

• • • • • • • • • • • • • • • •
• • • • • • • • • • • • • • • •
• • • • • • • • • • • • • • • •
• • • • • • • • • • • • • • • •

Baggrundsnotat: Potentiale for reduktion af drivhusgasudslip fra jordbruget

Indhold

1.	Indledning	2
2.	Udtagning af kulstofrige jorder	3
3.	Forbedret gyllehåndtering	6
4.	Ændret foder til kvæg	10
5.	Omlægning af produktionsarealer	14
	Referencer	18

1. Indledning

I Klimarådets rapport *Kendte veje og nye spor til 70 procents reduktion* beskrives en række omstillingslementer i jordbrugssektoren, der kan bidrage til at nå Danmarks 2030-mål på 70 pct. reduktion af drivhusgasser i forhold til 1990. For hvert omstillingslement udregnes, hvor meget omstillingslementet kan bidrage til at reducere drivhusgasudledningerne, også kaldet reduktionspotentialet. Dette baggrundsnotat beskriver, hvordan reduktionspotentialerne i jordbrugssektoren er beregnet. Fokus er her på de omstillingslementer, som indgår i rapportens kapitel 3, som omhandler de kendte og umiddelbart relevante omstillingslementer. Disse er gengivet i tabel 1. Alle potentialer er angivet som CO₂-reduktion i forhold til, udledningerne i 2025 og 2030 som fremskrevet i Energistyrelsens *Basisfremskrivning 2019*. Efterfølgende gennemgår dette notat omstillingslementerne, og hvilke forudsætninger, der er antaget, for at beregne reduktionspotentialet. I det omfang, der er kilder herfor, angives de samfundsøkonomiske omkostninger pr. ton reduceret CO₂. Notatet beskriver potentialet i 2030 samt hvor langt man realistisk kan nå ift. indfasning af omstillingslementet inden 2025.

Tabel 1 Vurdering af det samlede reduktionspotentiale for jordbrug

Omstillingslement	Reduktions-potentiale 2025	Reduktions-potentiale 2030	Samfundsøkonomisk omkostning
Udtagning af kulstofrige jorder	0,5 mio. ton CO ₂ e	Ca. 1,4 mio. ton CO ₂ e ifølge (jf. IFRO)	Billigt
Forbedret gyllehåndtering	0,2 mio. ton CO ₂ e	0,4 mio. ton CO ₂ e	Dyrt (biogas) Billigt (Forsuring) Billigt (hyppig udslusning)
Ændret foder til malkekvæg	0,1 mio. ton CO ₂ e	0,2 mio. ton CO ₂ e	Medium
Omlægning af produktionsarealer	0,1 mio. ton CO ₂ e	0,4 mio. ton CO ₂ e	Medium
I alt	0,9 mio. ton CO₂e	2,3 mio. ton CO₂e	

Anm. 1: Grundet afrunding afviger det samlede reduktionspotentiale fra summen af de enkelte elementer.

Kilde: Klimarådet.

Det bemærkes, at en række yderligere reduktionspotentialer i jordbruget er beskrevet i hovedrapportens kapitel 5, men da mulige reduktioner herfra er baseret på et groft skøn, og der ikke er regnet yderligere på disse, er de ikke beskrevet i dette bilag. Klimarådet vil dog se nærmere på virkemidler i jordbrugssektoren i en planlagt, kommende analyse i efteråret 2020.

2. Udtagning af kulstofrige jorder

Historisk er mange vandmættede lavbundsjorder blevet drænet, for at indgå i landbrugsproduktionen i Danmark, hvilket har givet anledning til markante udledninger af drivhusgasser. Udtagningen af disse kulstofrige lavbundsjorder fra landbrugsproduktionen, kan føre til reduktioner på 1,4 mio. ton CO₂e i år 2030. Tabel 2 sammenfatter vurderingen af omstillingselementet, som er uddybet neden for.

Tabel 2 Vurdering af omstillingselementet udtagning af kulstofrige jorder

Potentiale i 2025	0,5 mio. ton CO ₂ e
Potentiale i 2030	1,4 mio. ton CO ₂ e
Samfundsøkonomiske omkostninger	Billigt
- heraf sideeffekter	Positive
Letter langsigtet omstilling	I høj grad
Lækageeffekter	I mindre grad
Gode virkemidler	Ja

Beskrivelse af tiltaget

Kulstofrige jorder (ofte også betegnet lavbundsjorder eller organiske jorder) er karakteriseret ved, at være tidligere vandmættede jorder, der er rige på organisk kulstof. Jorderne har tidligere ligget permanent under vand, hvilket har gjort, at der er blevet oplagret store mængder organisk kulstof i jorden, da de iltfattige forhold har forhindret forrådnelsen af døde planter og andet organisk materiale. På grund af de vandmættede forhold, har kulstoffet ikke interageret med luften, og bakterierne i jorden har derfor ikke omdannet kulstoffet til CO₂, der derfor ikke er blevet frigivet til atmosfæren. Når jorderne drænes til landbrugsproduktion tilføres ilt, hvilket giver anledning til en markant udledning af CO₂, når det høje indhold af organisk kulstof i jorden bliver omsat af bakterier under de iltrige forhold.¹ For veldrænede organiske jorde med højt kulstofindhold er der målt emissioner på over 40 t CO₂ pr. ha pr. år.

Det er derfor fordelagtigt i vid udstrækning, at tage disse lavbundsjorder ud af landbrugsdrift og lade dem oversvømme på ny for at begrænse omsætningen af de store mængder kulstof i jorderne. Foruden reduktion af drivhusgasudledninger kan udtagning af kulstofrige jorder have potentiale til at mindske kvælstofudvaskning til vandmiljøet, samtidig med, at det kan have positive effekter for biodiversiteten, og der spares brændstof til de maskiner, der bruges ved dyrkning af jorden.

Ifølge FN's retningslinjer, defineres organiske jorder som jorder med over 12 pct. organisk materiale. Danmark har samtidig et relativt stort areal med jorder med et kulstofindhold mellem 6-12 pct., der ifølge flere studier kan have udledninger i samme størrelsesorden, som for jorder med over 12 pct. organisk materiale.² I forhold til denne analyse betegner kulstofrige jorder alle jorder med et kulstofindhold over 6 pct..

Udtagningen af kulstofrige jorder er et muligt omstillingselement i jordbrugssektoren med relativt stort potentiale, som samtidig har været omtalt i tidligere rapporter,³ og der findes allerede en ordning til støtte for udtagning af disse jorder.⁴

Reduktionspotentiale

Det samlede reduktionspotentiale ved udtagningen af lavbundsjorder i 2030 vurderes til 1,4 mio. ton CO₂e, ved udtagningen af knap 50.000 ha. lavbundsjord af et samlet areal af lavbundsjorder på ca. 110.000 ha.¹

Reduktionspotentialet er fastsat på dette niveau, da en række lavbundsjorder vurderes at være meget dyre at udtage, pga. høj produktivitet af jorden eller en placering mellem andre typer af landbrugsjorder.

Forskere fra DCA opjusterede dog i efteråret 2019 arealet af dyrkede lavbundsjorder til ca. 171.000 ha.⁵ Dette øger alt andet lige de samlede udledninger fra lavbundsjordene – og dermed sandsynligvis også reduktionspotentialet, men det er givet de aktuelle usikkerheder stadig uklart, hvad det endeligt betyder. Derfor har Klimarådet valgt at holde fast i det tidligere vurderede reduktionspotentiale, indtil nye tal foreligger.

Omstillingsselementet indebærer, at i alt 47.400 ha drænedes kulstofrige lavbundsjorder overgår fra normal drift til permanent græs med ophør af dræning og gødskning. På en del af arealerne dyrkes der i dag korn og andre afgrøder, mens der på andre arealer allerede dyrkes græs, men arealet bliver drænet og gødsket i dag. En del af potentialet udgøres af jorder med et højt kulstofindhold (>12 pct.) mens en andel del har et kulstofindhold på 6-12 pct. En oversigt over det skønnede potentiale for udtagning fordelt på jordtype og nuværende dyrkningsform er vist i tabel 3.

Tabel 3 Skønnet potentiale (ha) for udtagning af kulstofrige jorder

	Enhed	Tidspunkt	Jord i omdrift > 12 % C	Permanent græs > 12 % C	Jord i omdrift 6-12 % C	Permanent græs 6-12 % C	Tiltag i alt
Udtagning	Ha	2030	22.500	7.500	12.800	4.600	47.400
Emissionsfaktor	Ton CO ₂ e/ha	Årligt	42,17	30,80	21,08	15,40	
Reduktion af metan	Ton CO ₂ e/ha	Årligt	-7,20	-6,80	-7,20	-6,80	
Reduktion af lattergas	Ton CO ₂ e/ha	Årligt	4,81	3,33	0,94	0,89	
Sparet brændstof	Ton CO ₂ e/ha	Årligt	0,40	0,40	0,40	0,40	
Drivhusgasreduktion i alt	Ton CO ₂ e/ha	Årligt	40,20	27,70	15,20	9,90	

Kilde: IFRO, Dubgaard og Ståhl, 2018.⁶

Tabel 3 viser også emissionsfaktorerne pr. ha. Som det fremgår af tabellen, skyldes langt hovedparten af drivhusgasreduktionen reduktion af CO₂-udledningen forårsaget af afbrudt dræning, som gør jorderne våde igen og stopper for iltadgang til de organiske materialer. Med udgangspunkt i danske undersøgelser har man estimeret en emissionsfaktor fra disse jorder på ca. 42 ton CO₂ pr. ha. pr. år for dyrkede jorder og ca. 31 ton CO₂ pr. ha. pr. år for arealer med vedvarende græs.² Danmark har et relativt stort areal med jorder med mellem 6-12 pct. organisk kulstof, og i de officielle opgørelser er det antaget som estimat, at udledningerne herfra er halvt så store som fra jorder med mere end 12 pct. organisk kulstof. Det understreges, at der er meget stor usikkerhed forbundet med opgørelserne. Fx tyder flere studier på, at forskellene i udledninger for jorde med henholdsvis 6-12 pct. og mere end 12 pct. organisk kulstof er meget små, og ofte påvirkes af andre faktorer end blot selve indholdet af organisk kulstof i jorden.⁷ Dette indikerer således, at udledningerne samt reduktionspotentialet kan vise sig at være markant større i fremtiden, når opgørelsen over de danske landbrugsarealer og emissionsfaktorerne for de forskellige jorder revideres i fremtiden. Et nyligt notat fra DCE peger dog på, at over halvdelen af arealet af de organiske lavbundsjordene i dag sandsynligvis er så våde, at emissionerne herfra er væsentlig lavere end forudsat i de i tabellen anvendte emissionsfaktorer.⁸

Øvrige effekter af udtagning af kulstofrige jorder omfatter reducerede lattergasudledninger i kraft af afbrudt gødskning og mindre brændstofforbrug, som tilsammen bidrager med omkring 5 ton CO₂e pr. ha. for de mest kulstofrige jorder i omdrift. For de mindre kulstofrige jorder (6-12 pct.) er bidraget herfra beskedent. Omvendt er der et negativt bidrag fra en øget metanudledning fra de nu vandmættede jorder, der reducerer nedgangen i drivhusgasudledningerne med i størrelsesordenen 7 ton CO₂e/ha.

Den samlede effekt af tiltaget kan således beregnes til 1,352 mio. ton CO₂e pr. år i 2030. Klimarådet har konservativt antaget, at tiltaget indføres med godt en tredjedel i 2025, svarende til en reduktion på ca. 0,5 mio. ton CO₂e i 2025, og resten lineært frem mod 2030, da den ordning, som nu eksisterer ikke har fungeret optimalt, som påpeget i Klimarådets rapport *Kendte veje og nye spor til 70 procents reduktion*. Klimarådet foreslår derfor, at der udvikles en ny ordning for udtagning af de kulstofrige jorder fremover. Dette kan forsinke udtagningen en smule, selv om det

understreges, at den nuværende ordning ikke bør sættes på stand-by, men fortsætte parallelt med udvikling af en ny ordning.

Omkostninger og virkemidler

De samfundsøkonomiske omkostninger ved udtagning af de kulstofrige jorder er estimeret til at være 218 kr. per reduceret ton CO₂e.³ Omkostningerne ved udtagelse består primært af et årligt jordrentetab og årlige plejeomkostninger fx til afgræsning. Herudover indgår engangsomkostninger ved at omlægge jorden (sløjfning af dræn, grøfter drænbrønde mv.) samt årlige administrationsomkostninger og forvridningstab. Omlægningen har desuden en samfundsmæssig gevinst ved at reducere udledningerne af kvælstofudvaskning og ammoniakfordampning, som også indgår i beregningen.

Tiltaget kan gennemføres ved at give et tilskud til jordejeren, der svarer til de privatøkonomiske omkostninger ved udtagning af jorderne. Det kan dog også ske ved at pålægge udledningerne fra jorderne en drivhusgasafgift. Hidtil har tilskudsmodellen været anvendt. Udtagning af lavbundsjorder har været finansieret siden 2014, og ved vedtagelsen af Fødevarer- og Landbrugspakken i 2015, har der været afsat 65 mio. kr. årligt til finansieringen af udtagningen af lavbundsjorder. Gennem Finansloven i 2020, blev der afsat 200 mio. kr. årligt i perioden fra 2020-2029 til at understøtte natur-, vandmiljø- og klimaformål, heriblandt gennem udtagningen af lavbundsjorder.⁹

I kraft af vanskeligheden ved at udtage lavbundsjorder ved disse tidligere ordninger, synes det fordelagtigt at vedtage en ny ordning, der bygger på erfaringerne fra tidligere ordninger, og tager højde for, at processen med at udtage lavbundsjorder ofte har vist sig meget langtrukket. Samtidig er det nødvendigt at ordningen er tilpas fleksibel til, at fremtidige korrektioner af størrelsen af lavbundsarealer samt emissionsfaktorer, relativt simpelt kan implementeres i ordningen.

I dag er arealtilskud i kraft af EU's fælles landbrugspolitik reelt betinget af, at organiske lavbundsjorder fortsat drænes, idet jorden skal holdes i god landbrugsmæssig tilstand. Arealtilskuddet kan dog opretholdes, hvis ophør af dræning konkret kan begrundes i gennemførelse af visse EU miljødirektiver.

Endvidere bør det overvejes at pålægge udledningerne en drivhusgasafgift jf. Klimarådets forslag om en generel drivhusgasafgift på alle danske drivhusgasudledninger. Herved opnås den økonomisk mest effektive måde til reduktionen i udledninger af drivhusgasser fra lavbundsjorder. Der vurderes således at være gode virkemidler til implementering af dette omstillingsselement.

Langsigtet perspektiv og lækageeffekt

Udtagning af lavbundsjorder vurderes i høj grad at lette den langsigtede omstilling, dels fordi anlægsomkostningen ved at udtage lavbundsjorderne forventes at være en engangsudgift, dels fordi udtagning af jorder bidrager med en hurtig og betydelig reduktion af landbrugets drivhusgasudledning mod en begrænset nedgang i landbrugsproduktionen. . Der vurderes at være en mindre lækageeffekt, da udtagning af jorder i omdrift kan resultere i en mindre vegetabilsk produktion, der igen kan medføre en øget vegetabilsk produktion i udlandet, hvis Danmark øger importen.

3. Forbedret gyllehåndtering

Udledningerne fra gylle kan nedbringes ved enten at udnytte gyllen til biogas eller ved forsuring, hyppig udslusning eller køling af gyllen. Herved kan der opnås reduktioner på 0,36 mio. ton CO₂e i 2030. Tabel 4 sammenfatter vurderingen af omstillingselementet.

Tabel 4 Vurdering af omstillingselementet forbedret gyllehåndtering

Potentiale i 2025	0,2 mio. ton CO ₂ e
Potentiale i 2030	0,36 mio. ton CO ₂ e
Samfundsøkonomiske omkostninger	Billigt/dyrt afhængigt af metode
- heraf sideeffekter	Store positive
Letter langsigtet omstilling	I nogen grad
Lækageeffekter	Ingen
Gode virkemidler	Ja

Beskrivelse af tiltaget forbedret gyllehåndtering

Udledninger af metan og lattergas i forbindelse med gødningshåndtering i landbruget udgør en markant andel af jordbrugets samlede udledninger, nemlig knap 20 procent af de samlede udledninger inklusive udledninger fra arealanvendelse og skov, svarende til 2,3 mio. ton CO₂e i 2030. Udledningerne ved gyllehåndtering er bestemt af størrelsen på husdyrproduktionen, samt håndtering og behandling af gyllen.

Ved at anvende en del af gyllen til produktion af biogas, kan man samtidig opnå en fortrængning af fossile brændsler, og dermed en reduktion i udledningen af drivhusgasser i el- og fjernvarmesektoren samt industrisektoren. Potentialet herfor, er beregnet som en yderligere produktion på ca. 13 PJ biogas i 2030, i forhold til Basisfremskrivningen. Denne fortrængningseffekt medregnes dog ikke under landbrugssektoren, men bioforgasning medfører udover fortrængningen af fossile brændsler i andre sektorer, en formindskelse af metan udledningerne fra gyllelageret, der medregnes som en reduktion ved ændret gyllehåndtering.¹⁰

Ud over forgasning af gylle til biogas, kan man vælge at forsure gyllen for at reducere drivhusgasudledningerne. Forsuring af husdyrgødning er primært udviklet som et tiltag til at reducere ammoniakfordampningen fra husdyrgødning ved at tilsætte svovlsyre til gyllen. Forsuring af gyllen defineres her som forsuring i stalden, hvilket har en dokumenteret effekt til at reducere udledningerne fra gyllen. Forsuring kan også foretages i lageret, når gyllen er taget fra stalden til gylletanken, eller ved udbringning af gyllen på marken. Forsuring i lager og ved udbringning er dog ifølge DCA's virkemiddelrapport fra 2018¹ ikke et dokumenteret tiltag til at reducere drivhusgasudledningerne fra gyllen men kan være med til at reducere ammoniakudledningerne og dermed have andre positive effekter.

Forsuring af gyllen udelukker, at denne også kan bruges til biogas. Dette skyldes, at der er en grænse for, hvor meget forsuret gylle der kan anvendes i et biogasanlæg, hvilket dermed udløser ekstra omkostninger.¹ Derfor giver det ikke økonomisk mening at bruge forsuret gylle til biogas. Gylleforsuring er relevant for en stor del af den samlede mængde gylle, men kan ikke ske i økologiske jordbrug, hvor tilsætning af svovlsyre ikke er tilladt. Etablering af forsuringsanlæg er billigst i forbindelse med investering i nye staldanlæg.⁶

Reduktionen af drivhusgasser ved forsuring er forskellig alt efter, hvor gyllen kommer fra. Der opnås en væsentligt større reduktion ved forsuring af svinegylle end kvæggylle, fordi svinestalde og –gylle er væsentligt varmere end kvægstalde og –gylle. Forsuring af gylle reducerer udledningerne af metan og lattergas, men kræver derudover større brug af kalk til at modvirke forsuring af jorden.¹¹ Forsuring af gyllen udelukker dog i praksis, at gyllen kan bruges til produktion af biogas, som nævnt ovenfor, hvorfor forsuring oftest vil give

bedst mening på områder, hvor biogas ikke er økonomisk rentabelt.¹ Et relativt simpelt alternativt tiltag, er hyppigere udslusning af gyllen fra staldene, eller afkøling af gyllen. Begge tiltag er med til at mindske udledningen af metan fra gyllen, ved at forringe forholdene, for de bakterier der omsætter gyllen til metan.

Reduktionspotentialer

Den samlede mængde gylle forventes i 2030 at være 43 mio. ton fordelt på ca. 22 mio. ton kvæggylle, ca. 19 mio. ton svinegylle og ca. 2 mio. ton andet gylle, se tabel 5. Noget af gyllen forventes med nuværende politik at blive behandlet i 2030 og indgår derfor i basisfremskrivningen. De beregnede reduktionspotentialer er baseret på, at en større del af gyllen behandles. Ifølge IFRO, Dubgaard og Ståhl, 2018⁶ kan 88 pct. af den samlede gyllemængde i 2030 blive enten forgasset eller forsuret, samtidig med at ca. 40 pct. af gyllen køles. Køling af gyllen i stalden eller hyppig udbringning kan reducere udledningerne fra gyllen inden den er overført til lagertanken. Dette tiltag kan kombineres med at forgasse eller forsure gyllen og vil øge reduktionspotentialer.

Tabel 5 Estimeret potentiale i 2030 for ændret gyllehåndtering ift. Basisfremskrivningen 2019 i mio. ton

	Samlet gyllemængde	Samlet yderligere potentiale ift. BF19	Heraf biogas	Heraf forsuring	Yderligere potentiale fra køling af gylle
Enhed	Mio. ton gylle	Mio. ton gylle	Mio. ton gylle	Mio. ton gylle	Mio. ton gylle
Kvæggylle	22,1	7,4	2,8	4,6	0,0
Svinegylle	19,2	9,2	5,6	3,5	5,2
Andet gylle	1,7	1,6	1,6	0,0	0,0
I alt	43,0	18,1	10,0	8,1	5,2

Kilde: DCA, 2018¹² og IFRO, Dubgaard og Ståhl, 2018⁶

Anm. 1: 'BF19' angiver det vurderede potentiale i Basisfremskrivningen 2019

Biogas

Potentialet for at producere biogas er ca. 64 pct. af den samlede gylle forgasses i 2030, hvilket svarer til ca. 27 mio. ton. Kvæggylle har den laveste forgassede andel på ca. 60 pct. mens næsten 100 pct. af andet gylle forgasses. Ifølge den nyeste opgørelse af drivhusgaseffekter og reduktionspotentialer fra DCA¹² forventes i Basisfremskrivningen, at ca. 17 mio. ton forgasses i 2030. Der er derfor et yderligere potentiale for forgasning på 10 mio. ton. Udledningerne fra kvæggylle reduceres med 7,9 kg CO₂e pr. ton og 15 kg pr. ton svinegylle. Det fremgår dog, at reduktionspotentialer er højere end det angivne, men at det kræver yderligere forskning at finde ud af, præcist hvor meget større. Til beregningerne her bruges de anførte værdier. Samlet set giver det et yderligere reduktionspotentialer på 0,1 mio. ton i 2030 ud over basisfremskrivningen, se tabel 6.

Forgasning af yderligere 10 mio. ton gylle svarer i Klimarådets rapport til en udbygning med ca. 13 PJ biogas i 2030 sammenlignet med basisfremskrivningen. I baggrundsnotat til Klimarådet fra NIRAS¹³ om biogas er der regnet på yderligere 20 PJ biogas, hvilket giver en metanreduktion fra lager 180.000 ton. På basis af disse tal kan metanreduktionen ved udbygning med 13 PJ beregnes som $13/20 * 180.000 \text{ ton} = 117.000 \text{ tons}$, svarende afrundet til 0,1 mio. ton i 2030. Det skal dog bemærkes, at biogasproduktion baseres på meget andet end svine og kvæggylle, nemlig halm, madaffald, mv., så den samlede biogasproduktion kan godt øges uden at gyllemængden forøges.

Forsuring i stald

Ifølge IFRO, Dubgaard og Ståhl, 2018⁶ begrænses potentialet for forsuring i stalden af, at der skal foretages investeringer i staldanlægget. Potentialet opgøres i kategorien billigt, fordi Dubgaard og Ståhl kun medtager potentialet for forsuring i forbindelse med, at der bygges nye stalde, eller de eksisterende stalde skal renoveres. Det tekniske potentiale kan således være større, men Klimarådet har valgt at anvende potentialet fra Dubgaard og Ståhl, 2018 i implementeringssporet. Potentialet for forsuring i stald i 2030 er ifølge samme rapport fra IFRO 24 pct. af den samlede gyllemængde, hvilket ifølge Klimarådets beregninger på de i tabel 5 angivne gyllemængder svarer til godt 10 mio. ton. Dette er under antagelse af, at hele svineproduktionen er konventionel. Ifølge DCA's nyeste emissionsopgørelser¹² forventes det i basisfremskrivningen, at 2,5 mio. ton svine- og kvæggylle forsure i stalden i 2030. Herudover forventes ca. 8 mio. ton at blive forsuret i lager eller ved udbringning. I Klimarådets potentialevurdering antages, at den del af gyllen som i basisfremskrivningen forventes at blive forsuret i lager / ved udbringning i stedet at blive forsuret i stalden. Dette giver et samlet potentiale for forsuring på ca. 8 mio. ton.

Reduktionspotentialet for forsuring i stalden er 14 kg CO₂e pr. ton kvæggylle og 40 kg CO₂e pr. ton svinegylle. Dette giver i alt anledning til et vurderet reduktionspotentiale på ca. 0,2 mio. ton CO₂e i 2030.

Køling (hyppig udbringning)

Ifølge Dubgaard og Ståhl, 2018 er potentialet i 2030, at ca. 40 pct. af svinegyllen køles i 2030, hvilket svarer til godt 7 mio. ton gylle. Der er ikke potentiale for køling af kvæggyllen. I DCA's nyeste opgørelse¹² forventes 2,2 mio. ton gylle at blive kølet i basisfremskrivningen i 2030, hvilket giver et yderligere potentiale for gyllekøling på godt 5 mio. ton gylle.

Reduktionspotentialet for gyllekøling er 7 kg CO₂e pr. ton svinegylle, hvilket giver et reduktionspotentiale på 0,04 mio. ton CO₂e i 2030 ud over basisfremskrivningen.

Tabel 6 Estimeret reduktionspotentiale i 2030 ved ændret gyllehåndtering

	Samlet reduktionspotentiale	Biogas		Forsuring		Køling	
Enhed	Mio. ton CO ₂ e	Kg CO ₂ e pr. ton gylle	Mio. ton CO ₂ e	Kg CO ₂ e pr. ton gylle	Mio. ton CO ₂ e	Kg CO ₂ e pr. ton gylle	Mio. ton CO ₂ e
Kvæggylle	0,09	7,9	0,02	14	0,06	-	0,0
Svinegylle	0,26	15	0,08	40	0,14	7	0,04
Andet gylle	0,01	7,9	0,01	-	0,0	-	0,0
I alt	0,36		0,12		0,21		0,04

Kilde: DCA¹²

I 2030 forventes således et samlet reduktionspotentiale på ca. 0,36 mio. ton CO₂e med udgangspunkt i basisfremskrivningen 2019, samt yderligere tiltag.

Omkostninger

NIRAS har for Klimarådet opgjort de samfundsøkonomiske omkostninger ved forgasning inklusiv sideeffekter til omkring 1500 kr./ton, som klassificeres som værende dyrt.

De samfundsøkonomiske omkostninger ved forsuring af gylle i stalden er forskellige afhængigt af, hvilket dyr gyllen kommer fra. Når der tages højde for sideeffekter i form af reduceret ammoniakfordampning, bliver skyggeprisen en samfundsøkonomisk gevinst på 118 kr. pr. ton reduceret CO₂e for forsuring af svinegylle, men en omkostning på 28 pr. ton reduceret CO₂ for forsuring af kvæggylle. Den gennemsnitligt skyggepris for de to gylletyper er en gevinst på 73 kr. pr. ton reduceret CO₂e, og vurderes altså som værende billig.¹

Samtidig varierer omkostningerne ved forsuring afhængig af, hvorvidt et forsøringsanlæg skal tilføjes som udvidelse af eksisterende stalde, eller opføres i forbindelse med etableringen af nye staldanlæg. Typisk vil udgifterne være høje ved udbygningen af eksisterende anlæg, mens det kan være et billigt tiltag at gennemføre, ved at opføre forsøringsanlæg i forbindelse med etableringen af nye staldanlæg.

Det samme kan overordnet set siges at være tilfældet for anlæg med bedre mulighed for hyppig udslusning af gyllen. Også her vil udgifterne typisk være højere, hvis nuværende anlæg skal udbygges, mens det vil være relativt billigt hvis systemet implementeres i forbindelse med renovering af eksisterende stalde eller etableringen af nye stalde.

Langsigtet perspektiv og lækageeffekt

Målet om et klimaneutralt samfund i 2050 medfører behovet for, at opnå en landbrugsproduktion med meget lave udledninger.

Forsuring af gylle vurderes derfor i nogen grad, at lette den langsigtede omstilling, da det er en måde at håndtere de store udledninger fra gyllen på, uden at mindske produktionen. Det varierer dog fra bedrift til bedrift om det bedst kan betale sig at forsure gyllen eller forgasse den. Dette afhænger bl.a. af, hvordan den enkelte bedrift er placeret i forhold til nærmeste biogasanlæg. Ved placering langt fra biogasanlæg, kan forgasning af gylle besværliggøres og gøre forsuring til et mere attraktivt alternativ.

Eftersom man kun kan forsure gylle i konventionelle landbrug kan det være problematisk med en afgift på ikke-forsuret gylle grundet EU-regler. IFRO foreslår derfor som muligt virkemiddel, at der stilles krav til, at der skal foretages forsuring i konventionelle nybyggede kvæg- eller svinestalde, i de tilfælde hvor gyllen ikke afgasses eller køles.⁶

4. Ændret foder til kvæg

Ved at tilføre større mængder plantefedt til kvægfoder, kan man nedbringe udledningen af metan fra køernes maver med ca. 8 pct. Dette kan føre til en reduktion af udledningen af drivhusgasser på 0,2 mio. ton CO₂e i 2030. Tabel 7 sammenfatter vurderingen af omstillingselementet, som er uddybet neden for.

Tabel 7 Vurdering af omstillingselementet ændret fodersammensætning til kvæg

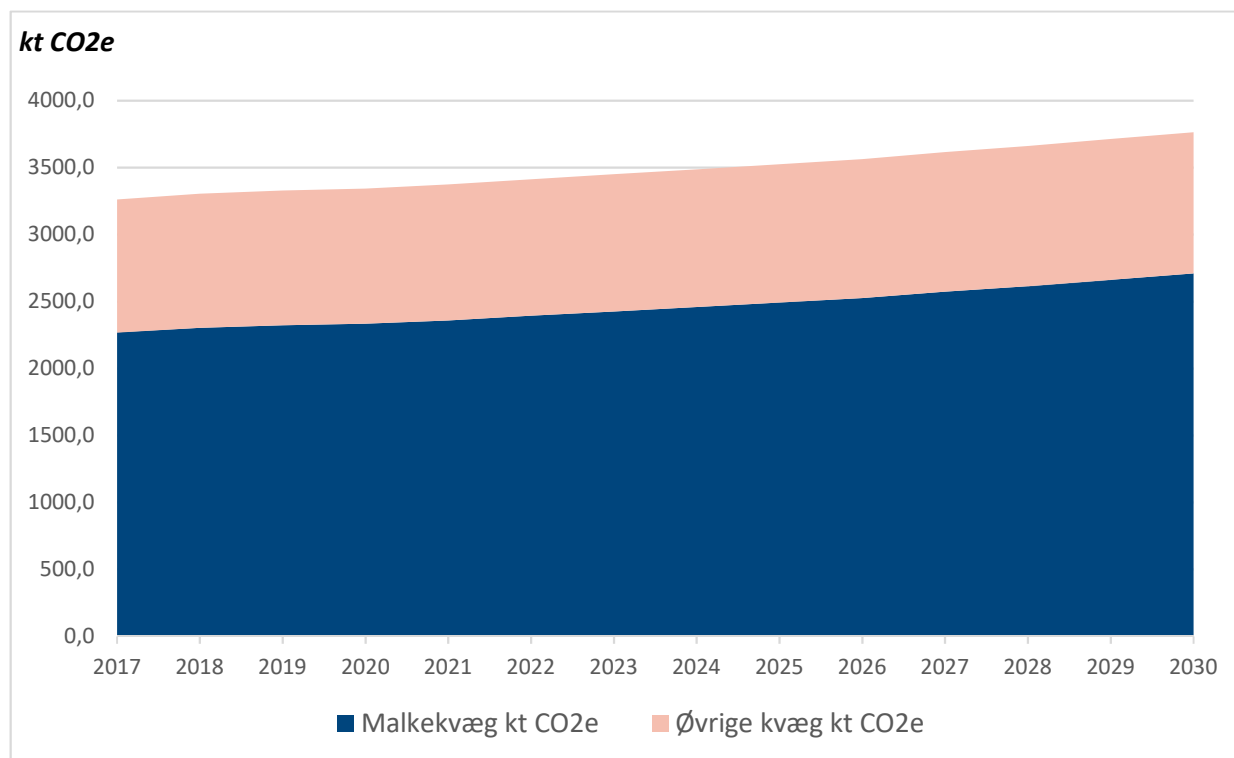
Potentiale i 2025	0,1 mio. ton CO ₂ e
Potentiale i 2030	0,2 mio. ton CO ₂ e
Samfundsøkonomiske omkostninger	Medium
- heraf sideeffekter	Ubetydelige
Letter langsigtet omstilling	I nogen grad
Lækageeffekter	Ingen
Gode virkemidler	Ja

Beskrivelse af tiltaget

Knap en tredjedel af udledningerne fra landbruget kommer fra drøvtyggenes fordøjelse, idet der dannes metan i maven på koen, når foderet nedbrydes. Udledningen er direkte forbundet med antallet af kvæg. I 2018 var der ca. 1,5 mio. kvæg i den danske landbrugsproduktion¹⁴, heraf ca. 570.000 malkekøer, 620.000 kvier, 250.000 tyre og stude og 85.000 ammekøer. Samlet udledte malkekøerne 2,3 mio. ton CO₂e i 2017, svarende til ca. 4 ton CO₂e pr. malkeko, mens det øvrige kvæg udledte ca. 1 mio. ton CO₂e, svarende til i gennemsnit ca. 1 ton CO₂e pr. kvægenhed, hvoraf langt de fleste er kvier. Udledningerne fra malkekvæg forventes at stige til 2,7 mio. ton CO₂e i 2030, da antallet af malkekøer forventes at stige til 630.000 i 2030, og da udledningerne pr. malkeko forventes at stige i takt med at malkekøernes årlige ydelse stiger. I basisfremskrivningen forventes ydelsen pr. malkeko at stige med ca. 14 procent fra omkring 9400 kg. mælk pr. ko pr. år i 2017 til 10700 kg. mælk pr. ko pr. år i 2030. Udledningerne fra de øvrige kvæg forventes at være nogenlunde konstant i perioden 2017-2030¹⁵, som vist i figur 3.1.

En måde at mindske mængden af metan, der dannes gennem drøvtyggenes fordøjelse, er at ændre fodersammensætningen for drøvtyggerne, så der tilsættes mere plantefedt til foderet end det er tilfældet i dag. Det kan fx være fra mere fedtstof fra raps. I DCA's nyeste opgørelse¹² forventes, at udledningen af metan fra køernes vom kan reduceres med ca. 8 pct. ved tilsætning af mere fedt i foderet. Her skal man dog være opmærksom på, at tilsætning af plantefedt til foderet kan øge indholdet af metanen i husdyrgødningen, hvilket der dog kan gøres op for, hvis gyllen afgasses.

Der undersøges også andre fodertilsætningsstoffer, hvor især 3 Nitro-Oxy-Propanol (3NOP), også kaldet Bovaer, synes lovende og forventes at kunne reducere udledningen af enterisk metan (fra vommen) med omkring 30 procent. Der er søgt om godkendelse af Bovaer i EU. Det vides dog ikke, hvornår dette tilsætningsstof vil være tilgængeligt på markedet, og til hvilken pris. Bovaer indgår derfor ikke i implementeringssporet, men som en del af udviklingssporet uden dog at være nærmere undersøgt.



Figur 1 Den forventede udviklingen i drivhusgasudledningen fra drøvtyggenes fordøjelse 2017-2030

Kilde: DCE i forbindelse med *Basisfremskrivning 2019*.

Reduktionspotentiale ved tilsætning af mere fedt i foderet

I 2030 forventes et reduktionspotentiale på 0,2 mio. ton CO₂e for malkekøer og øvrigt kvæg. I denne beregning er der ikke taget højde for mulig øget metan-udledning fra gyllen.

Ændret fodersammensætning har størst effekt for konventionelle malkekøer

Tiltaget er kun relevant for den konventionelle produktion, blandt andet fordi de økologiske køer skal på græs, og effekten for økologiske malkekvæg ikke er lige så stor, fordi foderblandingen i økologisk landbrugsproduktion allerede er overvejende let fordøjeligt. Desuden vil det være væsentligt dyrere at tilsætte fedt/rapsfrø til det foder, som de økologiske køer spiser. Andelen af økologiske kvæg er i beregningerne sat til 14 pct. i 2018 stigende til 25 pct. i 2030.⁶ De 14 pct. i 2018 er sat ud fra, at Landbrug & Fødevarer siger, at 12 pct. af mælkeproduktionen i dag er økologisk.¹⁶ Men mælkemængden fra økologiske kvæg er lavere i forhold til de konventionelle malkekøer. Korrigeres for dette, så fås en økologisk andel på knap 14 pct.

Dubgaard og Ståhl, 2018 antager, at 100 pct. af alle konventionelle malkekøer kan omfattes af tiltaget om mere fedt i foderet.⁶ Klimarådet har derfor antaget, at antallet af køer omfattet af den ændrede fodersammensætning indføres lineært fra 0 pct. i 2020 til 100 pct. af de konventionelle køer i 2030. Det svarer

til, at 75 pct. (ca. 472.000 stk.) af alle malkekøer i 2030 har en ændret fodersammensætning, idet den økologiske andel forventes at stige til 25 procent.

I DCA's opdaterede opgørelse af potentialer er der angivet et reduktionspotentiale på 320 kg CO₂e pr. malkeko pr. år, som for nuværende har en udledning omkring 4 ton CO₂e pr. år.¹² Dette svarer til en reduktion på 8 pct. Reduktionspotentialet forventes at være proportionalt med koens udledninger, som forventes at stige i fremtiden i takt med, at køernes årlige produktion stiger. Såfremt udledningen pr. malkeko stiger med 10 pct. frem til 2030 vil det give et potentiale for reduktion på 352 kg pr. malkeko pr. år. Ved et reduktionspotentiale på 8 pct. for hele perioden giver det et samlet potentiale for reduktion af udledningerne fra malkekvæg på ca. 0,163 mio. ton i 2030, som vist i tabel 8 neden for.

Tabel 8 Effekt af ændret fodersammensætning for malkekvæg

År	Konventionelle køer 1000 stk.	Udledning pr. ko ton CO ₂ e	Indfasning af tiltag procent	Reduktion pr. ko ton CO ₂ e	Reduktionspotentiale i alt mio. ton
2017	490	4,0			
2018	499	4,0			
2019	497	4,0			
2020	493	4,0	0,0%	0,32	0,000
2021	489	4,0	10,0%	0,32	0,016
2022	487	4,1	20,0%	0,32	0,032
2023	484	4,1	30,0%	0,33	0,047
2024	481	4,1	40,0%	0,33	0,063
2025	478	4,2	50,0%	0,33	0,079
2026	476	4,2	60,0%	0,33	0,095
2027	475	4,2	70,0%	0,34	0,112
2028	474	4,2	80,0%	0,34	0,129
2029	472	4,3	90,0%	0,34	0,146
2030	472	4,3	100,0%	0,34	0,163

Anm. 1: Det er forudsat at antallet af økologiske malkekøer stiger fra 14 pct. i 2018 til 25 procent i 2030. Desuden er det antaget, at tilsætning af fedt til foderet vil reducere udledningen pr. ko med 8 procent i hele perioden og at tiltaget indfases lineært med 10 procentpoint hvert år fra 2021 til 2030.

Kilde: DCA¹², DCE og Klimarådets egne beregninger.

Ændret foder til øvrige kvæg

For de øvrige kvæg kender vi ikke den forventede udvikling i antallet af kvæg men kun de samlede metanudledninger fra øvrige kvæg, dvs. kvier, tyre, stude og ammekvæg.¹⁷ Det forventes i DCA's nyeste opgørelse¹², at udledningerne fra vommen kan reduceres med 8 pct. også fra det øvrige ikke-økologiske kvæg, der omlægges til en ændret kost, svarende til 82 kg CO₂e pr. årsko. Det er som for malkekvæg antaget, at 25 pct. af de samlede udledninger vil komme fra den økologiske produktion i 2030 med en gradvis indfasning fra dagens niveau på 14 procent som for malkekvægene. Af udledningerne fra den konventionelle drift antages således, at 75 pct. af bestanden vil være omfattet af ændret fodersammensætning i 2030 med samme lineære indfasningsprofil som for malkekvæg.⁶

Dette giver et samlet reduktionspotentiale på 0,03 og 0,063 mio. ton CO₂e i hhv. 2025 og 2030. Det samlede reduktionspotentiale kan således beregnes til ca. 0,1 mio. ton i 2025 og 0,2 mio. ton i 2030.

Hvis potentialet kan indføres hurtigere fx med 20 procentpoint hvert år, eller at 100 procent af potentialet kan realiseres med det samme, dvs. i 2021, som Dudgaard og Ståhl har antaget i deres analyse af tiltaget, vil reduktionspotentialet i 2025 kunne forøges med ca. 0,1 mio. ton CO₂e, mens potentialet i 2030 vil være det samme.

Omkostninger ved tilsætning af fedt i foderet til kvæg

Dubgaard og Ståhl skønner de samfundsøkonomiske omkostninger ved ændret fodersammensætning til knap 1000 kr. pr. ton CO₂e for malkekøer. Det ligger altså i overkanten af kategorien medium størrelse omkostninger. Til gengæld er der en gevinst ved ændret fodersammensætning for malkekvægopdræt på 1.020 kr. pr. ton CO₂e, hvilket vurderes at være meget billigt.⁶ Omkostningen for det øvrige kvæg er endnu ukendt. De samfundsøkonomiske omkostninger afhænger overvejende af forskellen i prisen på korn og plantefedt. Der vurderes ikke at være nogen sideeffekter af betydning ved tiltaget. Samlet set vurderes omkostningerne til at ændre fodersammensætningen at være i kategorien medium. Priserne pr. årsko for den ændrede fodersammensætning er ikke opdateret i forhold til de nye potentialeberegninger.

Langsigtet perspektiv, lækageeffekt og virkemidler

Ambitionerne for 2050 indebærer en væsentlig lavere udledning fra landbrugssektoren. En stor del af udledningerne kommer fra den store bestand af drøvtyggere, og derfor vil tiltag, der kan reducere dyrenes udledning af metan medvirke til en langsigtet omstilling af sektoren. Da tiltaget ikke er forbundet med store investeringer er der heller ikke risiko for lock-in idet tilfælde, at bestanden af malkekøer eventuelt bliver reduceret som en del af den langsigtede omstilling af erhvervet. Samtidig forskes der som nævnt oven for i andre fodertilsætningsstoffer, der tyer på, at ændret fodersammensætning er en del af et klimavenligt landbrug i 2050.

Tiltaget er ikke forbundet med negativ lækage, tværtimod kan danske resultater som følge af en ændret fodersammensætning eksporteres til andre lande, der vil kunne kopiere dansk foderpraksis

Ifølge Dubgaard og Ståhl vil et tiltag i form af regelstyring på dette område kunne reducere metanudledningen med 8 pct. pr. ko.⁶ En drivhusgasafgift på bedriftsniveau med et bundfradrag, som foreslået af Klimarådet, vil også tilskynde landmanden til at reducere udledningen fra drøvtyggerne.

5. Omlægning af produktionsarealer

Omlægningen af produktionsarealer til græs, skov eller energipil kan lagre CO₂ både på kort og lang sigt og medføre mindre udledninger af lattergas og et reduceret dieselforbrug. Samtidig kan omlægningen af landbrugsjord til andre arealanvendelsestyper føre til bedre biodiversitet og øge rekreative værdier. Tabel 9 sammenfatter vurderingen af omstillingselementet, som er uddybet neden for.

Tabel 9 Vurdering af omstillingselementet omlægning af produktionsarealer

Potentiale i 2025	0,1 mio. ton CO ₂ e
Potentiale i 2030	0,4 mio. ton CO ₂ e
Samfundsøkonomiske omkostninger	Medium
- heraf sideeffekter	Store positive
Letter langsigtet omstilling	I høj grad
Lækageeffekter	I nogen grad
Gode virkemidler	Ja

Beskrivelse af tiltaget

Omlægningen af de nuværende landbrugsarealer til anden udnyttelse i fremtiden kan spille en vigtig rolle i forhold til at nå fremtidens klimamål i Danmark. Samtidig vil omlægningen af landbrugsproduktionsarealer til andre formål kunne spille en central rolle i forhold til at nå en lang række andre miljømål. Beskyttelse af særligt sårbare miljøzoner, hensyn til grundvand og rekreative områder, biodiversitet, etablering af større sammenhængende naturområder eller spredningskorridorer for dyr og planter er alle hensyn, der i flere situationer vil have en langt højere samfundsøkonomisk værdi end klimaeffekten. Det er derfor afgørende, at omlægningen af produktionsarealer ses som led i en samlet prioritering af brugen af de danske arealer, frem for som et isoleret virkemiddel til at nå en enkelt klimamålsætning.

Klimarådet vurderer, at der vil være potentiale for omlægning af mindst 100.000 ha. landbrugsjord frem mod 2030. Som eksempel på, hvordan det omlagte areal kan anvendes, har Klimarådet antaget, at 50.000 ha. omlægges til skovrejsning, 25.000 ha. overgår til permanent græs, og 25.000 ha. overgår til produktion af flerårige energiafgrøder, fx energipil. Anvendelse af 50.000 ha. til skovrejsning er i overensstemmelse med de nationale mål om en fordobling af skovarealet mod år 2100, mens alle tre typer af omlægninger fører til reduktioner af udledningen af drivhusgasser.

Reduktionspotentiale

På basis af nye tal fra DCA¹² har Klimarådet beregnet reduktionspotentialer ved omlægning til henholdsvis permanent græs og energiafgrøder. Reduktionen i drivhusgasudledningerne kommer dels fra en mindre udledning af lattergas, som under dyrkning frigives når landbrugsjorden bearbejdes, dels fra et reduceret dieselforbrug til landbrugsmaskiner og endelig i varierende grad fra kulstofbinding, afhængig af arealanvendelsestype. Der er ikke medregnet fortrængning af fossile brændsler ved omlægning til energiafgrøder, fordi energiafgrøder handles internationalt, og hvis ikke biomasseanlægget afbrænder dansk produceret biomasse, vil det sandsynligvis importere det i stedet. Der vil således ikke ske en ændring af de danske udledninger som følge heraf. Men der kan godt være en positiv klimaeffekt i udlandet som følge af mindre import af biomasse fra udlandet.

Reduktionspotentialerne for de enkelte typer arealanvendelse fremgår af tabel 9 nedenfor.

Tabel 9 Klimaeffekten ved arealoplægning af landbrugsjord

Ton CO ₂ e pr. ha pr. år	Reduceret lattergas	Reduceret dieselforbrug	Kulstofbinding	Total
Græs	1,2	1,1	0,5	2,8
Skovrejsning	0,8	0,7	4,1	5,6
Energiafgrøder	0,35	0,37	0,66	1,4

Anm.: For skovrejsning har det ikke været muligt at finde værdier for reduktion i lattergas og dieselforbrug. Der er antaget et niveau midt mellem niveauerne for hhv. græs og energiafgrøder. Kulstofbindingen ved skovrejsning kan formentligt øges gennem målrettet forvaltningspraksis.

Kilde: IFRO¹⁸, DCA¹² og Klimarådet.

For skovrejsning er reduktionspotentialet beregnet ud fra tal fra Institut for Geovidenskab og Naturforvaltning (IGN).¹⁹ Beregningen er gengivet i tabel 10 og 11 neden for. Det er antaget, at der plantes 5.000 ha. skov pr. år hvert år fra 2021 og frem til og med 2050. I 2030 er der således plantet 50.000 ha. ny skov, i 2040 100.000 ha. ny skov og i 2050 150.000 ha. ny skov sammenlignet med i dag. Det giver den i tabel 10 viste alderssammensætning.

Tabel 10 Alderssammensætning ved plantning af ny skov frem til 2050

År	Akkumuleret	Alderssammensætning		
		0-10	10-20	20-30
	1000 ha	1000 ha		
2030	50	50	0	0
2040	100	50	50	0
2050	150	50	50	50

Kilde: IGN, Vivian Kvist Johannsen, et al., 2019¹⁹

Hvis vi alene ser frem til 2030 ses af tabel 11 neden for, at den samlede CO₂-binding i ny skov vil være 46 ton CO₂e/ha. svarende til et gennemsnit på 4,6 ton CO₂e pr. ha pr. år. Herfra skal dog trækkes den del af arealet, som reelt ikke tilplantes som følge af veje, søer, moser mv. Det er antaget, at kun 90 procent af arealet effektivt beplantes. Det giver et CO₂-optag pr. ha ny skov frem til 2030 på ca. 4,1 ton CO₂e/ha/år. Samlet giver det en kulstofbinding på 0,2 mio. ton CO₂ i 2030. Fortsættes skovtilplantningen med samme takt frem til 2050, vil den nye skov i 2050 lagre knap 2 mio. ton CO₂ (beregnet som: 3*50*4,14+2*50*6,48+50*13,86). Det bemærkes, at kulstofbindingen ved skovrejsning formentligt kan øges gennem en målrettet forvaltningspraksis.

Tabel 11 CO₂-binding i ny skov ved forskellige alderskategorier

	Optag pr. ha i ved forskellige alderskategorier				
	0-10	10-20	20-30	30-40	40-100
Kulstof i lager (t CO ₂ e/ha)	46	118	272	366	609
Optaget t CO ₂ e/ha/år	4,6	7,2	15,4	9,4	4,05
Optag inkl. tab til veje etc.	4,14	6,48	13,86	8,46	3,645

Anm: Andel af samlet skovrejsningsareal, der effektivt beplantes er sat til 90 pct. af det samlede areal som følge af anlæg af veje, samt tab til søer, moser, enge etc.

Kilde: IGN, Vivian Kvist Johannsen et al., 2019¹⁹ og Klimarådets egne beregninger

For skov er effekten ved hhv. reduceret lattergas og reduceret dieselforbrug ikke kendt. Der er antaget et niveau midt mellem niveauerne for hhv. græs og energiafgrøder.

Det er antaget, at omlægningen til hhv. græs og energiafgrøder sker lineært, hvormed halvdelen af det samlede potentiale er realiseret i 2025. Dette hænger sammen med, at hovedparten af effekten er umiddelbare effekter (reduceret lattergas og dieselforbrug), der realiseres i det øjeblik der omlægges. Kulstofbindingen er forbundet med relativt hurtigt voksende planter og det vurderes derfor rimeligt at antage, at også denne effekt indfinder sig lineært. For skovrejsning er der i 2025 antaget en tredjedel af det samlede potentiale. Dette hænger sammen med, at kulstofbinding er hovedparten af effekten, og at tilvæksten på skovtræer er behersket de første par år. Desuden kan der på nye tilplantede arealer forekomme udbredte skader som følge af vejrlig eller dyr, hvilket betyder, at der kan gå op til flere år, før der er rigtig gang i tilvæksten på hele arealet.

Omkostninger

De kombinerede samfundsøkonomiske omkostninger for omlægningen af landbrugsjord til græs, skov og energipil vurderes i gennemsnit at være *medium*, men varierer meget mellem de forskellige typer af arealanvendelser.

For energipil vurderes der at være en samfundsmæssig gevinst på 774 kr. pr. reduceret ton CO₂e for lerjord og 1.204 kr. pr. reduceret ton CO₂e for sandjord, når der tages højde for de store positive sideeffekter af størrelsesorden på 1.739 kr. pr. reduceret ton CO₂e.¹¹ Her antages det, at alternativomkostningen ved at dyrke energipil er indtægten fra at dyrke korn og afhænger derfor af prisen på korn og flis. I den samfundsøkonomiske beregning er der ikke taget højde for gevinsten ved kulstofbinding. Hvis der var taget højde for dette, ville den samfundsmæssige gevinst i givet fald være endnu større. Derfor vurderes dyrkning af energipil at være en *meget billig* løsning.

Omvendt vurderes omlægningen til græsarealer at være et *meget dyrt* tiltag, da græsarealerne ikke giver anledning til større indtægter til at veje op for kompensationen til landmændene, for at afgive deres jord. Skovrejsning er derimod en mellemdyr løsning, da der er en vis tidshorisont, førend skovarealerne kan give anledning til indkomst ved eventuelt salg af træ, og de samlede omkostninger for omlægningen til de tre typer arealanvendelser, vurderes derfor at være *medium*.

Langsigtet perspektiv og lækageeffekt

Omlægningen af landbrugsarealer til græs, skov eller energipil vurderes at have blandet potentiale i forhold til den langsigtede omstilling. Græsarealer vil efterhånden nå en naturlig ligevægt, hvor kulstoflagret i jorden ikke opbygges yderligere. Skovarealerne vil omvendt fortsætte med at binde CO₂ i årene efter 2030 og med accelererende hastighed, som vist oven for. Her er potentialet for kulstofbinding derfor stort på længere sigt, og også i god overensstemmelse med langsigtede mål.

Dyrkning af energipil vurderes derimod i kun ringe grad at lette den langsigtede omstilling, idet biomasse forventeligt ikke skal spille en lige så stor rolle for opvarmningen i 2050 som det er tilfældet i dag, og at den biomasse, der i så fald skal bruges, overvejende skal komme fra restprodukter.

Uanset hvordan arealerne i fremtiden anvendes, vil der være en lækageeffekt forbundet med omlægningen af landbrugsarealer, da produktionen, der førhen fandt sted på disse jorder, sandsynligvis vil flyttes til udlandet, for at opretholde den samlede globale landbrugsproduktion. Dette kan være særligt problematisk, hvis produktionen flytter til lande med mindre effektive landbrug end det danske, hvorfor det således kan give anledning til højere drivhusgasudledning, end det var tilfældet i Danmark.

Det er derfor vigtigt at have for øje hvilke danske landbrugsjorder der udvælges til omlægningen, så omlægningen finder sted på jorderne med det laveste udbytte, fx sandjorder. Samtidig bør arealomlægningen

dog også ses i lyset af en forventet omlægning af Danmarks og verdens fødevareproduktion til at være mere plantebaseret. Denne produktion kræver alt andet lige mindre areal, idet der ikke skal dyrkes så meget foder til kvæg og grise.

Referencer

-
- ¹ DCA, Nationalt center for fødevarer og jordbrug, Jørgen E. Olesen et al., *Virkemidler til reduktion af klimagasser i landbruget*, 2018.
- ² DCE, Ole-Kenneth Nielsen et al., *Denmark's National Inventory Report 2019, Emission Inventories 1990-2017 - Submitted under the United Nations Framework Convention on Climate Change and the Kyoto Protocol*. Aarhus University, DCE – Danish Centre for Environment and Energy, 886 pp. Scientific Report No. 318 <http://dce2.au.dk/pub/SR318.pdf>
- ³ Klimarådet (2018) ”, *Status for Danmarks klimamålsætninger og –forpligtelser 2018*”, 2018.
- ⁴ Regeringen, *Aftale mellem regeringen, Radikale Venstre, Socialistisk Folkeparti, Enhedslisten og Alternativet om: Finansloven for 2020 (2. december 2019)*, 2019.
- ⁵ Aarhus Universitet, Institut for Agroøkologi, *Redegørelse for fejl i arealangivelse af organiske jorde*, 3/9 2019.
- ⁶ IFRO, Dubgaard og Ståhl, *Omkostninger ved virkemidler til reduktion af udledningerne i landbruget*, 2018.
- ⁷ Aarhus Universitet, Institut for Agroøkologi, Lars Elsgaard, Poul Erik Lærke og Mogens Greve, *Oplysning om kortgrundlag for jorde med 6 til 12% organisk kulstof samt klimaeffekt ved justering af tilskudsordning til udtagning af organogene jorder*, Institut for Agroøkologi, Aarhus Universitet, 27. februar 2019.
- ⁸ DCE, Nationalt center for miljø og energi, *Svar på Landbrugsstyrelsens bestilling af 28-08-2019 til AU vedr. fejl om udbredelse af organiske jorde*, 15. oktober 2020
- ⁹ Regeringen (Venstre) og Konservative, Dansk Folkeparti og Liberal Alliance, *Aftale om Fødevarer- og landbrugspakke*, 22. december 2015.
- ¹⁰ NIRAS. *Biogas i naturgasnettet. Potentiale, omkostninger og virkemidler. Notat udarbejdet for Klimarådet*. December 2019.
- ¹¹ Klimarådet, *Omstilling frem mod 2030 – Byggeklodser til et samfund med lavere drivhusgasudledninger*”, 2017.
- ¹² DCA, Nationalt center for fødevarer og jordbrug, *Revideret levering på bestillingen ”Opdatering af effekter og potentialer af klimavirkemidler til anvendelse i landbrug*”, 19. februar 2020
- ¹³ NIRAS, *Biogas i naturgasnettet. Potentiale, omkostninger og virkemidler. Notat udarbejdet for Klimarådet*. December 2019
- ¹⁴ Danmarks Statistik, *Statistikdokumentation, Kvægbestanden*.
- ¹⁵ Energistyrelsen, *Basisfremskrivning 2019, Regneark med udvalgte forudsætninger*, samt yderligere tal fra DCE vedrørende emissioner fra landbruget, udleveret pr. mail til Klimarådet.
- ¹⁶ Landbrug og Fødevarer, *Viden-om*, <https://lf.dk/viden-om/oekologi/okologiske-produkter/maelk-og-oksekoed>
- ¹⁷ Tal udleveret fra DCE.
- ¹⁸ Københavns Universitet. IFRO, Dubgaard et. al., *Analyse af omkostningseffektiviteten ved drivhusgasreducerende tiltag i relation til landbruget*. Institut for Fødevarer- og Ressourceøkonomi, Rapport, Nr. 221, 2013.
- ¹⁹ Københavns Universitet, Institut for Geovidenskab og Naturforvaltning, Vivian Kvist Johannsen og andre, *Kulstofbinding ved skovrejsning, Sagsnotat (Reference I – NFI skovrejsning siden 1990)*, 2019.