

Klimaeffekt ved udfasning af glyphosat i dansk planteproduktion



Benita Hyldgaard, Planter & Miljø – Klima & Jord, SEGES Innovation
Alice Thoft Christensen, Planter & Miljø – Klima & Jord, SEGES Innovation
Søren Kolind Hvid, Planter & Miljø – Klima & Jord, SEGES Innovation
Carsten Fabricius, Planter & Miljø – Planteværn, SEGES Innovation

Alternativer til glyphosat i planteproduktionen (Promilleafgiftsfonden, projektnr. 7882)

Promilleafgiftsfonden for landbrug

Indhold

Sammendrag og konklusion	3
Introduktion	4
Beregning af klimaeffekt ved udfasning af glyphosat	4
Klimaeffekt ved justering og ændring af dyrkningspraksis	5
Klimaeffekt ved et forbud mod glyphosat – samlet set	7
Klimaeffekt ved et forbud mod glyphosat - i hvert sædskifte	8
Referencer	13
Appendiks	14
Bilag 1	14
Bilag 2	17

Sammendrag og konklusion

SEGES Innovation har opstillet 10 typiske sædskifter for dansk landbrug som de ser ud nu og som de vil se ud i fremtiden, med de justeringer og større agronomiske ændringer, der vil være nødvendige, hvis et forbud mod glyphosat træder i kraft. De 10 sædskifter repræsenterer bredt forskellige bedriftstyper og dækker størstedelen af det konventionelt dyrkede areal i Danmark.

Sidste år i december udgav SEGES Innovation en rapport med en analyse af de økonomiske konsekvenser for dansk landbrug ved en udfasning af glyphosat baseret på disse 10 sædskifter. Denne rapport indeholder en analyse af klimaeffekten af en udfasning af glyphosat.

Et forbud mod glyphosat vil, ud fra de nødvendige justeringer i 10 typiske sædskifter, medføre en reduktion af udledningerne af klimagasser i nogle sædskifter, mens det vil forårsage en øgning i udledningerne i andre. De største negative klimaeffekter, både pr. hektar og samlet set for det dyrkede areal i Danmark, ses i sædskifte 2c, hvor produktion af frøgræs opgives og omlægges til et sædskifte med maltbyg og i sædskifte 9 og 10, hvor pløjefri dyrkning omlægges til pløjning.

Samlet set for det danske landbrugsareal viser beregningerne, at et forbud mod glyphosat vil resultere i en øget udledning af klimagasser på knap 170 kiloton CO₂-ækv/år, hvis man medregner jordens kulstofbalance, svarende til knap 1% af landbrugets samlede årlige udledninger af klimagasser. Heraf kommer næsten 90% af merudledningen fra sædskifterne 2c, 9 og 10, som repræsenterer knap 20% af dyrkningsarealet. Klimaeffekten af et totalforbud mod brug af glyphosat på resterende 80% af dyrkningsarealet er beregnet til at være en merudledning på 18,9 kiloton CO₂-ækv/år.

Introduktion

Glyphosat er et meget betydende ukrudtsmiddel i landbruget og anvendes til en lang række opgaver, såsom bekæmpelse af rodukrudd, ukrudt før fremspiring af visse afgrøder og i pløjefri dyrkning.

Glyphosat er under revurdering i EU og den endelige politiske afgørelse om fremtiden for aktivstoffet afgøres i 2023. Der er foretaget et stort studie af glyphosats påvirkning af miljø, sundhed og biodiversitet som baggrund for re-godkendelsen, og studierne har ikke medført nye oplysninger om aktivstoffet. Alligevel er der en politisk usikkerhed om re-godkendelsen i EU i 2023. Et totalforbud mod glyphosat vil give meget store udfordringer for dansk landbrug, da anvendelsen af glyphosat er meget vigtig for dyrkningssikkerheden og et forbud vil påvirke både afgrødevalg og dyrkningssystemer markant.

SEGES Innovation udgav i december 2021 en rapport om de økonomiske konsekvenser for dansk landbrug ved en udfasning af glyphosat [1]. Beregningerne i økonomirapporten er lavet på baggrund af en analyse af 10 typiske sædskifter, som bredt repræsenterer dansk landbrug. I de 10 sædskifter er der både et NU-scenarie, som repræsenterer den nuværende praksis og et tilhørende 0-scenarie, som indeholder de nødvendige justeringer i forhold til afgrødevalg, jordbearbejdning og planteværnsstrategi, som forventes at måtte foretages i tilfælde af et totalforbud mod glyphosat. I bilag 2 kan ses en oversigt over de 10 sædskifter.

Baggrunden for sammensætningen af de 10 sædskifter kan læses i økonomirapporten, hvor der også er en detaljeret gennemgang af hvert sædskifte med fokus på hvordan og hvorfor en udfasning af glyphosat vil påvirke dyrkningspraksis.

Beregning af klimaeffekt ved udfasning af glyphosat

Brug af planteværnsmidler bidrager i sig selv ubetydeligt til det samlede klimaregnskab, men idet glyphosat ikke blot kan erstattes af andre midler til bekæmpelse af rodukrudd, og derfor vil medføre et behov for at foretage en række justeringer i dyrkningspraksis, så giver det samlet set en betragtelig negativ klimaeffekt i nogle sædskifter, mens det i andre sædskifter resulterer i en positiv klimaeffekt.

Når udledning af klimagasser beregnes, skelnes mellem en såkaldt LCA (life cycle analysis) tilgang, hvor der beregnes et klimaaftryk for et enkelt produkt og en anden tilgang, som kaldes et territorialt klimaregnskab, som beregner udledningerne af klimagasser indenfor et område. I LCA-metoden medregnes udledninger af klimagasser fra alle aktiviteter fra alle sektorer (f.eks. både fra energi- og landbrugssektoren). I denne metode indregnes også klimaaftrykket fra fremstilling og transport af produkter, der indkøbes til bedriften og bruges i marken (f.eks. handelsgødning og planteværn). I et territorialt klimaregnskab medregnes udelukkende udledningerne af klimagasser, som stammer fra aktiviteterne fra et geografisk begrænset område indenfor en specifik sektor (dvs. enten energi- eller landbrugssektoren). For en landbrugsbedrift betyder det, at det kun er udledninger fra de biologiske processer, som tælles med i den territoriale opgørelsesmetode for landbrugssektoren. Her indgår altså ikke udledninger fra produktion af produkter, der indkøbes til bedriften. Det er den territoriale opgørelsesmetode, der benyttes i den nationale opgørelse af de samlede udledninger fra Danmark, som laves en gang årligt af DCE – Nationalt center for Miljø og Energi på Aarhus Universitet, og også den metode, der ligger til grund for landbrugsaftalen og kravet om 55-65% reduktion af udledningerne af klimagasser fra landbrugssektoren i 2030 i forhold til niveauet i 1990 [2][3].

Klimaeffekten af en udfasning af glyphosat er i denne rapport beregnet som forskellen mellem den samlede udledning af klimagasser for henholdsvis NU- og 0-scenariet for hver af de 10 sædskifter. De samlede udledninger af klimagasser fra hvert sædskiftescenarie er beregnet efter en "light" version af LCA-metoden med brug af gennemsnitsværdier, normtal og typetal i beregningerne med inklusion af udledninger fra importerede produkter til brug i marken og udledninger fra både landbrugs- og

energisektor. Der er med andre ord lavet en samlet beregning af udledningerne fra dyrkningen af de afgrøderne i hver af de to sædskiftescenarier, hvorefter forskellen er beregnet.

Udledninger af klimagasser fra planteproduktionen inkluderer både CO₂ (kuldioxid) og lattergas (N₂O), hvor udledninger af lattergas omregnes til CO₂-ækvivalenter (CO₂-ækv) ved hjælp af en omregningsfaktor: GWP, global warming potential, på 298 [3].

Beregningerne af udledninger af klimagasser, som er benyttet i denne rapport, bygger på samme opgørelsesmetoder, som anvendes til det nationale klimaregnskab lavet af DCE [3]. I bilag 1 kan ses en detaljeret gennemgang af antagelser og forudsætninger, som ligger til grund for beregningerne. For en mark med korn medregner vi følgende elementer: 1) CO₂ udledning ved forbrug af, samt produktion af, brændstof ifm. transport og markarbejde; 2) CO₂ udledning ved brug af energi til produktion af udsæd, pesticider og handelsgødning; 3) CO₂ udledning ved kalkning, hvor CaCO₃ omdannes til CO₂; 4) Lattergasudledning ved gødningstildeling (nitrifikation + denitrifikation), inkl. lattergasudledning ifm. kvælstofudvaskning og ammoniakfordampning; 5) Lattergasudledning fra nedbrydning af over- og underjordiske afgrøderester; 6) CO₂ udledning fra energiforbrug til vanding og tørring; 7) Beregning af kulstofbalance (frigivelse eller lagring) ud fra sammenligning af kulstofinput til jorden fra over- og underjordisk afgrøderest i den pågældende afgrøde i forhold til kulstofinput i en gennemsnitlig dansk mark (4093 kg C/ha/år). Punkt 1, 2 og 6 indgår i energisektoren, mens de resterende punkter hører under landbrugssektoren i den territoriale opgørelsesmetode i DCE's rapport. I denne rapport beregnes de samlede udledninger af klimagasser fra dyrkningen af alle afgrøder i sædskiftet, da det giver et samlet indblik i klimaeffekten af et totalforbud mod glyphosat. LCA-metoden benyttes ofte til beregning af et produktspecifikt klimaaftryk, hvor resultatet gives pr. kg produkt. I denne rapport belyses den samlede klimaeffekt af et forbud mod glyphosat for dansk landbrug, hvorfor der fokuseres på den totale ændring for hvert sædskifte. I flere af sædskifterne indgår ændringer i afgrødesammensætningen, samt ændringer i forventet udbytte, hvilket besværliggør en sammenligning af opgørelser over ændringer angivet i klimaaftryk pr. kg produkt.

Det er vurderet, at der i flere af sædskifterne bliver behov for et øget areal med vårsæd fremfor vintersæd, hvorved den samlede mængde korn produceret i Danmark vil blive reduceret i 0-scenariene sammenlignet med NU-scenariene. Samtidig forventes, samlet set, en øget produktion af hestebønne og vinterraps, som dog ikke er tilstrækkelig til at erstatte nedgangen i korn. Der er i denne rapport ikke lavet beregninger af klimaeffekterne som følge af behovet for merproduktion af foder ved inddragelse af ekstra jord til planteproduktion eller øget foderimport.

Klimaeffekt ved justering og ændring af dyrkningspraksis

Der er stor forskel på omfanget af klimaeffekten af forskellige ændringer og justeringer, der kan foretages i et sædskifte. Herunder gennemgås nogle af effekterne af ændringerne, som indgår i 0-scenariene i forhold til NU-scenariene.

Ændring af afgrøde (potentiel stor klimaeffekt):

Når en afgrøde skiftes ud med en anden i et sædskifte, påvirker det flere parametre i klimaregnskabet. En ændring af afgrøde giver som oftest en ændring i udbytte- og gødningsnorm m.v., det påvirker fordelingen af biomasse over og under jorden og påvirker brændstofforbruget.

Ændringen i afgrødebiomassen resulterer i en ændring i kulstofinput til jorden i form af rødder og overjordisk afgrøderest og en ændring i lattergasdannelsen fra den biologiske nedbrydning af afgrøderesten. Mere biomasse over og/eller under jorden giver et højere kulstofinput til jorden, men giver også en større udledning af lattergas, som dannes ved biomassenedbrydningen.

I forhold til kvælstof og lattergasdannelse, så resulterer en ændring i afgrøden i, at gødningsnorm og dermed også ammoniakfordampning og kvælstofudvaskning ændres. Når gødning bringes ud i marken, samt ved ammoniakfordampning og når kvælstof udvaskes fra marken, dannes lattergas både ved omdannelsen af ammonium til nitrat (nitrifikation) og den videre omdannelse af nitrat til frit kvælstof (denitrifikation).

Efterafgrøder (stor klimaeffekt):

I flere af scenarierne ændres arealet med efterafgrøder. Efterafgrøder har samlet set en positiv effekt på klimaaftrykket, igennem deres bidrag til kulstofinput til jorden og kvælstofeftervirkning. Når gødningsbehovet i den efterfølgende afgrøde reduceres, resulterer det i en reduktion i lattergasemission fra gødningstildelingen. Nedbrydning af biomassen fra efterafgrøder giver dog også ophav til dannelse af lattergas, men den negative klimaeffekt mere end opvejes af de positive klimaeffekter, så samlet set er klimaeffekten ved benyttelse af efterafgrøder positiv.

Justering af forventning til udbytte (middel effekt):

I flere af sædskifterne nedjusteres forventningen til udbyttet i en eller flere afgrøder i 0-scenariet i forhold til NU-scenariet. En nedjustering af forventet udbytte reducerer afgrødens kulstofinput til jorden, idet afgrøderesten (dvs. halmfraktion, anden overjordisk biomasse, samt underjordisk biomasse) beregnes ud fra udbyttet.

Brændstofforbrug (middel effekt):

Et forbud af glyphosat vil medføre et større behov for mekanisk bekæmpelse af rod ukrudt og det vurderes at være nødvendigt at opgive pløjefri dyrkning og omlægge til dyrkningssystemer med pløjning. Markoperationer, som inkluderer bearbejdning af jorden i dybden, har en vis indflydelse på det samlede klimaaftryk, idet brændstofforbruget er relativt højt ved eksempelvis dybdeharvning og pløjning sammenlignet med strigling. Der er i flere sædskifter også lavet justeringer i det samlede antal af sprøjtekørsler, men dette har kun en lille effekt på det samlede klimaregnskab, da brændstofforbruget er relativt lavt ved sprøjtning i marken.

Tørring (lille effekt):

Der er i flere sædskifter en forventning om et øget behov for tørring af afgrøden i 0-scenarierne, hvor glyphosat ikke må benyttes til nedvisning. Der forbruges typisk energi i form af el og brændstof til tørring af afgrøden efter høst, hvilket giver en udledning af CO₂, men bidraget fra denne aktivitet er beskeden i forhold til den samlede udledning af klimagasser.

Forbrug af aktivstoffer – planteværn (lille effekt):

Der er kun mindre justeringer i det samlede forbrug af aktivt stof ved et glyphosat-forbud, da der i 0-scenarierne skiftes til brug af andre midler i planteværnsstrategien. Der er ikke udledninger af klimagasser fra biologiske processer forbundet med brug af planteværn i marken og det er derfor kun CO₂ udledning ved produktion af aktivt stof, som tælles med i klimaberegningen.

Jordbundstype:

Beregningerne er lavet for hhv. JB2 (sandjord) og JB6 (lerjord), hvor forskellene i klimaregnskabet stammer fra forskelle i gødningsnorm, udbyttensnorm og brændstofforbrug.

Kvælstofudvaskning:

SEGES Innovation er endvidere i gang med beregninger af effekten på kvælstofudvaskning af øget bearbejdning af jorden, som vurderes at være nødvendig for at bekæmpe rod ukrudt i 0-scenariet i flere sædskifter. Effekten af jordbearbejdning på kvælstofudvaskning er endnu ikke videnskabeligt tilstrækkeligt underbygget til at blive inkluderet i beregningerne af klimaeffekten i denne rapport. Den

samlede effekt på kvælstofudvaskning for de 10 sædskifter er i foreløbige beregninger opgjort til 6.748 ton ekstra kvælstof, som udvaskes fra rodzonen fra det samlede danske dyrkningsareal. Hvis vi benytter de gældende typetal for lattergasdannelse fra udvasket kvælstof (0,0075 kg N-N₂O/kg N udvasket) svarer det til en øget udledning på 23,7 kiloton CO₂-ækv/år. Effekt på kvælstofudvaskning fra øget jordbearbejdning indgår ikke i tabeller, figurer eller i den samlede opgørelse af klimaeffekten i denne rapport, idet effekter af jordbearbejdning endnu ikke fuldt ud indgår i beregningsmetoderne i den nationale opgørelse af udledninger af klimagasser.

Klimaeffekt ved et forbud mod glyphosat – samlet set

Ligesom i økonomirapporten har vi både kigget på den samlede klimaeffekt for dansk landbrug, baseret på en arealfordeling mellem de 10 sædskifter (Tabel 1), men har også beregnet effekten i hvert sædskifte for sig (Figur 1).

Som det kan ses både i Tabel 1 og Figur 1, så er der stor variation i klimaeffekten af et forbud mod glyphosat mellem de enkelte sædskifter, både når kulstofbalancen regnes med og når den ekskluderes fra beregningerne. Hvis vi medregner kulstofbalancen, vil et forbud mod glyphosat resultere i en stigning i udledningen af klimagasser på 164,5 kiloton CO₂-ækv/år fra biologiske processer i marken, samt forbrug af brændstof og produktion af hjælpepestoffer, svarende til 0,94% af de samlede udledninger af klimagasser fra landbruget i Danmark (17.500 kiloton CO₂-ækv/år [3]). Heraf kommer knap 63 kiloton CO₂-ækv/år fra produktionen af hjælpepestoffer (brændstof, handelsgødning m.v.), som importeres til bedriften og derfor ikke indgår i DCE' nationale opgørelse for landbrugssektoren og CO₂ udledningen fra et merforbrug af brændstof i marken alene er beregnet til knap 57 kiloton CO₂-ækv/år, hvilket tæller med i energisektoren i den nationale opgørelse.

De mindste ændringer i den samlede udledning findes i sædskifte 2b ("Planteavl med rajgræs"), sædskifte 4 ("Svinebrug") og sædskifte 6 ("Kvægbrug 210N"), mens der ses markante negative klimaeffekter ved et totalforbud mod glyphosat i sædskifte 2c ("Planteavl med frøgræs" som omlægges til "Planteavl med maltbyg") sammen med de to sædskifter, hvor pløjefri dyrkning må opgives (sædskifte 9 og 10), hvis kulstofbalancen medregnes. Der er i disse tre sædskifter, som tilsammen dækker knap 20% af landbrugsarealet, men bidrager med næsten 90% af den samlede klimaeffekt af et glyphosatforbud, flere ændringer i afgrøderne mellem NU- og 0-scenariet end i de resterende sædskifter, hvilket øger usikkerheden i beregningen, idet den enkelte landmand muligvis vil træffe et andet valg end det forudsagte. Den samlede merudledning fra de resterende sædskifter er 18,9 kiloton CO₂-ækv/år, svarende til 0,1% af de samlede årlige udledninger fra dansk landbrug.

Hvis kulstofbalancen ikke regnes med i ændringen i udledning af klimagasser, vil et glyphosatforbud samlet set for dansk landbrug resultere i en reduktion i udledningen af klimagasser på 70,7 kiloton CO₂-ækv/år.

Tabel 1: Ændringen i den samlede udledning af klimagasser opgjort efter en "light" version af LCA-metoden, samt med og uden kulstofbalance for JB2 og JB6, beregnet som forskellen mellem et væg-tet gennemsnit af udledningen af klimagasser pr hektar i hhv. NU- og 0-scenariet for hvert sædskifte

Scenarie	Ændring i samlet udledning (kg CO ₂ -ækv/ha/år)		Ændring i samlet udledning, ekskl. kulstofbalance (kg CO ₂ -ækv/ha/år)		Areal (ha)
	JB2	JB6	JB2	JB6	
1: Planteavl m. maltbyg	54	72	-53	-68	200.000
2a: Planteavl m. rødsvingel	-24	-19	-45	-67	108.333
2b: Planteavl m. rajgræs	-14	-4	-54	-110	108.333
2c: Pl. med frøgræs → Pl. med maltbyg	599	593	-9	18	108.333
3: Planteavl m. roer og frø	-35	-20	-64	-73	140.000
4: Svinebrug	-14	-2	-107	-147	325.000
5: Kvægbrug 160N	14	16	9	10	200.000
6: Kvægbrug 210N	7	8	7	8	300.000
7: Kartofler	25	28	23	26	150.000
8: Planteavl m. hestebønner	39	46	21	23	160.000
9: Pløjefri → Planteavl m. maltbyg	187	213	24	22	150.000
10: Pløjefri svinebrug → Svinebrug	328	353	-32	-78	150.000
Arealvægtet merudledning (kg CO ₂ -ækv/ha/år)	78,3		-33,7		
Samlet merudledning (kt CO₂-ækv/år)	164,5		-70,7		

Klimaeffekt ved et forbud mod glyphosat - i hvert sædskifte

Herunder følger en gennemgang af klimaeffekten af et totalforbud mod glyphosat for hvert sædskifte for sig, hvor de vigtigste elementer i forhold til klimaberegning fremhæves. I bilag 2 kan ses en oversigt over NU- og 0-scenariet i de 10 sædskifter, hvor forskelle som har indflydelse på udledningen af klimagasser er fremhævet med fed skrift.

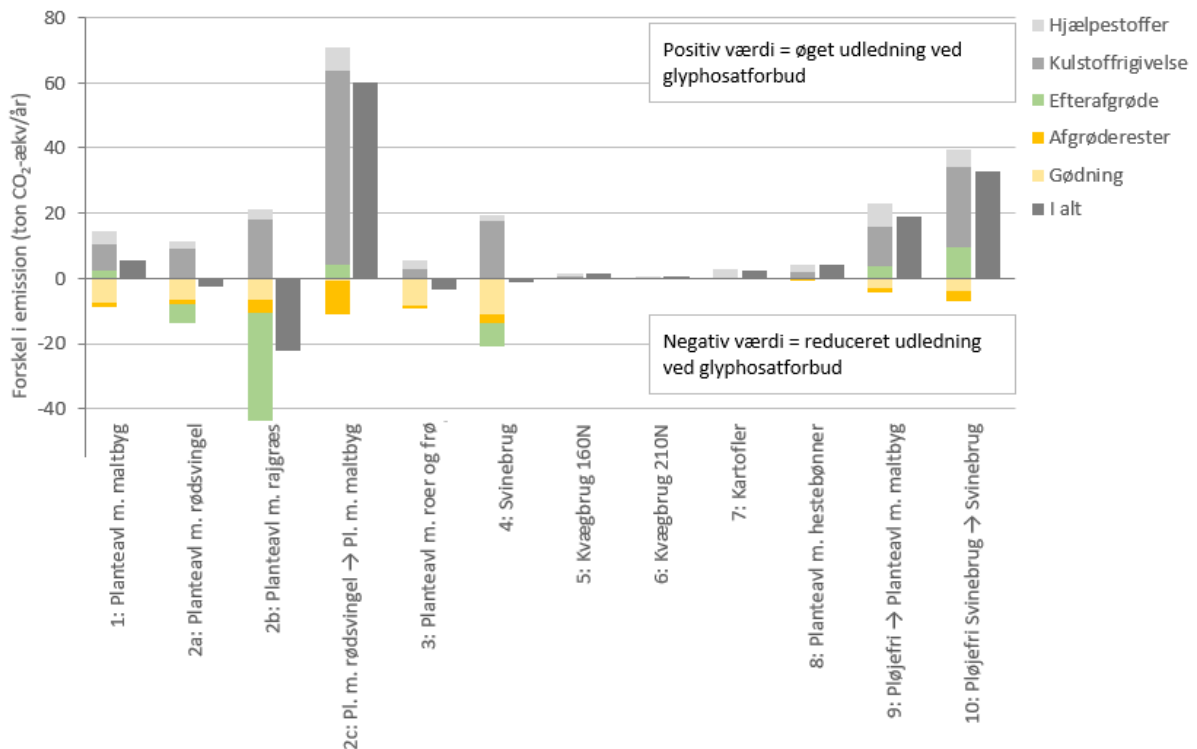
Sædskifte 1 – Planteavl med maltbyg:

Udledning øges med hhv. 54 og 72 kg CO₂-ækv/ha/år på JB2 og JB6 (tallene kan også ses i tabel 1)
 Uden kulstofbalance: udledning reduceres med hhv. 53 og 68 kg CO₂-ækv/ha/år på JB2 og JB6

I sædskifte 1 er beregnet en merudledning af klimagasser (kg CO₂-ækv/ha/år) for alle afgrøder, som er inkluderet i begge scenarier, bortset fra førsteårs vårbyg, som dyrkes helt ens i begge scenarier, hvor udledningen derfor er uændret. Der er en merudledning i 0-scenariet grundet en reduktion i udbyttet, som resulterer i en reduktion i kulstofinput til jorden og et øget brændstofforbrug fra ekstra harvninger, øget pesticidforbrug og desuden et øget behov for tørring i vinterhvede, som samlet set bidrager med klimaudledninger i form af CO₂-udledning ved en forskydning af kulstofbalancen mod en øget frigivelse og/eller reduktion i lagring af kulstof i jorden og produktion af brændstof, pesticider og el-samt brændstofforbrug ved tørring.

Tilføjes hestebønne som afgrøde i 0-scenariet reducerer den samlede udledning af klimagasser, da hestebønne ikke tildeles gødning og ydermere har en forfrugtseffekt, som reducerer gødningsbehovet ved den efterfølgende afgrøde. Samlet set giver dette en betragtelig reduktion i lattergasemission. Omvendt har hestebønningen en større overjordisk biomasse, som giver ophav til en større udledning af lattergas ved nedbrydning end mange andre afgrøder, men samtidig giver dette et relativt stort kulstofinput til jorden.

Klimaeffekt ved udfasning af glyphosat i 10 udvalgte sædskifter på hver 100 ha
(Forskel mellem NU- og 0-scenarier)



Figur 1: Forskellen i udledning af klimagasser for de 10 sædskifter i ton CO₂-ækvivalenter pr. år samlet for 100 ha. Der er både vist den samlede forskel og forskellen fordelt på hhv. hjælpestoffer, kulstoffrigivelse, efterafgrøder, afgrøderester og gødning. Beregningerne i figuren er lavet for jordbundstypen JB2.

Sædskifte 2a – Planteavl med rødsvingel:

Udledning reduceres med hhv. 24 og 19 CO₂-ækv/ha/år på JB2 og JB6

Uden kulstofbalance: udledning reduceres med 45 og 67 kg CO₂-ækv/ha/år på JB2 og JB6

I sædskifte 2a, hvor der fortsat dyrkes rødsvingel, er der en forventning om en reduktion i udbyttet i flere afgrøder, hvilket resulterer i en reduktion i kulstofinput til jorden. Derudover er der for alle afgrøder en øget udledning fra hjælpestoffer, som stammer fra et øget brændstofforbrug (blandt andet fra harvninger), øget pesticidforbrug og desuden et øget behov for tørring i nogle afgrøder.

Udskiftning af vinterhvede med vårbyg giver en betragtelig nedgang i kulstofinput til jorden, idet biomassen i vårbyg er meget mindre end for vinterhveden. Reduktionen i kulstofinput opvejes til dels af reduktion i brændstofforbrug ved dyrkning af vårbyg i forhold til vinterhvede, reduktion i gødningsnorm og dertilhørende lattergasemission og reduktion i lattergasudledning fra nedbrydning af afgrøderesten. Derudover er der tilføjet en efterafgrøde før vårbyg, hvilket har en positiv klimaeffekt, men samlet set er klimaaftrykket for vinterhveden lavere end for vårbyg.

Sædskifte 2b – Planteavl med rajgræs:

Udledning reduceres med 14 og 4 kg CO₂-ækv/ha/år på JB2 og JB6

Uden kulstofbalance: udledning reduceres med 54 og 110 kg CO₂-ækv/ha/år på JB2 og JB6

I sædskifte 2b fortsættes med dyrkning af rajgræs. Ligesom i sædskifte 2a, udskiftes vinterhvede med vårbyg og der tilføjes efterafgrøde. Derudover tilføjes majs til biogas/fodermajs, mens vinterhvede udelades og maltbyg udskiftes med vårhvede.

Majs til biogas/fodermajs har et højt udbytte, men da det høstes som helsæd efterlades en relativ lille afgrøderest i marken og afgrøden bidrager derfor kun med et lille kulstofinput til jorden. Gødningsnormen for majs er lavere end for vinterhvede og dermed reduceres lattergasudledning fra gødningstildeling og CO₂ udledning fra produktion af handelsgødning, men samtidig er der ved dyrkning af majs et højere brændstofforbrug end for korn. Samlet set er klimaaftrykket for majs lidt højere pr. ha end for mange andre afgrøder.

Arealet med efterafgrøder øges markant i 0-scenariet sammenlignet med NU-scenariet, hvilket gør, at klimaaftrykket samlet set reduceres ved et forbud mod glyphosat.

Sædskiye 2c – Planteavl med frøgræs omlægges til Planteavl med maltbyg:

Udledning øges med 599 og 593 kg CO₂-ækv/ha/år på JB2 og JB6

Uden kulstofbalance: udledning hhv. reduceres med 9 og øges med 18 kg CO₂-ækv/ha/år på JB2 og JB6

I dette scenarie opgives dyrkning af frøgræs og omlægges til et sædskiye med maltbyg. Der er derfor i dette sædskiye udskiftning af mange afgrøder med dertilhørende ændringer i klimaaftrykket.

Samlet set øges udledningerne af klimagasser betragteligt. Dette stammer både fra en reduktion i arealet med efterafgrøder, en reduktion i kulstofinput til jorden fra afgrødernes restbiomasse og et øget forbrug af hjælpepestoffer. Der er en lille reduktion i forbrug af gødning, men reduktionen i lattergasemission fra gødningstildeling er lille i forhold til de øvrige forskelle i klimaregnskabet for de to scenarier i dette sædskiye.

Sædskiye 3 – Planteavl med roer og frø:

Udledning reduceres med hhv. 35 og 20 kg CO₂-ækv/ha/år på JB2 og JB6

Uden kulstofbalance: udledning reduceres med hhv. 64 og 73 kg CO₂-ækv/ha/år på JB2 og JB6

Den væsentligste ændring i dette sædskiye er en reduktion af arealet med vårbyg for at gøre plads til hestebønne. Som nævnt i sædskiye 1 giver det en betragtelig reduktion i gødningsforbrug, når korn udskiftes med hestebønne.

Der forventes lavere udbytter i flere afgrøder, hvilket reducerer kulstofinput til jorden. Der er behov for ekstra sprøjtekørsler og harvninger i 0-scenariet og et øget behov for tørring i nogle afgrøder, hvilket øger forbruget af brændstof og el og dermed udledningen af CO₂.

Den positive klimaeffekt fra inklusion af hestebønne er tilstrækkelig til at opveje stigningen i CO₂ udledning fra hjælpepestoffer og reduktionen i kulstofinput til jorden og samlet set vil et forbud mod glyphosat resultere i en reduktion af klimaaftrykket fra dette sædskiye.

Sædskiye 4 – Svinebrug:

Udledning reduceres med hhv. 14 og 2 kg CO₂-ækv/ha/år på JB2 og JB6

Uden kulstofbalance: udledning reduceres med hhv. 107 og 147 kg CO₂-ækv/ha/år på JB2 og JB6

I sædskiye 4 er der kun foretaget mindre justeringer i 0-scenariet i forhold til NU-scenariet. Ved et glyphosatforbud ændres til et større areal med vårbyg og en tilsvarende reduktion i arealet med vinterhvede, samt en ændring fra mellemafgrøde til efterafgrøde. Der er endvidere en generel nedjustering af forventningen til udbytterne, hvilket alt sammen reducerer kulstofinput til jorden. Kulstofinput er mindre i vårbyg end i vinterhvede, da afgrøden har en kortere vækstperiode og på samme vis er kulstofinput mindre i en mellemafgrøde end i en efterafgrøde. Ændringen af vinterhvede til vårbyg, sammen

med det øgede eftergrødeareal, giver endvidere en reduktion i gødningsnorm og de dertilhørende udledninger af lattergas. Samlet set reduceres udledningen af klimagasser ganske lidt ved et forbud mod glyphosat.

Sædskiye 5 – Kvægbrug 160N:

Udledning øges med hhv. 14 og 16 kg CO₂-ækv/ha/år på JB2 og JB6

Uden kulstofbalance: udledning øges med hhv. 9 og 10 kg CO₂-ækv/ha/år på JB2 og J6

I dette sædskiye er der ingen ændringer i afgrødesammensætningen, men blot en reduktion i forventet udbytte i 2 ud af 3 år med vårbyg. Der er desuden et øget behov for tørring i et år, hvilket resulterer i et større energiforbrug og dermed større udledning af CO₂. Der er samlet set en lille reduktion i pesticidforbrug og mindre justeringer i brændstofforbrug. Samlet set er beregnet en lille negativ klimaeffekt af et forbud mod glyphosat.

Sædskiye 6 – Kvægbrug 210N:

Udledning øges med hhv. 7 og 8 kg CO₂-ækv/ha/år på JB2 og JB6

Uden kulstofbalance: udledning øges med hhv. 7 og 8 kg CO₂-ækv/ha/år på JB2 og JB6

Samme som for sædskiye 5.

Sædskiye 7 – Kartofler:

Udledning øges med hhv. 25 og 28 kg CO₂-ækv/ha/år på JB2 og JB6

Uden kulstofbalance: udledning øges med hhv. 23 og 26 kg CO₂-ækv/ha/år på JB2 og JB6

Der er ved forbud mod glyphosat en forventning om en reduktion i udbyttet i kartofler, hvilket reducerer kulstofinput til jorden, og et øget tørringsbehov af vårbyg, hvilket øger CO₂ udledningerne. Samlet set en negativ klimaeffekt.

Sædskiye 8 – Planteavl med hestebønner:

Udledning øges med hhv. 39 og 46 kg CO₂-ækv/ha/år på JB2 og JB6

Uden kulstofbalance: udledning øges med hhv. 21 og 23 kg CO₂-ækv/ha/år på JB2 og JB6

I 0-scenariet i sædskiye 8 er forventet udbytte nedjusteret i vinterbyg, vinterhvede og vårbyg, hvilket giver en reduktion i kulstofinput til jorden og dermed en påvirkning af kulstofbalancen. Der er også et øget tørringsbehov og behov for flere harvninger i flere afgrøder, som samlet set giver et øget forbrug af el og brændstof i sædskiyet.

Samlet set en negativ klimaeffekt.

Sædskiye 9 – Pløjefri planteproduktion som omlægges til Planteavl med maltbyg (Sædskiye 1):

Udledning øges med hhv. 187 og 213 kg CO₂-ækv/ha/år på JB2 og JB6

Uden kulstofbalance: udledning øges med hhv. 24 og 22 kg CO₂-ækv/ha/år på JB2 og JB6

I dette sædskiye opgives pløjefri dyrkning og der omlægges til sædskiye 1 "Planteavl med maltbyg" med pløjning, hvor flere afgrøder udskiftes. Den ændrede jordbearbejdning er i denne rapport ikke tilagt en effekt på kulstofbalancen, da der endnu ikke forefindes entydig dokumentation for effekten under danske forhold. Beregningerne i denne rapport er baseret på beregningsmetoderne i DCE's nationale årlige opgørelse over udledning af klimagasser [3], hvor der ikke indregnes en effekt af jordbearbejdning.

Vårhavre og det sidste år med vinterhvede, som er i NU-scenariet, udgår i 0-scenariet ved at arealet med maltbyg, vinterraps og første- samt andetårs vinterhvede øges, samtidig med at der tilføjes et mindre areal med hestebønne. Tilføjelse af hestebønne i sædskiftet giver, som tidligere beskrevet, en markant reduktion i gødningsforbrug og den dertilhørende lattergasemission. Arealet med hestebønne er dog relativt lille og den positive klimaeffekt af hestebønne overdøves af et øget areal med de øvrige afgrøder. Brændstofforbruget øges markant i flere afgrøder, da der i dette sædskifte skiftes fra pløjefri dyrkning til en dyrkningspraksis med pløjning samtidig med et behov for flere harvninger i flere afgrøder. Forventet udbytte nedjusteres i flere afgrøder og der er et øget behov for tørring i vinterhvede. Samlet set øges udledningen af klimagasser betragteligt.

Sædskifte 10 – Pløjefri svinebrug omlægges til svinebrug med pløjning (Sædskifte 4):

Udledning øges med 328 og 353 kg CO₂-ækv/ha/år på JB2 og JB6

Uden kulstofbalance: udledning reduceres med 32 og 78 kg CO₂-ækv/ha/år på JB2 og JB6

I dette sædskifte opgives pløjefri dyrkning, ligesom ved sædskifte 9, ved en omlægning til sædskifte 4 "Svinebrug", hvorved arealet med vårbyg øges, mens vinterhvede reduceres. Dette har, som tidligere omtalt, en negativ klimaeffekt grundet en reduktion i kulstofinput til jorden, idet der opbygges mindre biomasse i vårbyg i forhold til vinterhvede. Derudover bortfalder mellemafgrøden, som var placeret mellem andet- og tredjeårs hveden, samt en reduktion i forventet udbytte i alle afgrøder, hvilket medfører en yderligere reduktion af kulstofinputtet til jorden.

Der er, ligesom i sædskifte 9, et øget brændstofforbrug i alle afgrøder, samt øget behov for tørring i nogle afgrøder. Alt i alt en betragtelig negativ klimaeffekt ved et forbud mod glyphosat.

Referencer

- [1] Petersen, P.H.; Krog, J.; Fabricius, C.; Jensen, J.E. (2019): Omkostninger ved udfasning af glyphosat i dansk landbrug, SEGES Innovation, LandbrugsInfo
- [2] Aftale om grøn omstilling af dansk landbrug (2021)
- [3] Nielsen, O.-K.; Plejdrup, M.S.; Winther, M.; Nielsen, M.; Gyldenkærne, S.; Mikkelsen, M.H.; Albrektsen, R.; Thomsen, M.; Hjelgaard, K.; Fauser, P.; Bruun, H.G.; Johannsen, V.K.; Nord-Larsen, T.; Vesterdal, L.; Stupak, I.; Scott-Bentsen, N.; Rasmussen, E.; Petersen, S.B.; Baunbæk, L.; & Hansen, M.G. (2022): Denmark's National Inventory Report 2022. Emission Inventories 1990-2020. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt center for Miljø og Energi, Scientific Report No. 494

Appendiks

Bilag 1

Der er ved beregning af udledning af klimagasser benyttet nedenstående forbehold og antagelser.

Fordeling mellem afgrøder:

- Afgrøderne indgår med deres vægtede areal i klimaberegningerne, hvilket giver en vægtet beregning af hver afgrødes klimaeffekt i scenarierne.
- Der er udregnet en samlet klimaeffekt for hvert sædskiftescenarie, hvorefter forskellen mellem NU og 0-scenarierne er beregnet.

Ompløjningsfrekvens:

- Der er regnet med ompløjning/omlægning efter hver afgrøde, dvs. 1 år for alle afgrøder, bortset fra græsmarker, som ligger i 2 år. Dette benyttes til beregning af lattergasfrigivelse fra afgrøderester.
- "Ompløjningsfrekvens" har ingen indflydelse på brændstofforbrug og der indregnes ingen effekt af ompløjning på kulstoflagring.

Halmedmuldning:

- Der er regnet med at halm/afgrøderest efterlades i marken (bjerges ikke) i alle scenarier.

Kulstofbalance:

- Kulstofbalancen beregnes ud fra en standardberegningss metode, hvor kulstofinput i den enkelte mark sammenlignes med det gennemsnitlige kulstofinput i danske marker. Hvis kulstofinputtet er lavere end gennemsnittet resulterer det i en frigivelse af kulstof i form af CO₂ og hvis kulstofinputtet er større end gennemsnittet lagres kulstof i marken.
- Kulstoflagringen i den enkelte afgrøde er beregnet ud fra normtal for udbytte, samt typetal for forholdet mellem udbytte og overjordisk biomasse, fordeling mellem overjordisk- og underjordisk biomasse og halmfraktion for de enkelte afgrøder.
- Derudover benyttes et typetal for kulstoflagring, hvor 9,7% af kulstofindholdet i afgrøderesterne lagres i jorden.
- Der er ikke indregnet en effekt af pløjefri dyrkning, idet der endnu ikke forefindes entydige resultater under danske forhold. Beregningerne i denne rapport bygger på beregningssmetoderne i DCE's årlige nationale opgørelse over udledning af klimagasser, hvor der ikke er indregnet en effekt af ændret jordbearbejdning.

Udbytte

- Der er benyttet normudbytter, baseret på jordbundstype, for alle afgrøder. Normudbyttet er justeret med en %-del i de afgrøder, hvor der er angivet reduktioner i udbytterne i 0-scenarierne.

Efterafgrøde:

- Der benyttes standardtal for efterafgrøde og der skelnes ikke mellem typen af efterafgrøde (afgrøderest, kulstoflagring, forfrugtsværdi m.v.).

Udlæg:

- Udlæg er i udlægsåret beregnet som efterafgrøder, hvor følgende er udeladt fra standardberegningen for efterafgrøder: 1) Brændstof til såning, da udlæg i de pågældende sædskifter sås samtidig med hovedafgrøde; 2) Udsæd, da udsæd er angivet under afgrøden det efterfølgende år; 3) Lattergasfrigivelse fra afgrøderester, da afgrøden ikke nedmuldes om efteråret.
- Beregninger for efterafgrøder, som bibeholdes: Reduceret kvælstofudvaskning.

- Gødningstildeling: I praksis vil en andel af gødningen (jf. gødningsnormen) placeres i udlægsåret og gødningstildelingen vil reduceres i 2. vækstår med en tilsvarende andel. Samlet set er gødningstildelingen 2 x gødningsnorm og i beregningerne er der placeres 1 x gødningsnorm i både 1. og 2. vækstår. Det har ingen indflydelse på beregningerne hvilket år gødningen placeres.

Mellemafgrøde:

- Mellemafgrøde (hvede) i scenarie 10 er beregnet som efterafgrøde.

Maltbyg:

- I beregningerne er benyttet standardtal for vårbyg, da der ikke findes specifikke tal for maltbyg. Den mængde gødning, som landmanden ikke benytter i maltbyg forventes at blive brugt i andre afgrøder.

”Tidlig sået”:

- Såningstidspunkt har minimal/ingen indflydelse på udledninger af klimagasser. Der ses derfor bort fra denne information i beregningen af klimaeffekten.
- Effekten af såtidspunkt på udbyttet er indregnet via en %-vis reduktion af udbyttet.

Produktion af udsæd og gødning:

- Der er beregnet klimaaftryk fra produktion af udsæd for afgrøde, samt efterafgrøde (der differentieres ikke mellem typer af efterafgrøder).
- Der er beregnet klimaaftryk fra produktion af N, P og K gødning.
- Det antages, at der udelukkende benyttes handelsgødning i alle scenarier. Der er ingen forskel i gødningstildeling mellem NU og 0-scenarier og det har derfor ingen indflydelse på den beregnede klimaeffekt af et glyphosat-forbud.

Gødning:

- Kvælstofgødningsmængde er baseret på normtal.
- Beregning af ammoniakfordampning og nitratudvaskning og dertilhørende lattergasemission er baseret på standardtal (IPCC).
- Forfrugtsværdi for en given afgrøde (og evt. efterafgrøde) trækkes fra afgrødens egen gødningsnorm. I praksis er det gødningsforbruget for næste års afgrøde, der reduceres via forfrugteffekten, men af beregningstekniske årsager trækkes forfrugtsværdien fra samme års afgrøde.
- Der er af beregningstekniske årsager beregnet udelukkende med handelsgødning i alle scenarier. I beregningen af udledning af lattergas ved gødningstildeling skelnes for nuværende ikke mellem husdyr- og handelsgødning og derfor gør det ingen forskel, at vi i beregningerne regner udelukkende med handelsgødning. Et glyphosat-forbud forventes ikke at medføre ændringer i anvendelsen af hhv. husdyr- og handelsgødning.

Jordbundstype:

- Der regnes på hhv. JB2 (sandjord) og JB6 (lerjord). I beregning af klimaeffekt har jordbundstypen indflydelse på brændstofforbrug ved markoperationer, gødningsnorm og normudbytter.

Vanding

- Elforbrug til vanding udelades fra beregningerne af klimaeffekten.
- Klimaeffekten af elforbrug ved vanding er beskeden og elforbruget til vanding vil alt andet lige være upåvirket af et forbud mod glyphosat. Der er i nogle af scenarierne ændring af afgrøder i NU og 0-scenarierne, men det vurderes, at afgrødeændringerne ikke vil give anledning til en betydelig ændring i elforbruget.

Tørring:

- Der er beregnet emission fra el og brændstof benyttet til tørring ud fra betragtninger om energibehov til blæser og opvarmning af luft.
- Emission fra øget behov for nedtørring er beregnet ud fra standardtal for tørstoffraktion og oplysninger om øget tørringsbehov i %. Der er dermed ikke beregnet ikke total emission fra tørring af afgrøder, men kun beregnet den ekstra emission som kommer fra forskellen i tørringsbehovet.

Brændstofforbrug:

- Der er i NU-scenarierne benyttet gennemsnitligt/standard brændstofforbrug for hver afgrøde, beregnet af Henning Sjørslev Lyngvig, SEGES Innovation. Markoperationer for hver afgrøde kan ses i budgetkalkulen på Farmtal.dk.
- I scenarierne med pløjefri dyrkning (scenarie 9 og 10) er pløjning fjernet og der er tilføjet en ekstra sprøjtekørsel i forhold til standardbrændstofforbrug (beskrevet ovenfor).
- For 0-scenarierne er beregnet ekstra brændstofforbrug til mekanisk ukrudtsbekæmpelse som alternativ til benyttelse af glyphosat, samt ændringer i antal sprøjtekørsler.
- Ved tilføjelse af nye afgrøder i 0-scenariet er ligeledes benyttet gennemsnitligt/standard brændstofforbrug, som er justeret i forhold til ekstra brændstofforbrug til mekanisk ukrudtsbekæmpelse i fravær af glyphosat, samt ændringer i antal sprøjtekørsler.

Pesticidforbrug:

- Der er beregnet en ændring i samlet forbrug af aktivt stof for hele sædskiftet fra NU til 0-scenariet, som er omregnet til et gennemsnit pr. ha. Ændringen i forbrug af kg aktivt stof pr ha er tilføjet alle afgrøder i 0-scenarie sædskiftet.
- Der er beregnet klimaeffekt af produktion af pesticider (samt forbrug af brændstof til sprøjtekørsler).
- Brug af pesticider har ingen klimaeffekt på biologiske processer i marken.

Nitrifikationshæmmer:

- Der regnes ikke med brug af nitrifikationshæmmer.

Kalk:

- Der regnes med kalkning i alle marker i alle scenarier. Der benyttes standardtal. Glyphosatforbud forventes ikke at medføre ændringer i kalkning.

