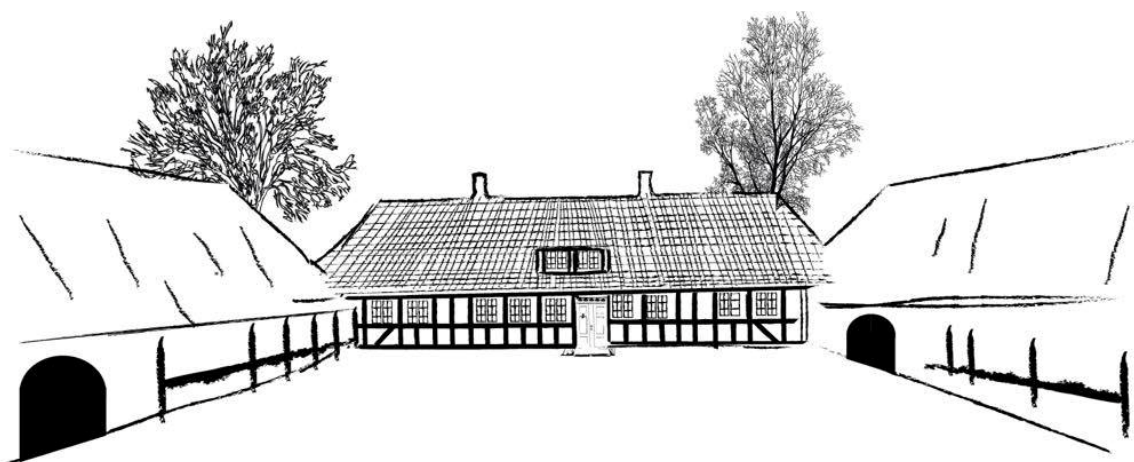


Klimaregnskab



 **STÅLBÆKGÅRD**

Stålbækgård

09/10-2020

Indhold

Carbon footprint.....	2
Skovlandbrug.....	4
LCA.....	4
Afgræsning og framework.....	6
Perspektiver til yderligere tiltag for at reducere klimabelastningen på Stålbækgård	8
Mere fedtholdigt foder til køerne fx Bovaer eller tang	9
Zeolit.....	9
Biogas.....	9
Skov	9
Referencer	9

Carbon footprint

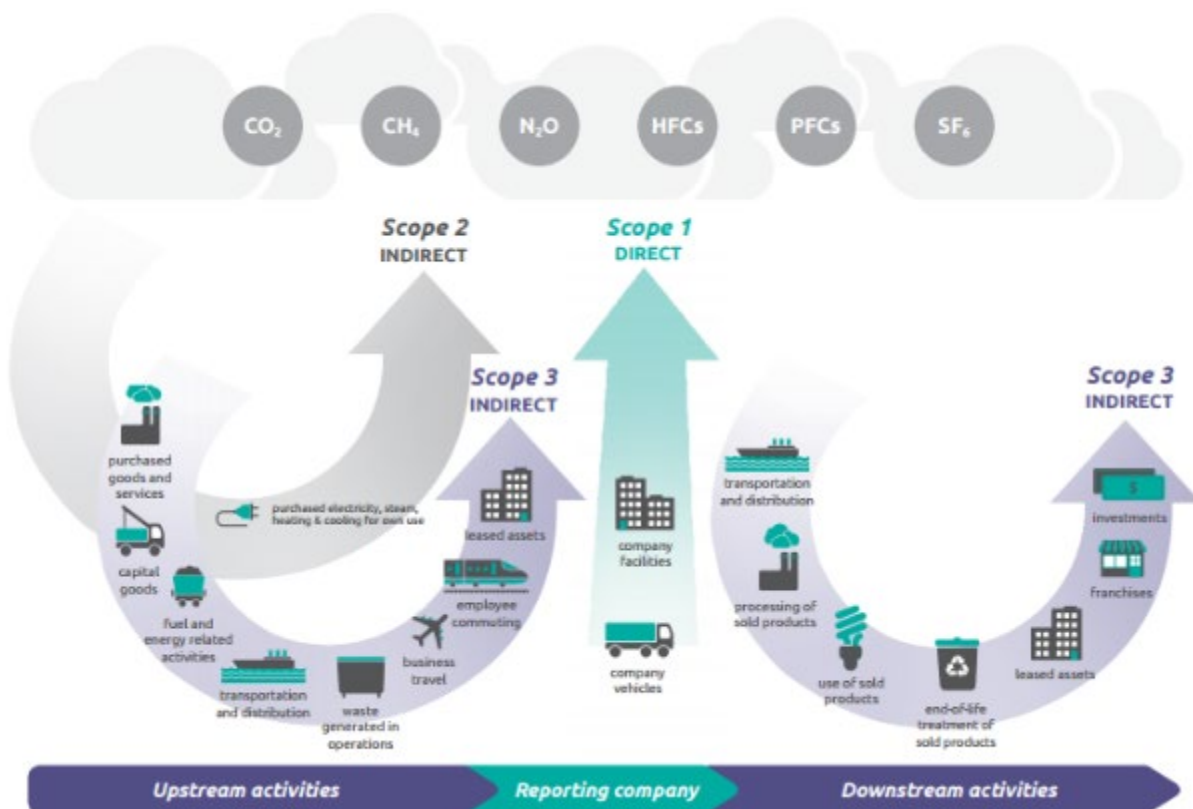
Primærproduktionen fra landbruget og fødevarernes klimapåvirkning er et højt aktuelt emne, der diskuteres både nationalt og internationalt. Landbrugsproduktionen medfører udledninger af lattergas (N₂O) og metan (CH₄) fra dyrene og dyrkning af jord, samt kuldioxid (CO₂) fra maskiner, som bidrager til den menneskeskabte drivhuseffekt. En metode til at udregne fødevares klimapåvirkning og sammenligne forskellige fødevarer på, er livscyklusvurdering (LCA). Der findes mange forskellige beregningsmetoder, så derfor findes der også mange forskellige tal i litteraturen for, hvad de enkelte varer udleder af drivhusgasser. Derudover diskuteres det ofte, om økologiske fødevarer belaster klimaet mere eller mindre end konventionelt producerede fødevarer. Nogle studier peger på at økologisk landbrug udleder flere drivhusgasser end konventionelt landbrug, fordi det har en lavere udbytte pr. hektar og derfor skal bruge mere jord for at opnå samme produktion som konventionelt jordbrug. Derimod er der andre studier der peger på at økologisk landbrug har lavere drivhusgasudledning end konventionelt per hektar. Der er dog diskussioner om sammenligningen af økologisk og konventionelt landbrug da der ikke blive taget højde for effekt på biodiversitet, jord og pesticider og antagelse om indirekte effekter. Derudover vil et øget forbrug af økologiske fødevarer uden ændrede kostvaner vil kræve et større landbrugsareal. Dog viser undersøgelser af efterspørgslen på kød, at forbrugere der er motiveret for at købe økologiske varer af miljømæssige og etiske årsager, sandsynligvis også køber færre animalske produkter (Concito. 2019.) (Van Der Werf, Knudsen & Cederberg. 2020.)

I forhold til at måle carbon footprint findes der en række internationale standarder for kortlægning af et givent firmas, produkts- eller person udslip. Blandt disse standarder findes Greenhouse Gas Protocol (GHG Protocol). I denne standard skelnes der mellem udslip og CO₂-udledningen opdeles i mindst tre grupperinger (Greenhouse gas protocol. 2016.):

Scope 1: Direkte udledninger fra virksomheden. (afbrænding af fx olie, gas og benzin)

Scope 2: Indirekte udledninger forårsaget af den energi man køber. (fx elektricitet og fjernvarme)

Scope 3: Øvrige indirekte udledninger, der kan være i forbindelse med de produkter og services man forbruger. (fx udledninger fra underleverandører)



Figur 1 <https://ghgprotocol.org/blog/you-too-can-master-value-chain-emissions>

Det er ikke nogen typer af udledninger der vægter mere end andre. Udledninger i scope 3 har lige så meget betydning som udledninger i scope 1.

Stålbækgård arbejder aktivt med nedbringelse af udledninger i alle 3 scopes. På stålbækgård arbejdes der aktivt med forbedringstiltag der sigter mod at have et så lavt aftryk på jordens ressourcer som muligt. Dette gøres bl.a. ved at udfase fossile brændstoffer på alle niveauer i organisationen. Investering i solceller der skal producere grøn strøm til gården og til bilerne. En cirkulær tankegang i alt hvad der skal gøres på gården og fokus på lokale råvarer og samarbejder og økologi. Derudover bliver der på gården arbejdet med forskellige veje til at opnå kulstofneutralitet. Dette ved at kompensere gennem kulstoflagring i jorden ved holistisk afgræsning og gennem plantning af træer.

I forbindelse med at kortlægge de forskellige emissioner i landbrugssektoren er det i følge ghg-protokollen vigtigt at skelne imellem emissioner fra mekaniske og ikke-mekaniske kilder. Dette er nødvendigt da landbruget er afhængigt af biologiske systemer, hvis emissioner eller optagelse af emissioner generelt sker gennem komplekse mekanismer end emissionerne fra det mekaniske udstyr der bruges på landbrugsjorden (Greenhouse gas protocol. 2016.).

Da der i akademiske kredse stadig er uenighed om hvordan man definerer CO2-neutralitet, er det nødvendigt med et projekt som dette, der kan stå som flagskib for økologiske minilandbrug, der gerne vil gøre en forskel for klimaet. Disse tiltag er tænkt ind i en lokal kontekst og med fokus på at gøre det ærligt og transparent.

Skovlandbrug

Skovlandbrug er et bredt begreb der dækker over kombinationen af landbrug/afgrøder og forskelligartede træer/buske med forskellige produktionsmål for øje. Effekterne af disse på økosystemtjenester varierer afhængig af jordbund, regionalt klima, træartsdiversitet, dyrkningsintensitet og management og en generalisering af effekter vil derfor dække over en ganske stor variation. Overordnet kan skovlandbrug, hvis det udformes og passes optimalt, have positive effekter på både miljø, klima og biodiversitet sammenlignet med "rene" landbrugsproduktioner, og samtidig kan der forventes en øget dyrevelfærd ved at kombinere skovlandbrug med husdyr på friland. Men det skal understreges, at effekterne afhænger af det konkrete dyrkningssystem. Der bør i skovlandbrug inddrages overvejelser om hvordan man kan opnå et samspil af komplementære muligheder, der kan øge fleksibiliteten i jordens anvendelse.

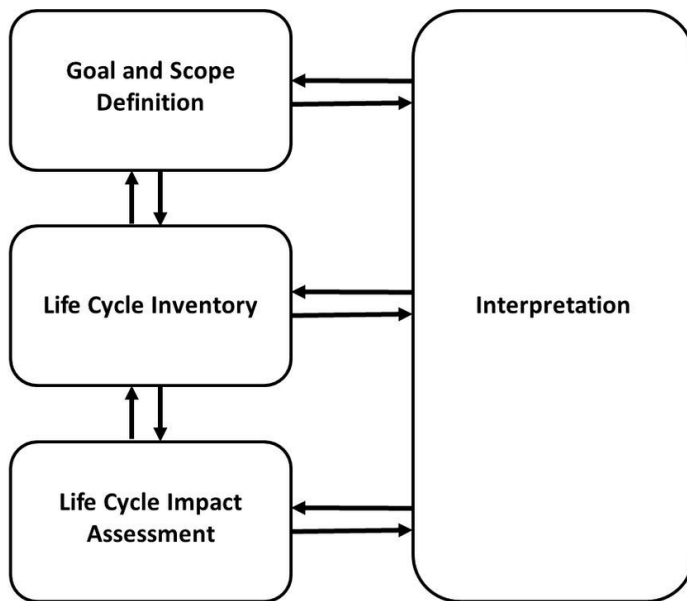
Miljøeffekter omfatter i skovlandbrug næringsstoftilbageholdelse som er signifikant bedre i skovlandbrug end for marker i omdrift. En øget biodiversitet omfatter en øget variation i habitat på dyrkningsarealet. Derudover vurderes skovlandbrug at give en større resiliens over for klimaekstreme hændelser og generelt øge landbrugsproduktionens tilpasning til klimaændringer (Jensen et Al. 2019.).

Selvom der stadig er behov for forskning og indsamling af data på området, især for danske forhold, for at vurdere effekten af forskellige scenarier for skovlandbrug og de sammenhænge ift. Påvirkning af jordens kulstofindhold, samt de forskellige facetter af biodiversitet, er der dog en tendens til særlige muligheder for synergier ved kombination af skovlandbrug og husdyrhold på friland (Jensen et Al. 2019.).

LCA

LCA er en metode der kan anvendes til opgøre de miljømæssige påvirkninger i tilknyt til et produkt eller service. I en LCA kigges der på en række potentielle miljøpåvirkninger, samt ressourceforbrug for et produkt eller service igennem hele produktets levetid. Ved livscyklustankegangen tages højde for alle faser i et produkts livscyklus fra vugge-til-grav eller vugge-til-vugge. Ved at bruge livscyklusperspektivet, kan det sikres, at indsatsen koncentrerer sig dér, hvor det giver størst mulig miljømæssig gevinst (Rebitzer et al. 2004).

I overensstemmelse med ISO 14040 standarden opdeles en LCA i 4 faser, som illustreret på figuren nedenfor. Den første fase skal målet og rammerne for undersøgelsen fastlægges. I denne fase beskrives produktsystemet og "funktionel enhed" (functional unit, FU). FU er en kvantificering af produktet, der skal analyseres og er et centralt element i alle livscyklusanalyser, da alle andre processer i analysen har denne enhed som reference. FU er et vigtigt grundlag for at kunne analysere og sammenligne alternative produkter eller services med hinanden. Nogle eksempler på funktionel enhed er: behandling af 1 ton affald, produktion af 1 ton stålplader osv. Denne værdi angiver altså, hvor meget af den givne funktion, der skal benyttes. I denne opgave er FU Stålbækgård produktionen af landbrugsprodukter. "Reference flow" (RF) er den produktmængde, der skal bruges for, at et givent produkt eller service kan levere ydelsen beskrevet ved den funktionelle enhed. Derudover skal formålet med undersøgelsen defineres, og det skal afgøres, hvorvidt der udføres en komparativ eller hotspot LCA. Slutteligt fastlægges afgrænsningen i form af systemgrænser. Processen vises på figuren (H. Scott Matthews 2014a) (Weidema et al. 2004).

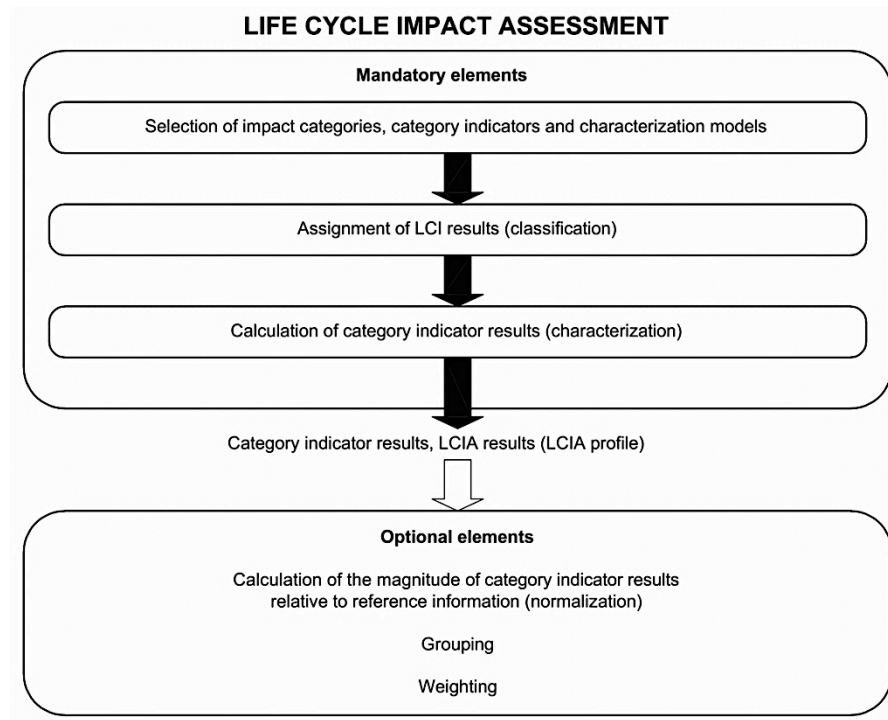


(H. Scott Matthews 2014a)

Anden analysefase er *Life Cycle Inventory*, hvor den nødvendige data skal indsamles og dokumenteres inden for fx energiforbrug, ressourcer, og udledning af drivhusgasser mm. Dette skal relateres til den funktionelle enhed, der blev fundet i første fase. Processerne indenfor livscyklussen af de dertilhørende materiale- og energiflows, samt andre udvekslinger skal modelleres, for at repræsentere produktsystemet og dets inputs og outputs til og fra miljøet. I denne fase er det vigtigt at have produktsystemet og de valgte systemafgrænsninger for øje. Afgrænsningen skal vise hvilke processer, der skal medtages i studiet, og hvilke der skal ekskluderes (H. Scott Matthews 2014a) (Weidema et al. 2004).

Tredje fase er *Life cycle impact assesment (LCIA)*, der har til formål at understøtte fortolkningen, ved at oversætte den forrige fase af data for materiale- og energiflows til en profil af begrænsede, men dækkende antal miljøpåvirkninger, der repræsenterer produktsystemets påvirkning af fx global opvarmning, forsurening, giftighed osv., hvilket kan hjælpe med at give svar på de spørgsmål, der blev stillet i målbeskrivelsen i starten af undersøgelsen og ligeledes kan udgøre en støtte i forbindelse med beslutningstagninger (H. Scott Matthews 2014a) (Weidema et al. 2004). I denne undersøgelse har det været global opvarmning der har været den miljøpåvirkning som Stålbækgård vil undersøge.

Igennem denne fase, er der en række obligatoriske trin der skal gennemføres og derudover også nogle valgfrie trin, som vist på figuren.



(H. Scott Matthews 2014a)

Første step er at udvælge de påvirkningskategorier og indikatorer, der skal medtages, og som stemmer overens med målet og rammerne for undersøgelsen. Samtidig skal de udvalgte kategorier være fyldestgørende for at belyse påvirkningen af produktet eller servicen. Der skal argumenteres for valget af kategorier ift. design og mål af undersøgelsen og/eller ift. det undersøgte produktsystem (*H. Scott Matthews 2014a*).

Næste step er klassificering, hvor udvekslingerne (materiale og energi flows) fra inventory-data skal organiseres kvalitativt ift. påvirkningskategorierne. Klassificeringen kan foretages i et softwareprogram, men i denne undersøgelse er data indsamlet i den fundne litteratur (*H. Scott Matthews 2014a*).

Derefter kommer karakterisering, hvor udvekslingsdata kvantitativt via en karakteriseringsfaktor, der også er kaldet ækvivalensfaktor, skal omregnes til fælles enheder.

De næste trin er som vist på figuren valgfrie og er ikke brugt i denne undersøgelse (*H. Scott Matthews 2014a*).

Afgrænsning og framework

Scope for denne undersøgelse er Stålbækgård og deres produktion. Da der ikke før er foretaget en undersøgelse af Stålbækgårds carbon footprint, vil år 2020 være basis år der kan være baseline man kan måle fremtidige effektiviseringer i mod. Landbrugsaktiviteter og miljømæssige forhold der kan påvirke drivhusgasudledningerne kan ændre sig drastisk over tid, ligeså kan de strukturelle ændringer på en andbrugsproduktion ændre sig over tid.

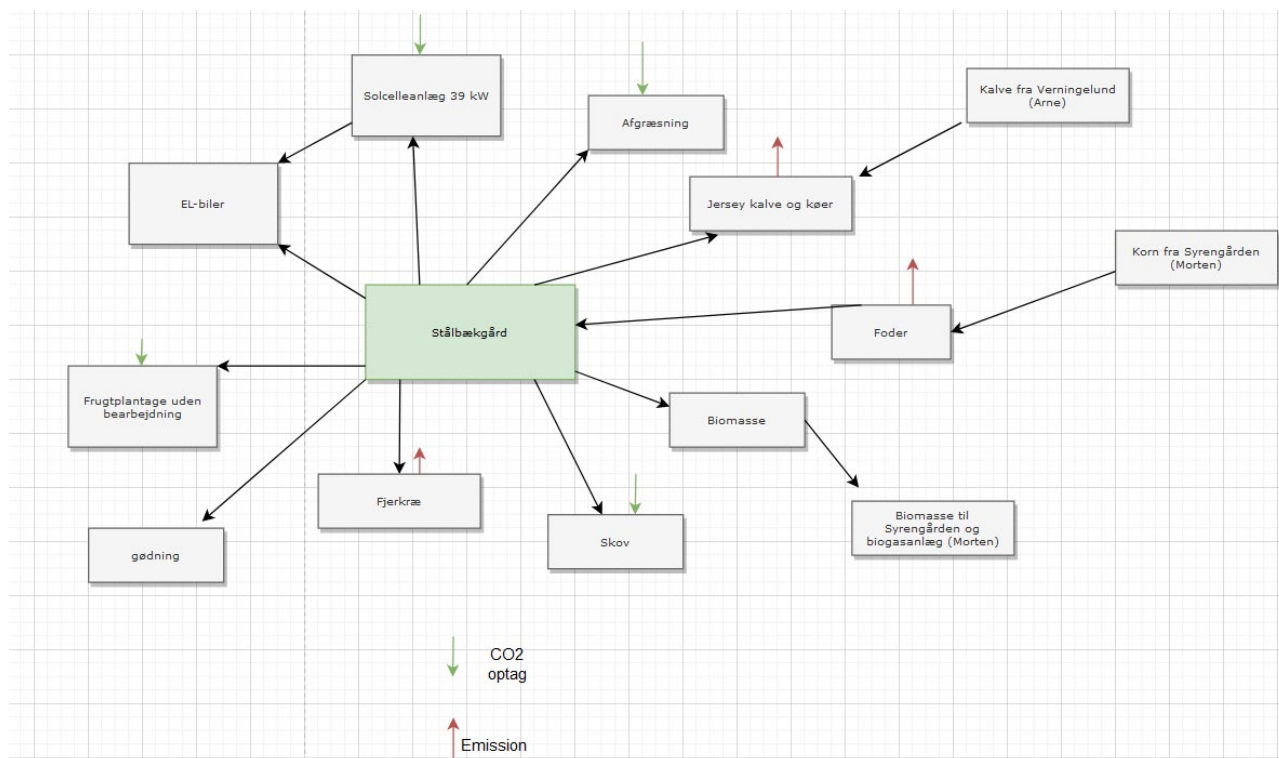
Det er i denne opgave prioriteret at indsamle data fra nogle af de største bidragsydere til drivhusgasemissionen fra gården, og fra de kilder der er i overensstemmelse med virksomhedens forretningsmål, hvor der er yderligere potentiale for at lave reduktioner. Drivhusgasemissionen fra de ikke-mekaniske kilder afhænger af komplekse interaktioner mellem managementpraksis og variable miljøforhold, og disse data vil derfor have en vis usikkerhed.

Der er i denne opgave gjort brug emissionsfaktorer ganget på en managementaktivitet, samt modeller baseret på primært danske forhold til beregning af de ikke-mekaniske emissioner.

Stålbækgård

Denne undersøgelse har fokus på at belyse Stålbækgårds carbon footprint vha. livscyklusanalyse (LCA). Stålbækgård ønsker ikke at være "sin egen ø", men derimod være en aktiv spiller og producent af vedvarende energi til omverden. Stålbækgård ønsker at inspirere andre minilandbrug til at gå en mere bæredygtig vej. Dette handler om at tage de første skridt og betræde nyt land i forhold til hvordan man kan opgøre og aktivt arbejde med carbon footprint på bedriftsniveau for minilandbrug.

Denne LCA bygger på standardtal og data fra litteraturen og forskningen på området. Da der findes flere forskellige måder at opgøre og udregne emissioner på, er denne undersøgelse bygget på estimater. Landbrugsproduktion foregår i tæt symbiose med naturen og derfor vil de biologiske og biokemiske reaktioner være svære at måle.



Med GHG-protokollen som et framework for undersøgelsens opbygning, er der kigget på alle 3 scopes. Med hensyn til de mekaniske processer og afbrænding af fossile brændstoffer, har Stålbækgård reduceret og effektiviseret, så der kun bruges i omegn af 80* liter diesel om året på en traktor. Strøm og varmemeforbrug bliver dækket af vedvarende energikilder.

I de biologiske systemer er den største udleder af drivhusgas fundet i kvægproduktionen. Det har ikke været muligt at finde nogle undersøgelser for jerseyungtyre så derfor er bruges der i denne undersøgelse et tal fra fakta arket (Mogensen et Al. 2016.), hvor livscyklusvurderingen for dansk produceret oksekød har et klimaaftryk på 13,9 kg CO₂-eq/kg spiseligt oksekød. Dette er et gennemsnit for oksekød fra meget forskellige produktionssystemer.

For fjerkræ og æg er brugt er brugt værdier fra (Mogensen et Al. 2016.) hvor klimaaftrykket for henholdsvis kylling og æg er 3,2 og 2,0 kg CO₂-eq/kg fødevare.

Data for foder er fundet fra (Kristensen & Lund. 2011.) hvor der både er data for indkøbt økologisk og økologisk hjemmeavlet foder i g/co₂-eq/kg foder.

Til at mitigere og kompensere for disse udledninger bliver der opført et 39 kW solcelleanlæg på Stålbækgård der producere strøm til hele gården inklusive elbil, el-minilæsser og grøn strøm til elnettet. Dette anlæg vil årligt spare 15130 kg CO₂ pr år.

derudover er der vha. biologiske processer carbon sekvstrering i form af bl.a. holistisk afgræsning og skovlandbrug hvor kvæg går og græsser på arealerne omkring gården. Dette system er estimeret til at reducere udledningen med 0,35 ton CO₂ per hektar pr år. Ydermere forefindes der et skovareal på ejendommen der hvert år har en vækst i vedmassen og dermed binder CO₂. Stålbækgård har fået rådgivningsfirmaet "Skovdyrkerne" til at estimere mængden af CO₂ der bindes årligt. De estimerer at ca. 10 ton CO₂ bindes årligt i vedmassen på Stålbækgård.

Fokus i denne opgave har været drivhusgasser og deres påvirkning på den globale opvarmning. Men disse komplekse biologiske systemer har også indflydelse på mange andre forhold f.eks. biodiversitet, dyrevelfærd og miljø. Derfor kan tiltag på Stålbækgård have en række sideeffekter der har indflydelse på fx biodiversiteten, miljø og dyrevelfærden.

Perspektiver til yderligere tiltag for at reducere klimabelastningen på Stålbækgård

Mere fedtholdigt foder til køerne fx Bovaer eller tang

Fodersammensætningen har en stor betydning for metandannelsen i drøvtyggernes fordøjelse. Derfor kan der ved ændring i fodersammensætningen således reducere klimaudledningen. Det kunne være en øget fodring med fedtholdigt foder og kraftfoder og herunder også tilsætninger såsom Bovaer og tang. Der er dog grænser for, hvor meget en foderration kan ændres før det får en negativ påvirkning på dyrenes vækst. Derfor er det vigtigt at der er opmærksomhed på samspillet mellem forskellige virkemidler, som kan medvirke til lavere emission (Klimapartnerskabet for fødevare- og Landbrugssektoren. 2020.)

Zeolit

Stålbækgård har været i kontakt med AJ Energi og strø der har specialiseret sig i at tilsætte zeolit til både foder og til rapsstrøelse. Der er i øjeblikket pilotstudier i gang der skal undersøge Zeolits evner til at binde kvælstof.

Biogas

Det forventes at CH₄-emissionen fra biogasbehandlet gylle kan reduceres med 30% fra kvæggylle og Lattergas reduceres med 36 % (Mikkelsen, M.H., Albrechtsen, R. & Gyldenkerne, S. 2016.). Derudover vil der produceres energi der kan substituere fossil energi.

Skov

At plante skov vil optage en vis mængde CO₂ i mens den vokser. Skovdyrkerne har sendt denne tabel der viser et estimat for hvor meget 1 hektar skov optager i dens levetid.

Årligt optag af kulstof (t CO ₂ eq /ha/år) \ Alder	0-10	10-20	20-30	30-40	40-100	Gns.0-100
Reference I – NFI skovrejsning siden 1990	5	7	19	19	12	12

Referencer

Concito. 2019. *Klimavenlige madvaner*

https://concito.dk/sites/concito.dk/files/media/document/Klimavenlige%20madvaner%202019_rev1.pdf

Greenhouse gas protocol. 2016. *GHG Protocol Agricultural*

Guidance https://ghgprotocol.org/sites/default/files/standards/GHG%20Protocol%20Agricultural%20Guidance%20%28April%2026%29_0.pdf

H. Scott Matthews, H., Deanna H. Matthews (2014a). *Life Cycle Assessment: Quantitative approaches for decisions that matter.*

Jensen et Al. 2019. *Effekt af skovlandbrug på miljø, klima og biodiversitet – del 1.*

https://pure.au.dk/portal/files/145801483/Levering_Skovlandbrug_del_1.pdf

Klimapartnerskabet for fødevare- og Landbrugssektoren. 2020.

https://mfvm.dk/fileadmin/user_upload/Klimapartnerskab_foedevarer_og_landbrug-incl_bilag.pdf

Kristensen & Lund. 2011. *Kvæg og klima – Udlledning af klimagasser fra kvægbedriften med fokus på metan emissionen.*

https://mfvm.dk/fileadmin/user_upload/FVM.dk/Dokumenter/Foedevarer/Indsatser/Klima/001_58803_DC_A_rapport_internet_samlet.pdf

Mikkelsen, M.H., Albrechtsen, R. & Gyldenkerne, S. 2016. Biogasproduktions konsekvenser for drivhusgasudledning i landbruget. Aarhus Universitet, DCE –Nationalt Center for Miljø og Energi, 41 s. - Videnskabelig rapport fra DCE -Nationalt Center for Miljø og Energi nr. 197 <http://dce2.au.dk/pub/SR197.pdf>
<https://ens.dk/sites/ens.dk/files/Bioenergi/sr197.pdf>

Mogensen et al. 2016. *Tabel over fødevarers klimaafttryk.*
https://agro.au.dk/fileadmin/user_upload/Mogensen_et_al_2016_Foedevarernes_klimaafttryk.pdf

Rebitzer, G., Ekvall, T., Frischknecht, R., Hunkeler, D., Norris, G., Rydberg, T., . . . W Pennington, D. (2004). *Life Cycle Assessment Part 1: Framework, Goal and Scope Definition, Inventory Analysis, and Applications* (Vol. 30).

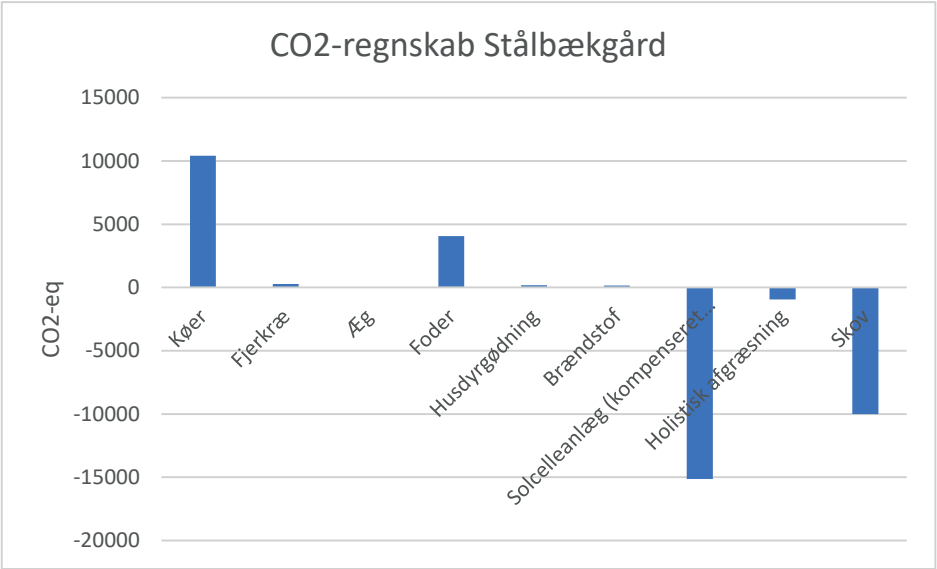
Van Der Werf, Knudsen & Cederberg. 2020. *Sammenligninger mellem økologisk og konventionelt jordbrug bør være bedre, siger forskere* <https://dca.au.dk/aktuelt/nyheder/vis/artikel/sammenligninger-mellem-oekologisk-og-konventionelt-jordbrug-boer-vaere-bedre-siger-forskere/>

Weidema, B., Wenzel, H., Petersen, C., & Hansen, K. (2004). Produkt, funktionel enhed og referencestrømme i LCA. *Miljønyt*, 69. Retrieved from <http://lca-center.dk/wp-content/uploads/2015/08/Produkt-funktionel-enhed-og-referencestr%C3%B8mme-i-LCA.pdf>.

Belastning								
Køer	Alder ved slagtning	Lev.	Vægt ved slagtning, kg	Slagtekrop,kg	Antal	Klimaaftryk kg CO ₂	aendres	
Malkerace								
Jersey ungtyr	12-16			150	5	13.9	10425	
2 mælkekøder								
Fjerkræ og æg				Vægt,kg	Antal	Klimaaftryk kg CO ₂ -eq/kg fødevarer		
Kylling								
æg				3	30	3.2	288	
				0.06	100	2	12	
Foder								
Foder								
	Byg	Havre	Hvede	Kraftfoder	Græs ensilage	kilon græs kilo,	Byg	klimabidrag, g CO ₂ /kg foder
Foderemne økologisk (indkøbt)	0.35		353	331	391		8000	4060
Foderemner økologisk (hjemmeavlet)	358		358	353		0.252	5000	
Husdyrgødning								
	Pr dyr pr år kg CH ₄	Pr ton kg CH ₄		Antal		Klimabidrag kg CO ₂ -eq/antal/år		
Metanemission fra husdyrgødning	1.43		1.34	5		178.75		
CO ₂ -eq	35.75		33.5					
Brændstof					Liter	Klimaaftryk kg CO ₂ /liter		
Diesel til traktor					60	2.7	162	

Mitigation									
Solcelleanlæg									
39 kW	Reduktion i CO2-emissioner 15130 kg/år					15130			
Hølstis k afgræsning									
Reduktioner i CO2-ekv					areal				
0,95 ton pr. h					950		1		950
Skov									
Reduktioner i CO2-emissioner 10 ton pr år					10000				
Afslut ontag af kulstof (t CO2 eq /ha/år) \ Alder									
Reference I – NFI skovregistrering siden 1990									
0-10		10-20		20-30		30-40		40-100	
5		7		19		19		12	
1 hektar nyplanteret skov (0-10 år) optager ca 5 ton CO2-ekv om året									
Biogas									
1 t of manure used for biogas production substitutes 70,5 kWh electricity									
Der regnes med, at biogasenergi-en vil substituere naturgas med en emissionsfaktor på 57 kg CO2/GJ									
https://dcapub.au.dk/difpublikation/difpdf/DCArapport130.pdf									

Køer	10425
Fjerkræ	288
Æg	12
Foder	4060
Husdyrgødning	178.75
Brændstof	162
Solcelleanlæg (kompenseret vha. grøn energi)	-15130
Holistisk afgræsning	-950
Skov	-10000



Udledning	15125.75		
Kompensering	-10950	-15130	

