



# Plantebaseret gødning til plantebaserede sædskifter

Gødningsvirkning, klimaeffekter og økonomi.



Kontakt  
Morten Winther Vestenaa, Innovationscenter for Økologisk Landbrug  
[mowv@icoel.dk](mailto:mowv@icoel.dk), 2347 3392

Fonden for **økologisk landbrug**

## Sammendrag

Implementering af plantebaserede gødninger og plantebaserede sædskifter vil give markante agronomiske og klimamæssige fordele, men samtidigt peger denne rapport på en række barrierer for implementering. Kapitlerne indeholder analyser som giver læseren dybere indsigt i konsekvenserne i implementering af sædskifter, gødningsvirkninger, klimapåvirkningen, økonomi, forbrugernes og landmændenes betalingsvillighed og motivationer ved implementering af plantebaserede gødninger til plantebaserede sædskifter.

**Økonomi og Sædskifter** Det er muligt at lave økologiske sædskifter som er selvforsynende med kvælstof hvis to ud af syv marker udlægges om kløvergræs der sælges og returneres fra et biogasanlæg. Dette sædskifte har en sammenlignelig økonomi med konventionelle og økologiske planteavls-sædskifter. Specielt når der tages højde for årsvariationer i udbytter og salgspriser på afgrøder, er det ikke muligt at skille økonomien i de tre typer planteavlssædskifter.

**Gødningsforsøg** Plantebaserede gødninger er gødninger lavet af rent plantemateriale, og på grund af de kvælstof fixerende egenskaber er kløver den mest oplagte afgrøde at anvende som gødning. Ved gødningsforsøg med ensileret kløvergræs er der dog fundet ringe gødningseffekter ved gødning af vårhavre i tre års forsøg. Specielt i høståret 2023 hvor der var tørke i foråret var gødningseffekten af kløvergræsensilage ringe.

**Klima** Baseret på klimaberegningerne i denne rapport kan vi konkludere, at sædskifter med kløvergræs til biogas, en lav tildeling af kvælstof og et fokus på produktion af plantebaserede fødevarer har potentiale til at mindske udledningen af drivhusgasser fra økologisk planteavl. Det er dog vigtigt at pointere, at en del af de udledninger, vi her har beregnet, ikke sædvanligvis indgår i planteavlens klimaaftryk, men medregnes hos husdyrproducenterne eller i energisektoren. Ikke desto mindre er der på samfundsniveau en reel klimaeffekt ved denne dyrkningsform og anvendelse af biogasanlægget til produktion af plantebaseret gødning.

**Landmænds barrierer og motivationer** I undersøgelsen af landmænds barrierer og motivationer for at anvende plantebaseret gødning svarer de, at plantebaseret gødning har både fordele og ulemper. Planteavlerne fremhæver, at kløvergræs kan medvirke til en bedre og renere jord, og øge biodiversiteten, hvilket er positivt. Kløvergræs ses som god til at sanere jorden ved ukrudtsproblemer, det forbedrer jordens frugtbarhed, og det giver et godt bidrag af kvælstof til andre afgrøder. Planteavlere synes generelt ikke at det er relevant at arbejde med egen mobil grøngødning, da de er usikre eller ikke tror på gødningsvirkningen. Det ses dog som særligt relevant med kløvergræs, hvis landmanden har mulighed for at sælge det til et biogasanlæg, så de kan tjene penge på det og/eller få plantegylle retur. Dette forudsætter gode priser og et biogasanlæg i nærheden.

**Forbrugernes holdninger** Undersøgelserne af forbrugeres holdninger til plantebaserede gødninger, at 100% plantebaseret gødning betragtes som et tiltalende tiltag. Det er dog et område, som de økologiske forbrugere ikke kender meget til, og derfor ikke tillægger stor værdi. Denne manglende viden/interesse medfører, at de økologiske forbrugere ikke umiddelbart vil betale en merpris for plantebaserede afgrøder med 100% plantebaseret gødning.

## Indhold

Sammendrag .....	2
1. Introduktion .....	4
2. Økonomi i plantebaserede sædskifter .....	5
3. Indsigter fra 3 års forsøg med plantebaserede gødninger - Gødningsværdi .....	14
4. Indsigter fra 3 års forsøg med plantebaserede gødninger - Lattergasudledning .....	19
5. Klimaaftryk af plantebaserede gødninger .....	23
6. Klimaaftryk af plantebaserede sædskifter .....	29
7. Landmænds barrierer for at anvende plantebaseret gødning .....	34
Referencer .....	40

# 1. Introduktion

Plantebaseret kost har et markant lavere klimaaftryk end en typisk diæt for forbrugere, der har kød og andre animalske produkter som en del af deres kost. En typisk dansk diæt har et klimaaftryk på 1,59 tons CO<sub>2</sub>-ækvivalenter pr. person pr. år, hvorimod en 100 pct. plantebaseret diæt har et klimaaftryk på 0,89 tons CO<sub>2</sub>-ækvivalenter pr. person pr. år (Bruno et al., 2019). Der er således et potentiale for at mindske klimaaftrykket pr. person pr. år, med 0,7 tons CO<sub>2</sub>-ækvivalenter ved at ændre kostvaner. Plantebaserede alternativer til blandt andet kød og mælk er i vækst, og køberne til disse produkter er bevidste om deres valg.

I dansk økologi er husdyr en essentiel del af næringsstofforsyningen, da de omdanner importeret foder og kløvergræs til gylle. Plantebaseret fødevarerproduktion helt uafhængig af husdyrproduktion repræsenterer derfor et udforsket kapitel i dansk og europæisk, økologiske fødevarerproduktion. Hvis dyrkningen af økologiske, plantebaserede fødevarer skal være helt frakoblet den animalske produktion, så kræver det forsyning med næringsstoffer fra andre kilder end animalsk gødning for at kunne opretholde udbytniveauet og dermed sikre, at klimaaftrykket på de plantebaserede fødevarer ikke bliver højere. Der findes markante ressourcer af kalium og fosfor som kan recirkuleres fra by til land, og en fordobling af økologi i Danmark kan realistisk nås med disse ressourcer. Fosfor og kalium findes også i miner, hvor det er muligt at udvinde dem til økologisk brug, så de kommer ikke til at begrænse udbredelsen af plantebaserede økologiske systemer. Det er altså gødsning med kvælstof som primært udfordrer i et rent plantebaseret økologisk system.

Denne rapport giver svar på, hvordan næringsstofforsyning og sædskiftepraksis i en produktion af økologiske plantebaserede fødevarer kan udformes, når der udelukkende bruges plantebaseret gødning, samt hvilken betydning denne dyrkningspraksis har for udbytter og ikke mindst for klimaet sammenlignet med andre relevante økologiske og konventionelle systemer. Rapportens indsigter og resultater er udarbejdet i form af analyser af sædskifter, økonomi, klimabelastning, landmænds mentale drivere og barrierer samt gødningsvirkning. Analyse af gødningsvirkning og klimabelastning tager udgangspunkt i 3 års markforsøg, hvor der er foretaget lattergasmålinger og analyseret for gødningsvirkning. Økonomi- og sædskifteanalyserne tager udgangspunkt i tilgængelige historiske regnskabs- og udbyttedata samt aktuelle afgrødekalkuler.

## 2. Økonomi i plantebaserede sædskifter

Af Sven Hermansen

De seneste årtiers markante vækst i det danske, økologiske areal har været tæt knyttet til mælkeproduktionen og er primært foregået i områder med høj husdyrkoncentration som Vest- og Sønderjylland. Det er dog usikkert, hvor meget omlægningen af denne bedriftstype kan bidrage til fremtidig vækst i det økologiske areal, da der er usikkerhed om mulige fremtidige klimaafgifter og stagnerende efterspørgsel på økologisk mælk.

Med lidt eller ingen tilførsel af husdyrgødning skal en betydelig del af markdriften dog udlægges til kløvergræs, for at økologiske planteavlsbedrifter kan opnå en tilfredsstillende næringsstofforsyning. Traditionelt har kløvergræsmarken ikke været en salgsafgrøde, hvilket har afholdt rene økologiske planteavlsbedrifter fra at inkorporere kløvergræs i deres sædskifter. Nu er der opstået mulighed for at afsætte kløvergræs til biogasproduktion i store dele af Danmark, og dermed er der også en motivation for at inkorporere kløvergræs i økologiske planteavls-sædskifter.

Fremtidig vækst i økologisk areal er dog betinget af, at konventionelle bedrifter kan opnå en sammenlignelig eller bedre økonomi ved omlægning til økologi. Selv om økologisk kløvergræs til biogasproduktion er en salgsafgrøde, er økonomien dårligere sammenlignet med traditionelle økologiske salgsafgrøder, når økonomien betragtes på enkelte marker i sædskiftet. Kløvergræsmarken fungerer imidlertid som gødningsfabrik, ukrudtsbekæmper og fertilitetsopbygger og giver derfor værdi til resten af sædskiftet. Af den grund sammenligner dette notat økonomien i hele økologiske og konventionelle planteavls-sædskifter for at vurdere sandsynligheden for, at konventionelle og økologiske bedrifter omlægger deres drift til at inkludere betydelige mængder kløvergræs i sædskiftet.

### Variation i økologiske og konventionelle afregningspriser

De økologiske afregningspriser varierer så meget over en årrække, at det kan være en overforenkling at fokusere på en gennemsnitspris uden at forholde sig til de udsving i afgrødepriserne, som har stor betydning for landmandens økonomi. Det samme gør sig gældende for de høstede udbytter. Årsvariationerne er meget store. Bare inden for de seneste 5-6 år har vi haft både tørkeår og meget våde år. Senest i sommeren 2023 lagde vi ud med fuld tørkealarm i juni, hvorefter resten af vækståret var vådt og koldt med de mange udfordringer, det gav i forhold til at få en god høst i hus. De tal, der anvendes i beregningerne i dette notat, kommer fra SEGES' økonomidatabase, hvor et antal regnskaber er kvalitetssikret helt ned på afgrødeniveau. I en beslutningssituation i forhold til omlægning er det tilstrækkeligt at ramme et udfaldsrum, der ikke dækker de mest ekstreme tilfælde.

Sædskifterne i notatets beregninger er følgende:

- I. Økologisk lavininput (43 N) – uden kløvergræs
- II. Økologisk melleminput (65 N) – uden kløvergræs
- III. Økologisk N-nettoselvforsyning – med kløvergræs til biogas

### Årsvariationer i afgrødepris

I et relativt lille marked som det økologiske har lokalt eller nationalt udbud og efterspørgsel indflydelse på prisdannelsen i modsætning til de konventionelle kornpriser, der fastsættes på internationale børser. Der har dog hidtil været en mekanisme, der gør det attraktivt at hente økologisk korn fra Ukraine, Rumænien og Baltikum, når prisforskellen på økologisk og konventionelt korn, overstiger omkostningen ved at transportere kornet frem til de danske købere. Det betyder, at prisforskellen på

konventionelt og økologisk foderkorn kun sjældent og i kort tid ad gangen bliver større end 0,80-1,00 kr./kg uanset den lokale forsyningssituation.



Figur 2.1. Salgspriser af landmand på økologisk vårbyg til enten foder, malt eller fremavl fra en specifik operatør med køb og salg i det danske økologiske afgrødemarked.

Eksemplet figur 2.1 viser prisudvikling for økologisk vårbyg til foder, malt og/eller fremavl. Det fremgår, at gennemsnittet ligger omkring 2,20 kr./kg, men at variationerne kan være så store som 50 % hen over 1-2 kalenderår. Bemærk, at der i figuren er to handelsterminer pr. år, og der bliver ikke handlet lige store mængder fra halvår til halvår.

Tabel 2.1 og 2.2 viser økologiske og konventionelle gennemsnitspriser på de største salgsafgrøder i perioden 2014-2022. Datagrundlaget er realiserede priser fra DLBR's regnskabsdatabaser. Det er angivet, hvor store udsvingene har været i forhold til gennemsnitspriserne. De økologiske prisudsving ligger omkring +/- 25 %, hvor maltbyg og raps stikker lidt mere af i de ekstreme situationer.

De konventionelle afgrødepriser har en mere robust bundpris, som kun ligger 13-19 % under gennemsnittet. Ekstra høje konventionelle afregningspriser i 2022, resulterer i et væsentligt større udsving i positiv retning.

Tabel 1. Prisdata fra regnskabsdatabaser. Økologi

Gns 2014-2022	Kr./kg	max %	min %
Foderbyg - øko	2,08	32	-22
Maltbyg - øko	2,33	36	-33
Hvede - øko	2,32	24	-17
Rug - øko	1,84	23	-21
Havre - øko	2,01	26	-16
Raps - øko	6,66	33	-28
Hestebønner - øko	4,00	25	-25

Tabel 2. Prisdata fra regnskabsdatabaser. Konventionel

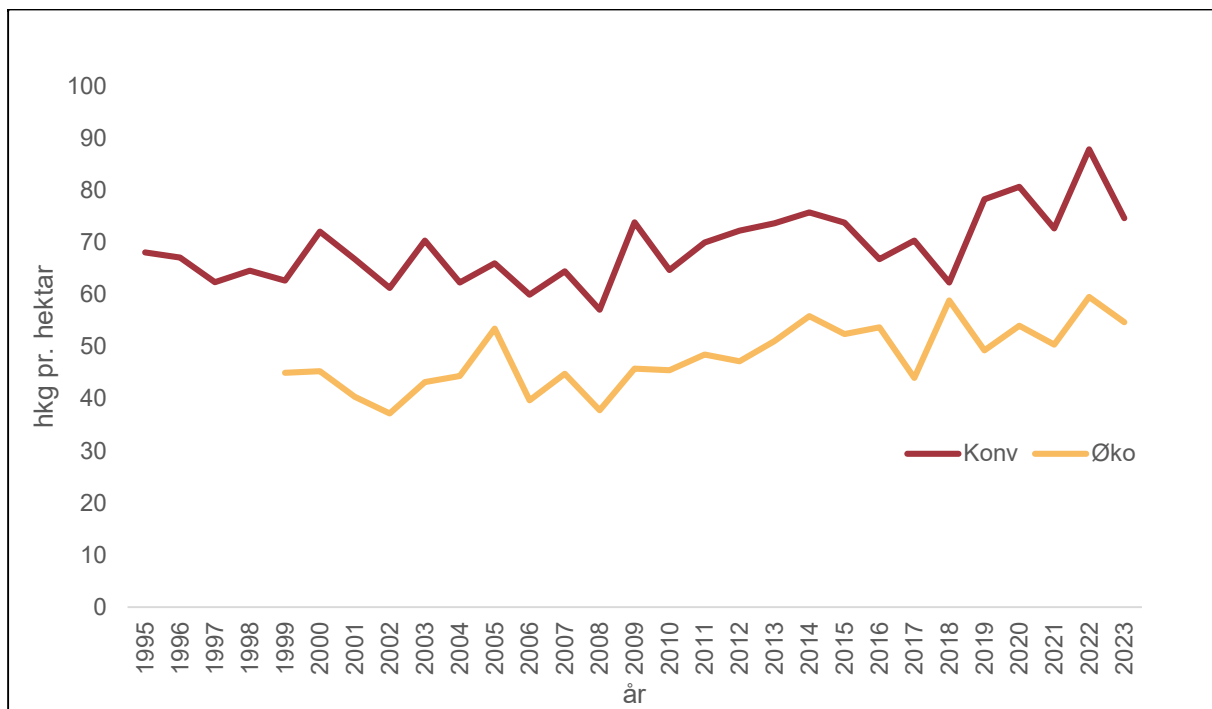
gns 2014-2022	Kr./kg	max %	min %
---------------	--------	-------	-------

Vårbyg - konv	1,20	11	-13
Maltbyg - konv	1,33	42	-16
Hvede - konv	1,28	50	-19
Rug - konv	1,31	39	-14
Havre - konv	1,20	52	-18
Raps - konv	2,92	48	-13

## Årsvariationer i udbytter

Et af de bedst dokumenterede eksempler på årsvariation i udbytte over en længere periode er afprøvning af de anbefalede sortsblandinger i vårbyg. Det er kontrollerede forsøg, hvor forskellige jordtyper og vandet/uvandet, jord er repræsenteret. Sortsblandingerne er de samme, men gødningsniveauerne er forskellige i økologiske og konventionelle forsøg. De økologiske forsøg gødes på et niveau omkring 50 kg N/ha. De konventionelle gødes efter gældende norm for vårbyg med forfrugt korn, dvs. ca. 140 kg N/ha.

Der er en generel tendens til stigende udbytter i perioden for både økologisk og konventionel dyrkning, som formodes at skyldes den genetiske fremgang, da en af de fire sorter i blandingen hvert år udskiftes med en ny topsort. Udbytterne kan også i de kontrollerede afprøvninger svinge med mere end 25 % fra år til år og med op imod 40 %, når et ekstremt tørkeår som 2018 indgår i beregningerne.



Figur 2.2. Udbytte i gældende anbefalede sortsblandinger i vårbyg. Der er anvendt samme blanding økologisk og konventionelt. Forsøgene er ikke gennemført på samme lokaliteter hvert år. Gødningsniveauerne for konventionel og økologisk uden forfrugt er henholdsvis 140 og 55 kg udnyttet kvælstof. Kilde <https://sortinfo.dk/#/ flere år>.

## Udbyttedata fra regnskabsdatabasen

Datasættene er trukket fra regnskabsdatabasen, og udbytterne er i denne opgørelse ikke sorteret efter jordtyper. Bundudbytterne i forhold til gennemsnittet er påvirket af det ekstreme tørkeår i 2018. Der er



en tendens til, at de konventionelle max-udbytter er tættere på gennemsnitsudbyttet end de økologiske, hvilket måske kan forklares med, at konventionelle afgrøder er gødet tættere på optimalt niveau end økologiske afgrøder.

**Tabel 2.3.** Udbyttedata fra regnskabsdatabaser. Økologisk

Gns 2014-2022	hkg/ha	max %	min %
Vårbyg - øko	37	24	-22
Vinterbyg - øko	35	25	-17
Vårhvede - øko	28	20	-26
Vinterhvede - øko	46	14	-12
Rug - øko	40	10	-10
Havre - øko	41	24	-39
Raps - øko	23	28	-19

**Tabel 2.4.** Udbyttedata fra regnskabsdatabaser. Konventionel

Gns 2014-2022	hkg/ha	max%	min%
<b>Vårbyg - konv</b>	59	14	-25
<b>Vinterbyg - konv</b>	64	10	-20
<b>Vårhvede - konv</b>	57	21	-23
<b>Vinterhvede - konv</b>	79	9	-19
<b>Rug - konv</b>	63	6	-18
<b>Havre - konv</b>	53	20	-33
<b>Raps ha - konv</b>	41	12	-27

## Økonomi i økologiske og konventionelt planteavlssædskifter

Der er beregnet dækningsbidrag og følsomhed for udsving i tre forskellige økologiske og et konventionelt planteavlssædskifte, hvor forskellene er gødningsniveau og +/- kløvergræs.

Der er som udgangspunkt anvendt standardpriser og standardudbytter korrigeret for kvælstofniveau på JB 5-6 fra driftsøkonomiværktøjet FarmTal-Online, FTO (marts 2024).

Sædskifterne er sammensat med korn, bælgssæd og vinterraps som traditionelle salgsafgrøder. Afgrødesammensætningen varierer afhængigt af kvælstofniveau i scenarierne. Kløvergræs indgår i et af sædskifterne som en afgrøde, der sælges til biogasproduktion på vilkår, som kendes fra aktuelt indgåede aftaler mellem biogasanlæg og biomasseleverandører.

På basis af analyserne fra regnskabsdatabasen anvendes der i følsomhedsanalysen +/- 25 % i forhold til både gennemsnitsudbytter og -afgrødepriser. Det er en forenkling, som afskærer nogle nuancer, men med de usikkerheder, der i øvrigt er med hensyn kvælstofinput, som ikke er relateret til udbytter i



regnskabsdatabasen, vil den anvendte følsomhedsanalyse dække en væsentlig del af det forventede normalområde.

Figurerne illustrerer følsomhed for udsving i udbytte og salgspris ud fra standard i FarmTalOnline. Signaturerne aflæses således:

- gu: gennemsnitsudbytte
- lu: 25 % lavere udbytter
- hu: 25 % højere udbytter
- gp: gennemsnitspris
- hp: 25 % højere priser
- lp: 25 % lavere priser

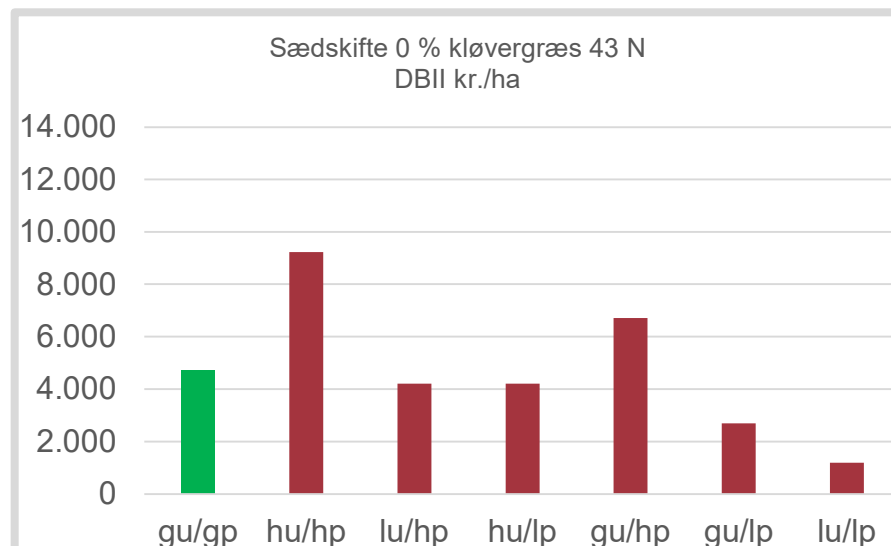
I beregningerne er alt andet lige, det vil sige, at økologitilskud, stykomkostninger til udsæd og maskin- omkostninger, er de samme uanset udbytte- og prisrelationer.

### Sædskitteeksempel 1 – Økologisk lavinput

Økologisk lavinput er det mest begrænsede scenarie med udelukkende uafgasset konventionel husdyrgødning til rådighed. Det vil sige, at der må tilføres 43 kg udnyttet N i gennemsnit pr. hektar. Dermed kan tillægget for reduceret N-tilførsel medregnes. Der er ikke kløvergræs i sædskittet. Det er et simpelt sædskitte med relativt robuste afgrøder med vinterhvede som afgrøden med det største potentiale på JB 5-6. Det er derfor også den afgrøde, der får den største del af den begrænsede kvælstofmængde, der er til rådighed. De supplerende kvælstofkilder i systemet er bælgssæd til modenhed i 20 % af arealet og en kløverefterafgrøde i andre 20 %. Udbytniveauet er lavt, og dermed er udsvingene i følsomhedsanalysen tilsvarende lave.

Tabel 2.5. Sædskitte

Hovedafgrøde	Efterafgrøde
Vinterrug	Kløver m. afg.
Vinterhvede	Pligtig kløver
Havre	'Rodukrudt'
Ært	Efterafgrøde
Vårbyg	



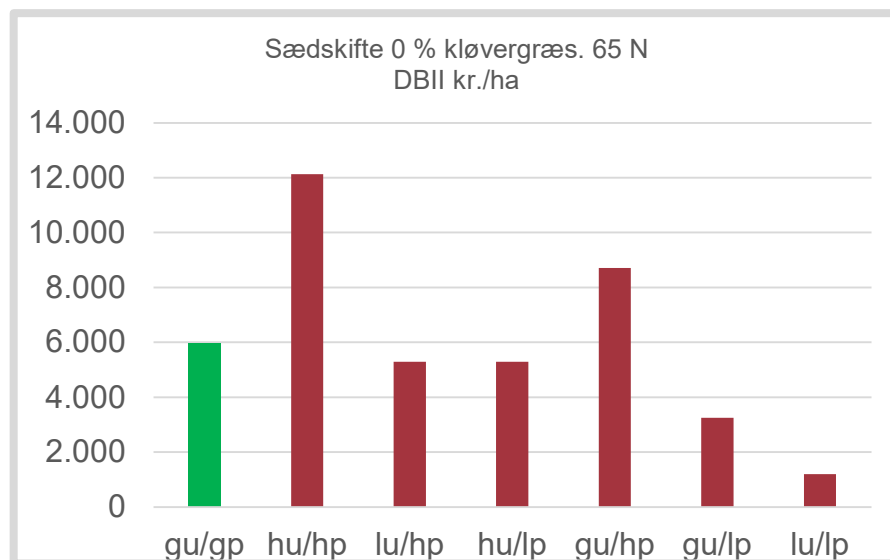
Figur 2.3. DBII ved gennemsnitsudbytte og -pris i økologisk lavinput sædskifte (grøn) samt følsomhed for udsving (rød).

### Sædskifteeksempel 2 – Økologisk melleminput

Økologisk melleminput tilføres op til 65 kg udnyttet N i form af enten økologisk husdyrgødning eller en andel afgasset gylle. Der er medregnet tilskud for reduceret N-tilførsel. Med den væsentligt bedre kvælstoftilførsel er der højere udbytter end i eksempel 1, og vinterraps er introduceret som potentielt værdifuld salgsafgrøde.

Tabel 2.6. Sædskifte

Hovedafgrøde	Efterafgrøde
Vinterraps	Kløver m. afg.
Vinterhvede	Pligtig kløver
Havre	'Rodukrudt'
Ært	Efterafgrøde
Vinterrug	



Figur 2.4. DBII ved gennemsnitsudbytte og -pris i økologisk melleminput sædskifte (grøn) samt følsomhed for udsving (rød).

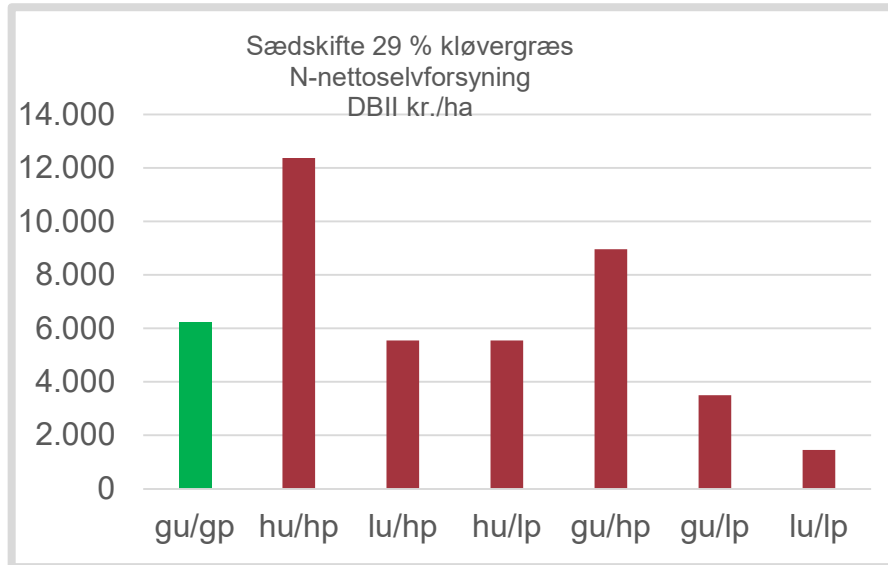
### Sædskifteeksempel 3 - Økologisk med kløvergræs

I dette sædskifte er der introduceret 2/7 kløvergræs. Afgrøden høstes og ensileres og sælges derefter som biomasse til et lokalt biogasanlæg inden for 25 km's afstand. Kvælstofforsyningen består udelukkende af afgasset gødning svarende til den mængde kvælstof, der leveres som biomasse, dvs. ca. 40 kg udnyttet N pr. ha. Derudover medregnes forfrugtsværdier fra ompløjning af 2. års kløvergræs og de øvrige bælgplanteafgrøder og -efterafgrøder.

Tabel 2.7. Sædskifte

Hovedafgrøde	Efterafgrøde
Kløvergræs	
Kløvergræs	

Havre	Pligtig efterafgrøde
Vinterraps	Hvidkløver
Vinterhvede	'Rodukrudt'
Markært	
Vinterrug	Kløvergræsudlæg



Figur 2.5. DBII ved gennemsnitsudbytte og -pris i økologisk sædskifte med kløvergræs (grøn) samt følsomhed for udsving (rød).

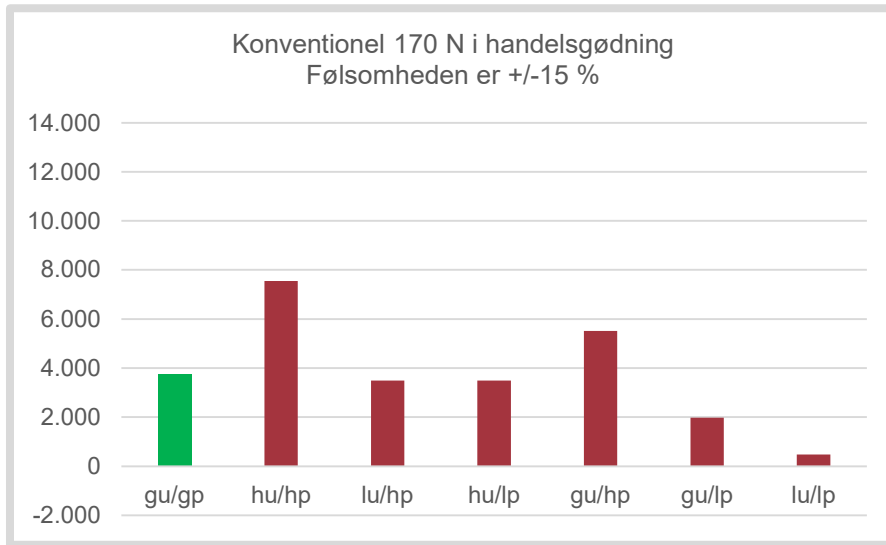
#### Sædskifteeksempel 4 – Konventionel planteavl

Konventionel planteavl er et sædskifte med foderafgrøder, hvede, vinterbyg, vårbyg og raps med handelsgødning efter gødningsnorm 2023 på JB 5-6. I konventionel planteavl har der de seneste år været store udsving i omkostninger til især kunstgødning og pesticider. De rene priser på N, P og K ramte i 2022 en top, der var mere en 100 procent over de foregående 10 års gennemsnit. Der er i beregningerne brugt 2024-priser fra FarmtalOnline: N: 10 kr./kg, P: 16 kr./kg og K: 9 kr./kg.

Konventionelt dyrket foderkorn er den mest stabile afgrøde med hensyn til priser og udbytter. På basis af data fra regnskabsdatabasen er følsomhedsanalysen sat til +/-15 % imod +/-15% i de øvrige scenarier.

Tabel.2.8. Sædskifte

Hovedafgrøde	Efterafgrøde
Vinterraps	
Vinterhvede	Pligtig efterafgrøde
Vårbyg	Pligtig efterafgrøde
Vårbyg	
Vinterbyg	



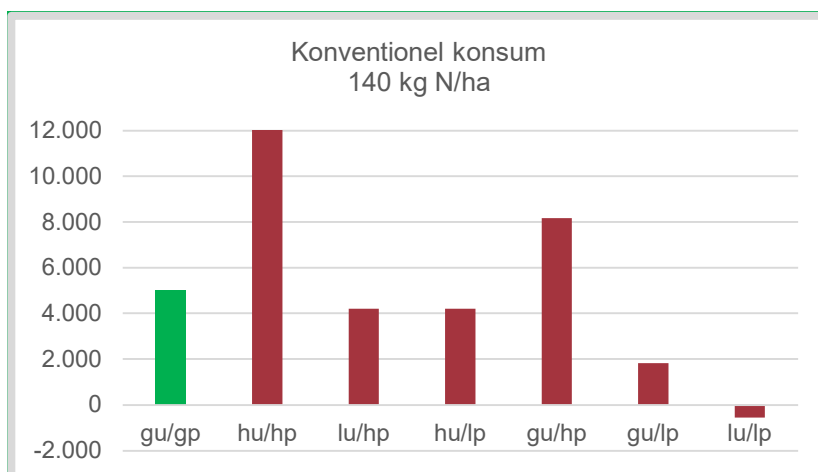
Figur 2.6. DBII ved gennemsnitsudbytte og -pris i konventionelt sædskifte (grøn) samt følsomhed for udsving (rød).

### Sædskifteeksempel 5 – Konventionel konsum

Med introduktion af bælgssæd i sædskiftet falder kvælstofkvoten til ca. 140 kg N/ha, efter at kvælstoftillægget til brødhvede er medregnet. Afregningspriserne er inklusiv et tillæg for konsumkvalitet, som dog ikke altid kan opnås.

Tabel 2.9. Sædskifte

Hovedafgrøde	Efterafgrøde
Havre, gryn	Pligtig efterafgrøde
Vårbyg, malt	
Vinterraps, olie	
Vinterhvede, brød	Pligtig efterafgrøde
Vinterrug, brød	Pligtig efterafgrøde
Ærter	



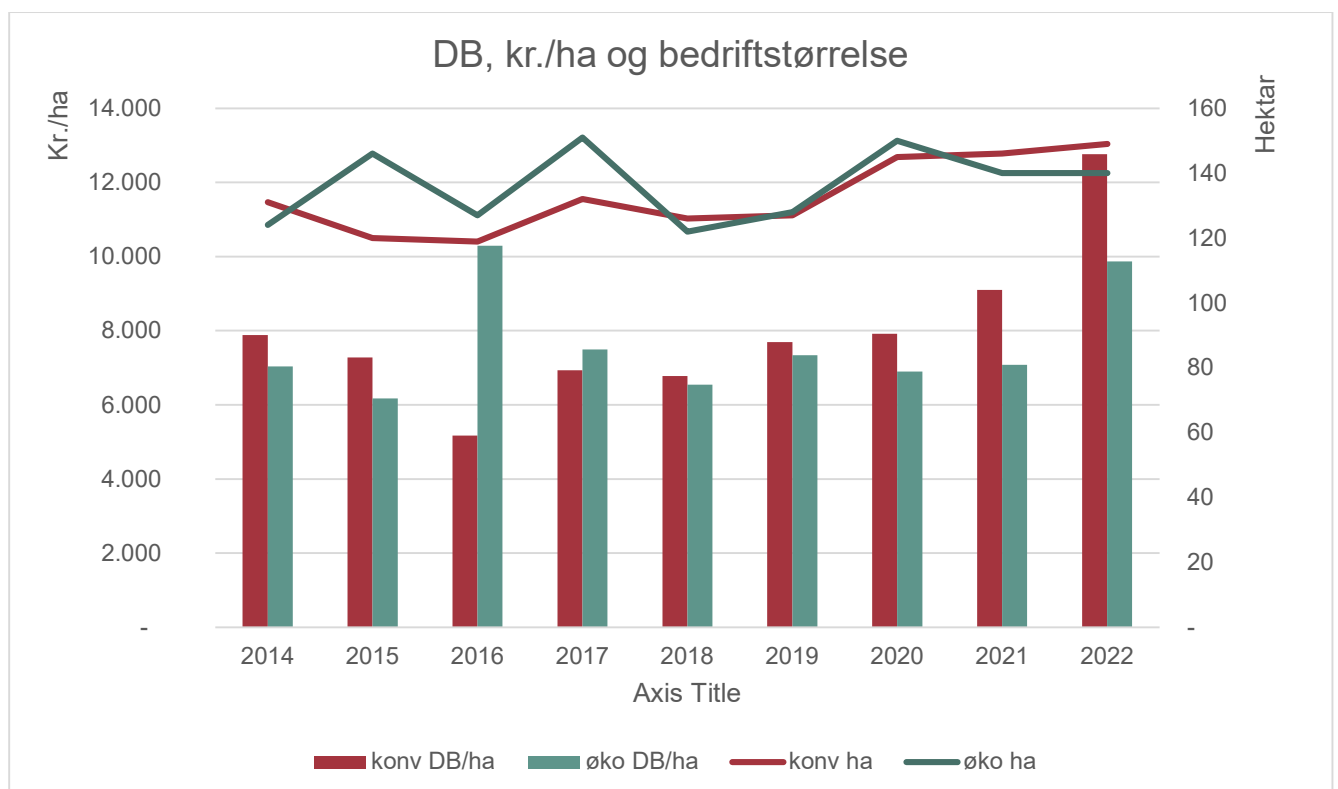
Figur 2.7. DBII ved gennemsnitsudbytte og -pris i konventionelt sædskifte med konsumafgrøder (grøn) samt følsomhed for udsving (rød).

## Systemernes robusthed

Kløvergræs til biogas indgår i eksemplet, figur 2.5, med en pris på 1,25 kr. pr. kg tørstof. Prisen vil variere fra aftale til aftale. Kløvergræs er ikke en afgrøde med et DBII, der i sig selv løfter gennemsnittet, da der løber omkostninger på til bjergning, konservering og øvrig logistik. Forfrugtsvirkning af en 2-årig kløvergræsafgrøde er betydelig for de afgrøder, der kommer umiddelbart efter. Derfor kan den mængde kvælstof, der kommer retur fra biogasanlægget fordeles, så afgrøder med det højeste potentiale forsynes rimeligt godt med kvælstof.

Robustheden ved at introducere op mod 30 % kløvergræs til biogas består i, at sædskiftet er netto-selvforsynende med kvælstof, og at der på længere sigt vil være en væsentligt bedre kulstofbalance end ved traditionel planteavl med 1-årige afgrøder. Man kan dog ikke forvente en varig positiv kulstofbalance<sup>i</sup>, men et generelt øget kulstofindhold i forhold til et system uden kløvergræs.

Sammenligningen mellem konventionel og økologisk planteavl på beregnede dækningsbidrag på afgrødeniveau falder ud til økologiens fordel i alle tre økologiske sædskifter, når beregningerne baseres på Farmtal Online-kalkuler for planteavl på JB 5-6.



Figur 2.8. Dækningsbidrag pr. hektar for økologiske og konventionelle planteavlere på basis af registrerede driftsregnskaber i SEGES' økonomidatabase. På akse til højre vises bedriftstørrelsen, som varierer tæt omkring 140 hektar for både økologiske og konventionelle bedrifter, som har leveret regnskaber til databasen.

Figurens dækningsbidrag dækker indtægter minus stykomkostninger (udsæd, gødning og pesticider), men kapacitetsomkostninger (maskinhandlinger) er ikke fratrukket som i DBII på afgrødeniveau, der er brugt i de foregående beregninger hvor systemerne sammenlignes.

## 3. Indsigter fra 3 års forsøg med plantebaserede gødninger - Gødningsværdi

*Af Casper Laursen*

Det følgende afsnit omhandler forsøgsmæssig afprøvning af plantebaserede gødninger i Økologiske Landsforsøg i perioden 2022-2024. Forsøgene ønsker at afdække udvalgte plantebaserede gødningers gødningsværdi og lattergasemission efter udbringning i marken for med evidensbaseret viden fra forsøgsdata at kunne udregne den reelle klimagevinst ved overgang til et system, der er helt frakoblet animalsk produktion.

Afsnittet beskæftiger sig med gødningsværdi og udbyttepotentiale ved brug af plantebaserede gødninger, mens lattergasemissioner adresseres i det efterfølgende afsnit.

### **Forsøgssetup**

Der er udført forsøg 5 forsøg over 3 år med udvalgte plantebaserede gødninger. Afprøvningen er foregået i regi af Landsforsøgene®, som er et [kvalitetssikret](#) og velafprøvet setup, som dækker over et unikt nationalt samarbejde om forsøg, som udføres i samarbejde mellem de lokale planteavlkontorer. Forsøgene er placeret i eksisterende marker hos økologiske landmænd rundt om i landet for at opnå praksisnære og autentiske resultater. Forsøgene designes og planlægges af Innovationscenter for Økologisk Landbrug og arbejdet udføres af professionelt forsøgsmandskab.

Forsøgene er udført i havre, fordi det er dyrkningssikker, sund økologisk afgrøde med god konkurrenceevne overfor ukrudt, og som ved dyrkning med tilstrækkelig kvalitet/proteinindhold kan afsættes som gryn havre til konsum. Forsøgene er alle anlagt på arealer, som er certificeret økologiske, og hvor forfrugt og forforfrugt ikke har været kløvergræs, kløver til frø, ærter eller lucerne. Forsøgene er designet som fuldstændigt blokforsøg og randomiseret i mindst 4 gentagelser. Parcellerne er anlagt på et tilfredsstillende areal, hvor der er taget hensyn til maskinbredde, risiko for overslæb, høst med småparcelteknik og med tilstrækkeligt værn omkring parcellerne. Derudover er der stillet krav til kvalitet af den gylle, der anvendes i forsøget som reference til de plantebaserede gødninger.

Forsøgene har været placeret som vist på kortet herunder:



Figur 3.1: Placering af forsøgets 5 forsøg i perioden 2022-2024.  
Kilde: [www.nfts.dlbr.dk](http://www.nfts.dlbr.dk)

## Gødninger og gødningseffekt

I 2022 er udført en screening af plantebaserede gødninger, som har ligget til grund for de efterfølgende afprøvninger. Der er afprøvet kløvergræsensilage, Vegansk gødning og komposteret have-parkaffald. Vegansk gødning er navnet på et kommercielt, pelleteret gødningsprodukt baseret på pelleterede hestebønner, mens kløvergræsensilage og have-parkaffald er skaffet lokalt.

Gødningernes effekt er alle år sammenlignet med tilsvarende gødningsniveauer i slagtesvinegylle eller tilsvarende og førsteårs-udnyttelsen af gødningernes kvælstof er udtrykt ved et værdital.

2022:

I første afprøvningsår er Vegansk gødning, kløvergræsensilage og et kvælstofoptimeret kompostprodukt (indeholder have-parkaffald, tang, husholdningsaffald) afprøvet i to forsøg og sammenlignet med stigende mængder gylle, som bruges til udregning af responskurve og til beregning af kvælstofudnyttelse (værdital). Gødningseffekten for de organiske gødninger var forskellig i årets to enkeltforsøg, og der var foruden forskellig jordtype, klimatiske forhold og plantetilgængeligt kvælstof i jorden også store forskelle i udbytte pr. kg tilført ammoniumkvælstof pr. ha. tabel 3.1 viser årets resultater.

**Tabel 3.1.** Nye gødningsprodukter til havre, 2022.

Havre	Gødskning		Kar. for kvælstofmangel <sup>1)</sup>	Rå-protein <sup>2)</sup> , pct. i TS	Udbytte og merudb. <sup>2)</sup> , hkg pr. ha	Værdital <sup>3)</sup>
	kg NH <sub>4</sub> -N pr. ha	kg P pr. ha				
<i>2022. 2 forsøg</i>						
Ugødet	0	0	5	9,8 c	<b>46,0</b> f	
Svinegylle	41	4	2	10,5 abc	12,0 bcd	
Svinegylle	83	9	0	10,6 abc	22,0 a	
Svinegylle	124	13	0	11,3 a	17,7 ab	
Kl.græs ensilage + vegansk gødning <sup>4)</sup>	80	19	4	10,8 ab	8,3 cde	44
Kompost <sup>5)</sup>	7	29	4	10,2 bc	3,7 ef	-
Vegansk gødning <sup>6)</sup>	80	17	1	10,9 ab	17,6 ab	90
LSD				0,5	4,4	

<sup>1)</sup> Skala 0-10, 0 = ingen kvælstofmangel, 10 = kraftige mangelsymptomer.

<sup>2)</sup> Værdier med forskellige bogstaver er signifikant forskellige ( $p < 0,05$ ).

<sup>3)</sup> Værdital udtrykker 1. års udnyttelsen af kvælstof i gødningsproduktet sammenlignet med svinegylle for samme kvælstoftildeling. Ikke udregnet for kompost pga. lavt udbytte.

<sup>4)</sup> Kl. græs ensilage er tildelt med henholdsvis 12,8 og 25,8 kg  $\text{NH}_4\text{-N}$  pr. ha, herefter gødet op til 80 kg  $\text{NH}_4\text{-N}$  med vegansk gødning i sent forår. Det var ved forsøgets opstart ikke hensigten at tildele gødning efter denne strategi.

<sup>5)</sup> Der er gødet op til gældende fosforloft (cirka 30 kg pr. ha). Der er tilført 140 kg total-N.

<sup>6)</sup> "Vegansk gødning" er navnet på et kommercielt gødningsprodukt baseret på pelleterede hestebønner.

Der var signifikant merudbytte for tildeling af op til 83 kg ammoniumkvælstof pr. ha i svinegylle sammenlignet med ugødet. Tildeling af 124 kg ammoniumkvælstof pr. ha i svinegylle gav ikke merudbytte i forhold til 83 kg, men der var tendens til højere råprotein i procent af tørstof.

Tildeling af 80 kg ammoniumkvælstof pr. ha i Vegansk gødning gav et merudbytte på 17,6 hkg pr. ha sammenlignet med ugødede led. Gødningseffekten for Vegansk gødning var tilsvarende svinegylle ved tildeling af 80 kg ammoniumkvælstof pr. ha. Kvælstofudnyttelsen i gødningsproduktet er udtrykt ved et værdital på 90 sammenlignet med svinegylle.

Ved gødskning med kvælstofoptimeret kompost var gødningseffekten sammenlignelig med svinegylle, når der er gødet efter gældende fosforloft, hvilket resulterede i 140 kg totalkvælstof og cirka 7 kg ammoniumkvælstof pr. ha. Ved så lav mængde tildelt ammoniumkvælstof i kompost var førsteårseffekten, målt i udbytte, ikke større end ugødet.

For gødskningsstrategien med kløvergræsensilage + Vegansk gødning var der tildelt ensilage før såning og efterfølgende, sidst på foråret, sengødsket med Vegansk gødning op til sammenlagt 80 kg ammoniumkvælstof pr. ha. Der var et signifikant merudbytte på 8,3 hkg pr. ha for tildeling af i alt 80 kg ammoniumkvælstof pr. ha sammenlignet med ugødet. Der var et forventeligt lavt værdital på 44 for denne gødningsstrategi sammenlignet med svinegylle, og det var da heller ikke oprindeligt, ved forsøgets opstart, hensigten at tildele gødning efter denne strategi.

2023:

I forsøgets andet år er Vegansk gødning og kløvergræsensilage afprøvet i to forsøg. Gødningseffekten for de organiske gødninger var forskellig i de to enkeltforsøg og udbytterne var lave som følge af den tørke, som begge forsøg bar præg af at være udsat for i store dele af vækstsæsonen (maj/juni). Tabel 3.2 viser årets resultater:

**Tabel 3.2.** Nye gødningsprodukter til havre, 2023.

Havre	Gødskning		Rå-protein, pct. i TS	Udbytte og mer-udb. <sup>1)</sup> , hkg pr. ha	Værdital <sup>2)</sup>
	kg $\text{NH}_4\text{-N}$ pr. ha	kg P pr. ha			
<i>2023. 2 forsøg</i>					
Ugødet	0	0	12,2	<b>20,4 g</b>	-
Gylle	38	2	11,6	8,0 bcd	-
Gylle	76	6	11,8	8,0 bc	-
Gylle	114	9	12,1	13,1 a	-
Kl.græs ensilage	40	11	12,1	1,4 fg	12
Kl.græs ensilage	80	22	12,1	4,0 def	35
Vegansk gødning <sup>3)</sup>	80	17	12,2	4,1 ef	35
<i>LSD</i>			<i>ns</i>		

<sup>1)</sup> Værdier med forskellige bogstaver er signifikant forskellige ( $p < 0,05$ ).

<sup>2)</sup> Værdital udtrykker 1. års udnyttelsen af kvælstof i gødningsproduktet sammenlignet med gylle for samme kvælstoftildeling.

<sup>3)</sup> "Vegansk gødning" er navnet på et kommercielt gødningsprodukt baseret på pelleterede hestebønner.



Der var et signifikant merudbytte for tildeling af alle niveauer i gylle sammenlignet med ugødet. Dog var der forskellene imellem stor forskel på de tildelte kvælstofmængder i gylle. Der var i det vandede forsøg ikke tildelt gylle til et højere niveau end 83 kg ammoniumkvælstof pr. ha, mens der i det uandede forsøg var tildelt op til 144 kg ammoniumkvælstof pr. ha.

Tildeling af 80 kg ammoniumkvælstof pr. ha i Vegansk gødning gav et merudbytte på 4,1 hkg pr. ha sammenlignet med det ugødede led. Kvælstofudnyttelsen i gødningsproduktet er udtrykt ved et værdital på 35 sammenlignet med svinegylle. For tildeling af 80 kg ammoniumkvælstof pr. ha i kløvergræsensilage opnåedes et merudbytte på 4,0 hkg pr. ha sammenlignet med ugødet. Der var opnået lave værdital for ensilage på henholdsvis 12 og 35 sammenlignet med gylle ved tildeling af henholdsvis 40 og 80 kg ammoniumkvælstof pr. ha.

2024:

I forsøgets tredje og sidste år er Vegansk gødning og kløvergræsensilage afprøvet i et enkelt forsøg på Lolland. Forsøget gav generelt store udbytter med 41 hkg pr. ha i ugødet reference og op til 80 hkg pr. ha ved højeste niveau af gylletildeling. De plantebaserede gødninger gav ikke signifikante merudbytter sammenlignet med ugødet på trods af rettidig etablering og tilfredsstillende fremspiring. Forsøget fik store mængder nedbør efter såning.

I forsøget var der signifikant merudbytte for tildeling af alle kvælstofniveauer i gylle sammenlignet med ugødet. Der var ikke merudbytte for tildeling af kløvergræsensilage sammenlignet med ugødet. Vegansk gødning blev ikke tildelt korrekt, hvorfor der ikke kan konkluderes på udbyttene.

På tværs af den samlede forsøgsserie er der i årene 2022-2023 opnået fire tilfredsstillende forsøg for vegansk gødning, mens der for ensilage er opnået tre tilfredsstillende forsøg fra 2023-2024. Forsøgsårene har været meget forskellige både hvad angår udbytte og klimatiske forhold. Det har medført stor variation i gødningseffekt af de plantebaserede gødninger samt det generelle udbyttene i forsøgene.

For vegansk gødning var gødningseffekten i to forsøg i 2022 tilsvarende gylle ved tildeling af 80 kg ammoniumkvælstof pr. ha udtrykt ved et værdital på 90. I to forsøg i 2023 var værditallet kun 35 ved samme tildelingsniveau. På tværs af forsøgsårene er der for vegansk gødning opnået et signifikant merudbytte på 12,2 hkg pr. ha i forhold til ugødet, og den relative kvælstofrespons udtrykt ved værditallet er beregnet til 76.

For kløvergræsensilage har der ligeledes været stor variation i gødningsresponsen sammenlignet med gylle imellem forsøgsårene. Særligt på grund af den lave gødningsrespons for kløvergræsensilage i 2024 sammenlignet med ugødet er der på tværs af forsøgsårene i begge tildelingsniveauer ikke opnået signifikante merudbytter sammenlignet med ugødet. Det medfører lave værdital på henholdsvis 4 og 23. De forskellige gødningstildelinger har desuden ikke ført til øget råproteinindhold sammenlignet med ugødet. Tabel 3.3 herunder viser resultaterne på tværs af forsøgsår:

**Tabel 3.3..** Plantebaserede gødningsprodukter til havre, 2022-2024.

Havre	Gødskning kg. pr. ha		Rå-protein, pct. i TS	Udbytte og merudb. <sup>1)</sup> , hkg pr. ha	Værdital <sup>2)</sup>
	NH <sub>4</sub> -N	P			
<i>2023-2024. 3 forsøg</i>					
Ugødet	0	0	11,4	<b>25,6</b> c	-
Gylle	42	4	11,4	11,0 b	-
Gylle	84	8	12,0	13,6 ab	-
Gylle	126	11	11,4	19,0 a	-
Kl. græs ensilage <sup>3)</sup>	32	11	11,7	0,9 c	4
Kl. græs ensilage <sup>3)</sup>	64	23	11,8	3,3 c	23
LSD			ns		



*2022-2023. 4 forsøg*

Ugødet	0	0	11,0	<b>32,5</b>	c	-
Gylle	40	4	11,0	10,5	b	-
Gylle	79	7	11,2	16,0	a	-
Gylle	119	11	11,7	15,8	a	-
Vegansk gødning <sup>4)</sup>	80	17	11,5	12,2	ab	76
<i>LSD</i>						<i>ns</i>

<sup>1)</sup> Værdier med forskellige bogstaver er signifikant forskellige ( $p < 0,05$ ).

<sup>2)</sup> Værdital udtrykker førsteårs udnyttelsen af kvælstof i gødningen sammenlignet med gylle for samme kvælstoftildeling. Værditallet for den anvendte gylle er 100.

<sup>3)</sup> Udnyttelsesprocent af kvælstof, omregning fra totalkvælstof til ammoniumkvælstof, baseret på en formel for udnyttelsesgrad for "andre typer af anden organisk gødning", som fremgår af gødningsvejledningen.

<sup>4)</sup> Kommercielt gødningsprodukt baseret på pelleterede hestebønner.

## 4. Indsigter fra 3 års forsøg med plantebaserede gødninger - Lattergasudledning

Af Casper Laursen

Det følgende afsnit omhandler forsøgsmæssig afprøvning af plantebaserede gødninger i Økologiske Landsforsøg i perioden 2022-2024. Forsøgene ønsker at afdække udvalgte plantebaserede gødningers gødningsværdi og lattergasemission efter udbringning i marken for med evidensbaseret viden fra forsøgsdata at kunne udregne den reelle klimagevinst ved overgang til et system, der er helt frakoblet animalsk produktion.

Afsnittet beskæftiger sig med lattergasemissioner efter tildeling af gødning i marken og den konsekvens, det har for landmandens klimapåvirkning og klimaregnskab. I det følgende præsenteres lattergasudledning og klimadata for udvalgte plantebaserede gødninger fra forsøgsserien.

### Forsøgssetup

Der er målt lattergasudledning i tre forsøg – to i 2023 og ét i 2024. Forsøgssetuppet, designet og kvaliteten i forsøgene er sikret ved udførelse i regi af Landsforsøgene®, som beskrevet i forrige afsnit.

Lattergasemission kræver tilstedeværelse af kvælstof, letomsætteligt kulstof samt iltfrie forhold i jorden. Emissionsmængden afhænger også af jordtemperatur, jordbearbejdning og gødskning.

Der blev i forsøgene foretaget lattergasmålinger i udvalgte behandlinger på samme dag inden for samme tidsrum. I alle tre forsøg blev foretaget 18 prøveudtagninger med manuelle flux-kamre fra såning i henholdsvis slut marts (2024) og april (2023), indtil lattergasemission fra gødningstildelingen er afsluttet.

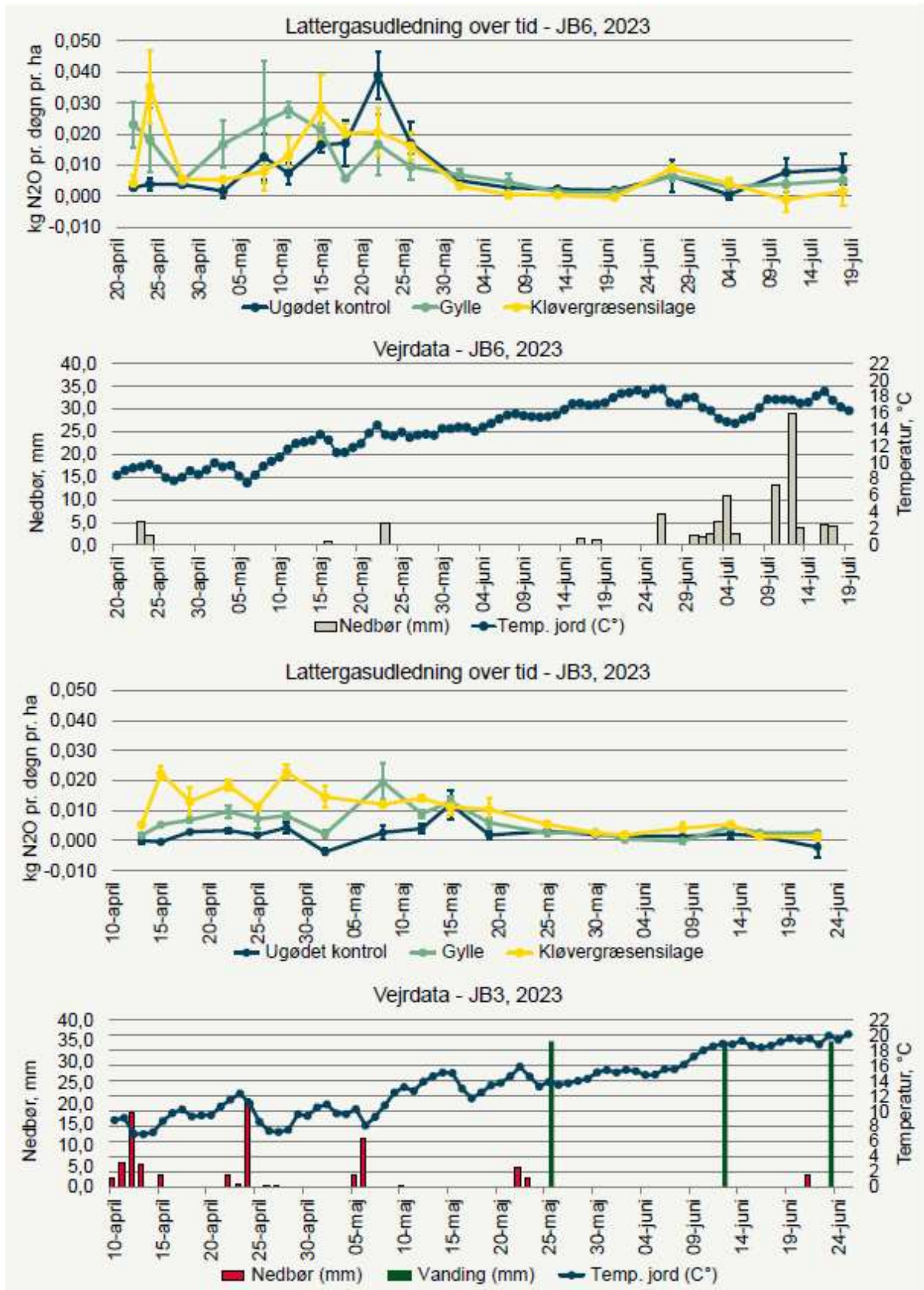
Der er beregnet emissionsfaktorer for alle 3 forsøg, for at undersøge om udledningen af lattergas er større eller mindre end de emissionsfaktorer, der benyttes i klimaberegninger for anvendt gødning i landbruget. Emissionsfaktoren viser, hvor stor en andel af det tilførte kvælstof, der tabes som lattergas. En egentlig vurdering af, om emissionsfaktoren for bestemte gødningstyper kan vurderes at være højere eller lavere end den emissionsfaktor, der benyttes i teoretiske beregninger, kræver flere års forsøgsdata og videnskabelig bedømmelse fra fagfæller.

### Lattergasemission

2023:

Der blev i forsøg med nye, organiske gødningstyper i havre målt lattergasudledning i vækstsæsonen ved tilførsel af gylle og kløvergræsensilage. Tørre forhold førte til lave udledninger, og der blev ikke målt forskel i lattergasudledning imellem de afprøvede gødningstyper i forsøgene.

De målte emissioner viser en klar sammenhæng imellem lattergasudledning og nedbørs- og temperaturforhold. De lave lattergasemissioner fra forsøget tilskrives lave nedbørsmængder og dermed lav grad af iltfrie forhold i jorden. På figur 3.2 herunder præsenteres sammenhæng mellem klimadata og lattergasemissioner for forsøgene.



Figur 3.2: Sammenhæng mellem klimadata (nedbør, jordtemperatur) og de tidsmæssige lattergasemissioner for forsøgene.

I forsøget lokaliseret i Sønderjylland (JB3) skete udledningen af lattergas primært i den første del af vækstsæsonen, hvor der stadig var perioder med nedbør. Der blev foretaget ukrudtsbekæmpelse i forsøget (blindstrigling 19. april, ukrudtsharvning 12. maj). Ukrudtsharvningen udløser lattergasudledning ved alle behandlinger, også den ugødede kontrol, som ellers har en meget lav udledning. Der er udført tre vandinger af forsøget, men vanding har ikke ført til den forventede lattergasemission. Dette formentlig fordi, der på tidspunkt for vandingerne ikke var tilstrækkeligt ammonium eller nitrat til stede i jorden til at føre til øget lattergasudledning.

I forsøget på Sjælland (JB6) var der kun meget lidt nedbør i starten af forsøgsperioden, og derfor måles i den periode lave udledninger af lattergas. Sidst i måleperioden, hvor der kom mere nedbør, blev fortsat målt lave lattergasudledninger. Som i forsøget i Sønderjylland sandsynligvis pga. tilstedeværelse af kun små mængder ammonium eller nitrat i jorden.

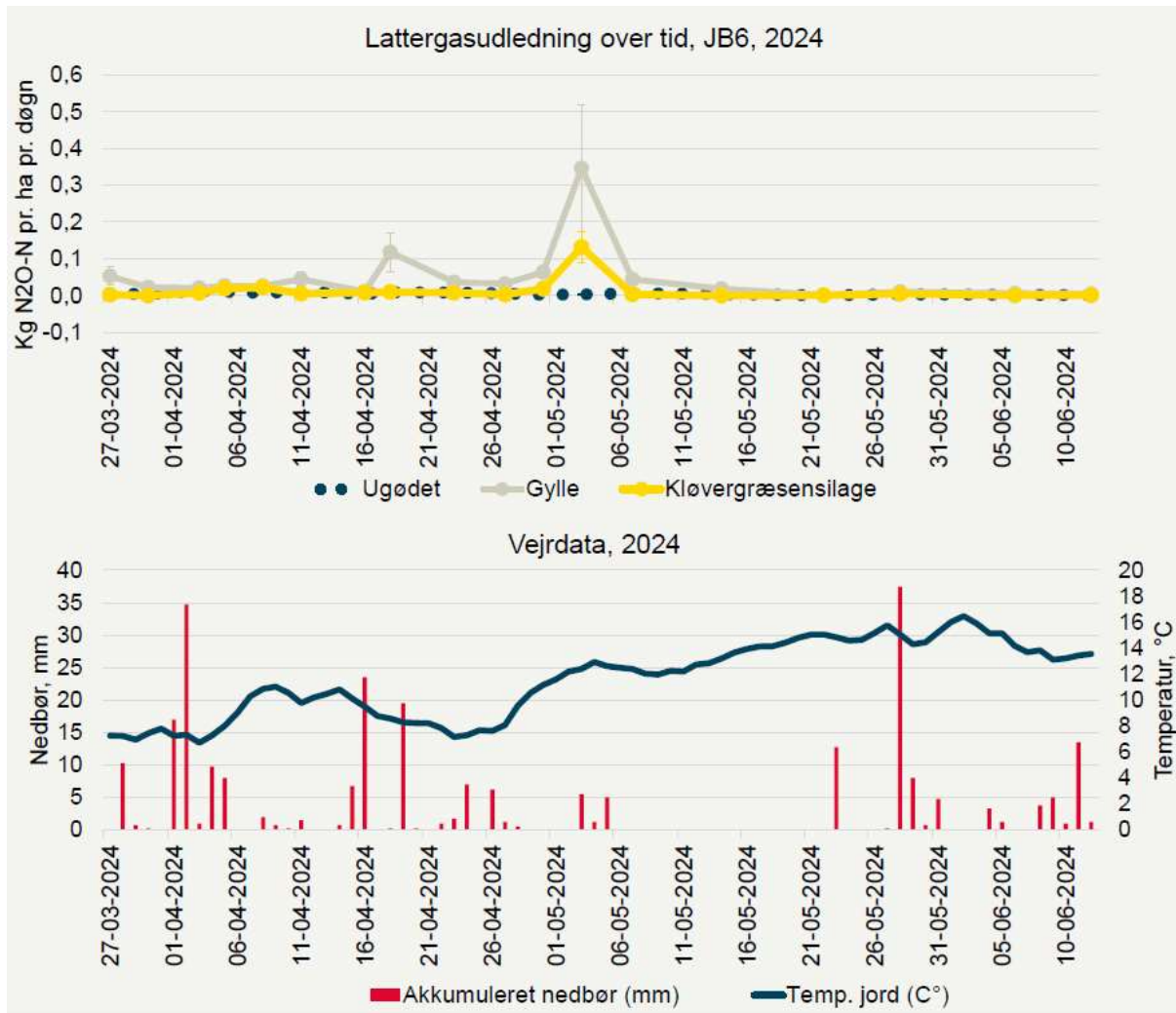
Ved tildeling af samme mængde ammoniumkvælstof var der ikke forskel i lattergasudledning imellem de to gødningstyper i forsøget i Sønderjylland, og kun begrænset forskel på udledningerne mellem gødningstyperne i forsøget på Sjælland.

Emissionsfaktor: I forsøget i Sønderjylland er der ud fra tilført kvælstof og udledt lattergasmængde beregnet en emissionsfaktor på 0,24 procent for både gylle og kløvergræsensilage. I forsøget på Sjælland er der beregnet en emissionsfaktor på 0,06 procent for gylle og 0,00 procent for kløvergræsensilage. De lave udledninger i forsøget, som skyldes tørre forhold, har også medført lave emissionsfaktorer i forsøget.

2024:

Der blev i forsøg med kløvergræsensilage til havre målt lattergasudledning i vækstsæsonen ved tilførsel af gylle og kløvergræsensilage. Der blev i forsøget målt forskelle i lattergasudledning imellem gødningerne.

De målte emissioner i forsøget viser en klar sammenhæng mellem lattergasudledning og nedbørs- og temperaturforhold. I den sidste del af måleperioden er der ikke målt forhøjede udledninger af lattergas på trods af nedbørs- og temperaturforhold, som kunne lede til forøget udledning. Dette, fordi størstedelen af det plantetilgængelige kvælstof i jorden er opbrugt, i denne del af perioden. På figur 3.3 præsenteres sammenhæng mellem klimadata og lattergasemissioner for forsøget.



Figur 3.3: Sammenhæng mellem klimadata (nedbør, jordtemperatur) og de tidsmæssige lattergasemissioner for forsøgene.

I forsøget blev der registreret nedbør i hele vækstsæsonen. På trods af store mængder nedbør i de første 10 dage efter gødningstildeling, blev der målt relativt lave udledninger i denne periode. Dette skyldes sandsynligvis, at der i denne periode var lave temperaturer, hvilket hæmmer udledningen af lattergas, ligesom det tilførte kvælstof i nogen grad skal mineraliseres, inden det er plantetilgængeligt. Der blev ikke foretaget ukrudtsbekæmpelse i forsøget efter såning grundet nedbør.

Der blev målt signifikante forskelle i udledningen af lattergas mellem gylle og kløvergræsensilage. Gylle udleder mere lattergas end kløvergræsensilage. Kløvergræsensilage havde i forsøget en lav lattergasudledning, som kun er lidt højere end udledning fra de ugødede led.

Sammenlagt for det tilførte kvælstof i kløvergræsensilage blev der ikke optaget væsentlige mængder i havren (lav gødningsrespons), og der blev heller ikke tabt væsentlige mængder som lattergas. Det tilførte kvælstof forventes dermed i et større omfang at være gået tabt via andre tabsveje, som udvaskning, overfladeafstrømning eller ammoniakfordampning. Kløvergræsensilagen blev udlagt ovenpå jorden før såning og nedharvet ved såbedstilberedning, hvorfor det er sandsynligt, at en vis mængde er tabt ved ammoniakfordampning.

Emissionsfaktor: I forsøget er der ud fra tilført kvælstof og udledt lattergasmængde beregnet en emissionsfaktor på 2,26 procent for gylle og 0,21 procent for kløvergræsensilage. De lave udledninger fra kløvergræsensilagen, der har medført den lave emissionsfaktor, skyldes formentlig, at der ikke har været tilstrækkeligt plantetilgængeligt kvælstof til rådighed fra gødningen, eller at kvælstoffet er tabt via andre tabsveje.

## 5. Klimaaftryk af plantebaserede gødninger

*Af Majken Husted*

Et af hypoteserne ved at anvende plantebaseret gødninger i økologisk landbrug, er, at gødningen kan bidrage til en mere klimaskånsom og -effektiv produktionsform. I dette kapitel præsenterer vi resultater fra tre års gødningsforsøg med klimamålinger for at belyse dette. I kapitlet bruger vi gødningens klimaprofil til at konstruere en samlet klimaanalyse af planteavlen i et plantegødnet sædskifte sammenlignet med både konventionelle og traditionelle økologiske sædskifter.

### Beregningsmetoder

I klimaberegninger fra planteavl medregnes udledninger fra gødning i stald og lager ikke, da disse tilskrives husdyrproduktionen. Denne regnemetode anvendes både i landbrugets klimaværktøj ESGreen Tool Climate og i livscyklusanalyser i videnskabelige litteratur. Det er meningsfuldt da udledninger kun bør medregnes en gang, og da man på husdyrbedrifterne har de informationer om gødningshåndteringen, som skal bruges for at beregne udledninger fra stald og lager.

Det er således kun klimapåvirkningen af anvendt totalt kvælstof, der inkluderes, når man beregner udledninger fra organisk gødning. For konventionel kunstgødning medregnes udledninger fra produktionen af N, P og K. Økologiske planteavlere, der kun anvender organisk gødning, kan derfor udelukkende skruer på mængden af totalt kvælstof, for at mindske udledninger fra gødning. Dette kan i praksis gøres ved at anvende gødninger og gødskningspraksis med høj udnyttelsesgrad, hvis man samtidig vil opretholde mængden af udnyttet kvælstof.

### Forskellige gødninger har forskellige udledningskilder

I denne rapport er gennemført beregninger for forskellige gødningstyper. Vi har valgt at inkludere følgende udledningskilder:

- Produktion
- Opbevaring, lager
- Mark

Der er tillige beregnet potentiel fortrængning af fossil gas ved produktion af biogas på basis af kløvergræs. Dette er ikke den gængse beregningsmetode for udledninger fra gødning, men den illustrerer klimaeffekten ved planteavlerens valg af gødningstype. Beregningerne siger altså noget om klimapåvirkningen i hele systemet, men afspejler ikke en planteavlere ESG klimaregnskab.

Udledningskilderne er forskellige for hver gødningstype og er nærmere udspecificeret i nedenstående afsnit.

For udledninger af lattergas fra marken anvendes andre emissionsfaktorer end i den nationale emissionsopgørelse. Det er emissionsfaktorer, som er fundet i videnskabelige forsøg med de givne gødningstyper, eller i Landsforsøgene® med de aktuelle gødninger. Disse er anvendt for at vise den fulde klimaeffekt ved gødningsvalget med nyeste viden om udledninger fra anvendt gødning. I tabel 5.1 ses de anvendte faktorer for den direkte emission af lattergas fra udbragt gødning for de enkelte gødningstyper samt referencen på faktoren.

For øvrige emissionskilder i relation til gødningsudbringning og -håndtering anvendes gældende emissionsfaktorer i Danmarks nationale emissionsopgørelse (Nielsen et al., 2024).

Tabel 5.1: Anvendte emissionsfaktorer for direkte N<sub>2</sub>O udledning fra udbragt gødning. Emissionsfaktoren angiver, hvor stor en andel af total N udbragt der udledes som lattergas.

	Anvendt emissionsfaktor	Reference
Kløvergræsensilage	0,22 %	Landsforsøgene 2023
Afgasset biomasse	1,2 %	Meng et al., 2023
Svinegylle	1,1 %	van der Weerden et al., 2021
Handelsgødning	0,3 %	Petersen et al., 2023
Handelsgødning + svinegylle	1,17 %	Petersen et al., 2023

## Gødningstyper og udledningskilder

Udledninger for fire forskellige gødningstyper er beregnet samt kombinationen af husdyrgødning og kunstgødning. Herunder er der for hver gødningstype beskrevet de udledningskilder, som er inkluderet.

### Kløvergræsensilage

Fra produktionen af kløvergræsensilage inkluderes udledninger fra anvendt gødning og afgrøderester ved dyrkningen, men ikke fra ensilagestak. Der vil være udledninger, men der mangler viden om udledninger fra denne proces, og udledninger fra ensilagestak inkluderes typisk ikke i klimaberegninger (fx Nielsen et al., 2024; Mogensen et al., 2018; Mogensen et al., 2014). Herudover er inkluderet direkte N<sub>2</sub>O-udledninger fra marken, og indirekte N<sub>2</sub>O-udledninger fra NH<sub>3</sub> og NO<sub>x</sub>.

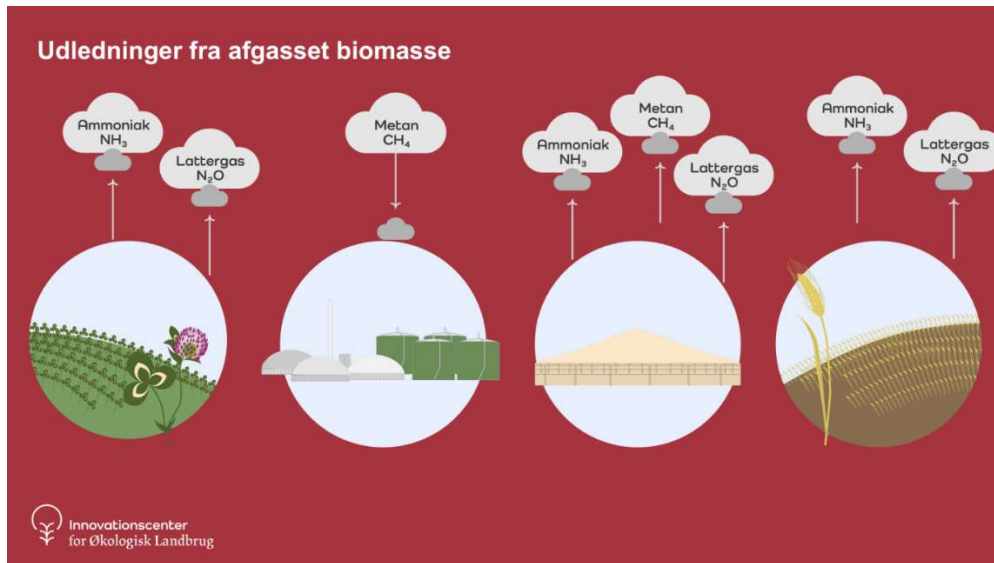


Figur 5.1. Udledningskilder ved produktion og anvendelse af kløvergræsensilage som gødning. Ved gødskning med kløvergræsensilage er der udledninger forbundet med produktionen af kløvergræsset på mark og gødskning.

### Afgasset biomasse

Udledninger inkluderer NH<sub>3</sub> og N<sub>2</sub>O fra produktionen af kløvergræs. Fra opbevaring inkluderes CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O og indirekte N<sub>2</sub>O fra NH<sub>3</sub> fra opbevaring i gylletank. Herudover inkluderes direkte N<sub>2</sub>O-udledninger fra marken samt indirekte N<sub>2</sub>O udledninger fra NH<sub>3</sub> og NO<sub>x</sub>. Endelig medregnes klimaeffekten af biogasens fortrængning af fossil gas.

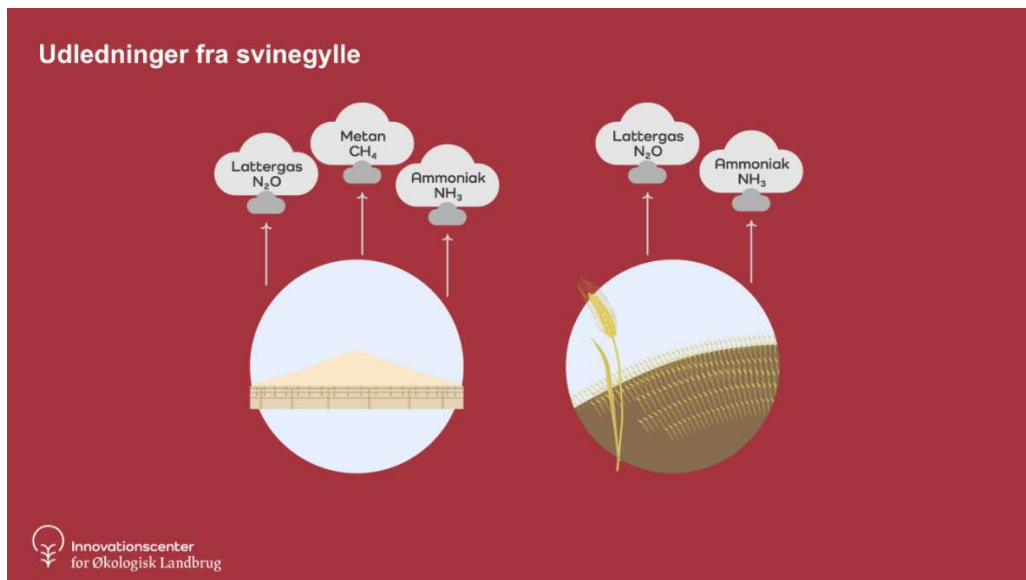




Figur 5.2. Udledningskilder ved produktion, opbevaring af og gødsning med afgasset biomasse baseret på kløvergræs. Ved gødsning med afgasset kløvergræsensilage er der udledninger forbundet med produktionen af kløvergræsset på mark, i gylletank samt gødsning. Fortrængning af fossil energi ved produktion af biogas regnes som negativ udledning.

### Svinegylle

Udledninger fra produktionen af svinegylle medregnes ikke, da udledninger fra dyrenes fordøjelse tillægges produktionen af dyrene og ikke produktionen af gødning. Udledninger fra opbevaring inkluderer  $\text{CH}_4$ ,  $\text{N}_2\text{O}$  og indirekte  $\text{N}_2\text{O}$  fra  $\text{NH}_3$  fra opbevaring i gylletank. Herudover inkluderes direkte  $\text{N}_2\text{O}$  udledninger fra marken samt indirekte  $\text{N}_2\text{O}$  udledninger fra  $\text{NH}_3$  og  $\text{NO}_x$ .

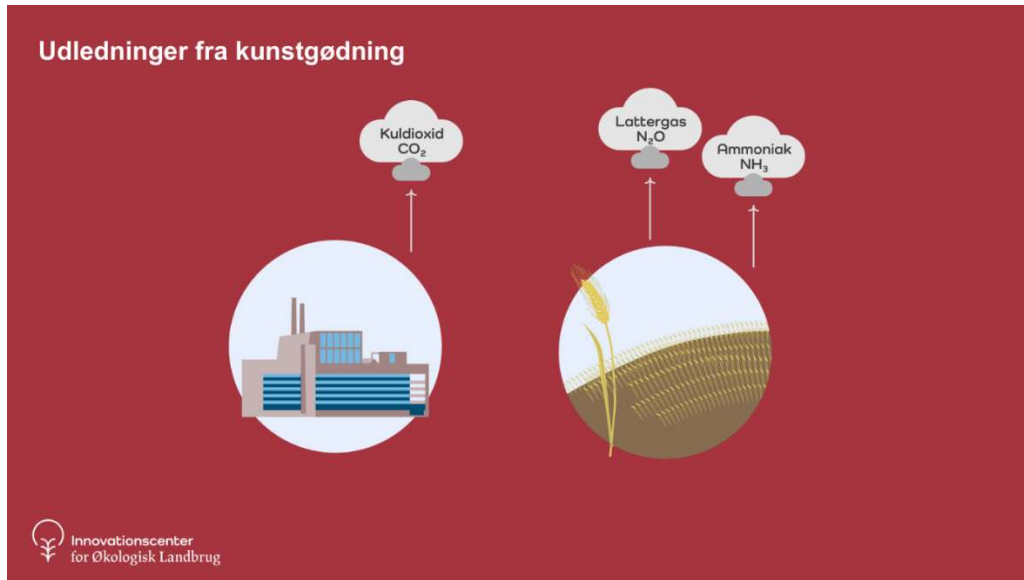


Figur 5.3. Udledningskilder ved opbevaring og anvendelse af svinegylle som gødning. Ved gødsning med svinegylle regnes udledninger af klimagasser fra opbevaring og gødsning.

### Kunstgødning

Udledninger fra produktionen inkluderer udledninger fra produktionen af N, P og K på gødningsfabrik. Emissionsfaktorer er de samme, som anvendes i ESGreen Tool Climate, og der er taget udgangspunkt i en kunstgødning med en fordeling af N, P, og K i forholdet 8-1-3. Der regnes ikke udledninger fra

opbevaring af kunstgødning. Udledninger fra marken indgår i klimaafttrykket, og inkluderer direkte  $N_2O$  udledninger og indirekte  $N_2O$  udledninger fra  $NH_3$  og  $NO_x$ .



Figur 5.4. Udledningskilder ved produktion af anvendelse af konventionel handelsgødning. Klimaafttrykket fra gødskning med kunstgødning stammer fra produktion af kunstgødningen og fra gødskningen.

### Udledninger fra forskellige gødningstyper

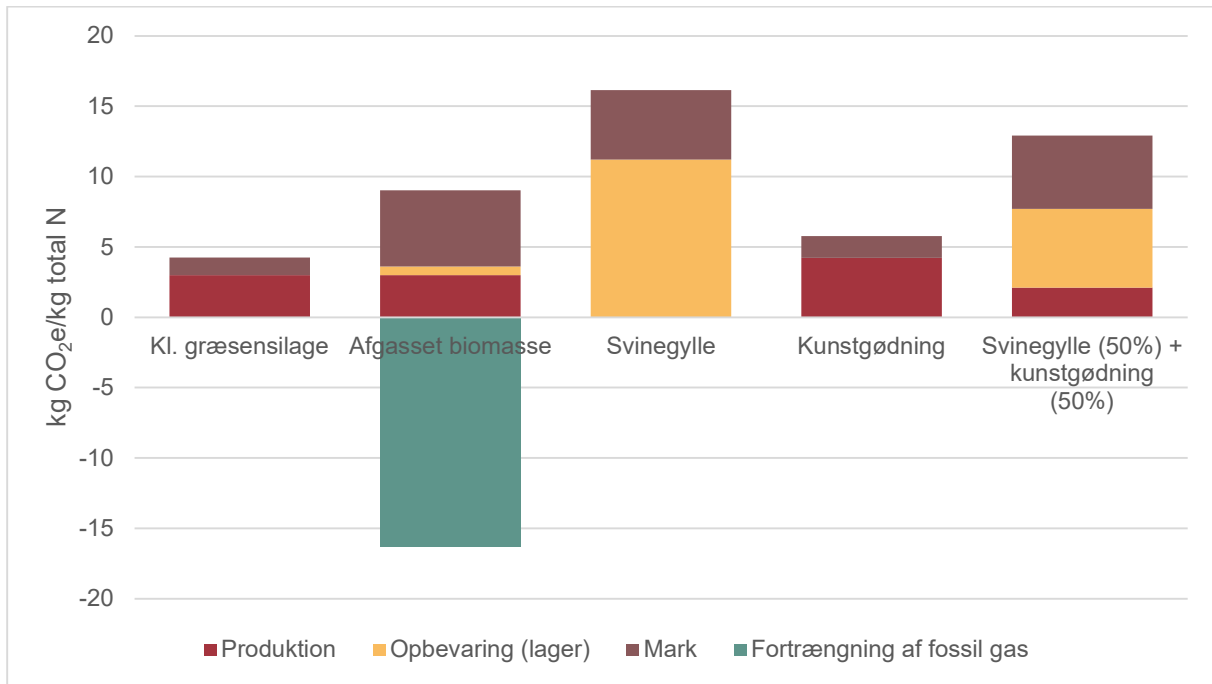
I figur 5.5 ses resultatet af beregningen af udledninger fra hhv. produktion, opbevaring i lager og udbringning i marken for de forskellige gødningstyper. Desuden ses klimaeffekten ved fortrængning af fossil gas med biogas baseret på gaspotentialer fra kløvergræs (personlig meddelelse, Henrik Møller, Aarhus Universitet).

Svinegylle har en høj udledning af metan fra gylletanken, og det er hovedårsagen til den store samlede udledning. Der er også en udledning af lattergas og ammoniak fra lageret, men det er metan, som giver den største klimapåvirkning. Dette afspejles tydeligt i en sammenligning med opbevaring af afgasset biomasse. Det er tydeligt at udledningen falder markant, når der er fjernet metan i biogasanlægget.

Klimaeffekten fra fortrængt fossil gas tilfalder ikke landmanden, men den er vist her for at belyse klimagavinsten af samarbejdet med biogasanlæg i en større samfundsmæssig sammenhæng.

Kløvergræs og konventionel handelsgødning har lave emissioner fra udbragt gødning pr. kg kvælstof grundet lave emissionsfaktorer. For begge gødningstyper medregnes udledninger fra produktionen af gødningen, men ikke fra opbevaring. Udledninger fra produktionen af handelsgødning på fabrikken varierer alt efter gødningstype, og hvor i verden gødningen er produceret. Vi anvender her samme emissionsfaktorer som i ESGreen Tool Climate (Henriksen et al., 2021; ESGreen Tool Climate, 2024).

Når der i konventionel planteavl anvendes handelsgødning og svinegylle i kombination, er der udledninger fra både produktionen af handelsgødning, opbevaring af svinegylle i gylletanken og fra anvendelsen i marken. Vi antager her, at halvdelen af kvælstoffet kommer fra handelsgødning og halvdelen fra svinegylle. Udledningen vil variere alt efter fordelingen mellem de to gødningstyper.

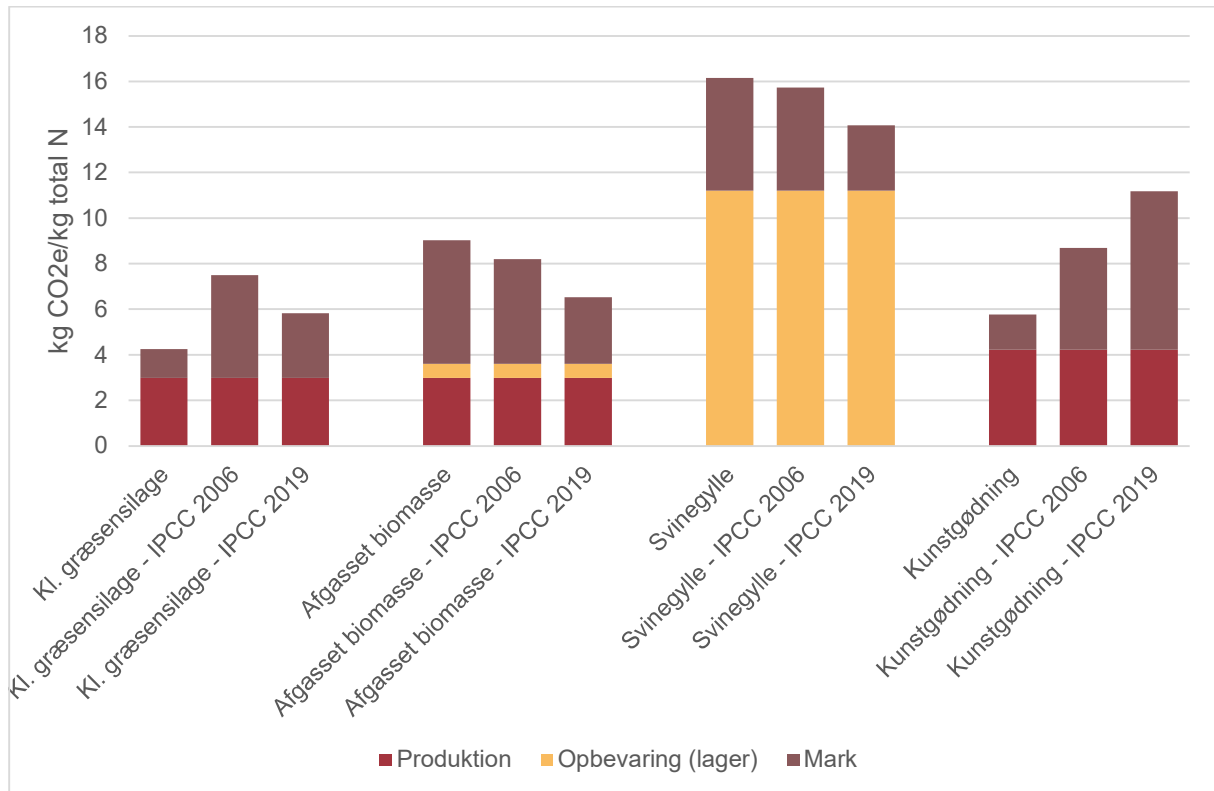


Figur 5.5. Udledninger for forskellige gødningstyper (kg CO<sub>2</sub>e/kg total N). Udledningerne er fordelt på kilderne produktion, opbevaring, mark og fortrængning af fossil gas.

### Emissionsfaktorens betydning for beregnet udledning

Den beregnede udledning fra gødning afhænger af den anvendte emissionsfaktor. På nuværende tidspunkt anvendes der for udledningen af lattergas en emissionsfaktor på 1 % af udbragt totalt kvælstof uanset gødningstype. IPCC har foreslået differentierede emissionsfaktorer for lattergas i deres revurdering af guidelines i 2019. Her foreslås en emissionsfaktor på 0,6 % af totalt kvælstof for organisk gødning og en emissionsfaktor på 1,6 % for handelsgødning. Disse faktorer har dog vist sig ikke at være retvisende under danske forhold. I ovenstående beregninger anvender vi en lavere emissionsfaktor for lattergas fra udbragt handelsgødning, da danske forsøg viser, at udledningen fra handelsgødning er væsentligt lavere end de foreslåede emissionsfaktorer fra IPCC. Se de anvendte emissionsfaktorer i tabel 5.1.

I figur 5.6 ses betydningen af emissionsfaktoren. Udledninger fra de forskellige typer gødning er beregnet med forskellige emissionsfaktorer. Søjlerne IPCC 2006 repræsenterer udledningen med gældende emissionsfaktorer.



Figur 5.6. Udlægning fra forskellige gødningstyper, ved anvendelse af emissionsfaktorer angivet i tabel 5.1 og i hhv. IPCC 2006 og IPCC 2019.

## 6. Klimaaftryk af plantebaserede sædskifter

Ikke kun valget af gødning har betydning for udledningen fra planteproduktionen. Det har også sædskiftet og gødningstildelingen. I det følgende er klimaaftryk pr. hektar beregnet med udgangspunkt i sædskifterne skitseret i kapitel 2 og med anvendelse af gødningstyperne i kapitel 5. Svinegyllens udnyttelsesprocent er 80 (Landbrugsstyrelsen, 2022), og afgasset kløvergræs-gylle ansættes til en udnyttelse på 60 % (personlig kommentar, Sven Hermansen, Innovationscenter for Økologisk Landbrug).

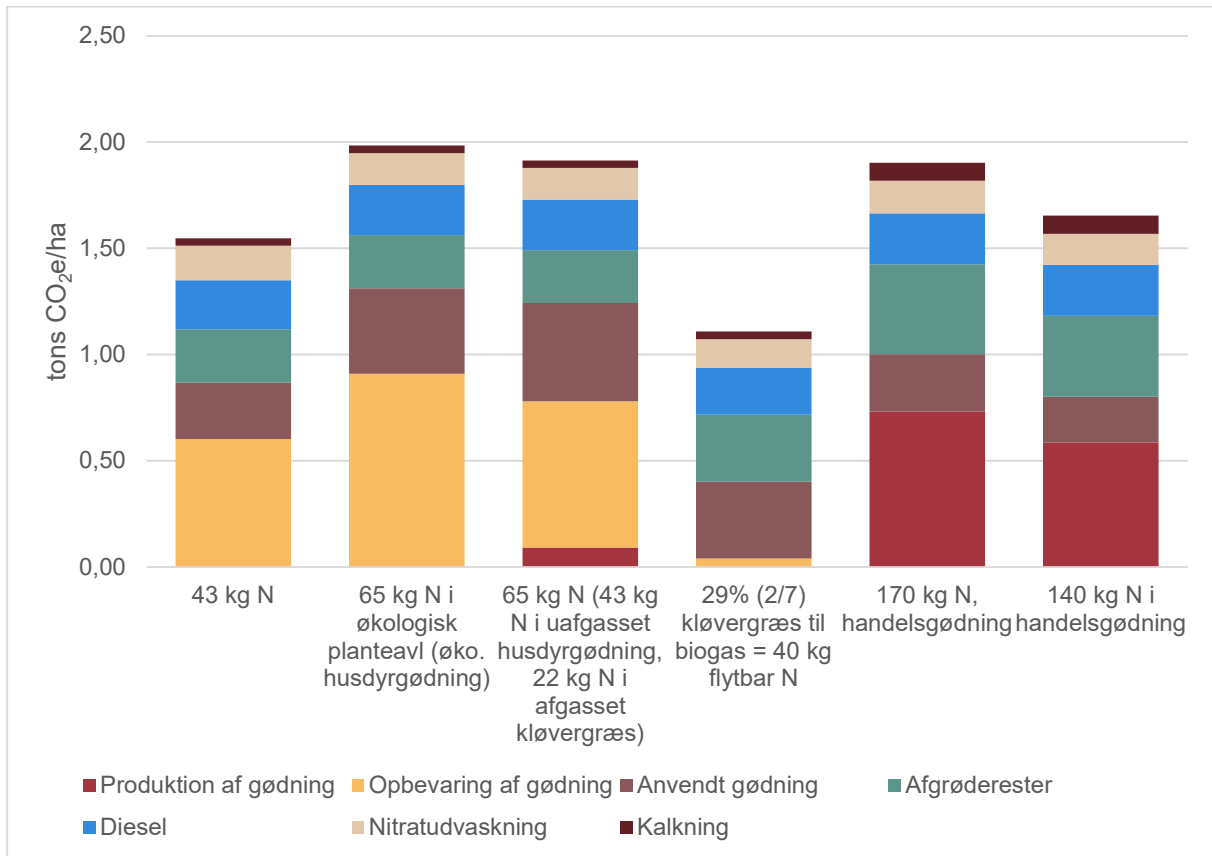
### Klimaaftryk pr. hektar

I figur 6.1 kan man se en generel sammenhæng mellem mængden af anvendt kvælstof og klimaaftrykket for sædskiftet. De økologiske sædskifter med den laveste kvælstoftildeling har den laveste udledning. Den anvendte gødningstype og afgrødesammensætningen har betydning for hvilke udledningskilder, der fylder mest i søjlerne. Anvender man ikke-afgasset husdyrgødning, udgør udledningen fra opbevaring af gødning den største klimapåvirkning. Anvendes konventionel handelsgødning, er der en væsentlig udledning fra selve produktionen på fabrik.

Det er dog også her vigtigt at henlede opmærksomheden på, at beregningerne her ikke følger de gængse metoder for opgørelser på planteavlsbedrifter, men fremgangsmåden illustrer, at planteavlens valg af gødning har konsekvenser for den samlede klimapåvirkning.

Det laveste klimaaftryk pr. hektar har scenariet med 2/7 kløvergræs til biogas i sædskiftet. Kløvergræsset producerer via biogasanlægget afgasset biomasse, som anvendes som gødning på de øvrige marker i sædskiftet. Ved at anvende afgasset biomasse som gødning reduceres udledningerne fra gylletanken betragteligt sammenlignet med scenarier med uafgasset svinegylle. Hertil kommer klimagevinsten fra biogassens fortrængning af fossil gas, som ikke er vist i figur 6.1.

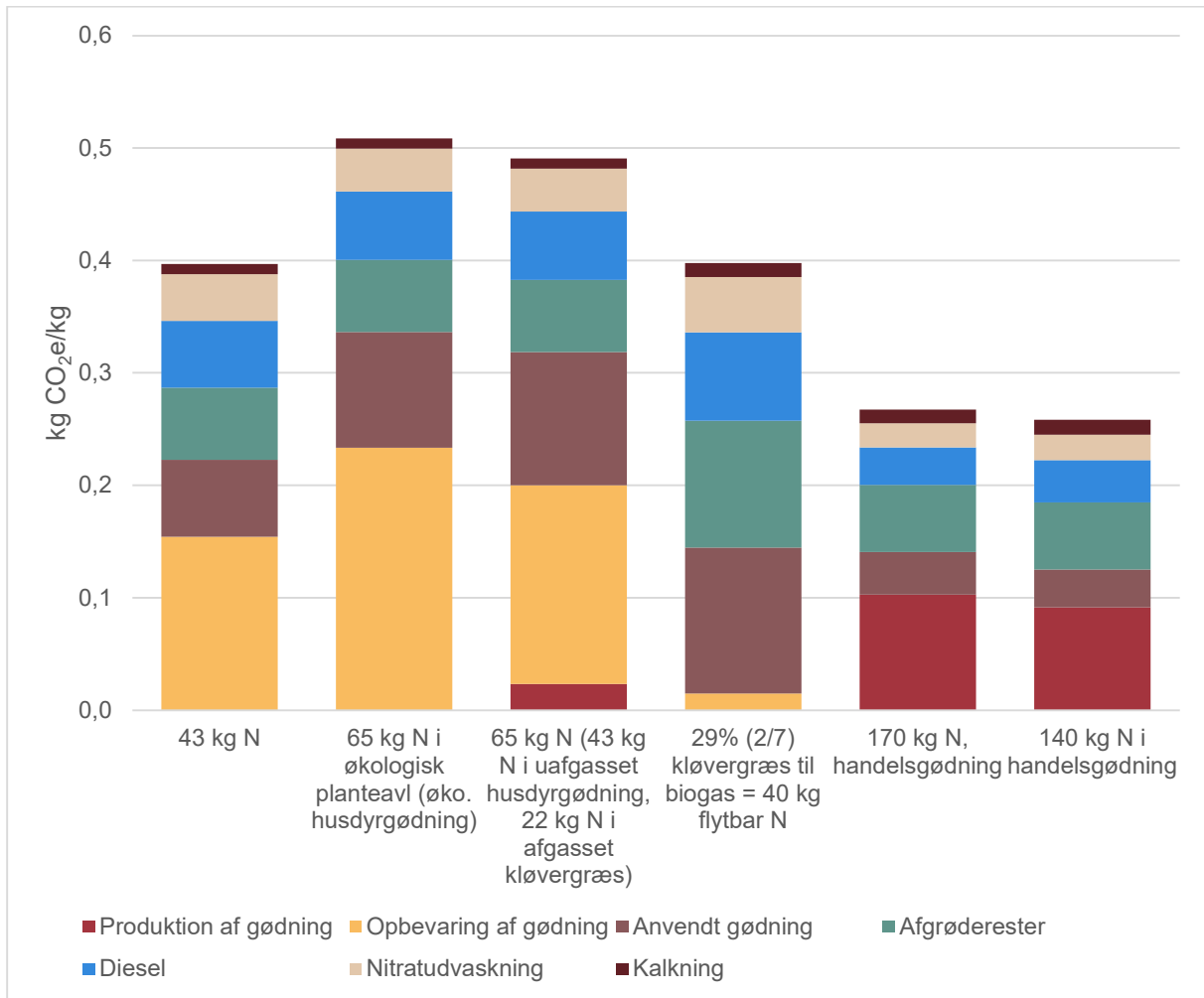
I figur 6.1 og 6.2 indgår ikke nogen udledning fra produktionen af gødning i scenariet med kløvergræs til biogas. Udledningen fra produktion af gødning tilskrives gødning anvendt på kløvergræsmarkerne samt udledningen fra kvælstofrige afgrøderester. Produktionen af gødning fra kløvergræs til biogas er altså en integreret del af sædskiftet.



Figur 6.1. Udledning pr. hektar ved forskellige sædskifter og gødningstyper. Udledninger fra de forskellige sædskifter varierer med valg af afgrøder, gødningsmængder og gødningstype.

### Klimaaftryk pr. kg produkt

Afgrødeproduktionen i de forskellige scenarier vil være forskellig. Det har betydning for udledningen af drivhusgasser pr. kg produkt produceret i de forskellige systemer, som det fremgår af figur 6.2. Udledningen er lavest i de konventionelle handelsgødede sædskifter. Det skyldes til dels den lave udledning af lattergas fra anvendt gødning, men i særdeleshed skyldes det høje udbytte. Blandt de økologiske scenarier er det systemerne med 43 kg N pr. hektar og 2/7 kløvergræs til biogas, der har laveste udledninger pr. kg produkt. Grunden til, at de to scenarier præsterer på samme niveau, er, at der i scenariet med kløvergræs er to marker der ikke leverer et egentligt produkt i denne sammenhæng. Der er ikke medregnet klimaeffekten af fortrængning af fossil gas med biogas, da denne effekt tillægges biogasselskabet.



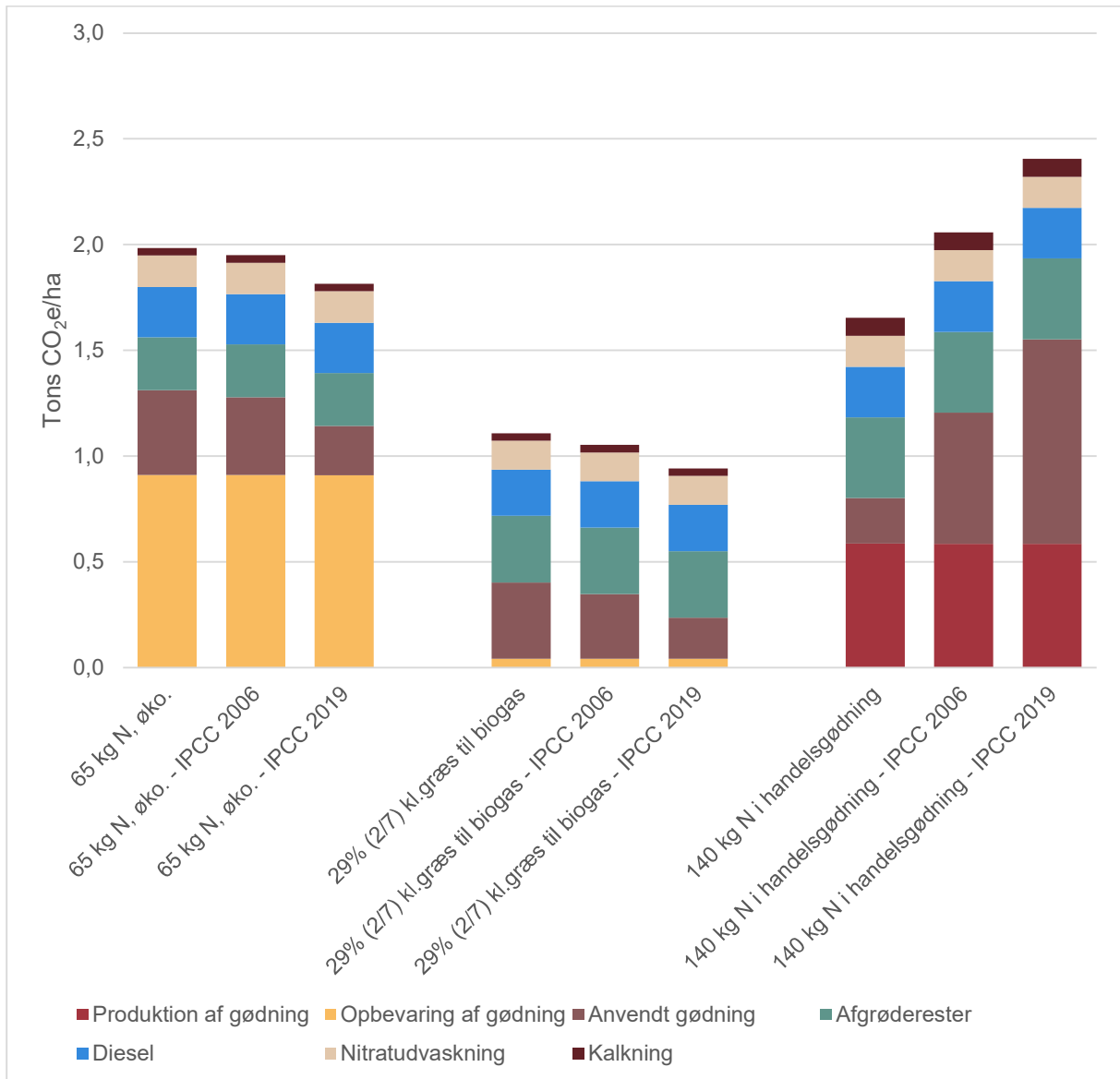
Figur 6.2. Udledninger pr. kg produceret korn og/eller bælgrugter i forskellige scenarier.

## Emissionsfaktorens betydning for beregnet udledning

Som beskrevet i kapitel 5 afhænger den beregnede udledning fra gødning i høj grad af den anvendte emissionsfaktor. På nuværende tidspunkt regnes med en emissionsfaktor for lattergas på 1 % af udbragt totalt kvælstof uanset gødningstype. Vi anvender i denne rapport differentierede emissionsfaktorer til beregning af udledningen af lattergas fra udbragt gødning, se tabel 5.1.

Emissionsfaktoren har en betydelig effekt på udledningerne fra et sædskitte beregnet pr. hektar eller kg produceret korn eller bælgrugter. Figur 6.3 og figur 6.4 viser henholdsvis klimaaftrykket pr. ha og pr. kg produkt med forskellige emissionsfaktorer for lattergas fra udbragt gødning i tre forskellige scenarier; 65 kg N i økologisk planteavl, 2/7 marker med kløvergræs til biogas og 140 kg N i handelsgødning i konventionel planteavl. Søjlerne IPCC 2006 er beregnet med gældende emissionsfaktorer for lattergas fra udbragt gødning.

Målt pr. hektar er det scenariet med konventionel planteavl gødet med 140 kg N/ha i handelsgødning, der især påvirkes af valget af emissionsfaktor. Det skyldes, at der er stor forskel på emissionsfaktorerne for handelsgødning i de tre beregninger. For konventionel handelsgødning varierer emissionsfaktoren for lattergas fra 0,3 % til 1,6 %.



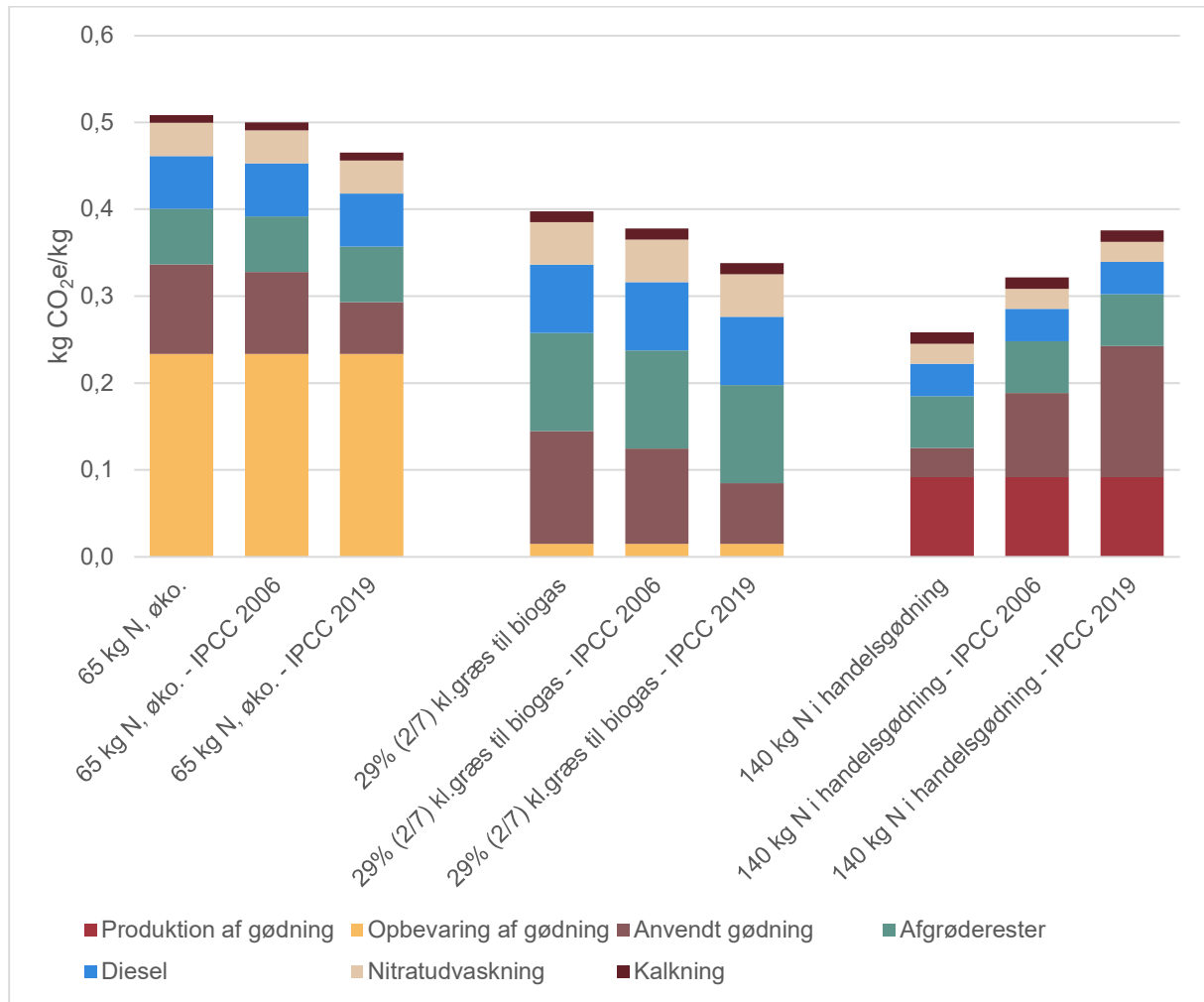
Figur 6.3. Udledninger per hektar for 3 scenarier, beregnet med forskellige emissionsfaktorer for lattergas fra udbragt gødning. Her kan man se hvordan forskellige emissionsfaktorer for lattergas påvirker den beregnede udledning fra forskellige gødningstyper.

Denne variation sammenholdt med et væsentligt højere kvælstofforbrug end i de andre scenarier giver det store udsving i total udledning.

I de økologiske scenarier er der lavere udledning pr. hektar ved anvendelse af emissionsfaktorer fra IPCC 2019 end IPCC 2006 og de i denne rapport anvendte emissionsfaktorer (tabel 5.1). Udsvingene er dog relativt beskedne, da kvælstofforbruget i scenarierne er begrænset. Et økologisk scenarie, som anvender en høj mængde kvælstof (107 kg udnyttet kvælstof per hektar) vil således blive mere påvirket af valget af emissionsfaktor, end hvad der ses her.

Opgjort pr. kg produkt (figur 6.4) er det overordnede billede det samme som opgjort pr. hektar.





Figur 6.4. Udledninger prr kg produceret korn og/eller bælgfrugter i 3 forskellige scenarier beregnet med forskellige emissionsfaktorer for lattergas fra udbragt gødning.

## Plantebaseret gødnings potentiale for reduktion af klimabelastning

Baseret på klimaberegningerne i denne rapport kan vi konkludere, at sædskifter med kløvergræs til biogas, en lav tildeling af kvælstof og et fokus på produktion af plantebaserede fødevarer har potentiale til at mindske udledningen af drivhusgasser fra økologisk planteavl. Det er dog vigtigt at pointere, at en del af de udledninger, vi her har beregnet, ikke sædvanligvis indgår i planteavlens klimaaftryk, men medregnes hos husdyrproducenterne eller i energisektoren. Ikke desto mindre er der på samfundsniveau en reel klimaeffekt ved denne dyrkningsform og anvendelse af biogasanlægget til produktion af plantebaseret gødning.

## 7. Landmænds barrierer for at anvende plantebaseret gødning

Innovationscenter for Økologisk Landbrug (ICOEL) har fokus på at finde og beskrive holdbare modeller for økologisk planteavl uden input af husdyrgødning. Rybner Analyse har for ICOEL gennemført tre markedsanalyser omhandlende plantebaseret gødning i perioden 2022-2023 med økologiske forbrugere og økologiske planteavlere. Indeværende metaanalyse opsamler de vigtigste indsigter fra disse markedsanalyser, og omhandler følgende emner:

- De økologiske planteavlere gødsning
- Barriere for plantebaseret gødning blandt de økologiske planteavlere
- Drivers for plantebaseret gødning blandt de økologiske planteavlere
- De økologiske forbrugers holdning til fødevarer produceret med input af plantebaseret gødning

Markedsanalyse/kilde	Metode og målgruppe	Emner
<b>Interviews med landmænd, Rybner Analyse, dec. 2023</b>	Kvalitativ undersøgelse. Syv dybdeinterviews med økologiske planteavlere. Spredning på regioner, afgrøder og bedriftsstørrelse.	Drivers og barrierer for plantebaseret gødning (eksemplificeret ved input/output af næringsstoffer via mobil grøngødning og komposteret have-/parkaffald, et syvårigt sædskifte med kløvergræs i to af årene).
<b>Plantebaseret gødning til plantebaserede fødevarer (II), Rybner Analyse, maj 2023</b>	Kvantitativ undersøgelse. 1.074 webbaserede interviews med økologiske forbrugere.	Kvantificering af kendskabet til gødningsforhold i økologisk planteavl og interessen for plantebaserede fødevarer, produceret med input af plantebaseret gødning.
<b>Plantebaseret gødning til plantebaserede fødevarer (I), Rybner Analyse, okt. 2022</b>	Kvalitativ undersøgelse. En fokusgruppe med 9 økologiske forbrugere (6 flexitarere og 3 vegetarer).	Åben dialog om kendskab til gødningsforhold i økologisk planteavl og interessen for plantebaserede fødevarer, produceret med input af plantebaseret gødning.

De økologiske planteavlere gødsning

Dette afsnit er baseret på rapporten omhandlende interviews med planteavlere<sup>1</sup>.

**Undersøgelsen viser, at planteavlerne er interesserede i at anvende egne recirkulerede næringsstoffer, og at de arbejder innovativt med sædskiftet. Trods den megen opmærksomhed på**

<sup>1</sup> Interviews med landmænd, Rybner Analyse, december 2023

**at nedsætte brugen af (konventionel) husdyrgødning i økologisk landbrug, så anvender de deltagende planteavlere dog i vid udstrækning økologisk og konventionel husdyrgødning.**

De økologiske planteavlere har i varierende grad brug for næringsstofforsyning udefra, så alle gødsker med animalsk gødning, f.eks. importeret husdyrgødning fra andre bedrifter, gylle fra biogasanlæg eller importeret kyllingemøg. Det er indtrykket, at der er mange initiativer i gang, og de økologiske planteavlere har fokus på at skabe næringsstoffer selv og finde alternativer til husdyrgødningen.

De arbejder bl.a. med have/parkaffald og med forskellige bælgfrugter som supplement til husdyrgødningen. De arbejder innovativt med efterafgrøder og plantesammensætninger for at optimere næringsstoffilførselen til jorden, og de arbejder med optimering af sædskiftet i forskellige udgaver. Alle siger dog samstemmende, at de trods disse initiativer har brug for næringsstofforsyning udefra og gødsker derfor med animalsk gylle. Tiltagene kan ikke stå alene (endnu).



***”Vi eksperimenterer med at så undersåt af afgrøder. Vi har en kløvermåtte stående i kornafgrøderne. Det skal gøres helt rigtigt, før det lykkes. Vi prøver at skabe næringsstoffer selv, altså det vi kan. Vi har mange tiltag i gang. Men vi har også brug for næringsstofforsyning udefra, så vi importerer biogasgylle, husdyrgødning og kyllingemøg...”***

Opsummerende kan siges, at planteavlerne alle gødsker med husdyrgødning (konventionel og økologisk), men at de supplerer med initiativer indenfor grøngødning (planter, som dyrkes og pløjes ned i jorden for at virke som gødning for en afgrøde), kvælstoffikserende afgrøder (bælgplanter, som for eksempel kløver, ærter og bønner i sædskiftet) samt have/parkaffald. Ingen af deltagerne i undersøgelsen har etableret arealer til kløvergræsmarker alene med det formål at bruge det til grøngødning.



***”Vi har mange kvæg i området, og vi samarbejder med en økologisk landmand, hvor vi får kvæggylle fra. Derudover får vi konventionel svinegylle. Det vil være svært at undvære helt...”***

De økologiske planteavlere har overvejende en positiv holdning til (øget) brug af plantebaseret gødning. De finder, at der ikke er noget alternativt til det – det er den vej, udviklingen går. Planteavlerne pointerer, at der er behov for at finde løsninger, som kan træde i stedet for brugen af husdyrgødning. Kløvergræs i sædskiftet, mobil grøngødning etc. kan være en del af løsningen, men der er dog også en del barrierer jf. næste afsnit.



***Dét, at vi må bruge animalsk gødning, er lidt en sovepude for os økologiske planteavlere, så vi har mistet innovationskraft, men når nu reglerne bliver mere og mere skærpet, så må vi se os om efter andre løsninger, og det er fint nok. Vi kan godt lide udfordringer.***

Barriere for plantebaseret gødning

Dette afsnit er baseret på rapporten omhandlende interviews med planteavlere<sup>2</sup>.

**Planteavlerne fremhæver - trods den positive holdning - at det vil være svært for dem helt at undvære husdyrgødning. De største barrierer er, at en plantebaseret gødning ses som mindre effektiv/vil medføre en vis mangel på næringsstoffer samt at det evt. vil kræve et særskilt areal alene til beplantning. Incitamentet til at bruge plantebaseret gødning er endnu ikke så stort.**

Den største modstand findes blandt de planteavlere, som dyrker særligt næringsstofkrævende afgrøder (f.eks. kartofler), har en bedrift på sandjord eller har langt til et biogasanlæg.



***"Jeg er i tvivl om, hvorvidt mine kartofler kan klare sig uden animalsk gødning. De tidligere sorter, som vi har, kan være et problem. Vi skal være sikker på, at der er kali nok. Det kan være svært at få kvælstof nok via grøngødning tidligt i sæsonen..."***

De økologiske planteavlere formoder, at plantebaseret gødning ikke vil give tilstrækkeligt med næringsstoffer, hvilket er en barriere for at anvende det. Husdyrgødningen ses generelt som mere effektiv. Planteavlerne frygter derfor at komme til at mangle næringsstoffer, hvis de alene benytte plantebaseret gødning. Flere efterlyser mere viden om C/N-forholdet ved plantebaseret gødninger.



***"Det er vanskeligt at gå over til 100% grøngødning. Vi skal gentænke hele vores set-up. Vores afgrøder er næringsstofkrævende, og det lykkes ikke, hvis de ikke får næringsstoffer nok. Jeg tror ikke, at grøngødningen giver nok kvælstof. Hvis vi kører gylle på marken, så kan vi se, hvordan planterne reagerer positivt på det..."***



***"Der er så mange ubekendte. Vi mangler kendskab til fosforværdien og vi kender heller ikke ukrudtshåndteringen af det..."***

En anden barriere for plantebaseret gødning er, at planteavlerne i undersøgelsen har nem og lovlig adgang til (konventionel) husdyrgødning. De har etableret aftaler, der fungerer godt. Det betyder, at planteavlerne pt. ikke har et stærkt incitament til at skifte over til 100% plantebaseret gødning. En fremherskende holdning er også, at hvis der er et kvægbrug i nærheden, så er det bedre at udnytte gyllen derfra, da det er et fint og velfungerende økosystem at udnytte ressourcerne på denne måde.

For de planteavlere, som har en bedrift beliggende i sandet jord, ses det som en særlig udfordring, at kløvergræs til plantebaseret gødning kræver meget vanding i sandjord. Det vil fordyre processen, så det bliver en formodet økonomisk urentabel løsning.



***"Kløvergræs er en smart ide, men ude på vores sandede jorde, så skal man bruge rigtig meget vand. Det kan gå, hvis man har køer, som skal æde græsset, men hvis det kun skal bruges til at lave gødning, så er jeg i tvivl om det giver mening at bruge alt det vand. Jeg tror ikke, at vi kan arbejde med det..."***

---

<sup>2</sup> Interviews med landmænd, Rybner Analyse, december 2023

Generelt ses det som en god idé at sælge kløvergræsset til et biogasanlæg, men for de planteavlere, som ikke har et biogasanlæg i "baghaven", er denne løsning ikke umiddelbart tillukkende, da økonomien ødelægges af udgifter til transporten. Priserne forventes at være for lave til, at det er rentabelt.

En anden barriere er, at det ses som spild af god jord og en økonomisk satsning at udlægge en kløvergræsmark til plantebaseret gødning. Det presser økonomien at udlægge et areal alene til kløvergræs, som alternativt kunne bruges til salgbare afgrøder. Avlerne fremhæver, at de skal starte med at så frø for mange penge pr. ha, og så vente 1-2 år, hvor de ikke høster noget. DB i et rent plantegødnet sædskifte bliver udfordret af, at 2 ud af 7 år i rotationen er kløvergræs, som ikke giver nogen indtægt.

Afslutningsvist omkring barrierer kan nævnes, at arbejdet med plantebaseret gødning forventes at ville medføre ekstra håndteringsomkostninger, f.eks. til ekstra maskinomkostninger og til management. Det kan blive en udfordring at få kvælstoffet aktiveret på det rigtige tidspunkt, hvis frigivelsestidspunktet passer dårligt ind i de afgrøder, der dyrkes. Dertil kommer, at vaner er en hindring. Planteavlerne har mange veletablerede vaner omkring gødskning, og de har sædskifter, der er udviklet og optimeret over tid og tilpasset netop deres forhold.

Drivers for plantebaseret gødning

Dette afsnit er baseret på rapporten omhandlende interviews med planteavlere<sup>3</sup>.

**På trods af de nævnte barrierer, så ser de økologiske planteavlere også fordele ved at anvende plantebaseret gødning til næringsstofforsyning. Det er en relevant og nødvendig løsning. De væsentligste årsager hertil bunder i et bæredygtighedshensyn (klimakrav, CO<sub>2</sub>-udledning), en forventning om, at reglerne skærpes for brugen af konventionel husdyrgødning og at det bliver vanskeligere/dyrere at skaffe husdyrgødning.**

Planteavlerne forventer skærpede krav til brugen af konventionel husdyrgødning i det økologiske jordbrug, og det driver interessen for plantebaseret gødning. Planteavlerne forventer, at en større andel af den animalske gødning skal være økologisk, alternativt at det udfases helt. Når gødningsreglerne bliver skærpede, tvinger det landmændene til at tænke nyt og anderledes.



***"Når gødningsreglerne bliver skærpede, tvinger det os landmænd til at tænke anderledes..."***

En anden vigtig driver er bæredygtighedshensynet. Det ses som både nødvendigt og forventeligt, at der sker en bæredygtig omstilling i landbruget. Et ønske om at mindske afhængigheden af animalsk gødning samt øgede krav til at nedsætte CO<sub>2</sub>-aftrykket i landbruget. En nysgerrighed og innovation, der har til formål at udvikle landbruget, så det er i tråd med tiden.

Flere planteavlere nævner også, at der tales om problemer med at fremskaffe husdyrgødning. Denne forventede mangel på husdyrgødning driver interessen for plantebaseret gødning. Udviklingen menes at gå i retning af, at biogasanlæg tager meget af den gylle, der er til rådighed, og at flere kvægbedrifter beholder deres gylle selv. Da den geografiske fordeling af husdyrholdet i Danmark er skævt fordelt med langt flere husdyr i Jylland, så er det især et problem for de økologiske planteavlere på Sjælland.

---

<sup>3</sup> Interviews med landmænd, Rybner Analyse, december 2023



***"Plantebaseret gødning er især interessant for de planteavlere, som bor langt væk fra økologiske kvægproducenter, og som ikke har adgang til økogyllle. Det er først, når man er i knibe, at man begynder at blive mere innovativ på området..."***

At have kløvergræs inde i sædskiftet til plantebaseret gødning har både fordele og ulemper, som tidligere beskrevet. Har man som planteavler svært ved at skaffe kvælstof nok, kan bidraget fra kløvergræsset være en god hjælp. Planteavlerne fremhæver, at kløvergræs kan medvirke til en bedre og renere jord, og øge biodiversiteten, hvilket er positivt. Kløvergræs ses som god til at sanere jorden ved ukrudtsproblemer, det forbedrer jordens frugtbarhed, og det giver et godt bidrag af kvælstof til andre afgrøder. Planteavlerne er bevidste om, at de med kløvergræsset får en renere mark og en bedre jord at arbejde med.

Det ses som særligt relevant med kløvergræs, hvis landmanden har mulighed for at sælge det til et biogasanlæg, så de kan tjene penge på det og/eller få gylle retur (ses som mere relevant end at arbejde med egen mobil grøngødning). Dette forudsætter gode priser og et biogasanlæg i nærheden. Flere avlere er af den opfattelse, at priserne ikke står mål med indsatsen, men de samarbejder gerne med biogasanlæg, hvis priserne er fornuftige.

Forbrugernes holdning til plantebaseret gødning

Dette afsnit er baseret på rapporterne vedr. de økologiske forbrugere. Bemærk, at målgruppen er personer, som køber økologiske fødevarer altid/næsten altid/af og til, dvs. ikke "alle danskere".<sup>4</sup>

**De økologiske forbrugere har ingen større videre viden om gødningsforholdene indenfor økologisk planteavl, herunder at der må anvendes animalsk gødning. Generelt betyder gødningsforholdene ikke noget, når forbrugerne køber økologiske plantebaserede fødevarer.**

Når de økologiske forbrugere spørges om, hvilken type gødning der anvendes til dyrkning af økologiske plantebaserede afgrøder, så svarer godt hver tredje (36%), at der primært anvendes animalsk gødning. Resten svarer, at der anvendes plantebaseret gødning, ingen gødning eller de ved det ikke. Det anses spontant ikke for et problem, at der benyttes animalsk husdyrgødning til økologiske plantebaserede fødevarer (kun 12% af de økologiske forbrugere ser det som et problem).

Generelt er gødningsforholdene ikke noget, som forbrugerne tænker over, når de køber økologiske plantebaserede fødevarer; knap 7 ud af 10 tænker slet ikke over det, 23% tænker lidt over det, og 4% tænker meget over det. 4% ved ikke.



***"Jeg har aldrig tænkt over, hvordan der gødes i økologisk produktion. Jeg er helt flov over, så lidt jeg ved om emnet..."***

***"Mon ikke det kun betyder noget for veganerne...?"***

De økologiske forbrugere er overvejende positive overfor initiativer, der reducerer brugen af animalsk gødning og introducerer 100% plantebaseret gødning. Det ses som et skridt i retning mod en mindre afhængighed af husdyrproduktionen i Danmark og et mere bæredygtigt/klimavenligt landbrug (49% finder det positivt, 5% finder det negativt, og resten svarer hverken/eller/ved ikke).



***"Udfase animalsk gødning? Det lyder godt. Det giver rigtig god mening. At kunne gøre sig uafhængig af animalsk produktion er glædeligt. Det handler både om klima og dyreetik..."***

---

<sup>4</sup> Plantebaseret gødning til plantebaserede fødevarer, interviews med forbrugere, kvantitativ analyse maj 2023 og kvalitativ analyse oktober 2022.

Når de økologiske forbrugere præsenteres for tre forskellige fordele ved at bruge plantebaseret gødning, så er det især budskabet om mindre klimabelastning, der er vigtigt.

1. 84% finder det meget vigtigt/lidt vigtigt, at dansk økologisk landbrug som helhed vil belaste klimaet mindre (mindre CO2 udledning), når der alene anvendes plantebaseret gødning.
2. 67% finder det meget vigtigt/lidt vigtigt, at der kan produceres flere plantebaserede fødevarer uden brug af flere kører/grise (uafhængig af animalsk produktion), når der alene anvendes plantebaseret gødning
3. 65% finder det meget vigtigt/lidt vigtigt, at der er tale om 100% rene plantebaserede fødevarer fra jord til bord, når der alene anvendes plantebaseret gødning.

Plantebaseret gødning bør, ifølge de økologiske forbrugere, komme hele landbrugssektoren til gavn. 61% synes, at plantebaseret gødning hører hjemme i både det økologiske og konventionelle landbrug, mens 21% synes, det hører mest hjemme i økologisk landbrug og 3% i konventionelt landbrug. Resten svarer ved ikke.

Det er undersøgt, hvorvidt forbrugerne er villige til at betale mere for tre forskellige typer af plantebaserede fødevarer produceret med input af 100% plantebaseret gødning. Betalingsvilligheden er lav uanset varetype. Knap 6 ud af 10 (58%) vil slet ikke betale mere, mens godt hver tredje (36%) vil betale lidt mere (op til 15% ekstra), og 5% er villig til at betale mere end 15%.

Alt i alt viser undersøgelserne, at 100% plantebaseret gødning betragtes som et tiltalende tiltag, men det er et område, som de økologiske forbrugere ikke kender meget til, og derfor ikke tillægger stor værdi. Denne manglende viden/interesse medfører, at de økologiske forbrugere ikke umiddelbart vil betale en merpris for plantebaserede afgrøder med 100% plantebaseret gødning. De forbrugere, som køber økologi altid/næsten altid, har en lidt højere interesse for fødevarer produceret med plantebaseret gødning end de forbrugere, som køber økologi af og til.



***”Der må findes en måde at gøre det på, så det ikke bliver dyrere. Jeg går ikke så meget op i det, at jeg er villig til at betale ekstra for den lille fordel, der er i det. Prisen er mere vigtig for mig...”***



***”Vi skal vænne os til at betale for de ting, som vi gerne vil have gennemført. Hvis merprisen er nødvendig for at få landbruget omstillet til et mere grønt landbrug, så vil jeg gerne betale lidt mere for at sikre det...”***

## Referencer

- Meng, X., Knudsen, M. T., Petersen, S. O., Møller, H. B., & Hashemi, F. (2023). Carbon Footprint of Organic Fertilizers Derived from Cattle Slurry and Grass-Clover: A Life Cycle Assessment. *Available at SSRN 4615681*.
- Meng, X., Knudsen, M. T., Petersen, S. O., Møller, H. B., & Hashemi, F. (2024). Climate impact of alternative organic fertilizers using life cycle assessment. *Environmental Research Letters*.
- Knudsen, M. T., Meyer-Aurich, A., Olesen, J. E., Chirinda, N., & Hermansen, J. E. (2014). Carbon footprints of crops from organic and conventional arable crop rotations—using a life cycle assessment approach. *Journal of Cleaner Production*, 64, 609-618.
- Jensen, J. L., Beucher, A. M., & Eriksen, J. (2022). Soil organic C and N stock changes in grass-clover leys: Effect of grassland proportion and organic fertilizer. *Geoderma*, 424, 116022.
- van der Weerden, T. J., Noble, A., de Klein, C. A., Hutchings, N., Thorman, R. E., Alfaro, M. A., ... & Velthof, G. L. (2021). Ammonia and nitrous oxide emission factors for excreta deposited by livestock and land-applied manure. *Journal of Environmental Quality*, 50(5), 1005-1023.
- Petersen, S. O., Peixoto, L. E., Sørensen, H., Tariq, A., Brændholt, A., Hansen, L. V., ... & Olesen, J. E. (2023). Higher N<sub>2</sub>O emissions from organic compared to synthetic N fertilisers on sandy soils in a cool temperate climate. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 358, 108718.
- Nielsen, O.-K., Plejdrup, M.S., Winther, M., Nielsen, M., Gyldenkærne, S., Mikkelsen, M.H., Albrektsen, R., Hjelgaard, K., Fauser, P., Bruun, H.G., Levin, L., Callisen, L.W., Andersen, T.A., Johannsen, V.K., Nord-Larsen, T., Vesterdal, L., Stupak, I., Scott-Bentsen, N., Rasmussen, E., Petersen, S.B., Baunbæk, L., & Hansen, M.G. 2024. Denmark's National Inventory Report 2024. Emission Inventories 1990-2022 - Submitted under the United Nations Framework Convention on Climate Change. Aarhus University, DCE – Danish Centre for Environment and Energy, 768 pp.
- Mogensen, L., Knudsen, M. T., Dorca-Preda, T., Nielsen, N. I., Kristensen, I. S., & Kristensen, T. (2018). Bæredygtighedsparametre for konventionelle fodermidler til kvæg: Metode og tabelværdier. DCA rapport, nr. 116.
- Mogensen, L., Kristensen, T., Nguyen, T. L. T., Knudsen, M. T., & Hermansen, J. E. (2014). Method for calculating carbon footprint of cattle feeds—including contribution from soil carbon changes and use of cattle manure. *Journal of Cleaner Production*, 73, 40-51.
- Henriksen, J. C. S., Hvid, S. K., Oudshoorn, F., Nielsen, N. I., Kristensen, M. Ø., & Petersen, J. S. (2011). Landbrugets klimavaerketøj 1.0.- Innovationscenter for Økologisk Landbrug og SEGES Innovation – Aarhus Danmark.
- ESGreen Tool Climate (2024). Formler til beregning i ESGreen Tool Climate. [https://github.com/segesdk/ESGT\\_formler/tree/main/Marker](https://github.com/segesdk/ESGT_formler/tree/main/Marker)
- Landbrugsstyrelsen (2022). Vejledning om gødsknings- og harmoniregler. Planperioden 1. august 2022 til 31. juli 2023.



---

<sup>i</sup> Jensen et al., 2022. Soil organic C and N stock changes in grass-clover leys: Effect of grassland proportion and organic fertilizer

Kilder:

Farmtal Online <https://farmtalonline.dlbr.dk/>

SortInfo.dk <https://sortinfo.dk/#/>

Gødningspriser: <https://www.hededanmark.dk/goedning>

Økonomidatabase, SEGES

Personlig meddelelse, handelspriser vårbyg 2012-2022

Personlig meddelelse, handelspriser kløvergræs til biogas

### Kilder til Forsøgsafsnit (CASL):

Forsøgsplaner:

- 2024: <https://nfts.dlbr.dk/Forms/VisPlan.aspx?PlanID=22701&GUID=810f33d3-c451-4150-a422-10dd7c49cf81&applLangID=da>
- 2023: <https://nfts.dlbr.dk/Forms/VisPlan.aspx?PlanID=21955&GUID=44c954d7-654c-4dc8-bf05-82e212e9d6e3&applLangID=da>
- 2022: <https://nfts.dlbr.dk/Forms/VisPlan.aspx?PlanID=21218&GUID=55c46d72-22a0-4076-9c04-1cf84b114a78&applLangID=da>

Forsøgsresultater:

- 2024:
  - o 001: <https://nfts.dlbr.dk/Forms/Dokumentation.aspx?KardexID=71936&GUID=a5b78656-4966-4dff-bb34-36a5b1f1b62d>
- 2023:
  - o 001: <https://nfts.dlbr.dk/Forms/Dokumentation.aspx?KardexID=70477&GUID=99bafa53-83e5-4e8e-9ad9-5d24cf3e4a27>
  - o 002: <https://nfts.dlbr.dk/Forms/Dokumentation.aspx?KardexID=70478&GUID=05216f1f-d41f-4733-9d75-84da236bb5c6>
- 2022:
  - o 001: <https://nfts.dlbr.dk/Forms/Dokumentation.aspx?KardexID=67623&GUID=42712da3-6bcc-4eaa-8a38-66a6973f26e5>
  - o 002: <https://nfts.dlbr.dk/Forms/Dokumentation.aspx?KardexID=67625&GUID=a14e378c-3efe-482b-a828-334caf3c5e6e>