

Grøn omstilling med plus på alle bundlinjer

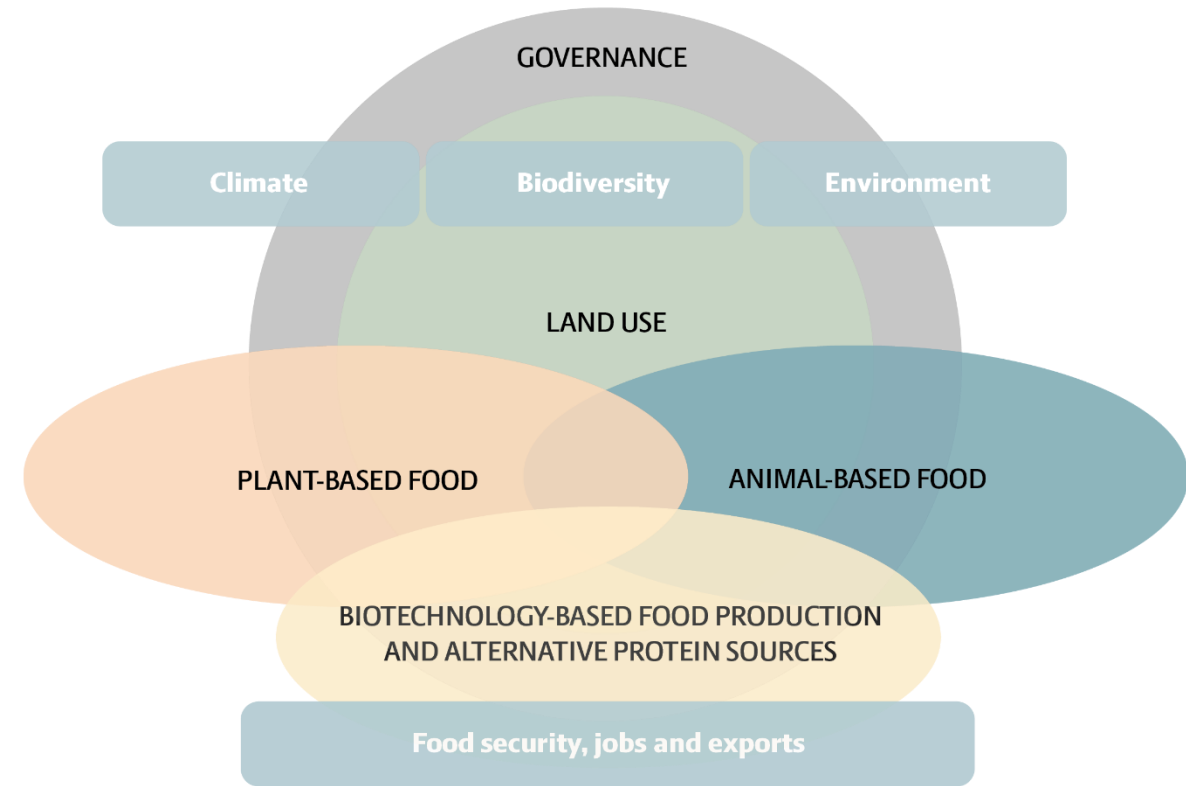
Professor Jørgen E. Olesen



Der er mange bæredygtigheds mål

- Lavere klima- og miljøpåvirkning
- Styrkelse af biodiversitet
- Mindre brug af pesticider
- Øget areal til andre formål (infrastruktur, natur, rekreation, klimatilpasning)
- Øget fødevareforsyning (+45% frem til 2050)
- Arbejdspladser og vækst i yderområder

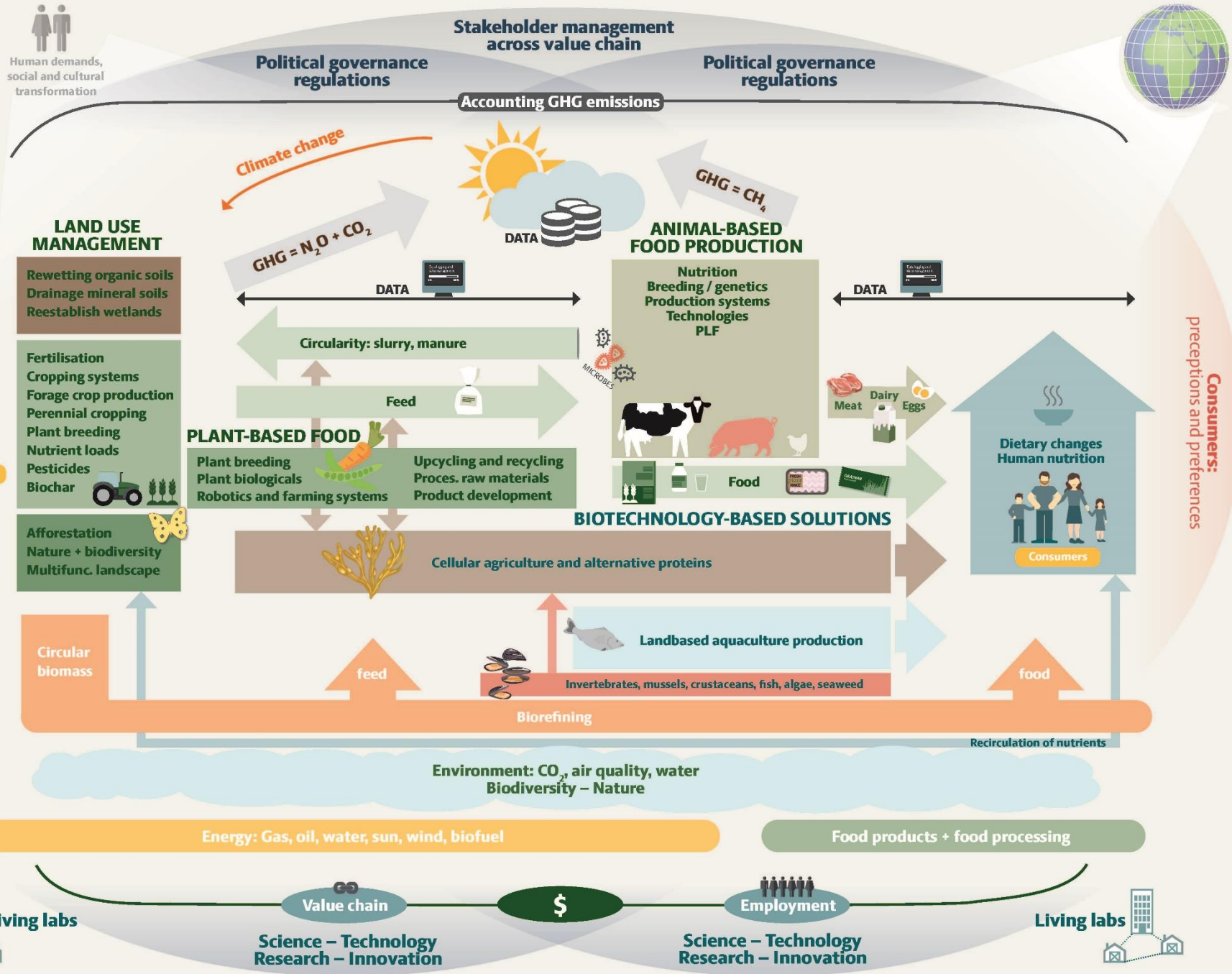
AgriFoodTure roadmap



Roadmap udviklet af AU, KU, DTU, SEGES

Det er komplekst !

GLOBAL FOOD SYSTEM



Klimagasser fra dansk landbrug

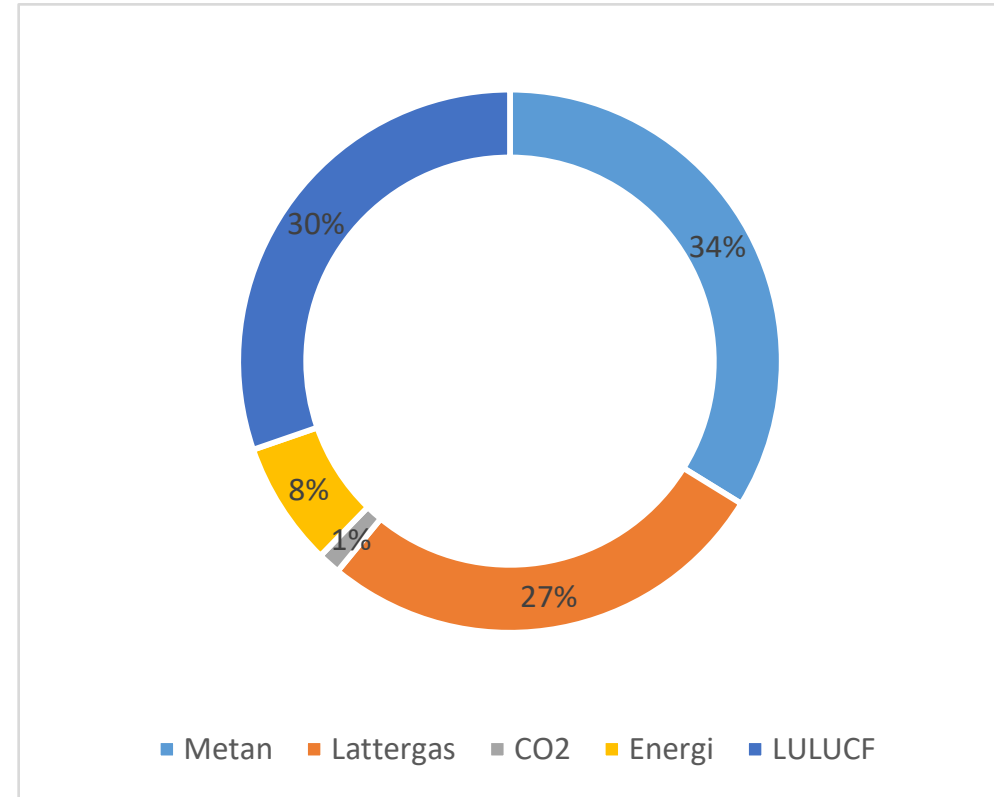
Landbrugets udledninger (territorial basis)

- Fordøjelse (CH₄ fra drøvtygger, kvæg)
- Husdyrgødning (primært CH₄ fra gylle)
- Jord (N₂O fra gødninger, planterester etc.)
- Energi (primært brændsler)
- LULUCF (primært dyrkede tørvejerde)

- **Landbrug + LULUCF:** 17.5 mio. t CO₂-ækv
- Reduceret med ca. 15% siden 1990
- 70% reduktion kræver nok reduktion på ca. 10 mio. t CO₂-ækv.

Metan er i virkeligheden undervurderet, da opgørelsen baserer sig på 100-års tidshorisont, effekten er 3 gange så høj på 20-års basis

Landbruget står for 35% af nationale udledninger



Reduktioner i klimagasser mod klimaneutralitet

| Source | Baseline | Reduction | | Reduction | |
|--|-------------------------|-----------|------------|-------------------------|--------------|
| | (Mt CO ₂ eq) | (%) | | (Mt CO ₂ eq) | |
| | 2018 | 2030 | 2050 | 2030 | 2050 |
| Enteric fermentation (CH ₄) | 3.77 | 40 | 70 | 1.51 | 2.64 |
| Manure management (CH ₄ , N ₂ O) | 2.81 | 50 | 90 | 1,41 | 2.53 |
| Fertilization (N ₂ O) | 2.83 | 40 | 70 | 0.91 | 1.60 |
| Crop residues (N ₂ O) | 0.61 | 10 | 40 | 0.06 | 0.24 |
| Ammonia volatilization (N ₂ O) | 0.34 | 20 | 40 | 0.07 | 0.13 |
| Nitrate leaching (N ₂ O) | 0.33 | 10 | 30 | 0.03 | 0.10 |
| Liming (CO ₂) | 0.24 | 10 | 20 | 0.02 | 0.05 |
| Energy use (CO ₂) | 1.25 | 50 | 100 | 0.62 | 1.25 |
| Organic soils (CO ₂ , N ₂ O) | 5.75 | 30 | 80 | 1.73 | 4.60 |
| Soil carbon (CO ₂) | - | - | - | 1.80 | 4.30 |
| Total | 17.37 | 48 | 100 | 8.16 | 17.44 |

Målene er ekstremt ambitiøse – og kræver ekstraordinære og koordinerede indsatser

Reduktioner i klimagasser mod klimaneutralitet

| Source | Baseline | Reduction | | Reduction | |
|--|-------------------------|-----------|------------|-------------------------|--------------|
| | (Mt CO ₂ eq) | (%) | | (Mt CO ₂ eq) | |
| | 2018 | 2030 | 2050 | 2030 | 2050 |
| Enteric fermentation (CH ₄) | 3.77 | 40 | 70 | 1.51 | 2.64 |
| Manure management (CH ₄ , N ₂ O) | 2.81 | 50 | 90 | 1,41 | 2.53 |
| Fertilization (N ₂ O) | 2.83 | 40 | 70 | 0.91 | 1.60 |
| Crop residues (N ₂ O) | 0.61 | 10 | 40 | 0.06 | 0.24 |
| Ammonia volatilization (N ₂ O) | 0.34 | 20 | 40 | 0.07 | 0.13 |
| Nitrate leaching (N ₂ O) | 0.33 | 10 | 30 | 0.03 | 0.10 |
| Liming (CO ₂) | 0.24 | 10 | 20 | 0.02 | 0.05 |
| Energy use (CO ₂) | 1.25 | 50 | 100 | 0.62 | 1.25 |
| Organic soils (CO ₂ , N ₂ O) | 5.75 | 30 | 80 | 1.73 | 4.60 |
| Soil carbon (CO ₂) | - | - | - | 1.80 | 4.30 |
| Total | 17.37 | 48 | 100 | 8.16 | 17.44 |

Målene er ekstremt ambitiøse – og kræver ekstraordinære og koordinerede indsatser

Metan fra husdyr

Ændret fodring og dyrehold

- Mere fedt
- Øget længde af laktation
- Fokus på forædling af foderafgrøder

Tilsætningsstoffer

- Nitrat
- 3NOP (Bovaer)
- Stoffet "X"
- Tang

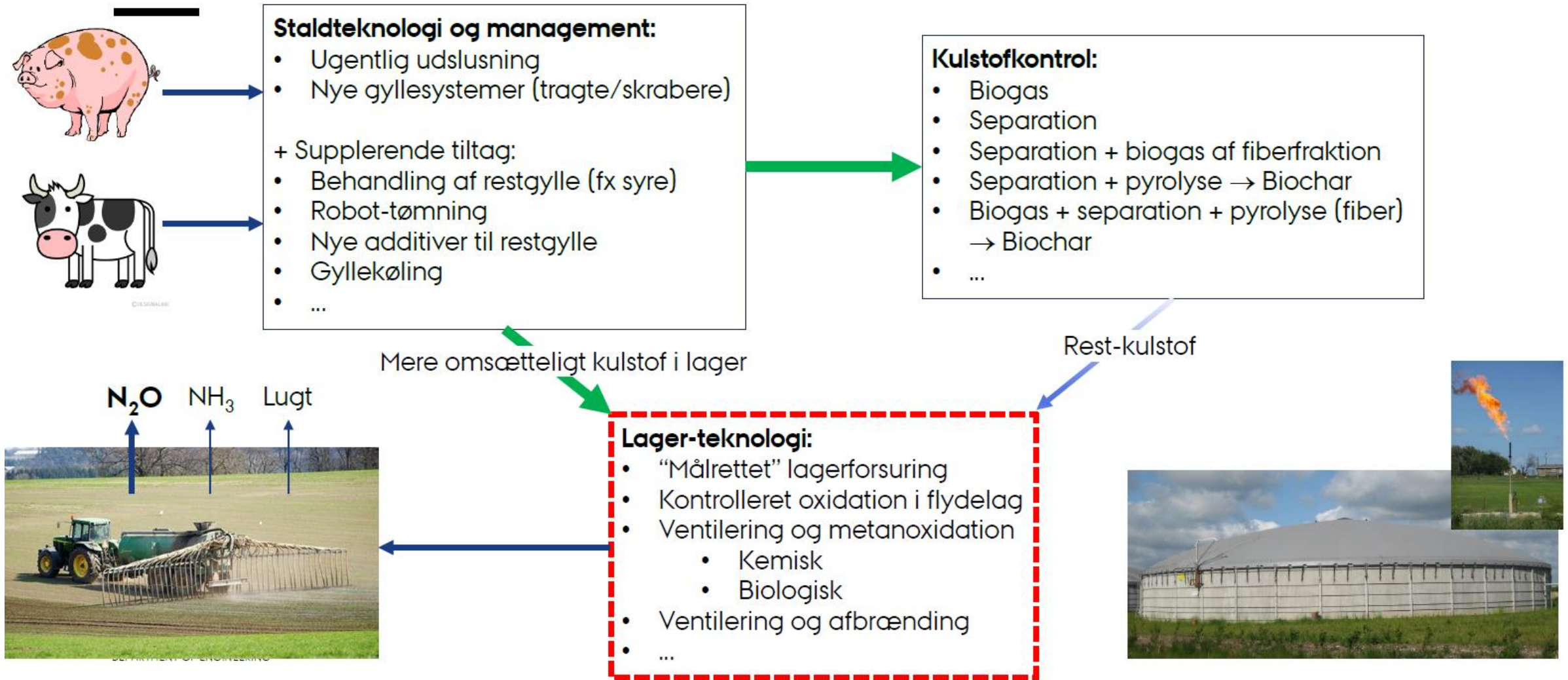
Avl og forædling

- Avl af dyr med lav metan

Opsamling af metan



Husdyrgødning



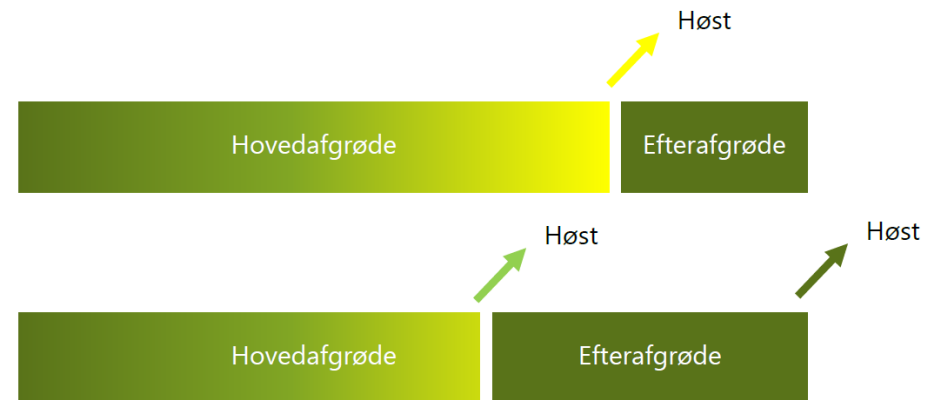
Muligheder i marken

- Biochar
- Nye høstteknologier
- Skånsom trafik
- Conservation agriculture
- Dræning
- Optimerede gødningsstrategier
- Græsdyrkning

Optimerede gødningsstrategier

- Gylle separation
- Nitrifikationshæmmere
- Bladgødsning
- Præcisionsgødsning
- Hovedsageligt reduktioner i lattergas
- direkte og indirekte

Nye høstteknologier



- Reduktion af lattergas og nitratudvaskning
- Hovedsageligt eksterne effekter afledt af øget produktion

Kulstoflagring

Øge jordens kulstof i dyrkningssystemer

- Flerårige afgrøder (især græs)
- Biokul

Kræver ændrede produktionssystemer

- Flerårige afgrøder (især græs)
- Biokul af halm, træflis og gyllefibre (pyrolyse)

Også andre mindre effektive muligheder

- Skov og skovlandbrug
- Efterafgrøder
- Halm



Kulstoflagring fra halm og planterester

Nedmuldning af halm

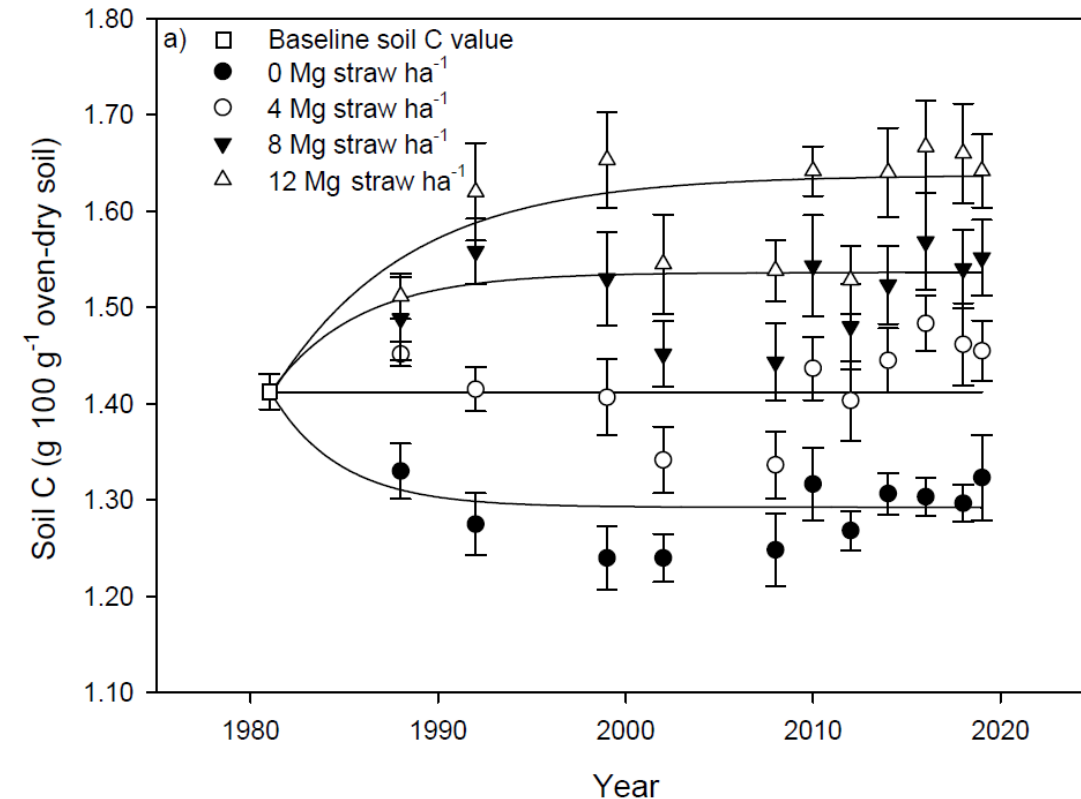
- Kulstoflagringseffekt af halm mætter over 10-15 år
- Nedmulding af 5 t halm/ha svarer til 1050 kg CO₂/ha

Halm til bioenergi

- Afbrænding på kraftvarmeværk erstatter naturgas: 2700 CO₂/ha

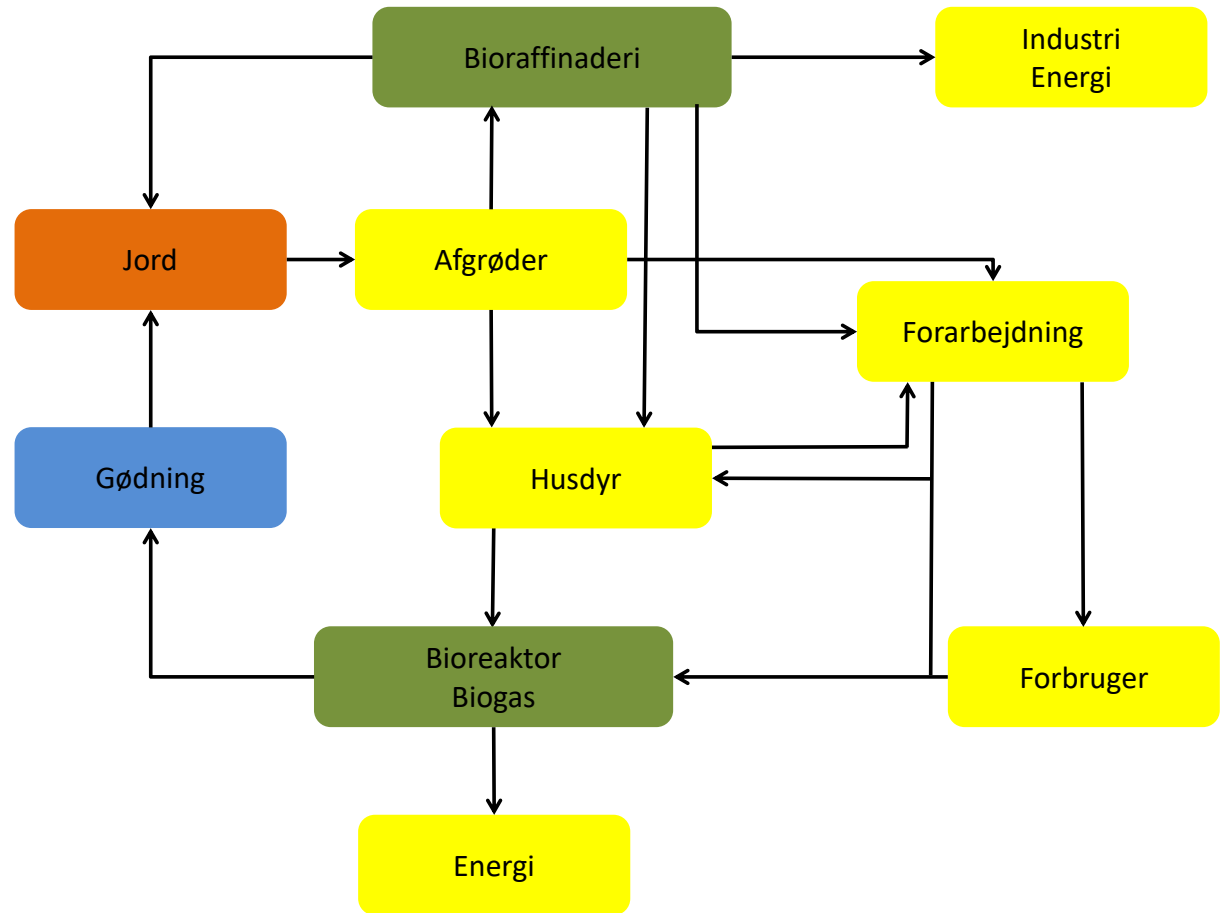
Alternativ udnyttelse af halm

- Biogas
 - Lidt mindre kulstoflagring end ved nedmulding
 - Næringsstoffer returneres
- Biokul
 - Stabilt kulstof (20-50% af input)
 - Ikke alle næringsstoffer returneres



Cirkulære løsninger

- Recirkulering af biomasse og næringsstoffer med opsamling af drivhusgasser (fx metan) muliggør
 - Lavere eksterne input
 - Højere effektivitet i produktionen
 - Lavere udledning gennem mindre spild
 - Energiproduktion (primært biogas)
- Nye bioraffineringsteknologier muliggør
 - Dyrkning af høj-produktive afgrøder med lav miljø- og klimapåvirkning som biomasse til bioraffinering
 - Erstatning for traditionelle foderafgrøder til husdyr, ingredienser til fødevarerindustri og til biomaterialer



Incitamenter til omstillingen

Der er mange barrierer :

- Teknologi
- Økonomi, investeringer
- Miljø og sundhed
- Regulering

Klimaværktøj på bedriftsniveau (SEGES/ØL)

- Grundlag for fremtidig offentlig regulering
- Grundlag for klimamærkning på produkter

Behov for at speede processerne op:

- Myndighedsbehandling
- Nye faciliteter (bioraffinering, biogas, pyrolyse)
- Partnerskaber
- Demonstration



Hvordan kommer vi i mål med et klimaneutralt landbrug?

Reduktion af landbrugets drivhusgasser er teknisk svært (mikroorganismer), men der flere muligheder for manipulation som kan forbedres

Øge jordens kulstof i dyrkningssystemer

- Flerårige afgrøder (især græs)
- Biokul

Behov for nytænkning

- Nye landbrugssystemer (flerårige afgrøder, mere effektive dyr, kunstigt kød og mælk)
- Nye teknologier (mikroorganismer)
- Nye afgrødesorter med specifikke egenskaber
- Integrere cirkulære teknologier (bioraffinering)



Landbrugsaftalen

Reduktionseffekter

| | Mio. t. CO ₂ e | | Kvælstof (t. N) |
|---|---------------------------|------------|-----------------|
| | 2025 | 2030 | 2027 |
| Nye indsatser | | | |
| Reduktionskrav for husdyrenes fordøjelse | 0,17 | 0,16 | 0 |
| Hyppigere udslusning af gylle | 0,15 | 0,17 | 0 |
| Reform af EU's landbrugspolitik | 0,38 | 0,38 | 1.550 |
| Udtagning af 22.000 ha lavbundsjord | 0,04 | 0,33 | 700 |
| Privat skovrejsning | 0,00 | 0,05 | 50 |
| Ekstensivering | 0,10 | 0,10 | 400 |
| Kvælstofindsats | 0,31 | 0,64 | 8.000 |
| Midlertidig reduceret hugst i skove | - | 0,07 | - |
| I alt (reduktioner) | 1,2 | 1,9 | 10.800 |
| Allerede besluttede | | | |
| Udtagning af lavbundsjord (FL20-FL21) | - | 0,3 | - |
| Øvrige tiltag | - | 0,2 | - |
| I alt allerede besluttede | | 2,4 | |
| Udviklingstiltag | | | |
| Brun bioraffinering | - | 2,0 | - |
| Gyllehåndtering ¹⁾ | - | 1,0 | - |
| Fodertilsætning | - | 1,0 | - |
| Fordobling af økologi | - | 0,5 | - |
| Udvidet lavbundspotentiale | - | 0,5 | - |
| I alt (udviklingstiltag) | - | 5,0 | - |
| I alt (reduktioner + udviklingstiltag) | - | 7,4 | - |



AARHUS
UNIVERSITY