

KLIMAVISION 2030

2. UDGAVE - 2024



Bæredygtigt
Landbrug

Indholdsfortegnelse

Forord	3
Fossilt contra cirkulært CO₂	4
Klimavisionen 2030	5
• CO ₂ optaget	6
• Energi	8
• Afgrøder	10
• Husdyr	12
• Gødning	14
Verdens befolkning vokser, og verden har behov for flere fødevarer	16
Nye teknologier udvikles til fremtidens produktion via forskning, udvikling og innovation	17
Referencer og ordforklaringer	18
Virkemidler	19

Forord

Landbruget kan og vil nå de fastlagte klimamål for landbruget i 2030 - samt målsætningerne for 2045. Det bliver svært, det bliver dyrt, det bliver hårdt arbejde, og vi kommer også til at anvende teknologier, der ikke er opfundet i dag. Vi bevarer optimismen ved at kigge tilbage på den udvikling, verden og ikke mindst den danske landbrugsproduktion har været igennem de seneste mange år – vi er næsten i mål med 2030, og godt på vej imod 2045.

Danmarks landbrugssektor har gennemgået betydelige effektivitetsforbedringer igennem de senere år, hvilket har reduceret den relative klimapåvirkning pr. produceret fødevarer. For eksempel kan højere udbytter pr. hektar eller pr. husdyr bidrage til at mindske emissionerne pr. enhed. Danmark producerer fødevarer med det laveste klimaaftryk i verden, det skal vi blive ved med – ikke mindst for klimaets skyld!

Danske fødevarer er minder, værdier og mødet mellem land og by, men det er mere end det. Danske fødevarer er de bedste i verden med ét af verdens laveste klimaaftryk pr. produceret enhed – det skal vi værne om. Vi skal dog stadig forbedre - og omstille os. Ligesom alle andre erhverv skal vi blive bedre hver eneste dag.

Vi ønsker at indlede en åben dialog om, hvordan vi bedst kan værne om klimaet, landbruget og de danske fødevarer på samme tid. CO₂-afgiften vil gøre de danske fødevarer dyrere, sende arbejdspladser til udlandet, hvor kvaliteten er lavere, og der bliver passet dårligere på klimaet. Vi skal hjælpe hinanden med at passe på de danske fødevarer.

De fleste danskere har en holdning til landbrugsproduktionen, og heldigvis er der generelt positiv opbakning til vores arbejde. Faktisk viser de seneste undersøgelser foretaget af Epinion på vegne af Altinget i 2023, at hele 68 % af befolkningen mener, at landbruget har en passende størrelse i Danmark. Der er vi naturligvis rigtig glade for, og derfor sætter vi også en ære i hver dag at forbedre os.

For klimaets, for danskernes, for verdens – ja, og for din skyld!

Klimaet er globalt – ikke lokalt

Klimaforandringer er en fælles udfordring, der kræver samarbejde fra og med alle nationer. Selv hvis et enkelt land reducerer sine CO₂-udledninger betydeligt, vil det ikke have den ønskede effekt, medmindre andre lande også deltager. Uden global handling kan problemet ikke løses.

Klimaforandringer og miljømæssige påvirkninger kan true verdenssamfundets langsigtede bæredygtige udvikling. En koordineret indsats på globalt niveau er afgørende for at sikre en bæredygtig fremtid. Flere internationale aftaler og organisationer, såsom Paris-aftalen under FN, arbejder på at tackle klimaforandringerne på globalt plan.

Når vi som samfund ønsker at gøre noget ved klimaforandringerne, er det vigtigt, at vi primært retter vores fokus mod udledningen af den CO₂, der skyldes afbrænding af de fossile energikilder som olie, kul og gas, idet det især er den stigende koncentration af CO₂ i atmosfæren, der medvirker til drivhuseffekten, og som ændrer klimaet på jorden.

Bæredygtigt Landbrug vil med denne Klimavision bidrage med konkrete tiltag til at nå klimamålene, men også påpege usikkerhederne ved bl.a. klimagasser i forbindelse med de biogene processer, hvor ny forskning og viden dokumenterer nye beregningsmetoder.

På vegne af Bæredygtigt Landbrug

Peter Kiær
Formand

Gustav Garth-Grüner
Næstformand

Niels Hauge Mikkelsen
Næstformand

Kim Koch
Adm. direktør

Jørgen Evald Jensen
Faglig direktør

DANSK er bedre!

Fossilt contra cirkulært kulstof

Kulstof findes i alle organiske forbindelser, herunder i de fossile brændstoffer som olie, kul og naturgas, der især gennem det seneste århundrede er udnyttet af menneskeheden og har medført den truende klimakrise. Men kulstof findes også i jordbunden og i planterne, for hvilke kulstof i form af kuldioxid (CO₂) er det betydeligste næringsstof. Kulstof bidrager med op til knap halvdelen af planternes tørstofindhold.

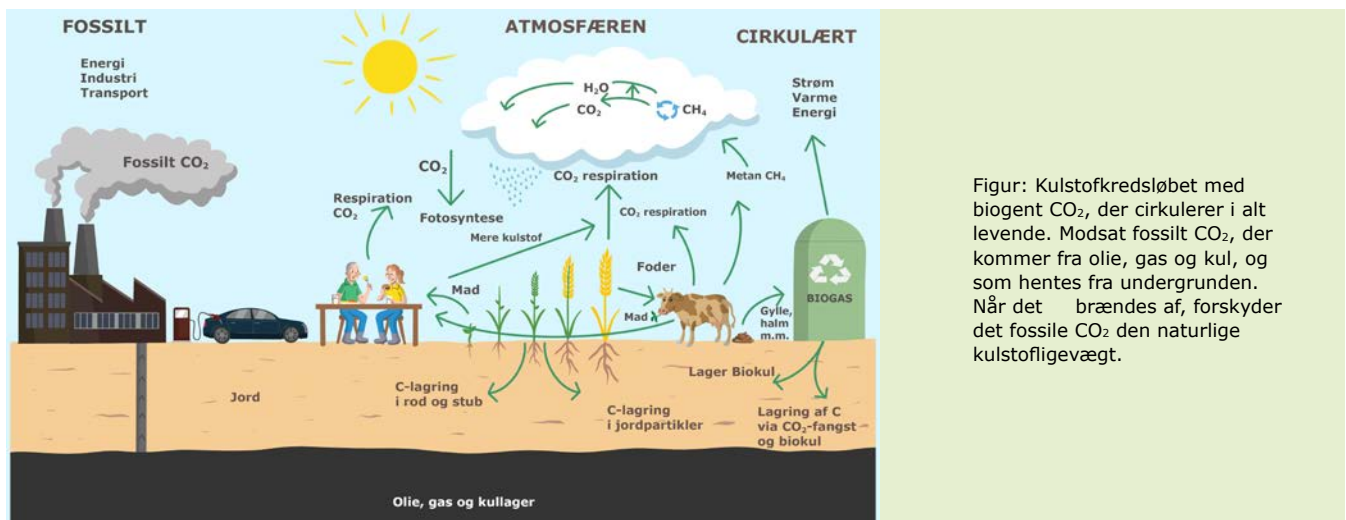
Kuldioxid (CO₂) er en kemisk forbindelse på gasform. Begge bestanddele af CO₂, nemlig kulstof og ilt, er vigtige byggesten for planterne. Ligeledes frigøres CO₂ fra jorden under nedbrydning af organisk materiale ved hjælp af jordens indhold af mikroorganismer, orme, m.v.

Fossilt kulstof

Fossilt kulstof i atmosfæren kommer primært fra kul, olie og naturgas, der er dannet for mange millioner år siden. Gennem de seneste 65 år er luftens indhold af CO₂ steget fra ca. 315 til 423,16 ppm (parts per million – dvs. antallet af CO₂-molekyler for hver million luftmolekyler), (NOAA, 2024), primært på grund af afbrænding af de fossile ressourcer. Reduktionen af fossile brændstoffer og overgangen til vedvarende energikilder spiller en central rolle i at bremse klimaforandringerne.

Biogent kulstof

Biogent kulstof cirkulerer i alt det levende, uden at det påvirker indholdet af CO₂ i jordens atmosfære. CO₂ frigøres nemlig også ved udånding fra højere organismer som dyr og mennesker, men det er CO₂, som stammer fra planternes optag fra luften. Det modsatte er fossilt CO₂, der kommer fra olie, gas og kul, og som hentes fra undergrunden. Når det brændes af, forskyder det fossile CO₂ atmosfærens naturlige kulstoflige vægt – som herefter bliver svær at tilbageføre. I en klimamæssig sammenhæng er det derfor afgørende at fokusere på reduktion af fossile CO₂-emissioner frem for biogent for at opnå den største mulige klimaeffekt.



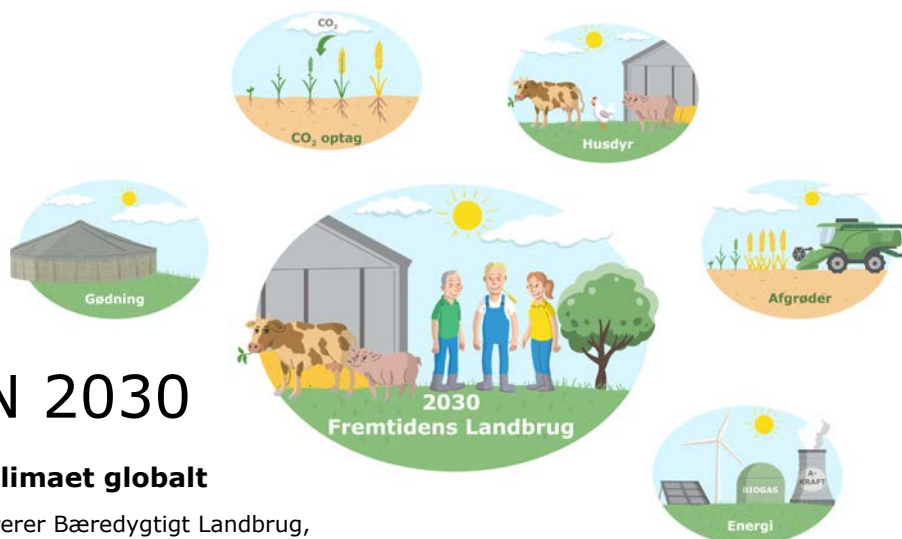
Figur: Kulstofkredsløbet med biogent CO₂, der cirkulerer i alt levende. Modsat fossilt CO₂, der kommer fra olie, gas og kul, og som hentes fra undergrunden. Når det brændes af, forskyder det fossile CO₂ den naturlige kulstoflige vægt.

Landbrugets udledninger af klimagasser

Landbrugets udledninger af klimagasser er primært resultater af biologiske processer og indrapporteres til FN's klimapanel (IPCC). Landbrugets udledninger omfatter følgende:

- Metanudledning fra husdyrenes fordøjelse og gødningshåndtering i stald og lager.
- Lattergasudledninger fra dyrkning af marker via omsætning af kvælstof fra bl.a. gødsning samt nedbrydning af afgrøderester.
- CO₂ fra energiforbrug og kalkning af landbrugsjord.

Metanudledningens opvarmningseffekt bliver indtil nu (juni 2024) i IPCC beregnet ved hjælp af en formel, som bliver kaldt GWP100 (Global Warming Potentiel over 100 år), men der er kommet mere præcise beregningsmetoder på området. Mere herom på s. 12. Lattergas har været beregnet efter de vedtagne internationale standardværdier brugt af IPCC, og ikke på baggrund af forsøg og målinger foretaget i dansk kontekst af Aarhus Universitet (Petersen, S.O. 2023). Nye opgørelser ved DCE (Nationalt Center for Miljø og Energi) af jordbundens kulstofpulje og binding af kulstof i biomasse er forbedret markant de senere år. Det er sket en ændring i jordbundens kulstofpulje og binding af kulstof i biomasse, herunder på dyrkede og udyrkede arealer, læhegn, markkrat og skove. Fra at udgøre en væsentlig belastning i det danske klimaregnskab, er det i dag blevet et aktiv med et netto CO₂-optag på ca. 0,4 mio. ton (jf. KF24). Anvendes de nyeste opgørelsesmetoder for metan fra biologiske processer samt de nationale emissionsfaktorer for handels- og husdyrgødning, så er resultatet, at de beregnede klimaeffekter af landbrugets udledninger reduceres til 3-4 mio. ton CO₂e i stedet for de ca. 12,9 mio. ton CO₂e, der fremgår af regeringens KF24 (Klimastatus og -fremskrivningen 2024).



KLIMAVISION 2030

Vi kan og vi vil forbedre klimaet globalt

Med Klimavisionen 2030 demonstrerer Bæredygtigt Landbrug, hvordan vi fremover kan producere endnu mere klimavenligt her i Danmark.

Dansk landbrug skal øge andelen af vedvarende energikilder som solenergi, vindkraft, gyllekøling, biogas og energi fra mælkekøling til drift af gårde og landbrugsaktiviteter. Solcelleanlæg på landbrugsbygninger, vindmøller på markerne og biogas kan hjælpe med at reducere landbrugets afhængighed af fossile brændstoffer. Vi kan også producere energi til mange andre, såsom opvarmning af boliger, strøm til virksomheder, biometan til tung transport, opsamling af CO₂, etc. Disse VE-kilder (vedvarende energi) kan ikke opfylde behovet i Danmark alene. Derfor skal vi også indtænke moderne A-kraft som en ny og vigtig energikilde i fremtidens energiproduktion, ellers vil vi ikke kunne levere nok strøm til private husstande, virksomheder og produktion samt det store elbil-net, som politikerne har planlagt skal rulles ind over Danmark. Der skal investeres i forskning og udvikling af nye teknologier, hvor metoderne er afgørende. Dette inkluderer udvikling af mere klimavenlige dyreholdsmetoder, præcisionslandbrug og brugen af dataanalyse for at optimere ressourceforvaltning.

Vi har inddraget nyeste viden og forskning fra de danske universiteter, flere internationale studier og rapporter. Derudover har vi inddraget EU's Farm to Fork-strategi. Herigennem kan vi dokumentere kendte klimavirkemidler, som vi vil anvende for at komme i mål med Klimavision 2030. Verdens befolkning vokser, og det betyder, at behovet for fødevarer vil stige. Der er flere munde at mætte i de kommende år, og det står vi i dansk landbrug klar til at hjælpe med at opfylde. Det kan og skal vi gøre med den mest klimavenlige landbrugsproduktion.

En vision for dansk landbrug for at nå i mål - dels med målsætningerne for 2030, dels med at blive klimaneutrale i 2045 - sigter mod at skabe en landbrugsproduktion med klimamål og miljømæssig bæredygtighed, samtidig med at det understøtter landbrugernes indkomst og styrker Danmarks position som et foregangsland inden for bæredygtig fødevarerproduktion.

Implementering af EU's Farm to Fork-strategi

Udspillet til strategien fra 2020 har både positive og mindre positive tanker, som vedrører europæisk landbrug. Det er ambitiøse målsætninger om et klimaneutralt landbrug i 2050 – hvilket dansk landbrug arbejder målrettet frem imod allerede at opnå i 2045.

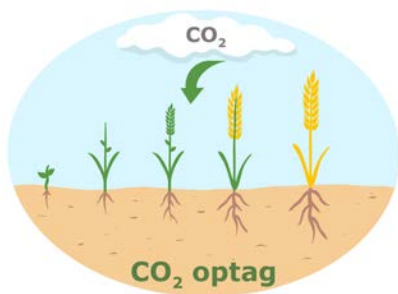
Det vil derfor være en uheldig udvikling, hvis Danmark, der i forvejen udnytter ressourcer bedre end mange andre lande, skal reducere brugen af hjælpepestoffer i samme omfang som andre EU-lande, hvor miljø- og klimabelastningen pr. produceret enhed er højere.

Der er allerede i dag en udflagning af produktionsgrenene fra Danmark, som er presset på omkostninger og dyrkningssikkerheden, f.eks. frugt og grøntsager. Udflagningen vil højst sandsynligt ske til tredjeverdenslande, hvor der er langt mindre fokus på ressourceudnyttelse, og vende eksportsucces til import.

Løsningen bør være, at vi fastholder produktionsgrenene der, hvor de bliver produceret mest effektivt, og hvor aftrykket er mindst. Når vi forsker og kombinerer ny viden med bedste praksis, udnytter vi de knappe ressourcer bedst muligt til gavn for både klima, miljø og økonomi.



Figur: Farm to Fork's mål for 2030 (Farm to Fork, 2023)



CO₂-OPTAG

VISION: Vi bør medregne planters optag af CO₂, når det fortrænger fossilt brændstof

Kulstofkredsløbet i landbrugets planteavl

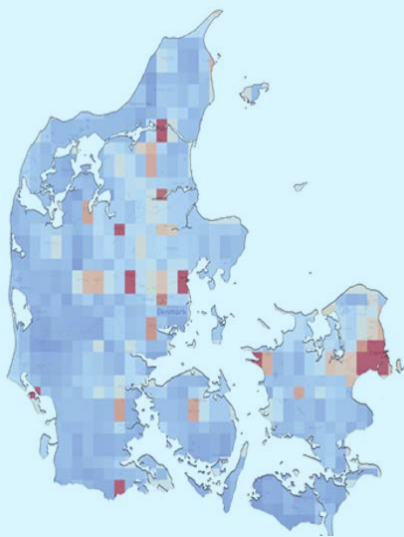
CO₂ er et kulstof på gasform og et nødvendigt næringsstof for planter. Begge bestanddele af CO₂, nemlig kulstof og ilt, er vigtige byggesten for planterne.

Gennem de seneste 60 år er luftens indhold af CO₂ steget på grund af udledning fra forskellige kilder som især afbrænding af kul, olie og naturgas. CO₂ frigøres også fra jorden under nedbrydning af organisk materiale ved hjælp af jordens indhold af mikroorganismer, orme m.v.

Man bør her skelne mellem det gamle kulstof fra de fossile kilder, som kul, olie og naturgas, og det kulstof, der cirkulerer i alt det levende ved hjælp af fotosyntesen – og har gjort det gennem årtusinder i menneskehedens historie, uden det har påvirket indholdet af CO₂ i jordens atmosfære frem til den industrielle revolution.

Vi kan dokumentere CO₂-optag fra markerne via satellit

I 2021 igangsatte Bæredygtigt Landbrug i samarbejde med CarbonSpace et projekt til estimering af CO₂-udveksling fra landjorden ved hjælp af satellitbilleder. Der måles både på CO₂-udledning og -optag, og der laves beregninger over en længere årrække, som viser den totale årlige udveksling af CO₂ i forskellige afgrøder og på forskellige jordtyper inklusiv jordpulje. Resultaterne er valideret dels på baggrund af beregninger efter internationale emissionsstandarder udført af rådgivervirksomheden DGE-group i okt. 2023 med udgangspunkt i arealerne på Holmegaard Gods. Dels via ICOS-baserede målestationer. Det er landbaserede målestationer, der måler drivhusgasser i atmosfæren og udveksling mellem atmosfæren, havet, samt udvalgte dyrkede og naturlige økosystemer for en længere årrække (icos-cp.eu, 2024).



Juni 2021

I Bæredygtigt Landbrugs projekt med satellitmåling af Danmarks CO₂-udledning kan man se, hvordan afgrøder og skove i vækstsæsonen optager store mængder CO₂ (de blå områder på kortet), og hvorledes større byer udleder store mængder CO₂ (de røde). Billedet fra marker og skove ændrer sig hen over efteråret, hvor der er en nedbrydning af planterester, ligesom jordens åndingstab overstiger planternes optag, når væksten går i stå.

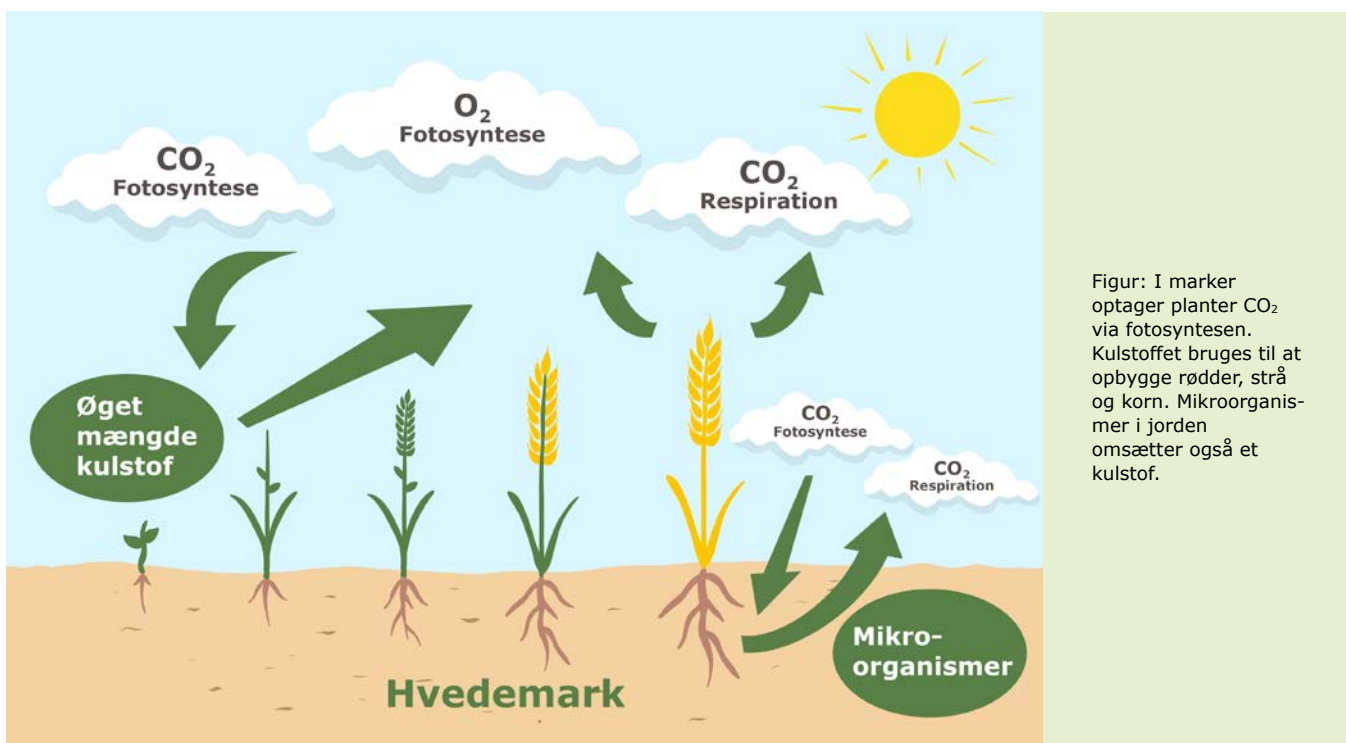
Når man ikke regner optaget af CO₂ på markerne med, får man ikke det fulde billede. Det er klart, at anvender man den dyrkede biomasse til fødevarer eller foder, så er CO₂ hurtigt på vej ud i kredsløbet igen. Anvender man det som brændsel, så fortrænger det fossile brændstoffer. Bruger man planterne til byggematerialer eller nedmulder dem i jorden, så reducerer man den mængde CO₂, der er i kredsløb. Jo mere biomasse man dyrker, jo mere CO₂ trækker man ud af luften. Den langsigtede effekt af at optage CO₂ i biomasse via fotosyntesen afhænger af, hvad man anvender den producerede biomasse til.

Projektet, som anvendte Holmegaard Gods som case, viste, at der er et stort optag af CO₂ i de almindelige markafgrøder.

Kulstofbalancen i den danske agerjord

På Askov Forsøgsstation har Aarhus Universitet unikke gødningsforsøg, der blev anlagt tilbage i 1894. Forsøgene er blandt de ganske få i verden, som er blevet videreført i mere end 125 år. Overordnet set har der i forsøgene fra 1923 til 1985 været et årligt fald i jordens kulstofindhold i størrelsesordenen 65 kg kulstof pr. ha, hvorefter der er sket en stabilisering (DCA, 2019). Nye forsøg tyder på, at kulstofindholdet er steget lidt på sandjord og faldet på lerjord, så gennemsnittet er tilsyneladende neutralt. Forskerne vurderer, at forskellene skyldes dyrkningsforholdene, hvor der typisk er flere græsmarker og mere husdyrgødning på sandjorden. Undersøgelsen er foretaget både på Askov Forsøgsstation, samt en større undersøgelse af jorden i kvadratnettet, der består af 600 måleflader fordelt over hele Danmark (Andersen, 2023).

De faktorer, der kan bidrage til at opretholde og forøge jordens humusindhold, er bl.a. græsmarker, halmnedmuldning og tilførsel af tilstrækkelige mængder kvælstof, fosfor og svovl, da binding af 1 ton CO₂ i jorden kræver ca. 18 kg kvælstof, 4 kg fosfor og 3 kg svovl. Det er således vigtigt, at jordens frugtbarhed opretholdes ved gødskning efter ligevægtsprincippet, da jordens kulstofindhold ellers falder.



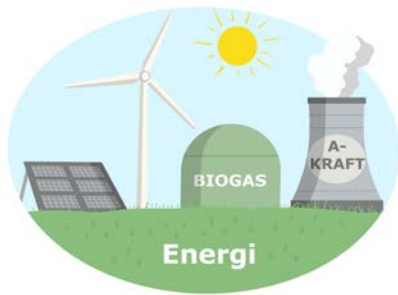
Figur: I marker optager planter CO₂ via fotosyntesen. Kulstoffet bruges til at opbygge rødder, strå og korn. Mikroorganismer i jorden omsætter også et kulstof.

Udtagning af kulstofrige lavbundslande

Planerne om at udtage 70.000 hektar lavbundede jorde i Danmark inden 2030 (Aftale om et Grønt Danmark, 2024), og omdanne dem til vådområder skulle gerne resultere i en klimagevinst, fordi den iltfrie jordbund i vådområder efter sigende skulle udlede mindre drivhusgas end iltholdige, dyrkede jorde.

I et større forskningsprojekt fra Biologisk Institut på Syddansk Universitet har man over en årrække monitoreret oversvømmelsen af et større landområde ved Gyldensteen Strand på Nordfyn. I 2014 blev områdets dyrkede lavbundslande oversvømmet som led i et naturgenopretningsprojekt udført af Aage V. Jensen Naturfond. Projektet er enestående i Danmark og Europa, hvorfor fonden finansierede en række forskningsprojekter, der har til hensigt at lære mere om, hvad der sker, når tidligere landbrugsjord omdannes til vådområder. Monitoring over flere år viser, at området oversvømmet med mere end 10 cm ferskvand medfører en kraftig metan-frigivelse. Det samme er ikke tilfældet, når der bliver oversvømmet med saltvand, pga. indholdet af sulfat, som hæmmer de metan-producerende bakterier. Forskerne anbefaler derfor at oversvømme de kulstofholdige arealer med havvand (saltvand), hvor det er muligt.

Hvis oversvømmelse med ferskvand ikke skal resultere i en forværring af klimaet pga. udledning af metangas, så henvises der til, at det vil kræve en meget langsigtet indsats med hyppig styring, vedligeholdelse og aktiv genetablering. Herigennem vil man kunne få fordelene ved ferskvandstilførslen, som dæmpelse af oversvømmelser, lagring af kulstof, tilbageholdelse af overskydende næringsstoffer og stimulering af biodiversiteten (Pedersen S.G.G. 2023). Alternativt skal arealet fremstå som en fugtig eng, hvilket mange af arealerne allerede gør i dag. Ny forskning vil vise, om humusindholdet i stedet kan bevares ved hjælp af nye og alternative ekstensive dyrkningsmetoder.



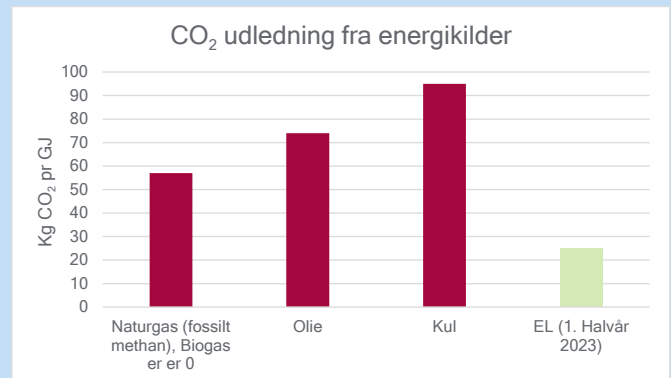
ENERGI

VISION: Vi skal straks have udfaset kul

Kul forurener meget

Kul er uden sammenligning den fossile energikilde, som udleder mest CO₂ pr. energienhed. Derfor bør forbruget af kul straks stoppes. Indtil der findes tilstrækkelige grønne energikilder, kan der spares 40 % CO₂e blot ved at skifte kul ud med fossil naturgas. Elnettet bliver heldigvis mere og mere grønt, men da en del af strømmen stadig bliver produceret på kul, er der stadig kun en besparelse på ca. 55 % CO₂e ved brug af el fremfor naturgas, viser tal fra 1. halvår 2023 fra Energistyrelsen.

Det er derfor vigtigt, at vi som samfund har fokus på vedvarende energikilder, idet vi ser et voksende behov for el frem mod 2030, og med et begrænset areal til opførelse af nye VE-kilder som solceller og vindmøller er vi nødt til også at kigge på el fra andre fossilfri kilder såsom biogas og moderne A-kraft.



Kilde: Energistyrelsen, 2024

Biogas er en fossilfri ressource

Opgraderet biogas består ligesom naturgas af metan, men der er en væsentlig forskel. Det kulstof, der er i biogas, stammer fra planterne og er en del af det kulstof, der cirkulerer i det, vi kalder biosfæren, der omfatter alle levende organismer og deres interaktioner. Så hver gang vi erstatter naturgas med biogas, hindrer vi nye emissioner af fossilt kulstof i at nå atmosfæren.

Når biogassen opgraderes, bliver der 60-62 % metan, der kan sendes i det danske gasnetværk, som på sigt kan bruges i lastbiler og tunge maskiner. Hovedparten af de sidste 38-40 % er CO₂, der kan opsamles og ledes tilbage til undergrunden eller f.eks. kan omdannes sammen med brint til biogent metanol eller til flybenzin. Den såkaldte PtX-proces (Biogas Danmark, 2023).

Potentialet for biogas 2030

Bedre gyllehåndtering i form af hurtigere udpumpning fra stald og gyllekøling øger biogaspotentialet fra gylle og anden husdyrgødning.

Der vil være rigelig biomasse til at dække gasforbruget i 2030 og medføre en disponibel mængde til tung transport og eksport.

Det er realistisk, at nettoklimaeffekten af biogas i 2030 kan bidrage med 4,5 mio. ton CO₂e foruden ca. 2 mio. ton i CCS eller PtX e-metan (Biogas Danmark, 2024).

Dette forudsat, at landbrugets leverancer af husdyrgødning og halm klimamæssigt godskrives erhvervet.

Der er mange alternativer til biogas: Men det er kun biogas, der har en infrastruktur, en kendt pris og vigtige miljø- og ressource-mæssige sidegevinster såsom opsamling af CO₂ til CCS (CarbonCapture and Storage).

Effekter af biogasudbygning	Energistyrelse		Biogas Danmark	
	2022	2030	2030	2035
Biogasproduktion, PJ	29	52	57	60
Biogasandel i gasnet, pct.	32	100	100	100
Gasforbrug, PJ	77	52	57	60
Heraf fra gasnettet	70	43	37	29
Heraf udenfor gasnettet	6	7	3	1
Heraf disponibel til transport og eksport	1	2	17	30
PtX potentiale, PJ				
E-metan	15	30	36	40
E-methanol	8	16	19	21
Netto klimaeffekt (mio. ton CO₂-ækv.)	1,8	4,4	5,3	5,9
Heraf fossil fortrængning	1,8	3,1	3,8	4,5
Heraf pyrolyse gas	0,2	0,4	0,4	0,4
Heraf reduktion i landbrug	0,2	1,0	1,1	1,2
Heraf biochar	0,1	0,3	0,3	0,3
Heraf metantab og eget forbrug	-0,5	-0,4	-0,4	-0,4
Reduktionspotentiale (mio. ton CO₂-ækv.)				
Potentiale CCS	0,8	1,7	2,0	2,2
Potentiale PtX e-metan (transport)	1,1	2,2	2,7	2,9
Potentiale PtX e-methanol (transport)	0,6	1,2	1,4	1,6
Cirkulær økonomi				
Reduceret kvælstofudledning, ton N	400	1.475	1.600	1.650
Fosforindhold i afgasset biomasse, ton P	17.950	34.250	37.450	37.450

Figur: Prognoser for udbygningen af danske biogasanlæg fra hhv. Energistyrelsen og Biogas Danmark, 2024.

Vedvarende energi – sol & vind

Det er vigtigt i fremtiden at forbinde stigende mængder flygtig produktion af vedvarende energi fra f.eks. sol og vind med energifeterspørgslen. Det er en energiproduktion, som er afhængig af dels sæson og dels døgnrytmen, hvilket er problematisk, idet efterspørgslen ofte følger et andet forbrugsmønster. På lang sigt vil der givetvis blive udviklet bedre muligheder for energilagring. Indtil da er det essentielt, at biometan som energikilde og den eksisterende gasinfrastruktur er en integreret del af energiproduktionen. For at komme i mål med denne del af den fossilfrie omstilling må man have et holistisk syn på hele fødevareproduktionen. Med andre ord og i korthed: Fra bæredygtig produktion af afgrøder på marken over husdyrproduktion til energiproduktion og vedligeholdelse af jordens kulstofindhold. En del af teknologierne kendes i dag, mens andre skal udvikles. Nedenfor ser vi nærmere på mulighederne for at øge kulstofbinding i landbruget.

Incitamenter til øget kulstofbinding i landbruget

Australien var i 2014 det første land i verden, der ad frivillighedens vej og med økonomiske incitamenter fremmede en landbrugspraksis, der reducerer erhvervets negative klimapåvirkninger. Frivillighed og mulighederne for en økonomisk gevinst har fået mange australske landmænd til at indføre nye dyrkningsmetoder, der udover værdi for kulstofbinding f.eks. også kan øge biodiversiteten og de hydrologiske forhold. Det er erfaringen, at ny praksis skal bygge på videnskabelige grundlag og bidrage til gårdens økonomiske afkast. Hvis de gør det, vil landmændene anvende dem (Dumbrell et al, 2016). Det er blandt landmænd almindelig viden, at øget kulstoflagring i jorden kan forbedre jordens struktur, reducere erosion, øge jordens vand- og næringsstofkapacitet, og at disse faktorer er positive for jordens frugtbarhed. Flere og flere landmænd arbejder med reduceret jordbehandling. Gødskning stimulerer plantevæksten og fremmer tilførsel af kulstof, der er dannet ved fotosyntesen, når planterester nedbrydes, og en lille del indgår i humuspuljen.

Biokul (CCS)

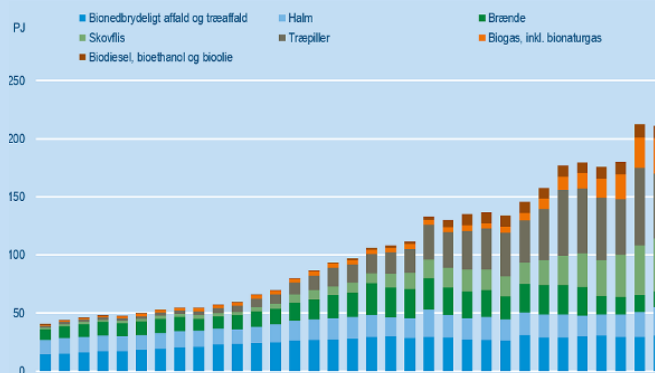
Til at forvandle biorester af f.eks. halm til små langsomt nedbrydelige kulstoflagre, skal man bruge en teknologi, der kaldes pyrolyse. Processen indebærer, at biomasse fra f.eks. halm opvarmes til temperaturer på omtrent 500 grader, uden der er ilt til stede. Under opvarmningen nedbrydes materialet uden at blive brændt af, og på den måde bliver halvdelen af biomassen til biokul. Den anden halvdel forvandles til en brændbar gas, hvor dele af gassen f.eks. kan anvendes til produktion af syntetisk flybrændstof (kerosen) eller bruges til at opvarme vores huse (Tsolis et al. 2023).

Årsagen til, at biokul er mere stabil i jorden, er, at pyrolyseprocessen binder kulstof mere stabilt, og der er efterfølgende ingen mikroorganismer i jorden, der kan omsætte kulstoffet, og omsætningen bliver derfor en træg proces, hvor der afgives minimalt til atmosfæren igen (Wang et al., 2022). Landmændene har dog svært ved at få lov at anvende biokul. Det skyldes, at biokul indeholder forholdsvis meget fosfor, hvor kun en meget lille del er tilgængelig for planterne (Xiang et al., 2021). Hele fosformængden skal dog tælles med i landmandens gødningsregnskab. Der kan derfor være et problem med at sprede biokul på marker, da man ikke må overskride fosforloftet, som reglerne er nu.

Halm til energiformål

Halm, træpiller, biogas og andre energiholdige råvarer baseret på biomasse betragtes i henhold til vedtagelser i FN's klimapanel (IPCC) som vedvarende energikilder og bliver i stigende grad brugt på danske kraftværker, i virksomheder og i husstande. I 2022 brugte Danmark 211 petajoule (PJ) energi fra biomasse, og det er en stigning på 18 % siden 2018. De største stigninger ses i brugen af biogas og skovflis, som begge er vokset med 17 PJ på fem år (dst.dk, 2023).

Det bjærgede halmudbytte udgør i gennemsnit godt 3 mio. ton hvoraf op mod halvdelen anvendes til energiformål på især kraftvarmeværker, hvor det bidrager med ca. 20 PJ årligt og erstatter op mod 0,5 millioner ton olieækvivalenter, og giver en fossil fortrængning på 1,3 mio. ton CO₂ (dst.dk, 2023).



A-kraft

Klimakrisen og verdens stigende energiforbrug nødvendiggør, at der bliver udviklet sikre, omkostningseffektive og skalerbare energiteknologier, der kan nedbringe CO₂-udledningen på globalt plan og sikre en høj grad af forsyningssikkerhed. Udviklingen inden for atomkraft går stærkt, og teknologien har rykket sig markant især gennem de sidste ca. 15 år. Udover at der etableres nye såkaldte generation IV-kraftværker, som en videreudvikling af store, traditionelle atomkraftværker, arbejdes der på at udvikle små, modulære reaktorer. Disse adskiller sig fra de traditionelle værker både ift. størrelse, ydelse og opbygning (DTU, 2024). Fordelene ved A-kraft som energikilde er:

- A-kraft udleder meget lidt CO₂ sammenlignet med fossile brændsler.
- A-kraft kan producere elektricitet pålideligt og kontinuerligt, hvilket gør det til en stabil kilde til elektricitet og bidrager til at reducere drivhusgasemissioner.
- A-krafts produktion kan i modsætning til vedvarende energiformer som sol og vind reguleres efter behov.
- I dag udvikles der mindre SMR'er, atomkraftreaktorer (container-løsninger), der ifølge udviklerne vil være mere økonomiske, have bedre sikkerhed, skalerbarhed og potentiale for enklere etablering.

Vi tror på, at A-kraft bliver én af fremtidens energikilder som et stærkt kort til at nedbringe og stoppe de fossile brændstoffer til brugen af opvarmning og elektricitet.



AFGRØDER

VISION: Vi udvikler planteproduktionen i klimaneutral retning

Kan plantedyrkning blive klimaneutral

År 1900 bruges som referenceår i vandmiljøsammenhæng, men dengang var Danmarks indbyggertal 2.400.000, og over halvdelen af befolkningen boede i landområder. Dengang var vi ikke klimaneutral, for vi gravede tørv og importerede kul og koks for at opvarme bygninger. Folk var fattige, udvandringen stor, og den danske dyrkningsjord var udpint og udbytterne begrænsede. Den situation skal vi ikke tilbage til.

Udbytterne er siden mangedoblet, og når vi i dag vurderer, hvordan planteavl kan reducere udledninger fra indsatsfaktorer, vil vi ud over græsmarker, halmnedmuldning og evt. conservation agriculture pege på nogle konkrete indsatsfaktorer til at optimere udbytterne og reducere udledningen af lattergas. Netop reduktion af lattergas kan give rigtig god mening, da udledning af et kg lattergas har en klimateffekt, der modsvarer udledningen af 265 kg CO₂e (IPCC, 2023), som følge af tilførsel af handels- og husdyrgødning samt umodne planterester.

Nedenfor vil vi se nærmere på de forskellige muligheder for at gøre noget inden for planteproduktionen.

Nedmuldning af halm

I forbindelse med de nationale opgørelser af drivhusgasudledninger er der opstillet retningslinjer for beregning af kvælstof (N) i planterester, når disse nedbrydes biologisk under frigørelse af bl.a. lattergas. Ny forskning tyder dog på, at modne planterester som halm kun nedbrydes langsomt. Resultatet er, at udledningen er mindre i dansk sammenhæng end i de internationale emissionsfaktorer anvendt fra IPCC, imens umodne planterester såsom efterafgrøder, grøntsager og græs har større udledning af lattergas.

Nyere forskning af Jensen et al. (2022) henviser til, at der ved tilførsel af 4 ton halm/ha med et kulstofindhold på 42 % vil være stabiliseret hhv. 0,24 ton og 0,05 ton kulstof pr. ha i jorden efter hhv. 20 og 100 år. I Andersen et al (2023): "Virkemidler til reduktion af klimagasser i landbruget, Rådgivningsrapport fra DCA – Nationalt Center for Fødevarer og Jordbrug 2023" anføres følgende sammenligning til halm: "For 4 ton halm (med et C-indhold på 42 %) tilført til 1 ha, vil der efter 20 og 100 år være stabiliseret hhv. 0,24 og 0,05 ton C, forklaringen er, at der er tilført ca. 1,7 ton C, hvoraf hhv. 14 % og 3 % er indlejret i jorden efter 20 og 100 år".

Flerårige energiafgrøder

Det er tidligere vurderet, at flerårige energiafgrøder kan øge jordens kulstofindhold sammenlignet med almindelig korndyrkning uden efterafgrøder, svarende til en binding på 1,57 ton CO₂ pr. ha pr. år (Olesen et al., 2013). Der er dog betydelig usikkerhed omkring denne størrelse, da der kan findes meget forskellige resultater i litteraturen. I 2022 er der registreret 4.913 ha med pil, 3.217 ha med poppel samt 87 ha med elefantgræs, der modtager hektartilskud (Landbrugsstyrelsen, 2022).

Over de seneste år har interessen for at plante biomasseafgrøder med fokus alene på energiudnyttelse været for nedadgående, og arealerne har været svagt faldende, da priserne har været lave. Flerårige energiafgrøder skønnes fortsat i 2024 ikke at være attraktive i forhold til fødevarerproduktion.

Pløjefri dyrkning og Cultivation Agriculture

En ny opgørelse fra Danmarks Statistik (2024) viser, at ca. 25 % af omdriftsarealet dyrkes pløjefrit. Pløjefri dyrkning påvirker især emissionerne relateret til energiforbrug til jordbearbejdning af marken. Dertil kommer fordele ved forbedret jordstruktur, permeabilitet og mindre erosion, der kan være klimavirkemidler. Ulempen er, at det kræver optimale sædskifter, hvilket strenge danske regler for efterafgrøder begrænser mulighederne for. Ellers lader det sig ikke praktisere uden effektive ukrudtsmidler. Det er en dyrkningsmetode, som fortsat vinder frem i Danmark, og med tiden medvirker det til at opnå et nyt forbedret kulstofniveau i jorden (Carsten et al, 2023). Med EU's forventede politik for kulstofoptag og klimakreditter forventes pløjefri dyrkning og Cultivation Agriculture at blive et nyt klimavirkemiddel (Pressemeddelelse fra EU, feb. 2024).

Græsrigge sædskifter

Der er stor forskel i afgrøders CO₂-optag og lagring. Desværre er græsrigge sædskifters lagring af CO₂ ikke beskrevet særligt omfattende i Virkemiddelkataloget 2023 fra Aarhus Universitet, men satellitbaserede estimater fra CarbonSpace (jf. s. 6), tyder på, at vi bør regne med et nettooptag på 0,5 ton CO₂ pr. ha. Dette underbygges af undersøgelser i kvadratnettet, hvor kulstofindholdet blev målt i 1986, 1997, 2009 og 2018-2019 (Elsgaard, L. et al 2022). I vedvarende græsmarker (slæt) er målt kulstofoptag på 1100 kg kulstof pr. ha pr år - svarende til 4 ton CO₂ pr. ha pr. år (Andersen, 2023).

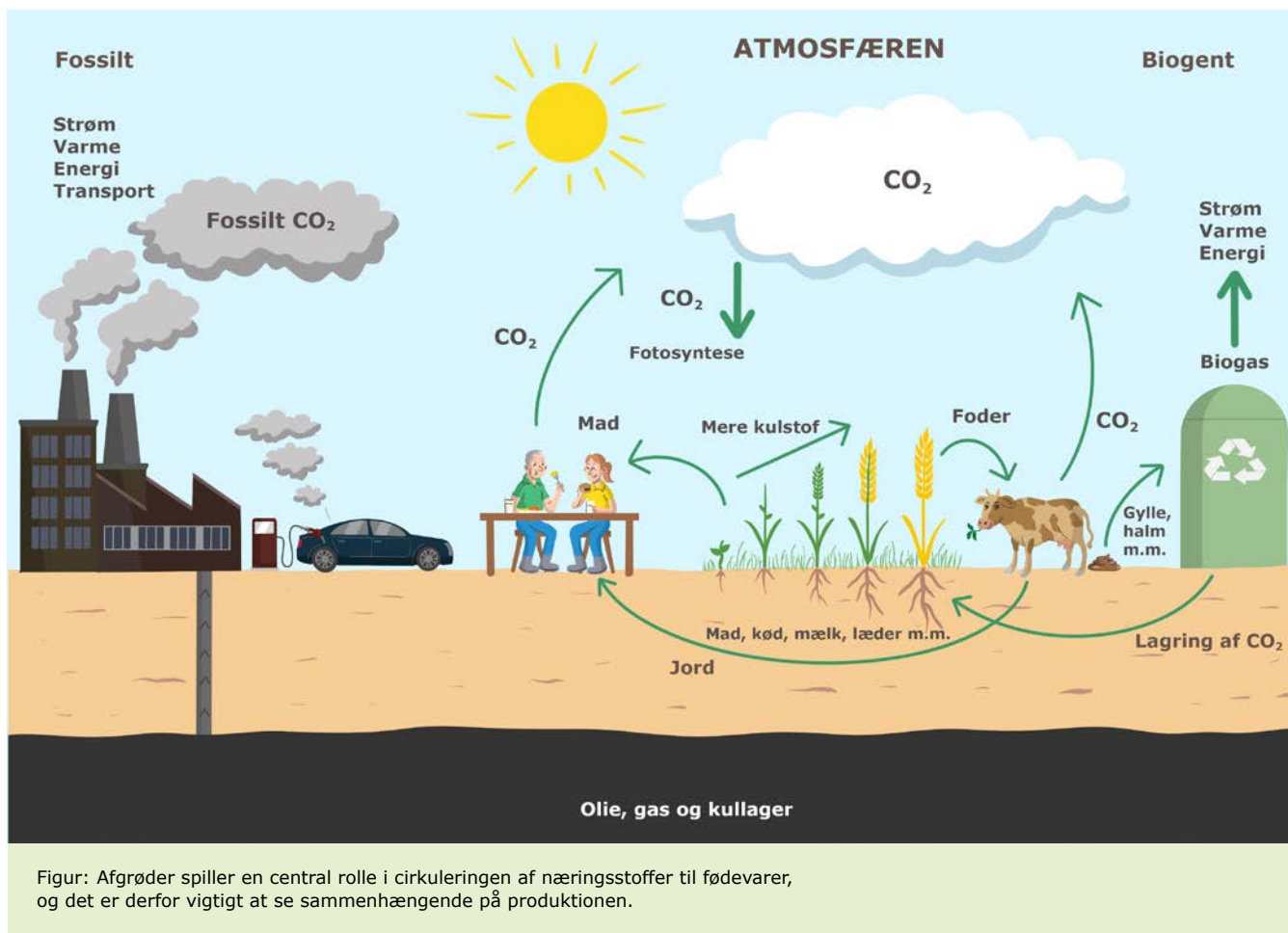
I nyere forskning var kulstoflagring i frøgræsmarker skønnet til 2,9 ton CO₂e pr. ha, men der var og er ingen empiriske data til at understøtte denne værdi, som bl.a. vil afhænge af håndtering af frøgræshalmen (Hansen et al., 2014). Fodergræs med bælglplanter og muligvis græs til protein vil over tid hæve jordens kulstofindhold betydeligt, indtil en ny ligevægt indtræffer. Der vil altså være forskellige muligheder for at øge optaget med græsrigge sædskifter, men der er brug for mere forskning på området.

Skove og læhegn

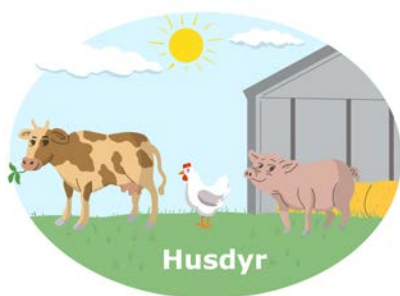
Både skove, læhegn og småbeplantninger er vigtige elementer i det åbne land, og de giver læ og forbedrer mikroklimaet for afgrøder, mennesker, planter og dyr. Læhegn og beplantninger har ofte en livscyklus på 50-60 år. I en stor engelsk undersøgelse har man fundet en årlig kulstoflagring svarende til 10 ton pr. ha (Drexler et al, 2021). Det vurderes, at der i Danmark er ca. 100.000 km læhegn med et samlet areal på ca. 50.000 ha, der således i alt kan optage 0,5 mio. ton CO₂/år. I gennemsnit tilplantes ca. 550 km nye læhegn årligt (KF24). Skov udgør 14,9 % (643.000 ha i 2022) af Danmarks areal (Dansk Skovstatistik, 2022). En veldrevet skov lagrer kulstof, og denne lagring bør komme indehaveren til gode. Lagringen er størst i en veldrevet nåleskov. Som tommelfingerregel kan man bruge, at 1 m³ tilvækst binder 1 ton CO₂. Denne nye skovmodel til beregningen af klimateffekten er grundigere og går helt ned på træniveau. Den forventes opdateret med læhegn og småbeplantningen i løbet af 2024, hvilket er positivt for klimaet (KF24).

Tilførsel af husdyrgødning og effekten på jordens kulstofindhold

I kontrollerede langvarige gødningsforsøg fandt man en signifikant øgning af jordens kulstofindhold på 200 kg kulstof pr. ha pr. år ved tilførsel af 30 ton gylle pr. ha med 5 % tørstof svarende til godt 0,7 ton CO₂ pr. ha pr. år (Elsgaard, 2020). Desværre skal dette optag modregnes af de udledninger af lattergas, der også finder sted ved anvendelse af flydende husdyrgødning.



Figur: Afgrøder spiller en central rolle i cirkuleringen af næringsstoffer til fødevarer, og det er derfor vigtigt at se sammenhængende på produktionen.



HUSDYR

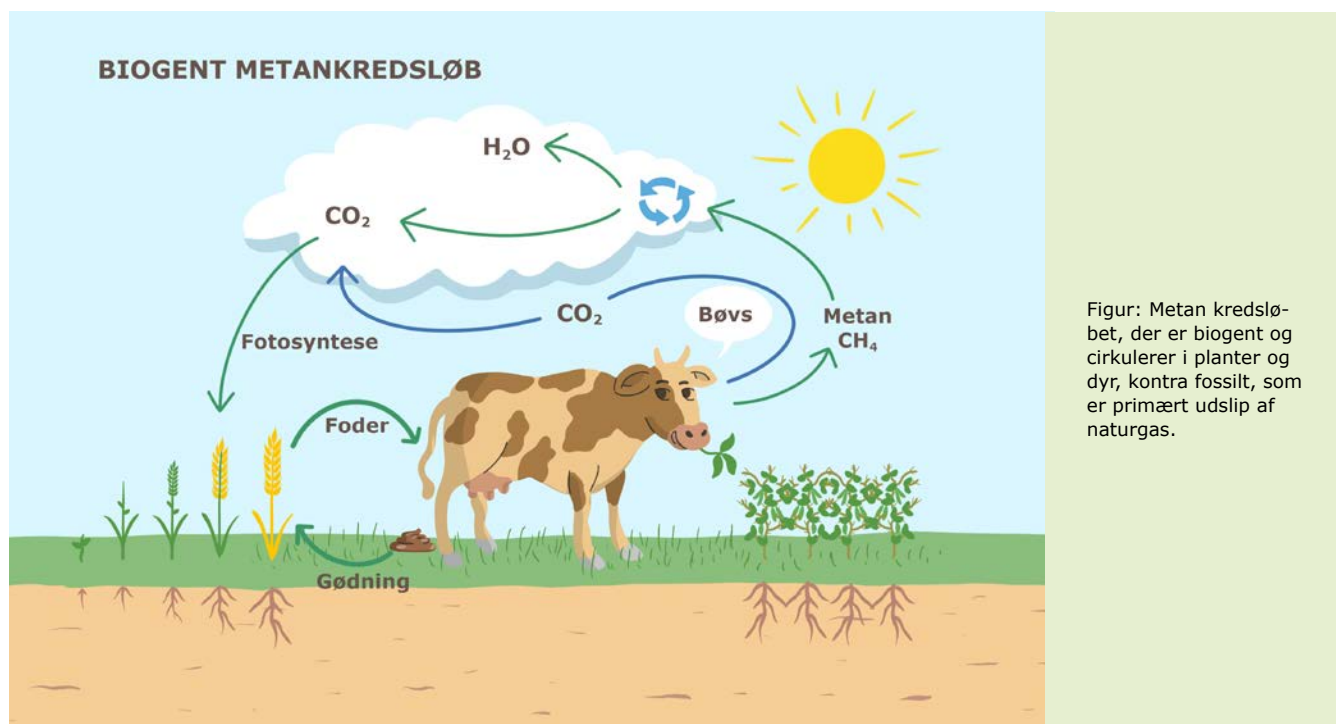
VISION: Vi vil fortsat forbedre en klimavenlig husdyrproduktion

Husdyrproduktion som ressource

Bæredygtigt Landbrug tror på, at landbruget kan levere reduktioner af klimagasudledninger, når man følger de faglige og videnskabelige metoder, der løbende forskes i, beskrives og markedsføres. Det er vigtigt, at der er økonomisk råderum til at få nye løsninger i spil hurtigst muligt, så de kan udvikles og forfines.

Landbrugets kulstofoptag skal godskrives, når biomasse (f.eks. halm) erstatter de fossile brændstoffer ved forbrænding eller produktion af biogas. Som anført i FN's nyeste klimarapport gøres det bedst ved at producere så meget som muligt på de bedst egnede lokaliteter i verden, heriblandt Danmark (IPCC, 2023).

Vi må forvente, at vi i fremtiden producerer fødevarer uden at rydde mere skov eller ødelægge følsomme økosystemer. Vi skal have både fødevarer og fossilfri energi i fremtiden. De to ting hænger sammen – for dyrenes efterladenskaber og mange planterester m.m. indgår i produktionen af den biogas, der i Danmark er på vej til at erstatte naturgassen.



Figur: Metan kredsløbet, der er biogent og cirkulerer i planter og dyr, kontra fossilt, som er primært udslip af naturgas.

Kørne forøger ikke klimagasser til atmosfæren ved stabil produktion

I modsætning til en lastbil, en traktor eller et tog, der kører på diesel, bidrager kørne ikke med tilvækst af klimagasser i atmosfæren. Alt kulstof, som køer udleder, stammer fra indtagelse af plantemateriale. Det samme gælder eventuelt tilskud af animalske produkter, der blot har været gennem andre dyr først. Udledning af alle andre kulstofforbindelser end CO₂ omdannes via forskellige former for fordøjelse samt nedbrydning og indgår igen i kulstofkredsløbet.

Halveringstiden for klimagassen metan i atmosfæren er 12 år (IPCC, 2023). Det betyder, at så længe metanudledningen er uændret, så sker der ingen ændring af klimapåvirkningen. Derfor bidrager kørne ikke med tilvækst af klimagasser i atmosfæren modsat afbrænding af fossile brændsler, der konstant øger atmosfærens indhold af CO₂.

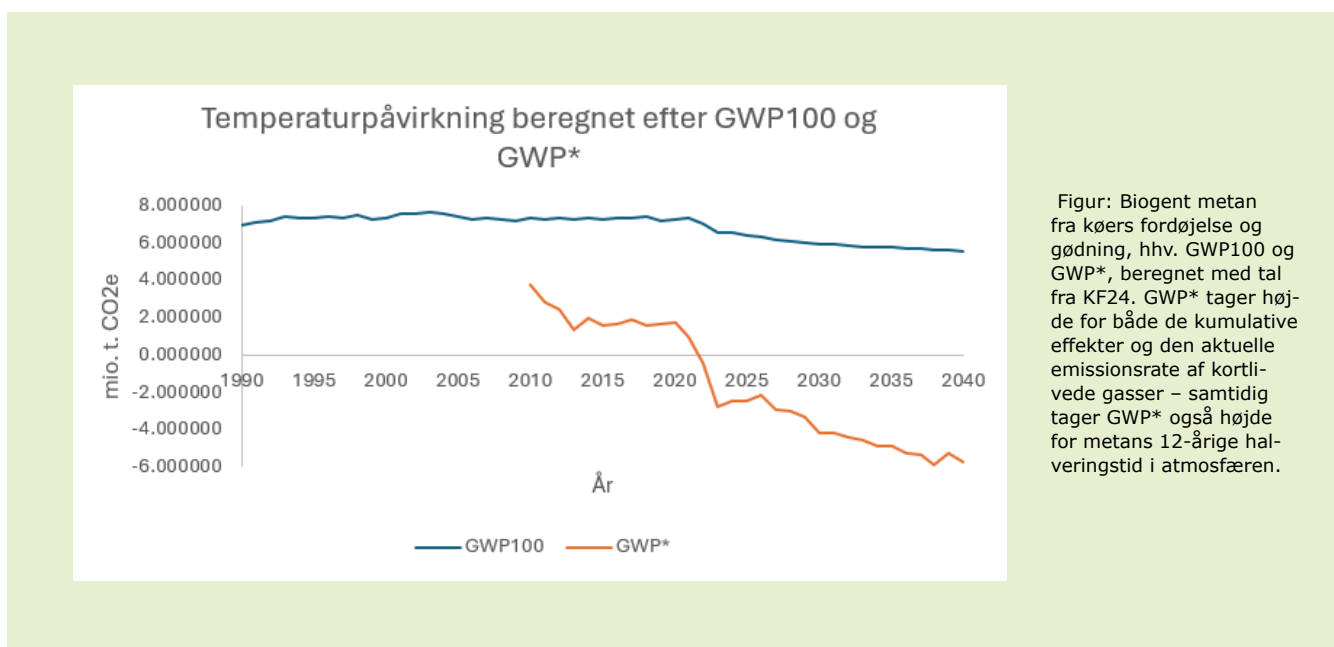
Kørne kan i modsætning til enmavede dyr fordøje cellulose fra f.eks. græs, der klimamæssigt er en god afgrøde, fordi den over årene opsamler og lagrer CO₂ i jorden. Dertil kommer, at kørnes gødning kan udnyttes til biogas og dermed erstatte fossile energikilder, ligesom ca. 40 % af biogassen består af CO₂ i en meget ren form, der kan opsamles og anvendes til f.eks. flybenzin eller pumpe tilbage til de lagre, hvorfra vi hentede olie og naturgas.

Køerne tæller tungt i Danmarks officielle klimaregnskab – men øger ikke atmosfærens metanindhold

I FN's Klimapanel (IPCC) har man siden 2023 skelnet mellem metan-udledning fra fossile kilder og biogent metan, der cirkulerer i alt levende på landjorden, i havene og i luften. Ydermere er metan en kortlivet klimagas med en halveringstid på 12 år (IPCC 6. rapport 2023, s. 1014).

Selvom IPCC er begyndt at skelne mellem biogent og fossilt metan, så anvender IPCC den samme metode, når de forsøger at estimere, hvor stort opvarmingspotentialet – eller rettere opvarmningsrisikoen – er, for udledningen af metan. Her bliver den traditionelle GWP100 (Global Warming Potential) anvendt til at beregne den kumulative opvarmningseffekt over 100 år (del Padro et al., 2023). Det resulterer i, at biogent og fossilt metan belaster med samme højte faktor ved indrapportering til IPCC (Gyldenkerne et al., 2015).

Køer tæller netop tungt i det officielle klimaregnskab på grund af deres udledning af metan, men der er tale om biogent metan. Her stammer kulstoffet fra planternes CO₂-optag via fotosyntesen. Derfor har forskere fra bl.a. Oxford Universitet udformet en beregningsmodel til biogent metan, kaldet GWP*, hvilket er en videreudvikling af GWP100. GWP* fokuserer på den aktuelle emissionsrate og tidligere emissioner over en periode på 20 år. Den tager dermed højde for biogent metans halveringstid samt cirkulære rolle (Cain et al., 2019; del Padro et al., 2023; Allen et al., 2018; Lynch et al., 2020; Ridoutt, 2021), og derfor giver den et mere præcist billede af, hvordan det biogene metan bidrager til den globale opvarmning. Grafen nedenfor illustrerer de to beregningsmetoder anvendt på tal fra KF24:



Grafen viser temperaturpåvirkningen, når fotosyntesens effekt og metans halveringstid medregnes ved GWP* jf. tal fra KF24. Det fremgår, at det biogene metans potentielle temperaturpåvirkning er overvurderet ved den nuværende beregningsmetode.

Til trods for, at en stabil kvægbestand ikke belaster klimaet med dens biogene metan, så skal der stadig udvikles på området, da det ikke må blive en sovepude. Der forskes derfor i Danmark og resten af verden ihærdigt i virkemidler, der vil begrænse disse udledninger, og som flere landmænd allerede anvender:

- Anvendelse af metanreducerende fodertilsætningsstoffer til kvæg (f.eks. Bovaer og stoffet X2)
- Forbedret fodereffektivitet ikke mindst proteineffektivitet
- Øget fodring med fedt
- Genetisk selektion af malkekvæg, herunder også dyrenes holdbarhed
- Døgnfold, når det er muligt
- Gødning til biogas og forsuring ved udlægning.

Det er dog vigtigt, at tiltagene først gennemføres, når den videnskabelige dokumentation er tilstrækkelig, sådan at der kan tages højde for den enkelte bedrifts produktion og dermed mulighed for at vælge optimale virkemidler, som passer til konteksten, hvorved man ikke går på kompromis med sikkerhed, miljø og ikke mindst dyrevelfærd. En stor del af de globale udledninger af metan stammer fra læk i forbindelse med udvinding af olie, kul og gas. Der gøres i dag en stor indsats for at begrænse disse tab gennem internationale netværk og regionale lovgivninger, eksempelvis i EU.



GØDNING

VISION: Vi vil arbejde for bedst mulig kvælstofudnyttelse i afgrøderne

Gødning

Gødning er en af landbrugets kilder til udledning af lattergas, der er meget svært at reducere, da emissionen afhænger af nedbør, gødningstype og håndtering af gødningen. Der forskes derfor meget både i Danmark, EU og globalt på reduktion af landbrugets emissioner af lattergas. Det vil aldrig blive nul, da det ligeledes skyldes mikroorganismers biologiske processer i jorden (SmartField, 2024).

Reduktion af lattergasudledninger

Lattergas (dinitrogenoxid eller N₂O) er en potent klimagas. Lattergas er både en naturlig og en menneskeskabt gas. Den kommer bl.a. fra oceanerne, nedbrydning af organisk materiale i f.eks. skove, fra mikrobiel omsætning af kvælstofgødning, nedbrydning af planterester fra især efterafgrøder, afbrænding af biomasse og industrielle aktiviteter.

Lattergas er den tredjevigtigste drivhusgas. Lattergas har en meget stor klimaeffekt. Effekten af et ton lattergas er efter de nyeste vedtagelser 265 gange større end for et ton CO₂ og udgør en stor del af landbrugets udledning af drivhusgasser (IPCC, 2023).

Et større antal forsøg med emissionsmålinger udført af professor Søren O. Petersen viser dog, at de opgjorte udledninger af lattergas overvurderer de faktiske udledninger med 30 % eller mere (Petersen, S.O. et al, 2023). Denne forskning viser en signifikant forskel i udledningen af lattergas fra de forskellige gødningstyper, når der er tale om dansk jord og under danske klimaforhold:

Forårsudbragt gødningstype	Handelsgødning	Husdyrgødning
Målt lattergasudledning (DK)	0,15 %	1,02 %

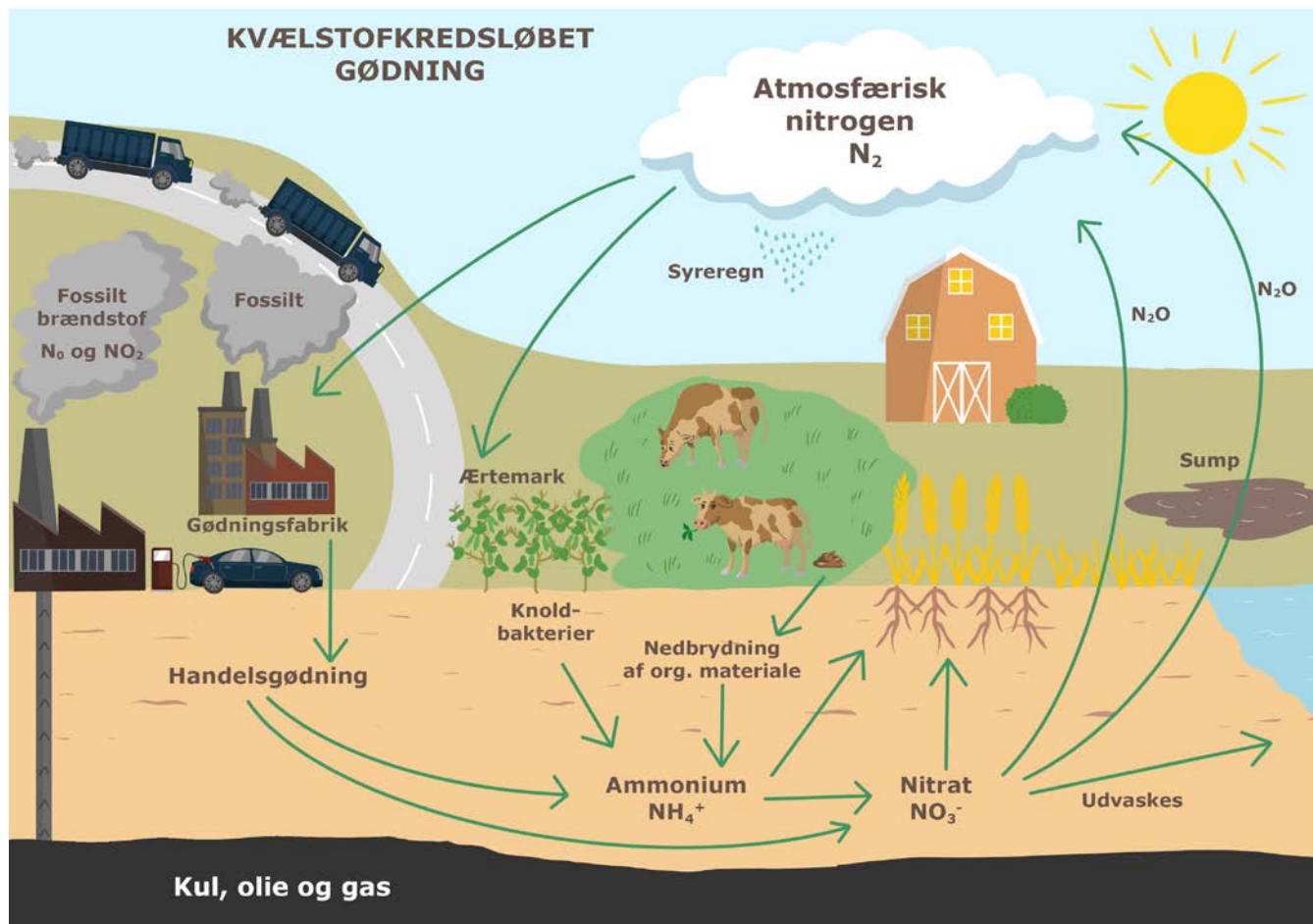
Petersen, S.O. et al, 2023: Higher N₂O emissions from organic compared to synthetic N-fertilisers on sandy soils in a cool temperate climate. Agriculture, Ecosystems and Environment nr. 358. Dec. 2023

Når landbruget på sigt skal være klimaneutralt, er det vigtigt at indregne og anerkende de mange klimavirkemidler, der dels allerede spiller en rolle og dels skal udvikles og implementeres. Udledning af lattergas stiger markant, når græsarealer oversvømmes gentagne gange, så det bliver vi nødt til at finde en løsning på, herunder overholdelse af vandløbsregulativer. På nogle arealer kan visse plantearter hjælpe med at begrænse den øgede udledning, ligesom kalkning af sur jord har en effekt (Oram et al. 2020).

Bæredygtigt Landbrugs vision er, at fortsatte fremskridt bl.a. sikres med allerede anvendte, men ikke indregnede virkemidler:

- Anvendelse af afgrøder med høj kvælstofudnyttelse
- Positionsbestemt gødsning
- Tilsætning af inhibitorer til husdyrgødningen
- Nye gødningstyper
- Reduceret jordbehandling
- Kalkning
- God dræning af jorden
- Undlade nedpløjning af planterester fra efterafgrøder
- Nye forskningsmæssige tiltag

Landbruget er godt på vej med implementering af ovennævnte virkemidler, og fortsat globalt fokus på forskningsopgaven må øge muligheden for at reducere udledningen af lattergas yderligere til 3 mio. ton i 2030. I takt med, at nye gødningstyper og teknologier udvikles, vil der både i Danmark og globalt ske yderligere reduktioner.



Figur: Kvælstofkredsløbet med lattergas N_2O , som både har biogene og fossile kilder.

Reduktion af metanemission fra husdyrgødningen

Det er i nyere forsøg ved bl.a. Aarhus Universitet påvist, at lavdosisforsuring af gylle i lagertanke kan reducere udledningen af ammoniak og lattergas i den gylle, der ikke leveres til biogas. Nu tyder helt nye forsøg ved Aarhus Universitet på, at metanreducerende bakterier i flydelag kan reducere metanudledningen fra gylletanke med 50 % ved flydelag, teltoverdækning og kontrolleret ventilation (Andersen et al., 2023). Det skal nu efterprøves i større skala ude hos landmænd for at se, om effekten er den samme dér.

De største emissionsreduktioner opnås gennem teknologiske løsninger, herunder biogas, gylleforsuring, gyllekøling, hyppig gylleudslusning og nitrifikationshæmmere. Disse teknologier skal tænkes sammen med de mange andre målsætninger for landbrugets produktion og miljøpåvirkninger. Således kan nitrifikationshæmmere være med til at reducere nitratudvaskning i forårsperioden og gyllekøling til at reducere ammoniakfordampning.

Det er vores vision, at de samlede metanudledninger fra husdyrgødningen kan reduceres meget væsentligt inden 2030 ved hjælp af bl.a. ovenstående tiltag.

Det er dog afgørende fortsat at fokusere på emissioner fra olie- og gasdrift. For det første, selvom emissioner også kommer fra kul og bioenergi, er olie- og gasdrift sandsynligvis den største kilde til emissioner fra energisektoren.

Reduktion af metanudledninger fra udvinding af fossile brændstoffer

Den Internationale Energikommission (IEA) påpeger, at der er muligheder for at reducere metanudledninger omkostningseffektivt, da naturgas har en kommerciel værdi: Den ekstra opfangede metan kan sælges, og det er typisk lettere i olie- og gassektoren end andre steder i energisektoren. Det betyder, at emissionsreduktioner kan resultere i økonomiske besparelser eller udføres til lave omkostninger.

IEA's scenariefremskrivninger tyder også på, at olie og især naturgas desværre vil spille en vigtig rolle i energisystemet i mange år fremover, selv under stærke dekarboniseringsscenarier. Da atmosfærens årlige metanoverskud er meget begrænset i forhold til den løbende nedbrydning, vil en effektiv indsats her kunne skabe den ønskede ligevægt, selv om der fortsat produceres kød og mælk fra køer og andre drøvtyggere.



Verdens befolkning har behov for flere fødevarer

Flere mennesker – mere mad

I 2050 vil verdens befolkning være steget med ca. 1,6 mia. til ca. 9,7 mia. mennesker (HSBC, 2023). Det medfører et stigende behov for produktion af flere proteiner og kalorier. Et behov som vil kunne dækkes af en større produktion af f.eks. kartofler, grøntsager, havre, bælgplanter og brødkorn. Den forbedrede levestandard efterspørger dog i stigende grad de animalske produkter. Landmanden er afhængig af afsætning af sine varer, hvorfor den kvantitative og kvalitative efterspørgsel har stor betydning. Klimaforandringer påvirker mulighederne for at dyrke afgrøder i både positiv og negativ retning. Nogle områder anvendt til landbrugsarealer den dag i dag eller type afgrøder må forventes at skulle opgives i lande, hvor klimapåvirkningerne er store f.eks. i områder i nogle af de sydeuropæiske lande (EEA, 2024)

Fremskrivninger viser, at vi vil have omkring 30 % mindre areal pr. indbygger til rådighed i 2050 i forhold til i dag. Og vi forventer at skulle producere 60-70 % mere mad i 2050 (FAO, 2022).

Det er vigtigt, at fødevarereproduktionen sker på en bæredygtig måde for at undgå negative miljømæssige konsekvenser. Dette indebærer at reducere spild, bevare biodiversitet og minimere forurening. Det handler ikke kun om at producere mere mad, men også om at sikre, at fødevarerne er ernæringsmæssigt tilstrækkelige og tilgængelige for alle. Bekæmpelse af sult og fejlernæring er vigtige mål, og det sætter fødevarereproduktionen under pres.

Det er en udfordring.

Forskning og videnskab er en del af løsningen

Et meget væsentligt bidrag til at løse den udfordring er at udnytte videnskab og forskning til at øge effektiviteten, så udbyttet pr. areal øges, samtidig med man bevarer bæredygtigheden med lave input af energi og hjælpestoffer samt effektiv udnyttelse af ressourcer som vand.

Uden effektiv landbrugsproduktion ville det blive nødvendigt at inddrage store arealer, som i dag er naturområder, såsom de afrikanske savanner, europæiske skove og sydamerikanske regnskove, hvilket på sigt ville blive en miljømæssig katastrofe.

De fleste fremskrivninger af klimaforandringer viser, at Danmark og Norden ligger i et område, hvor der vil blive mulighed for udbyttestigninger. Mens Sydeuropa og store dele af Afrika vil få ringere mulighed for fødevarereproduktion. Hvad, mange forbrugere ikke gør sig klart, er, at EU i dag er en stor importør af fødevarer og dermed lægger beslag på store arealer udenfor Europa.

Det fremføres ofte, at der faktisk produceres mad nok i verden allerede, og at vi sagtens kan forsyne også 9 mia. mennesker. Det er rigtigt ud fra en forudsætning om ikke at spise kød. Der er bare ikke noget tegn på, at behovet for bl.a. kød ikke vokser, og der er ikke noget, der tyder på, at vi i vesten kan få middelklassen i Kina og Indien til ikke at efterspørge mere kød.

Dansk landbrug producerer mere med mindre input

Dansk landbrug er dygtige til at producere sikre højkvalitets-fødevarer, både af planter og dyr, og med et meget lavt miljø- og klimaaftryk. Det kan ses både på udbyttet på markerne i forhold til input og hektar, og på den høje fodereffektivitet. Det sænker den samlede udledning pr. produceret kg kød, korn samt pr. kg fedt og proteinkorrigeret mælk sammenlignet med andre lande. Det giver ikke nogen mening at nedsætte den danske produktion blot for, at den opstår andre steder med større udledning til følge – og det er uden at medregne udledningen ved internationaltransport.

Landbruget og følgeerhvervene spiller en væsentlig rolle på regionalt plan, hvor beskæftigelse af ca. 125.000 personer inden for landbruget og relaterede erhverv (Erhvervsministeriet, 2024) til stadighed muliggør og holder liv i landdistrikterne - og modsvarer den ellers kraftig geografiske skævvridning af Danmark i de senere år.



Nye teknologier udvikles til fremtidens produktion via forskning, udvikling og innovation

Danmark er kendt for at have en stærk viden og ekspertise inden for forskellige områder, der er relevante for at tackle klimaforandringerne.

Der er en række nye teknologier, der udvikles til fremtidens landbrugs- og fødevarerproduktion gennem forskning, udvikling og innovation. Disse teknologier har potentiale til at øge produktiviteten, forbedre bæredygtigheden og tilpasse landbrugssektoren til de udfordringer, den står overfor, herunder klimaforandringer, befolkningstilvækst og knappe ressourcer. Her er nogle eksempler:

Præcisionslandbrug: Denne tilgang involverer brugen af satellitbaserede og sensorteknologier til at indsamle data om jordens tilstand, afgrødebehov og vejrforhold. Disse data anvendes til at tilpasse landbrugspraksis som vandingsmønstre, gødning og pesticidanvendelse for at øge afgrødeudbyttet og reducere ressourceforbrug.

Vertikalt landbrug: Vertikale landbrugssystemer bruger stabling i flere lag eller hydresystemer til at dyrke afgrøder indendørs eller i byområder. Dette giver mulighed for produktion året rundt og reducerer behovet for store mængder jord og vand.

Genredigering og bioteknologi: Teknikker som gensaksen CRISPR-Cas9 giver mulighed for at klippe og klistre i afgrøders genetiske sammensætning for at gøre dem mere modstandsdygtige over for sygdomme, skadedyr og stress samt for at forbedre næringsstofindholdet.

Autonome landbrugsmaskiner: Selvkørende traktorer og droner bruges til at udføre opgaver som såning, høst og skadedyrsbekæmpelse. Dette kan reducere arbejdskraftomkostninger og øge præcisionen.

Blockchain-teknologi: Blockchain anvendes til at spore fødevarerprodukter gennem hele forsyningskæden, hvilket giver forbrugerne mulighed for at følge en fødevarers rejse fra gård til bord og sikre fødevarerikkerhed og sporbarhed.

Kunstig intelligens og maskinlæring: AI og maskinlæring bruges til at analysere store mængder data for at forudsige afgrødeudbytte, optimere produktionsprocesser og identificere potentielle problemer tidligt.

Regenerativt landbrug: Regenerativt landbrug handler om at bevare en frugtbar jord, der er porøs og fyldt med mikroliv, bakterier og svampe i sameksistens med afgrøderne, uden at der tæres på jordens kulstofindhold. Et sundt sædskifte med flerårige græsmarker på f.eks. kvægbrug efterlader ofte jorden i god kulstofbalance. Generelt har de danske landbrugsarealer et stabilt kulstofindhold.

Klimatilpasningsløsninger: Teknologier, der hjælper landmænd med at tilpasse sig klimaforandringer, omfatter tørketolerante afgrødesorter, vandbesparende teknologier, nye gødningstyper og praksis samt metoder til kulstoflagring i jorden.

Alle disse teknologier og innovationer nævnt her er blot nogle eksempler på, hvordan fremtidens landbrugs- og fødevarerproduktion kan udvikle sig for at imødegå de udfordringer, vi står overfor. Implementeringen af disse teknologier kræver dog omhyggelig forskning, regulering og investeringer for at sikre, at de er bæredygtige og gavnlige på lang sigt.

Selvom Danmark er et eksempel på en nation, der aktivt arbejder mod at reducere sine egne klimapåvirkninger og fremme bæredygtighed, er det vigtigt at huske, at klimaændringer er et globalt problem, der kræver handling fra alle nationer. Danmarks erfaringer og ekspertise kan dog tjene som inspiration og model for andre lande, der også ønsker at arbejde mod en mere bæredygtig fremtid.

Klimaet er globalt – ikke lokalt!

DANSK er bedre!

Referencer:

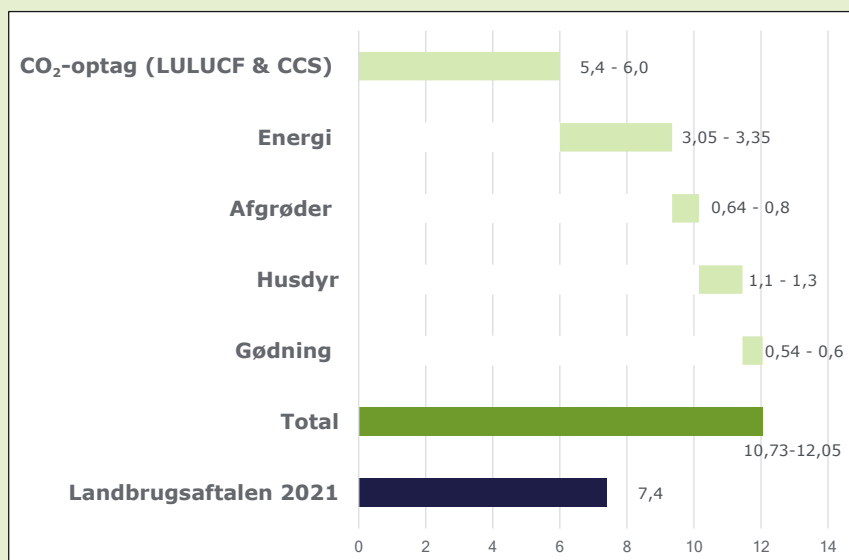
- Allen et al. 2018: Myles R. Allen, Keith P. Shine, Jan S. Fuglested, Richard J. Millar, Michelle Cain, David J. Frame & Adrian H. Macey, A solution to the misrepresentations of CO₂-equivalent emissions of short-lived climate pollutants under ambitious mitigation. *npj Clim Atmos Sci* 1, 16 (2018). <https://doi.org/10.1038/s41612-018-0026-8>
- Aftale om et Grønt Danmark, 2024: Aftale mellem regeringen, Landbrug & fødevarer, Danmarks Naturfredningsforening, Fødevarerforbundet NNF, Dansk Metal, Dansk Industri og Kommunernes Landsforening, Aftale om et Grønt Danmark, 24.06.2024.
- Andersen et al. 2023: Andersen MN, Adamsen AP, Hansen EM, Thomsen IK, Hutchings NJ, Elsgaard L, Jørgensen U, Munkholm L, Børgesen CD, Sørensen P, Petersen SO, Lærke PE, Olesen JE, Børsting CF, Lund P, Kjeldsen MH, Maigaard M, Villumsen TM, Dalby FR, Kai P, Nørremark M, Blicher-Mathiesen G, Audet J, Bruus M, Krogh PH, Kronvang B, Winding A, Kristensen HL. 2023. Virkemidler til reduktion af klimagasser i landbruget - 2023., DCA, Aarhus Universitet, leveret: 28.09.2023.
- Biogas Danmark, 2024: Biogas Outlook 2024. www.biogas.dk/wp-content/uploads/2024/05/Biogas-Outlook-2024-05-28-WEB.pdf
- Cain et al. 2019: Michelle Cain, John Lynch, Myles R. Allen, Jan S. Fuglested, David J. Frame & Adrian H Macey, Improved calculation of warming-equivalent emissions for short-lived climate pollutants. *npj Clim Atmos Sci* 2, 29 (2019). <https://doi.org/10.1038/s41612-019-0086-4>
- Carsten et al. 2023: Carbon farming: Are soil carbon certificates a suitable tool for climate change mitigation? *Journal of Environmental Management*. Vol 330. marts 2023. Dansk Skovstatistik, 2022: Nord-Larsen, T., Østergaard, M. J., Riis-Nielsen, T., Thomsen, I. M., Bentsen, N. S., & Jørgensen, B. B. (2023). Skovstatistik 2022. Institut for Geovidenskab og Naturforvaltning, Københavns Universitet.
- DCA 2019: DCA - Nationalt Center for Fødevarer og Jordbrug, AU, Rapport nr. 150, marts 2019: Gødskning gennem 125 år. De langvarige gødningsforsøg ved Askov Forsøgsstation: 1894-2019.
- DCE 2023: DCE- Nationalt Center for Miljø og Energi, Rapport Nr. 155: Den danske SINKs projekt.
- Drexler et al, 2021: Drexler, S., Gensior, A. & Don, A. Carbon sequestration in hedgerow biomass and soil in the temperate climate zone. *Reg Environ Change* 21, 74 (2021).
- DTU, 2024: DTU's hjemmeside med spørgsmål og svar om atomkraft, <https://www.dtu.dk/nyheder/temaer/atomkraft>, besøgt 25.06.2024
- DST, 2023: Danmarks Statistik, Danmarks forbrug af biomasse til energi holder historisk højt niveau - Danmarks Statistik. www.dst.dk/da/Statistik/nyheder-analyser-publ/bagtal/2023/2023-08-23-Danmarks-forbrug-af-biomasse, besøgt d. 25.06.2024
- Del Prado et al. 2023: Del Prado, Agustin & Lynch, J. & Liu, S. & Ridoutt, Bradley & Pardo, G. & Mitloehner, F. (2023). Animal board invited review: Opportunities and challenges in using GWP* to report the impact of ruminant livestock on global temperature change. *animal*. 17. 100790. [10.1016/j.animal.2023.100790](https://doi.org/10.1016/j.animal.2023.100790).
- Denmark's National Inventory Report 2022: Emission Inventories 1990-2020 - Submitted under the United Nations Framework Convention on Climate Change and the Kyoto Protocol. Aarhus University, DCE - Danish Centre for Environment and Energy, 969 pp. Scientific Report No. 494
- Dumbrell et al. 2016: Nikki P. Dumbrell, Marit E. Kragt, Fiona L. Gibson, what carbon farming practices are farmers likely to adopt? A best - worst scaling survey. *Land Use Policy*, vol 54, 2016).
- EEA, 2024 : European Climate Risk Assessment, EEA Report No 1/2024: <https://www.eea.europa.eu/publications/european-climate-risk-assessment>, besøgt 25.06.2024
- Elsgaard, 2020: Lars Elsgaard, Plantekongres 2020, Session 55, Aarhus Universitet.
- Elsgaard et al. 2022: Lars Elsgaard, Laura Sofie Harbo, Lars J. Munkholm, Steen Gyldenkerne, Status og udvikling i kulstofindholdet i mineraljorde. Rådgivningsnotat fra DCA - National Center for Fødevarer og Jordbrug.
- Energistyrelsen, 2024: Energistyrelsen, Standardfaktorer for brændværdier og CO₂-emissionsfaktorer til brug for rapporteringsåret 2021, 25.01.2002 og <https://greenpowerdenmark.dk/nyheder/elproduktionen-satte-ny-groen-rekord-foerste-halvaar-2023>, besøgt 25.06.2024
- Erhvervsministeriet, 2024: Strategi for grønne job i landbruget og følgeerhverv, Erhvervsministeriet, 2024, ISBN 978-87-876-2389-8 (digital version) besøgt 25.06.2024.
- Farm to Fork, 2023: EU-strategi for fødevarerproduktionen frem mod 2030, <https://www.eitfood.eu/blog/what-is-the-role-of-the-farm-to-fork-strategy-in-achieving-zero-emissions>, besøgt 25.06.2024.
- FAO, 2022: The future of food and agriculture – Drivers and triggers for transformation. *The Future of Food and Agriculture*, no. 3. Rome. <https://doi.org/10.4060/cc0959en>
- Gyldenkerne et al. 2015: Steen Gyldenkerne, Pia Frederiksen, Eds. 2015. The Danish SINKs project. Final report on the Danish monitoring project for Land Use, Land Use Change and Forestry under the Kyoto Protocol. Aarhus University, DCE - Danish Centre for Environment and Energy, 111 pp. Scientific Report from DCE - Danish Centre for Environment and Energy No. 155 <http://dce2.au.dk/pub/SR155.pdf>
- Hansen, E.M., Munkholm, L.J., Melander, B., Olesen, J.E. 2014. Nitrate leaching and carbon sequestration after different tillage, crop rotations and straw retention.
- Hansen et al. 2017: Hansen V, Mueller-Stoeber D, Imparato V, Krogh PH, Jensen LS, Dolmer A, Hauggaard-Nielsen H. 2017. The effects of straw or straw-derived gasification biochar applications on soil quality and crop productivity: a farm case study. *Journal of Environmental Management* 186, 88-95.
- HSBC, 2023: James Pomeroy, Davey Jose, Amy Tyler, Poul Bloxham and Jamie Culling, The Future of Food, HSBC Global Research, nov. 2023.
- Icos-cp.eu, 2024: satellitmålinger med målestationer i Danmark, <https://www.icos-cp.eu/observations/national-networks/denmark>, besøgt 25.06.2024
- IPCC, 2023: FN's klimapanel's 6. rapport, <https://www.ipcc.ch/report/ar4/wg3/agriculture/>, besøgt 25.06.2024
- Jensen et al. 2022: Jensen JL, Eriksen J, Thomsen IK, Munkholm LJ, Christensen BT. 2022. Cereal straw incorporation and ryegrass cover crops: The path to equilibrium in soil carbon storage is short. *European Journal of Soil Science*, 73, e13173.
- KF24 2024: KF 24, Klimastatus og - fremskrivningen 2024, Klima-, Energi- og Forsyningsministeriet, 2024, <https://www.kefm.dk/klima/klimastatus-og-fremskrivning/klimastatus-og-fremskrivning-2024>
- Kirsche et al, 2013: Kirsche, S., Bousquet, P., Ciais, P. et al. Three decades of global methane sources and sinks. *Nature Geosci* 6, 813-823 (2013). <https://doi.org/10.1038/ngeo1955>
- Lynch et al. 2020: Lynch J, Cain M, Pierrehumbert R, Allen M. Demonstrating GWP*: a means of reporting warming-equivalent emissions that captures the contrasting impacts of short- and long-lived climate pollutants. *Environ Res Lett*. 2020 Apr 2;15(4):044023. doi: 10.1088/1748-9326/ab6d7e. Epub 2020 Jan 20. PMID: 32395177; PMCID: PMC7212016.
- Landbrugsstyrelsen, 2022: <https://lbst.dk/nyheder/nyhed/nyhed/dyrker-du-en-af-de-10-mest-populaere-afgroeder-i-aar-1>, besøgt 25.06.2024
- Olesen et al. 2013: Jørgen E. Olesen, Uffe Jørgensen, John E. Hermansen, Søren O. Petersen, Jørgen Eriksen, Karen Søgaard, Finn P. Vinther, Lars Elsgaard, Peter Lund, Jan V. Nørgaard, og Henrik B. Møller: EFFEKTER AF TILTAG TIL REDUKTION AF LANDBRUGETS UDLEDNINGER AF DRIVHUSGASSER DCA RAPPORT NR. 027 · AUGUST 2013
- Oram et al. 2020: Natalie J. Oram, Jan Willem van Groenigen, Paul L.E. Bodeller, Kristof Brenzinger, Johannes H.C. Cornelissen, Gerlinde B. De Deyn, Diego Abalos. Can flooding-induced greenhouse gas emissions be mitigated by trait-based plant species choice? *NOAA*, 2024, <https://gml.noaa.gov/ccgg/trends/>, besøgt d. 26.06.2024
- Petersen et al. 2023: S. O. Petersen, L. Peixoto, Helle Sørensen, A. Tariq, A. Brændholt, Line Vinther Hansen, D. Abalos, A. Christensen, C. S. Nielsen, J. Pullens, S. Bruun, L. Jensen, J. Olesen, Higher N₂O emissions from organic compared to synthetic N-fertilisers on sandy soils in a cool temperate climate. *Agriculture, Ecosystems and Environment* nr. 358. Dec. 2023
- Petersen 2023: Petersen, S. G. G., 2023. Turnover and emission of greenhouse gases in coastal areas flooded with seawater and freshwater. [Ph.D. thesis, SDU]. Syddansk Universitet. Det Naturvidenskabelige Fakultet. <https://doi.org/10.21996/jgz2-cx29>
- Pressemeddelelse fra EU 20. feb. 2024, opdateret 8. marts: Rådet og Parlamentet enige om at fastlægge EU-certificeringsramme for kulstoffjernelse.
- Ridoutt 2021: Ridoutt, B.G. (2021). Short communication: climate impact of Australian livestock production assessed using the GWP* climate metric. *Livestock Science*, 246, 104459.
- Smith et al. 2021: Smith, M.A., Cain, M. & Allen, M.R. Further improvement of warming-equivalent emissions calculation. *npj Clim Atmos Sci* 4, 19 (2021). <https://doi.org/10.1038/s41612-021-00169-8>
- SmartField, 2024: Projekt der skal udvikle metoder til reduktionen af lattergas fra landbruget, <https://smartfield.dk/om-os/vision-og-mission/>, besøgt 25.06.2024
- Tsolis et al. 2023: Tsolis, V.; Barouchas, P. Biochar as Soil Amendment: The Effect of Biochar on Soil Properties Using VIS-NIR Diffuse Reflectance Spectroscopy, *Biochar Aging and Soil Microbiology—A Review*. *Land* 2023, 12, 1580. <https://doi.org/10.3390/land12081580>
- Wang et al. 2022: Wang, H., Nan, Q., Waqas, M., & Wu, W. 2022. Stability of biochar in mineral soils: Assessment methods, influencing factors and potential problems. *Science of the Total Environment* 806: 150789.
- Xiang et al. 2021: Xiang L, Liu S, Ye S, Yang H, Song B, Qin F, Shen M, Tan C, Zeng G, Tan X, 2021. Potential hazards of biochar: The negative environmental impacts of biochar applications. *J. Hazard Mater* 420, 126611.



Virkemidler

Vi har den viden, der kan hjælpe klimaet

Klimavirkemidlernes effekt: mio. tons CO₂e (baseline 2020)



Vi kan og vi vil nå klimamålet i 2030, som aftalt i landbrugsaftalen i 2021. Vejen dertil er en række initiativer, som vi i Bæredygtigt Landbrug vurderer, kan reducere udledningen med 10,73 - 12,05 mio. ton CO₂e ift. 1990 og frem til 2030, og dermed opfylder vi reduktionsmålet i Landbrugsaftalen på de 7,4 mio. ton CO₂e.

CO₂-optag 5,4-6,0 mio. t CO₂e, se s.6-7

- Forbedret opgrøelse af skovenes lagring
- Øget kulstof lagring med efterafgrøder

Energi 3,05-3,35 mio. t CO₂e, se s. 8-9

- Fortrængning af fossilt via biogas
- Pyrolyse

Afgrøder 0,64-0,8 mio. t CO₂e, se s. 10-11

- Græsrigge afgrøder
- Dyrkningsmetoder

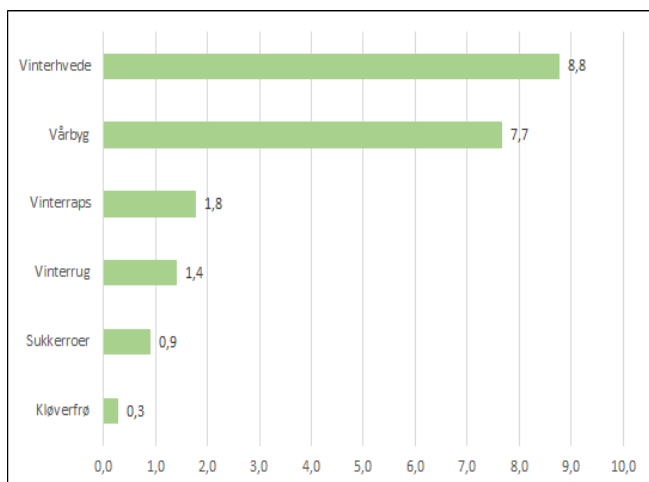
Husdyr 1,1-1,3 mio. t CO₂e, se s. 12-13

- Tilsætning af foderadditiver
- Fedtsyrer tilsat foderet
- Øget anvendelse af grovfoder

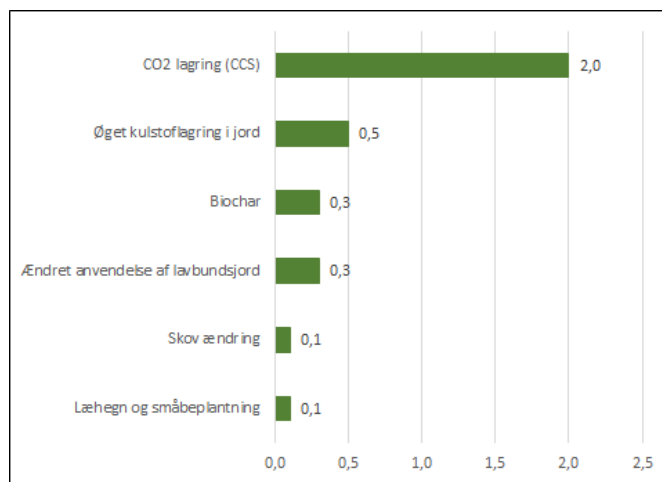
Gødning 0,54-0,6 mio. t CO₂e, se s.14-15

- Tilsætning af nitrifikationshæmmere
- Management på optimering af gødningsanvendelsen

CO₂-optag pr. afgrøde: mio. tons CO₂e (pr. total opgrøelse pr. 2023)



CO₂-optag (LULUCF & CCS): mio. tons CO₂e



Land- og skovbrug er de eneste sektorer, der rent faktisk optager CO₂ – det mener vi naturligvis skal medregnes på plus siden. Bæredygtigt Landbrug har sammen med firmaet CarbonSpace estimeret CO₂ udvekslingen fra landjorden for de forskellige afgrøder. Disse resultater er verificeret af rådgivningsvirksomheden DGE-group i 2023. Dansk landbrug optager på et enkelt år over 20 mio. ton CO₂, hvilket er 3 gange mere end det mål på 7,4 mio. ton CO₂e, der er i landbrugsaftalen fra 2021. Når de høstede landbrugsafgrøder fortæres, udledes en del af optaget igen.

Landbruget har et meget stort CO₂-optag i markens planter, men det lagres ikke over tid. Der sker dog en langtidslagring af CO₂ i jorden og disse tiltag bør medregnes. Tallene viser forventet optag i 2030 i forhold til 1990. Ændret anvendelse af lavbundsjord, er 10.000 ha lavbundsjord oversvømmet med havvand, hvormed der hverken sker udledning af CO₂ eller CH₄.

DANSK er bedre!



Bæredygtigt
Landbrug