

# **Energiafgrøders anvendelse og effekt på halmforbruget i dansk biogasproduktion**

Forfattere: Andreas Gravholt, Frederik Schmidt og Lars Villadsgaard Toft, SEGES Innovation.

Dato: 17-11-2024

## Indholdsfortegnelse

1.	Konklusioner og anbefalinger .....	3
2.	Introduktion .....	6
3.	Datagrundlag .....	7
4.	Brug af energiafgrøder i den danske biogasproduktion .....	8
5.	Majs som råvare til biogasproduktion .....	14
6.	Alternative biomasser som erstatning for majs .....	15
	Primærafgrøder som erstatning for majs .....	15
	Roer .....	15
	Græs .....	16
	Rughelsæd .....	17
	Andre biomasser som erstatning for majs og andre energiafgrøder .....	18
	Halm .....	18
	Efter- og mellemafgrøder .....	19
	Industriprodukter .....	21
	Majshalm .....	22
	Rapsblade .....	22
7.	Erfaringer med brugen af halm .....	23
8.	Samensilering af halm og andre grønne biomasser .....	26
9.	Udfasning af majs – hvad betyder det og hvordan bliver det håndteret? .....	28
10.	Forbud mod brug af energiafgrøder - hvad kan konsekvenserne blive? .....	29
11.	Bekendtgørelsen om bæredygtig produktion af biogas .....	30
	Bilag 1: Beregningsforudsætninger for beregning af råvarepris for rughelsæd .....	31

## 1. Konklusioner og anbefalinger

Majs er i dag den mest anvendte energiafgrøde til biogasproduktion, og er en meget alsidig biomasse. Det er en afgrøde, der er forsyningssikker, let at håndtere, let omsættelig og har et højt gaspotentiale. Fra august 2025 implementeres et fuldstændigt forbud mod majs til biogasproduktion, hvilket flere biogasanlæg ser som en ekstremt stor udfordring, der vil påvirke deres drift. For de anlæg, der slet ikke anvender majs i dag, vil man udelukkende opleve udfordringerne gennem øget konkurrence og dermed forøgede råvarepriser på de alternative biomasser, mens særligt de tolv anlæg, som i 2023 brugte mere end 8% majs, står overfor en fundamental ændring i deres råvareplan, hvis de skal opretholde deres biogasproduktion. Af de tolv anlæg, der i 2023 brugte mere end 8% majs, er kun et enkelt anlæg hovedsageligt koncernejet. Hovedsageligt koncernejede anlæg defineres i denne rapport som anlæg, der er mere end 50% ejet af Bigadan, BioCirc, CIP, DBC, Fremsyn eller Nature Energy.

I forhold til udfasningen af majs har biogasanlæggene følgende fire handlemuligheder:

- Substitution af majs med gylle, dybstrøelse eller andre svært omsættelige biomasser.
- Substitution af majs med andre let omsættelige biomasser.
- Substitution af majs med andre energiafgrøder.
- Reduktion i biomasseinput og dermed gasproduktion.

I 2023 blev der anvendt omkring 494.000 ton majs til bioforgasning, hvilket svarer til omkring 1,6 PJ biogas. De 45% af majs blev anvendt på biogasanlæg, der hovedsageligt er koncernejede. SEGES Innovation vurderer, at de koncernejede anlæg primært vil imødekomme udfasningen af majs gennem substitution med alternative biomasser, og de koncernejede anlæg vurderes kun i begrænset omfang at reducere deres gasproduktion, mens det meget vel kan ende med at blive aktuelt på flere af de øvrige anlæg. I Tabel 1 nedenfor har SEGES Innovation vurderet hvordan energiproduktionen fra majs kunne forventes at blive erstattet. Tabellen skal udelukkende ses som en grov vurdering af hvilke handlemuligheder, der forventes at blive gjort brug af og estimeret er behæftet med ekstremt stor usikkerhed. Øget brug af gylle, dybstrøelse og andre svært omsættelige biomasser vil forudsætte, at anlæggene kan få lov til at udvide med flere ton og større reaktorkapacitet.

*Tabel 1: Vurderet konsekvens af forbud mod brug af majs. Tallene skal ses som en grov indikativ af hvilke handlemuligheder, der primært vil blive brugt. Ændringer i øvrige forhold såsom gaspris, pris på oprindelsesgarantier, produktionsomkostninger og international konkurrence om råvarer vil påvirke det faktiske udfald. %-point er procentpoint af det samlede majsforbrug i 2023. Energimængderne (markeret med fed) er beregnet ud den ændrede majs mængde og fra et gasudbytte for majs på 91 m<sup>3</sup> CH<sub>4</sub>/ton.<sup>1</sup>*

	Øvrige anlæg	Hovedsageligt koncernejede
Majsforbrug 2023 [ton]	272.000	222.000
Andel af majsforbrug 2023	55%	45%
Beregnet gasproduktion (PJ biometan)	<b>0,89</b>	<b>0,73</b>
Erstatning af majs – %-point af majsforbruget		
Substitution med andre energiafgrøder	5-10%-point	0-5%-point
Beregnet gasproduktion (PJ biometan)	<b>0,08 – 0,16</b>	<b>0 – 0,08</b>
Substitution med andre let omsættelige biomasser	10-15%-point	20-25%-point
Beregnet gasproduktion (PJ biometan)	<b>0,16 – 0,24</b>	<b>0,32 – 0,4</b>
Substitution med gylle, dybstrøelse og andre svært omsættelige biomasser	25-30%-point	20-25%-point
Beregnet gasproduktion (PJ biometan)	<b>0,4 – 0,48</b>	<b>0,32 – 0,4</b>
Reduktion i input og dermed gasproduktion	0-10%-point	0-5%-point
Beregnet gasproduktion (PJ biometan)	<b>0 – 0,16</b>	<b>0 – 0,08</b>

<sup>1</sup> Toft m.fl. – [Brug af halm i biogasanlæg](#), 2022

Biogasanlæg, der hovedsageligt er koncernejede, vil som erstatning for majs formentlig anvende en større andel af andre let omsættelige biomasser såsom industriprodukter og importerede kasserede foderprodukter, eller udvide anlægget, så man kan håndtere en større mængde gylle og dybstrøelse samt andre svært omsættelige biomasser. De mindre biogasanlæg, der ikke er en del af en koncern, vil formentlig primært erstatte majs med gylle, dybstrøelse og andre svært omsættelige biomasser, hvis de har muligheden for at få udvidet deres biogasanlæg og tilladelse til at anvende en større mængde biomasse. De let omsættelige biomasser forventes ikke at kunne erstatte majs i samme omfang på de øvrige anlæg, som det er tilfældet på de hovedsageligt koncernejede anlæg. De anlæg som ikke umiddelbart har mulighed for at udvide anlægget, vil i større omfang fokusere på at finde alternative biomasser, som de selv kan dyrke, og man derfor forventer at de anlæg, som ikke hovedsageligt er koncernejede, i et vist omfang vil erstatte majs med andre energiafgrøder.

Rughelsæd og roer er begge alternative energiafgrøder, som enkelte af biogasanlæggene, der i dag er meget afhængige af majs, ser et stort potentiale i, på trods af at de begge er dyrere end andre råvarer, og roerne er besværlige at håndtere. Biogasanlæg der er afhængige af at kunne justere gasproduktionen, f.eks. for at dække et fluktuerende varmeforbrug, vil blive udfordret af manglen på en let omsættelig biomasse, der kan booste produktion hurtigt. Rughelsæd er en af de biomasser, som de varmeproducerende anlæg overvejer at anvende. Ikke fordi det er økonomisk attraktivt, men simpelthen fordi det fremadrettet kan blive deres umiddelbart eneste realistiske alternativ til majs.

Græs er ikke letomsættelig ligesom rughelsæd og roer, men den er billigere, og hverken permanent græs eller økologisk kløvergræs klassificeres som energiafgrøder. Flere anlæg nævner dog, at den 5-årige periode, der går fra, at omdriftsgræs skifter status til permanent græs, står i vejen for at få etableret flere permanente græsmarker. Dette kunne for eksempel løses ved at åbne op for, at græsset kunne have status som ikke-energiafgrøde så snart, der var indgået en langsigtet kontrakt om at levere permanent græs til et biogasanlæg.

Øget græsdyrkning af miljøhensyn kan desuden blive et af de virkemidler, der skal bringes i spil, når den grønne trepart skal implementeres. Men miljøgræs, der dyrkes af miljøhensyn, bliver i de frivillige certificeringsordninger betragtet som en primær afgrøde og ikke et restprodukt. Klassificeringen i de frivillige ordninger har direkte betydning for den afregningspris biogasanlæggene kan opnå fra salg af oprindelsesgarantier fra det producerede biometan. Biogasanlæggene er derfor tilbageholdende over for at bruge græs, fordi indtjeningsmulighederne på nuværende tidspunkt er begrænsede. Hvis miljøgræs i stedet blev betragtet og klassificeret som et restprodukt, der blev dyrket af miljøhensyn, ville biogasanlæggene prioritere at bruge miljøgræs.

Efter- og mellemafgrøder er biomasser, der på sigt kan blive interessante til biogasproduktion og til samensivering med halm, men der er på nuværende tidspunkt meget begrænsede erfaringer med høst og anvendelse af disse til biogasproduktion. Efterafgrøders primære funktion er at opsamle overskydende kvælstof fra hovedafgrøden. Når efterafgrøden nedbrydes i efteråret, bliver det organiske kvælstof mineraliseret, hvilket medfører en vis risiko for udvaskning. Hvis efterafgrøderne høstes til brug i biogasanlæg, bliver det organiske kvælstof også fjernet fra marken, og ender i den afgassede biomasse. Dette gør det muligt at tilføre dette kvælstof på et tidspunkt, hvor næste års hovedafgrøde kan udnytte det. Hovedafgrøden optager kvælstof fra den afgassede biomasse, hvilket bidrager til en mindre risiko for udvaskning. Den nuværende lovgivning omkring efterafgrøderne tager dog ikke højde for, at man høster biomassen, og eksempelvis kommer landmanden til at mangle de næringsstoffer, der bliver fjernet, når biomassen høstes. Hvis man skal begynde at høste efterafgrøder til biogasanlæg, vil det derfor være nødvendigt at få justeret regelsættet for efterafgrøderne. Det faglige grundlag omkring de præcise miljø- og klimamæssige konsekvenser ved høst af efterafgrøder er dog begrænset, og der er derfor behov for, at få viden om hvordan man øger biomasseproduktionen samt hvordan høst af efter- og mellemafgrøder påvirker kvælstofudvaskning og lattergasudled-

ning, hvis potentialet fra de 600.000 ha, der hvert år dyrkes med efterafgrøder, skal realiseres. Efter- og mellemafgrøderne har dog en stor udfordring med forsyningssikkerheden, da der vil være flere år, hvor der enten ikke er noget biomasse at hente, typisk som følge af sen etablering, eller hvor det pga. vejrforhold slet ikke er muligt at køre i marken og hente biomassen. Efter- og mellemafgrøder er derfor endnu ikke en biomasse, der kan forventes at blive brugt i betydeligt omfang inden for de næste par år.

Majshalm er en interessant biomasse med potentiale til fremtidig anvendelse i biogasproduktion. Da majshalm er et affaldsprodukt, vil gas produceret på majshalmen have en højere værdi på certifikatmarkedet end gas produceret fra majs. Der findes dog endnu ikke velafprøvet udstyr, som kan høste biomassen på en måde, der sikrer høj kvalitet af både kolber og stængler, og som opsamler og opdeler de to biomasser i én arbejdsgang. Majshalm forventes at være en effektiv biomasse til biogasanlæg og kan potentielt anvendes på samme måde som frøgræshalm, men der mangler praktiske erfaringer med både høst og anvendelse af majshalm til biogasproduktion.

Halm er en biomasse med et fortsat stort uforløst potentiale, men er også en dyr biomasse, og der følger store omkostninger med til for- og efterbehandling af halm. Dette er årsagen til at halm kun udgjorde under 2% af råvareforbruget i 2023. Hvis anlæggene ønsker at bruge større mængder halm, vil det være nødvendigt at øge omsætteligheden af halmen. Dette kan f.eks. opnås ved at samensilere halm med andre fugtige og let omsættelige biomasser. I denne sammenhæng er energiafgrøder som roer eller restprodukter som efter- og mellemafgrøder særligt relevante. En komplet udfasning af energiafgrøder vil betyde, at halm ikke vil kunne samensileres med roer. I 2023 blev der anvendt knap 29.000 ton roer på halmforbrugende biogasanlæg, der potentielt kan trække op til 8.800 ton halm ind i biogasanlæggene gennem samensilering. En stor del af roeforbruget er sket i Nordjylland, hvor man er særligt udfordret med hensyn til dyrkning af efterafgrøder, der ellers potentielt kunne erstatte roerne i samensileringsprocessen. Et forbud mod brug af roer skal derfor forventes at have betydning for anvendelsen af halm – særligt i Nordjylland. På trods af den vedtagne udfasning af energiafgrøderne, forventer biogasbranchen som helhed en stigning i halmforbruget fremover, f.eks. ved på anden vis at forbehandle halmen. Biogasanlæg, der bruger større mængder halm, siger samstemmende, at halmforbruget har haft en negativ påvirkning på gødningskvaliteten af den afgassede biomasse, og man skal forvente at forbrug af store mængder halm vil medføre et behov for at lave en efterbehandling af den afgassede biomasse for at få et gødningsprodukt af acceptabel kvalitet.

Majs bruges ikke til samensilering med halm, og forbuddet mod majs vil derfor ikke umiddelbart påvirke mulighederne for at anvende halm direkte. Enkelte biogasanlæg beskriver dog, at majs har en smørende effekt, som letter indfødning af halm, men som udgangspunkt forventes majsforbuddet ikke, at have en direkte effekt på halmforbruget.

Et fuldstændigt forbud mod brug af energiafgrøder kan forventes at resultere i et mindre fald i energiproduktionen. Energiafgrøder er en sikkerhedsmekanisme, som biogasanlæg kan bruge til at sikre en stabil produktion. Mange anlæg er allerede nu i gang med at undersøge, hvordan de kan opretholde produktionen i fremtiden, men de kendte muligheder og alternativer er både omkostningstunge og tidskrævende at implementere. Disse inkluderer blandt andet udvidelse af reaktorer og ton-tilladelser for at kunne håndtere større mængder husdyrgødning og andre svært omsættelige biomasser.

## 2. Introduktion

Denne rapport er udarbejdet af SEGES Innovation for Energistyrelsen og Klima-, Energi- og Forsyningsministeriet med henblik på at belyse, hvordan biogasbranchen kan forventes at håndtere en yderligere udfasning af energiafgrøderne, og vurdere hvorvidt en yderligere udfasning vil have betydning for realiseringen af den uudnyttede halmressource til biogasproduktion. Der er i rapporten derfor fokus på at identificere hvilke biomasser, anlæggene vil erstatte majs med når denne forbydes, samt behov og potentiale for alternative bæredygtige og let omsættelige biomasser, der kan erstatte energiafgrøder generelt – både til direkte energiproduktion og til samensilering med halm.

Politisk er der et ønske om, at en bæredygtig biogasproduktion hovedsageligt skal baseres på rest- og affaldsprodukter. Som følge af "Aftale om nye krav for anvendelsen af energiafgrøder til produktion af biogas af 30. juni 2021"<sup>2</sup>, vil der frem mod 2025 ske en gradvis begrænsning af brugen af energiafgrøder i den danske biogasproduktion. Således sænkes energiafgrødegrænsen til 4%, og fra august 2025 indføres et forbud mod brugen af majs.

I 2023 brugte 64 anlæg, svarende til 66% af alle anlæg, energiafgrøder, og energiafgrøder udgjorde 3,5% af det totale biomasseinput i de danske biogasanlæg. Majs var den mest anvendte energiafgrøde og udgjorde 76% af energiafgrødeforbruget. Der er imidlertid stor variation i energiafgrødeanvendelsen på tværs af anlæggene. 21 af de i alt 97 danske biogasanlæg brugte i 2023 over 8% energiafgrøder, og samlet set vurderes energiafgrøderne i 2023 at have stået for knap 7% af energiproduktionen på de danske biogasanlæg. Anlæg, som har haft et stort forbrug af energiafgrøder, vil være nødt til øge forbruget af alternative biomasser, hvis de skal kunne opretholde den samme produktion, når energiafgrøderne udfases. Særligt forbuddet mod majs betyder, at flere biogasanlæg skal ændre deres biomasseplaner markant, hvis de skal opretholde deres gasproduktion. Dette vil få indflydelse på anlæggenes interne konkurrence om biomasserne og føre til forøgede råvareomkostninger.

Halm er i flere omgange identificeret som den biomasse, der har det største potentiale til at øge produktionen af biogas i Danmark<sup>3</sup>. På trods af tekniske og økonomiske udfordringer er der sket en betydelig stigning i halmforbruget til biogasproduktion. Biogasanlæggene bruger p.t. hovedsageligt frøgræshalm, kasseret halm og den halm der følger med dybstrøelsen. Brug af prima halm bliver af mange anlæg ikke anset som værende realistisk, da det er en dyr og en ressourcekrævende biomasse med en lav omsættelighed. Energiafgrøderne er omvendt en let håndterbar biomasse, der typisk bruges til at justere biogasproduktionen op og ned. Halm vil derfor i mange tilfælde ikke kunne erstatte energiafgrøderne direkte.

Halm samensileres i dag i flere tilfælde med forskellige biomasser. Af energiafgrøder er det udelukkende roer, der i enkelte tilfælde anvendes til samensilering, og i 2023 var der ti anlæg, der havde et forbrug af både halm og roer, der potentielt kan være blevet samensileret. En fuld udfasning af energiafgrøder kan derfor potentielt påvirke en mindre del af halmforbruget, hvis der ikke findes nye kosteffektive forbehandlingsmetoder til halm.

Derudover er der også flere andre brancher end biogasbranchen, som har fokus på potentialet i halm. For eksempel bliver der projekteret flere nye fjernvarmekedler som potentielt skal forsynes med halm, og inden for byggesektoren har man også fokus på halm som en bæredygtig ressource. I udspillet til den grønne trepartsaftale indgår en tilskudsordning til udbygningen af pyrolysesektoren, og det vil være forventeligt, at en del af de nye pyrolyseanlæg vil være baseret på halm. Man skal derfor forvente en øget efterspørgsel på halm i fremtiden. Biogasbranchen har dog den fordel, at de umiddelbart er den eneste branche, der kan bruge kasseret halm.

---

<sup>2</sup> Aftaleparterne – [Aftale om nye krav for anvendelsen af energiafgrøder til produktion af biogas af 30. juni 2021](#), 2021

<sup>3</sup> Toft m.fl. – [Brug af halm i biogasanlæg](#), 2022

### 3. Datagrundlag

Denne rapport er udarbejdet på baggrund af biomasseindberetninger fra danske biogasanlæg til Energistyrelsen i perioden 2016 til 2023. Biomasseindberetningerne beskriver det årlige biomasseforbrug fra samtlige danske landbrugsbaserede biogasanlæg, med en samlet indfyret termisk effekt på minimum 2 MW (for elproducerende anlæg) og for opgraderingsanlæg med en kapacitet på minimum 200 m<sup>3</sup> metan pr. time<sup>4</sup>. På baggrund af biomasseindberetningerne er der udtrukket data, som viser udviklingen i forbruget af forskellige biomasser til biogasproduktion med særligt fokus på forbruget af halm og energiafgrøder. Biogasanlæggene er desuden kategoriseret og grupperet ud fra deres ejerforhold, alt efter om de er hovedsageligt koncernejede (>50% ejet af enten Bigadan, BioCirc, CIP, DBC, FremSyn eller Nature Energy) eller ej, for at belyse eventuelle sammenhænge mellem virksomhedernes ejerstruktur og deres biomasseforbrug. Biomasseindberetningen for 2023 er ved rapportens udarbejdelse ikke komplet. Det anslås, at der mangler data fra op til syv ikke-koncernejede anlæg med et sammenlagt biomasseforbrug, der ikke overstiger 140.000 ton. Det endnu ikke opgjorte forbrug vurderes at være uden betydning for rapportens konklusioner.

Foruden biomasseindberetningerne bygger en del af rapportens konklusioner på data indsamlet fra interviews med otte aktører som tilsammen repræsenterer over 20 biogasanlæg. De otte aktører repræsenterer et bredt udsnit af forskellige ejerstrukturer, anlægsstørrelser og med varierende anvendelse afhængighed af energiafgrøder og halm, som det fremgår af Tabel 2 nedenfor. Igennem interviewene er der indsamlet oplysninger om erfaringer med brug af halm, majs og andre energiafgrøder til biogasproduktion, samspillet mellem disse, samt hvilke tanker ejerne har gjort sig i forbindelse med forbuddet mod at anvende majs og den gradvise udfasning af energiafgrøderne. Derudover blev der i foråret 2024 afholdt en workshop om råvarer som alternativ til majs og andre energiafgrøder i forbindelse med et af Biogas Danmarks ejermøder.

*Tabel 2: Beskrivelse af de otte aktører, der er interviewet i forbindelse med energiafgrødeanalyse. Biomasseforbrug, energiafgrødeandel og halmandel er alle for 2023. Halmandelen inkluderer kornhalm, frøgræshalm og halmpiller og -briketter.*

*\*: Gennemsnit af flere anlæg.*

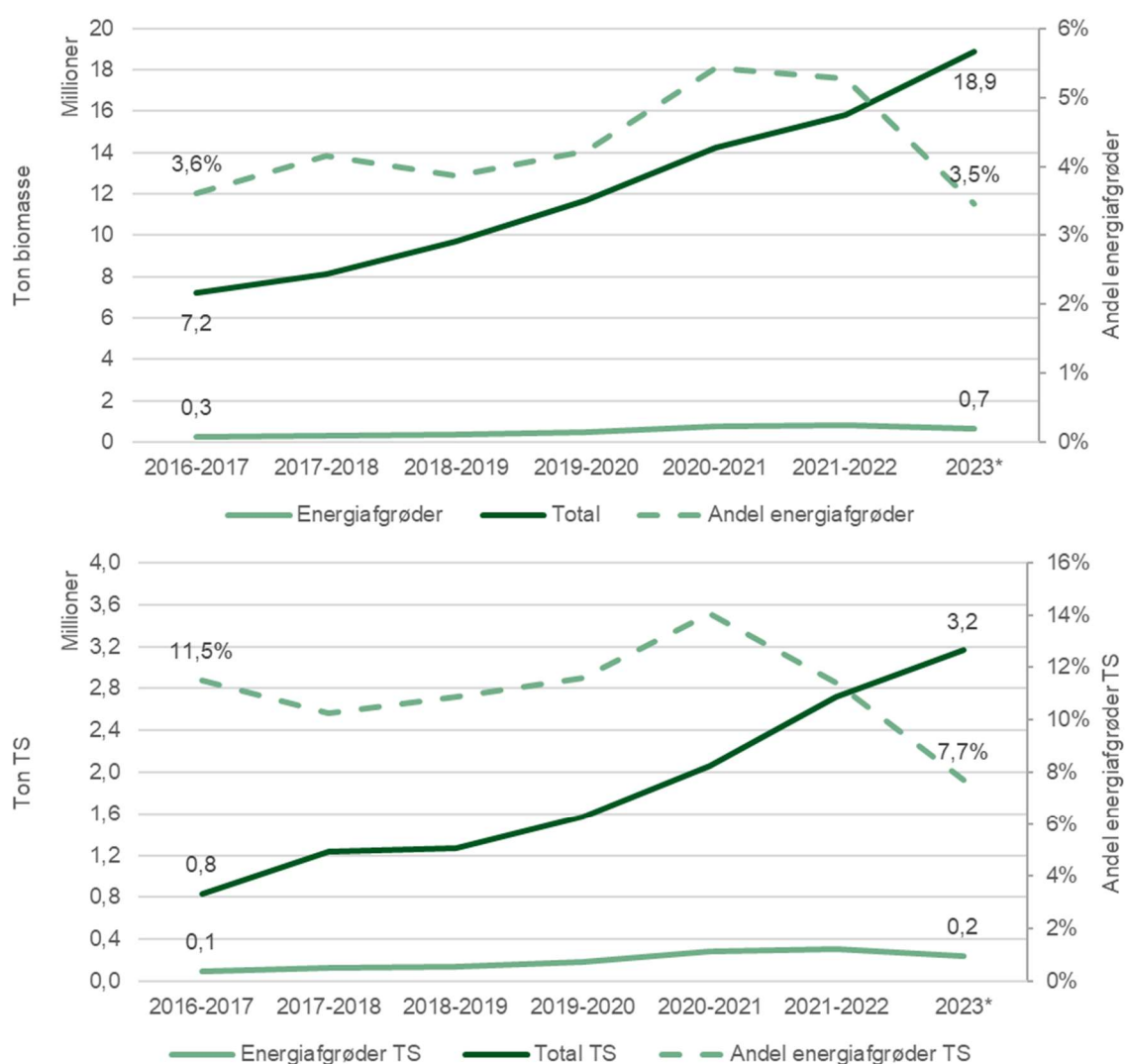
	Biomasseforbrug [ton/år]	Energiafgrødeandel [%]	Halmandel [%]	Del af en koncern	Beskrivelse
1	<36.000	4,8	4,2	Nej	Biogasanlæg med produktion af strøm
2	>300.000*	3,4*	0,8*	Ja	Koncern der ejer flere biogasanlæg
3	36.000 – 150.000	5,3	1,2	Ja	Biogasanlæg, der producerer biometan
4	36.000 – 150.000	8,5	7,4	Nej	Biogasanlæg, der producerer el og varme
5	36.000 – 150.000	0,0	0,0	Nej	Biogasanlæg, der producerer biometan
6	36.000 – 150.000	8,1	7,2	Nej	Biogasanlæg, der producerer biometan
7	36.000 – 150.000*	6,8*	5,3*	Ja	Koncern der ejer flere biogasanlæg
8	36.000 – 150.000	8,8	0,0	Nej	Biogasanlæg, der producerer biometan

<sup>4</sup> Energistyrelsen – [Vejledning til indberetning af bæredygtighed 2023-2024](#), 2024

## 4. Brug af energifgrøder i den danske biogasproduktion

Biogasbranchen har oplevet en betydelig vækst i løbet af de seneste år, hvilket har resulteret i en markant stigning i forbruget af forskellige former for biomasse til biogasproduktion. I indberetningsåret 2016-2017 lå det samlede forbrug af biomasse på 7,2 millioner ton, mens der i året 2023 er opgjort et samlet forbrug på 18,9 millioner ton.

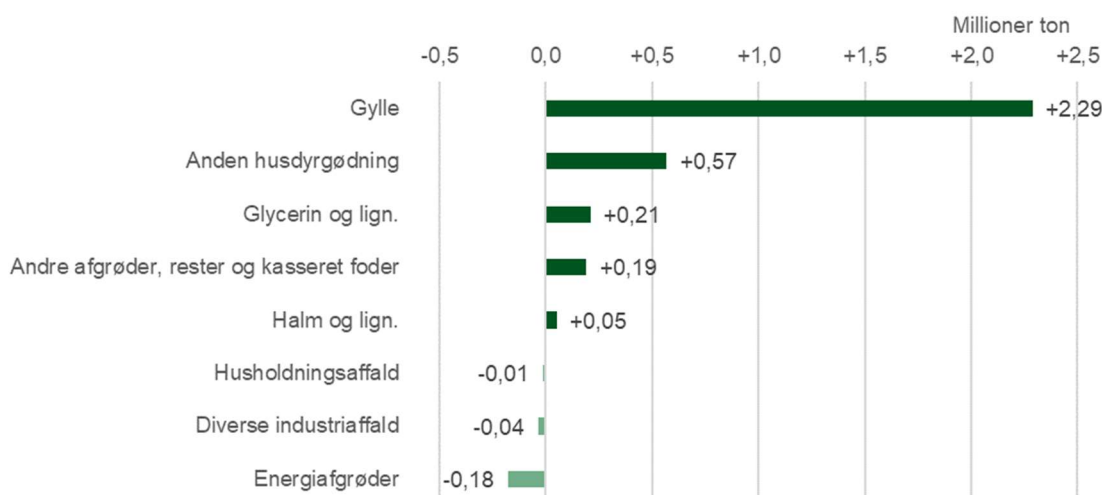
Udviklingen i anvendelsen af energifgrøder til biogasproduktion i perioden er illustreret i Figur 1 nedenfor. I indberetningsåret 2016-2017 udgjorde energifgrøder 3,6% af det samlede forbrug af biomasse på vådvægtsbasis, og andelen steg til 5,3% i indberetningsåret 2021-2022. I 2023 faldt andelen igen til 3,5%. Ved at bruge typiske erfaringstal for tørstofindholdet i forskellige biomasser kan man estimere, hvordan andelen af energifgrøder opgjort på tørstofbasis har udviklet sig. Tørstofmængden er grundlaget for biogasproduktionen, og har desuden betydning for den organiske belastning (kg VS/m<sup>3</sup> dag) og resttørstof på biogasanlægget. Organisk belastning og resttørstof på biogasanlægget er begge centrale styringsparametre i produktionen af biogas. Målt på tørstofbasis er der sket et fald i andelen af energifgrøder, og det forventes derfor også, at en mindre andel af gasproduktionen kommer fra energifgrøderne.



Figur 1: Udvikling i det samlede biomasseforbrug og forbruget af energifgrøder på de danske biogasanlæg fra indberetningsåret 2016-2017 til 2023, rapporteret som hhv. friskvægt (øverst) og tørstofmængder (nederst). Tallene i den nederste graf er baseret på antagelser omkring tørstofindhold.

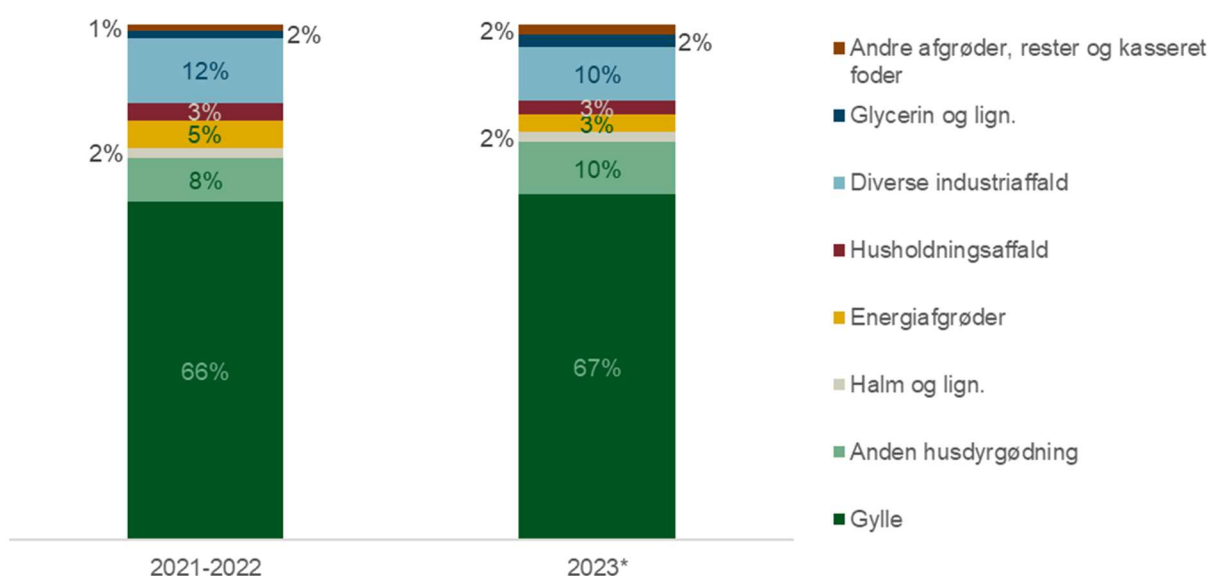


På Figur 2 nedenfor er den seneste udvikling i råvareforbruget fra indberetningsåret 2021-2022 til 2023 illustreret. Væksten i biomasseforbruget kommer hovedsageligt fra et øget forbrug af gylle og anden husdyrgødning. Derudover er forbruget af glycerin og lignende produkter samt andre afgrøder, afgrøderester og kasseret foder forøget betydeligt. Der ses en lille stigning i forbruget af halm mellem de to år. I indberetningsåret 2021-2022 udgjorde halm 1,22% af det totale biomasseforbrug, mens det i 2023 udgjorde 1,37%. Der ses i figuren desuden et reduceret forbrug af husholdningsaffald, industriaffald, og energiafgrøder.



Figur 2: Ændringer i biomasseforbrug i friskvægt fra indberetningsåret 2021-2022 til 2023, opdelt i kategorier. Kategorierne følger samme inddeling som Energistyrelsens Biomasseopgørelse<sup>5</sup>. I indberetningsåret 2021-2022 var forbruget af frøgræshalm og halm af andre afgrøder sammenlagt 193.000 ton, mens det i 2023 var 258.000.

Væksten i forbruget af gylle og anden husdyrgødning har i høj grad været drevet af høj betalingsevne på udstøttet biometan produceret fra husdyrgødning i den tyske transportsektor samtidig med, at mange landmænd også har været motiveret til at få afgasset deres husdyrgødning af udsigten til en kommende afgift på landbruget, der blev skitseret i Landbrugsaftalen<sup>6</sup>. Udviklingen har betydet, at husdyrgødning i 2023 udgjorde 77% af det samlede råvareforbrug de danske biogasanlæg, som det fremgår af Figur 3 nedenfor.



Figur 3: Procentvis biomasseforbrug i friskvægt i indberetningsårene 2021-2022 og 2023, opdelt i kategorier. Kategorierne følger samme inddeling som Energistyrelsens Biomasseopgørelse.<sup>7</sup>

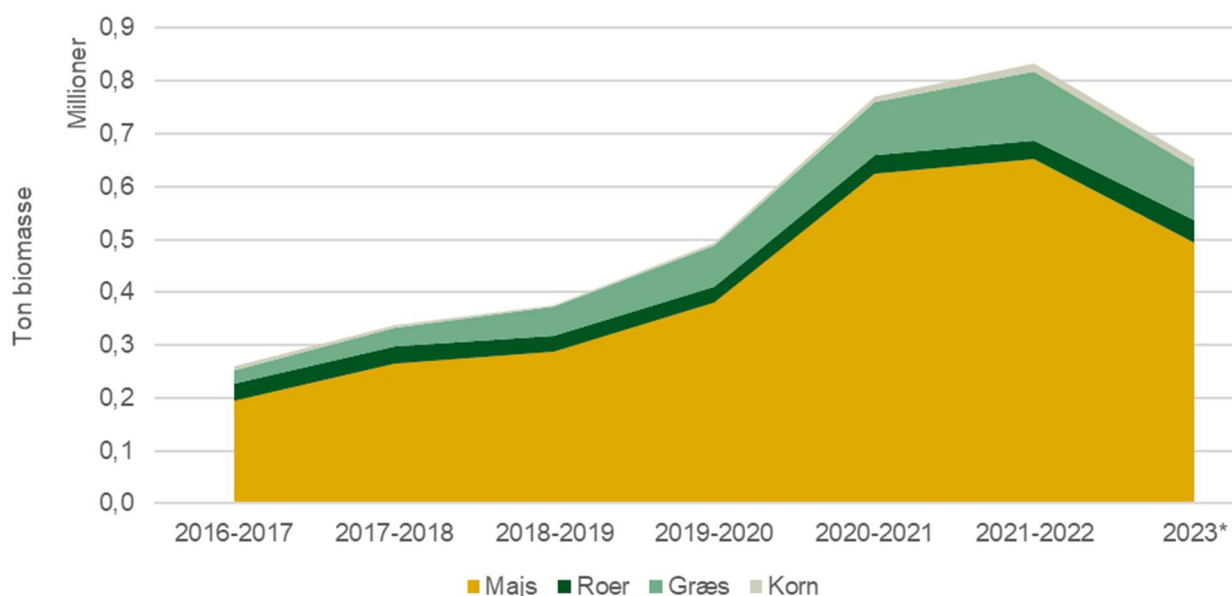
<sup>5</sup> Energistyrelsen – [Biomasseopgørelse](#), 2024

<sup>6</sup> [Aftale om grøn omstilling af dansk landbrug af 4. oktober 2021](#)

<sup>7</sup> Energistyrelsen – [Biomasseopgørelse](#), 2024

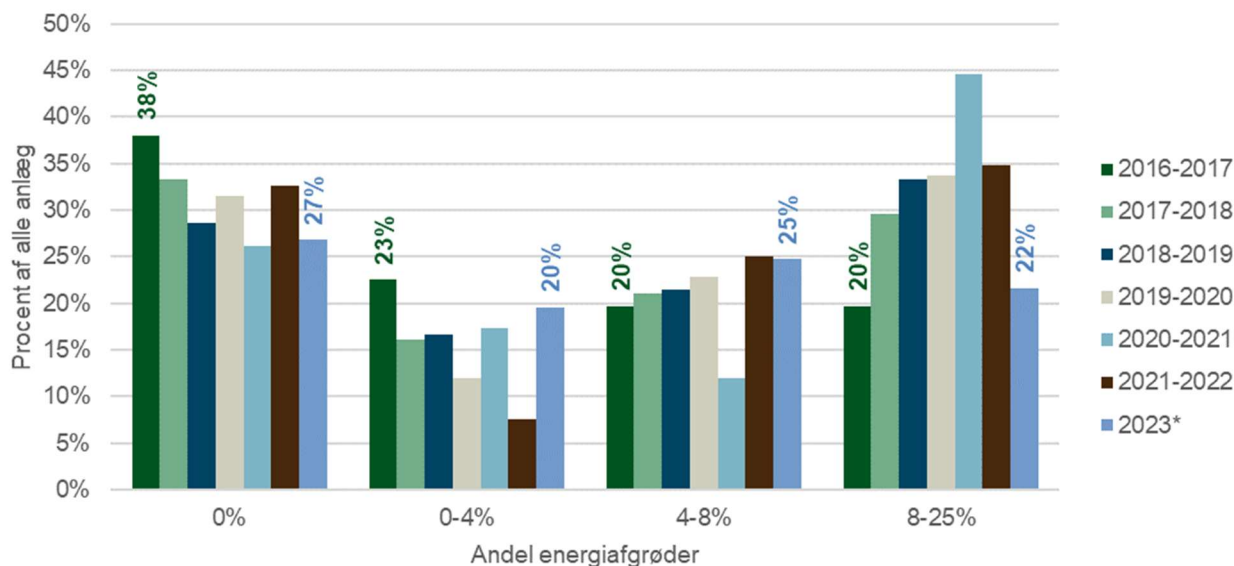
I 2023 var der, på grund af krigen i Ukraine og tørke, lokale udfordringer med foderforsyning, hvilket formentlig sammen med den kommende udfasning af energiafgrøderne og et øget forbrug af husdyrgødning har ført til reduktionen i energiafgrødeforbruget fra 2021-2022 til 2023.

Som det fremgår af Figur 4, har det samlede energiafgrødeforbrug målt i ton været støt stigende frem til og med indberetningsåret 2021-2022. Majs har i alle indberetningsårene været den mest anvendte energiafgrøde, og det er samtidigt også den energiafgrøde, der har oplevet den største stigning i forbrug. Brugen af græs har ligeledes oplevet en betydelig stigning, men relativt set udgør græs fortsat en mindre andel af det samlede energiafgrødeforbrug. Forbruget af roer og korn har i hele perioden kun udgjort en meget lille andel af det samlede energiafgrødeforbrug, og der ses kun en beskedent stigning i forbruget af disse.



Figur 4: Forbrug af de forskellige energiafgrøder i danske biogasanlæg fra indberetningsåret 2016-2017 til 2023.

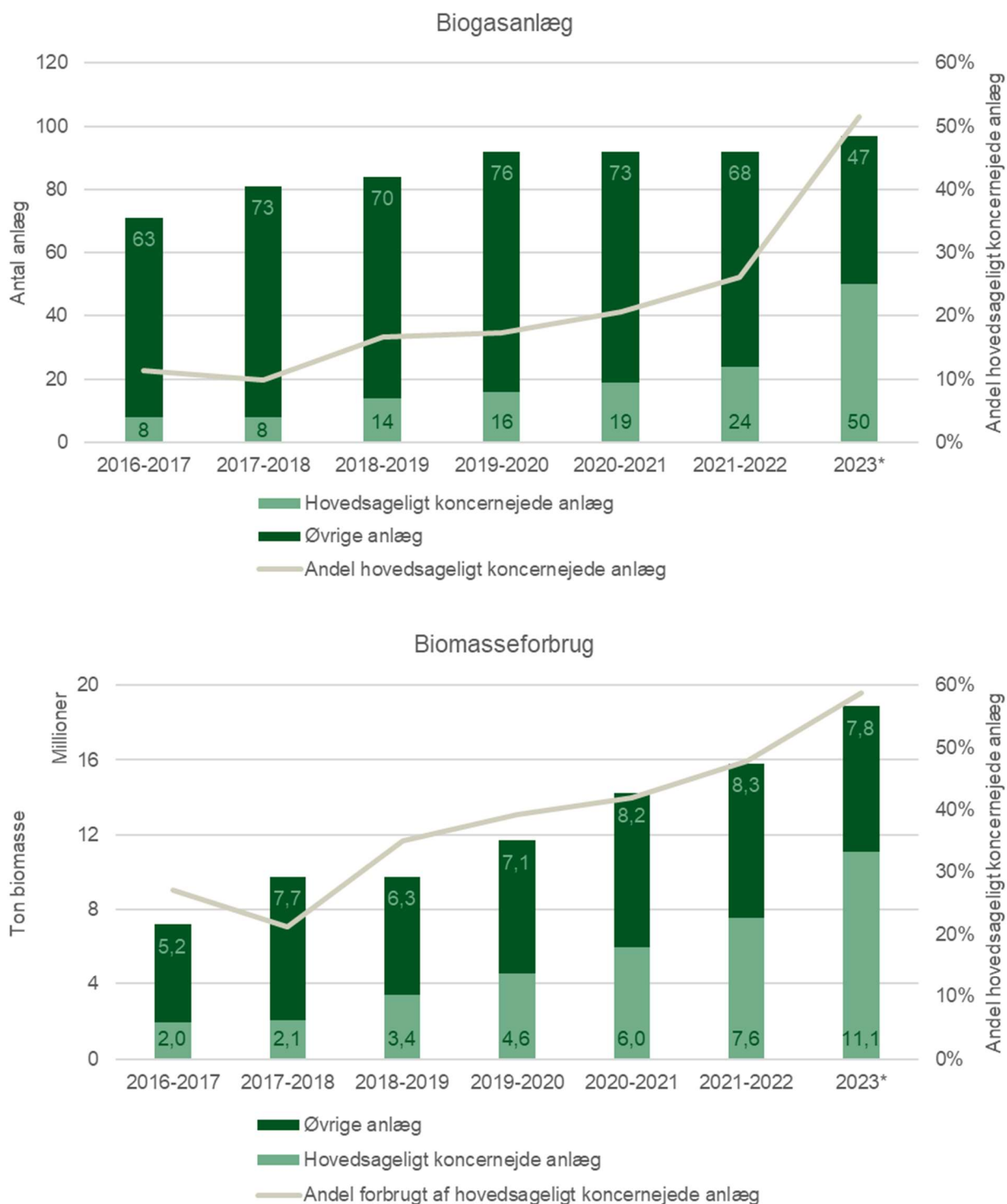
Som det fremgår af Figur 5 nedenfor, er forbruget af energiafgrøder ikke jævnt fordelt mellem biogasanlæggene. En stor del af anlæggene brugte enten meget små mængder eller slet ingen energiafgrøder, mens mindst 22% af anlæggene brugte mere end 8% energiafgrøder i 2023. Forbuddet mod brug af majs specifikt og den generelle sænkning af energiafgrødegrænsen rammer derfor meget forskelligt. For nogle anlæg vil det kræve en fundamental ændring af råvareplanen hvis de skal kunne opretholde deres nuværende gasproduktion, mens andre anlæg kun vil opleve det gennem en øget konkurrence om de råvarer, der er tilladt at bruge til biogasproduktion. I 2023 var der tolv anlæg, der brugte mere end 8% majs. De står overfor en fundamental ændring i deres råvareplan, hvis de skal opretholde deres biogasproduktion. Af de tolv anlæg, der i 2023 brugte mere end 8% majs, er kun et enkelt anlæg hovedsageligt koncernejet



Figur 5: Procentvis fordeling af danske biogasanlæg inddelt i kategorier ud fra hvor stor en andel energiafgrøder, der anvendes i anlæggenes fødeplan fra indberetningsåret 2016-2017 til 2023. For 2023 mangler indberetninger for op til 7 anlæg, hvorfor summen af den procentvise fordeling for året er 94%.

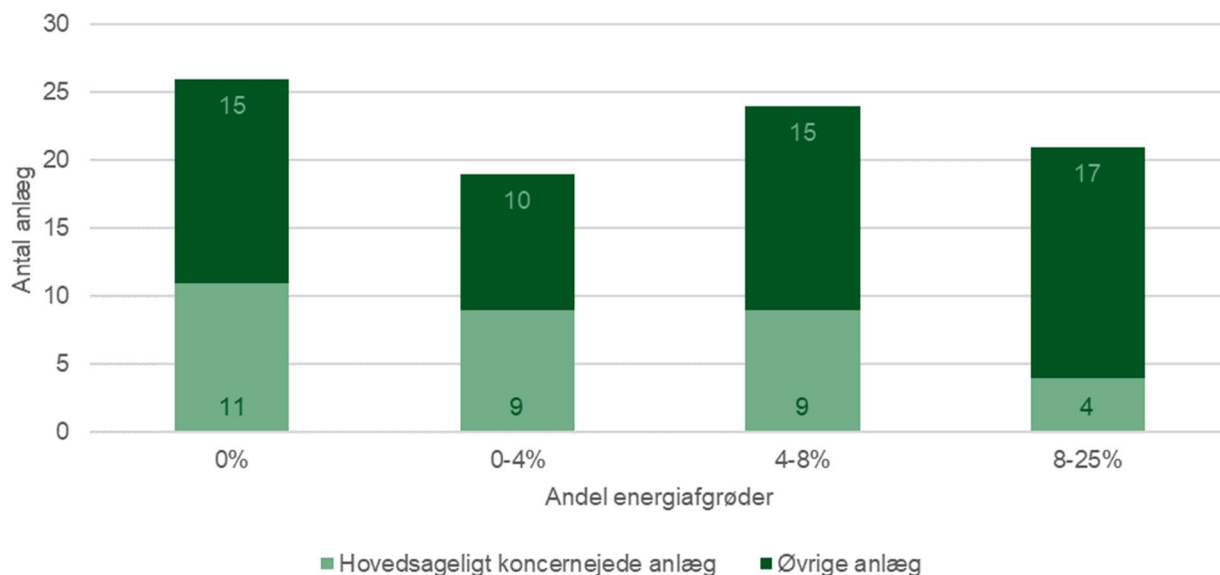
Det er værd at bemærke, at der siden indberetningsåret 2016-2017 er sket et fald i andelen af biogasanlæg, der slet ikke bruger energiafgrøder. Udviklingen kan formentlig forklares ved, at der tidligere har været en overvægt af biogasanlæg, som ikke har kunnet håndtere andet end flydende produkter, og derfor slet ikke har haft mulighed for at bruge bare en lille mængde energiafgrøder.

I de seneste år har der været en markant strukturudvikling i den danske biogasbranche, hvor flere anlæg nu er blevet en del af større koncerner. I 2023 var der 33 koncernejede biogasanlæg, hvilket repræsenterer en stigning i andelen af hovedsageligt koncernejede anlæg på 23%-point sammenlignet med perioden 2016-2017 (Figur 6). Denne konsolidering giver bedre mulighed for at udnytte stordriftsfordele, hvilket kan have indflydelse på, hvordan biogasanlæggene håndterer udfasningen af energiafgrøder. Flere af de koncernejede anlæg siger direkte, at energiafgrøderne ikke er en forudsætning for den fortsatte drift af biogasproduktionen, og dermed ser disse anlæg ikke udfasningen som et direkte problem.



Figur 6: Udviklingen i den danske biogasbranche fra indberetningsåret 2016-2017 til 2023 udtrykt som antallet af biogasanlæg (øverst) og biomasseforbrug (nederst). Hovedsageligt koncernejede anlæg defineres som anlæg der er >50% ejet af en koncern (Bigadan, BioCirc, CIP, DBC, Fremsyn eller Nature Energy).

Data indikerer, at der er en sammenhæng mellem et anlægs ejerforhold og dets forbrug af energiafgrøder. Anlæg, der primært er koncernejede (defineret som >50% ejet af en koncern), anvender typisk energiafgrøder i mindre grad end ikke-koncernejede anlæg. Som fremgår af Figur 7, var det kun 4 ud af 33 koncernejede anlæg, som brugte mere end 8% energiafgrøder i 2023.



Figur 7: Antal anlæg inddelt i kategorier ud fra hvor stor en andel energifgrøder der anvendes i anlæggenes fødeplan for 2023. De lysegrønne bjælker repræsenterer hovedsageligt koncernejede anlæg.

Anlæg, der hovedsageligt er koncernejede, har typisk en større betalingsevne end de ikke-koncernejede anlæg, og kan derfor lettere finde alternative biomasser til energifgrøder, som for eksempel industriprodukter. Derudover kan de større koncerner også aftage større partier af biomasser, hvilket kan have betydning både for pris og købsmuligheder, idet volumen ofte er en væsentlig parameter for biomassesælgeren. De koncernejede anlæg har også mulighed for at optimere biomasseanvendelsen på tværs af flere anlæg, og så har de koncernejede anlæg typisk også egen biomasse-sourcing, der kan sikre råvareleverancen. På den måde kan de koncernejede anlæg få etableret strømlinede forsyningslinjer og undgå fordyrende mellemlid. Mindre anlæg har ikke samme betalingsevne som de koncernejede anlæg, særligt i forhold til køb af industriprodukter, som i nogle tilfælde kan være dyrere end energifgrøderne. Som følge heraf har majs været en bedre – eller i nogle tilfælde den eneste – mulighed for de mindre anlæg for at få fat i en let omsættelig biomasse med højt udbytte.

På længere sigt ser de store anlæg ind i forbedrede konkurrencemuligheder gennem anvendelsen af CO<sub>2</sub> til Power2X. Anlæg med nyttiggørelse af CO<sub>2</sub> vil opnå en øget værdiskabelse fra CO<sub>2</sub>'en, der vil styrke betalingsevnen. Power2X forventes primært implementeret på større biogasanlæg og de mindre anlæg kan derfor se ind i svækket konkurrenceevne i fremtiden.

I EU har man sat en ambitiøs målsætning om en samlet europæisk gasproduktion på 35 milliarder m<sup>3</sup> metan i 2030<sup>8</sup>, som vil føre til en øget europæisk konkurrence om biomasser. De danske biogasanlæg vil formentlig være større end de typiske biogasanlæg der etableres i andre steder i Europa, og vil dermed drage nytte af stordriftsfordele. Derudover har vi i Danmark en lang tradition for at udnytte restprodukter på landbrugsjord, hvilket blandt andet betyder, at man kan anvende afgasset biomasse som gødning direkte uden strenge krav til efterbehandling eller yderligere hygiejnisering. En anden vigtig faktor er, at vi i Danmark har balance mellem lokal foderproduktion og mængden af organiske næringsstoffer, der betyder, at vi kan udnytte næringsstofferne fra biogasanlæggene lokalt. I andre dele af Europa er der ikke den samme balance, og det er derfor ofte nødvendigt at inkludere avancerede og omkostningstunge efterbehandlingsteknologier, for at producere et koncentreret gødningsprodukt, der kan eksporteres. Den øgede europæiske biogasproduktion vil dog utvivlsomt føre til, at der er europæiske biomasser, som i dag importeres til Danmark, der på sigt vil finde lokal anvendelse.

<sup>8</sup> [Biomethane - European Commission \(europa.eu\)](https://european-council.europa.eu/media/en/press-room/default.aspx?id=13288)

## 5. Majs som råvare til biogasproduktion

Majs har de sidste seks år været den suverænt mest anvendte energifgrøde til biogasproduktion, og det kommende forbud mod anvendelsen af majs til biogasproduktion kommer derfor til at medføre et markant skifte i biomasseforbruget på flere af biogasanlæggene. Majs besidder en række egenskaber, som gør, at den udmærker sig særligt til biogasproduktion, og som er svære at finde samlet i én pakke blandt alternative biomasser. Flere anlæg udtaler, at majs yderligere har en såkaldt "smørende effekt", som letter passage af andre biomasser, såsom halm og dybstrøelse, ind i anlægget. Egenskaben er efter anlæggenes udsagn unik for majs. De øvrige egenskaber, som gør majs særligt anvendelig, er opstillet nedenfor, og anvendes gennem rapporten til at sammenligne alternative biomasser med det formål at finde ud af hvilke biomasser, der egner sig som erstatning for majs og andre energifgrøder.

### Forsyningsikkerhed

Majs er en afgrøde, der trives i størstedelen af landet, og er kendt for sin pålidelige vækst og stabile høje udbytter, selv under tørre dyrknings sæsoner. Mange landmænd vil gerne dyrke majs, da den er let at dyrke og håndtere. Dette gør det næsten altid muligt for biogasanlæg at indgå aftaler med lokale landmænd om levering af majs til anlægget, hvilket også gør, at majs er en forholdsvis prisstabil biomasse.

### Håndtérbarhed

Både håndtering og opbevaring af majs kræver en relativt lille indsats. Majs er let at ensilere og generelt nem at håndtere. Da majs kun høstes én gang, til forskel fra f.eks. græs, hvoraf der tages flere slæt, tager det omkring en uge at høste majs, få den transporteret til biogasanlægget og få kørt majs sammen på biogasanlæggets lager. Efter denne proces er biomassen klar til brug. På grund af dens hurtige og næsten fuldstændige omsætning er majs også let at håndtere i selve biogasanlægget.

### Gødningskvalitet og omsætningsgrad

Majs omsættes hurtigt og næsten fuldstændigt i et biogasanlæg, hvilket resulterer i et meget lavt resttørstofindhold i den afgassede biomasse. Resttørstofindholdet påvirker gødningskvaliteten af den afgassede biomasse negativt, og majs vil derfor ikke have en negativ påvirkning på kvaliteten af den afgassede biomasse. Den hurtige omsætning af majs tillader også en effektiv produktion af store mængder biogas på kort tid, og særligt de anlæg, der er tilknyttet varmforsyning, bruger majs til at justere biogasproduktionen efter behov.

### Råvareomkostning

Råvareomkostningen for majs er defineret af dyrkningsomkostningerne. Som det også fremgår af Figur 8, er prisen på majs pr. m<sup>3</sup> CH<sub>4</sub> lavere end prisen på både rughelsæd, roer, græs, og halm. Råvareomkostningen, der er angivet i figuren, er taget fra rapporten *Brug af halm i biogasanlæg* fra 2022<sup>9</sup>, og inkluderer omkostninger til indkøb, transport, lagring og forbehandling biomassen, samt omkostninger til afsætning af den afgassede biomasse.

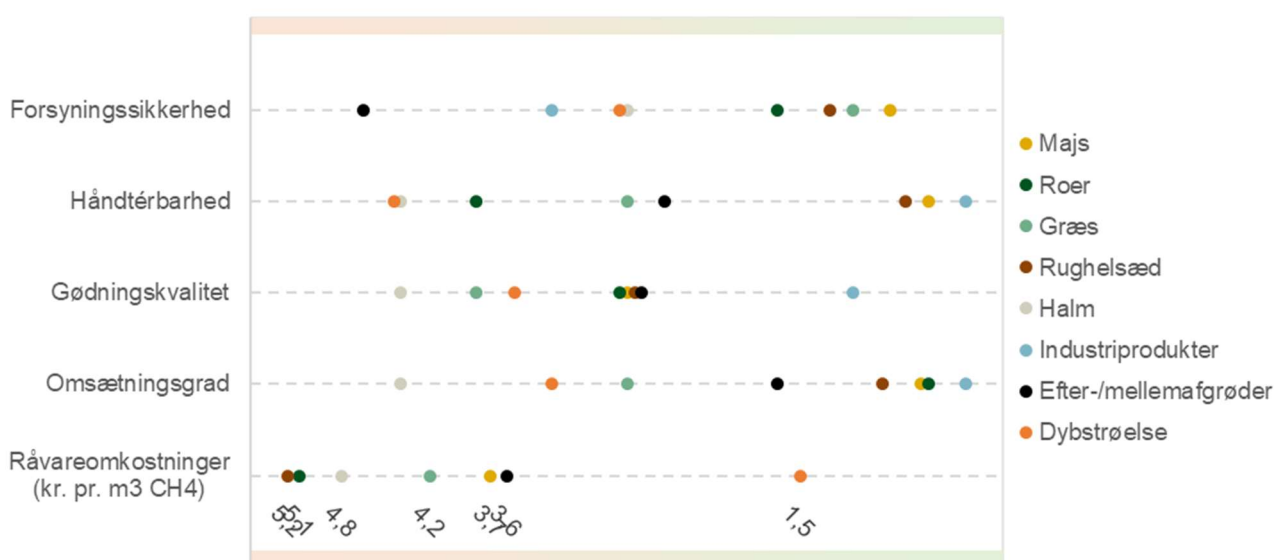
---

<sup>9</sup> Toft m.fl. – [Brug af halm i biogasanlæg](#), 2022

## 6. Alternative biomasser som erstatning for majs

Som følge af det kommende forbud mod anvendelse af majs står biogasproducenterne over for at skulle gennemføre en markant ændring i råvaregrundlaget. For at kunne vurdere relevansen af alternative biomasser i denne sammenhæng, er der gennemført en sammenligning af den enkelte biomassers forsyningssikkerhed, håndterbarhed, gødningskvalitet og omsætningsgrad samt råvarepris (se Figur 8). Sammenligningen er lavet for energiafgrøderne majs, roer, græs og rughelsæd samt for halm, industriprodukter, efter-/mellemafgrøder og dybstrøelse. Biomasserne er udvalgt, da de af anlæggene vurderes at repræsentere de mest oplagte alternativer til majs. Biomasserne er rangeret ud fra en kvalitativ vurdering baseret på SEGES Innovations erfaringer og interviews med biogasanlægssejere. Råvareomkostningen er baseret på værdier fra rapporten *Brug af halm i biogasanlæg*<sup>10</sup>, udarbejdet for Energistyrelsen af SEGES Innovation, Aarhus Universitet og Teknologisk Institut i 2022. For rughelsæd er der antaget en pris på 1,2 kr. pr. kg TS leveret på biogasanlægget. Beregningsforudsætningerne for rughelsæd er angivet i Bilag 1.

Placering længere mod højre i figuren repræsenterer en mere favorabel vurdering. Figuren bliver gennemgået og uddybet i efterfølgende afsnit, hvor hver biomasse vil blive sammenholdt med majs' egenskaber.



Figur 8: Sammenligning af udvalgte egenskaber hos forskellige biomasser. Placeringer mod højre i figuren repræsenterer en bedre score/værdi.

### Primærafgrøder som erstatning for majs

#### ROER

Roer kan sammenlignes med majs på flere punkter, især når det kommer til omsætningsgraden og deres bidrag til gødningskvaliteten af den afgassede biomasse. Med deres høje gaspotentiale og alsidige dyrkningsmuligheder fremstår roer som en potentiel yderst attraktiv afgrøde til biogasproduktion. Det er muligt at dyrke roer i hele Danmark, og udvaskningsrisikoen for roer er lavere end for f.eks. kornafgrøder<sup>11</sup>. I dag bliver roer dog dyrket i mindre dele af landet, og som afgrøde er roen ofte overskygget af majs. Derfor kan der være et stort uudnyttet potentiale i at dyrke roer på marker, der før har dyrket majs til biogasproduktion. Roemarkerne har høje udbytter, ofte over 14 ton tørstof pr. hektar, og da roer kan høstes så længe afgrøden ikke har været udsat for frost, medfører dette en større fleksibilitet i forbindelse med håndteringen på biogasanlæg. Dog kan våde efterår umuliggøre optagningen af roerne.

<sup>10</sup> Toft m.fl. – [Brug af halm i biogasanlæg](#), 2022

<sup>11</sup> SEGES Innovation – [Landsforsøgene](#), 2017



Figur 9: Roer. I baggrunden ses roer med top, der endnu ikke er taget op. Foto: Lars Villadsgaard Toft

Samtidig er roer også velegnede til samensilering med halm, hvor de kan bidrage til at skabe et mere balanceret biogasprodukt. Ved at kombinere roer og halm kan biogasanlægget nemmere indføde halmen i reaktoren, da saftfløbet fra roerne medvirker til at øge omsætteligheden af halmen. Roer er i dag den eneste energiafgrøde, der anvendes til samensilering med halm i betydeligt omfang.

Selvom roer har en række fordele, er der også udfordringer forbundet med håndteringen på biogasanlægget, især i relation til rensning, der kan være arbejdstung. Fordi roer tages op med jord og urenheder, skal de vaskes grundigt, inden de kan anvendes i et biogasanlæg, da store mængder jord og sand kan sedimentere i biogasanlægget, og på sigt opbygge et stort bundfald i reaktorerne og hermed reducere reaktorvolumenet, samt øge behovet for tømning af reaktorer. Det kan blive et problem, at håndteringen af roerne kan blive en flaskehals i produktionen, der kan mindske biogasanlæggets interesse i biomassen. Ét biogasanlæg har dog fundet en mulig løsning på denne problemstilling. Biogaslægget, der er traditionelt opbygget med omrørte reaktorer, har forsøgt at lade være med at rense roerne, og i stedet føde dem direkte ind i reaktoren, som har kørt med et meget højt tørstofindhold. Det høje tørstofindhold i reaktorerne har medvirket til en reduceret bundfældning af jorden fra roerne, og da reaktoren blev tømt efter flere års drift, viste det sig, at der ikke var bundfald i reaktoren. Jorden fra roerne er således blevet gradvist fjernet fra reaktoren sammen med den afgassede biomasse.

På baggrund af ovenstående kan roer siges at være en yderst relevant biomasse til biogasproduktion, på trods af de umiddelbare udfordringer omkring de til tider arbejdstunge praksisser relateret hertil. Når roerne samensileres med halm, vil dette føre til en mere effektiv udnyttelse af den ellers tungt omsættelige halm.

## GRÆS

Konventionelt omdriftsgræs og økologisk kløvergræs er biomasser med en høj forsyningssikkerhed, men står ikke mål med majs, når det kommer til håndterbarhed, effekt på gødningskvalitet og omsætningsgrad. Håndteringen af græs er arbejdskrævende, da det høstes over flere slæt i løbet af høstsæsonen. Dette betyder, at arbejdet med at høste og lagre græs strækker sig over hele sæsonen. Nogle anlæg bekymrer sig om, at de ekstra intensive arbejdsperioder, der kommer som følge af de 2-3 græsslæt, kan medføre udfordringer med at skaffe og fastholde den nødvendige arbejdskraft. På grund af den relativt lave omsætningsgrad for græs er der en betydelig mængde resttørstof i den afgassede biomasse, hvilket sammen med et højt indhold af organisk kvælstof har en negativ påvirkning på gødningskvaliteten. For økologer er der dog en stor interesse for at dyrke og afsætte kløvergræs til biogasanlæg, da kløvergræs fungerer som motoren i det økologiske sædskifte ved at bidrage med kvælstof, give en god struktur i jorden samt virke forebyggende over for



opformering af rodokrudt. Prisen for græs pr. m<sup>3</sup> CH<sub>4</sub> er lavere end for rughelsæd, roer og halm, men stadig højere end for majs. Væksten i forbruget af konventionelt omdriftsgræs til biogasproduktion har siden indberetningsåret 2016-2017 derfor været markant mindre end væksten i majsforbruget, da både landmænd og biogasanlæg har foretrukket at bruge majs, der er lettere at dyrke og bruge til biogasproduktion.

En betydelig drivkraft for biomasseforbruget i biogasbranchen ligger i den merværdi, som biomassen kan opnå gennem certifikatsalg via de frivillige certificeringsordninger. Økologisk kløvergræs har i Danmark en særstatus, der tillader brug uden for energiafgrødegrænsen. Denne særstatus er tildelt økologisk kløvergræs på grund af dets vigtige rolle i økologiske sædskifter. I de frivillige certificeringsordninger har økologisk kløvergræs dog ikke samme særstatus og kategoriseres sammen med konventionelt omdriftsgræs. I praksis betyder det, at man ikke kan opnå en højere afregning for oprindelsesgarantier ved brug af økologisk kløvergræs, end man kan for majs. Det samme gælder for permanent græs, og det vil også gælde, hvis man begynder at dyrke store mængder græs i miljøfølsomme områder. Biogasanlæggenes motivation for at bruge biomasse, der dyrkes af miljøhensyn, ville være meget større, hvis det ikke var klassificeret som en primærafgrøde, hvor der følger en drivhusgasbelastning med for dyrkningen af afgrøden. På baggrund af ovenstående argumenter er motivationen for at udskifte majs med økologisk kløvergræs og miljøgræs, derfor begrænset, og i praksis vil biogasanlæggene hellere prioritere at bruge andre restprodukter.

Klassificeringen "permanent græs" opnås, når en græsmark har ligget urørt i 5 år eller mere. De første fem år har græsset dog status som en energiafgrøde, og flere biogasanlæg og landmænd peger på, at dette står i vejen for at etablere flere permanente græsmarker. Derudover nævner enkelte landmænd en bekymring for, at de permanente græsarealer risikerer at blive omklassificeret til §3-arealer. Når en mark overgår til denne klassificering, bliver mulighederne for genopdyrkning af marken vanskeliggjort, og værdien af jorden falder betragteligt.

Græs kan potentielt bidrage til at forøge halmforbruget i den danske biogasproduktion gennem samensivering af sene slæt eller efterslæt med halmen, men det er ikke noget der foregår i væsentligt omfang i dag. Efterslæt er ikke klassificeret som en energiafgrøde, men hvis der er tilføjet gødning, bliver efterslættet betragtet som en primærafgrøde i bæredygtighedscertificeringen under de frivillige ordninger og ikke et restprodukt, hvilket som nævnt har betydning for certifikatværdien af den producerede gas.

Alternativt kan man anvende græsset til andre formål først og derefter bruge restprodukterne fra den primære anvendelse, f.eks. restprodukter fra bioraffinering af græs. I Danmark er der på nuværende tidspunkt etableret to kommercielle græsproteinanlæg, der producerer to sidestrømme i form af græspulp og brunsaft. Begge kan betragtes som restprodukter, hvilket gør dem mere interessante i forbindelse med biogasproduktion.

## RUGHELSÆD

Rughelsæd anses af mange biogasanlæg som et potentielt alternativ til majs på grund af dens sammenlignelige egenskaber. Rughelsæd høstes én gang om året, og vil være relativt nemt at håndtere på anlæggene. Ligesom majs forventes rughelsæd at være en hurtigt omsættelig biomasse, der kan bruges til at "booste" biogasproduktionen med kort varsel, hvilket gør den til et værdifuldt redskab til at reagere på udsving i gasefterspørgslen, for biogasanlæg der er tilknyttet varmforsyning.

Rughelsæd kan ligesom majs dyrkes i store dele af landet, men udbyttet for rughelsæd er væsentligt lavere end for majs. Ifølge Landbrugsstyrelsen har silomajs et gennemsnitligt udbytte på 11.000 FE/ha på tværs af alle jordtyper, mens vinterrug (helsæd) har et gennemsnitligt udbytte på 7.500 FE/ha<sup>12</sup>. At rughelsæd giver

---

<sup>12</sup> Landbrugsstyrelsen – [Vejledning om gødsknings- og harmoniregler](#), 2023; Bilag 1, linje 216 og 222

ca. 30% mindre energi pr. hektar sammenlignet med majs kan medføre, at biogasanlæg, der vælger at erstatte majs med rug, skal indhente biomasse fra et større areal for at opretholde samme gasproduktion. Dette vil føre til øgede omkostninger i forbindelse med transporten af biomassen.

En anden udfordring er råvareomkostningen på rughelsæd, som følge af det lave udbytte, som landmanden kan opnå. Når man sammenligner råvareomkostningen pr. m<sup>3</sup> CH<sub>4</sub>, er rughelsæd den dyreste biomasse (Figur 8). Et mindre biogasanlæg, der forventer at betale omkring 3,7 kr. pr. m<sup>3</sup> CH<sub>4</sub> for majs, vil stå over for en markant stigning til omkring 5,2 kr. pr. m<sup>3</sup> CH<sub>4</sub>, hvis de skulle skifte til rughelsæd.

På grund af disse udfordringer er det usandsynligt, at rughelsæd vil fungere som en direkte erstatning for majs, når majs udfases. Mindre biogasanlæg betragter rughelsæd som en "sidste udvej" for at fastholde deres nuværende gasproduktion, indtil de bliver nødt til at finde mere langsigtede løsninger på grund af økonomiske eller regulatoriske krav.

Sammenfattende er rughelsæd en forsyningssikker afgrøde, der i lighed med majs kan bruges til hurtig justering af gasproduktionen. Selvom håndterbarheden på biogasanlæg er overkommelig, står rughelsæd over for udfordringer i form af lavere udbytte pr. hektar og høje omkostninger pr. m<sup>3</sup> CH<sub>4</sub>. Disse faktorer gør det vanskeligt at se rughelsæd som en langsigtet erstatning for majs i biogasproduktionen.

En effektiviseret dyrkning af rug kan muliggøre brugen af rughelsæd til energiproduktion. På grund af det relativt tidlige høsttidspunkt er det muligt at sikre f.eks. en veletableret efterafgrøde på samme mark. Hvis det er muligt at høste en veletableret efterafgrøde til yderligere biogasproduktion, kan rugmarken bidrage med større mængde let omsættelig biomasse flere gange om året. I praksis kræver dette, at efterafgrøden kan bjærges og afsættes til biogas, en praksis som i dag endnu kun ser begrænset anvendelse.

Rughelsæd kan, ligesom majs og andre primære afgrøder, ikke bæredygtighedscertificeres som affald, og dette bevirker en lavere værdi af oprindelsesgarantierne fra den producerede gas sammenlignet med gas produceret på rest- og affaldsprodukter. Det vil derfor primært være biogasanlæg med el- og/eller varmeproduktion, som vil betragte rughelsæd som en interessant biomasse.

## **Andre biomasser som erstatning for majs og andre energiafgrøder**

### **HALM**

Halm er en dyrkningssikker biomasse på linje med majs, men den opnår alligevel en relativt lav score med hensyn til forsyningssikkerhed i Figur 8. Dette skyldes, at halm også anvendes i kraftvarmeværker eller som strøelse og foder, og at en del landmænd foretrækker at nedmulde halmen, fremfor at sælge den. Derudover er der også øget fokus på brug af halm i andre brancher end biogasbranchen. Endelig kan vejret udfordre bjærgningen af halmen, og bl.a. i 2023 var der udfordringer med at få bjærget halmen pga. vådt føre. Disse alternative anvendelsesformål og udfordringer medfører en øget konkurrence om halmen og dermed en højere pris, hvilket betyder, at mængden af halm, der er realistisk for biogasanlæggene at indhente, er mindre end de 5,8 mio. ton halm, der bliver produceret i Danmark<sup>13</sup>. Samlet set bidrager disse faktorer til at reducere tilgængeligheden og dermed forsyningssikkerheden.

Håndteringen af halm er besværlig, da det skal forbehandles ved at neddeles og evt. ensileres, inden det kan bruges i biogasanlægget. Selve ensileringsprocessen kræver, i modsætning til græs og majs, en ekstra neddeling, og derudover er det typisk også nødvendigt at pakke halmen sammen med andet grønt materiale for at opnå en optimal ensilering. Biomasserne der typisk bruges til samensilering med halm er roer, roetoppe, kartoffelpulp, efterslæt fra græsmarker samt efter- og mellemafgrøder. Brunsaft, der er et restprodukt fra grøn bioraffinering, er også en biomasse, der potentielt kunne bruges til samensilering med halm.

---

<sup>13</sup> Danmarks Statistik – [Statistikbanken](#), gennemsnit af halm fra alle afgrøder fra 2019 til 2023

På grund af den lave omsætningsgrad bidrager halm til en øget mængde resttørstof i den afgassede biomasse, hvilket forringer gødningskvaliteten af den afgassede biomasse markant. Ved anvendelsen af store mængder halm skal man forvente, at den afgassede biomasse skal separeres efterfølgende, så væskefraktionen kan leveres som et gødningsprodukt af acceptabel kvalitet. Hvis den afgassede biomasse ikke bliver separeret, vil det resultere i øget ammoniaktab, større kvælstofudvaskning og en dårligere kvælstofudnyttelse end afgasset biomasse produceret uden anvendelse af halm. Effektiviteten af separation afhænger af den valgte metode, driftsparametre for separatoren samt i høj grad kompositionen af den afgassede biomasse. At et anlæg separerer den afgassede biomasse, er således ikke ensbetydende med at anlægget kan levere et gødningsprodukt med en høj gødningskvalitet.

#### EFTER- OG MELLEMAFGRØDER

Efter- og mellemafgrøder etableres for at opsamle overskydende kvælstof fra den foregående afgrøde og dermed reducere nitratudvaskningen til vandmiljøet. Kvælstoffet, som efterafgrøden har opsamlet, vil blive frigivet til de efterfølgende afgrøder, og bliver på den måde udnyttet af det kommende års afgrøder. I dag skal de pligtige efterafgrøder nedmuldes efter d. 20. oktober. Ved i stedet at bjærge efterafgrøden til biogasproduktion, kan man opnå en forbedret kvælstofudnyttelse ved at omdanne en del af det organiske kvælstof i biogasanlægget og tildele næringsstofferne i form af afgasset biomasse på et tidspunkt, der er optimalt for den efterfølgende afgrøde. Desuden kan høst af efterafgrøder potentielt reducere lattergasemissionen fra den nedmuldede efterafgrøde. Høst af efterafgrøder kan således både levere biomasse til biogasanlæg og reducere lattergasudledning og nitratudvaskning.

Det sene etableringstidspunkt for efterafgrøder betyder, at biomasseproduktionen varierer meget fra år til år. Høsten af efterafgrøderne kræver desuden, at marken er fremkommelig i det sene efterår, hvilket ikke altid kan garanteres. Derfor har efter- og mellemafgrøder en lav forsyningssikkerhed, som illustreret i Figur 8. Hvis biogasanlæggene skal bruge disse afgrøder i større skala, skal de opbevare større mængder biomasse end ved f.eks. majs for at kompensere for den lavere forsyningssikkerhed. I praksis vil anlæggene skulle opbevare 2-3 gange så meget biomasse ved efter- og mellemafgrøder, som ved majs for at kompensere for den manglende forsyningssikkerhed og sikre man har råvarer i de år, hvor efter- og mellemafgrøderne ikke kan bjærges. Geografiske udfordringer spiller også en rolle, især i Nordjylland, hvor det kan være svært at etablere efterafgrøder rettidigt på grund klima og vejforhold.

Efter- og mellemafgrøder har høj omsættelighed, og hvis man opnår et biomasseudbytte på omkring 2 ton TS/ha, bliver råvareomkostningen pr. m<sup>3</sup> CH<sub>4</sub> en af de laveste blandt biomasserne sammenlignet i Figur 8. Disse afgrøder kan klassificeres som et affaldsprodukt under de frivillige certificeringsordninger, hvilket kan forbedre afregningsprisen på oprindelsesgarantierne.

Markforsøg med efterafgrøder har vist, at tidlig såning er afgørende for at opnå et godt udbytte, især med traditionelle efterafgrøder som olieræddike<sup>14</sup>. I Tyskland har man haft succes med at så efterafgrøder tidligt ved hjælp af droner i stående afgrøder. Denne metode har endnu ikke vundet indpas i Danmark, hvor de fleste efterafgrøder sås efter høst. Nogle landmænd anvender en coated vare, der kan spredes før høst, hvilket giver en tidligere etablering og bedre vækst. Ulempen ved denne metode er de højere omkostninger og risikoen for, at efterafgrøden bliver for stor og kommer med, når den primære afgrøde høstes. Udsæd med større frø egner sig ikke til at blive spredt, men kræver direkte såning. Dette gælder f.eks. bælgplanter som vikke, lupiner og ærter.

I Danmark er flere biogasanlæg begyndt at eksperimentere med produktion af efterafgrøder til biogas. Projektet "Klimaeffektive efterafgrøder", støttet af Promilleafgiftsfonden, har blandt andet til formål at demonstrere dyrkning og høst af efterafgrøder til biogas. De første parcelforsøg blev anlagt i 2023, og resultaterne

<sup>14</sup> SEGES Innovation – [Landsforsøgene](#), 2021

forventes ved udgangen af 2024. Projektet vil bl.a. måle biomasse- og biogasudbytte, lattergasudledning og kvælstofudvaskning. Foreløbige resultater viser et godt biogaspotentiale samt let omsættelighed hos de almindelige typer af efterafgrøder. Imidlertid indikerer resultaterne også, at forsynings sikkerheden kan blive problematisk på grund af svingende udbytter. Foreløbige resultater tyder også på, at bjærgning af efterafgrøderne mindsker kvælstofudvaskningen, sammenlignet med hvis efterafgrøderne nedmuldes som normalt.

Danske forsøg<sup>15</sup> og erfaringer fra udlandet<sup>16</sup> viser, at man kan opnå højere biomasseproduktion ved at bruge kvælstoffikserende arter i efterafgrødeblandinger. I praksis er der få danske landmænd, der bruger efterafgrødeblandinger med kvælstoffikserende arter, hvilket skyldes, at man får reduceret sin kvælstofkvote med 50 kg N/ha i det efterfølgende år og som et yderligere krav må efterafgrøden tidligst destrueres d. 1. februar. Det er kun nogle specifikke kvælstoffikserende arter, der må bruges, og de kvælstoffikserende arter må maksimalt udgøre 25% af frøantallet for at begrænse risikoen for øget udvaskning, når efterafgrøden nedmuldes.

I udlandet har man et mere positivt syn på efterafgrøder. I Frankrig og Tyskland bruges de aktivt til at styrke sædskiftet, forbedre jordstrukturen og producere biomasse. Her har man udviklet særlige efterafgrødeblandinger til biogasproduktion, der typisk er overvintrende og indeholder italiensk rajgræs eller rug kombineret med et højt indhold af forskellige kvælstoffikserende arter, som for eksempel den viste blanding i Figur 10. Disse blandinger høstes i foråret og følges af afgrøder, der kan etableres sent, såsom majs eller solsikke. I Frankrig opnås biomasseudbytter på op til 3-4 ton tørstof pr. hektar, men disse blandinger er endnu ikke testet i Danmark.



*Figur 10: Efterafgrødeblanding med italiensk rajgræs, blodkløver, vintervikke og vinterærte. Efterafgrøden sås efter høst og høstes først til foråret inden etablering af en efterfølgende sen afgrøde såsom majs eller solsikke. Foto: Lars Villadsgaard Toft, SEGES Innovation.*

Økonomien for landmanden, der skal levere efterafgrøder til biogasproduktion, skal afspejle den risiko, der er forbundet med høst af efterafgrøder. Erfaringer fra projektet "Klimaeffektive efterafgrøder" finansieret af Promilleafgiftsfonden viser, at man skal kunne høste mindst 1,4 ton tørstof pr. hektar for at det er økonomisk rentabelt.

En potentiel betydelig positiv effekt af at anvende efterafgrøder til biogas relaterer sig til håndteringen af kvælstof i landbruget. Efterafgrøders primære funktion er at opsamle overskydende kvælstof fra hovedafgrøden. Når efterafgrøden nedbrydes i efteråret, bliver det organiske kvælstof mineraliseret, hvilket medfører en risiko for udvaskning. Hvis efterafgrøderne høstes til brug i biogasanlæg, bliver det organiske kvælstof også

<sup>15</sup> SEGES Innovation – [Landsforsøgene](#), 2018-2021

<sup>16</sup> Dialog med frøfirmaer fra Tyskland og Frankrig

fjernet fra marken, og ender i den afgassede biomasse. Dette gør det muligt at tilføre dette kvælstof på et tidspunkt, hvor næste års hovedafgrøde kan udnytte det. Hovedafgrøden optager kvælstof fra den afgassede biomasse, hvilket bidrager til en mindre risiko for udvaskning.

Den kvælstof efterafgrøderne optager, bliver i dag tilbageført til marken, og indgår derfor ikke i det kommende års gødningsregnskab. Hvis efterafgrøderne høstes og bruges til biogasproduktion, vil den optagede kvælstof fjernes fra marken for senere at blive spredt på marken i form af afgasset biomasse. Kvælstoffet vil således indgå i gødningsregnskabet, hvilket er demotiverende for landmanden. Dette kan i praksis overkommes ved at gøre det muligt at tilbagebringe den opsamlede kvælstof i efterafgrøderne.

Potentialet for at bruge efter- og mellemafgrøder til biogasproduktion har indtil nu været begrænset på grund af lave udbytter og de udfordrende høstforhold i efteråret. Eftersom de er mindre forsyningssikre end energi-afgrøder, kan dette være problematisk for biogasanlæggene. Dog udgør efter- og mellemafgrøder en stor, uudnyttet biomasseresource, der ikke kun kan bruges til biogasproduktion, men også kan forbedre landbrugs kvælstofbalance. Selvom biomassen ikke er lige så let at håndtere som helsædsafgrøder, høstes den kun én gang om året, hvilket er en fordel sammenlignet med f.eks. græs. Udfordringerne med efter- og mellemafgrøderne ift. håndterbarhed er knyttet til de agronomiske aspekter i dyrkningen. Høsten af efter- og mellemafgrøder er arbejdskrævende. Én metode er at skårlægge efterafgrøden, hvorefter biomassen bliver samlet op med en opsamlervogn, eller bliver finsnittet. Både en opsamlervogn og en finsnitter kræver flere markoperationer, og i et vådt efterår kan dette vise sig at være umuligt.

Barriererne for at udnytte efterafgrøderne vil være forsyningssikkerheden samt problematikken forbundet med landmandens gødningsregnskab. For at realisere potentialet i efter- og mellemafgrøderne, vil der skulle være en mulighed i at sikre kvælstoffets tilbageførsel til marken, uden at det vil blive trukket fra landmandens gødningsregnskab.

## INDUSTRIPRODUKTER

Industriprodukter omfatter en bred vifte af forskellige restprodukter fra industrien, herunder glycerin, slagteri-affald, melasse og lignende. Disse produkter er samlet under én betegnelse, da de typisk besidder lignende egenskaber, hvilket gør det muligt at vurdere dem som en samlet gruppe. Det skal dog bemærkes, at priser og gasudbytter kan variere betydeligt på tværs af forskellige industriprodukter, hvorfor der ikke er angivet en råvarepris for industriprodukter i Figur 8.

Industriprodukter er til gengæld lette at håndtere, da de som oftest kan anvendes direkte i biogasanlæggene uden nogen form for forbehandling. Effekten af industriprodukter på gødningskvaliteten afhænger af de specifikke produkter. Generelt vil industriprodukter med en høj omsætningsgrad ikke medføre problemer med resttørstof i den afgassede biomasse og nogle industriprodukter kan ligefrem bidrage til at berige gødningsproduktet med en højere kvælstofkoncentration og en større andel af plantetilgængeligt kvælstof. Svovlholdige industriprodukter kan have en negativ påvirkning på gødningskvaliteten, hvis anlægget ikke er udstyret med biologisk svovlrensning. I sådanne tilfælde kan svovl fjernes ved tilsætning af jernklorid, hvilket resulterer i en øget koncentration af klorid i den afgassede biomasse. Dette kan være problematisk i forbindelse med gødskning af kartofler, hvor klorid har vist sig at have en negativ påvirkning på stivelsesindholdet i kartoflerne<sup>17</sup>.

Flere biogasanlæg har i mange år baseret en stor del af deres samlede biogasproduktion på forskellige industriprodukter. Traditionelt set har der været tale om rest-/spildprodukter og sidestrømme fra lokale fabrikker o. lign. I de seneste år er en væsentlig andel af de anvendte industriprodukter blevet importeret fra internationale markeder. Dette betyder at både priserne og tilgængeligheden af produkterne afhænger af den globale konkurrence. Danmark er på nuværende tidspunkt et af de førende lande inden for biogasproduktion, men

---

<sup>17</sup> Landbrugsinfo – [Husk analyser for klorindhold i specielt afgasset gylle til brug stivelseskartofler](#), 2020

efterhånden som biogasbranchen udvikler sig globalt, skærpes konkurrencen om industriprodukterne. Danske biogasanlæg ser derfor ind i en fremtid med faldende forsyningssikkerhed for industriprodukter, og et marked hvor stigende råvarepriser betyder, at det måske kun er anlæg med stor købekraft, der vil have mulighed for at skaffe og anvende industriprodukter. Industriprodukterne vil således kun være et alternativ til energiafgrøder på de store effektive biogasanlæg, mens mindre biogasanlæg ikke kan forventes at have den langsigtede betalingsevne. Store koncerner har desuden mulighed for at optimere forsyningskæden for industriprodukter ved at handle direkte med producenten. Mindre anlæg køber typisk industriprodukter gennem en mellemhandler, hvilket betyder, at mindre anlæg betaler en højere pris, fordi mellemhandlere både skal afholde udgifter til transport og mellemlagring, og derudover også skal have en fortjeneste på produkterne.

Ud fra disse betragtninger kan industriprodukter for de mindre anlæg ikke anses som et direkte alternativ til energiafgrøder på længere sigt.

### MAJSHALM

Majshalm er en interessant biomasse med potentiale til fremtidig anvendelse i biogasproduktion. Da majshalm er et affaldsprodukt, vil gas produceret på majshalmen desuden have en højere værdi på certifikatmarkedet, og det er derfor en biomasse, der er særligt interessant for biogasanlæg med opgradering. I dag dyrkes majs primært som helsæd, hvor både stængler og kolber høstes i én arbejdsgang. Denne biomasse ensileres og bruges som kvægfoder eller som biomasse i biogasproduktion. Alternativt kunne man høste kolber og stængler separat. Kolbemajs bruges allerede som foder til både kvæg og svin. Når kolberne anvendes til foder, kan den mindre næringsrige majshalm, potentielt udnyttes til biogasproduktion – den anvendte høstmetode i dag er dog ikke designet til at opsamle majshalmen. Majshalmen ender derfor med at stå tilbage på marken, og skal opsamles gennem en ekstra arbejdsgang, hvilket kan være en udfordring i det sene efterår. Nogle aktører arbejder i øjeblikket på at udvikle effektive maskiner, der kan høste biomassen på en måde, der sikrer høj kvalitet af både kolber og stængler, og som opsamler og opdeler de to biomasser i én arbejdsgang. Majshalm forventes at være en effektiv biomasse til biogasanlæg og kan potentielt anvendes på samme måde som frøgræshalm. Der er på nuværende tidspunkt ikke erfaringer med brug af majshalm til biogasproduktion i Danmark, men det vurderes, at omsætteligheden vil være på niveau med frøgræshalm.

Majshalmen repræsenterer en ny type halm, som biogasbranchen kan drage fordel af. Da det ikke forventes at være af den højeste kvalitet, vil interessen fra andre sektorer forventes at være begrænset, hvilket kan være med til at holde biomassen på et prisniveau, der er fornuftigt for biogasanlæggene, og være med til at højne forsyningssikkerheden.

### RAPSBLADE

Teknologisk Institut har i 2024 afsluttet et EUDP-projekt, hvor man har afsøgt mulighederne for at høste rapsblade i efteråret og bruge dem til biogasproduktion<sup>18</sup>. På baggrund af projektet vurderer Teknologisk Institut, at man kan bjærge omkring 2 ton TS/ha<sup>19</sup>. Fra de cirka 200.000 ha med raps, der bliver dyrket i Danmark, vil der således kunne høstes omkring 400.000 ton tørstof om året. I projektet kunne man demonstrere, at høst af rapsblade resulterede i en reduktion i rapsfrøudbyttet på 3-4%. I praksis vil mange landmænd være tilbageholdende over for at høste rapsblade, når det risikerer at påvirke frøudbyttet negativt, og indtjeningen fra salget af bladene skal være meget lukrativ, før man tør begynde at høste dem. Rapsblade kan forventes at være en letomsættelig biomasse, der kan forventes at være på niveau med efterafgrøder.

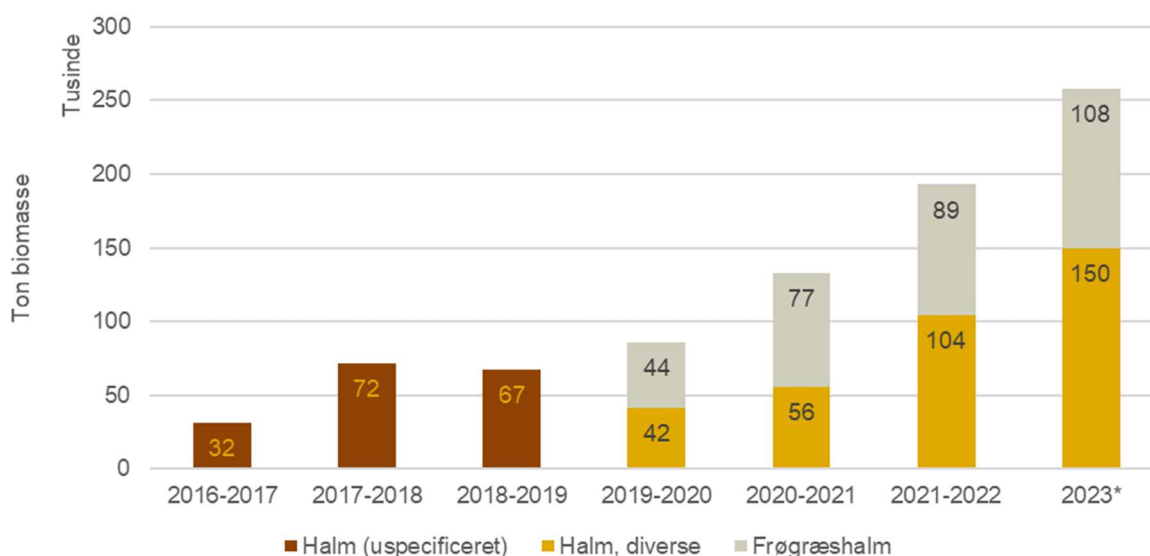
---

<sup>18</sup> Energiforskning.dk – [Udvikling og test af totalkoncept til afpudsning og bjærgning af biomasse fra vinter-raps i efteråret for anvendelse til biogasproduktion](#), 2021

<sup>19</sup> bioenergiMAGASINET – Biomasse til biogas, september 2024

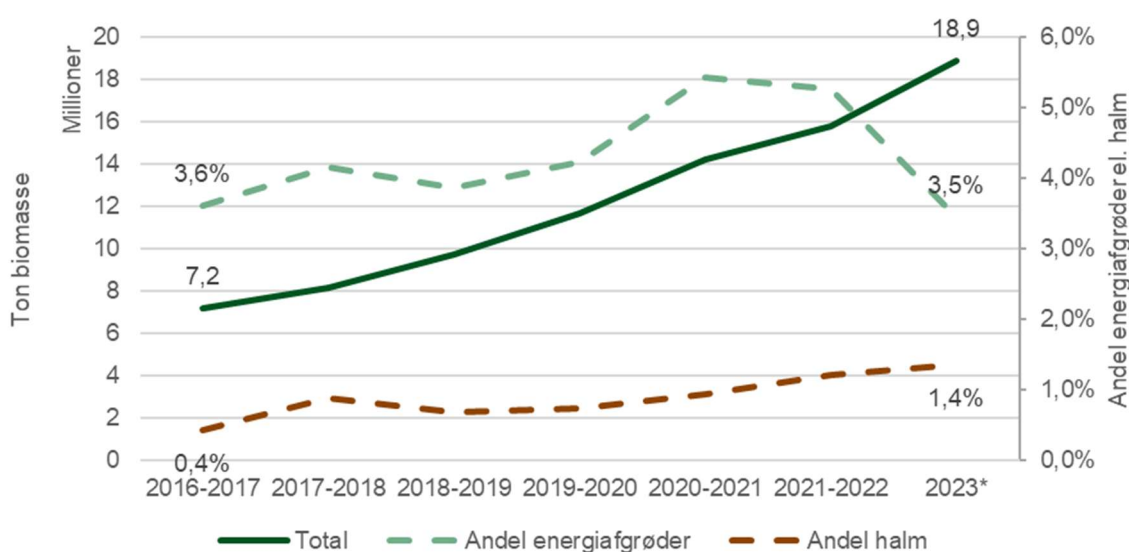
## 7. Erfaringer med brugen af halm

Brugen af halm i biogasbranchen er støt stigende, jf. Figur 11, hvor der siden 2016-2017 er sket en 8-dobling af halmforbruget. Der er fortsat en stor uudnyttet mængde halm, der kan bidrage til at øge produktionen af biogas og flere anlæg er begyndt at bruge halm typisk i form af frøgræs- eller kornhalm, der er for fugtig til at blive brugt som brændsel eller strøelse.



Figur 11: Udviklingen i det årlige halmforbrug til biogasproduktion fra indberetningsåret 2016-2017 til 2023. Kornhalm og halm fra andre afgrøder er indeholdt i Halm, diverse.

Energiafgrødernes betydning for at muliggøre et større forbrug af halm beskrives af flere biogasanlæg som værende vigtig, med henvisning til den smørende effekt som opleves ved majs samt fordelene ved at samensilere roer og halm. Figur 12 viser imidlertid, at brugen af energiafgrøder faldt i 2023, mens halmforbruget forblev stabilt og endda steg en smule. Flere anlæg siger direkte, at majs ikke er afgørende for deres halmforbrug, og der arbejdes fortsat aktivt med at undersøge mulighederne i forbehandlings- og indfødningsmetoder, der kan øge brugen af halm.



Figur 12: Udvikling i det samlede biomasseforbrug og andelen af halm og energiafgrøder for de danske biogasanlæg fra indberetningsåret 2016-2017 til 2023.

Biogasanlæggene bruger allerede forskellige forbehandlings- og indfødningemetoder til at håndtere større mængder halm, som f.eks. fysisk neddeling eller ensilering. Flere anlæg har gode erfaringer med ensilering af halm, da ensileringsprocessen bidrager til et halmprodukt, der er lettere at anvende i biogasproduktionen. Udfordringen er, at det er en arbejdskrævende og omkostningstung proces at få håndteret og ensileret halmen. Halmen ensileres i stak, f.eks. sammen med roer eller anden grøn biomasse, f.eks. roetoppe. For at opnå den optimale ensilering er det nødvendigt at lægge halm i lag med andre produkter.

I takt med at efterspørgslen på halm stiger, vil halmprisen også stige. I dag hvor biogasanlæggene hovedsageligt aftager sekunda halm, der ikke er egnet til andre formål, og frøgræshalm som landmændene gerne vil have fjernet, kan biogasanlæggene godt få økonomien i at afgasse halm til at hænge sammen. Men hvis halm fremadrettet skal udgøre en betydelig del af biomassegrundlaget, bliver biogasanlæggene også nødt til at få en større sikkerhed for biomasseleverancen. Prisen på prima halm er markant højere end kasseret (sekunda) halm og størstedelen af de interviewede biogasanlæg siger samstemmende, at de ikke kan få økonomien til at hænge sammen, hvis de skal betale for halm af prima kvalitet. De store nedbørsmængder i sensommeren 2023 udfordrede bjærgningen af halm og reducerede udbuddet af halm, hvilket resulterede i, at halmprisen steg til langt over 1.000 kr. pr. ton flere steder i Jylland. Ud fra dette er det tydeligt, at klimatiske faktorer har en stor indvirkning på mulighederne for bjærgningen af halm.

Frøgræshalm er et overskudsprodukt fra produktionen af frøgræs, og er af lavere kvalitet end kornhalm. I modsætning til korn har frøgræs en stor kulstofopbygning gennem rodnettet, og det er derfor ikke så kritisk i forhold til jordens kulstofpulje, når man bjærger frøgræshalm, som når man bjærger kornhalm. Over de sidste par år har arealet med produktion af frøgræs imidlertid været faldende, som det fremgår af Tabel 3. Faldet skyldes store lagre af græsfrø, og det er ikke umiddelbart forventningen, at græsfrø-arealet vil stige inden for de kommende år. Mængden af frøgræshalm drives udelukkende af behovet for græsfrø og øget efterspørgsel i biogasbranchen vil ikke påvirke produktionen af græsfrø.

Tabel 3: Areal med alm. rajgræsfrø og rødsvingelfrø i hhv. 2021 og 2023.

	Areal 2021 <sup>20</sup>	Areal 2023 <sup>21</sup>
	ha	ha
<b>Alm. rajgræs</b>	43.279	41.873
<b>Rødsvingel</b>	22.630	20.648

Med udbytter på 5 ton/ha for rajgræs og 3 ton/ha for rødsvingel svarer det til, at der i 2023 blev produceret 271.000 ton frøgræshalm i 2023. En stor andel af produktionen af svingel sker på Sjælland, Lolland, Falster og Fyn. I 2023 blev der anvendt 108.000 ton frøgræshalm til biogasproduktion, hvilket svarer til omkring 40% af frøgræshalm mængden. På Lolland og Falster er der indtil videre kun etableret ét landbrugsbaseret biogasanlæg, som i dag ikke anvender halm, så hvis frøgræsmængden herfra skal anvendes, skal det eksisterende anlæg udvides, eller der skal etableres nye anlæg. Der er dog også en del af frøgræshalmen, som slet ikke kan anvendes til biogasproduktion. Det skyldes, at nogle landmænd anvender ukrudtsmidlet Mustang Forte. Halm fra afgrøder behandlet med Mustang Forte må ikke bruges til biogasproduktion eller som dybstrøelse, da Mustang Forte kan resultere i afgrødeskader på den efterfølgende afgrøde.

Anlæggene, der bruger større mængder halm, siger samstemmende, at halmforbruget har haft en negativ påvirkning på gødningskvaliteten af den afgassede biomasse. På flere af biogasanlæggene med stort halmforbrug forsøger man at løse denne udfordring ved at separere den afgassede biomasse med en skruepresse og/eller en dekantercentrifuge for at reducere tørstofindholdet i gødningsproduktet. Markforsøg udført af SEGES Innovation har vist, at man ved brug af dekantercentrifuge i 2023 kunne opnå en markant forbedring i kvælstofudnyttelsen når man overfladeudbringer gødningen, som det fremgår af Tabel 4.

<sup>20</sup> Landbrugsstyrelsen – [Opgørelse af afgrødefordeling 2021](#)

<sup>21</sup> Landbrugsstyrelsen – [Opgørelse af afgrødefordeling 2023](#)



Tabel 4: Tørstofindhold,  $\text{NH}_4^+$ -andel og N-udnyttelse for ubehandlet afgasset biomasse og væskefraktion fra dekantercentrifuge fra to danske biogasanlæg ved overfladeudbringning med slæbeslanger i forsøg udført i 2023.<sup>22</sup>

		Tørstof %	$\text{NH}_4^+$ -andel %	N-udnyttelse %
BIOGASANLÆG 1	Ubehandlet afgasset biomasse	6,7	64	37
	Væskefraktion fra dekanter	4,8	64	57
BIOGASANLÆG 2	Ubehandlet Afgasset biomasse	5,5	60	35
	Væskefraktion fra dekanter	3,2	64	61

<sup>22</sup> SEGES Innovation – [Landsforsøgene](#), 2023

## 8. Samensilering af halm og andre grønne biomasser

Samensilering af halm med andre biomasser er en af de mest lovende metoder til at få anvendt større mængder halm til biogasproduktion. Det høje tørstofindhold i halmen gør, at der kun kan anvendes en vis mængde halm på biogasanlægget, uden at det får negative konsekvenser for driften. En samensileringsproces gør det muligt at sænke tørstofandelen i det samlede produkt. I takt med at halmforbruget i biogas stiger, er det nødvendigt at finde måder at sikre, at det høje tørstofindhold ikke negativt påvirker driften af biogasanlægget.

Det er muligt at ensilere halmen som enkelt biomasse, hvis vandindholdet er 30% eller højere, men der er gode synergier ved at samensilere halmen med grøn biomasse. Den grønne biomasse kendetegnes typisk ved at være friske afgrøder eller afgrøderester, og har et lavere tørstofindhold end de mere tungt omsættelige biomasser, herunder halmen. Der er i praksis ingen grænse for, hvilket produkt der kan agere som den grønne biomasse i samensileringsprocessen, men biomassen skal have et tørstofindhold lavere end 30% for at kunne sænke det samlede tørstofindhold i produktet. I dag er de brugte grønne biomasser typisk roer og kartoffelpulp, men der er et stort teoretisk potentiale i f.eks. efterafgrøder. Biomasser med et stort saftfløb har forudsætningerne for at kunne bidrage positivt til det samlede ensileringsprodukt, hvor den tørre halm vil optage saften og dermed mindske saftfløbet fra den grønne biomasse. Det vil være problematisk f.eks. at ensilere den grønne biomasse alene, da saftfløbet vil være for højt til at kunne accepteres.

Samensileringen af halm med grøn biomasse øger også gasudbyttet fra halmen i størrelsesordenen 5-15%<sup>23</sup>, samtidig med at halmen bliver lagerstabil og kan opbevares med et begrænset tørstofab. Ensileringen letter håndteringen af halmen og reducerer behov for yderligere mekanisk bearbejdning.

Det er fortsat kun en mindre andel af de danske biogasanlæg, der bruger samensilering som forbehandlingsmetode til halm. At bjærge, transportere og lægge grønne biomasser i stak med halmen kan hurtigt blive omkostningstungt for større biogasanlæg på grund af de store påkrævede mængder. I dag bliver processen hindret af at være arbejds- og omkostningstung, og at der typisk er tilgængelige alternative biomasser, der er lettere at håndtere, f.eks. industriprodukter.

Det er typisk mindre og mellemstore biogasanlæg der i dag ensilerer den grønne biomasse og halmen på biogasanlægget. På de store biogasanlæg (>200.000 ton biomase) bliver transportafstandene typisk for store til, at det giver mening at transportere al den friske grønne biomasse ind på biogasanlægget. På trods af dette er der i dag enkelte store anlæg der arbejder med samensilering af halm. For at gøre samensilering mere tilgængelig for de større anlæg er det muligt at lave decentrale ensileringspladser, hvor man kan ensilere halm og grøn biomasse. Den ensilerede biomasse kan så transporteres ind på biogasanlægget med lastbil. Dette tiltag vil føre til reducerede transportomkostninger for anlæggene.

De mest oplagte biomasser til samensilering med halm er roer, efter- og mellemafgrøder, roetoppe, kartoffelpulp, efterslæt fra græsmarker og brunsaft fra grøn bioraffinering, hvor alle undtagen roer klassificeres som restprodukter. Alle biomasserne har et tørstofindhold under 30%, og de kan derfor ikke ensileres alene uden risiko for saftfløb. I Tabel 5 er tørstofindhold angivet for hver enkelt biomasse, og der er beregnet hvor mange ton af den givne biomasse, der skal blandes med halm på 85% tørstof for at nå en samlet blanding på 35% tørstof. De 35% tørstof er valgt for at have en sikkerhedsmargin ned til 30% tørstof, hvor der kan forekomme saftfløb.

---

<sup>23</sup> Toft m.fl. – [Brug af halm i biogasanlæg](#), 2022

Tabel 5: Tørstofindhold og biomasse:halm ratio ved samensilering med halm på 85% tørstof. Biomasse:Halm ratioen beskriver hvor mange ton af en given biomasse man skal bruge til at samensilere med 1 ton halm i en samlet blanding på 35%TS. \*: Energiafgrøde.

Biomasse	Tørstofindhold [%]	Biomasse:Halm ratio
Roer*	20 <sup>24</sup>	3,3
Olieræddike (efterafgrøde)	15 <sup>25</sup>	2,5
Roetoppe	12 <sup>26</sup>	2,2
Kartoffelpulp	17 <sup>27</sup>	2,8
Brunsaft fra grøn bioraffinering	4,5 <sup>28</sup>	1,6

I 2023 brugte 44 biogasanlæg halm som råvare. Af de 44 anlæg var der 10 anlæg, som også havde et forbrug af roer. Roerne er en biomasse der kan drage stor fordel af en samensilering med halm. I dag er dyrkingen af roer dog geografisk betonet, hvor foderroeproduktionen er centreret i Nordjylland. Foderroer kan dyrkes i det meste af landet, men i praksis har man foretrukket at dyrke majs til biogasproduktion, da biogasanlæggene har prioriteret majs i stedet for roer. Potentialet ved at marker, der i dag dyrker majs til biogas, begynder at dyrke roer, kan dermed være stort. I praksis ses det også, at roerne bliver samensileret med halmen, og i 2023 blev der brugt knap 29.000 ton roer på halmforbrugende biogasanlæg, der potentielt kan trække op til 8.800 ton halm ind på anlæggene.

Efter- og mellemafgrøder høstes i det sene efterår, hvilket betyder at halmen skal opbevares indtil efterafgrøderne bliver indhentet, hvorefter det hele skal køres i en ensileringsstak. Dette bliver arbejdstungt, og halmen risikerer at tabe gaspotentiale under opbevaringen. Fordelen i at udnytte efter- og mellemafgrøderne på denne måde er, at med et relativt lavt tørstofindhold og det store uudnyttede potentiale i høsten af efterafgrøderne, kan potentialet i at øge halmforbruget igennem efterafgrøderne være stort. Ligeledes vil det store saftafløb fra en snittet efterafgrøde også bidrage til en god ensileringsproces, der bidrager til, at halmen bliver lettere omsættelig. Dog er det vigtigt at understrege, som beskrevet tidligere, at efterafgrøderne ikke er forsyningssikre på samme måde som en hovedafgrøde. Der er endnu for få erfaringer med høst af efterafgrøder til at vurdere om de reelt er et alternativ til roer i forbindelse med samensilering med halm.

Roetoppene og kartoffelpulpen er affaldsprodukter, der i dag bliver brugt til samensilering med halm, og er biomasser biogasanlæggene er positive omkring brugen af. Roetoppene kan ses som et alternativ til selve roen, da det lavere tørstofindhold medfører, at biomassen kan ensileres med større mængder halm. Ligeledes er der i dag et uudnyttet potentiale i roetoppe, der ikke bliver brugt til energiproduktion. Dog er roetoppene, ligesom roerne, geografisk betonet og vil med de nuværende dyrkningspraksisser ikke være et alternativ i hele Danmark. At begge biomasser kan kategoriseres som affaldsprodukter, bidrager også positivt til værdien af den gas der produceres på biomasserne. Kartofflerne er i dag den afgrøde, der bliver dyrket i størst muligt omfang i Danmark grundet den høje værdi af stivelseskartoflerne. Kartoffelpulpen er et biprodukt af stivelsesproduktionen, der kan bruges til foder. Dog modtager biogasanlæg overskydende kartoffelpulp, samt kartoffelpulp der ikke kan anvendes til foder. Dermed er potentialet i at udvide brugen af kartoffelpulp begrænset.

Brunsaft fra bioraffinering af græsprotein er en potentiel ressource for dansk biogasproduktion. I forbindelse med grøn bioraffinering produceres to sidestrømme, hvoraf den flydende brunsaft udgør et potentielt middel til samensilering med halm. Selvom denne metode endnu er uprøvet i Danmark, mener eksperter inden for bioraffinering, at denne ensileringsproces vil blive fordelagtig for biogasanlæg i fremtiden. Det er endnu uklart, hvornår der vil opnås produktion af brunsaft i en skala der gør den relevant som ensileringsvæske, men flere danske biogasanlæg er i øjeblikket i gang med at projektere bioraffineringsanlæg.

<sup>24</sup> SEGES Innovation & AgroTech – [Kortlægning af hensigtsmæssig lokalisering af nye biogasanlæg i Danmark](#), 2015

<sup>25</sup> SEGES Innovation – Erfaringsstal for høst af efterafgrøder i 2023

<sup>26</sup> Larsen m.fl. – [Co-ensiling of straw with sugar beet leaves increases the methane yield from straw](#), 2017

<sup>27</sup> AKV – [AKV Kartoffelpulp datablad – 2021 foreløbigt](#), 2021

<sup>28</sup> Toft m.fl. – [Brug af halm i biogasanlæg](#), 2022

## 9. Udfasning af majs – hvad betyder det og hvordan bliver det håndteret?

Det blev i 2021 politisk besluttet, at majs af bæredygtighedshensyn ikke længere må anvendes til biogasproduktion i Danmark fra 2025. Majs har siden 2016 været den suverænt mest anvendte energiafgrøde på de danske biogasanlæg. Udfasningen medfører derfor, at mange af de danske biogasanlæg er nødt til at ændre deres fødeplaner. For alle adspurgte biogasanlæg, der bruger energiafgrøder, er forbuddet mod majs en meget mere væsentlig begrænsning end en yderligere reduktion af den samlede energiafgrødegrænse. Hvis det var muligt, ville flere af biogasanlæggene gerne bytte muligheden for at anvende en andel energiafgrøder med muligheden for at anvende en mindre andel majs i stedet.

Mindre biogasanlæg med gasmotor, der er geografisk placeret tæt på andre større biogasanlæg med opgraderingsanlæg, har oplevet, at lokale industri- og affaldsprodukter, som de tidligere har anvendt, er blevet afsat til anden side. Dels fordi de ikke har kunnet betale den samme pris for råvaren, og dels fordi de ikke har kunnet aftage større mængder. Dette betyder, at de mindre biogasanlæg i højere grad har været nødsaget til at anvende energiafgrøder fremfor industriaffald til at booste deres produktion. De mindre anlæg har typisk allerede en stor andel svært omsættelige biomasser såsom kløvergræs og frøgræshalm, fordi de ikke har adgang til de let omsættelige industriprodukter. Det er derfor ikke muligt for dem at erstatte den let omsættelige majs yderligere med svært omsættelige og mere langsomtvirkende biomasser, uden at det vil have en negativ påvirkning på deres gasproduktion og kvaliteten af den afgassede biomasse. Mulighederne for at udvide og ombygge biogasanlægget for at kunne håndtere en større andel svært omsættelige biomasser har typisk ikke været til stede, da økonomien og fremtidsudsigterne for produktionen ikke tillader at udvikle produktionsanlægget. Det kan derfor forventes, at de mindre anlæg overvejende vil komme til at erstatte majs med andre energiafgrøder og/eller reducere deres biomasseinput og gasproduktion.

For anlæg, der bruger en stor andel af majs, nævnes bl.a. rughelsæd som en af få alternative biomasser, da anlægsejerne selv kan dyrke den med udsigt til et acceptabelt udbytte. Rughelsæd er en biomasse, som anlæggene forventer vil være let at håndtere. Biogasanlæggene forventer dog ikke at kunne opnå samme udbytte med rughelsæd som med majs, og samlet set vil udskiftningen af majs med rughelsæd kræve, at et større areal skal dyrkes for at opnå det samme biomasse- og gasudbytte, samtidigt med at råvareomkostningen vil stige. I dag bliver der stort set ikke dyrket rughelsæd til biogas, da det er en biomasse med en meget høj råvareomkostning. For mindre anlæg som er afhængige af hurtigt at kunne justere gasproduktionen i respons til et fluktuerende varmebehov, vil rughelsæd dog være et potentielt – om end dyrere – alternativ til majs. Det er derfor forventningen at rughelsæd kun vil erstatte en begrænset andel af den majs, der anvendes i dag.

Fire af de interviewede aktører oplyser, at forbuddet mod majs vil begrænse anvendelsen af de svært omsættelige biomasser på grund af majsens smørende effekt, der hjælper med at få bl.a. halmen indfødnet i biogasanlægget. Anlæggene siger, at konsekvensen af forbuddet mod majs vil være, at disse anlæg vil reducere brugen af svært omsættelige biomasser, såsom halm. Det er svært at vurdere, hvor meget forbuddet præcist vil påvirke halmforbruget, da den smørende effekt ikke kan kvantificeres. Majs bruges typisk ikke til samensilering med halm, da tørstofindholdet i majs er for højt. Derimod forudser de interviewede koncerner, at halmforbruget ikke vil ændre sig som følge af majsforbuddet. Anlæggene som hører under disse koncerner, har allerede fjernet eller planlagt udfasning af majs fra deres fødeplaner og planlægger at øge halmforbruget ved f.eks. at knuse halmen før indfødning. For nogle anlæg er den smørende effekt fra majs således ikke en forudsætning for at fastholde eller øge brugen af halm.

Økologisk og konventionelt omdriftsgræs bliver typisk ikke set som et attraktivt alternativ til majs, da græs er sværere at omsætte end majs. Derudover har græs også en negativ påvirkning af gødningskvaliteten af den afgassede biomasse på grund af det høje indhold af organisk kvælstof.

## 10. Forbud mod brug af energiafgrøder - hvad kan konsekvenserne blive?

I 2023 var der 26 ud af de 97 danske biogasanlæg, svarende til 27%, som slet ikke brugte energiafgrøder. Anlæggene, der ikke bruger energiafgrøder, er dog også bekymrede for et potentielt fremtidigt fuldstændigt energiafgrødeforbud, da dette vil betyde, at de anlæg, som anvender energiafgrøder, skal forsøge at finde alternative biomasser. Som konsekvens heraf forventes efterspørgslen og prisen på de alternative biomasser at stige. I et sådant tilfælde kan man forvente, at det vil være de store koncernejede anlæg med en stærkere købekraft, som vil sætte sig på en endnu større del af de alternative biomasser.

Hvordan et forbud mod brug af energiafgrøder vil påvirke gasproduktionen i Danmark, vil afhænge af de økonomiske vilkår for biogasanlæggene. Et forbud vil øge prisen på de råvarer, som biogasanlæggene allerede anvender, og de alternative biomasser, som biogasanlæggene fremadrettet skal bruge, vil formentlig være dyrere, end dem de bruger i dag.

Et fuldstændigt forbud mod brug af energiafgrøder kan forventes at føre til et mindre fald i energiproduktionen. Energiafgrøder, især majs, er en sikkerhedsmekanisme, som biogasanlæg kan bruge til at sikre en stabil produktion. Biogasanlæg der er afhængige af at kunne justere gasproduktion, f.eks. for at dække et fluktuerende varmeforbrug, vil blive udfordret af manglen på en let omsættelig biomasse, der kan booste produktion hurtigt. Selvom mange anlæg allerede nu er i gang med at undersøge, hvordan de kan opretholde produktionen i fremtiden, er de kendte muligheder og alternativer både omkostningstunge og tidskrævende at implementere. Disse inkluderer blandt andet udvidelse af reaktorer og ton-tilladelser for at kunne håndtere større mængder husdyrgødning og andre svært omsættelige biomasser.

## 11. Bekendtgørelsen om bæredygtig produktion af biogas

I *Bekendtgørelsen om bæredygtig produktion af biogas*<sup>29</sup> (BEK 301 af 25/03/2015) angiver Klima-, Energi- og Forsyningsministeriet en liste over hvilke afgrøder, der i Danmark er defineret som energiafgrøder og som skal tælles med i energiafgrødeandelen. Flere anlægsejere har udtalt, at de ikke var klar over, at BEK 301 danner grundlag for definitionen af energiafgrøder, og flere af dem var også usikre på, hvordan reglerne for energiafgrøderne er.

I BEK 301 er det angivet, at permanent græs ikke er klassificeret som en energiafgrøde. Et areal opnår dog først status som permanent græs, når det har været ude af omdrift i mindst 5 år. I tilfælde hvor en landmand kan garantere, at græsmarkerne forbliver uden omdrift i en længere periode (mere end 5 år), ville det være fordelagtigt, hvis græsset kunne leveres til et biogasanlæg uden at blive inkluderet i energiafgrøderegnskabet forud for 5-års grænsen. Dette kunne fungere som et incitament både for landmanden og for biogasanlægene til at bruge græsarealer, der er taget ud af omdrift.

---

<sup>29</sup> Retsinformationen – [Bekendtgørelse om bæredygtig produktion af biogas](#), 2015

## Bilag 1: Beregningsforudsætninger for beregning af råvarepris for rughelsæd

Beregningsgrundlaget for råvareprisen på rughelsæd er baseret på beregningsmetoden anvendt i rapporten "Brug af halm i biogasanlæg"<sup>30</sup>.

Parameter	Værdi	Enhed
Mængde	1	ton
TS*	37,5	%
	0,375	ton
VS*	94	% af TS
	352,5	kg
Gaspotentiale*	0,27	Nm <sup>3</sup> CH <sub>4</sub> / kg VS
	95,2	Nm <sup>3</sup> CH <sub>4</sub>
Indkøbspris**	1,2	kr. / kg TS
	450	kr. / ton friskvægt
Udkørsel fra lager**	20	kr. / ton friskvægt
Forbehandling**	25	kr. / ton friskvægt
Omkostninger i alt, 5 km kørsel	495	kr. / ton friskvægt
	5,20	kr. / Nm <sup>3</sup> CH <sub>4</sub>

\*: Erfaringstal, SEGES Innovation

\*\* : Antagelse

<sup>30</sup> Toft m.fl. – [Brug af halm i biogasanlæg](#), 2022