

KLIMA OG PLANTEAVL



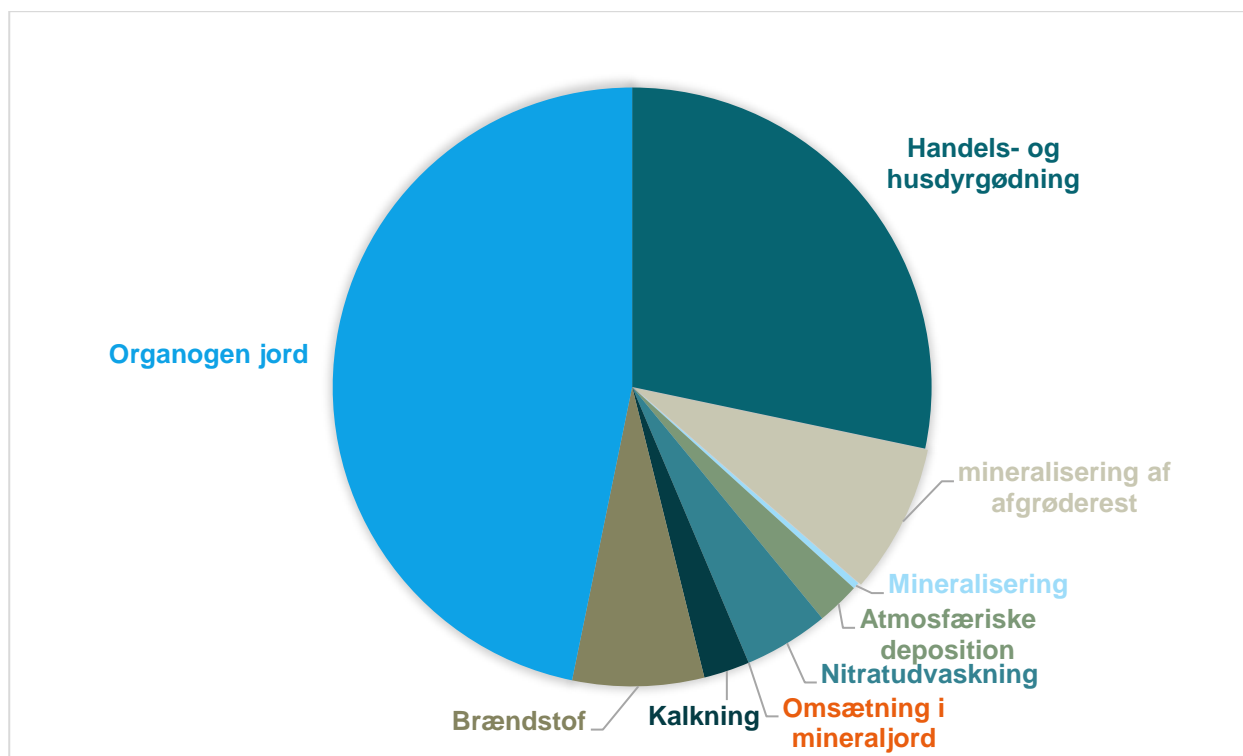
Markbrugets klimabelastning og reduktionspotentiale

Klimapåvirkningen fra markbruget

En væsentlig kilde til klimagasudslip fra markbruget er frigivelse af lattergas. Lattergas, som har en drivhus-effekt, der er 298 gange kraftigere end for CO₂. Ifølge de gældende regler for opgørelse af drivhusgasemissioner regner man med, at 1 pct. af det kvælstof, der tilføres jorden, omdannes til lattergas. Under danske forhold vil en emissionsfaktor på 0,6% formentlig være mere retvisende, og derfor er effekten af de beskrevne tiltag også opgjort med en emissionsfaktor på 0,6%. En tilladelse til at anvende differentierede emissionsfaktorer kræver dokumentation fra et gennemført dansk måleprogram, der har opnået anerkendelse i den internationale videnskabelige litteratur. Det er et arbejde, som engelske ADAS har udført, og som AU i Danmark er påbegyndt i 2019.

En anden kilde til klimagasudledning fra markbruget er nedbrydning af jordens pulje af organisk kulstof. På organiske jorde kan denne kilde udgøre en meget betydelig post. Tiltag, der forsinker nedbrydningen af den organiske pulje, eller opbygger organisk materiale i jorden, reducerer naturligvis klimagasudledningen fra markbruget.

I det følgende er kort gennemgået de vigtigste bidrag til emission af klimagasser i markbruget. Der er taget udgangspunkt i det nationale klimaregnskab for 2016 (Nielsen et al., 2018) samt SEGES egne tal over forbruget af energi i landbruget.



Figur 1: Drivhusgas emissioner fra markbruget. * Nielsen, et al. 2018; **2016-tallet er justeret i forhold til de øgede kvælstofnormer som er trådt i kraft i 2017. ***Baseret på SEGES vurdering.

Mineralisering af afgrøderest

Når afgrøden er høstet og den del af halmen som er bjerget til energi, foder og strøelse er fjernet fra marken, vil den resterende planterest over tid blive mineraliseret under frigivelse af nitrat. Dette gælder også efterafgrøder. Ligesom nitrat der er tilført via gødning tilskrives denne kilde også en lattergasemission.

Dyrkning af organogen jord

Drænede lavbundsarealer med højt kulstofindhold, de såkaldt organogene jorde, udgør den største samlede post i markbrugets klimapåvirkning. Arealerne har før de blev drænet haft et højt vandspejl som gjorde at jorden var iltfattig og at nedbrydningen af organisk materiale gik meget langsomt. Således er der over tusindvis af år sket en opbygning af organisk kulstof. Når vandspejlet sænkes ved dræning, udledes der CO_2 fra disse arealer fordi hastigheden for kulstofomsætningen øges på grund af højere ilttilgængelighed.

Afbrænding af fossile brændstoffer

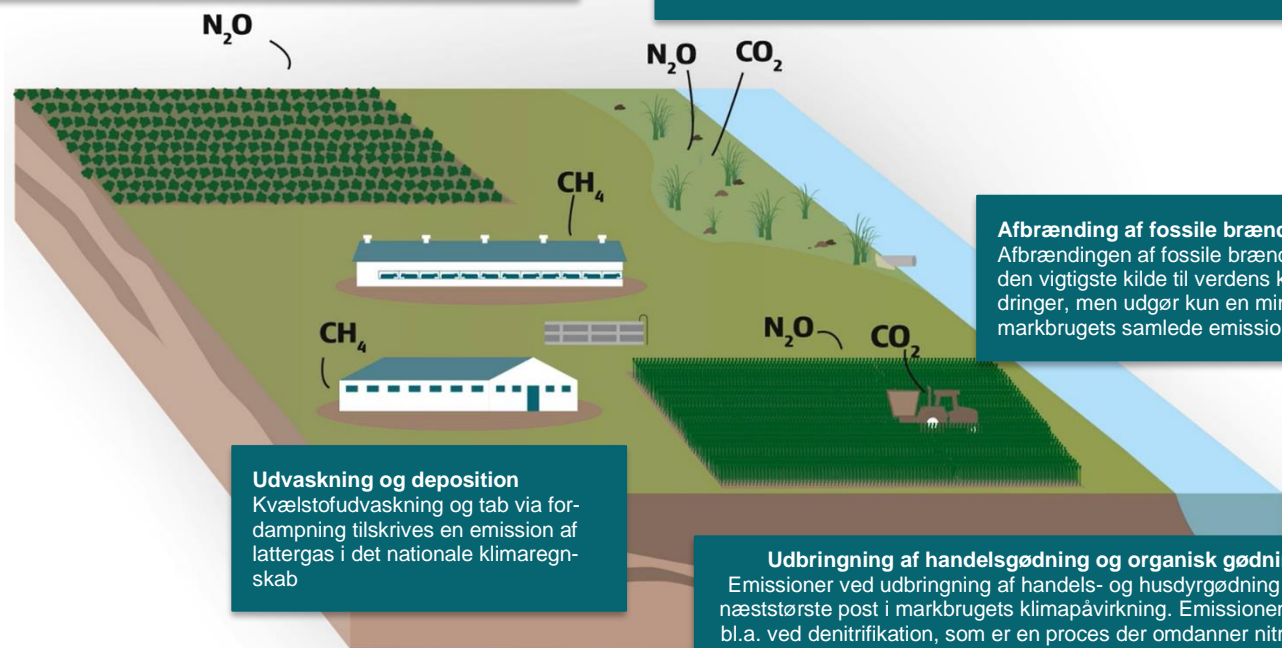
Afbrændingen af fossile brændstoffer er den vigtigste kilde til verdens klimaudfordringer, men udgør kun en mindre del af markbrugets samlede emissioner.

Udvaskning og deposition

Kvælstofudvaskning og tab via fordampning tilskrives en emission af lattergas i det nationale klimaregnskab

Udbringning af handelsgødning og organisk gødning

Emissioner ved udbringning af handels- og husdyrgødning er den næststørste post i markbrugets klimapåvirkning. Emissionen opstår bl.a. ved denitrifikation, som er en proces der omdanner nitrat til frit kvælstof under iltfrie forhold. Processen finder sted når jorden er iltfri fordi den er våd og/eller meget kompakt og kræver foruden nitrat at der også er organisk kulstof tilstede som mikroorganismene i jorden kan leve af. Fordi processen afhænger af tilgængeligheden af nitrat og ilt, varierer udledningen af lattergas meget både henover året og mellem forskellige steder på marken.



Direkte emissioner af lattergas

Direkte emissioner af lattergas i markbruget udgjorde i 2016 i alt 3,587 mio. ton CO₂-ækv. Det fordeler sig på følgende poster:

HANDELSGØDNING

I 2016 er der anvendt 243.000 ton N i handelsgødning. Afskaffelsen af de reducerede kvælstofnormer var kun indfaset med 2/3 i 2016. Der er her regnet med, at forbruget af N i handelsgødning stiger til 275.000 ton N. Det giver en emission af lattergas svarende til 1,284 mio. ton CO₂-ækv.

HUSDYRGØDNING

Bidrag fra husdyrgødning er beregnet ud fra mængden af N udbragt på marken, dvs. tab af kvælstof i stalde og lagre indgår ikke i denne opgørelse. I 2016 er der udbragt 210.000 ton N i husdyrgødning inkl. N i strøelse. Det giver en lattergas-emission svarende til 0,983 mio. ton CO₂-ækv.

SLAM FRA SPILDEVAND

3.990 ton N svarende til 0,018 mio. ton CO₂-ækv.

SLAM FRA INDUSTRIELLE PROCESSER

4.914 ton N svarende til 0,024 mio. ton CO₂-ækv.

GØDNING AFSAT PÅ GRÆS

I den nationale opgørelse er der regnet med, at græssende dyr afsætter 21.000 ton N. Det svarer til 0,176 mio. ton CO₂-ækv.

AFGRØDERESTER

Der er i 2016 beregnet en tilførsel til jorden på 129.800 ton N. Det medfører en emission af lattergas svarende til 0,608 mio. ton CO₂-ækv. – eller næsten 2/3 af bidraget fra husdyrgødning.

MINERALISERING PÅ MINERALJORD (LATTERGAS)

Tallet for emission af lattergas i forbindelse med mineralisering på mineraljord er usikkert. Er her beregnet til 0,030 mio. ton CO₂-ækv.

ORGANOGEN JORD (LATTERGAS)

Emission af lattergas fra mineralisering på organogen jord er opgjort til 0,464 mio. ton CO₂-ækv.

Indirekte emissioner af lattergas

Direkte emissioner af lattergas i markbruget udgjorde i 2016 i alt 0,565 mio. ton CO₂-ækv. Det fordeler sig på følgende poster:

ATMOSFÆRISK DEPOSITION

Der er bidrag fra afsætning af NH₃ og NO_x. I alt 0,191 ton CO₂-ækv.

NITRATUDVASKNING

Der er regnet med en samlet nitratudvaskning på 173.000 ton N Ud af rodzonen (til grundvand), 81.000 ton N til vandløbskant og 66.000 ton N til kyst. Det bidrager med i alt 0,375 mio. ton CO₂-ækv.

Emissioner af CO₂

KALKNING

Bidrag fra udbringning af jordbrugskalk er opgjort til 0,210 mio. ton CO₂.

MINERALISERING PÅ MINERALJORD (CO₂)

Nogle år er der en lille netto indlejring af kulstof på mineraljord og nogle år en lille netto emission af CO₂. I 2016 er netto emissionen ca. 0,103 mio. ton CO₂.

ORGANOGEN JORD (CO₂)

Emission af CO₂ fra mineralisering på organogen jord er opgjort til 2,732 mio. ton CO₂.

BRÆNDSTOF

Emission af CO₂ fra anvendelse af brændstof i markbruget er her beregnet ud fra et estimeret forbrug på 90 liter diesel i gennemsnit pr. ha. Det giver en emission på ca. 0,600 mio. ton CO₂.

De samlede emissioner fra markbruget kan opgøres til 7,804 mio. ton CO₂-ækv, jf. tabel 1.

Tabel 1. Emissioner af drivhusgasser i markbruget 2016, mio. ton CO₂-ækv.

Bidrag	Mio. ton CO ₂ -ækv.	Andel, %
Handelsgødning (N ₂ O)	1,284	16,5
Husdyrgødning (N ₂ O)*	0,983	12,6
Slam spildevand (N ₂ O)	0,018	0,2
Slam industriprod. (N ₂ O)	0,024	0,3
Afsat på græs (N ₂ O)	0,176	2,3
Afgrøderester (N ₂ O)	0,608	7,8
Mineralisering mineraljord (N ₂ O)	0,030	0,4
Organogen jord (N ₂ O)	0,464	5,9
Atmosfærisk deposition (N ₂ O)	0,191	2,4
Nitratudvaskning (N ₂ O)	0,375	4,8
Kalkning (CO ₂)	0,210	2,7
Mineralisering mineraljord (CO ₂)	0,103	1,3
Organogen jord (CO ₂)	2,732	36,3
Brændstof (CO ₂)	0,6	7,7
Markbrug i alt	7,804	100

*) Der er regnet med et forbrug på 275.000 ton N i handelsgødning.

Oversigt over virkemidler til reduktion af klimagas emissioner fra markbruget

AU og KU har identificeret virkemidler til reduktion af udledninger fra landbruget (Olesen m.fl. 2018 og Dubgaard & Ståhl 2018). Virkemidlerne er vurderet på baggrund af kriterier om omkostningseffektivitet, effekt, dokumentation for effekt og minimering af negative afledte effekter ved implementering. I det følgende gennemgås virkemidler som er målrettet markfladen.

Udtagning af organogen jord er klart det mest omkostningseffektive virkemiddel, der kan implementeres på den korte bane. Desuden bør der fortsat arbejdes på at iværksætte en plan for tilvejebringelsen af differentierede emissionsfaktorer for dansk landbrug.

NITRIFIKATIONSHÆMMERE I HANDELSGØDNING OG HUSDYRGØDNING (GYLLE)

Den primære kilde til lattergasemissioner fra markbruget er anvendelsen af kvælstof i handels- og husdyrgødning (se figur 1). Nitrifikationshæmmere tilsættes ammoniumbaserede handelsgødninger med det formål at begrænse ophobningen af nitrat i jorden ved at hæmme/sænke nitrifikationsprocessen. Klimaeffekten opstår da både nitrifikationsprocessen og denitrifikationsprocessen er kilde til lattergasemissioner.

I følge klimakataloget reducerer nitrifikationshæmmere i handelsgødning og husdyrgødning lattergasudledningen med 40 pct. i forhold til tildeling af gødning uden nitrifikationshæmmer.

Tilsætning af nitrifikationshæmmere koster i dag ca. 2 kr. pr. kg N.

PRÆCISIONSJORDBRUG

Præcisionsjordbrug som klimavirkemiddel baseres sig på, at præcisionsjordbrug kan forbedre kvælstofudnyttelsen ved at forhindre overlap ved spredning, og ved omfordeling af kvælstof. Det vurderes at medføre en lidt mindre kvælstoftildeling (2-4%) og en mindre kvælstofudvaskning (1-2 kg N pr. ha). Der er dog stor usikkerhed på disse vurderinger.

Ud fra ovenstående skønnede effektstørrelser er det beregnet, at klimagasemissionen kan reduceres med 46.000 – 93.000 ton CO₂-ækv. pr. ha, hvis præcisionsjordbrug implementeres på hele landbrugsarealet.

Der er ikke beregnet budgetøkonomiske eller samfundsøkonomiske omkostninger ved virkemidlet.

UDTAGNING AF ORGANOGEN JORD

Ved dyrkning af organogen jord (JB11) nedbrydes jordens organiske stof til CO₂. Desuden dannes der lattergas fra tilført kvælstofgødning og mineraliseret kvælstof, ligesom der også udledes metan.

Klimaeffekten opstår, når landbrugsdriften på de kulstofrige lavbundsarealer ekstensiveres, og arealets naturlige, høje vandspejl genetableres. Derved tilføres jorden mindre ilt, og nedbrydningen af jordens kulstofindhold sker langsommere eller ophører helt.

Opgørelsen over klimabelastningen fra organogene jorde er præsenteret i Olesen et al., 2018. Det skal bemærkes, at arealet med organogene jorde blev opgjort til 108.000 ha i Olesen et al (2018), hvilket senere er korrigeret som følge af en fejl i opgørelsen (Greve et al. 2019). Den nye opgørelse angiver, at der er ca. 171.000 ha organogen jord i dyrkning hvilket øger landbrugets klimapåvirkning med ca. 1,6 mio. ton CO₂ ækv.

Dele af arealet ligger i ådale og andre i sammenhængende flader, som f.eks. i vildmoserne eller Lammefjorden. Organogen jord i sammenhængende flader anvendes ofte til dyrkning af højværdiafgrøder. Næsten hele reduktionen kan henføres til en mindre nedbrydning af jordens organiske stof, og indgår derfor i klimaregnskabet i LULUCF kategorien.

De budgetøkonomiske omkostninger for landbruget sættes i beregningerne til at være nul, idet det forudsættes, at de omkostninger, der er ved udtagning, kompenseres gennem plejetilskud.

UDTAGNING AF JORD TIL BRAK

Tiltaget virker ved, at omdriftsjord udtages til kortvarig ugødet brak. Fordi der ikke sker kvælstoftildeling, reduceres lattergasemissionen sammenlignet med jord i omdrift. Desuden reduceres udvaskningen og

ammoniakfordampningen og den deraf følgende lattergasemission. Det er desuden beregnet, at brak giver en positiv indbygning af kulstof i jorden, der kan medregnes under LULUCF.

Der er ikke beregnet budgetøkonomiske eller samfundsøkonomiske omkostninger ved virkemidlet.

OMLÆGNING AF OMDRIFTSJORD TIL FLERÅRIGE ENERGIAFGRØDER

Omlægning fra enårige omdriftsafgrøder til flerårige energiafgrøder som pil og poppel medfører en reduceret tildeling af kvælstofgødning, mindre kvælstofudvaskning og ammoniakfordampning, med deraf følgende mindre lattergasudledninger. Desuden medvirker flerårige afgrøder til at opbygge kulstof i jorden, og der spares brændstof i forhold til dyrkning af omdriftsafgrøder.

Effekten er opgjort til 1,34 – 1,40 ton CO₂ pr. ha. Samlet giver det en effekt på 175.000 tons CO₂ ækv. pr. år, hvoraf de 66.000 tons CO₂ ækv. pr. år er LULUCF.

Der er ikke beregnet budgetøkonomiske eller samfundsøkonomiske omkostninger ved virkemidlet.

EFTERAFGRØDER

Efterafgrøder reducerer kvælstofudvaskningen og dermed lattergastabet. Desuden bidrager efterafgrøder til jordens kulstofpulje, og medvirker således til en opbygning eller begrænsning af tabet fra kulstofpuljen i jorden. Til gængæld tilbagefører efterafgrøden yderligere planterester til jorden, der giver anledning til en større lattergasudledning. Lattergasudledningen fra efterafgrøde-planterester medregnes dog ikke i den nationale danske klimagasemission, på grund af manglende data for artssammensætningen af efterafgrødearealet.

Det er beregnet, at der potentielt kan etableres efterafgrøder på yderligere 205.000 ha. Den samlede reduktion i udledning bliver 170.000 tons CO₂ ækv. pr. år. Hele effekten skal henføres til LULUCF.

Der er ikke beregnet budgetøkonomiske eller samfundsøkonomiske omkostninger ved virkemidlet.

REDUCERET JORDBEARBEJDNING

Reduceret jordbearbejdning mindsker brændstofforbruget i marken, og kan muligvis øge kulstofopbygningen i jorden. Data fra langvarige markforsøg har dog ikke kunnet eftervise øget kulstofopbygning med en sådan grad af sikkerhed, at den er taget med i vurderingen af virkemidlet. Derfor er der ved effektopgørelsen alene tale om en effekt på brændstofforbrug.

OMLÆGNING TIL ØKOLOGI

Der er regnet på omlægning til økologi med samme fordeling af bedriftstyper som i den nuværende økologiske produktion. Effekten er i vidt omfang en konsekvens af en reduceret husdyrbestand. Den samlede produktion falder i forhold til et business as usual scenarie.

Der omlægges så det økologiske areal når 718.000 ha. Det reducerer den danske klimagasudledning med ca. 1.000.000 tons CO₂ ækv. pr. år.

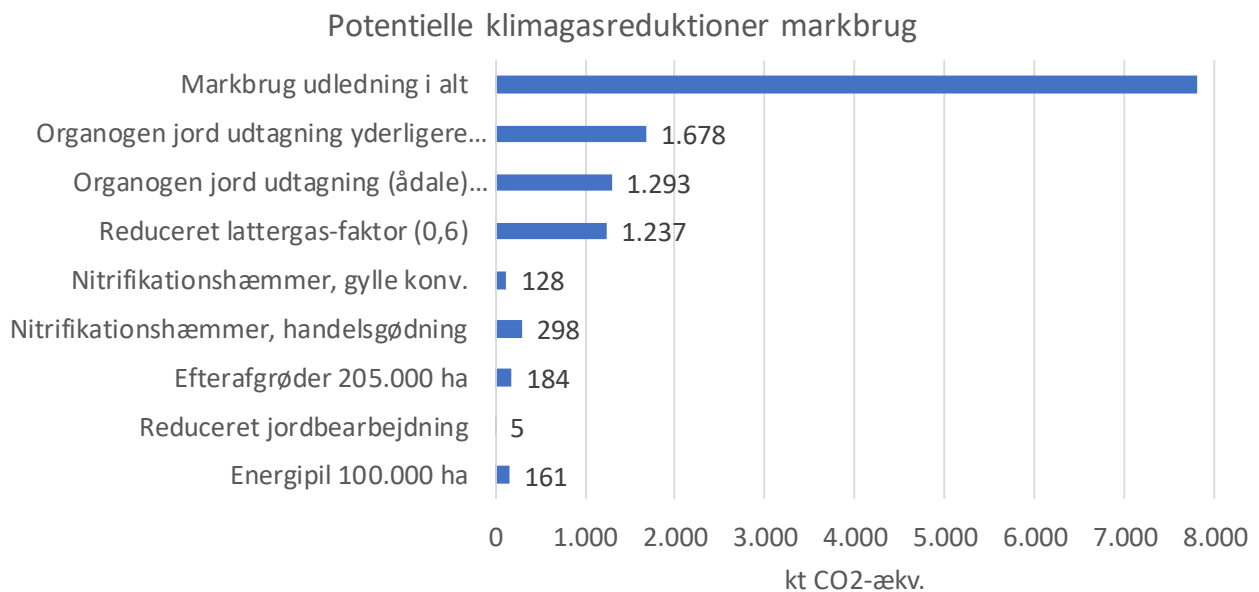
Der er ikke beregnet budgetøkonomiske eller samfundsøkonomiske omkostninger ved virkemidlet.

HALM TIL FORGASNING MED RETURNERING AF BIOCHAR TIL JORDEN

Biochar er organisk materiale, der er udsat for pyrolyse. Undersøgelser har vist, at kulstof i biochar er stabilt og kun vanskeligt bliver nedbrudt i jorden. Biochar, der iblandes landbrugsjord, kan dermed øge

kulstofindholdet i jorden, også i forhold til nedmuldning af frisk halm. Samtidig viser undersøgelser, at lattergasudledningen mindskes på jorde, hvor der tilføres biochar. Det er dog uklart, om denne effekt er blivende, hvis der ikke tilføres nyt biochar.

Kommentarer til virkemidlet: Potentielt er biochar en teknologi, der både kan forbedre jordens struktur og vandholdende evne. Erfaringer fra forsøg viser dog også, at udbringningen kan være udfordrende, om end disse praktiske problemer formentlig kan løses.



Figur 2. viser reduktionspotentialet ved en række kendte virkemidler. Effekten er beregnet efter vurderingerne i Olesen et al. 2018. Desuden viser figuren et scenarie med en emissionsfaktor for lattergas på 0,6.

Kilder

Dubgaard, A., & Ståhl, L. (2018). Omkostninger ved virkemidler til reduktion af landbrugets drivhusgasemissioner: Opgjort i relation til EU's 2030-målsætning for det ikke-kvotebelagte område. Institut for Fødevarer- og Ressourceøkonomi, Københavns Universitet. IFRO Rapport, Nr. 271

Greve, M.H., Pedersen, B.F., og Greve, M.B. (2019) Redegørelse for fejl i arealangivelse af organiske jorde. DCA – Nationalt Center for Fødevarer og Jordbrug

Nielsen, O.-K., Plejdrup, M.S., Winther, M., Nielsen, M., Gyldenkærne, S., Mikkelsen, M.H., Albrektsen, R., Thomsen, M., Hjelgaard, K., Fauser, P., Bruun, H.G., Johannsen, V.K., Nord-Larsen, T., Vesterdal, L., Callesen, I., Caspersen, O.H., Rasmussen, E., Petersen, S.B., Baunbæk, L. & Hansen, M.G. (2018). Denmark's National Inventory Report 2018. Emission Inventories 1990-2016 - Submitted under the United Nations Framework Convention on Climate Change and the Kyoto Protocol. Aarhus University, DCE – Danish Centre for Environment and Energy 851 pp. Scientific Report from DCE – Danish Centre for Environment and Energy No. 272.

Olesen, J.E., Petersen, S.O., Lund, P., Jørgensen, U., Kristensen, T., Elsgaard, L., Sørensen, P. og Lassen, J. (2018) Virkemidler til reduktion af klimagasser I landbruget. DCA-rapport nr. 130

KLIMA OG PLANTEAVL

er udgivet af
Landbrug & Fødevarer F.m.b.A.
SEGES
Agro Food Park 15
8200 Aarhus N

+45 8740 5000
seges.dk

Forfattere
Anna Marie Thierry
Kristoffer Piil
Søren Kolind Hvid

Januar 2020

STØTTET AF

Promilleafgiftsfonden for landbrug