

Til Landbrugsstyrelsen

**Følgebrev**

Dato 18. august 2020

Journal 2020-0089474

### **Levering på tilføjelse til bestillingen "Opdatering af klimaeffekter for virkemidler i landbruget bl.a. som følge af nyt kvælstofvirkemiddelkatalog"**

Landbrugsstyrelsen har i en bestilling sendt 3. juli 2020 bedt DCA – Nationalt Center for Fødevarer og Jordbrug – om at opdatere klimaeffekter fra besvarelsen "Opdatering af effekter og potentialer af klimavirkemidler til anvendelse i landbrug" leveret 27.02.2020 ([link](#)). I opdateringen ønskes klimaeffekter opgivet med GWP fra både IPCCs AR4 og AR5 rapporter. Opdateringen blev leveret 8. juli 2020, men det var på leveringstidspunktet ikke muligt at fremskaffe alle nødvendige informationer, hvorfor enkelte virkemidler ikke kunne opdateres. Nærværende besvarelse er et tillæg til besvarelsen fra 8. juli 2020 ([link](#)), og hermed er de manglende virkemidler opdateret.

Nærværende besvarelse er en revision af en besvarelse indsendt 14.08.2020. Revisionen omfatter en opdatering af kolonnen 'nettoeffekt' for virkemidlerne i Tabel 2 samt enkelte småjusteringer af lattergas i AR5 for virkemidler. Sidstnævnte er uden betydning for opgørelserne i bestillingen.

Besvarelsen i form af vedlagte notat er udarbejdet af professor Søren O. Petersen fra Institut for Agroøkologi ved Aarhus Universitet. Seniorforsker Anders Peter Adamsen fra Institut for Ingeniørvidenskab ved Aarhus Universitet har været fagfællebedømmer, og notatet er revideret i lyset af hans kommentarer.

Som en del af denne opgave er der indsamlet og behandlet nye data, og tabellen præsenterer resultater, som ikke ved udgivelsen har været i eksternt peer review eller er publiceret andre steder. Ved en evt. senere publicering i tidsskrifter med eksternt peer review vil der derfor kunne forekomme ændringer.

Besvarelsen er udarbejdet som led i "Rammeaftale om forskningsbaseret myndighedsbetjening mellem Miljø- og Fødevarerministeriet og Aarhus Universitet" under ID 2.24 i "Ydelsesaftale Planteproduktion 2020-2023".

Venlig hilsen

Lene Hegelund  
Specialkonsulent, kvalitetssikrer f. DCA-centerenheden



# Opdatering af klimaeffekter for virkemidler i landbruget bl.a. som følge af nyt kvælstofvirkemiddelkatalog - tilføjelse

---

Af Søren O. Petersen, Institut for Agroøkologi, Aarhus Universitet

Fagfællebedømt af Anders Peter Adamsen, Institut for Ingeniørvidenskab, AU

## Baggrund

Landbrugsstyrelsen bad d. 03.07.2020, via en bestilling til DCA, om en ny opdatering af klimaeffekter tidligere beskrevet i notatet "Opdatering af effekter og potentialer af klimavirkemidler til anvendelse i landbrug" (Klimatabellen), dateret 27.02.2020 (Hutchings et al., 2020). Anledningen til bestillingen af 3. juli var, at AU har udarbejdet et nyt Kvælstofvirkemiddelkatalog (Eriksen et al., 2020), hvor nogle klimaeffekter er revideret, og med en opdatering af klimatabellen sikres overensstemmelse mellem besvarelsene. Desuden påvirkes en række klimaeffekter af en korrektion af beregningsmodellen for metanemission fra husdyrgødning, jf. AU's notat herom af 18. april 2020 (Petersen og Gyldenkærne, 2020) og et opfølgende notat med fokus på afgasset gylle af 8. juni 2020 (Petersen et al., 2020), hvorfor AU er blevet bedt om at genberegne effekterne for både kvæg- og svinegylle. Endelig er AU blevet bedt om at opgive de samlede klimaeffekter for hvert virkemiddel både med brug af GWP fra IPCCs AR4-rapport, og GWP fra den efterfølgende AR5-rapport.

En opdateret klimatabel blev leveret 8. juli 2020 (Petersen og Hutchings, 2020), men det var ikke muligt i juli at fremskaffe alle nødvendige informationer, og derfor kunne virkemidler vedrørende gyllehåndtering og/eller –behandling ikke opdateres på dette tidspunkt. Det er nu sket, og med denne tilføjelse til notatet af 8. juli færdiggøres besvarelsen hermed.

## Besvarelse

Denne leverance er et tillæg til "Opdatering af klimaeffekter for virkemidler i landbruget bl.a. som følge af nyt kvælstofvirkemiddelkatalog" (opdatering af klimatabellen), leveret 08.07.2020 (Petersen og Hutchings, 2020).

De endelige tabeller med klimaeffekter er vist sidst i dette dokument. Celler, der er ændret i forhold til Opdatering af klimatabellen, leveret 08.07.2020, er markeret med violet farve. I det følgende kommenteres kort ændringerne og deres baggrund.

- Kulstoflagring (LULUCF) optrådte i afleveringen 8. juli med en mindre negativ effekt af biogasbehandling. Det er besluttet at sætte den effekt til værdien "0", eftersom effekt af biogasbehandling på jordens kulstoflager ikke aktuelt indgår i nationale opgørelser.

- Metanemission fra lagring af gylle påvirkes af håndterings- og behandlingsmetoder, som selektivt påvirker emissionen fra stald eller lager. Mette H. Mikkelsen, DCE, har leveret information om fordelingen i den gældende opgørelse (ikke publiceret). I reference-situationen ventes for svinegylle 69% af emissionen at ske i stalden, mens andelen for kvæggylle er 53%. Dette er en mindre ændring fra hhv. 72% og 50% for hhv. svine- og kvæggylle.
- Effekten af biogasbehandling på energiproduktion var tidligere baseret på et udvalgt scenarie med 40% kvæggylle, 40% svinegylle og 20% kvægdymbstrøelse uanset om virkemidlet var rettet mod kvæggylle eller svinegylle. Under fagfællebedømmelsen blev det påpeget, at inklusionen af kvægdymbstrøelse betyder et højere gennemsnitligt tørstofindhold, end man finder i hhv. kvæg- og svinegylle. Af hensyn til konsistens mellem beregningen af hhv. metanemission og energipotential ved biogasfremstilling er dette nu ændret, sådan at der i begge tilfælde tages udgangspunkt i biogaseffekten alene for den relevante gylletype. Dette er i overensstemmelse med biogasnotatet af 8. juni 2020. Konsekvensen af genberegningen er en lavere energiproduktion end antaget i notatet af 8. juli 2020.
- Endelig var der uklarhed om grundlaget for beregning af effekter af tiltag vedr. køling, hyppig udslusning og gylleforsuring, som ikke tillod en genberegning til notatet afleveret 8. juli 2020. Dette er nu blevet opdateret, og i hvert tilfælde er forudsætningerne for opdaterede beregninger beskrevet i kommentarfeltet.

Selvom de beregnede klimaeffekter er baseret på forenklede beregningsprincipper, som konsekvens af den sparsomme dokumentation der foreligger på nuværende tidspunkt, så indeholder effekterne vekselvirkninger mellem stald og lager, og mellem gyllehåndtering og –behandlingsteknologier. Det forventes, at igangværende undersøgelser løbende vil forbedre grundlaget for at estimere klimaeffekterne, og at der således vil være basis for en f.eks. årlig opdatering af klimatabellen.

Tabel 1 herunder viser en oversigt over nettoeffekter af de klimavirkemidler, som er berørt af kvælstofvirkemidler og/eller metan-korrektion. Opdateringen er sket i henhold til AR4, såvel som til AR5. For AR4 er  $GWP_{\text{metan}} = 25$  og  $GWP_{\text{lattergas}} = 298$ . Disse faktorer er i AR5 ændret til  $GWP_{\text{metan}} = 28$  og  $GWP_{\text{lattergas}} = 265$ . For både AR4- og AR5-beregningen angives desuden ændringen i forhold til nettoeffekter beregnet i Klimatabellen leveret 27.02.20 (Hutchings et al., 2020). Endelig indeholder Tabel 1 to kolonner, som angiver, hvor kvælstofvirkemidler eller metan-korrektion potentielt har berørt et klimavirkemiddel.

Baggrundsdata til de opdaterede beregninger ses i den efterfølgende Tabel 2, opdelt i beregninger for henholdsvis AR4 (AR4 - 13.08.2020) og AR5 (AR5 – 13.08.2020).

Formatet på Tabel 2 er uændret i forhold til tabellen fra 27.02.20 for at lette krydsreferencer mellem den oprindelige tabel, som indeholder beskrivelsen af forudsætninger, og den nærværende tabel med de opdaterede effekter. Tabel 2 indeholder også kolonner med referencer og bemærkninger; denne information vedrører udelukkende ændringerne i forhold til tidligere beregninger, og mht. forudsætninger henvises til den oprindelige besvarelse fra 27.02.2020.

I Tabel 2 benyttes en farvekode for de enkelte virkemidler:

Grøn – Data er ikke ændret i forhold til opdateringen af klimatabellen leveret 08.07.2020.

Gul – Kategorien omfatter klimavirkemidler, som ikke er kvælstofvirkemidler eller betydning for metanemission. Hertil hører også virkemidlerne 'Økologi', 'Reduktion i antal kvæg' og 'Reduktion i antal svin', hvor der ikke har været nogen ny information at lægge til grund for beregning af en klimaeffekt.

Violet– Værdier eller kommentarer, er blevet opdateret i forbindelse med denne tilføjelse til notat af 8. juli 2020.

## Litteratur

Eriksen J, Thomsen IK, Hoffmann CC, Hasler B., Jacobsen B (red.), 2020. Virkemidler til reduktion af kvælstofbelastningen af vandmiljøet. Opdatering af virkemiddelkataloget fra 2014. Leveret 29.06.20.

Huthings NJ, Lærke PE, Munkholm L, Elsgaard L, Kristensen T, Rasmussen J, Lund P, Børsting C, Løvendahl P, Mikkelsen MH, Albrechtsen R, Gyldenkerne S, Møller HB, Hansen MJ, Feilberg A, Adamsen AP, 2020. Opdatering af effekter og potentialer af klimavirkemidler til anvendelse i landbrug. Notat fra DCA, 7s., leveret 27.02.2020.

IPCC, 2007: Climate Change 2007: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, Pachauri, R.K and Reisinger, A.(eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 104 pp.

IPCC, 2014: Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 151 pp.

Petersen SO, Gyldenkerne S. 2020 Redegørelse omkring forventede justeringer i beregning af metanemission fra husdyrgødning. Nr. 2020-0066332, 2020. 10 s., apr. 08, 2020.

Petersen SO, Mikkelsen MH, Albrechtsen R, Gyldenkerne S, 2020. Justering af den beregnede emission af metan fra afgasset gylle. Bestilling fra Departementet leveret 08.06.20.

Tabel 1. Oversigt over netto-effekter af klimavirkemidler, som berøres af kvælstofvirkemidler og/eller korrektioner i beregningen af metanemission fra husdyrgødning, som er afrapporteret i 2020 (Eriksen et al., 2020; Petersen og et al., 2020). Tabellen viser netto-klimaeffekt som beregnet i den foreløbige opgørelse leveret 27. februar 2020, samt opdaterede effekter beregnet jf. GWP-faktorer for metan og lattergas fra AR4, hhv. AR5 8IPCC, 2007; IPCC, 2014).

| Virkemiddel  | Enhed                                     | Netto klimaeffekt |                |         |                | Årsag til ændring |                     |                   |
|--|---|-------------------|----------------|---------|----------------|-------------------|---------------------|-------------------|
|  |   | 27.02.20          | Opdateret, AR4 | Ændring | Opdateret, AR5 | Ændring           | Kvælstofvirkemiddel | Korrektion, metan |
| Biogas fra kvæggylle (afsætning til biogasanlæg, alm. stald- og lagerdrift)  | kg CO2-ækv/ton husdyrgødning              | 31                | 37             | 6       | 39             | 8                 | N19                 | +                 |
| Biogas fra svinegylle (afsætning til biogasanlæg, alm. stald- og lagerdrift) | kg CO2-ækv/ton husdyrgødning              | 37                | 32             | -5      | 33             | -4                | N19                 | +                 |
| Biogas m. gyllekøling i svinestalden   | kg CO2-ækv/ton husdyrgødning              | 67                | 56             | -11     | 60             | IB                |                     | +                 |
| Biogas m. hyppig udslusning i svinestalden                                   | kg CO2-ækv/ton husdyrgødning              | 67                | 55             | -12     | 59             | IB                |                     | +                 |
| Braklægning (slåningsbrak; ikke permanent udtagning)                         | ton CO2-ækv/ha                            | 1,9               | 2,6            | 1       | 2,5            | 1                 | N7                  |                   |
| Efterafgrøder  | ton CO2-ækv/ha                            | 1,0               | 1,0            | 0       | 1,0            | 0                 | N1, N2              |                   |
| Flerårige energiafgrøder på omdriftsarealer                                  | ton CO2-ækv/ha                            | 1,4               | 1,4            | 0       | 1,4            | 0                 | N10                 |                   |
| Gylleforsuring i stald hos kvæg  | kg CO2-ækv/ton husdyrgødning              | 14                | 24             | 10      | 27             | 13                |                     | +                 |
| Gylleforsuring i stald hos svin  | kg CO2-ækv/ton husdyrgødning              | 40                | 39             | -1      | 43             | 3                 |                     | +                 |
| Hyppig udslusning af svinegylle  | kg CO2-ækv/ton husdyrgødning              | 11                | 9,1            | -2      | 10             | IB                |                     | +                 |
| Køling af svinegylle   | kg CO2-ækv/ton husdyrgødning              | 7                 | 5,1            | -2      | 6,2            | IB                |                     | +                 |
| Mellemafgrøder   | ton CO2-ækv/ha                            | 0,4               | 0,4            | 0       | 0,4            | 0                 | N3                  |                   |
| Overdækning af gyllebeholdere med ventileret flydelag                        | kg CO2-ækv/ton husdyrgødning              | 9                 | 0              | -9      | 0              | IB                |                     | +                 |
| Reduceret kvælstofnorm   | kg CO2 ækv/kg reduceret N input           | 5,9               | 5,1            | -1      | 4,5            | -1                | N16                 |                   |
| Skærpet udnyttelseskrav for N i husdyrgødning                                | kg CO2 ækv/ kg N reduceret handelsgødning | 5,2               | 5,2            | 0       | 4,6            | -1                | N20                 |                   |
| Udtag af omdriftsareal til permanent ugødet brak                             | ton CO2-ækv/ha                            | 2,0               | 2,2            | 0       | 2,1            | 0                 | N7                  |                   |
| Afgrøder med høj N-optagelse (frøgræs)                                       | ton CO2-ækv/ha                            | 0,1               | 3,1            | 3       | 3,1            | 3                 | N9                  |                   |
| Biogas m. hyppig udslusning i kvægstalden                                    | kg CO2-ækv/ton husdyrgødning              | 43                | 53             | 10      | 56             | IB                |                     | +                 |
| Gylleforsuring i lager for svin (optimeret sommer-/lagerforsuring)           | kg CO2-ækv/ton husdyrgødning              | 6                 | 6,6            | 1       | 7,2            | IB                |                     | +                 |
| Halm til forgasning med biochar retur  | ton CO2-ækv/ha                            | 26                | 25             | 0       | 25             | 0                 | N6                  |                   |
| Hyppig udslusning af kvæggylle   | kg CO2-ækv/ton husdyrgødning              | 6                 | 6              | 0       | 6              | IB                |                     | +                 |
| Hyppig udslusning af svinegylle m. lagerforsuring                            | kg CO2-ækv/ton husdyrgødning              | 34                | 34             | 0       | 34             | IB                |                     | +                 |
| Hyppig udslusning suppleret med staldforsuring i svinestalde (Intermet)      | kg CO2-ækv/ton husdyrgødning              | 39                | 38             | -1      | 42             | IB                |                     | +                 |
| Køling af svinegylle m. lagerforsuring                                       | kg CO2-ækv/ton husdyrgødning              | 11                | 14             | 3       | 16             | IB                |                     | +                 |
| Nitrifikationshæmmere på husdyrgødning                                       | kg CO2-ækv/kg N                           | 1,9               | 1,9            | 0       | 1,9            | 0                 | N21                 |                   |
| Paludikultur   | ton CO2-ækv/ha                            | 38                | 37             | 0       | 37             | 0                 | N28                 |                   |
| Præcisionsjordbrug   | ton CO2-ækv/ha                            | 0,03              | 0,01           | -0,02   | 0,01           | -0,02             | N15                 |                   |
| Reduceret jordbearbejdning   | ton CO2-ækv/ha                            | 0,04              | 0,05           | 0       | 0,05           | 0                 | N14                 |                   |
| Vådområder på mineral jord   | ton CO2-ækv/ha                            | 0,3               | 0,0            | 0       | 0,0            | 0                 | N22, N23 - N26?     |                   |
| Afbrænding af husdyrgødning  | ton CO2-ækv/ha                            | -0,3              | -0,3           | 0       | -0,4           | 0                 | N18                 |                   |
| Afbrændning i fakkelt af luft fra gyllebeholdere med svinegylle              | ton CO2-ækv/ton gødning                   | 11                | 11             | 0       | 11             | IB                |                     | +                 |
| Rensning af luft fra gyllebeholdere med svinegylle med biofilter             | ton CO2-ækv/ton gødning                   | 12                | 12             | 0       | 12             | IB                |                     | +                 |

Tabel 2. Klimavirkemiddeltabel med opdaterede beregninger

| AR4 - 18.8.2020  | Drivhusgasreduktioner/effekter |      |       |                     |                   | Enhed   | Reference på ændringer (kun opdatering)                                       | Bemærkninger til effekten (kun opdatering)   | Sikker positiv klimaeffekt? | Nuancering af ja/nej (kolonne K) |
|--|--------------------------------|------|-------|---------------------|-------------------|---|---|--|-----------------------------|----------------------------------|
| Virkemidlet  | CO2 / LULUCF                   | CH4  | N2O   | CO2 / Energiforbrug | Netto klimaeffekt | ton CO2-ækv/ha eller kg CO2-ækv/ton husdyrgødning |   |  | Ja/ Nej                     | 1 til 4                          |
| Biogas fra kvæggylle (afsætning til biogasanlæg, alm. stald- og lagerdrift)  | 0                              | 14   | -0.3  | 23                  | 37                | kg CO2-ækv/ton husdyrgødning                      | Petersen, Mikkelsen, Albrechtsen og Gyldenkerne (2020); Eriksen et al. (2020) | LULUCF: Sættes til nul, idet effekt af biogasbehandling på kulstoflagring ikke i øjeblikket indgår i den landsdækkende opgørelse. CH4: Der regnes med 1,48 kg CH4/t kvæggylle og en 39% reduktion med biogasbehandling. N2O: Omregnet fra effekt opgjort pr. 100 kg N i virkemiddelkataloget (antagelse: 3,63 kg N/t gylle). CO2/Energi: 83 kg TS/t gylle x 0,80 kg VS/kg TS x 0,21 m3 CH4/kg VS x 35,9 MJ/m3 CH4 x 0,0565 kg CO2/MJ = 28 kg CO2/t. Fradrag for energi til proces og transport: 3,84 kg CO2 + 1,2 kg CO2 = 5,0 kg CO2/t, dvs. samlet 23 kg CO2/t. Effekter på CO2/LULUCF, CH4 og CO2/Energiforbrug refererer til den gennemsnitlige kvæggylle, som er referencen for den nationale opgørelse.  | Ja                          | 1                                |
| Biogas fra svinegylle (afsætning til biogasanlæg, alm. stald- og lagerdrift) | 0                              | 10   | -0.3  | 22                  | 32                | kg CO2-ækv/ton husdyrgødning                      | Petersen, Mikkelsen, Albrechtsen og Gyldenkerne (2020); Eriksen et al. (2020) | LULUCF: Sættes til nul, idet effekt af biogasbehandling på kulstoflagring ikke i øjeblikket indgår i den landsdækkende opgørelse. CH4: Der regnes med 2,39 kg CH4/t og en 17% reduktion med biogasbehandling. N2O: Omregnet fra effekt opgjort pr. 100 kg N i virkemiddelkataloget (antagelse: 4,2 kg N/t gylle). CO2/Energi: 57 kg TS/t gylle x 0,80 kg VS/kg TS x 0,29 m3 CH4/kg VS x 35,9 MJ/m3 CH4 x 0,0565 kg CO2/MJ = 27 kg CO2/t. Fradrag for energi til proces og transport: 3,84 kg CO2 + 1,2 kg CO2 = 5,0 kg CO2/t, dvs. samlet 22 kg CO2/t. Effekter på CO2/LULUCF, CH4 og CO2/Energiforbrug refererer til den gennemsnitlige svinegylle, som er referencen for den nationale opgørelse.  | Ja                          | 1                                |
| Biogas m. gyllekøling i svinestalden   | 0                              | 31   | 1.0   | 24                  | 56                | kg CO2-ækv/ton husdyrgødning                      | Petersen, Mikkelsen, Albrechtsen og Gyldenkerne (2020)                        | LULUCF: Sættes til nul, idet effekt af biogasbehandling på kulstoflagring ikke i øjeblikket indgår i den landsdækkende opgørelse. CH4: Der regnes med 2,39 kg CH4/ton i referencen, heraf 69% fra stald og 31% fra lager. Gyllekøling antages at give 40% reduktion i stald, og en 40% forøgelse af potentialet for metanemission fra lageret. I biogasnotat (Petersen et al., 2020) blev effekten af biogasbehandling af svinegylle opgjort til 17% af den samlede emission (2,39 kg CH4/ton), men biogasbehandling påvirker kun emission fra lageret, og derfor svarer de 17% af 2,39 kg CH4/ton til 55% af 0,31*2,39 kg CH4/ton. Det antages i den aktuelle beregning, at lagertabet også i scenariet med gyllekøling reduceres med 55%. CO2/Energi: Der antages 10% forøgelse af metanudbyttet, dvs. 57 kg TS/t gylle x 0,80 kg VS/kg TS x 1,1 x 0,29 m3 CH4/kg VS x 35,9 MJ/m3 CH4 x 0,0565 kg CO2/MJ = 29,5 kg CO2/t. Fradrag for energi til proces og transport: 3,84 kg CO2 + 1,2 kg CO2 = 5,0 kg CO2/t, dvs. samlet 24 kg CO2/t. Effekter på CO2/LULUCF, CH4 og CO2/Energiforbrug refererer til den gennemsnitlige svinegylle, som er referencen for den nationale opgørelse.       | Ja                          | 1                                |
| Biogas m. hyppig udslusning i svinestalden                                   | 0                              | 31   | 0     | 24                  | 55                | kg CO2-ækv/ton husdyrgødning                      | Petersen, Mikkelsen, Albrechtsen og Gyldenkerne (2020)                        | LULUCF: Sættes til nul, idet effekt af biogasbehandling på kulstoflagring ikke i øjeblikket indgår i den landsdækkende opgørelse. CH4: Der regnes med 2,39 kg CH4/ton i referencen, heraf 69% fra stald og 31% fra lager. Hyppig udslusning antages at give 40% reduktion i stald, og en 40% forøgelse af potentialet for metanemission fra lageret. I biogasnotat (Petersen et al., 2020) blev effekten af biogasbehandling af svinegylle opgjort til 17% af den samlede emission (2,39 kg CH4/ton), men biogasbehandling påvirker kun emission fra lageret, og derfor svarer de 17% af 2,39 kg CH4/ton til 55% af 0,31*2,39 kg CH4/ton. Det antages i den aktuelle beregning, at lagertabet også i scenariet med gyllekøling reduceres med 55%. CO2/Energi: Der antages 10% forøgelse af metanudbyttet, dvs. 57 kg TS/t gylle x 0,80 kg VS/kg TS x 1,1 x 0,29 m3 CH4/kg VS x 35,9 MJ/m3 CH4 x 0,0565 kg CO2/MJ = 29,5 kg CO2/t. Fradrag for energi til proces og transport: 3,84 kg CO2 + 1,2 kg CO2 = 5,0 kg CO2/t, dvs. samlet 24 kg CO2/t. Effekter på CO2/LULUCF, CH4 og CO2/Energiforbrug refererer til den gennemsnitlige svinegylle, som er referencen for den nationale opgørelse. | Ja                          | 1                                |
| Braklægning (slåningsbrak; ikke permanent udtagning)                         | 1.1                            | 0.0  | 1.2   | 0.3                 | 2.6               | ton CO2-ækv/ha                                    | Eriksen et al. (2020)   |  | Ja                          | 1                                |
| Efterafgrøder  | 0.99                           | 0.0  | -0.03 | 0.0                 | 1.0               | ton CO2-ækv/ha                                    | Eriksen et al. (2020)   | Ikke-kvælstoffikserende, som er mest udbredt   | Ja                          | 1                                |
| Flerårige energiforgrøder på omdriftsarealer                                 | 0.7                            | 0.0  | 0.6   | 0.2                 | 1.4               | ton CO2-ækv/ha                                    | Eriksen et al. (2020)   |  | Ja                          | 2                                |
| Fodertilsætningsstoffer: Bovaer, 3-NOP                                       | 0                              | 1200 | 0     | 0                   | 1200              | kg CO2-ækv/årsko                                  |   |  | Ja                          | 1                                |
| Fodring med øget fedt til andet kvæg   | 0                              | 82   | 0     | 0                   | 82                | kg CO2-ækv/årsko                                  | Børsting et al. (2020)  | Mulig effekt på metanemission fra gylle, men ikke indregnet  | Ja                          | 1                                |
| Fodring med øget fedt til malkekvæg  | 0                              | 272  | 0     | 0                   | 272               | kg CO2-ækv/årsko                                  | Børsting et al. (2020)  | Mulig effekt på metanemission fra gylle, men ikke indregnet  | Ja                          | 1                                |
| Græs i sædskiftet  | 2.2                            | 0    | -0.7  | -0.04               | 1.5               | ton CO2-ækv/ha                                    |   | Indgår ikke i N-virkemiddelkatalog. Ingen metanoeffekt   | Ja                          | 1                                |

|   |      |                    |       |      |      |  |   |   |  |   |
|---|------|--------------------|-------|------|------|--|---|---|--|---|
| Gylleforsuring i stald hos kvæg                                       | 0    | 22.2               | 2     | 0    | 24   | kg CO2-ækv/ton husdyrgødning               | Petersen, Mikkelsen, Albrektsen og Gyldenkerne (2020) | Der regnes med 1,48 kg CH4/t kvæggylle og en 60% reduktion med gylleforsuring   | Ja   | 1 |
| Gylleforsuring i stald hos svin                                       | 0    | 35.9               | 3     | 0    | 39   | kg CO2-ækv/ton husdyrgødning               | Petersen, Mikkelsen, Albrektsen og Gyldenkerne (2020) | Der regnes med 2,39 kg CH4/t og en 60% reduktion med gylleforsuring   | Ja   | 1 |
| Hypig udslusning af svinegylle  | 0    | 9                  | 0     | 0    | 9.1  | kg CO2-ækv/ton husdyrgødning               | MH Mikkelsen, DCE (pers.medd.)                        | CH4: Der regnes med 2,39 kg CH4/t. Antages 69% af metanemission fra stald, og 31% fra lager. Endvidere antages, at reduktion i stald er 40%, og merudledning i lager er også 40%  | Ja   | 1 |
| Køling af svinegylle  | 0    | 9                  | 0     | -4.0 | 5.1  | kg CO2-ækv/ton husdyrgødning               | MH Mikkelsen, DCE (pers.medd.)                        | CH4: Der regnes med 2,39 kg CH4/t. Antages 69% af metanemission fra stald, og 31% fra lager. Endvidere antages, at reduktion i stald er 40%, og merudledning i lager er også 40%  | Ja   | 1 |
| Mellemafgrøder  | 0.50 | 0                  | -0.06 | 0    | 0.4  | ton CO2-ækv/ha                             | Eriksen et al. (2020)                                 |   | Ja   | 1 |
| Omlægge til økologi   |      |                    |       |      |      |  |   |   | Selvstændig bestilling under udarbejdelse. |   |
| Overdækning af gyllebeholdere med ventileret flydelag                 | 0    | Kvæg 7,0, Svin 7,4 | ?     | 0    | 7.2  | kg CO2-ækv/ton husdyrgødning               | MH Mikkelsen, DCE (pers.medd.)                        | CH4: Antagelse 40% reduktion af emission fra lageret. Kvæg: 47% af emission kommer fra lageret. Svin: 31% af emissionen kommer fra lageret  | Nej  | 3 |
| Randzoner på mineral jord   | 0.5  | 0                  | 1.1   | 0.35 | 2.0  | ton CO2-ækv/ha                             | Eriksen et al. (2020)                                 | Indgår ikke i N-virkemiddelkatalog. Ingen metaneffekt   | Ja   | 1 |
| Reduceret kvælstofnorm  | -1.0 | 0.00               | 6.2   | 0.00 | 5.1  | kg CO2 ækv./kg reduceret N input           | Eriksen et al. (2020)                                 | Det er antaget, at dette virkemiddel svarer til 'Reduceret gødningsanvendelse' i N-virkemiddelkataloget.  | Ja   | 1 |
| Reduktion af kvæg   |      |                    |       |      |      |  |   |   | Ingen aktuelle analyser at henvises til.   |   |
| Reduktion af svin   |      |                    |       |      |      |  |   |   | Ingen aktuelle analyser at henvises til.   |   |
| Skærpet udnyttelseskrav for N i husdyrgødning                         | 0    | 0                  | 5.2   | 0    | 5.2  | kg CO2 ækv/ kg N reducerede handelsgødning | Eriksen et al. (2020)                                 |   | Ja   | 1 |
| Tilsætningsstof til gyllen (NoGas)                                    |      |                    |       |      |      |  |   |   | Ingen aktuelle analyser at henvises til.   |   |
| Udtag af omdriftsareal til permanent ugrødet brak                     | 1.1  | 0.0                | 0.7   | 0.3  | 2.2  | ton CO2-ækv/ha                             | Eriksen et al. (2020)                                 |   | Ja   | 1 |
| Afgrøder med høj N-optagelse (frøgræs)                                | 2.9  | 0                  | 0.2   | 0    | 3.1  | ton CO2-ækv/ha                             | Eriksen et al. (2020)                                 | Vurdering af kulstoflagring usikker.  | Nej  | 3 |
| Afgrøder med høj N-optagelse (græs)                                   |      |                    |       |      |      | ton CO2-ækv/ha                             | Eriksen et al. (2020)                                 | Udgår pga. stor usikkerhed om effekt.   | Nej  | 1 |
| Afgrøder med høj N-optagelse (sukkerroer)                             | -0.4 | 0                  | 0.2   | 0.07 | -0.1 | ton CO2-ækv/ha                             | Eriksen et al. (2020)                                 | Repræsenterer gennemsnitsværdier for fabriksroer med og uden top  | Nej  | 4 |
| Avi for mælkekøer med reduceret tab af metan                          |      |                    |       |      |      |  |   |   | Nej  | 3 |
| Biogas m. hypig udslusning i kvægstalden                              | 0    | 28                 | 0     | 24   | 53   | kg CO2-ækv/ton husdyrgødning               | Petersen, Mikkelsen, Albrektsen og Gyldenkerne (2020) | LULUCF: Sættes til nul, idet effekt af biogasbehandling på kulstoflagring ikke i øjeblikket indgår i den landsdækkende opgørelse. CH4: Der regnes med 1.48 kg CH4/ton i referencen, heraf 53% fra stald og 47% fra lager. Hypig udslusning antages at give 40% reduktion i stald, og en 40% forøgelse af potentialet for metanemission fra lageret. I biogasnotat (Petersen et al., 2020) blev effekten af biogasbehandling af svinegylle opgjort til 39% af den samlede emission (1.48 kg CH4/ton), men biogasbehandling påvirker kun emission fra lageret, og derfor svarer de 39% af 1.48 kg CH4/ton til 83% af 0,47*1.48 kg CH4/ton. Det antages i den aktuelle beregning, at lagertabet også i scenariet med gyllekøling reduceres med 83%. CO2/Energi: 83 kg TS/t gylle x 0,80 kg VS/kg TS x 1,02 x 0,21 m3 CH4/kg VS x 35,9 MJ/m3 CH4 x 0,0565 kg CO2/MJ = 28,8 kg CO2/t. Fradrag for energi til proces og transport: 3,84 kg CO2 + 1,2 kg CO2 = 5,0 kg CO2/t, dvs. samlet 24 kg CO2/t. Effekter på CO2/LULUCF, CH4 og CO2/Energiforbrug refererer til den gennemsnitlige svinegylle, som er referencen for den nationale opgørelse. | Ja   | 1 |
| Fodertilsætningsstoffer: Nitrat                                       | 0    | 400                | ?     | 0    | 400  | kg CO2-ækv/årsko                           |   |   | Ja   | 1 |
| Fodertilsætningsstoffer: Tang   | 0    | 800                | 0     | 0    | 800  | kg CO2-ækv/årsko                           |   |   | Ja   | 1 |
| Fodring med højere andel af majs                                      | ?    | 120                | ?     | ?    | ?    | kg CO2-ækv/årsko                           |   |   | Nej  | 3 |
| Gylleforsuring i lager for kvæg (optimeret sommer-/lagerforsuring)    | 0    | 5.2                | 1.0   | 0    | 6.2  | kg CO2-ækv/ton husdyrgødning               | MH Mikkelsen, DCE (pers.medd.)                        | CH4: Der regnes med 2,39 kg CH4/t. 47% af emission fra lageret, og kun denne del påvirkes. Effekten antages at være halvt så stor som effekten af staldforsuring, som er 60%, dvs. 30%.   | Nej  | 3 |
| Gylleforsuring i lager for svin (optimeret sommer-/lagerforsuring)    | 0    | 5.6                | 1.0   | 0    | 6.6  | kg CO2-ækv/ton husdyrgødning               | MH Mikkelsen, DCE (pers.medd.)                        | CH4: Der regnes med 2,39 kg CH4/t. 31% af emission fra lageret, og kun denne del påvirkes. Effekten antages at være halvt så stor som effekten af staldforsuring, som er 60%, dvs. 30%.   | Nej  | 3 |
| Halm til forgasning med biochar retur                                 | 25   | 0                  | 0     | 0    | 25   | ton CO2-ækv/ha                             | Eriksen et al. (2020)                                 |   | Ja   | 1 |
| Hypig udslusning af kvæggylle   | 0    | 0.9                | 0     | 0    | 1    | kg CO2-ækv/ton husdyrgødning               | MH Mikkelsen, DCE (pers.medd.)                        | CH4: Der regnes med 1.48 kg CH4/ton i referencen, heraf 53% fra stald og 47% fra lager. Der antages en 40% reduktion af emission i stalden, og tilsvarende en 40% forøgelse af emission under lagringen.  | Ja   | 1 |
| Hypig udslusning af svinegylle m. lagerforsuring                      | 0    | 17                 | ?     | 0    | 17   | kg CO2-ækv/ton husdyrgødning               | MH Mikkelsen, DCE (pers.medd.)                        | CH4: Der regnes med 2,39 kg CH4/t. 69% af metanemission fra stald, og 31% fra lager. Antages 40% reduktion i stalden, og 40% forhøjelse af metanemission fra lageret. Effekt af lagerforsuring antages at være halvt så stor som antaget for staldforsuring, dvs. 30%.  | Ja   | 1 |
| Hypig udslusning suppleret med staldforsuring i svinstalde (Intermet) | 0    | 36                 | 2     | 0    | 38   | kg CO2-ækv/ton husdyrgødning               | Petersen, Mikkelsen, Albrektsen og Gyldenkerne (2020) | CH4: Der regnes med 2,39 kg CH4/t. Antages 60% reduktion i stald og lager med forsuring. Dermed ingen separat effekt af hypig udslusning  | Ja   | 1 |
| Køling af svinegylle m. lagerforsuring                                | 0    | 17                 | 1     | -4.0 | 14   | kg CO2-ækv/ton husdyrgødning               | MH Mikkelsen, DCE (pers.medd.)                        | CH4: Der regnes med 2,39 kg CH4/t. Antages 40% reduktion i stalden, og 40% merudledning fra lageret. 31% af emission fra lageret, forventes dermed at være 140/100*31%*2,39, for hvilken der forventes en 30% reduktion med lagerforsuring.   | Ja   | 1 |

|  |                |       |      |      |                |                         |   |  |     |   |
|--|----------------|-------|------|------|----------------|-------------------------|---|--|-----|---|
| Nitrifikationshæmmere til husdyrgødning                          | 0              | 0     | 1.9  |      | 1.9            | kg CO2-ækv/kg N         | Eriksen et al. (2020); Olesen et al. (2018) | <b>N2O:</b> I N-virkemiddelkataloget er effekten af nitrifikationshæmmere ikke kvantificeret, eftersom der fortsat er usikkerhed omkring reference-niveauet. Her er den skønnede effekt fra Klimavirkemiddelkataloget dog bibeholdt med de forudsætninger, som er beskrevet der. | Ja  | 1 |
| Nitrifikationshæmmere på handelsgødning                          | 0              | 0     | 1.9  |      | 1.9            | kg CO2-ækv/kg N         | Olesen et al. (2018)                        | Her er den skønnede effekt fra Klimavirkemiddelkataloget bibeholdt med de forudsætninger, som er beskrevet der.  | Ja  | 1 |
| Paludikultur   | 39.0           | -7.10 | 5.5  | n.a. | 37.4           | ton CO2-ækv/ha          |   |  | Ja  | 3 |
| Præcisionsjordbrug   | 0              | 0.00  | 0.01 | 0.00 | 0.0            | ton CO2-ækv/ha          | Eriksen et al. (2020)                       |  | Ja  | 1 |
| Reduceret jordbearbejdning                                       | 0              | 0.00  | 0.00 | 0.05 | 0.1            | ton CO2-ækv/ha          | Eriksen et al. (2020)                       |  | Ja  | 1 |
| Småbiotoper  | -22,0 til 10,3 | 0     | 1.0  | 0.36 | -20,7 til 11,7 | ton CO2-ækv/ha          | Nielsen et al. (2020)                       | Indgår ikke i N-virkemiddelkatalog. Ingen metanefekt   | ?   | 1 |
| Vådområder på mineral jord                                       | 0              | 0     | 0    | 0    | 0              | ton CO2-ækv/ha          | Eriksen et al. (2020)                       |  | Nej | 1 |
| Afbrænding af husdyrgødning                                      | -1.4           | 0     | 1.0  | 0    | -0.3           | ton CO2-ækv/ha          | Eriksen et al. (2020)                       |  | Nej | 3 |
| Avl for fodereffektivitet i svineproduktionen                    |                |       |      |      |                |                         |   |  | Nej | 3 |
| Avl i retning af toformålsmalke racer                            |                |       |      |      |                |                         |   |  | Nej | 3 |
| Anvendelse systematiske krydsningssystemer hos malkekvæg         |                |       |      |      |                |                         |   |  | Nej | 3 |
| Avl for fodereffektivitet hos kvæg                               |                |       |      |      |                |                         |   |  | Nej | 3 |
| Udvikling af foderplanter med mindre enterisk metan emission     |                |       |      |      |                |                         |   |  | Nej | 3 |
| Afbrændning i fækket af luft fra gyllebeholdere med svinegylle   | 0              | 12    | 0    | ?    | 12             | ton CO2-ækv/ton gødning | MH Mikkelsen, DCE (pers.medd.)              | <b>CH4:</b> Der regnes med 2,39 kg CH4/t. Antages reduktion på 64% af lageremissionen, som er 31% af samlet emission. Meget usikkert   | Nej | 3 |
| Rensning af luft fra gyllebeholdere med svinegylle med biofilter | 0              | 13    | ?    | 0    | 13             | ton CO2-ækv/ton gødning | MH Mikkelsen, DCE (pers.medd.)              | <b>CH4:</b> Der regnes med 2,39 kg CH4/t. Antages reduktion på 70% af lageremissionen, som er 31% af samlet emission. Meget usikkert   | ja  | 3 |
| Plantesorter forædlet til fodring                                |                |       |      |      |                |                         |   | ny redegørelse påkrævet  | Nej | 3 |

Eriksen et al. (2020)  
Olesen et al. (2018)  
Petersen et al. (2020)

Kvælstofvirkemiddelkatalog  
Klimavirkemiddelkatalog  
Notat om biogas, maj 2020



| AR5 - 18.8.2020  | Drivhusgasreduktioner/effekter |      |       |                     |                   | Enhed   | Reference på ændringer (kun opdatering)                                      | Bemærkninger til effekten (kun opdatering)  | Sikker positiv klimaeffekt? | Nuancering af ja/nej (kolonne K) |
|--|--------------------------------|------|-------|---------------------|-------------------|---|--|---|-----------------------------|----------------------------------|
|  | CO2 / LULUCF                   | CH4  | N2O   | CO2 / Energiforbrug | Netto klimaeffekt |   |  |   |                             |                                  |
| Virkemidlet  |                                |      |       |                     |                   | ton CO2-ækv/ha eller kg CO2-ækv/ton husdyrgødning |  |   | Ja/ Nej                     | 1 til 4                          |
| Biogas fra kvæggylle (afsætning til biogasanlæg, alm. stald- og lagerdrift)  | 0                              | 16   | -0.3  | 23                  | 39                | kg CO2-ækv/ton husdyrgødning                      | Petersen, Mikkelsen, Albrektsen og Gyldenkærne (2020); Eriksen et al. (2020) | LULUCF: Sættes til nul, idet effekt af biogasbehandling på kulstoflagring ikke i øjeblikket indgår i den landsdækkende opgørelse. CH4: Der regnes med 1,48 kg CH4/t kvæggylle og en 39% reduktion med biogasbehandling. N2O: Omregnet fra effekt opgjort pr. 100 kg N i virkemiddelkataloget (antagelse: 3,63 kg N/t gylle). CO2/Energi: 83 kg TS/t gylle x 0,80 kg VS/kg TS x 0,21 m3 CH4/kg VS x 35,9 MJ/m3 CH4 x 0,0565 kg CO2/MJ = 28 kg CO2/t. Fradrag for energi til proces og transport: 3,84 kg CO2 + 1,2 kg CO2 = 5,0 kg CO2/t, dvs. samlet 23 kg CO2/t. Effekter på CO2/LULUCF, CH4 og CO2/Energiforbrug refererer til den gennemsnitlige kvæggylle, som er referencen for den nationale opgørelse.   | Ja                          | 1                                |
| Biogas fra svinegylle (afsætning til biogasanlæg, alm. stald- og lagerdrift) | 0                              | 11   | -0.3  | 22                  | 33                | kg CO2-ækv/ton husdyrgødning                      | Petersen, Mikkelsen, Albrektsen og Gyldenkærne (2020); Eriksen et al. (2020) | LULUCF: Sættes til nul, idet effekt af biogasbehandling på kulstoflagring ikke i øjeblikket indgår i den landsdækkende opgørelse. CH4: Der regnes med 2,39 kg CH4/t og en 17% reduktion med biogasbehandling. N2O: Omregnet fra effekt opgjort pr. 100 kg N i virkemiddelkataloget (antagelse: 4,2 kg N/t gylle). CO2/Energi: 57 kg TS/t gylle x 0,80 kg VS/kg TS x 0,29 m3 CH4/kg VS x 35,9 MJ/m3 CH4 x 0,0565 kg CO2/MJ = 27 kg CO2/t. Fradrag for energi til proces og transport: 3,84 kg CO2 + 1,2 kg CO2 = 5,0 kg CO2/t, dvs. samlet 22 kg CO2/t. Effekter på CO2/LULUCF, CH4 og CO2/Energiforbrug refererer til den gennemsnitlige svinegylle, som er referencen for den nationale opgørelse.   | Ja                          | 1                                |
| Biogas m. gyllekøling i svinestalden   | 0                              | 34   | 1.0   | 24                  | 60                | kg CO2-ækv/ton husdyrgødning                      | Petersen, Mikkelsen, Albrektsen og Gyldenkærne (2020)                        | LULUCF: Sættes til nul, idet effekt af biogasbehandling på kulstoflagring ikke i øjeblikket indgår i den landsdækkende opgørelse. CH4: Der regnes med 2,39 kg CH4/ton i referencen, heraf 69% fra stald og 31% fra lager. Gyllekøling antages at give 40% reduktion i stald, og en 40% forøgelse af potentialet for metanemission fra lageret. I biogasanotat (Petersen et al., 2020) blev effekten af biogasbehandling af svinegylle opgjort til 17% af den samlede emission (2,39 kg CH4/ton), men biogasbehandling påvirker kun emission fra lageret, og derfor svarer de 17% af 2,39 kg CH4/ton til 55% af 0,31*2,39 kg CH4/ton. Det antages i den aktuelle beregning, at lagertabet også i scenariet med gyllekøling reduceres med 55%. CO2/Energi: Der antages 10% forøgelse af metanudbyttet, dvs. 57 kg TS/t gylle x 0,80 kg VS/kg TS x 1,1 x 0,29 m3 CH4/kg VS x 35,9 MJ/m3 CH4 x 0,0565 kg CO2/MJ = 29,5 kg CO2/t. Fradrag for energi til proces og transport: 3,84 kg CO2 + 1,2 kg CO2 = 5,0 kg CO2/t, dvs. samlet 24 kg CO2/t. Effekter på CO2/LULUCF, CH4 og CO2/Energiforbrug refererer til den gennemsnitlige svinegylle, som er referencen for den nationale opgørelse.       | Ja                          | 1                                |
| Biogas m. hyppig udslusning i svinestalden                                   | 0                              | 34   | 0     | 24                  | 59                | kg CO2-ækv/ton husdyrgødning                      | Petersen, Mikkelsen, Albrektsen og Gyldenkærne (2020)                        | LULUCF: Sættes til nul, idet effekt af biogasbehandling på kulstoflagring ikke i øjeblikket indgår i den landsdækkende opgørelse. CH4: Der regnes med 2,39 kg CH4/ton i referencen, heraf 69% fra stald og 31% fra lager. Hyppig udslusning antages at give 40% reduktion i stald, og en 40% forøgelse af potentialet for metanemission fra lageret. I biogasanotat (Petersen et al., 2020) blev effekten af biogasbehandling af svinegylle opgjort til 17% af den samlede emission (2,39 kg CH4/ton), men biogasbehandling påvirker kun emission fra lageret, og derfor svarer de 17% af 2,39 kg CH4/ton til 55% af 0,31*2,39 kg CH4/ton. Det antages i den aktuelle beregning, at lagertabet også i scenariet med gyllekøling reduceres med 55%. CO2/Energi: Der antages 10% forøgelse af metanudbyttet, dvs. 57 kg TS/t gylle x 0,80 kg VS/kg TS x 1,1 x 0,29 m3 CH4/kg VS x 35,9 MJ/m3 CH4 x 0,0565 kg CO2/MJ = 29,5 kg CO2/t. Fradrag for energi til proces og transport: 3,84 kg CO2 + 1,2 kg CO2 = 5,0 kg CO2/t, dvs. samlet 24 kg CO2/t. Effekter på CO2/LULUCF, CH4 og CO2/Energiforbrug refererer til den gennemsnitlige svinegylle, som er referencen for den nationale opgørelse. | Ja                          | 1                                |
| Braklægning (slåningsbrak; ikke permanent udtagning)                         | 1.1                            | 0    | 1.0   | 0.3                 | 2.5               | ton CO2-ækv/ha                                    | Eriksen et al. (2020)  |   | Ja                          | 1                                |
| Efterafgrøder  | 0.99                           | 0    | -0.03 | 0                   | 1.0               | ton CO2-ækv/ha                                    | Eriksen et al. (2020)  | Ikke-kvælstoffiserende, som er mest udbredt   | Ja                          | 1                                |
| Flerårige energiafgrøder på omdriftsarealer                                  | 0.7                            | 0    | 0.5   | 0.2                 | 1.4               | ton CO2-ækv/ha                                    | Eriksen et al. (2020)  |   | Ja                          | 2                                |
| Fodertilsætningsstoffer: Bovaer, 3-NOP                                       | 0                              | 1200 | 0     | 0                   | 1200              | kg CO2-ækv/årsko                                  |  |   | Ja                          | 1                                |
| Fodring med øget fedt til andet kvæg   | 0                              | 82   | 0     | 0                   | 82                | kg CO2-ækv/årsko                                  | Børsting et al. (2020)   | Mulig effekt på metanemission fra gylle, men ikke indregnet   | Ja                          | 1                                |
| Fodring med øget fedt til malkekvæg  | 0                              | 272  | 0     | 0                   | 272               | kg CO2-ækv/årsko                                  | Børsting et al. (2020)   | Mulig effekt på metanemission fra gylle, men ikke indregnet   | Ja                          | 1                                |
| Græs i sædskiftet  | 2.2                            | 0    | -0.6  | -0.04               | 1.6               | ton CO2-ækv/ha                                    | Eriksen et al. (2020)  | Indgår ikke i N-virkemiddelkatalog. Ingen metaneffekt   | Ja                          | 1                                |
| Gylleforsuring i stald hos kvæg  | 0                              | 25   | 2     | 0                   | 27                | kg CO2-ækv/ton husdyrgødning                      | Petersen, Mikkelsen, Albrektsen og Gyldenkærne (2020)                        | Der regnes med 1,48 kg CH4/t kvæggylle og en 60% reduktion med gylleforsuring   | Ja                          | 1                                |

|  |       |                   |      |      |      |  |   |  |     |   |
|--|-------|-------------------|------|------|------|--|---|--|-----|---|
| Gylleforbrug i stald hos svin  | 0     | 40                | 3    | 0    | 43   | kg CO <sub>2</sub> -ækv/ton husdyrgødning              | Petersen, Mikkelsen, Albrektsen og Gyldenkærne (2020) | Der regnes med 2,39 kg CH <sub>4</sub> /t og en 60% reduktion med gylleforbrug   | Ja  | 1 |
| Hypig udslusning af svinegylle   | 0     | 10                | 0    | 0    | 10   | kg CO <sub>2</sub> -ækv/ton husdyrgødning              | MH Mikkelsen, DCE (pers.med.)                         | CH <sub>4</sub> : Der regnes med 2,39 kg CH <sub>4</sub> /t. Antages 69% af metanemission fra stald, og 31% fra lager. Endvidere antages, at reduktion i stald er 40%, og merudledning i lager er også 40%   | Ja  | 1 |
| Køling af svinegylle   | 0     | 10                | 0    | -4   | 6.2  | kg CO <sub>2</sub> -ækv/ton husdyrgødning              | MH Mikkelsen, DCE (pers.med.)                         | CH <sub>4</sub> : Der regnes med 2,39 kg CH <sub>4</sub> /t. Antages 69% af metanemission fra stald, og 31% fra lager. Endvidere antages, at reduktion i stald er 40%, og merudledning i lager er også 40%   | Ja  | 1 |
| Mellemafgrøder   | 0.50  | 0.00              | -0.1 | 0.00 | 0.4  | ton CO <sub>2</sub> -ækv/ha                            | Eriksen et al. (2020)                                 |  | Ja  | 1 |
| Omlægge til økologi  |       |                   |      |      |      |  |   | Selvstændig bestilling under udarbejdelse.   | Ja  | 2 |
| Overdækning af gyllebeholdere med ventileret flydelag                  | 0     | Kvæg 7,8 Svin 8,3 | ?    | 0    | 8.1  | kg CO <sub>2</sub> -ækv/ton husdyrgødning              | MH Mikkelsen, DCE (pers.med.)                         | CH <sub>4</sub> : Antagelse 40% reduktion af emission fra lageret. Kvæg: 47% af emission kommer fra lageret. Svin: 31% af emissionen kommer fra lageret  | Nej | 3 |
| Randzoner på mineral jord  | 0.5   | 0                 | 1    | 0.35 | 1.8  | ton CO <sub>2</sub> -ækv/ha                            | Eriksen et al. (2020)                                 | Indgår ikke i N-virkemiddelkatalog. Ingen metaneffekt  | Ja  | 1 |
| Reduceret kvælstofnorm   | -1.0  | 0                 | 5.5  | 0    | 4.5  | kg CO <sub>2</sub> ækv./kg reduceret N input           | Eriksen et al. (2020)                                 | Det er antaget, at dette virkemiddel svarer til 'Reduceret gødningsanvendelse' i N-virkemiddelkataloget.   | Ja  | 1 |
| Reduktion af kvæg  |       |                   |      |      |      |  |   | Ingen aktuelle analyser at henvises til.   | Ja  | 2 |
| Reduktion af svin  |       |                   |      |      |      |  |   | Ingen aktuelle analyser at henvises til.   | Ja  | 2 |
| Skærpet udnyttelseskrav for N i husdyrgødning                          | 0     | 0                 | 4.6  | 0    | 4.6  | kg CO <sub>2</sub> ækv/ kg N reducerede handelsgødning | Eriksen et al. (2020)                                 |  | Ja  | 1 |
| Tilsætningsstof til gyllen (NoGas)                                     |       |                   |      |      |      |  |   |  | Nej | 3 |
| Udtag af omdriftsareal til permanent ugdet brak                        | 1.1   | 0                 | 0.6  | 0.3  | 2.1  | ton CO <sub>2</sub> -ækv/ha                            | Eriksen et al. (2020)                                 |  | Ja  | 1 |
| Afgrøder med høj N-optagelse (frøgræs)                                 | 2.9   | 0                 | 0.2  | 0    | 3.1  | ton CO <sub>2</sub> -ækv/ha                            | Eriksen et al. (2020)                                 | Vurdering af kulstoflagring usikker.   | Nej | 3 |
| Afgrøder med høj N-optagelse (græs)                                    |       |                   |      |      |      | ton CO <sub>2</sub> -ækv/ha                            | Eriksen et al. (2020)                                 | Udgår pga. stor usikkerhed om effekt.  | Nej | 1 |
| Afgrøder med høj N-optagelse (sukkerroer)                              | -0.41 | 0.00              | 0.2  | 0.07 | -0.2 | ton CO <sub>2</sub> -ækv/ha                            | Eriksen et al. (2020)                                 | Repræsenterer gennemsnitsværdier for fabriksroer med og uden top   | Nej | 4 |
| Avl for malkekøer med reduceret tab af metan                           |       |                   |      |      |      |  |   |  | Nej | 3 |
| Biogas m. hypig udslusning i kvægstalden                               | 0     | 31                | 0    | 24   | 55.9 | kg CO <sub>2</sub> -ækv/ton husdyrgødning              | Petersen, Mikkelsen, Albrektsen og Gyldenkærne (2020) | LULUCF: Sættes til nul, idet effekt af biogasbehandling på kulstoflagring ikke i øjeblikket indgår i den landsdækkende opgørelse. CH <sub>4</sub> : Der regnes med 1.48 kg CH <sub>4</sub> /ton i referencen, heraf 53% fra stald og 47% fra lager. Hypig udslusning antages at give 40% reduktion i stald, og en 40% forøgelse af potentialet for metanemission fra lageret. I biogasnotat (Petersen et al., 2020) blev effekten af biogasbehandling af svinegylle opgjort til 39% af den samlede emission (1.48 kg CH <sub>4</sub> /ton), men biogasbehandling påvirker kun emission fra lageret, og derfor svarer de 39% af 1.48 kg CH <sub>4</sub> /ton til 83% af 0,47*1.48 kg CH <sub>4</sub> /ton. Det antages i den aktuelle beregning, at lagertabet også i scenariet med gyllekøling reduceres med 83%. CO <sub>2</sub> /Energi: 83 kg TS/t gylle x 0,80 kg VS/kg TS x 1,02 x 0,21 m <sup>3</sup> CH <sub>4</sub> /kg VS x 35,9 MJ/m <sup>3</sup> CH <sub>4</sub> x 0,0565 kg CO <sub>2</sub> /MJ = 28,8 kg CO <sub>2</sub> /t. Fradrag for energi til proces transport: 3,84 kg CO <sub>2</sub> + 1,2 kg CO <sub>2</sub> = 5,0 kg CO <sub>2</sub> /t, dvs. samlet 24 kg CO <sub>2</sub> /t. Effekter på CO <sub>2</sub> /LULUCF, CH <sub>4</sub> og CO <sub>2</sub> /Energi forbrug refererer til den gennemsnitlige svinegylle, som er referencen for den nationale opgørelse. | Ja  | 1 |
| Fodertilsætningsstoffer: Nitrat  | 0     | 400               | ?    | 0    | 400  | kg CO <sub>2</sub> -ækv/årsko                          |   |  | Ja  | 1 |
| Fodertilsætningsstoffer: Tang  | 0     | 800               | 0    | 0    | 800  | kg CO <sub>2</sub> -ækv/årsko                          |   |  | Ja  | 1 |
| Fodring med højere andel af majs                                       | ?     | 120               | ?    | ?    | ?    | kg CO <sub>2</sub> -ækv/årsko                          |   |  | Nej | 3 |
| Gylleforbrug i lager for kvæg (optimeret sommer-/lagerforsuring)       | 0     | 5.8               | 0.9  | 0    | 6.7  | kg CO <sub>2</sub> -ækv/ton husdyrgødning              | MH Mikkelsen, DCE (pers.med.)                         | CH <sub>4</sub> : Der regnes med 2,39 kg CH <sub>4</sub> /t. 47% af emission fra lageret, og kun denne del påvirkes. Effekten antages af være halvt så stor som effekten af staldforsuring, som er 60%, dvs. 30%.  | Nej | 3 |
| Gylleforbrug i lager for svin (optimeret sommer-/lagerforsuring)       | 0     | 6.2               | 0.9  | 0    | 7.1  | kg CO <sub>2</sub> -ækv/ton husdyrgødning              | MH Mikkelsen, DCE (pers.med.)                         | CH <sub>4</sub> : Der regnes med 2,39 kg CH <sub>4</sub> /t. 31% af emission fra lageret, og kun denne del påvirkes. Effekten antages af være halvt så stor som effekten af staldforsuring, som er 60%, dvs. 30%.  | Nej | 3 |
| Halm til forgasning med biochar retur                                  | 25.30 | 0                 | 0    | 0    | 25   | ton CO <sub>2</sub> -ækv/ha                            | Eriksen et al. (2020)                                 |  | Ja  | 1 |
| Hypig udslusning af kvæggylle  | 0     | 1.0               | 0    | 0    | 1    | kg CO <sub>2</sub> -ækv/ton husdyrgødning              | MH Mikkelsen, DCE (pers.med.)                         | CH <sub>4</sub> : Der regnes med 1,48 kg CH <sub>4</sub> /ton i referencen, heraf 53% fra stald og 47% fra lager. Der antages en 40% reduktion af emission i stalden, og tilsvarende en 40% forøgelse af emission under lagringen.   | Ja  | 1 |
| Hypig udslusning af svinegylle m. lagerforsuring                       | 0     | 19                | ?    | 0    | 19   | kg CO <sub>2</sub> -ækv/ton husdyrgødning              | MH Mikkelsen, DCE (pers.med.)                         | CH <sub>4</sub> : Der regnes med 2,39 kg CH <sub>4</sub> /t. 69% af metanemission fra stald, og 31% fra lager. Antages 40% reduktion i stalden, og 40% forøgelse af metanemission fra lageret. Effekt af lagerforsuring antages at være halvt så stor som antaget for staldforsuring, dvs. 30%.  | Ja  | 1 |
| Hypig udslusning suppleret med staldforsuring i svinestalde (Intermet) | 0     | 40                | 1.8  | 0    | 42   | kg CO <sub>2</sub> -ækv/ton husdyrgødning              | Petersen, Mikkelsen, Albrektsen og Gyldenkærne (2020) | CH <sub>4</sub> : Der regnes med 2,39 kg CH <sub>4</sub> /t. Antages 60% reduktion i stald og lager med forsuring. Dermed ingen separat effekt af hypig udslusning   | Ja  | 1 |
| Køling af svinegylle m. lagerforsuring                                 | 0     | 19                | 0.9  | -4   | 16   | kg CO <sub>2</sub> -ækv/ton husdyrgødning              | MH Mikkelsen, DCE (pers.med.)                         | CH <sub>4</sub> : Der regnes med 2,39 kg CH <sub>4</sub> /t. Antages 40% reduktion i stalden, og 40% merudledning fra lageret. 31% af emission fra lageret, forventes dermed at være 140/100*31%*2,39, for hvilken der forventes en 30% reduktion med lagerforsuring.  | Ja  | 1 |

|  |                |       |      |      |                |                                      |   |  |     |   |
|--|----------------|-------|------|------|----------------|--------------------------------------|---|--|-----|---|
| Nitrifikationshæmmere til husdyrgødning                          | 0              | 0     | 1.7  |      | 1.7            | kg CO <sub>2</sub> -ækv/kg N         | Eriksen et al. (2020); Olesen et al. (2018) | N <sub>2</sub> O: I N-virkemiddelkataloget er effekten af nitrifikationshæmmere ikke kvantificeret, eftersom der fortsat er usikkerhed omkring reference-niveauet. Her er den skønnede effekt fra Klimavirkemiddelkataloget dog bibeholdt med de forudsætninger, som er beskrevet der. | Ja  | 1 |
| Nitrifikationshæmmere på handelsgødning                          | 0              | 0     | 1.7  |      | 1.7            | kg CO <sub>2</sub> -ækv/kg N         | Olesen et al. (2018)                        | Her er den skønnede effekt fra Klimavirkemiddelkataloget bibeholdt med de forudsætninger, som er beskrevet der.  | Ja  | 1 |
| Paludikultur   | 39.0           | -7.10 | 4.9  | n.a. | 36.8           | ton CO <sub>2</sub> -ækv/ha          |   |  | Ja  | 3 |
| Præcisionsjordbrug   | 0              | 0     | 0.01 | 0    | 0              | ton CO <sub>2</sub> -ækv/ha          | Eriksen et al. (2020)                       |  | Ja  | 1 |
| Reduceret jordbearbejdning                                       | 0              | 0     | 0    | 0.05 | 0.1            | ton CO <sub>2</sub> -ækv/ha          | Eriksen et al. (2020)                       |  | Ja  | 1 |
| Småbiotoper  | -22,0 til 10,3 | 0     | 0.9  | 0.36 | -20,7 til 11,6 | ton CO <sub>2</sub> -ækv/ha          | Nielsen et al. (2020)                       | Indgår ikke i N-virkemiddelkatalog. Ingen metaneffekt  | ?   | 1 |
| Vådområder på mineral jord                                       | 0              | 0     | 0.0  | 0    | 0              | ton CO <sub>2</sub> -ækv/ha          | Eriksen et al. (2020)                       |  | Nej | 1 |
| Afbrænding af husdyrgødning                                      | -1.4           | 0     | 0.9  | 0    | -0.4           | ton CO <sub>2</sub> -ækv/ha          | Eriksen et al. (2020)                       |  | Nej | 3 |
| Avl for fodereffektivitet i svineproduktionen                    |                |       |      |      |                |                                      |   |  | Nej | 3 |
| Avl i retning af toformålsmalkeracer                             |                |       |      |      |                |                                      |   |  | Nej | 3 |
| Anvendelse systematiske krydsningssystemer hos malkekvæg         |                |       |      |      |                |                                      |   |  | Nej | 3 |
| Avl for fodereffektivitet hos kvæg                               |                |       |      |      |                |                                      |   |  | Nej | 3 |
| Udvikling af foderplanter med mindre enterisk metan emission     |                |       |      |      |                |                                      |   |  | Nej | 3 |
| Afbrændning i fækket af luft fra gyllebeholdere med svinegylle   | 0              | 13    | 0    | ?    | 13             | ton CO <sub>2</sub> -ækv/ton gødning | MH Mikkelsen, DCE (pers.medd.)              | CH <sub>4</sub> : Der regnes med 2,39 kg CH <sub>4</sub> /t. Antages reduktion på 64% af lageremissionen, som er 31% af samlet emission. Meget usikkert  | Nej | 3 |
| Rensning af luft fra gyllebeholdere med svinegylle med biofilter | 0              | 15    | ?    | 0    | 15             | ton CO <sub>2</sub> -ækv/ton gødning | MH Mikkelsen, DCE (pers.medd.)              | CH <sub>4</sub> : Der regnes med 2,39 kg CH <sub>4</sub> /t. Antages reduktion på 70% af lageremissionen, som er 31% af samlet emission. Meget usikkert  | ja  | 3 |
| Plantesorter forædlet til fodring                                |                |       |      |      |                |                                      |   | ny redegørelse påkrævet  | Nej | 3 |

Eriksen et al. (2020)  
Olesen et al. (2018)  
Petersen et al. (2020)

Kvælstofvirkemiddelkatalog  
Klimavirkemiddelkatalog  
Notat om biogas, maj 2020