

Regenerativt landbrug i økologisk landbrug – en vidensyntese

Johannes Ravn Jørgensen

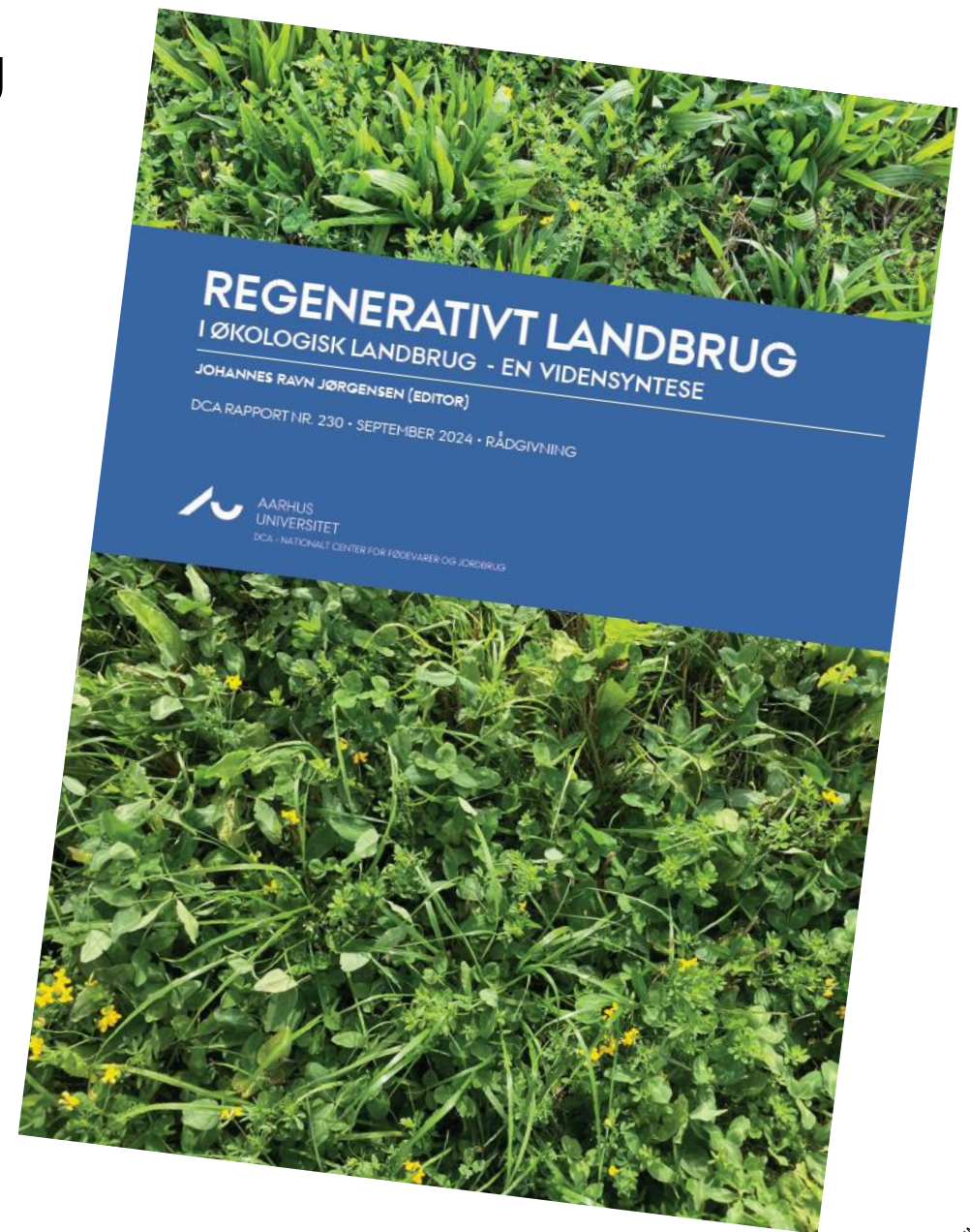
Aarhus Universitet, Institut for Agroøkologi

Regenerativt landbrug i økologisk landbrug – En vidensyntese

Denne præsentation giver et overblik over, hvordan regenerative principper kan integreres i økologisk landbrug for at styrke bæredygtighed, og de forventede effekter på klima, miljø og biodiversitet.

Præsentationen er baseret på DCA rapport 230, der er udarbejdet i samarbejde mellem Aarhus universitet, Innovationscenter for Økologisk Landbrug (ICOEL) og Internationalt Center for Forskning i Økologisk Jordbrug og Fødevarer, ICROFS.

<https://dcapub.au.dk/djfpublikation/djfpdf/DCArapport230.pdf>



Hvad er regenerativt landbrug?

Regenerativt landbrug er i ordets forstand en dyrkningsform, der har fokus på at genopbygge eller genoprette jordens tilstand.

Både i konventionelt landbrug og økologisk landbrug kan man finde landmænd, der praktiserer regenerative dyrkningsmetoder.

I modsætning til økologisk landbrug er regenerativt jordbrug ikke certificeret i Danmark, og der findes derfor heller ikke nogen universelle eller nationale standarder.

Konventionelt landbrug

- anvender kunstgødning og pesticider



Økologisk landbrug

- udelukkende naturlige inputs og baseret på certificering / IFOAMs principper



Regenerativt økologisk landbrug

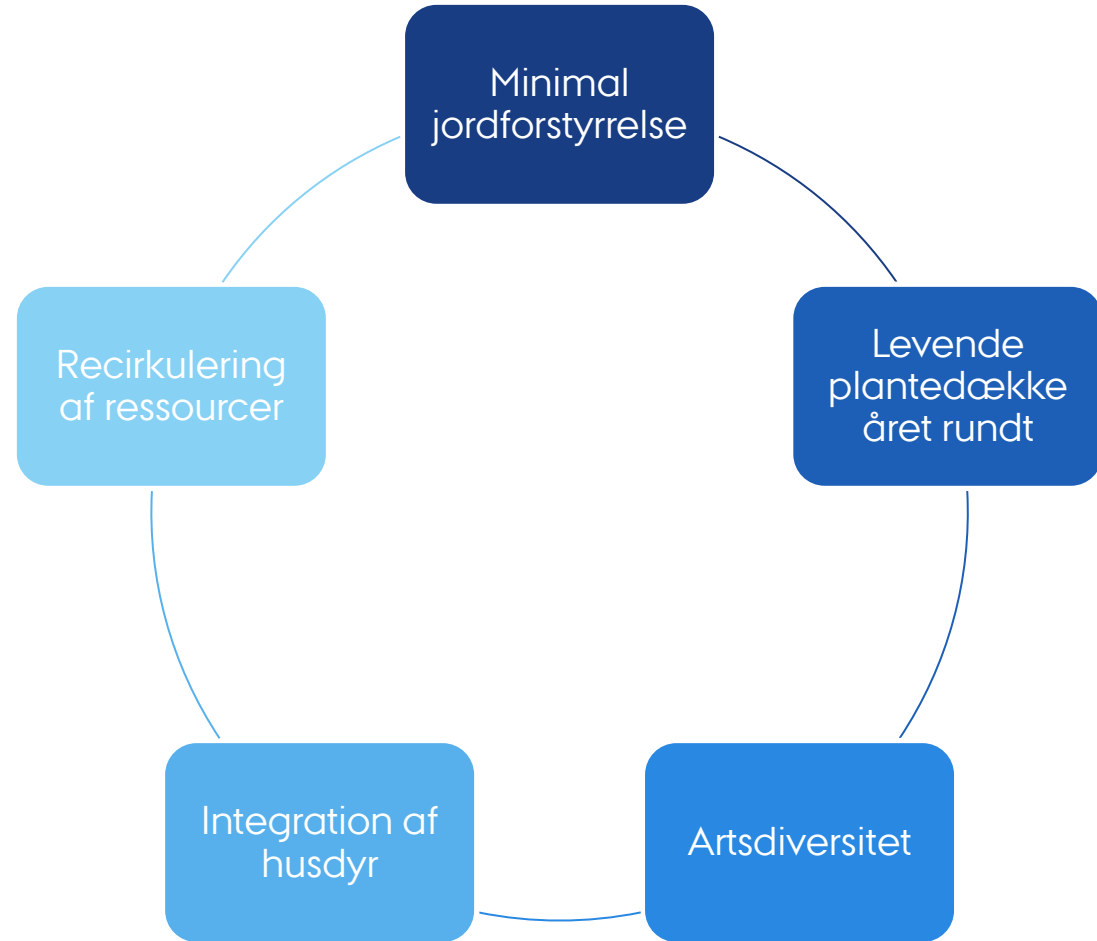
- Økologisk landbrug tilføjet et regenerativt fokus på jordens sundhed, kulstoflagring, biodiversitet og integration af husdyr i markerne



De fem principper for regenerativt økologisk landbrug

Videnssynthesen bygger på fem overordnede principper for regenerativt landbrug, der kan være gældende under danske forhold til økologisk dyrkning.

Principperne relaterer sig til de af internationale økologiske organisation IFOAM's fire globale principper for økologisk landbrug: *Sundhed, Kredsløb, Retfærdighed* og *Forsigtighed*.



Princip 1 - Minimal jordforstyrrelse

Klima:

- Øget kulstoflagring i jordens overfladelag
- Mindske CO₂-udledning gennem lavere brændstofforbrug.
- Effekten på det samlede jordkulstoflager er dog begrænset, da kulstoffet primært omfordeles i jordprofilen.
- Effekterne på lattergas (N₂O) og metan (CH₄) er ikke entydige og kræver yderligere forskning.

Miljø:

- Reducerer risikoen for erosion og partikelbåret fosfortab.
- Effekten på nitratudvaskning er varierende og afhænger af afgrødeetablering og næringsstofhåndtering.

Biodiversitet:

- Fremmer jordbundsfauna som regnorme, mikroorganismer og hvirvelløse dyr, hvilket forbedrer jordens sundhed og funktionalitet.
- Positive effekter på overjordiske arter er også observeret.



Princip 2 - Levende plantedække året rundt

Klima:

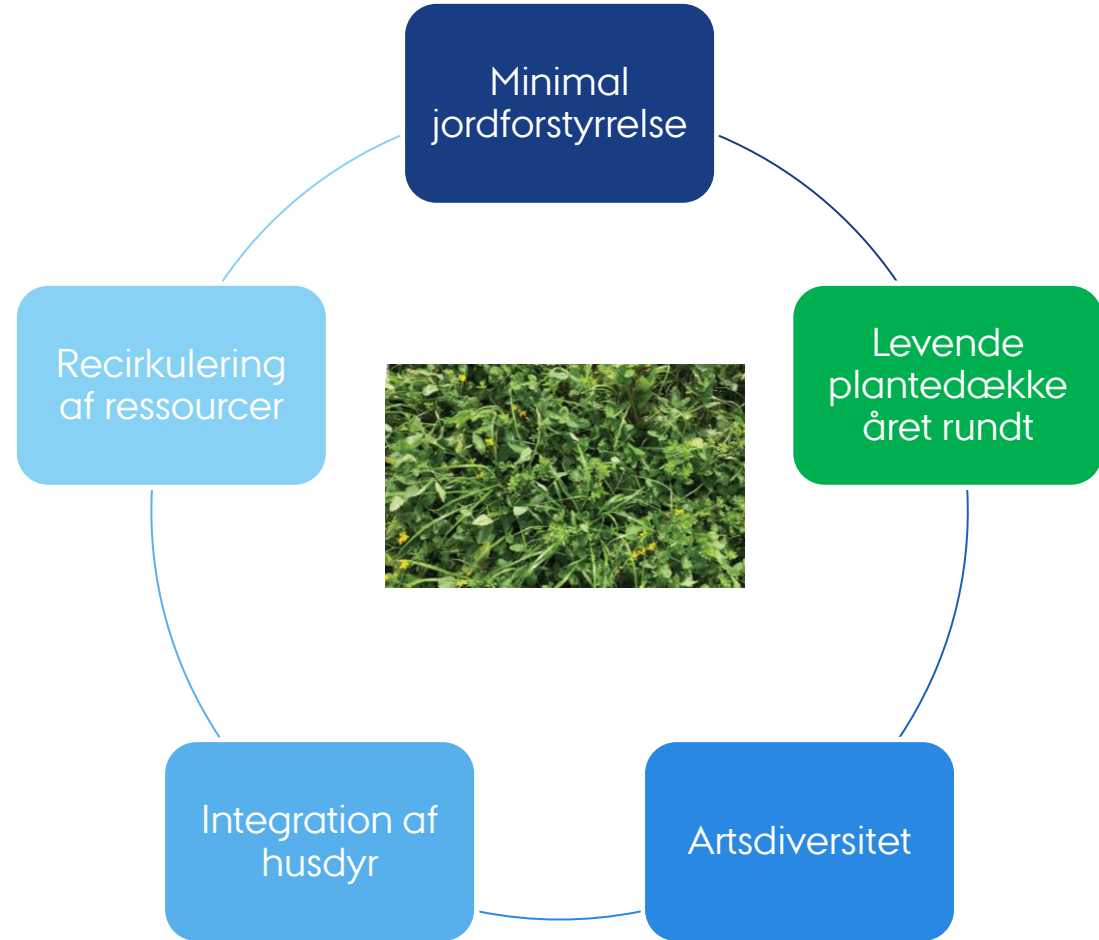
- Kontinuerligt plantedække øger tilførslen af organisk materiale til jorden og kan dermed fremme kulstoflagring.
- Risikoen for N₂O-emissioner mindskes ved reduceret kvælstofudvaskning. Dog kan nedbrydning af øget biomasse potentielt øge kortsigtede drivhusgasemissioner, hvilket gør nettoeffekten usikker.

Miljø:

- Kontinuerligt plantedække reducerer erosion samt udvaskning af kvælstof og fosfor, især når ikke-kvælstoffikserende arter anvendes.
- Bælgplanter kan tilføre ekstra kvælstof, men dermed risikeres også øget udvaskning, hvis ikke kombineret med passende arter og management.

Biodiversitet:

- Et konstant plantedække skaber levesteder og fødekilder for en bred vifte af organismer, herunder insekter, fugle og jordbundsorganismer.
- Diversiteten af plantearter i dækafgrøder kan yderligere styrke økosystemets resiliens og funktionalitet.



Princip 3 - Maksimal artsdiversitet

Klima:

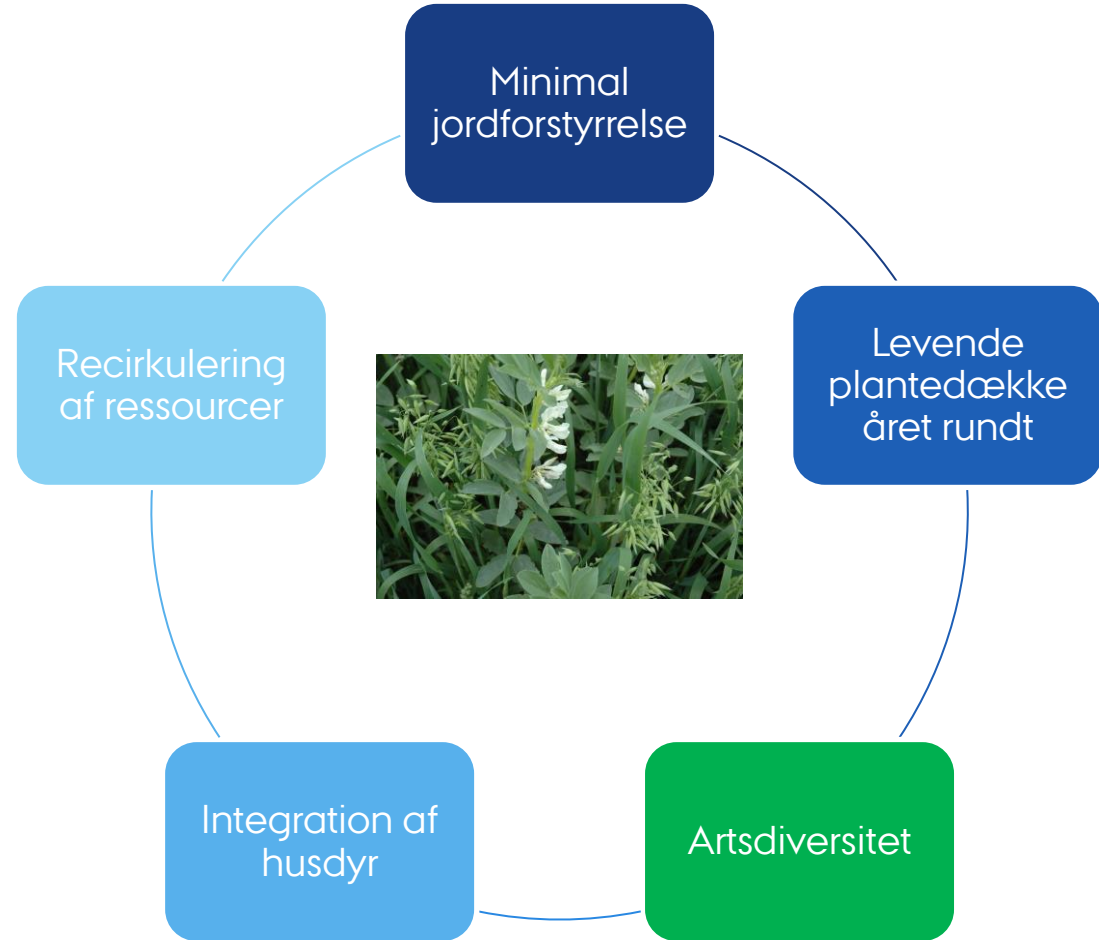
- Øget artsdiversitet i afgrødesystemer kan forbedre kulstoflagringen via arternes forskellige rodsystemer og biomasseproduktion.
- Samspillet mellem arter kan optimere næringsstofudnyttelsen og reducere behovet for eksterne input, men konkrete kvantificeringer mangler.

Miljø:

- Diversitet blandt afgrøder mindsker risikoen for epidemiske skadedyrsangreb og sygdomme, hvilket reducerer behovet for kontrol.
- Bidrager også til bedre jordstruktur og øget næringsstofcyklning, hvilket mindsker udvaskning.

Biodiversitet:

- Høj artsdiversitet fremmer et rigt og stabilt økosystem ved at tilbyde forskellige levesteder og ressourcer for en bred vifte af organismer.
- Styrker økosystemtjenester som bestøvning, naturlig skadedyrskontrol og jordfrugtbarhed.



Princip 4 - Integration af husdyr og planteavl

Klima:

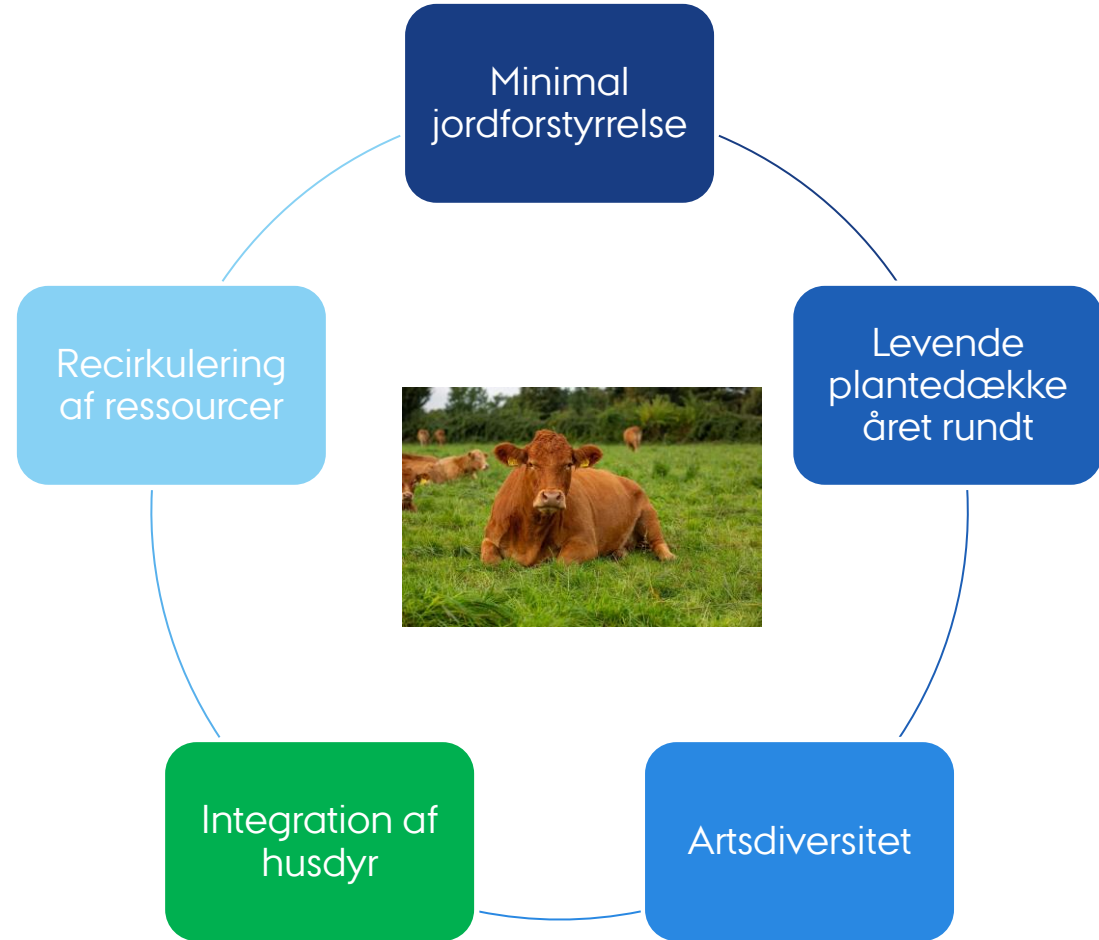
- Integrering af husdyr kan bidrage med økosystemtjenester gennem bedre udnyttelse af biomasse og gødning.
- Roterende græsning og dyrenes påvirkning af vegetationen kan forbedre kulstofbinding.
- Metanudledninger fra drøvtyggere kan modvirke disse fordele, hvilket gør nettoeffekten kompleks og situationsafhængig.

Miljø:

- Forbedrer næringsstofcyklingen ved at recirkulere næringsstoffer lokalt kan reducerer behovet for kunstgødning og mindsker risikoen for næringsstofftab.
- Overgræsning og dårligt management kan føre til erosion og forurening.

Biodiversitet:

- Husdyr kan skabe varierede levesteder gennem deres græsningsmønstre, hvilket fremmer plante- og dyrediversitet.
- Varieret vegetation og jordforhold skabt af dyrenes tilstedeværelse understøtter et rigt økosystem.



Princip 5 - Recirkulering af ressourcer

Klima:

- Effektiv recirkulering af organiske materialer som kompost og gødning kan øge jordens kulstofindhold og reducere behovet for energikrævende syntetiske input, hvilket mindsker samlede drivhusgasemissioner.

Miljø:

- Recirkulering mindsker spild og tab af næringsstoffer ved effektiv udnyttelse af lokale ressourcer.

Biodiversitet:

- Berigelse af jorden med organiske materialer understøtter et sundt mikrobielt samfund og skaber gunstige betingelser for en bred vifte af planter og dyr, hvilket styrker økosystemets overordnede sundhed.

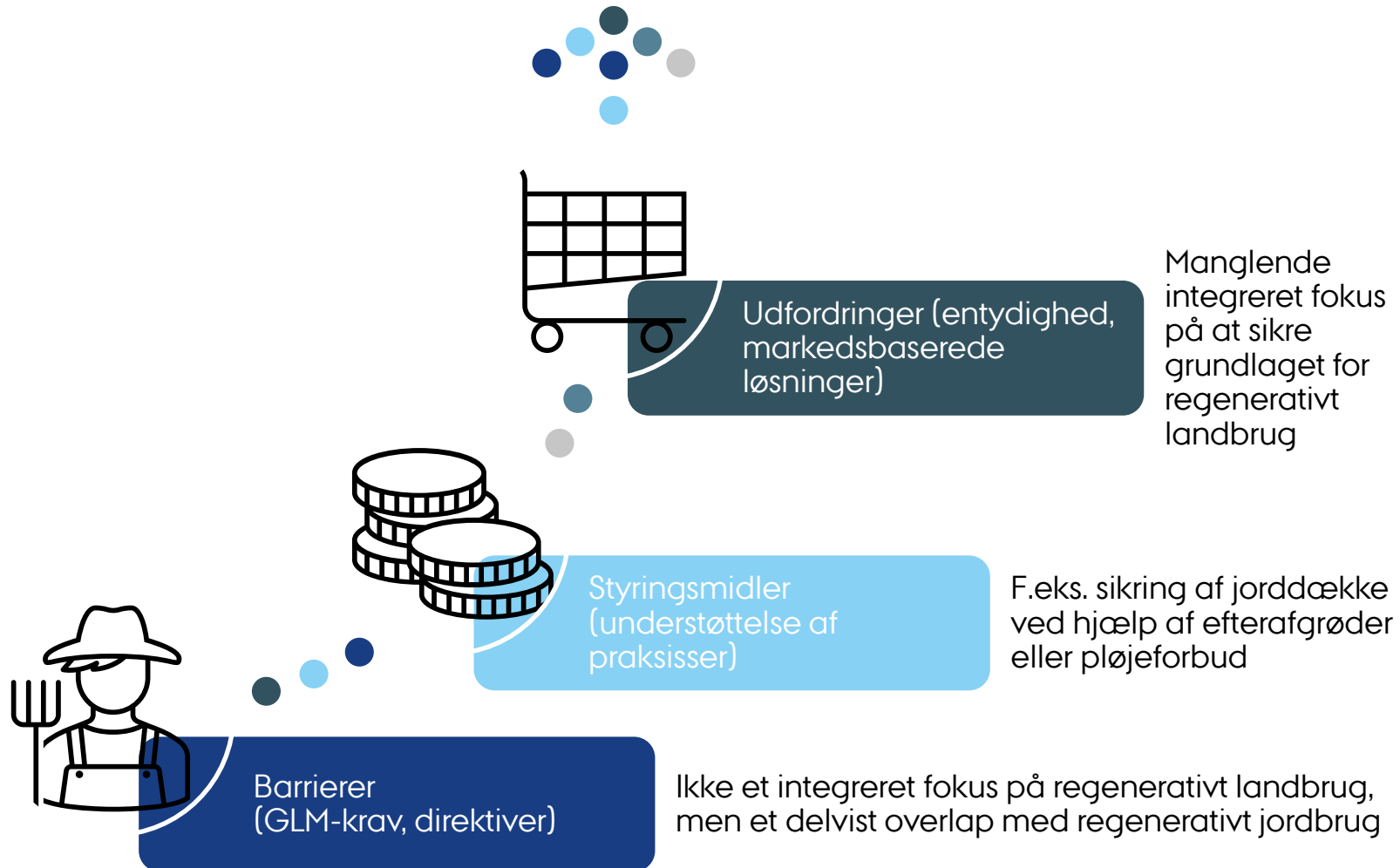


Videnshuller

- Langsigtede effekter af kombinationen af de regenerative principper på tværs af forskellige bedriftstyper og jordtyper.
- Nettoeffekten på drivhusgasemissioner, især hvad angår N_2O og CH_4 under forskellige managementpraksisser.
- Optimal arts- og afgrødesammensætning for maksimal kulstoflagring og biodiversitetsfremme.
- Effektiv integrationsstrategi mellem husdyr og planteavl, der balancerer produktivitet og miljøpåvirkning.



Barrierer og støtteordninger / styringsmidler



Konklusion og fremtidsudsigter for økologisk regenerativt landbrug

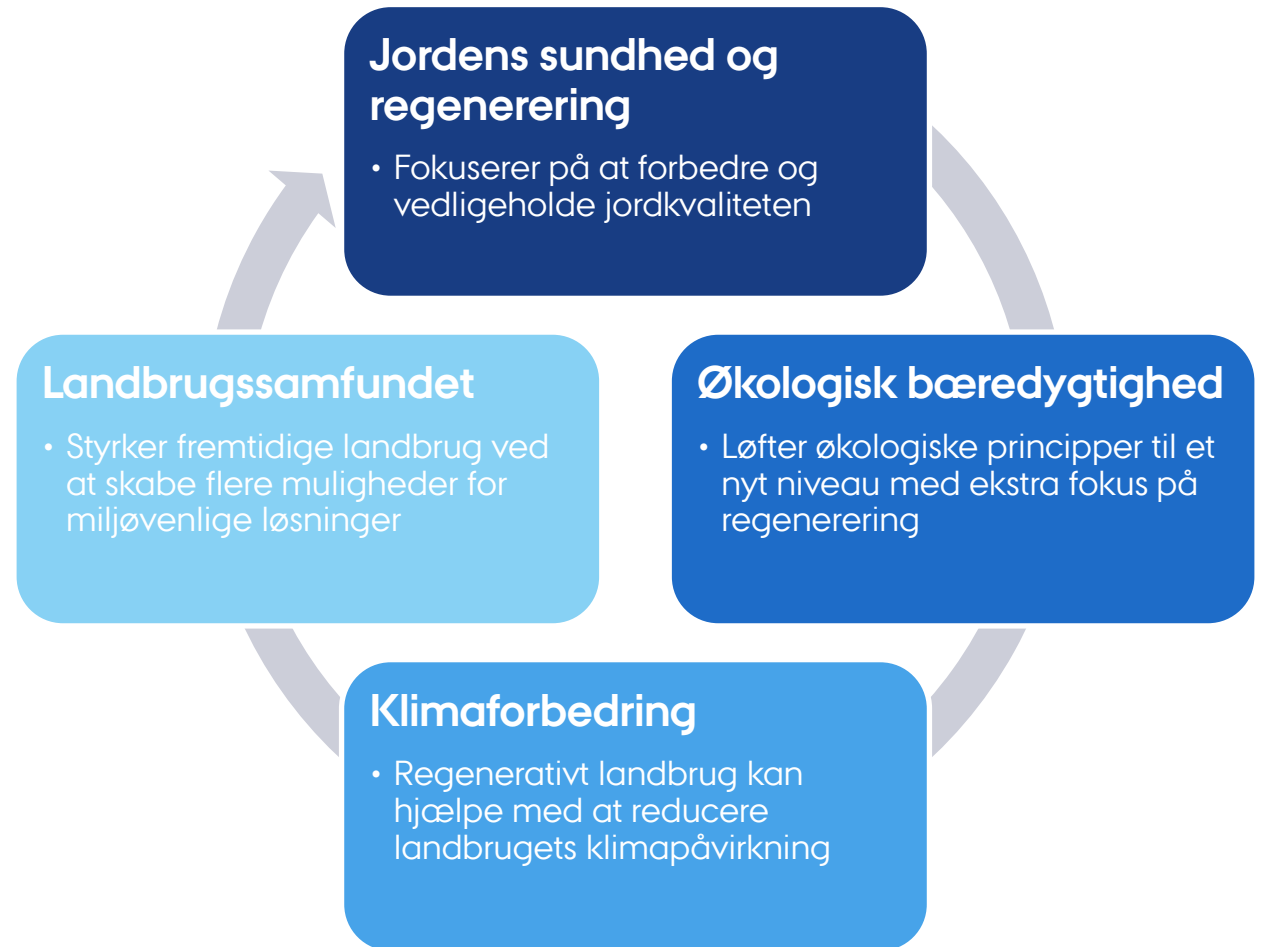
Økologisk regenerativt landbrug har potentialet til at tackle klimaforandringer, jordforringelse og skabe en bæredygtig fødevareproduktion.

Produktivitetsniveau og effekter på miljø, klima og biodiversitet er endnu ikke fuldt dokumenteret.

Der er behov for vidensbaseret udvikling og dokumentation af effekter for miljø, klima og biodiversitet.

Centrale udfordringer:

- Ukrudtsbekæmpelse: Skal ske via mekanisk bearbejdning, dækafgrøder og sædskifte.
- Næringsstofhåndtering: Skal sikre jordfrugtbarhed via husdyrgødning, kompost og afgrøderotation.
- Biodiversitet: Skal balancere mellem økonomisk rentabilitet og bæredygtighedsprincipper.
- Manglende entydighed i begrebet regenerativt landbrug gør det svært at udvikle ordninger, der kan understøtte landmændenes praksis, og besværligt at udvikle markedsbaserede løsninger i værdikæderne.



DCA rapport 230

REGENERATIVT LANDBRUG I ØKOLOGISK LANDBRUG – EN VIDENSYNTESE

DCA rapport nr. 230 • DCA – Nationalt Center for Fødevarer og Jordbrug • Rådgivningsrapport

Forfattere:

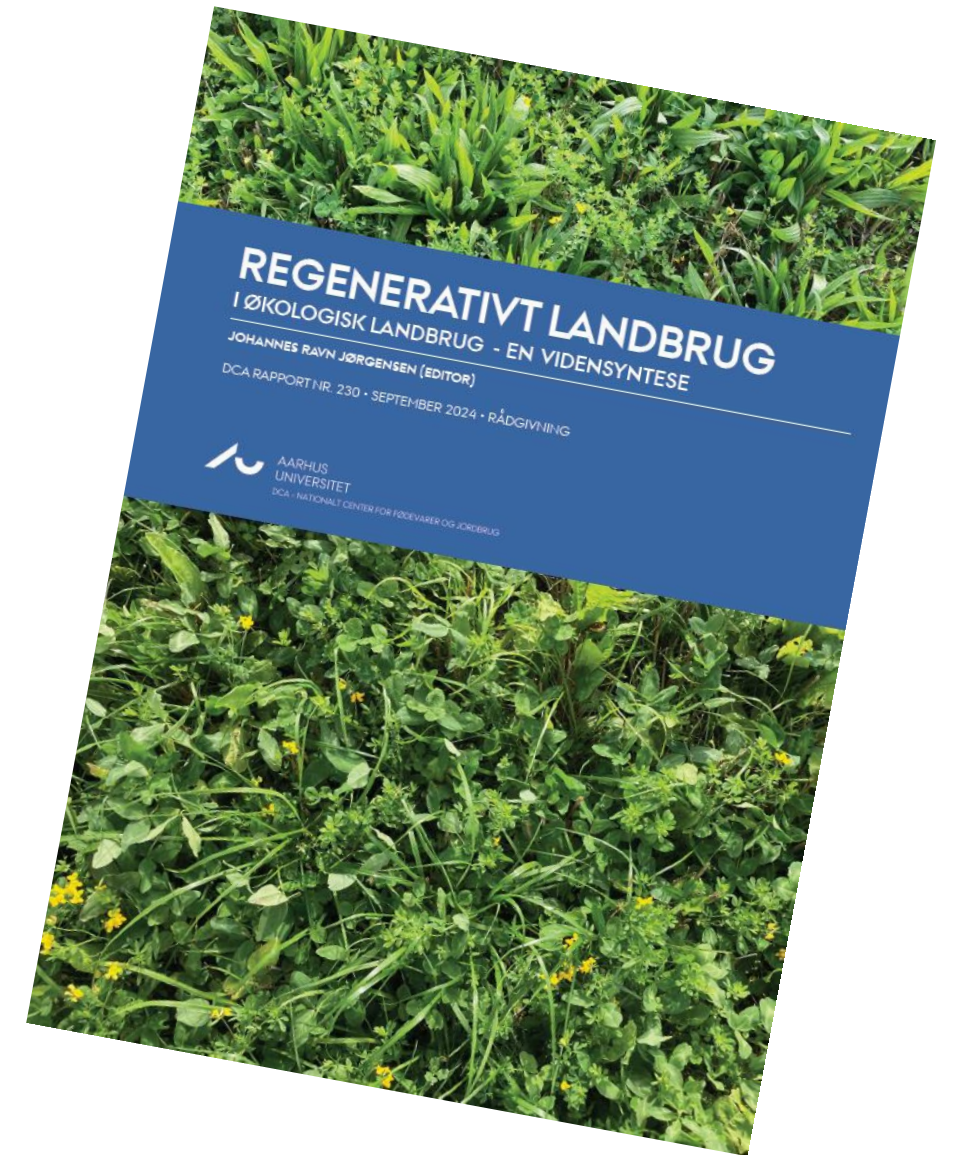
Johannes Ravn Jørgensen¹, Jon Aagaard Enni², Tommy Dalgaard¹, Klaus Horsted¹, Birgit Ingvorsen², Malene Jakobsen³, Emma Hvidtfeldt Jensen¹, Anne Grete Kongsted¹, Martin Hvarregaard Thorsøe¹, Hanne Lakkenborg Kristensen¹, Lene Juul Pedersen¹, Tove Mariegaard Pedersen², Claus Rasmussen¹, Ivana Trkulja³

1: Aarhus Universitet, AU

2: Innovationscenter for Økologisk Landbrug, ICOEL

3: Internationalt Center for Forskning i Økologisk Jordbrug og Fødevarer-systemer, ICROFS

<https://dcapub.au.dk/djfpublikation/djfpdf/DCArapport230.pdf>





AARHUS
UNIVERSITET

Integration af principper for regenerativt landbrug i konventionelt landbrug

Professor Jørgen E. Olesen



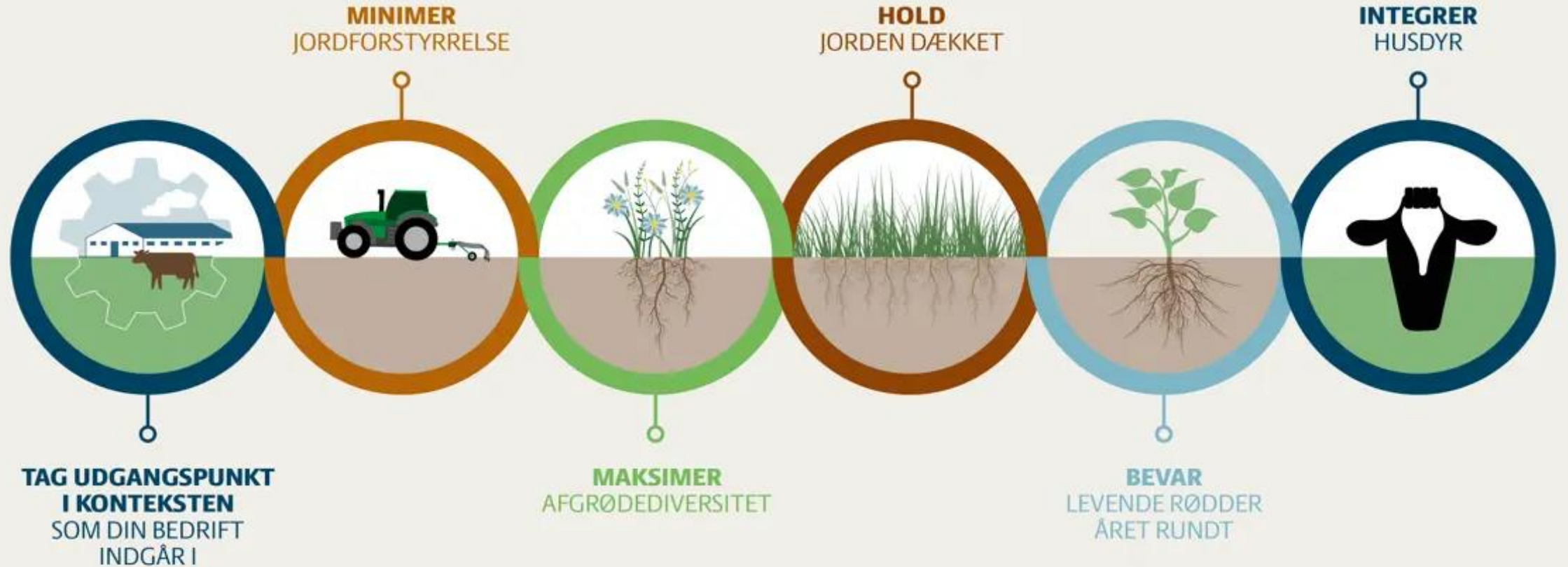
AARHUS
UNIVERSITY
DEPARTMENT OF AGROECOLOGY

9 JANUAR 2025

JØRGEN EIVIND OLESEN
HEAD OF DEPARTMENT, PROFESSOR



6 kerneprincipper for regenerativt landbrug



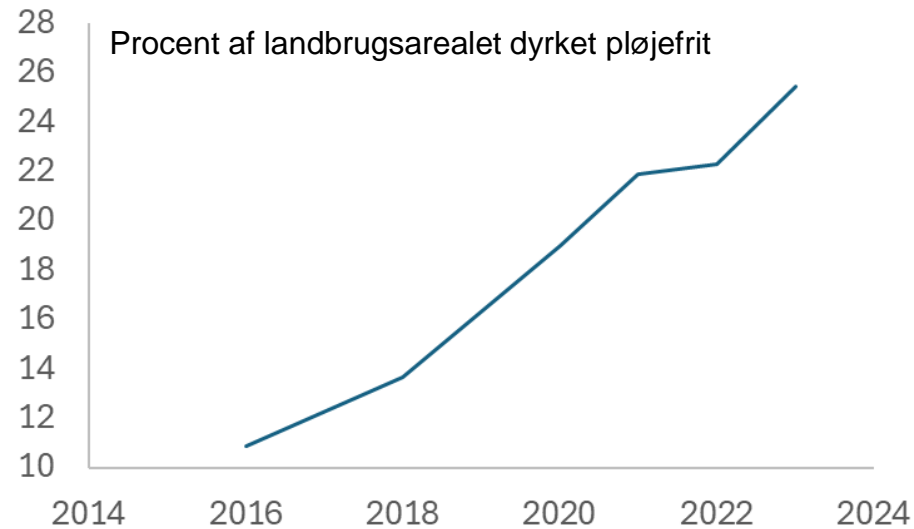
Conservation agriculture

Minimal jordforstyrrelse er en del af conservation agriculture:

- Minimal jordbearbejdning
- Permanent jorddække (planter eller planterester)
- Alsidige sædskifter

Stigende areal med pløjefri dyrkning i Danmark

- Arealet stiger med 2%-point om året



VIDENSYNTSE OM CONSERVATION AGRICULTURE

LARS J. MUNKHOLM, ELLY MØLLER HANSEN, BO MELANDER, PER KUDSK, LISE NISTRUP JØRGENSEN, GOSWIN J. HECKRATH, SABINE RAVNSKOV OG JØRGEN AAGAARD AXELSEN
DCA RAPPORT NR. 177 - OKTOBER 2020 - RÅDGIVNING

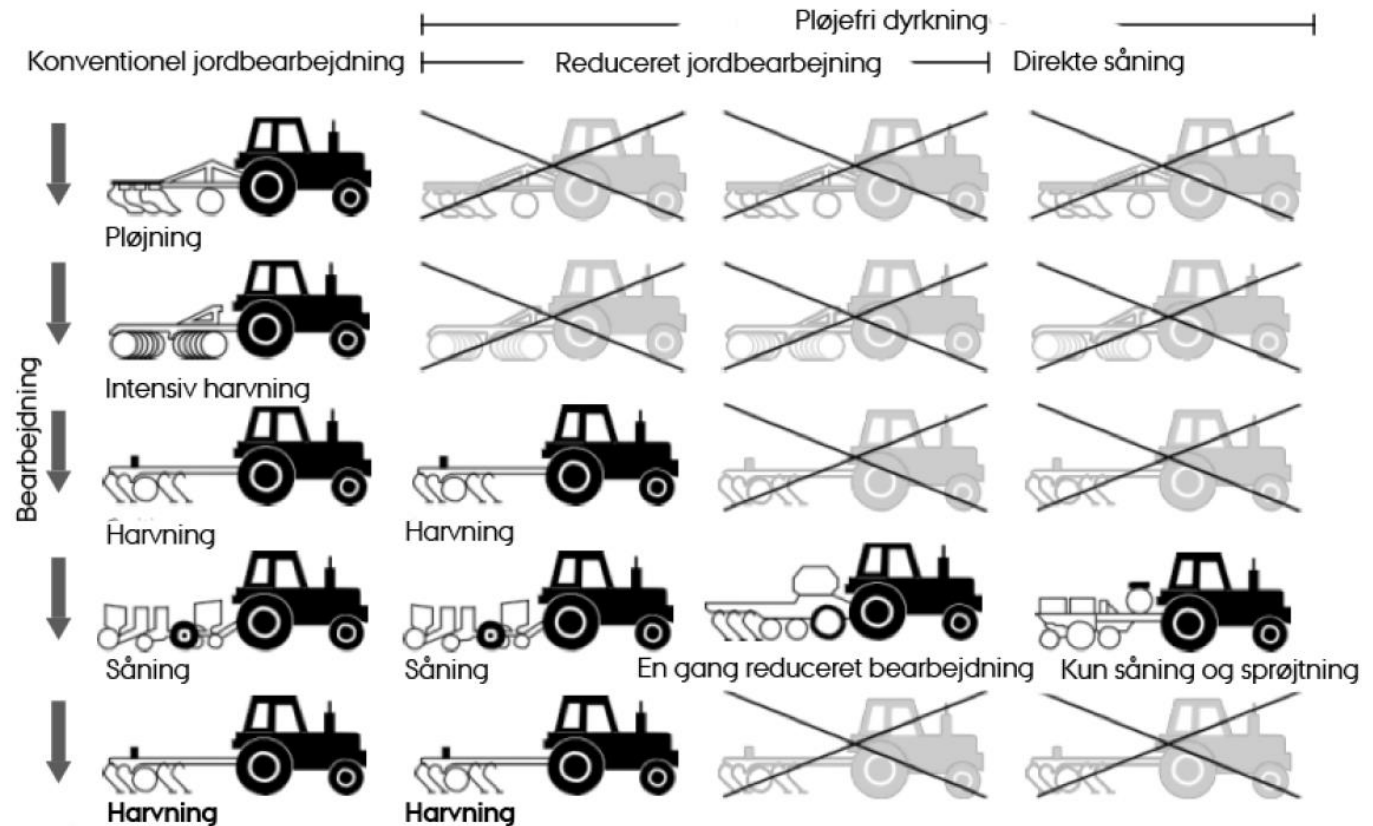
AARHUS
UNIVERSITET
DCA - NATIONALT CENTER FOR FØDEVARER OG JORDBRUG



Munkholm et al. (2020) DCA Rapport 177

Minimeret jordbearbejdning

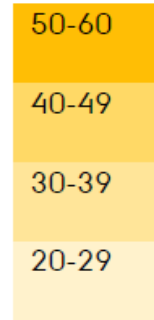
- Kun 4% arealet anvender direkte såning
- Øget herbicidforbrug (ca. 20%) ved pløjefri dyrkning, især fra glyphosat til at bekæmpe ukrudt og nedvisne efterafgrøder
- Planteværnsproblemer skal forebygges gennem alsidigt sædskifte
- Øget jordkvalitet (struktur, erosion, biologi)



Afgrødefordelingen afhænger af produktionstype

Tabel 2.2. Afgrøders andele (%) i forskellige konventionelle sædskifter ved forskellig husdyrbelastning (DE/ha). Efter Sørensen et al. (2019).

| | Kvæg | | | | | | Svin | | Alternativ (svin) | | | Planteavl | |
|-------------------|-------|------|---------|-----|------|---------|------|-----|-------------------|-----------------|-------------------|-----------|-----|
| | Sand | | | Ler | | | Sand | Ler | | | | Sand | Ler |
| | DE/ha | <1,7 | 1,7-2,3 | 2,3 | <1,7 | 1,7-2,3 | 2,3 | | | Frøavl | Roer ¹ | Kartofler | |
| Vårkorn | 30 | 10 | 10 | 25 | 15 | 10 | 30 | 15 | 25 | 25 | 40 | 35 | 25 |
| Vinterkorn | 20 | 10 | - | 35 | 25 | 15 | 55 | 60 | 45 | 40 | 20 | 40 | 55 |
| Majs | 25 | 40 | 50 | 20 | 30 | 45 | - | - | - | - | - | 10 | - |
| Græs ² | 20 | 35 | 35 | 10 | 25 | 25 | - | - | - | - | - | 5 | - |
| Raps | - | - | - | 5 | - | | 10 | 15 | 10 | 5 | 5 | 10 | 15 |
| Rest | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 10 | 20 ³ | 30 ⁴ | 35 ⁵ | 0 | 5 |



1. Fabrikssukkerroer. 2. Sædskiftegræs. 3. Frøafgrøder. 4. Heraf 20 % fabrikssukkerroer. 5. Heraf 30 % kartofler.

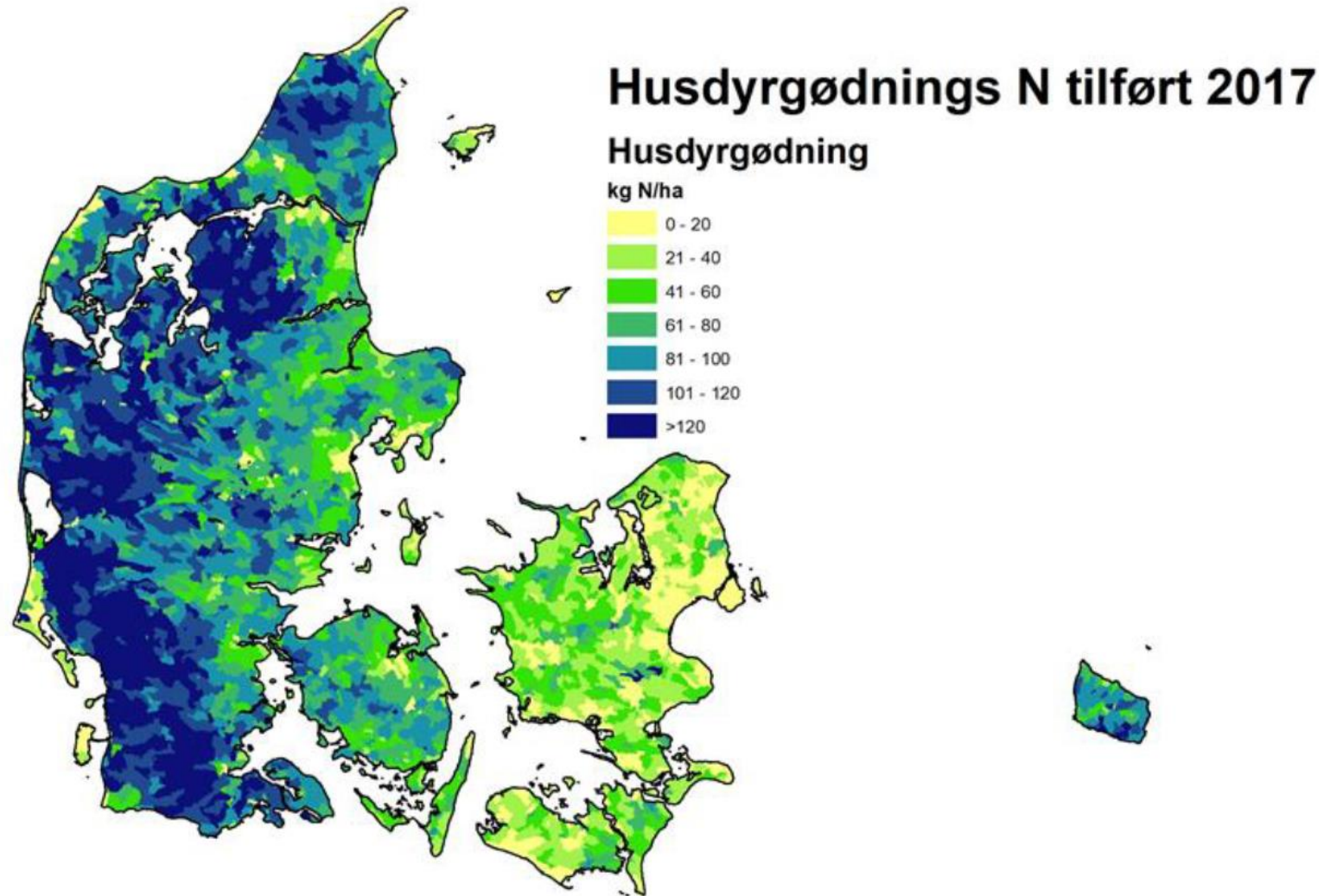
Dansk landbrug er korndomineret

Tabel 2.1.1. Udviklingen i det dyrkede areal i Danmark (1.000 ha) fordelt på salgsafgrødeareal, grovfoderareal og øvrige afgrøder for perioden 2015-2021 samt forskel mellem 2015 og 2021.

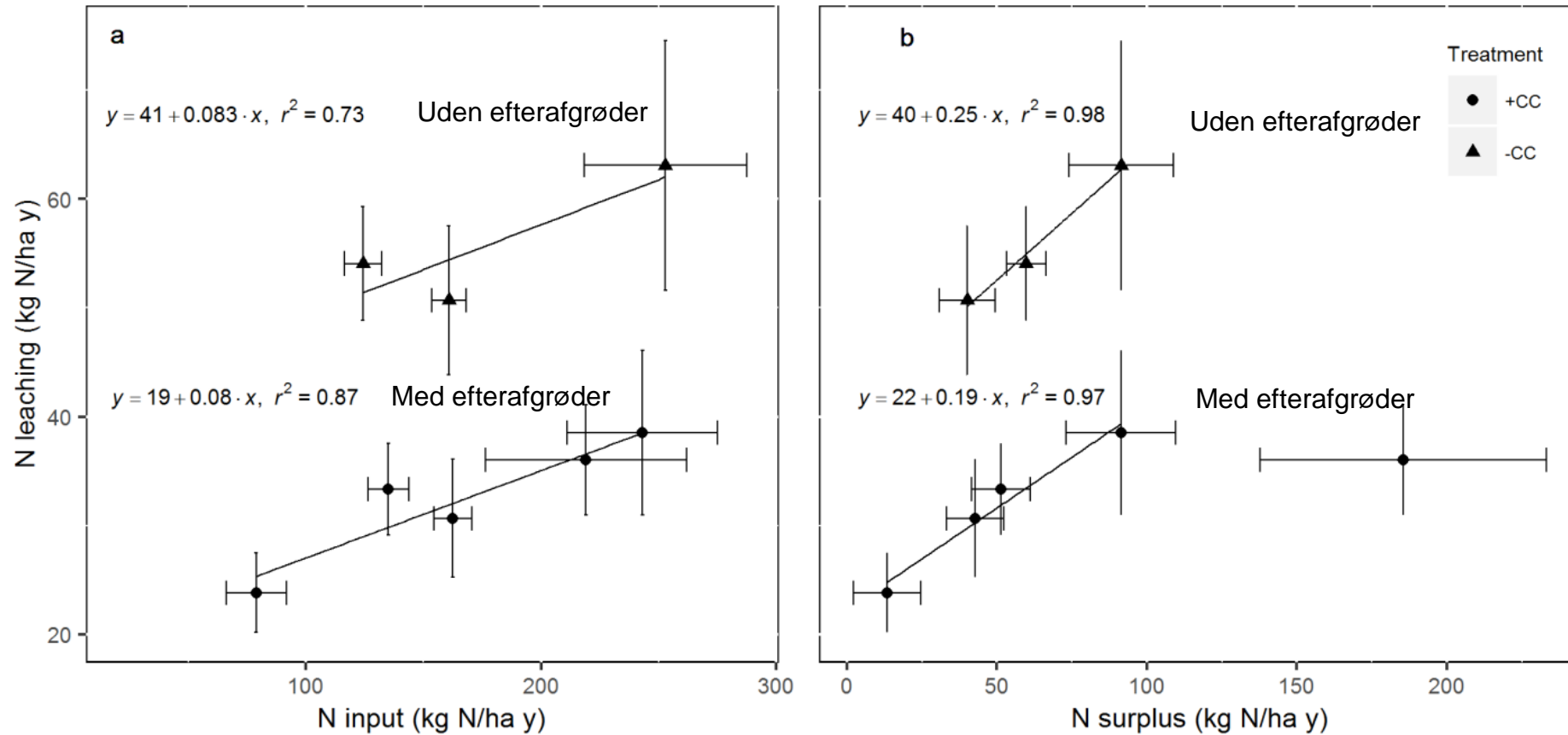
| (1.000 ha) | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | Forskel 2015-2021 |
|--------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|----------------------|
| Vårkorn | 576 | 680 | 625 | 841 | 560 | 675 | 659 | 83 |
| Vinterkorn | 868 | 783 | 816 | 575 | 811 | 693 | 701 | -167 |
| Korn i alt | 1.444 | 1.463 | 1.441 | 1.416 | 1.371 | 1.368 | 1.360 | -84 |
| Bælgsæd til modenhed | 12 | 16 | 21 | 32 | 22 | 27 | 35 | 23 |
| Frø til udsæd | 72 | 72 | 84 | 102 | 110 | 107 | 112 | 40 |
| Industrifrø i alt | 193 | 164 | 179 | 144 | 166 | 147 | 164 | -29 |
| Rodfrugter i alt | 68 | 79 | 84 | 86 | 86 | 96 | 89 | 22 |
| Majs | 181 | 176 | 167 | 180 | 186 | 189 | 174 | -7 |
| Helsæd og foderroer | 61 | 65 | 52 | 59 | 61 | 53 | 52 | -10 |
| Lucerne | 3 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | -1 |
| Græs og kløvergræs i omdrift | 253 | 274 | 276 | 264 | 279 | 281 | 271 | 19 |
| Varig græs | 248 | 212 | 204 | 214 | 213 | 216 | 222 | -26 |
| Brak | 23 | 28 | 29 | 32 | 30 | 33 | 33 | 10 |
| Øvrige afgrøder | 106 | 84 | 72 | 54 | 73 | 59 | 83 | -23 |
| I alt uden skov | 2.663 | 2.634 | 2.610 | 2.602 | 2.599 | 2.599 | 2.596 | -67 |
| Skov, med norm | 7 | 8 | 7 | 6 | 6 | 6 | 10 | 3 |
| Skov, uden norm | 5 | 5 | 2 | 5 | 8 | 8 | 11 | 6 |
| I alt inkl. skov | 2.675 | 2.647 | 2.619 | 2.614 | 2.613 | 2.613 | 2.616 | -59 |
| Efterafgrøder | 390 | 353 | 415 | 367 | 356 | 505 | 481 | 190 |
| Alternativer til efterafgrøder | 38 | 36 | 29 | 43 | 16 | 95 | 32 | -6 |

Andersen et al. (2023)

Husdyrproduktionen er ulige fordelt i Danmark



Efterafgrøder øger N-tilbageholdelse og jordfrugtbarhed



Kulstoflagring ved direkte såning (no-till) er ringe i køligt klima

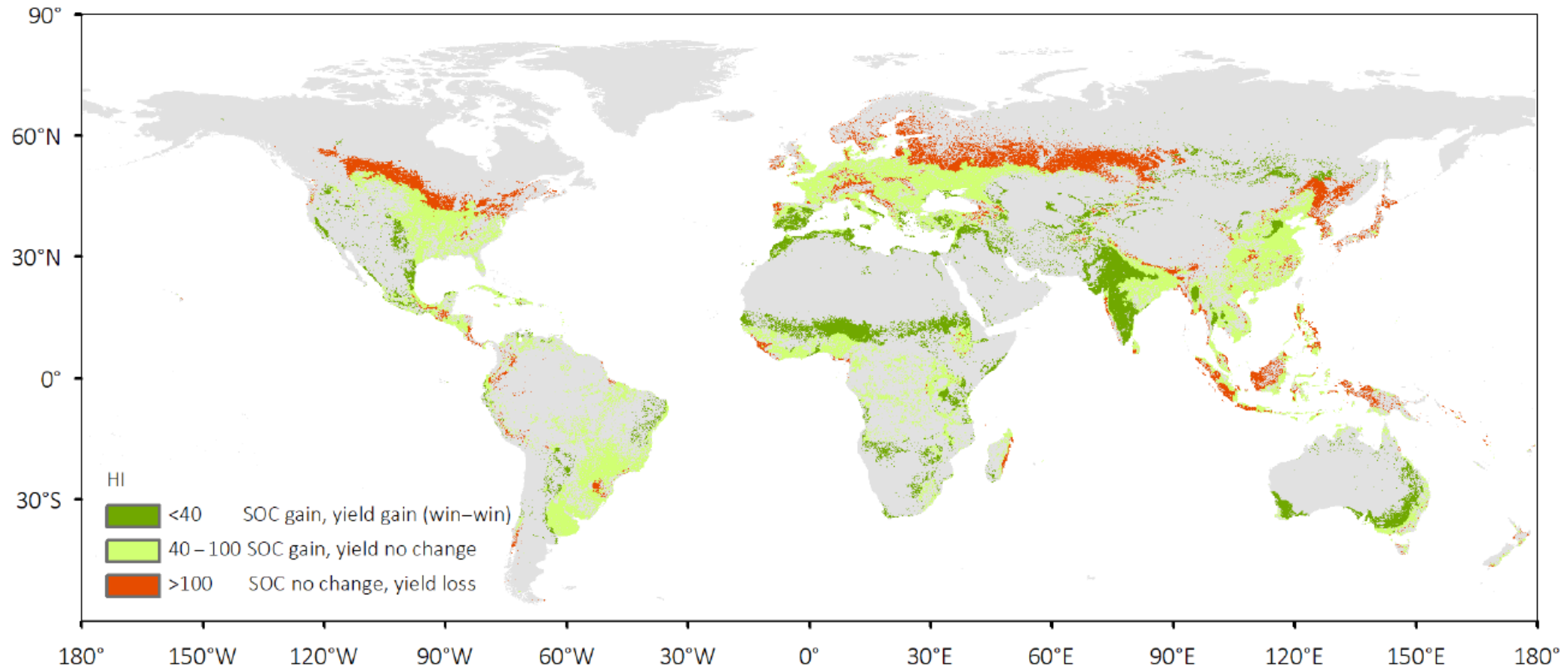


FIGURE 5 Global patterns of changes in soil organic carbon and crop yield after adopting conservation agriculture. The light green, green and red colours represent different humidity index (HI) levels and corresponding outcomes of adopting conservation agriculture derived from Figure 4a

Kulstoflagring i conservation agriculture

Jordbearbejdning

- Ingen/ringe effekt på kulstoflagring i fugtigt klima: 0 – 500 kg CO₂/ha
- Vigtigt at produktiviteten fastholdes / øges

Halmnedmuldning

- Effekt afhænger af alternative anvendelse (strøelse, bioenergi)
- Effekt fra forsøg, 0,2-0,4 t C/ha: 700 -1400 kg CO₂/ha
- Ved substitution af fossil energi, bliver effekten negativ

Efterafgrøder

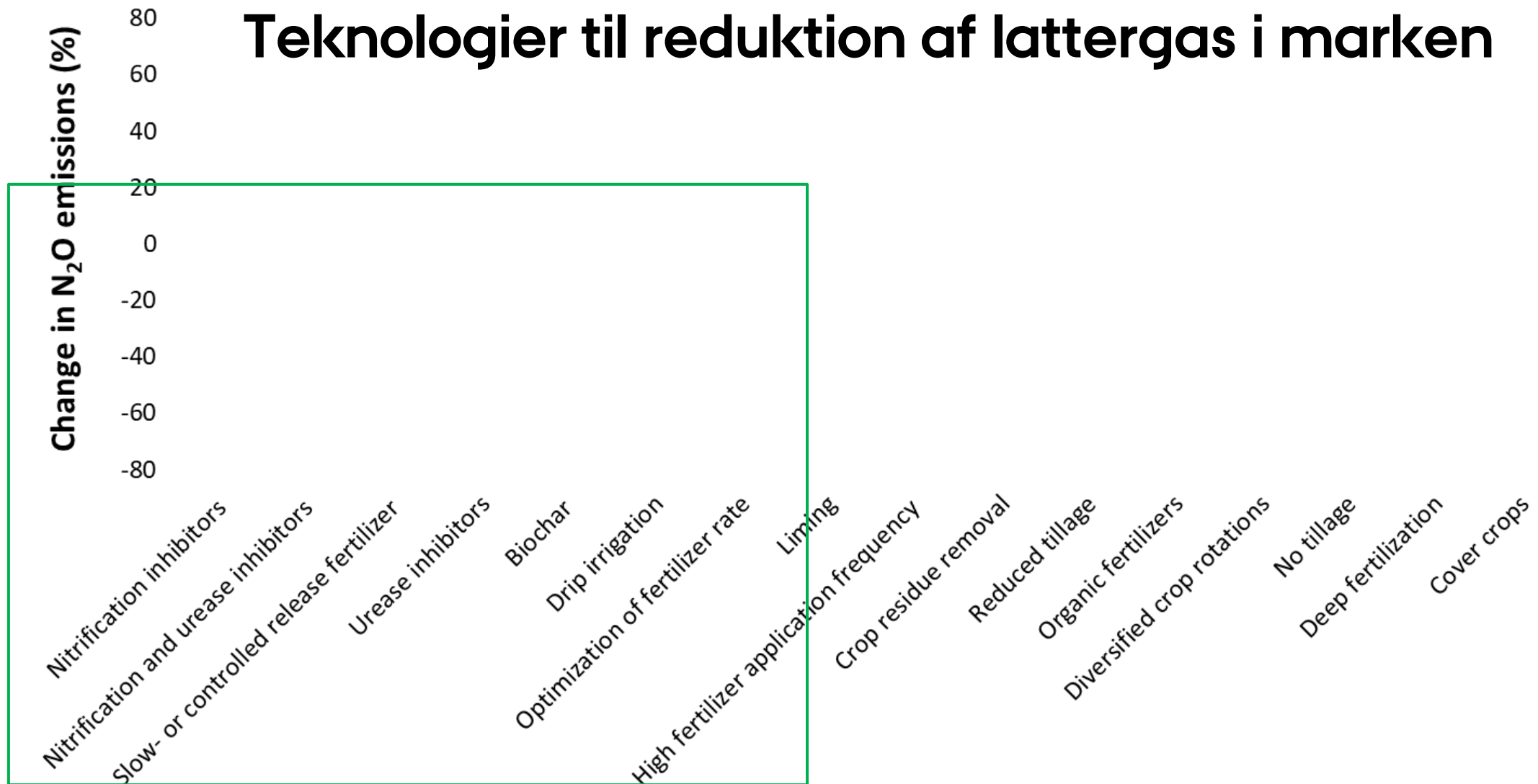
- Kulstoflagring afhænger af vækst i efterafgrøderne
- Standardeffekt ca. 0,2-0,3 t C/ha
- Effekt ved 25% efterafgrøder i sædskiftet: 250 kg CO₂/ha

Reduktion i alt: 950 – 2150 kg CO₂e/ha (negativ ved energiproduktion)

Tabel 9.1. Oversigt over effekter af pløjede kornbaserede systemer.

| | Drivhusgas |
|--------------------------------------|----------------|
| | Kulstof i jord |
| Reduceret jordbearbejdning | (↑) |
| Direkte såning | (↑) |
| Alsiddigt sædskifte og efterafgrøder | ↑ |
| Tilbageførsel af planterester | ↑ |
| Samlet CA effekt | ↑ |

Teknologier til reduktion af lattergas i marken



Teknologiske løsninger (fx inhibitorer, biokul) og gødningsoptimering har betydeligt potentiale (30-50%)

Fremtidens dyrkningssystemer skal opfylde mange funktioner – alle med aspekter af regenerativ landbrug

FUNKTION OG MANAGEMENT



Enårige afgrøder

- Mere biodiverse dyrkningssystemer, inkl. bælgplanter og blandinger
- Tidligere høst af korn og frø – forbedret etablering af efterafgrøder med mulighed for høst til bioraffinering (dobbeltafgrøder)



Foderafgrøder

- Græs-baseret foderproduktion baseret på blanding af flerårige arter



Flerårige dyrkningssystemer

- Nye produktive flerårige dyrkningssystemer (inkl. skovlandbrug)
- Integration med energiproduktion (inkl. solceller)



Management

- Nye gødskningssystemer (inkl. recirkulering af næringsstoffer)
- Præcisionslandbrug (sensorer, modeller and robotter)
- Planteforædling – fokus på resiliens, miljø/klima og effektivitet i forsyningskæden
- Bioraffineringsteknologier - upcycle biomasse fra hele landskabet
- Øge jordkulstof, flerårige afgrøder og biochar (integration med energi)

Refleksioner om regenerativt landbrug i Danmark

Udbredelse

- Pløjefri dyrkning breder sig
- Efterafgrøder er blevet et krav
- Afgrødediversitet er låst på produktionssystemerne
- Produktionssystemer er låst på regionale forskelle
- Ny kvælstofregulering kan blive afgørende for sædskifter

Jordkvalitet

- Ny EU regulering for jordsundhed

Klimabidrag

- Regenerativt landbrug har ringe effekt

Kvælstofudledning

- Afhænger af hvilket regenerative tiltag





AARHUS
UNIVERSITY