

Klimabelastning for bedriften Revslundgaard

- beregnet ved en livscyklusvurdering (LCA)

(2. Udgave)

Af Lisbeth Mogensen og Marie Trydeman Knudsen, DJF, AU

3-03-10



INDHOLD

1. Beskrivelse af systemet

2. Klimabelastning fra Revslundgaard

2.1. Klimabelastning og hotspotanalyse af basisscenario

2.2. Følsomhedsanalyse af basisscenario

3. Tiltag til forbedring af klimabelastningen

3.1. Energi - reduceret brug af fossil energi og øget energiproduktion

3.2. Kvælstof - mere effektiv udnyttelse og mindre tab

3.2.1. Alternativt scenarium 1

3.3. Kulstof - øget binding i jord og biomasse

4. Konklusion

BILAG

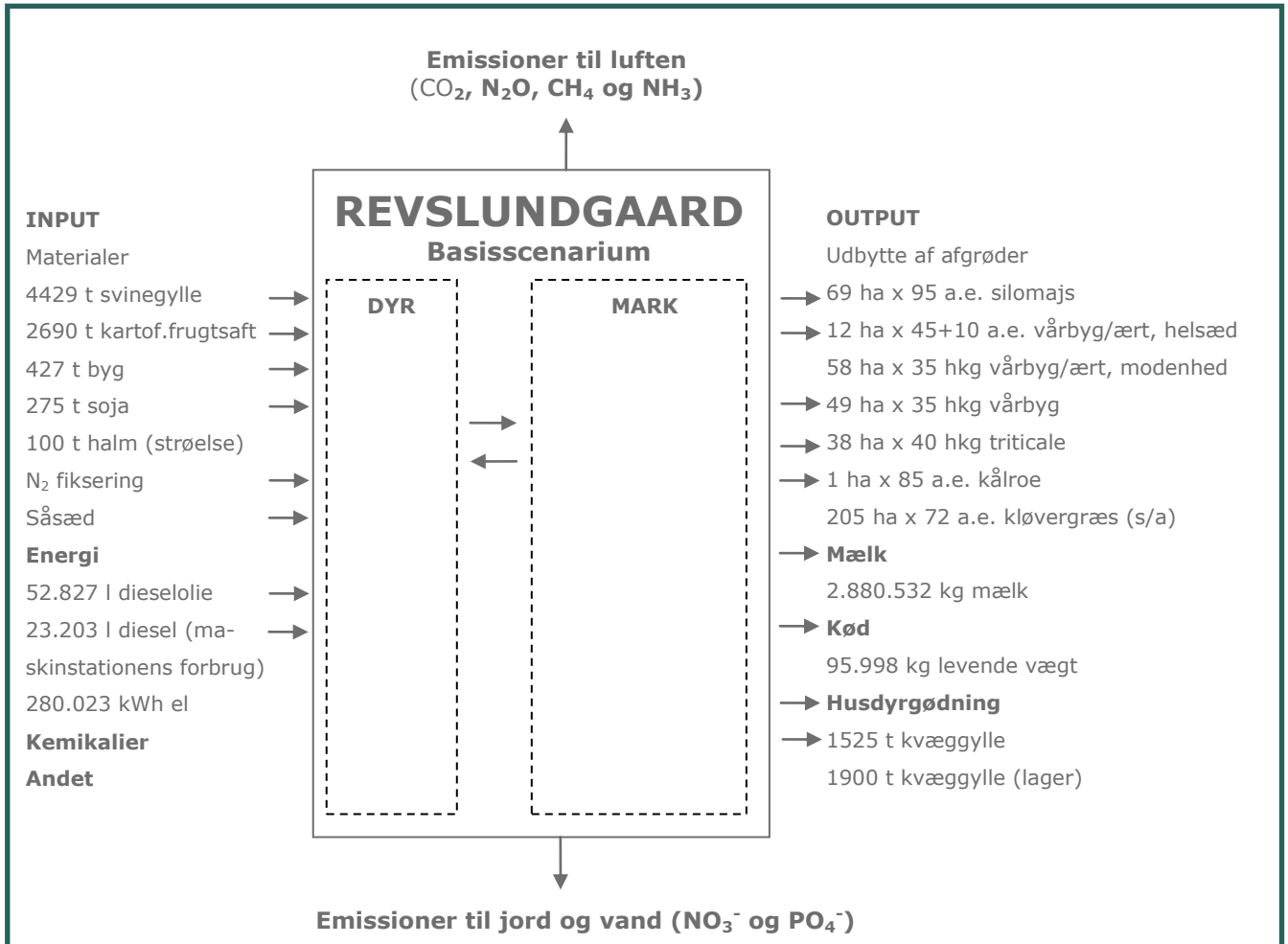
1. Beskrivelse af systemet

Revslundgaard ligger i Sønderjylland på sandjord (JB 1). Omlægningen til økologisk drift blev påbegyndt i 1998. Bedriften er under udvidelse og bestod i 2008 af 293 årskøer og et dyrket areal på 433 ha økologisk planteproduktion. Afgrødefordelingen og gødningstildelingen på Revslundgaard i dyrkningsæsonen 2008 er vist i Tabel 1.

Tabel 1. Dyrkede afgrøder og gødningstildeling på Revslundgaard i 2008.

Afgrøder	Areal (ha)	Forfrugt	Gødningstype	Total N tilført (kg N/ha)	Plantetilgængeligt N tilført (kg N/ha)
Silomajs	69,42	Kløvergræs, vinterhvede, vinterbyg eller vinterraps	Svinegylle	183-194	137-136
Vårbyg/ært, helsæd	12,1	Silomajs	-	-	-
Vårbyg/ært modenhed	57,5	Vinterhvede eller vinterbyg	Svinegylle og evt. dybstrøelse	114-178	86-114
Vårbyg	49,46	Silomajs, havre eller kløvergræs	Kvægdybstrøelse eller gylle	64-219	29-164
Triticale	38,24	Kløvergræs eller havre	Frugtsaft	106-112	53-56
Roer	1	Kløvergræs	-	-	-
Kl.græs slæt og afgræsning	204,9	Vårbyg/ært eller kløvergræs	Frugtsaft og /eller gylle	38-218	15-160
I alt	433,54				

Klimabelastningen for Revslundgaard beregnes ved en livscyklusanalyse (LCA). En LCA er en miljøvurdering, hvor alle delprocesser, der påvirker fremstillingen af enten et specifikt produkt (f.eks. 1 kg mælk) eller som i dette eksempel de delprocesser, der påvirker en bedrifts samlede produktion, inddrages. Det vil i dette eksempel sige, at bidrag fra f.eks. fremstilling af indkøbte hjælpestoffer som foder, husdyrgødning, energi i form af diesel og el indregnes i bedriftens samlede klimabelastning. I denne beregning er der indregnet delprocesser frem til produkterne forlader landbrugsbedriften. Alt hvad der går ind på bedriften i form af materialer, energi, kemikalier og andet tages med i beregningen og sammenholdes med det der går ud fra bedriften, i form af afgrøder, mælk og kød i dette tilfælde. Ud fra oplysningerne estimeres emissioner til jord, luft og vand og inddrages i beregningerne. I Figur 1 er input, output og emissioner for basisscenariet for Revslundgaard illustreret. I Bilag, Tabel B1 er bedriftens kvælstofbalance angivet.



Figur 1. Illustration af input, output og emissioner der inddrages i beregningen af klimabelastningen for Revslundgaard.

Klimabelastningen beregnes for hele bedriften, som er den funktionelle enhed. CO₂-ækv. er en fælles enhed for drivhusgasserne kuldioxid (CO₂), lattergas (N₂O) og metan (CH₄), hvor klimaeffekten for CH₄ og N₂O omregnes til CO₂-ækvivalenter med hhv. en faktor 25 og 298, da disse drivhusgasser er langt kraftigere klimagasser end CO₂. For at kunne sammenligne med resultater fra lignende bedrifter med økologisk mælkeproduktion angives endvidere resultatet pr ha og pr. kg mælk produceret.

Input til bedriften er dels materialer i form af indkøbt foder, husdyrgødning, kvælstoffiksering og såsåed og dels energi (Figur 2). Klimabelastningen for indkøbt husdyrgødning tillægges en værdi svarende til klimabelastningen ved at fremstille samme mængde plantetilgængeligt N i kunstgødning. Kvælstoffikseringen bidrager ikke direkte til lattergasemissionen (IPCC, 2006), men påvirker den potentielle udvaskning i form af N-input til kvælstofbalancen, og mængden af kvælstof udvasket har en afledt lattergasemission.

Input af energi består dels af det direkte energiforbrug på bedriften, dvs. det opgivne forbrug af diesel i marken og forbrug af el i husdyrholdet og til markdriften og dels af det indirekte energifor-

brug fra maskinstationens transport og udbringning af husdyrgødning. Dieselforbruget hertil tillægges bedriftens klimabelastning.

Fra afgrødeproduktionen sker der en udledning af lattergas (N_2O) fra udbragt husdyrgødning og fra afgrøderester efterladt på marken (både overjordiske og underjordiske rester medtages). Beregning af udledningen af lattergas i basisscenariet er vist i Bilag, Tabel B2. Fra husdyrholdet sker der en udledning af lattergas (N_2O) fra gødning afsat af græssende får og geder, og fra gødning afsat i stalden, samt opbevaring af gødning før udbringning. Endvidere er der en indirekte udledning af lattergas fra ammoniakfordampningen (Bilag, Tabel B4) og nitratudvaskningen (Bilag, Tabel B1).

Fra afgrødeproduktionen sker der ligeledes en udledning af metan (CH_4) fra det udbragte husdyrgødning. Beregningen af udledning af metan i basisscenariet er angivet i Bilag, Tabel B3. Det største bidrag til metanudledningen kommer fra husdyrholdet, fra dyrenes foderomsætning, samt fra gødning afsat af græssende dyr, og fra gødning afsat i stalden, samt opbevaring af gødning og fra udbringning.

Bedriftens samlede udledning af drivhusgasser skal ses i forhold til den frembragte produktion, her især mælkeproduktionen.

I denne beregning er der i basisscenariet ikke indregnet et bidrag fra ændring af kulstof i jordpuljen.

Basisscenarium (2008 data)

Beregning af klimabelastningen fra bedriften er baseret på tilgængelige data fra 2008. Data består hovedsagelig af markdata, hvor dyrehold og foderbehov fremgår som normproduktion.

Afgrødefordeling og udbyttensniveau anvendt i beregningerne fremgår af figur 1. Udbyttet stammer fra produktionsåret 2008 og fremgår af Regnskabsopgørelsen "Årsrapport 2008", dog er der for majs anvendt et gennemsnitlig udbytte på 9500 FE (og ikke det faktiske udbytte på 12500 FE i 2008).

Gødningsinput er fra Gødningsregnskabet 2008 – skema A2 30.189 kg total N fra kvæggylle, 17.518 kg total N fra svinegylle, 4297 kg total N fra kvæg dybstrøelse, og 8608 kg total N fra kartoffelrugtsaft, i alt 60.612 kg total N inklusiv N afsat under afgræsning (Dette svarer til 140 kg total N/ha).

Produktionsomfanget i nedenstående Tabel 2 er besætningen, som den så ud i 2008. Derudover er der 4 kødgedemoderdyr med kid og 2 moderfår med lam.

Tabel 2. Produktionsomfang i stalden på Revslundgaard 2008.

	Malkekøer	Opdræt	Prod. Tyre
Antal årdsdyr (prod. tyre)	293 ¹⁾	297	142
Ydelse pr. årsko, kg lev.	9831 kg mælk ²⁾		
FE pr årdsdyr	7124 ³⁾	874 (0-6 mdr) 1783 (6 mdr-kælv)	56 (til 60 kg)
Råprot, g pr. FE	177	199 hhv. 160	169

Staldsystem	Sengestald	Dybstr (0-6 mdr) Senge el. dybstr (6mdr->)	Dybstrøelse
Tid på græs, %	18	0 (0-6 mdr) 50 (6 mdr ->)	0

- 1) Antal årskøer bliver forholdsvis lavt for en besætning under udvidelse, da få godddage
- 2) Ydelsen pr ko er høj pga de få godddage (I EFK pr 12-11-09 er ydelsen 8619 kg EKM prod. pr. ko)
- 3) Fodereffektiviteten fra normproduktionen i gødningsregnskabet (1,38 kg mælk/FE) og den beregnede ydelse pr. ko

Fodringen er opgjort per mælkeproducerende enhed, MPE. Foderet består dels af det hjemmeavlede foder: 4730 FE grovfoder pr. MPE pr. år. Grovfoderet består af 26% frisk græs, 30% majsensilage, 42% kløvergræs ensilage, 2% vårbyg/ært helsæd. Det koncentrerede foder er afstemt som korn og soja således, at indkøbt mængde energi og protein stemmer med det faktiske.

2. Klimabelastning fra Revslundgaard

2.1. Klimabelastning og hotspotanalyse af basisscenarium

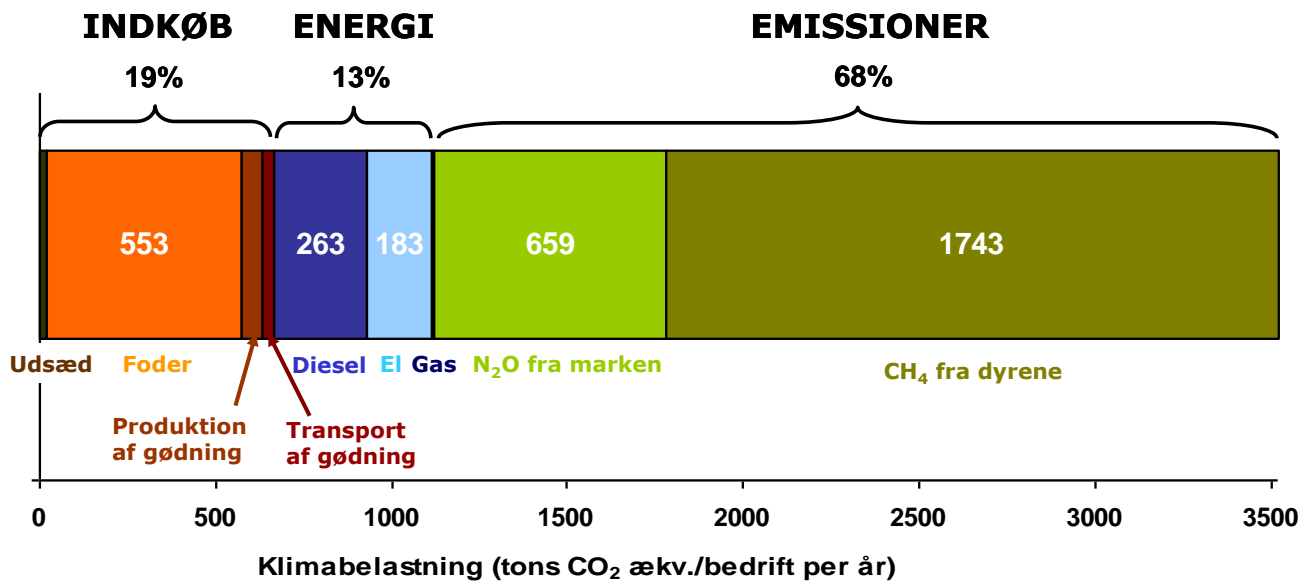
Af Tabel 3 fremgår, at det samlede klimaaftryk fra Revslundgaard som udgangspunkt er 3522 t CO₂-ækv. per bedrift per år. Omregnet til klimabelastning per ha dyrket areal giver det 8,12 t CO₂-ækv. per ha per år eller 1,27 kg CO₂-ækv. per FE i afgrøde produceret (hvis hele klimabelastningen fordeles på afgrøderne). Omvendt bliver klimaaftrykket 1,22 kg CO₂-ækv pr. kg mælk. (bedriftens samlede klimabelastning tildelt mælkeproduktionen). Hvis klimabelastningen fordeles mellem den producerede mælk (2.880.532 kg) og den samlede tilvækst i besætningen (82.124 kg tilvækst – levende vægt) fås 0,97 kg CO₂-ækv pr. kg mælk og 14,5 kg CO₂-ækv pr kg kød.

Tabel 3. Klimaaftryk for basisscenariet for den samlede bedrift Revslundgaard (kg CO₂-ækvivalenter).

Scenarie	Basisscenariet (2008 data)
Bedriftens samlede klimabelastning	3.521.724
Pr. ha dyrket (433,5 ha)	8123
Pr. FE afgrødeproduktion ¹⁾ (hele bedriftens klimabelastning)	1,27
Pr. kg mælk (hele bedriftens klimabelastning)	1,22

1) 2.777.689 FE hjemmeavlede afgrøder

I Figur 2 er vist en oversigt over bedriftens samlede klimabelastning. Som det ses kommer 19% af klimabelastningen fra indkøb af husdyrgødning, foder og udsæd, 13% fra energiforbruget og 68% fra emissioner fra husdyr- og afgrødeproduktionen på bedriften.



Figur 2. Hotspotanalyse af klimabelastningen fra basisscenariet for Revslundgaard.

For en bedrift som Revslundgaard kommer 18% af klimabidraget fra CO₂, 31% fra lattergasemissioner og 51% fra metanemissioner. I Tabel 4 er disse bidrag udspecificeret yderligere, således at man kan se bidraget fra de forskellige klimagasser for de forskellige input til bedriften.

Tabel 4. De vigtigste bidrag til klimabelastningen for basisscenariet for bedriften Revslundgaard (kg CO₂-ækv. per bedrift per år). I bidraget fra de forskellige drivhusgasser angives den procentvise andel i parentes.

	Bidrag fra forskellige klimagasser; %			I alt	
	CO ₂ (kg Co2-ækv)	N ₂ O (kg Co2-ækv)	CH ₄ (kg Co2-ækv)	Kg CO ₂ -ækv.	% af total
Indkøb					
- udsæd	27,4	68,5	3,8	19.950	0,6
- husdyrgødning	32,6	67,3	0	59.299	1,7
- foder				552.984	15,6
Energi					
- el	98,6	0,02	1,4	183.415	5,2
- diesel	94,7	2,9	2,7	205.656	5,8
- gas				7.786	0,2
Transport					
- gødning	94,7	2,9	2,7	32.861	0,9
Maskinstation					
- udbringe gødning, ensilere etc.	94,7	2,9	2,7	57.468	1,6
Bedriften		27 (659.124)	73 (1.743.181)	2.402.306	68,2
I alt	18 (645.137)	31 (1.089.612)	51 (1.786.123)	3.521.724	100

2.2. Følsomhedsanalyse af basisscenarium

I følsomhedsanalysen vises hvor følsomme resultaterne er overfor ændringer i forhold til de værdier der er brugt i basisscenariet. I dette tilfælde belyses effekten af et øget foderforbrug på bedriftens klimabelastning.

For køerne var fodereffektiviteten i basisscenariet 1,38 kg mælk/FE dvs 9831 kg mælk fra 7124 FE/årsko. I følsomhedsanalysen anvendes den fodereffektivitet, der er opnået i en EFK fra bedriften fra 12. november 2009: 1,30 kg Ekm/FE dvs 7562 FE til 9831 kg EKM (6% ekstra foder). Samtidig øges foderforbruget til opdrættet svarende til de nye fodernormer fra 2009: Foder til småkalve øges fra 874 FE/årsdyr til 1047 FE/årsdyr og for opdræt fra 6 måneder øges foderfordelingen fra 1783 FE/årsdyr til 2094 FE/årsdyr.

Alt i alt øges besætningens foderbehov med 7% fra 2571.000 FE til 2748.000 FE. Klimamæssigt regnes det ekstra foderbehov som ekstra indkøb af samme mængde energi (FE) i byg – i praksis svarer det med 2008 data til at der lægges mindre grovfoder på lager.

Som det ses i nedenstående tabel betyder det øgede foderbehov at bedriftens samlede klimaaftryk øges med 7% fra 3518 t til 3761 t CO₂-ækv.

Tabel 5. Klimaaftryk og følsomhedsanalyse for effekten af et øget foderforbrug for den samlede bedrift (kg CO₂-ækvivalenter).

Scenarie	Basisscenarium (2008 data)	Øget foderbrug
Bedriftens samlede klimabelastning	3.521.724	3.761.497 (107%)
Pr. ha dyrket (433,5 ha)	8123	8676 (107%)
Pr. FE salgsafgrøde (hele bedriftens klimaaftryk)	1,27	1,35 (106%)
Pr. kg mælk (hele bedriftens klimaaftryk)	1,22	1,31 (107%)

Det øgede foderbehov betyder, at input af N med foder øges, men når det som i dette tilfælde antages at den ekstra producerede mængde husdyrgødning sælges modsvares dette ekstra input af ekstra output af N med solgt husdyrgødning, dog fratrukket tabet af N med ammoniakfordampningen. Alt i alt forbliver udvaskningen uændret. Dette vil naturligvis ikke være tilfældet, hvis den ekstra mængde husdyrgødning udbringes på marken.

Tabel 6. Bedriftens kvælstofbalance – ændringer som følge af øget foderbehov i følsomhedsanalysen.

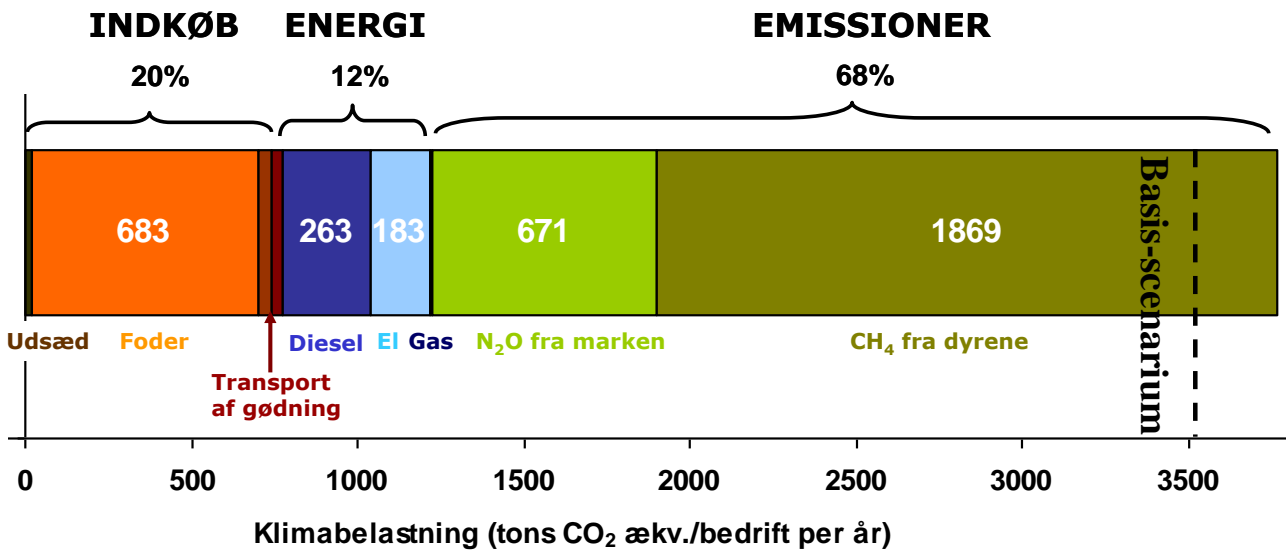
Bedrifts N-balance	Basis		Øget foderforbrug	
	Kg N/ha	Kg N i alt	Kg N/ha	Kg N i alt
INPUT				
Input i alt (pr ha dyrket)	226		237	
Output i alt	128		138	
Bedriftens N-balance	98		100	

Tabel 7. Forskelle i bidrag til klimaeffekten (kg CO₂ ækv.)

	Basisscenarie	Øget foderforbrug
--	---------------	-------------------

Indkøb		
- husdyrgødning	59.299	35.528 (60%)
- foder	552.984	682.559 (124%)
Bedriften	2.402.306	2.540.349 (106%)
I alt	3.521.724	3.761.497

Effekten af et øget foderbrug er illustreret i Figur 3.



Figur 3. Hotspotanalyse for effekten af øget foderforbrug for Revslundgaard.

3. Tiltag til reduktion af klimabelastningen

På en kvægbedrift er der en række virkemidler, der kan tages i brug for at reducere klimabelastningen fra den samlede bedrift og dermed også klimabelastningen for de enkelte produkter, der bliver solgt fra bedriften. Overordnet kan virkemidlerne inddeles i fire hovedemner, nemlig energi, kvælstof, kulstof og metan – der alle på hver deres måde påvirker klimabelastningen fra en bedrift:

1. Energi – reduceret brug af fossil energi og øget energiproduktion
2. Kvælstof – mere effektiv udnyttelse og mindre tab
3. Kulstof – øget binding i jord og biomasse
4. Metan – reduceret udledning per kg mælk produceret

De fire tiltag beskrives nærmere i de enkelte efterfølgende afsnit.

3.1 Energi – reduceret brug af fossil energi og øget energiproduktion

Energiforbruget på Revslundgaard udgør, som nævnt, ca. 13% af bedriftens totale klimabelastning og går primært til diesel (trækraft) og elektricitet (Figur 3). Klimabelastningen fra energiforbruget kan reduceres ved enten at 1) reducere energiforbruget og/eller 2) benytte vedvarende energi produceret enten på bedriften eller andetsteds.

Energiforbruget kan generelt reduceres ved at vælge afgrøder, der har et lavt energiforbrug, såsom flerårige afgrøder (hvor dieselforbruget til jordbehandling og såning reduceres), afgræssede afgrøder (hvor dieselforbruget til slæt spares), N₂-fikserende afgrøder (hvor energiforbruget til gødning reduceres) eller hårdføre afgrøder (hvor markvanding kan reduceres) (Jørgensen & Dalgaard, 2004). Desuden kan reducerede transportafstande og let reduceret jordbearbejdning reducere energiforbruget, hvor det sidstnævnte dog er vanskeligt på økologiske jordbrug i relation til ukrudtsbekæmpelse (Jørgensen & Dalgaard, 2004).

Alternativt kan bedriften søge at blive selvforsynende med energi eller benytte vedvarende energi produceret andetsteds enten via biogasproduktion (fra bl.a. husdyrgødning og grøngødning), rapsolie, vindmøller, solceller (Jørgensen & Dalgaard, 2004) eller 2. generations ethanol. El- og biogasdrevne maskiner og traktorer er en mulighed der nærmer sig, men endnu ikke er en realitet. I forbindelse med produktion af energi på bedriften, er det vigtigt at være opmærksom på, at hvis dyrkningsegne arealer benyttes til energiproduktion og mængden af salgsafgrøder reduceres tilsvarende, så risikerer klimabelastningen at stige per kg solgte produkt. Desuden er det vigtigt at være opmærksom på at produktionen af energi ikke tærer på kulstofpuljen i jorden – hvilket reelt set frigiver CO₂ til atmosfæren og dermed tæller negativt i klimabelastningsregnskabet og samtidig forringer jordens frugtbarhed og produktionssevne.

Bedriften Revslundgaard har allerede mange kvælstoffikserende, flerårige, afgræssede afgrøder inde i sædskiftet, der reducerer energiforbruget. Derudover kan det overvejes på længere sigt at erstatte dieselforbruget med vedvarende energi.

3.2 Kvælstof – mere effektiv udnyttelse og mindre tab

Reduktion af det direkte energiforbrug på bedriften er dog ikke det eneste, der kan reducere klimabelastningen fra bedriften, da CO₂ ikke er den eneste gas, der bidrager til global opvarmning. Kvælstofforbruget, -omsætningen og -tabet på bedriften påvirker også i høj grad bedriftens klimabelastning, idet kvælstof kan omdannes til drivhusgassen lattergas, N₂O, der er en 298 gange mere potent drivhusgas end CO₂. Jo mere kvælstof der cirkulerer på bedriften og jo større tabet er, jo større er den potentielle udledning af N₂O. Jo mere kvælstof der kan omdannes til udbytte, f.eks. ved hjælp af effektive efterafgrøder, jo mindre bliver klimabelastningen per kg af de solgte produkter. En mere effektiv udnyttelse af kvælstof på bedriften påvirker derfor automatisk klimabelastningen for bedriften og for de solgte afgrøder. Der er desuden som tidligere beskrevet sat en klimabelastning på produktionen af husdyrgødning, i det det har en gødningsværdi og derfor ikke bør være gratis. Ved reduktion af indkøb af husdyrgødning, reduceres denne post til produktion af husdyrgødning ligeledes. På Revslundgaard kommer 3% af klimabelastningen fra produktionen og transporten af gødning og 19% fra udledningen af N₂O. Der er derfor noget at hente, hvis mængden af udbragt kvælstof på bedriften minimeres (uden at det går ud over udbytterne) og udnyttelsen og tabet af kvælstof optimeres f.eks. ved hjælp af flere efterafgrøder. Optimering af kvælstofudnyttelsen bør derfor være i fokus i forsøget på at reducere klimabelastningen fra bedriften.

Hvis man ser på kvælstofbalancen for basisscenariet, er der et overskud på 98 kg kvælstof og en estimeret udvaskning på 62 kg N/ha. Hvis N-effektiviteten kunne optimeres og mængden af udbragt kvælstof på bedriften minimeres ville klimabelastningen falde. I et alternativt scenarium 1 i det efterfølgende illustreres således effekten på klimabelastningen af at reducere mængden af kvælstof udbragt på bedriften til et minimum, hvorved cirkulering af uudnyttet kvælstof reduceres og risikoen for lattergasemissioner reduceres.

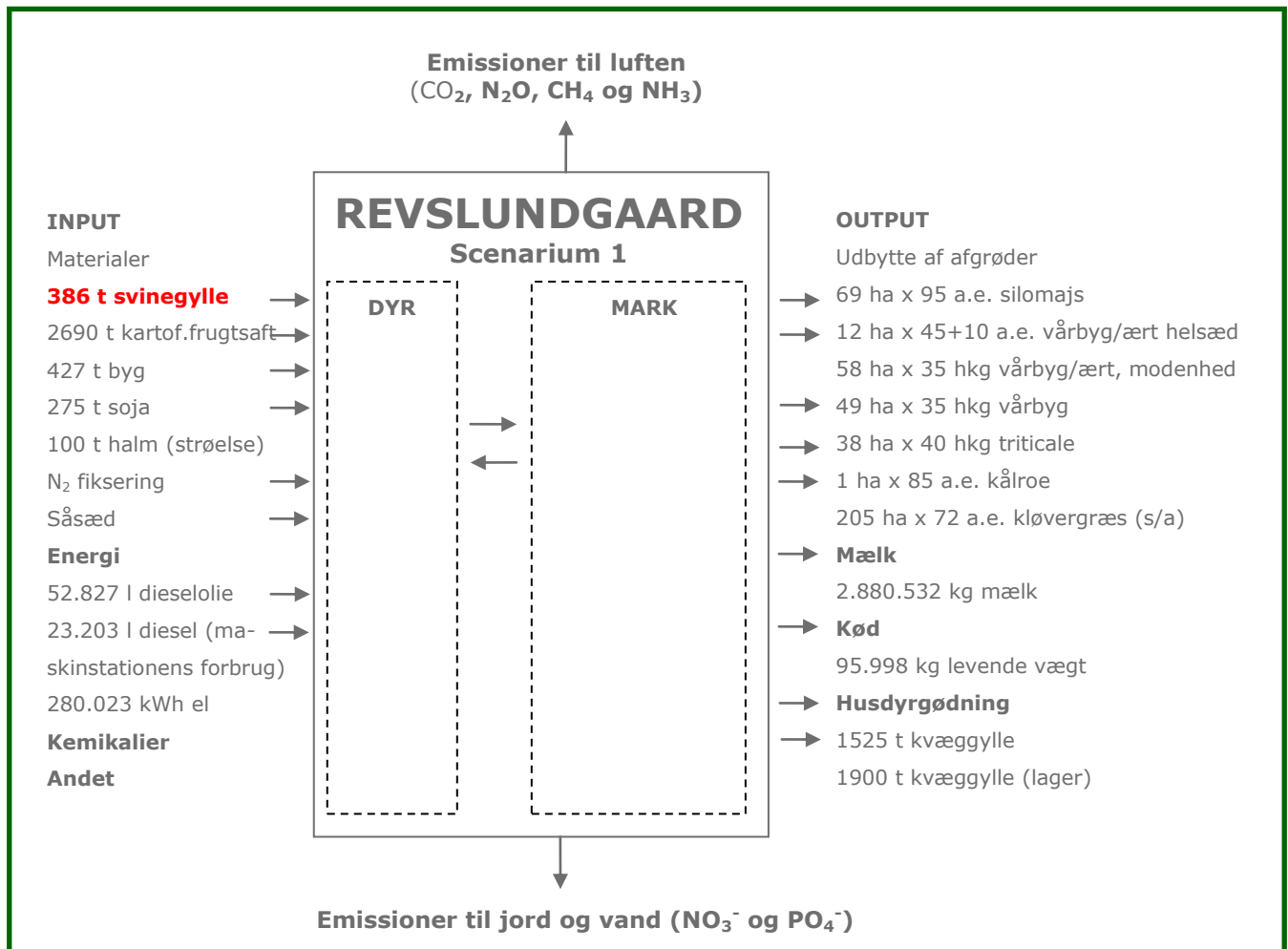
3.2.1 Alternativt scenarium 1 (reduceret N-tildeling)

I scenarium 1 reduceres mængden af udbragt husdyrgødning i forhold til mængden i basisscenariet (140 kg total N pr ha inkl afsat under afgræsning) med 18.232 kg total N til 98 kg total N pr ha inkl. N afsat under afgræsning, dette svarer til 30% reduktion. Kløvergræs (204,85 ha eller 47% af arealet) gødes ikke.

I basisscenariet svarer netto-indkøb af gødning til 6502 kg plantetilgængelig N, når den mængde der lægges på lager regnes som var det solgt.

I scenarie 1 bliver der et overskud af husdyrgødning på 7172 kg plantetilgængeligt N. Bedriften godskrives dette svarende til klimabelastningen fra produktion af samme mængde plantetilgængeligt N fra kunstgødning.

I scenarium 1 antages det at være agronomisk muligt at reducere tilført gødningsmængden samtidig med, at udbytniveauet fastholdes.



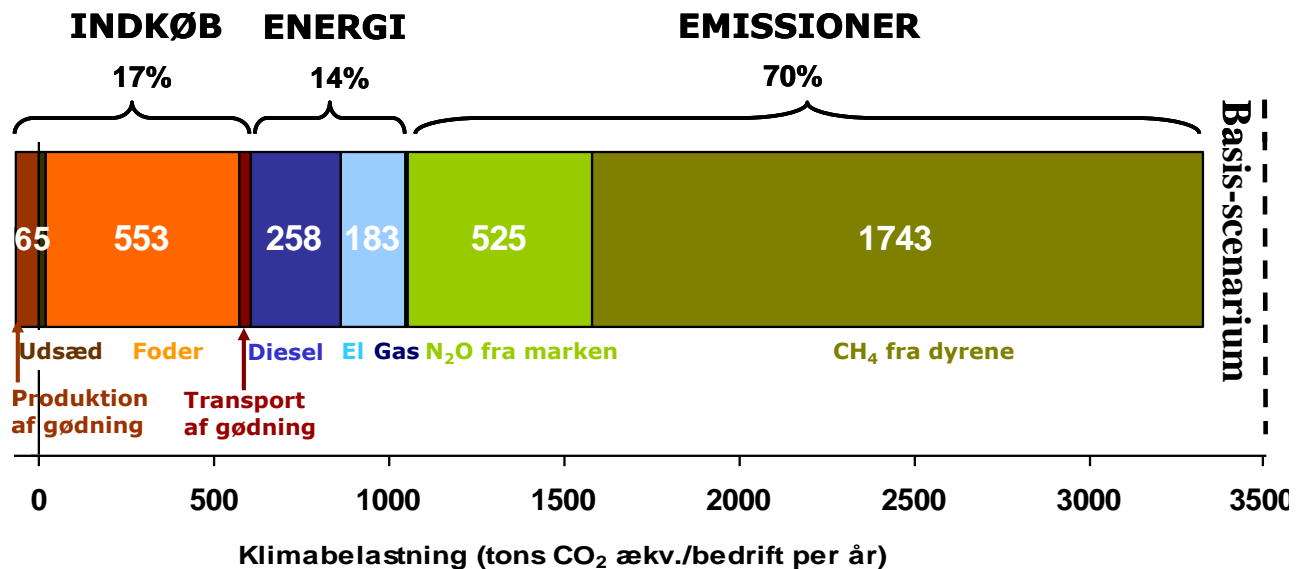
Figur 4. Illustration af input, output og emissioner der inddrages i beregningen klimabelastningen af Scenarium 2 for Revslundgaard (reduceret N-tildeling).

Resultatet af scenarium 1 for klimabelastningen ses i Tabel 8 og Figur 5. Den reducerede gødnings-tildeling i scenarium 1 reducerer bedriftens klimabelastning med 8% fra 3522 til 3257 ton CO₂-ækv. per bedrift per år. I scenarium 1 er klimaaftrykket pr. ha kun 7513 kg CO₂-ækv. eller 1,12 kg CO₂-ækv. pr. kg mælk mod hhv. 8123 kg CO₂-ækv/ha og 1,22 kg CO₂-ækv/kg mælk i basis-scenariet.

Tabel 8. Klimaaftryk for det alternative scenarium 1 for den samlede planteavlsbedrift (kg CO₂-ækvivalenter).

Scenarie	Basis	Scenarie 1
Bedriftens samlede klimabelastning	3.521.724	3.257.159 (92%)
Pr. ha dyrket (756,2 ha)	8.123	7513
Pr. FE salgsafgrøde	1,27	1,17
Pr. FE i salgsafgrøder og foder til husdyrhold	1,22	1,12

Den opnåede reduktion i bedriftens i klimaaftryk skyldes en betydelig reduktion i bidraget fra to vigtige poster, dels indkøbt husdyrgødning, der udgør 1,7% af bedriftens samlede klimaaftryk i basisscenariet, mens solgt husdyrgødning giver en positiv klimaeffekt i scenarium 1, og dels lattergasemissioner fra afgrødedyrkningen, der udgør 18,7% af bedriftens samlede klimaaftryk i basisscenariet, mod 16,1% i scenarium 1.



Figur 5. Klimabelastning fra Scenarium 1 på Revslundgaard (reduceret N-tildeling).

I Tabel 9 udspecificeres reduktionen fra basisscenariet til scenarium 1 i relation til de vigtigste input og emissioner.

Tabel 9. De vigtigste bidrag til klimabelastningen for Scenarium 1 for bedriften Revslundgaard (kg CO₂-ækv. per bedrift per år).

	Bidrag fra forskellige klimagasser; %			I alt	
	CO ₂ (kg Co2-ækv)	N ₂ O (kg Co2-ækv)	CH ₄ (kg Co2-ækv)	Kg CO ₂ -ækv.	% af total
Indkøb					
- udsæd	27,4	68,5	3,8	19.950	0,6
- husdyrgødning	32,6	67,3	0	-65.408	-2,0
- foder				552.984	17,0
Energi					
- el	98,6	0,02	1,4	183.415	5,6
- diesel	94,7	2,9	2,7	205.656	6,3
- gas				7.786	0,2
Transport					
- gødning	94,7	2,9	2,7	32.861	1,0
Maskinstation					
- udbringe gødning, ensilere etc.	94,7	2,9	2,7	52.144	1,6

Bedriften	23 (524.706)	77 (1.743.065)	2.267.771	69,6
I alt	18 (599.441)	27 (878.495)	3.257.159	100

Tabel 10. Ændringer i bidrag til klimaeffekten for scenarie 1 saml. med basis (kg CO₂ ækv. per bedrift per år).

	Basis		Scenarie 1	
	Kg CO ₂ -ækv.	(100%)	(% af basis)	
INDKØB				
Gødning	59.299		-65.408	
Transport af gødning	32.861		30.910	
ENERGI				
Maskinst., herunder udbringning af gødning	57.468		52.144	(91%)
EMISSIONER fra N₂O, heraf				
-N ₂ O-N fra nitratudvaskning	93.610		50.809	(54%)
-N ₂ O-N fra gødn. udbringning	228.992		143.764	(55%)
I alt	3.521.724		3.257.159	(92%)

Det reducerede bidrag fra indkøbt husdyrgødning skyldes, at husdyrgødning mht. klimaaftryk tillægges samme klimaaftryk som tilsvarende mængde plantetilgængeligt N fra kunstgødning. Det reducerede bidrag fra lattergasemissioner skyldes dels en direkte reduktion i lattergasemissionen som følge af den mindre mængde kvælstof udbragt, og dels en indirekte effekt som følge af mindre nitratudvaskning. I scenarium 1 reduceres bedriftens kvælstofoverskud med 42 kg N/ha, idet input i form af husdyrgødning er reduceret tilsvarende og output af N fra bedriften opretholdt. Alt i alt reduceres den potentielle udvaskning fra 62 til 33 kg N/ha/år (Tabel 10).

Tabel 11. Bedriftens kvælstofbalance – ændringer som følge af reduceret gødningsmængde i scenarium 2.

Bedrifts N-balance	Basis	Scenarie 1
INPUT	Kg N/ha	Kg N/ha
Indkøbt husdyrgødning	<i>Pr ha dyrket</i>	<i>Pr ha dyrket</i>
I alt (<i>pr ha dyrket</i>)	60	24
Input i alt (<i>pr ha dyrket</i>)	226	183
Output i alt	128	128
Bedriftens N-balance	98	56
Fordeling af overskud	Kg N/ha	Kg N/ha
Udvaskning (NO ₃ -N)	62	33

3.3.3 Kulstof – øget binding i jord og biomasse

Den forøgede mængde CO₂ i atmosfæren kan modvirkes ved at binde noget kulstof. Dette kan gøres på bedriften, hvorved det modregnes positivt i bedriftens klimabelastning. Binding af kulstof på bedriften kan ske enten i jorden eller den overjordiske biomasse. Binding af kulstof i jord kan stimuleres primært ved nedmuldning af afgrøderester, brug af efterafgrøder og husdyrgødning (især dybstrøelse) og flerårige græsmarker (Schjønning et al., 2009).

En alternativ måde at binde kulstof på bedriften er at plante flere blivende hegn og træer, for på den måde at binde kulstof i biomasse (Gyldenkerne et al., 2005). Hvis det antages, at der plantes et 3-rækket læhegn, der har en lineær vækst indtil det er 25 år gammelt, hvorefter hegnes holdes på det samme niveau med udtyndinger hver 10. år, vil den gennemsnitlige bundne biomasse fra hegn er 25 år gammelt og fremefter være ca. 127 m³ per ha, hvilket svarer til ca. 64 tons biomasse per ha eller 32 tons C per ha (Gyldenkerne et al., 2005). Set i et 100-årigt perspektiv, vil der i gennemsnit bindes 0,32 ton C per ha per år eller 1,16 tons CO₂ per ha per år ved plantning af et læhegn. 1 ha 3-rækket læhegn svarer til 2 km hegn, da det har en bredde på 5 m. Dvs. plantning af 2 km 3-rækket læhegn vil binde ca. 1,16 tons CO₂ per år eller **1 km 3-rækket læhegn vil binde ca. 0,58 tons CO₂ per år** i et 100-årigt perspektiv. Dette tal kan multipliceres med den længde (km) læhegn der kan anlægges og den samlede CO₂-binding kan fratrækkes bedriftens samlede klimabelastning. Hvis den biomasse der produceres ved udtynding af hegn bruges til energiformål og dermed fortrænger noget fossilt brændstof kan dette også indregnes i beregningerne.

3.3.4. Metan – reduceret udledning per kg mælk produceret

Den årlige udskillelse af metan per årsko vil stige med stigende ydelsesniveau, men regnet per kg mælk produceret vil metanudledningen falde. F.eks. stiger metanudledningen per årsko fra ca. 114 kg metan ved 7000 mælk til 153 kg ved 11.000 kg mælk. Beregnet i forhold til produktionen af mælk vil udskillelsen via fordøjelsen derimod reduceres fra 16,3 kg metan per 1000 kg mælk ved en årsydelse på 7.000 kg til 13,8 kg metan pr. 1000 kg ved en årsydelse på 11.000 kg (Kristensen et al. 2009).

En anden mulighed for at reducere metanudledningen pr kg mælk produceret er ved en forbedret fodereffektivitet i besætningen. F.eks. er meatnudledningen med en ydelse på 9.000 kg mælk og en fodereffektivitet på 82%, 155 kg metan per årsko. Hvis fodereffektiviteten øges til 92% vil metanudledningen per årsko kun være 146 kg metan. Omregnet til metan per 1000 kg mælk svarer det til et fald fra 17,2 til 16,2 (Kristensen et al. 2009).

Endelig kan man påvirke metanudledningen via fodersammensætningen, f.eks. vil en øget fedttil-delning reducere metanudledningen (Kristensen et al. 2009).

4. Konklusion

Bedriften Revslundgaard har en total klimabelastning på 3.522 tons CO₂-ækvivalenter per år, hvilket svarer til 8,1 tons CO₂-ækvivalenter per ha eller 1,22 kg CO₂-ækv per kg mælk. 19% af klimabelastningen fra bedriften stammer fra produktion og transport af input i form af husdyrgødning, foder og udsæd, 13% stammer fra det direkte energiforbrug på bedriften til primært trækkraft og el, hvorimod 68% af klimabelastningen stammer fra direkte emissioner af lattergas (N₂O) og metan (CH₄). Der er derfor i denne analyse fokuseret på at påvirke de direkte emissioner på bedriften. En følsomhedsanalyse med højere foderforbrug illustrerer, at klimabelastningen for hele bedriften og per FE salgsafgrøder ville være 7% højere ved et 7% højere foderforbrug.

Klimabelastningen kan generelt reduceres på bedriften ved tre hovedfokusområder: 1) Energi – reduceret brug af fossil energi og øget energiproduktion, 2) Kvælstof – mere effektiv udnyttelse og mindre tab og 3) Kulstof – øget binding i jord og biomasse.

Med hensyn til energiforbruget på bedriften er fokus at reducere det nuværende forbrug og/eller at benytte vedvarende energi produceret enten på bedriften eller andetsteds.

Med hensyn til en mere effektiv udnyttelse og mindre tab af kvælstof, er effekten på klimabelastningen illustreret i et scenarium 1, hvor kvælstofindkøbet til bedriften er reduceret til et minimum. Dette tiltag reducerer klimabelastningen på bedriften med 8%. Derudover har efterafgrøder betydning i relation til at reducere tabet af kvælstof og dermed også emissionen af lattergas.

Med hensyn til binding af kulstof eller CO₂ på bedriften er fokus på jord i form af bl.a. halmnedmuldning og efterafgrøder eller i biomasse i form af plantning af blivende træer og hegn.

LITTERATUR

- Askegaard, M., Thorup- Kristensen, K , Lindhard-Pedersen, H , Kristensen, I.S. , Oudshoorn, F., Tersbøl, M. 2008. Muligheder og barrierer i den økologiske planteproduktion. I: Udvikling, vækst og integritet i den danske økologisektor. Vidensyntese nr. 1, ICROFS. Online at <http://ecowiki.org/OekologiskUdvikling/Hvidbog>
- Ecoinvent Centre (2009) Ecoinvent Database v. 2.0. Swiss Centre for Life Cycle Inventories. Online på www.ecoinvent.org.
- Gyldenkerne S., Münier B., Olesen JE, Olesen SE, Petersen BM & Christensen BT (2005) Opgørelse af CO₂-emissioner fra arealanvendelse og ændringer i arealanvendelse – LULUCF - metodebeskrivelse samt opgørelse for 1990-2003. Arbejdsrapport fra DMU nr. 213. 80 s.
- Jørgensen U. & Dalgaard T. (2004) Energi i økologisk jordbrug – reduktion af fossilt energiforbrug og produktion af vedvarende energi. FØJO-rapport nr. 19. 164 s.
- Troels Kristensen, Lisbeth Mogensen, Martin Riis Weisbjerg, Peter Lund, Ole Aaes, 2009. Metan fra malkekøer er i fokus, fordi det er en betydende drivhusgas. Forskellige modeller til beregning af mængden giver meget stor variation. Kvæg info nr 2058.
- LCAfood (2007) Online på www.lcafood.dk.
- Schjønning P., Heckrath G & Christensen B.T. (2009) Threats to soil quality in Denmark – a review of existing knowledge in the context of the EU soil thematic strategy. DJF report Plant Science No 143. Faculty of Agricultural Sciences, Dept. Of Agroecology and Environment, Aarhus University. 121 s.
- Økologisk Landsforening (2009) Klimastrategi for Økologisk Jordbrug – målsætninger, indsatsområder og virkemidler for bedre klimabeskyttelse med økologisk jordbrug. Online på www.okologi.dk/klima.

BILAG

Tabel B1. Bedriftens kvælstofbalance – basisscenarium.

Bedrifts N-balance	Basis 2008 data	
Sædskifteareal, ha	433,5	
Dyrkede areal, ha	433,5	
INPUT	Kg N/ha	Kg N i alt
Indkøb		
Foder	57,7	25021
Halm	1,3	546
Udsæd	1,3	553
Dyr (inkl besætn.forskydning)	3,2	1364
Fixering	<i>Pr. ha med afgrøden</i>	
kl græs slæt	150	30728
Byg/ært	39	2714
Udlæg ¹⁾	25	1739
efterafgrøde		
I alt (pr ha dyrket)	81	35181
Indkøbt husdyrgødning	<i>Pr ha dyrket</i>	
svinegylle, slagtesvin	40	19974
Kartoffelfrugtsaft	20	8608
I alt (pr ha dyrket)	60	24486
Atmosf. deposition, nedbør		
I alt (pr ha dyrket)	15	6503
Input i alt (pr ha dyrket)	226	97.751
OUTPUT	Kg N/ha	Kg N i alt
Salgsafgrøder	<i>Pr. ha med afgrøden</i>	
Kløvergræs ens.		14705
Majsens.		6339
I alt (pr ha dyrket)	49	21023
Mælk		15215
Kød		924
Solgt husdyrgødning		8388
Husdyrgødning lagt på lager		9873
Halm		0

Output i alt	<i>128</i>	55.444
Bedriftens N-balance	<i>98</i>	42.307

Tabel B2. Beregning af lattergasemission – Basisscenarium.

Lattergas (N₂O) emission:

Gødningshåndtering	<i>kg N₂O-N</i> Emissions faktor N mængde, kg		
Afgræsning			
Fra gødning afsat under afgræsning	234	0,02	11681 kg N i gødning afsat på græs
Stalden			
Fra gødning afsat i stalden	110	0,002	40682 kg N i gødning afsat i stalden
Lager			
Fra gødning overført til lager	201	0,005	40050 kg N i gødn. overført til lager
Udbringning i marken			
Husdyrgødning udbragt	489	0,01	48.931 kg N i gødning udbragt på marken
Afgrøderester			
Fra afgrøderester	77	0,01	7733 kg N i afgrøderester
<i>Indirekte lattergas emission</i>			
Fra ammoniakfordampning			
	97	0,01	9676 kg NH ₃ -N tabt
Fra nitratudvaskning			
	200	0,0075	26657 kg NO ₃ -N udvasket
Samlede lattergasemission	1408		

Tabel B3. Beregning af metan-emission – Basisscenarium.

Metan (CH ₄) emission:						
Afgræsning	<i>kg CH₄</i>	faktor	*	kg DM gødning afsat på græs		
Fra gødning afsat under afgræsning	186	0,0011		169.541		
Stalden	<i>kg CH₄</i>	faktor	*	kg DM gødning afsat i stalden		
Fra gødning afsat i stalden	2066	0,02		114.781		<i>dybstrøelse</i>
	1990	0,003		633083		<i>gylle</i>
Lager	<i>kg CH₄</i>	faktor	*	kg DM gødning overført til lager		
Fra gødning overført til lager	328	0,002		156.169		<i>dybstrøelse</i>
	6300	0,0105		599986		<i>gylle</i>
Udbringning i marken	<i>kg CH₄</i>	faktor	*	m ³ gødning udbragt på marken		
Fra husdyrgødning udbragt i marken	8	0,0013		6366		
					MJ/kgDM	kg CH ₄ /MJ
Enteric fermentation	<i>kg CH₄</i>	faktor	*	kg DM intake	*	*
Køer	47136	0,065		2170825	18,59	55,65
Opdræt	11435	0,065		535295	18,29	55,65
Tyre	225	0,065		10525	18,29	55,65
Får	17		Tier 1	5	CH ₄ /dyr/år	moderdyr
Geder	34			5		moderdyr
i alt	58847					
Samlet metan (CH₄) emission:	<i>kg CH₄</i>					
	69726					