

Notat

Klimavenlig produktion af bælgssæd i Danmark til human konsum	Ansvarlig	atch
	Oprettet	15-12-2022
	Side	1 af 10
Projekt: 8508, KlimaMad		

Klimavenlig produktion af bælgssæd i Danmark

Afgrøder som ærter, hestebønner og lupiner udmærker sig ved at have et højt proteinindhold, og er afgrøder der er tilpasset dyrkning under danske forhold. Derfor er det relevant at styrke en udvikling, hvor disse forædles, dyrkes og anvendes til fødevarer, hvor de traditionelt set har været anvendt til foder. Derudover forventes en øget efterspørgsel efter linser og kikærter, der er en væsentlig proteinkilde i mange plantebaserede retter. Disse afgrøder har hidtil næsten ikke været dyrket under danske dyrkningsbetingelser. Ved at øge produktionen af bælgssæd i Danmark til humant konsum, vil det kunne reducere klimaaftrykket fra dyrkningen, da bælgssæd som bekendt ikke skal bruge kvælstofgødning. Dette vil give en reduktion i lattergasudledningen fra dansk landbrug.

I dette projekt, "Klimavenlige, lokalt producerede plante proteiner som forbrugernes foretrukne mad (KlimaMad)", er der gennemført forsøg med forskellige arter af bælgssæd, både under økologiske og konventionelle dyrkningsbetingelser. I dette notat er der opstartet en LCA-scoping, hvor metodebeskrivelsen for en komplet LCA-analyse er begyndt, med definition af funktionel enhed, systemafgrænsning og miljøpåvirkningskategorier, for at kunne beregne klimaaftrykket og miljøpåvirkningen fra produktionen af plante proteiner fra dansk produceret bælgssæd. Da projektet ikke har opnået støtte i de kommende år, er resultaterne fra markforsøgene desuden benyttet til at beregne klimaaftrykket fra 5 forskellige arter af bælgssæd: ærter, hestebønner, lupiner, linser og kikærter. På baggrund af AP 1-3 er der opstillet relevante scenarier for kommerciel produktion af bælgplanter i Danmark, og der er gennemført en livscyklusanalyse-lignende klimaberegning, hvor faktiske dyrkningsbetingelser og faktiske udbytter tages i betragtning.

LCA-Scoping

Det overordnede formål med projektet er at reducere klimaaftrykket ved at øge produktionen af plante protein, som kan efterkomme en stigende efterspørgsel efter lokalt producerede planter og plante protein til humant konsum. For at kunne dokumentere klimaaftryk og miljøpåvirkning fra produktionen af bælgssæd, er det nødvendigt at gennemføre en LCA-analyse. I dette notat er metodebeskrivelsen opstartet, men der påhviler stadig et stykke arbejde for at få LCA-metoden helt på plads, hvis man skulle gennemføre en LCA-analyse på produktionen af bælgssæd.

Formål

At evaluere miljøpåvirkningen og klimaaftrykket via en Livscyklus analyse (LCA) af konventionel og økologisk produktion af hhv. ærter, hestebønner, lupiner, linser og kikærter.

Goal and Scope

Den forventede funktionelle enhed er produktionen af 1 kg hhv. ærter, hestebønner, lupiner, linser og kikærter.

LCA-metoden vil være en attributionel LCA, som generelt baseres på metoden omhandlende "Product Environmental Footprint (PEF)" fra EU kommissionen (2021), med nogle tilpasninger. Multifunktionalitet forventes at blive løst ved allokering efter principperne i PEF metoden.

Denne LCA bruges til at identificere hot-spots i produktionen, altså hvor de største emissioner kommer fra. Resultaterne fra et sådant studie kan ikke bruges til varedeklarerer, da dette vil være et studie baseret på forsøg, med begrænsninger i det indsamlede data der kun repræsenterer ganske få forsøg.

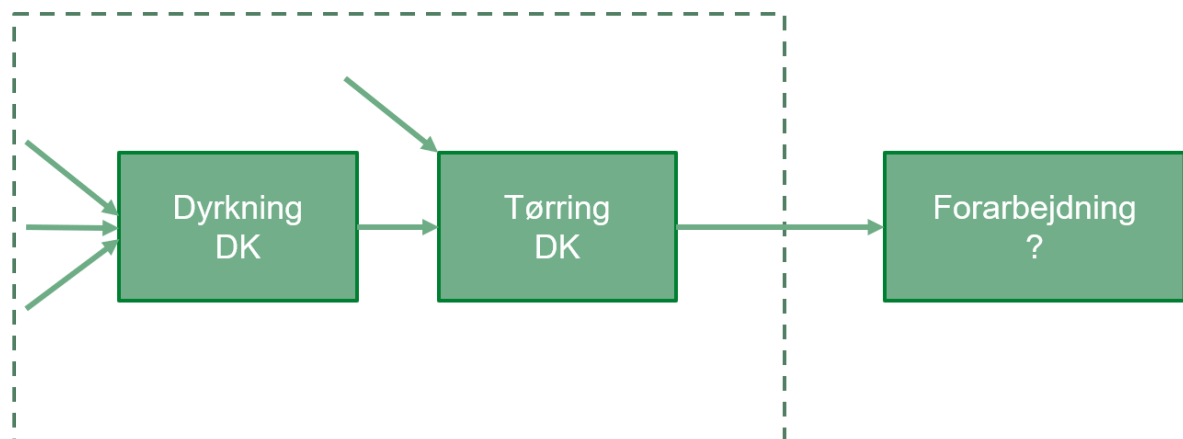
Systemafgrænsningen (figur 1) inkluderer i første omgang kun produktionen af bælgsgæden i marken til og med tørring. Produktionen af hjælpestoffer brugt i dyrkningen så som gødning, diesel, elektricitet, mm. inkluderes så vidt muligt (det afhænger af tilgængeligheden af data i LCA-databaser). Baseret på systemafgrænsningen kan denne LCA beskrives som en "cradle to gate", hvor "gate" repræsenterer bælgsgæden når den forlader siloen – dvs. det inkluderer evt. tørring. Yderligere forarbejdning af bælgsgæden til humant konsum, såvel som supermarked og forbruger trin i værdikæden, er ikke inkluderet i systemafgrænsningen.

Det geografiske scope er Danmark. Det drejer sig om dansk lokalt produceret bælgsgæd. Det tidlige scope er nutiden, da så nye data som muligt bedst repræsenterer den nuværende produktionsform.

Impact-analysen vil fokusere på få udvalgte impact-kategorier så som klimaaftryk, "land use", eutrofiering og økotoxikologi. Dette vil fange de store udsving og forskelle der kan være i produktionen af konventionel og økologisk bælgsgæd.

Data

Aktivitetsdata der beskriver dyrkningen vil basere sig primært på danske gennemsnit ved at benytte kilder som MarkOnline, Danmarks Statistik og FAOstat (Danmarks Statistik, 2022; SEGES Innovation P/S, 2022; The Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2022). Alternativt kan der benyttes data fra de opnåede resultater i projektet, hvis dette findes tilstrækkeligt.



Figur 1. Skematisk tegning af systemafgrænsningen, hvilket er det der er inden for den stiplede firkant. Det inkluderer dyrkning og tørring. Input af hjælpestoffer og energi (gødning, transport, vand og elektricitet) er repræsenteret ved pilene der fører til processerne.

Klimaaftryk for produktion af bælgssæd i Danmark

Der er her beregnet klimaaftrykket for produktionen af 1 ha. hhv. ærter, hestebønner, lupiner, linser og kikærter produceret konventionelt og økologisk. Klimaberegningerne er ligeledes lavet på produktniveau for produktionen af 1 kg produkt. Klimaberegningerne er baseret på forsøgsresultater samt skøn omkring udbytter. Der er derfor regnet på både et gennemsnitsudbytte, men også et forventet minimum og maksimum udbytte.

Emissionskilder – beregninger

Ved produktionen af bælgssæd er der flere forskellige kilder til drivhusgasemissioner. Herunder er beskrevet hvilke emissionskilder der er medtaget i beregningerne.

Direkte emission af lattergas fra kvælstofgødning: Der tilføres ikke kvælstofgødning til bælgssæd og der er derfor ikke nogen lattergasudledning forbundet med kvælstoftilførsel.

Produktionen af handelsgødning: Der er emissioner forbundet med at producere handelsgødning. Når der gødes med en handelsgødning antages emissionen at være 3,6 kg CO₂e/kgN for P, mens der antages en værdi på 0,7 kg CO₂e/kgN for K (EU standard values).

Afgrøderest: Efter høst vil der stadig være afgrøderester tilbage i marken i form af rod, stub, evt. halm mm. Afgrøderesterne indeholder kvælstof, hvilket giver anledning til en udledning af lattergas når kvælstoffet omdannes af bakterier i jorden. Lattergasemissionen fra afgrøderester er en direkte emission fra markfladen, hvorfor der benyttes emissionsfaktorer fra IPCC (0,01 kg N₂O-N / kg N tilført).

Udvaskning: Når kvælstof udvaskes, regnes også med at en del af det udvaskede kvælstof udledes som lattergas. I dette tilfælde er der regnet med et afgrøde specifikt standardtal for udvaskning i bælgssæd på 63 kg N/ha. Emissionsfaktoren for lattergas fra udvaskning er 0,75%.

Pesticider: Ved beregning af emissionen forbundet med produktionen af pesticider er der skønnet hvilke sprøjtemidler der benyttes i de forskellige afgrøder i den konventionelle produktion, samt mængden af sprøjtemidler. Der er herudfra beregnet hvor meget aktivt stof der er tilført marken, hvorefter klimaaftrykket fra pesticiderne kan beregnes vha. en emissionsfaktor på 5,27 kg CO₂e / kg aktivt stof. Sprøjtemængderne ses her:

Ærter: Ukrudt: 1 l Stomp CS og 0,9 l Fighter 480 delt i to sprøjtninger, Svampe Ingen behandling, skadedyr 1 behandling med 0,2 l Lamdex

Hestebønner: Ukrudt: 0,75 l Fenix + 1,25 l Roundup Bio, Svampe: 1 behandling med: 0,25 l Pictor Active og 0,3 l Orius Max 200 EW. Skadedyr: 0,1 l Lamdex og 0,15 l Mavrik

Lupin: Ukrudt: 1,5-2 l Roundup Bio, Svampe: Ingen behandling Skadedyr Ingen behandling

Linser: Ukrudt: 1,5-2 l Roundup Bio, Svampe: Ingen behandling Skadedyr Ingen behandling

Kikærter: Ukrudt: 1,5-2 l Roundup Bio, Svampe: Ingen behandling Skadedyr Ingen behandling

Kalk: Brugen af kalk er kilde til en emission af CO₂, da kalk indeholder kulstof. Ved beregning af emissionen forbundet med kalkning benyttes et standardtal på 170 kg CaCO₃/ha hvilket giver en emission på 75 kg CO₂e/ha.

Brændstof: Ved afbrænding af brændstof til markoperationer udledes CO₂. For beregning af klimaaftrykket fra brændstofforbruget benyttes antallet af forventede markoperationer og et standardtal for brændstofforbruget pr hektar pr markoperation. Antal forventede markoperationer, samt det samlede brændstofforbrug kan ses i tabel 1 og 2.

Kulstofbalance: Det der påvirker kulstofbalancen på marken ved dyrkning, er brugen af organiske gødninger, udbyttet, og om halmen bjærges eller efterlades i marken. Jo større tilførsel af kulstof til jorden, jo større kulstoflagring og hermed positiv indvirkning på kulstofbalancen. I denne beregning er C-TOOL modellen benyttet til at beregne kulstofinputtet til marken fra afgrøderester.

Tørring: Emissionen forbundet med tørring af afgrøderne, er beregnet på baggrund af et antaget tørringsbehov, tørstofindhold i afgrøden, et antaget energiforbrug pr %-point og en emissionsfaktor pr kWh på 0,0128 kg CO₂e og på 3,38 kg CO₂e/l diesel. Tørring er beregnet som et "worst case scenario" hvor der er antaget en højt tørringsbehov, som anses som det værst tænkelige scenarie.

Strategier

Klimaaftryk er beregnet for de 5 afgrøder ærter, hestebønner, lupiner, linser og kikærter for dyrkning under både konventionelle og økologiske betingelser. I tabel 1 er angivet det data som er brugt til beregning af klimaaftryk for konventionel produktion af bælgssæd, mens data for økologisk produktion er angivet i tabel 2. Klimaberegninger er som udgangspunkt lavet og præsenteret på gennemsnitsudbytter, men beregningerne er også udført på minimum og maksimum udbytter, hvilket kan findes i Bilag 1 (konventionel produktion) og bilag 2 (økologisk produktion).

Tabel 1: Data benyttet til beregning af klimaaftryk fra produktionen af ærter, hestebønner, lupiner, linser og kikærter for konventionel produktion.

	Ærter	Hestebønner	Lupiner	Linser	Kikærter
Markoperationer – brændstofforbrug					
Pløjning	1	1	1	1	1
Såbedsharvning	1	2	1	1	1
Såning	1	1	1	1	1
Ukrudtsstrigling	0	0	2	2	2
Gødningsudbringning	1	1	1	1	1
Sprøjtning	3	3	1	1	1
Mejetærskning	1	1	1	1	1
Brændstofforbrug (l)	70,7	76,6	72,3	72,3	72,3
Udbytter					
Minimum	25,0	25,0	15,0	7,0	12,5
Gennemsnit	38,5	42,5	27,5	12,5	20,0
Maximum	55,0	60,0	35,0	17,5	25,0
Gødningsforbrug					
Kvælstof	0	0	0	0	0
Fosfor	25	15	15	15	15
Kalium	50	40	40	40	40
Pesticider					
Kg Aktiv stof	0,89	1,10	0,72	0,72	0,72
Tørring					
% tørring (max)	4	11	11	6	11

Tabel 2: Data benyttet til beregning af klimaaftryk fra produktionen af ærter, hestebønner, lupiner, linser og kikærter for økologisk produktion.

	Ærter	Hestebønner	Lupiner	Linser	Kikærter
Markoperationer – brændstofforbrug					
Pløjning	1	1	1	1	1
Såbedsharvning	1	1	1	1	1
Såning	1	1	1	1	1
Blindharvning	1	2	1	1	1
Ukrudtsharvning	2	1	2	2	2
Gødningsudbringning	0	0	0	0	0
Sprøjtning	0	0	0	0	0
Mejetærskning	1	1	1	1	1
Brændstofforbrug (l)	69,5	69,5	69,5	69,5	69,5
Udbytter					
Minimum	20,0	20,0	15,0	7,0	12,5
Gennemsnit	35,0	40,0	27,5	12,5	20,0
Maximum	45,0	55,0	35,0	17,5	25,0
Gødningsforbrug					
Kvælstof	0	0	0	0	0
Fosfor	25	15	15	15	15
Kalium	50	40	40	40	40
Pesticider					
Kg Aktiv stof	0	0	0	0	0
Tørring					
% tørring	4	11	11	6	11

Klimaaftryk for 5 arter af bælg-sæd.

Klimaaftrykket er beregnet for både konventionel og økologisk produktion af 5 forskellige arter af bælg-sæd: ærter, hestebønner, lupiner, linser og kikærter. Resultaterne er vist i figur 2, hvor klimaaftrykket er beregnet pr hektar (øverst) og pr kg udbytte (nederst). Der er i dette tilfælde regnet med et forventet gennemsnitsudbytte for de 5 afgrøder under danske dyrkningsbetingelser. I Bilag 1 (konventionel) og Bilag 2 (økologisk) er der beregnet klimaaftryk for alle 5 afgrøder på baggrund af både et gennemsnitsudbytte, men også det forventede minimum- og maksimum-udbytte.

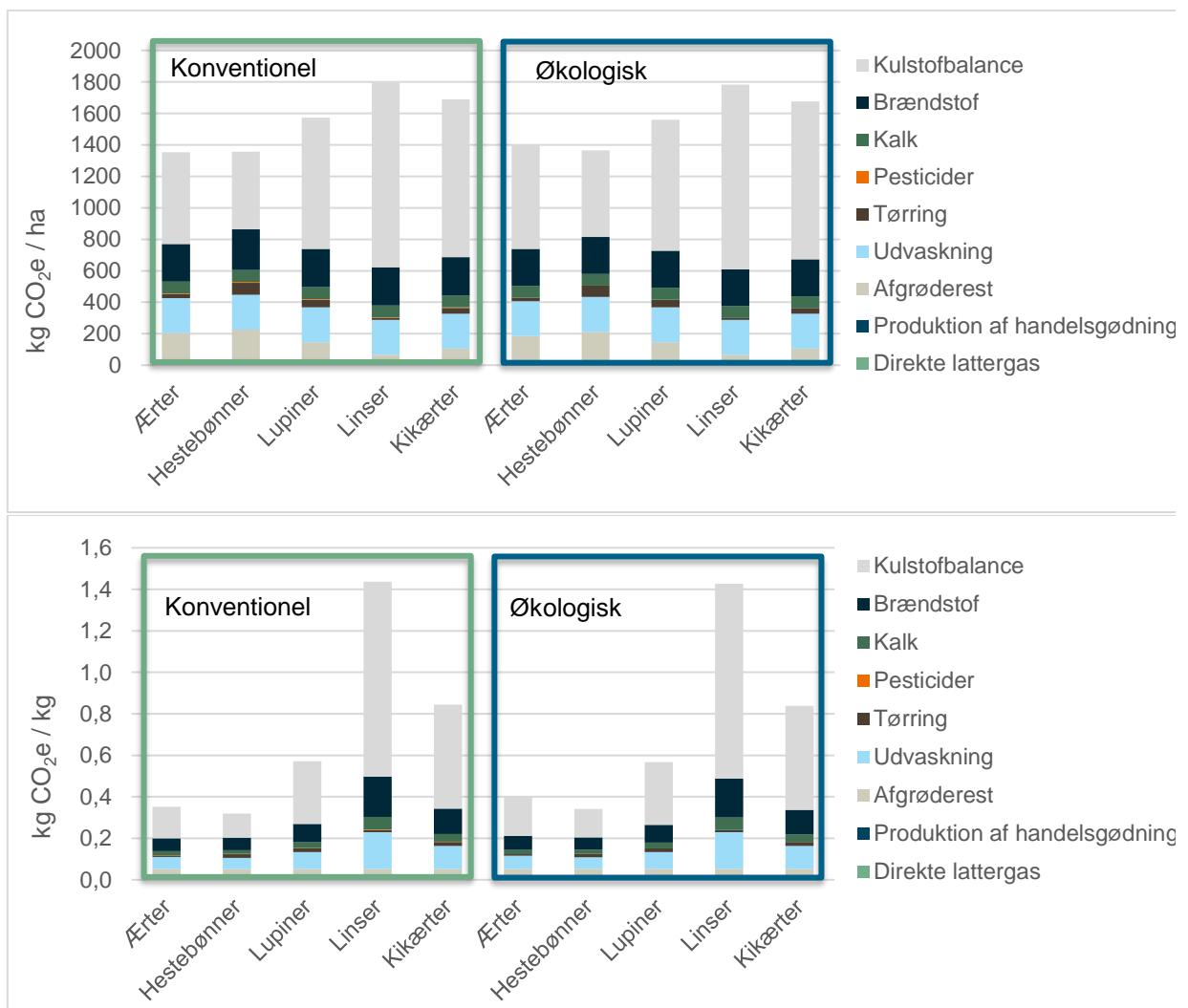
Hvis man kigger på klimaaftrykket per hektar, er der ikke stor forskel mellem økologisk og konventionel produktion. Det er der ikke, da afgrøderne ikke tildeles kvælstof-gødning, hvilket normal vis er den største post på en afgrødes klimaaftryk, og der typisk er betydende forskelle på tildelingen af kvælstof i afgrøderne mellem konventionel og økologisk produktion. Desuden regnes der i de fleste tilfælde med lignende udbytter mellem økologisk og konventionel produktion, i mangel af bedre data. Her er der brug for flere forsøg, for at bestemme mere præcise udbytte tendenser for de to produktionsformer.

Kigger man på afgrøderne imellem ses det højeste klimaaftryk for linserne, hvis kulstofbalancen i marken medregnes. Det laveste klimaaftryk ses for hestebønner. Dette ses da der er store forskelle i udbytter mellem de forskellige afgrøder. Afgrøder med et højt udbytte, tilfører også marken meget kulstof i form af afgrøderester, som har potentialet for kulstoflagring, hvorfor kulstofbalancen (udledning af CO₂) er mindst i afgrøder med et højt udbytte. Det højeste udbytte i disse forsøg er i hestebønnerne, det laveste udbytte i linserne, hvorfor det højeste klimaaftryk ses i netop linserne, mens det laveste klimaaftryk ses i hestebønnerne. Medtager man ikke kulstofbalancen i klimaberegnin-gen, ser billedet lidt anderledes ud. Så er det i stedet linserne der har det laveste klimaaftryk, mens hestebønnerne har det højeste

klimaaftryk. Det er igen forskellen i udbyttet der spiller ind her. Jo højere udbyttet er, jo flere afgrøderester vil efterlades i marken og jo mere kvælstof tilføres marken. Højere tilførsel af kvælstof til marken bevirker en højere direkte lattergasudledning som følge af øget mængde af afgrøderester.

Generelt set er kulstofbalancen (udledningen af CO₂) den største kilde til afgrødernes klimaaftryk, såfremt den medregnes. Medtages kulstofbalancen ikke i klimaberegningerne, er det i stedet udvaskning og brændstof der er de største emissionskilder ved produktionen af bælgssæd.

Ser man på klimaaftrykket for produktionen af bælgssæd beregnet pr produceret kg, er det linserne der har det højeste klimaaftryk, mens hestebønnerne har det laveste klimaaftryk. Dette billede ses igen på grund af de store forskelle der er i udbytte. Generelt set er det udbyttet der bestemmer klimaaftrykket. Udvasningen antages at være den samme, brændstofforbruget er stort set ens i de forskellige afgrøder, tørring er generelt set ikke den store post i et klimaregnskab (selvom der i dette tilfælde regnes med worst case), og det samme er pesticider, som kun udgør en meget lille del af afgrødernes klimaaftryk (kun for konventionel produktion).



Figur 2. Det beregnede klimaaftryk for konventionel og økologisk produktion af ærter, hestebønner, lupiner, linser og kikærter. Klimaaftrykket er beregnet pr hektar (øverst) og pr produceret kg udbytte (nederst).

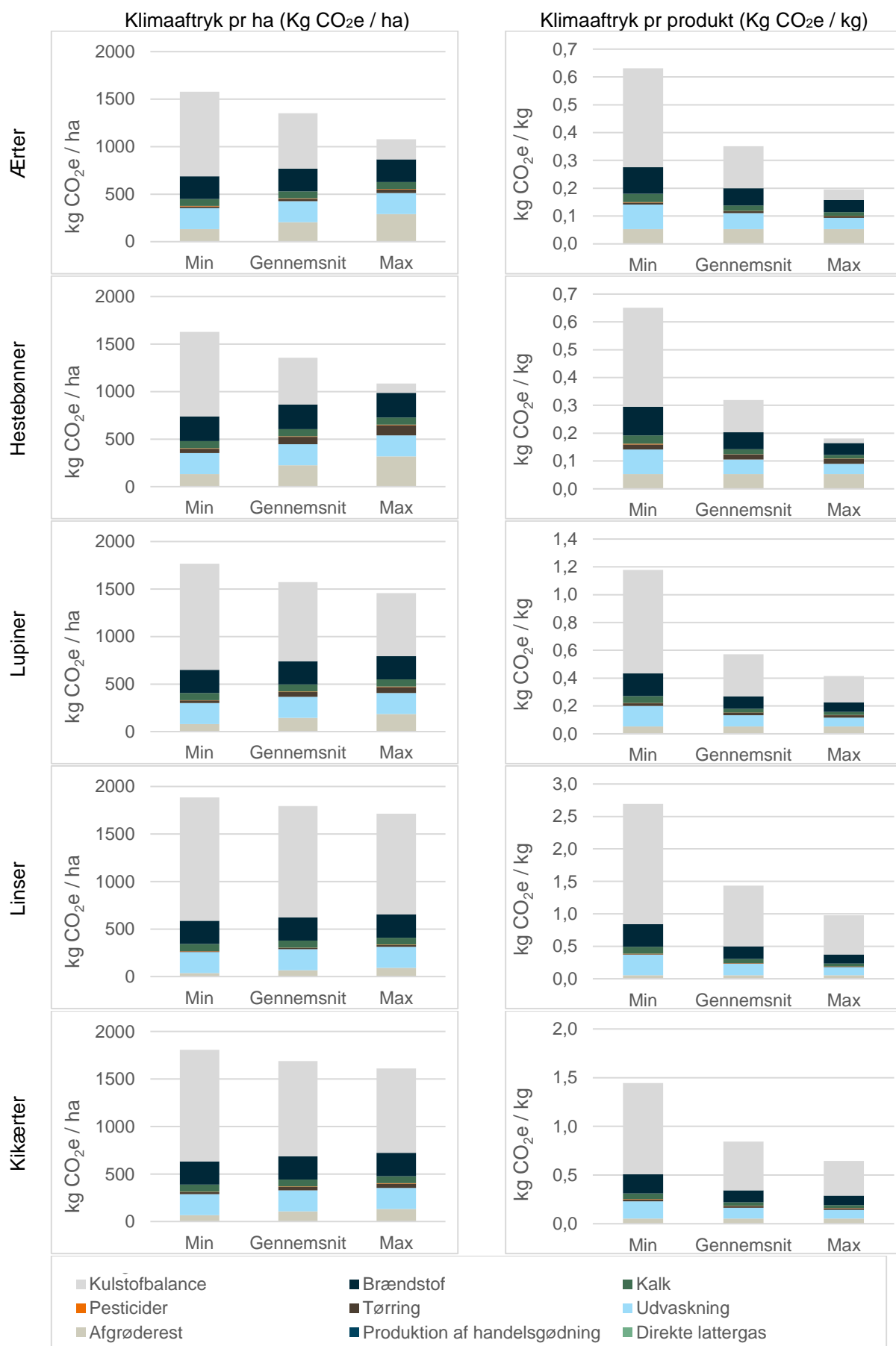
Usikkerheder ved beregningerne

Ved beregning af kulstofbalancen, skal der benyttes faktorer til at beregne kulstofinputtet til marken. På nuværende tidspunkt findes der kun én faktor for bælgsgød generelt, og altså ikke for hver enkelt afgrøde. Det er derfor muligt at der er en forskel mellem de forskellige arter af bælgsgød, som beregningerne ikke opfanger. Det er noget der skal kigges ind i fremover.

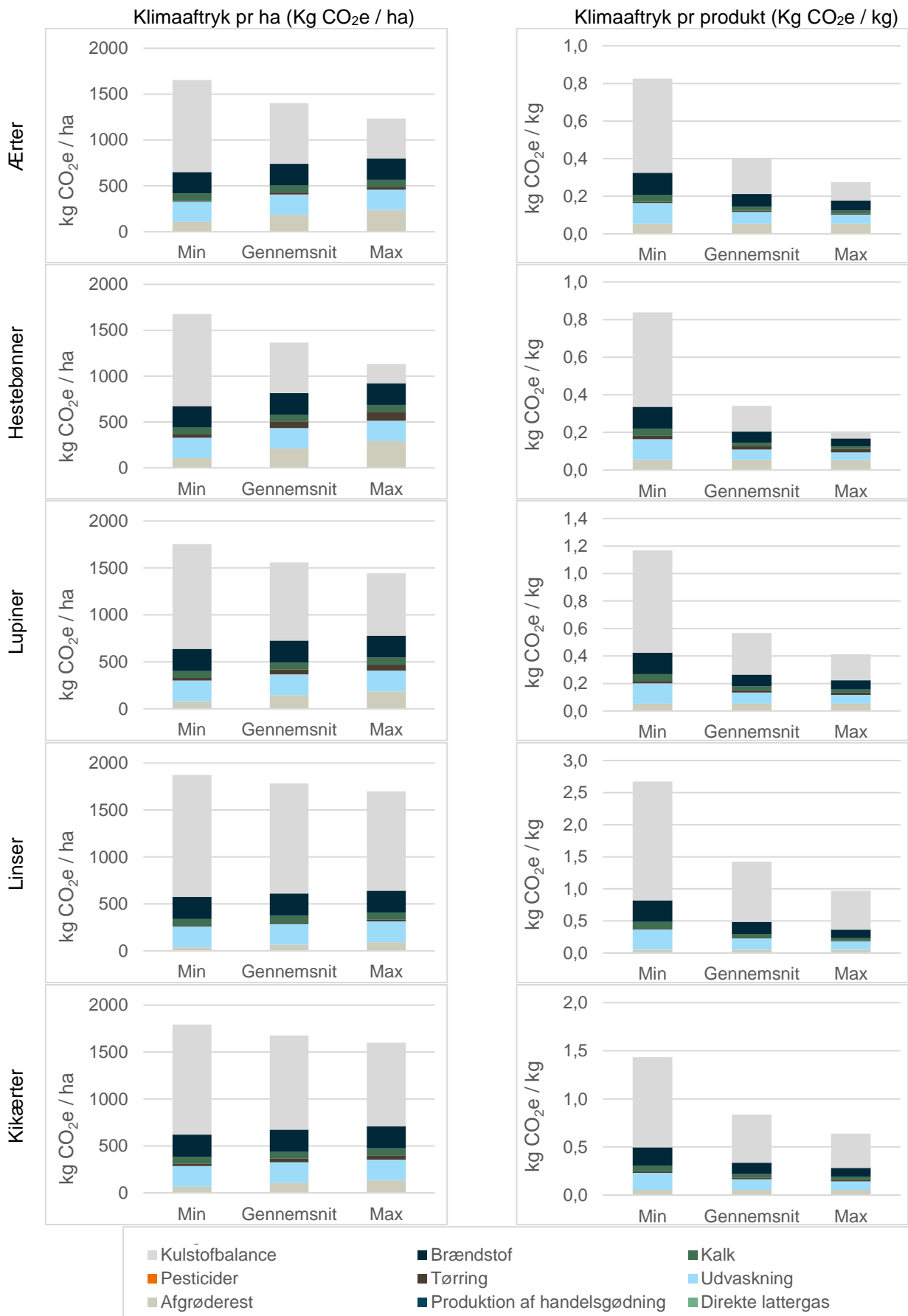
Ligeledes skal der laves flere markforsøg for at fastslå udbytte niveauet i dansk produceret bælgsgød, for at opnå de mest præcise klimaberegninger.

Konklusioner

Generelt ses det at hestebønner har det laveste klimaaftryk pr hektar, mens linser har det højeste klimaaftryk, når kulstofbalancen medtages i beregningerne. Billedet er det samme når klimaberegningerne laves pr produceret kg. Der er dog brug for at se nærmere på de faktorer der anvendes til beregningerne, for at kunne lave mere præcise klimaberegninger. Medtages kulstofbalancen ikke, er det i stedet omvendt – hestebønner har det højeste klimaaftryk, mens linser har det laveste når klimaaftrykket beregnes pr hektar.



Bilag 1. Beregnede klimaaftryk for 5 forskellige arter af bælg­sæd, ærter, hestebønner, lupiner, linser og kikærter dyrket under konventionelle betingelser. Klimaaftrykket er angivet både pr ha (til venstre) samt på produktniveau (til højre). Klimaaftrykket er beregnet for 3 forskellige udbyttene­veauer.



Bilag 2. Beregnede klimaaftryk for 5 forskellige arter af bælgssæd, ærter, hestebønner, lupiner, linser og kikærter dyrket under økologiske betingelser. Klimaaftrykket er angivet både pr ha (til venstre) samt på produkt-niveau (til højre). Klimaaftrykket er beregnet for 3 forskellige udbytteneiveauer.

Referecer:

Danmarks Statistik, 2022. Statistikbanken [WWW Document]. URL www.statbank.dk

SEGES Innovation P/S, 2022. MarkOnline [WWW Document]. URL <https://www.seges.dk/software/plante/mark-online> (accessed 9.29.22).

The Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2022. FAOstat [WWW Document]. URL <https://www.fao.org/faostat/en/#data> (accessed 12.7.22).