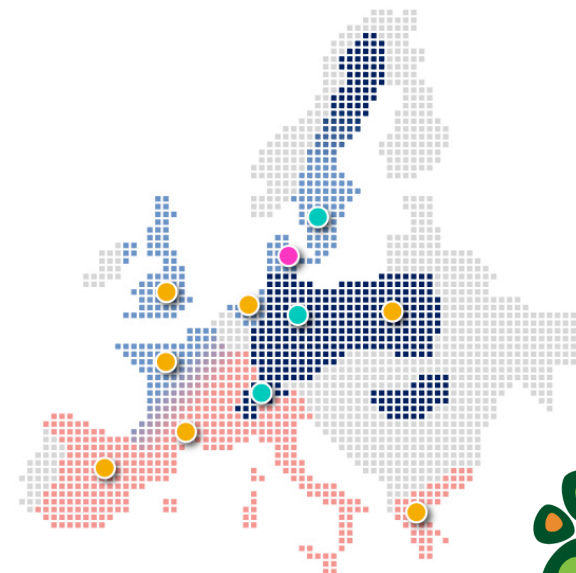


Types of MAPs

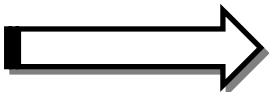
- Organic
- Conventional
- Organic & conventional

Pedo-climatic conditions

- Continental-central
- Atlantic
- Mediterranean

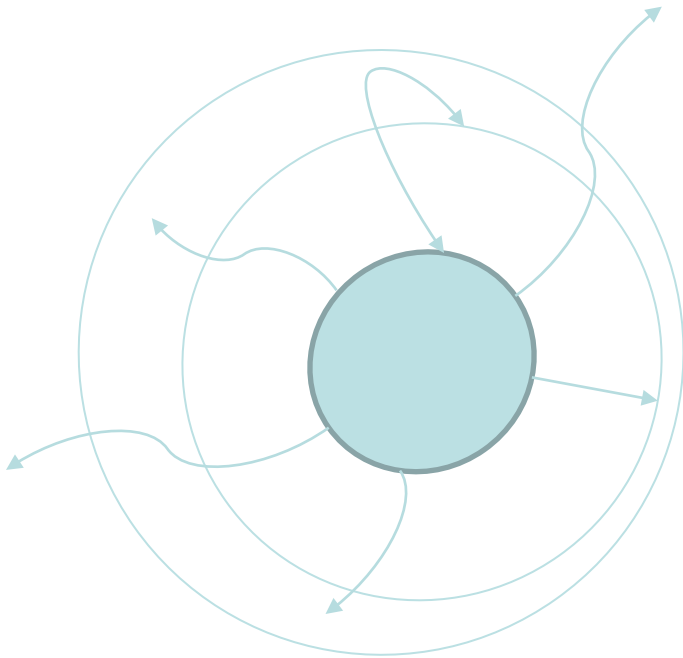




Brainstorm  Afstemning

- 1. Kritik
- 2. Utopia
- 3. Aktion

Diffus vidensdeling



<https://www.facebook.com/groups/741258052895769/?ref=bookmarks>

Samdyrkning i pløjefri afgrøder

Lukket gruppe

Om

Debat

Medlemmer

Begivenheder

Billeder

Søg i denne gruppe

Genveje

Samdyrkning i pløjefri a...

Medlem Notifikationer Del Mere

Skriv opslag Billede/video Livevideo Mere

Skriv noget ...

Billede/video Videosamme... Tag venner

NY AKTIVITET

ReMix Denmark har delt et link.
11. september kl. 13.51

Både os fra ReMIX og FRDK er meget nysgerrige på at vide, hvem de mange medlemmer af denne gruppe er. Derfor har vi lavet følgende korte spørgeskema, som vi håber I har lyst til at besvare:

GRUPPE AF

FRDK - Reduceret Jordbearbejd...
2416 synes godt om dette

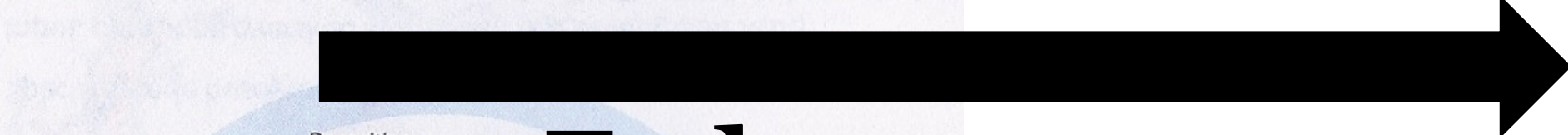
INVITER MEDLEMMER

+ Indtast navn eller e-mailadresse ...

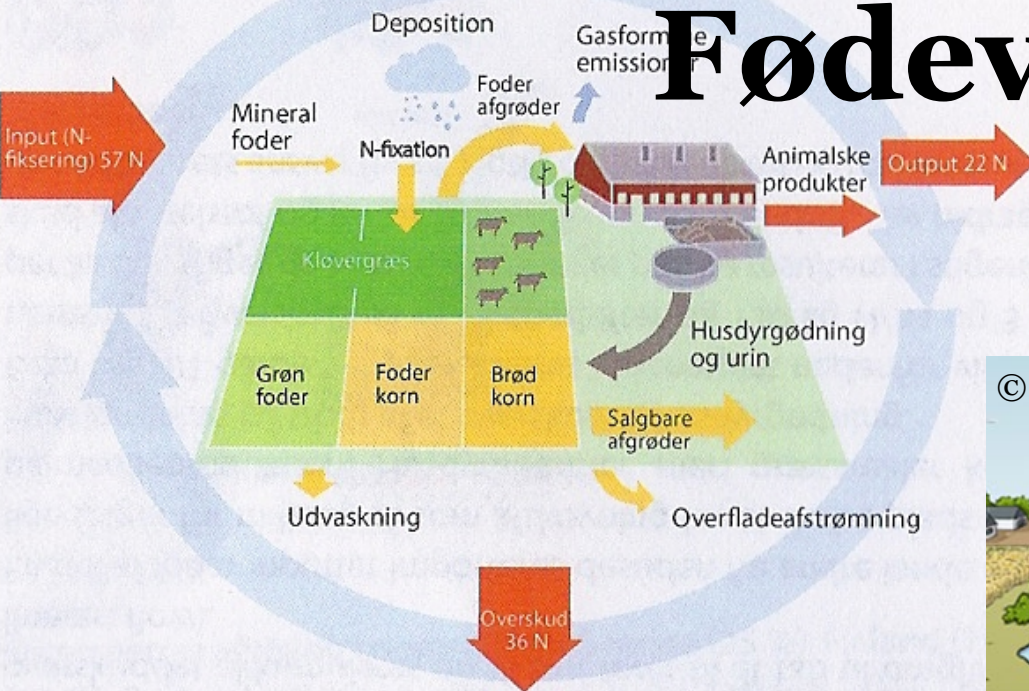
MEDLEMMER 416 medlemmer

BESKRIVELSE

Målet med denne gruppe er at samle viden og skabe en platform fo... Se mere



Fødevarer systemer (og kredsløb)



© ERA; Baltic Ecological Recycling Agriculture and Society

© Det Økologiske Råd



Agroøkologiske omstillinger

Street-food; for at få lokale og traditionelle fødevarer tilbage på markedet (Tanzania)



Samskabelse og lokalt-drevne innovationer

- Barrierer
- Muligheder
- Handling



Lokalt miljø



Praksis



Borgere

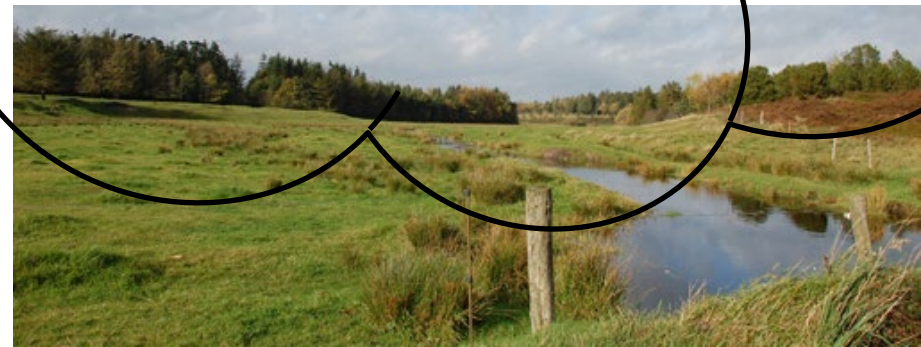


Politik



Mark

Landskab



Konklusion

At fremme nødvendige økosystem funktioner og tjenester for fremtidens landbrugspraksis kræver øget fokus på kulstof og kulstofopbygning

- revitalisering af glemt viden
- mere effektiv vidensdeling og hurtigere implementering

Intet menneske eller landbrug er helt ens – derfor øget fokus på lokal optimering (socialt såvel som teknisk)

Carbon farming handler om godt landmandskab med stor samfundsmæssig værdi – **og gennemslagskraft**

