

Energiforbrug på økologiske og konventionelle landbrug

Tommy Dalgaard, Randi Dalgaard & Anders Højlund Nielsen, Afdeling for Jordbrugssystemer

Ministeriet for Fødevarer, Landbrug og Fiskeri
Danmarks JordbrugsForskning

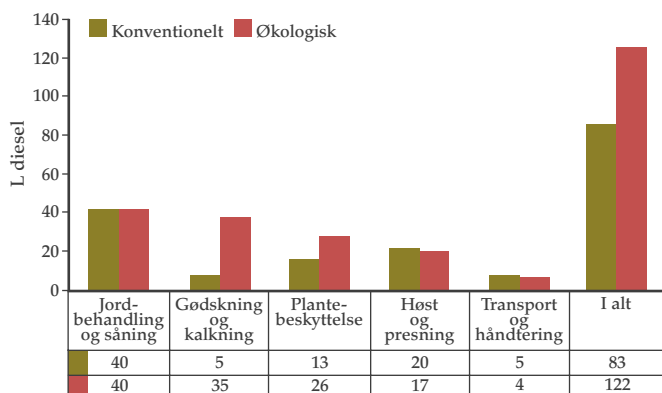
Formålet med denne Grøn Viden er at give en oversigt over energiforbruget i økologisk og konventionelt landbrug, for derigennem at påpege hvilke dyrkningssystemer, der kan medvirke til at mindske energiforbruget. Derudover er det formålet at give eksempler på, hvorledes energiforbruget kan opgøres på praktiske landbrug.

Problemer med energiforbrug

Energiforbrug er interessant af økonomiske og miljømæssige årsager. Dels er energi dyrt, og energiprisen må forventes at stige yderligere i fremtiden. Dels ønsker vi at bevare flest mulige af verdens begrænsede, fossile energiressourcer i form af fx olie, gas og kul, til de kommende generationer. Endelig fører energiforbrug til "klassisk" forurening med svovl- og kvælstofforbindelser og et forøget udslip af kuldioxid. Dette udslip er det største bidrag til den menneskeskabte forøgelse af den såkaldte drivhuseffekt.

Direkte og indirekte energi

Det direkte energiforbrug omfatter de kilder som direkte kan omsættes til energi (f.eks. brændstof, smøremidler og elektricitet). Det indirekte energiforbrug omfatter den energi, der behøves for at producere de input som anvendes i landbrugsproduktionen (f.eks. bygninger, maskiner, kraftfoder, kunstgødning, kalk og sprøjtemidler). Energiforbruget opgøres i Joule (J), hvor $1.000.000 \text{ J} = 1.000 \text{ MJ} = 1 \text{ GJ}$.



Figur 1. Eksempel på opgørelse af brændstofforbruget til hhv. konventionel og økologisk dyrkning af 1 ha vårbyg på en planteavlsbedrift, hvor halmen bjærges

Det direkte og indirekte energiforbrug er opgjort på landbrugsbedriften. Dvs. den energi, der medgår til transport, efter produktionerne har forladt bedriften, medregnes ikke, mens den energi, der går til at fremstille input, som anvendes på bedriften, medregnes. F.eks. er energiindholdet i dieselolie 35,9 MJ/L, og der medgår yderligere 5 MJ/L til udvinding, raffinering og transport af olien. Det vil sige energiforbruget ved forbrug af 1L diesel svarer til 40,9 MJ/L. 1 kilowatt-time el udgør tilsvarende 9,5 MJ, hvis energitabet ved fremstilling og distributionen medregnes.

Tabel 1 viser nøgletal for, hvorledes brændstofforbruget beregnes. Der er opdelt i 5 kategorier af operationer, se figur 1.

Tabel 2 og tabel 3 viser nøgletal for, hvordan det øvrige energiforbrug i henholdsvis afgrøde- og husdyrproduktionen opgøres. Disse tal er behæftet med stor usikkerhed.

Planteproduktion

Som eksempel er vist dieselforbruget ved dyrkning af vårbyg til modenhed på vandet sandjord, se figur 1. Her koster jordbehandling og såning i form af efterårspløjning + jordpakning + tung såbedsharvning + 2 gange let såbedsharvning + såning + tromling korrigeret for sandjord, se tabel 1.

$$(23+2+6+4+4+3+2) \times 0,9 = 40 \text{ L/ha}$$

Dette er ens for konventionelt og økologisk jordbrug. Derimod er dieselforbruget forskellig for de øvrige kategorier. Dette skyldes, at der ved økologisk dyrkning udbringes større mængder husdyrgødning, ukrudtsharves mere, men høstes og transporteres mindre mængder.

Mens dieselforbruget er væsentlig større for økologisk dyrkning af vårbyg, er det samlede energiforbrug til vårbyg mindre for økologisk dyrkning end for konventionel, se tabel 4. Dette gælder både regnet per ha og per foderenhed (FE) produceret.

Tabel 1. Nøgletal for brændstofforbrug i form af diesel

Jordbehandling og såning		
Pløjning (21 cm), forår*	20,0	L/ha
Pløjning (21 cm), efterår*	23,0	L/ha
Pløjning (16 cm), efterår*	16,0	L/ha
Jordpakning*	2,0	L/ha
Såbedsharvning, let*	4,0	L/ha
Såbedsharvning, tung*	6,0	L/ha
Tromling*	2,0	L/ha
Såning*	3,0	L/ha
Stubharvning*	7,0	L/ha
Gødskning og kalkning		
Spredning og læsning af mæg	0,6	L/t
Gyllespredning	0,3	L/t
Kunstgødskning	2,0	L/ha
Kalkning	1,5	L/ha/år
Plantebeskyttelse		
Sprøjtning	1,5	L/ha
Ukrudtsharvning*	2,0	L/ha
Radrensning*	3,0	L/ha
Høst og presning		
Mejetærskning	14,0	L/ha
Roeoptagning	17,0	L/ha
Roeaftopning	10,0	L/ha
Grønthøstning	5,0	L/ha
Presning og læsning	2,0	L/t
Skårlægning	0,5	L/t
Stængelbrydning	0,2	L/t
Finsnitning	1,0	L/t
Transport og håndtering		
Maskintransport	0,04	L/km
Gødning- og fodertransport	0,2	L/t/km
Læsning og indlægning	0,5	L/t
Udfodring	0,3	L/t
Anden håndtering	0,5	L/t
Erhvervsmæssig bilkørsel	5,0	L/ha

*) på lerjord eller humusjord (JB-nr. > 7) ganges nøgletallet med en faktor 1,1. På sandjord (JB-nr. 1-3) ganges med en faktor 0,9

Tabel 2. Nøgletal for øvrig energiforbrug i afgrødeproduktionen

Smøremidler	3,6	MJ/(L diesel)
Maskiner	12	MJ/(L diesel)
Markvanding	50	MJ/mm
Tørring	50	MJ/t(%-point)
Mineralsk kvælstof	50	MJ/(kg N)
Mineralsk fosfor	12	MJ/(kg P)
Mineralsk kalium	7,0	MJ/(kg K)
Kalk	30	MJ/t
Sprøjtemidler	300	MJ/kg aktivt stof

Tabel 3. Nøgletal for øvrig energiforbrug i husdyrproduktionen per år (1 dyreenhed = DE svarer til 1 malkeko af stor race eller 30 slagtesvin, 1 foderenhed = FE svarer til foderværdien i 1 kg byg)

Stalldrif		
Malkekøer	8,0	GJ/DE
Andre kvæg	1,7	GJ/DE
Konventionelle søer	6,1	GJ/DE
Økologiske søer	3,2	GJ/DE
Konventionelle slagtesvin	0,9	GJ/DE
Økologiske slagtesvin	0,4	GJ/DE
Klimastalde		
Konventionelle søer	3,1	GJ/DE
Konventionelle slagtesvin	0,6	GJ/DE
Bygninger, inventar etc.	2,5	GJ/DE
Importeret foder	5,7	GJ/FE

Økologisk og konventionel foderproduktion

- Økologisk kløvergræs er energimæssigt den billigste afgrøde, idet kvælstoffiksering erstatter gødskning, se figur 2
- Ved afgræsning spares energi til høst og udfodring
- Andre afgrøder koster omtrent samme energimængde ved økologisk og konventionel dyrkning
- Dyrkning af én foderenhed på lerjord koster mindre energi end på sandjord, fordi udbytterne er højere, uden at energiomsætningen per produceret enhed stiger tilsvarende
- Sekundærafgrøder såsom halm og efterslæt er energimæssigt billige
- Bl.a. pga. mindre mekanisk ukrudtsbekæmpelse er energiforbruget per FE mindre på kvægbedrifterne, se figur 2, end på planteavlsbedrifterne, se tabel 4
- Energiforbruget per FE konventionel afgrøde er mindre på husdyrbedrifter end på planteavlsbedrifter, hvor der benyttes større andele handelsgødning (jf. figur 2 i forhold til tabel 4)
- Vanding forøger energiforbruget per FE, se figur 2.

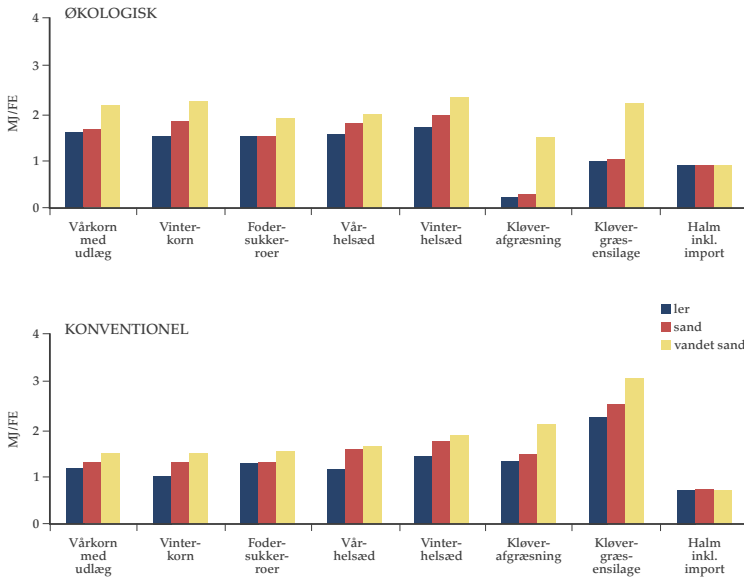
Reduceret jordbehandling kan lede til besparelser i forbruget af brændstof, smørelolie og maskiner. Specielt kan der spares energi ved at undgå pløjning, eller ved at pløje mindre dybt og ved at pløje om foråret, når jorden er mere bekvem. Ved reduceret jordbehandling kan der muligvis på lang sigt spares gødning uden at det går ud over udbyttet.

Tabel 4. Eksempel på energiregnskab for vårbyg på vandet sandjord (MJ/ha) på et typisk planteavlsbrug

	Konventionel	Økologisk
Direkte energi		
Brændstof	3400	5000
Smørelolie mm	300	440
Markvanding	1500	1500
Tørring af korn	500	360
I alt	5700	7300
Indirekte energi		
Afskrivning, maskiner	1100	1600
Kunstgødning og kalk	6700	50
Sprøjtmidler	250	0
I alt	8050	1650
Totalt energiforbrug	13750	8950
Udbytte (FE/ha)	5000	3600
Energiforbrug (MJ/FE)	2,8	2,5



Foto 1. Pløjning er en af de mest energiforbrugende markoperationer



Figur 2. Typisk energiforbrug per foderenhed planteproduktion på malkekvægsbedrifter på hhv. ler- sand- og uvanet sandjord

Økologiske bedrifter forventes at få ukrudtsproblemer, som vanskeligt bekæmpes uden sprøjtning.

Energiproduktionen ved afgrødedyrkning kan opgøres i foderenheder (FE), der er et udtryk for den metaboliske energi i afgrøden, eller alternativt i brændværdien, der udtrykker den energi, der kan opnås ved forbrænding. Brændværdien for korn er f.eks. 15 MJ/kg og for halm lidt mindre. Pga. de mindre udbytter, er potentialet for bio-energiproduktion ved afbrænding af f.eks. halm og korn mindre ved økologisk end ved konventionel planteproduktion. Således er "bio-energioverskudet" ved den konventionelle kornproduktion i ca. 61 GJ/ha, se tabel 4, mens den ved den økologiske produktion er ca. 45 GJ/ha (begge tal er excl. energien i halm).

Kemisk ukrudtsbekæmpelse koster væsentlig mindre energi end mekanisk ukrudtsbekæmpelse, men set i forhold til andre poster med energiforbrug er betydningen af denne forskel lille, se tabel 4.

Handelsgødning koster mindre energi at udbringe end husdyrgødning. Imidlertid er der et stort energiforbrug ved syntetisk fremstilling af gødning. Det indirekte energiforbrug til fremstilling af N-handelsgødning udgør således en meget stor del af energiforbruget ved konventionel afgrødeproduktion.

Gylle er energimæssigt set billigere at håndtere end fast husdyrgødning.



Foto 2. Sprøjtning er energimæssigt set en god forretning

Vanding koster energi, men giver også større udbytter.

Kraftfoder importeret til bedriften, fx som soyaskrå eller højproteinblandinger, koster mellem 3-8 MJ/FE, hvilket er vist med en brun stribe på figur 3.

Hjemmeproduceret grovfoder er typisk, energimæssigt billigere end importeret kraftfoder.

Det marginale energiforbrug til én ekstra foderenhed opnået ved vanding er for korn og helsæd typisk lavere end energiomkostningen for kraftfoder, mens energiomkostningen ved vanding af græs typisk er højere end energiomkostningen ved at importere foder. Det vil sige der kan typisk spares energi ved at spare på vandingen af græsmarker og i stedet importere foder.

Husdyrproduktion

Som eksempel er vist energiforbruget ved produktion af hhv. 1 kg mælk og 1 kg svinekød på typiske økologiske og konventionelle landbrug, se tabel 5 og 6). I eksemplerne ses det, at energiforbruget gennem foderimport er relativt større i konventionel- end i økologisk husdyrproduktion. De antagne forskelle mellem energiforbrug til strøelse og stalddrift i økologisk og konventionel slagtesvineproduktion skyldes forskelle i stalddriftsystemet. Bl.a. antages et større energiforbrug til ventilation og en mindre anvendelse af strøelse i de konventionelle end i de økologiske svinestalde.

Stalddriftsystemet har indvirkning på energiforbruget

- Dybstrøelsesstalde forbruger halm og giver mere gødning,

som det koster mere energi at håndtere i forhold til gylle fra stalde med spaltegulv

- Opvarmning af klimastalde til svin og fjerkræ koster energi
- Ventilationssystemet har betydning
- Bygninger og inventar koster energi at producere

Hele bedriften

Fordelingen af det totale energiforbrug er opgjort på økologiske mælkebrug, og sammenlignet med fordelingen på konventionelle mælke-, svine- og planteavlslugbrug, se figur 4. Det ses, at den vigtigste post i energiregnskabet, både på økologiske og konventionelle husdyrbrug, er import af foder. Dernæst følger olieforbrug, elektricitetsforbrug og indirekte energiforbrug til bygninger og maskiner.

Tabel 5. Eksempel på energiforbrug (GJ) til mælkeproduktion i en sengebåsestald ved en typisk foderplan

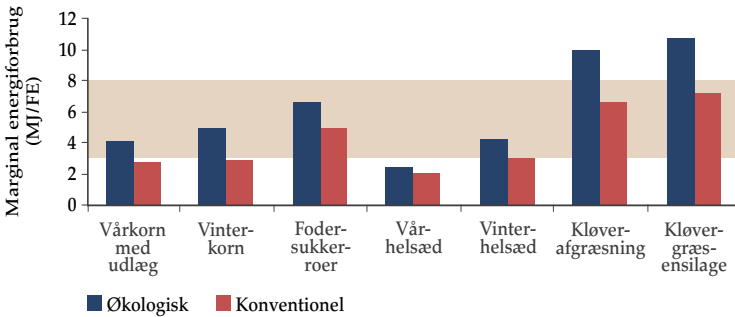
1 års-malkeko	Økologisk	Konventionel
Fodring:		
Afgræsning	2,3	3,6
Græsensilage	1,5	2,4
Helsædensilage	0,8	1,0
Halm	0,0	0,0
Korn	3,3	2,7
Kraftfoder	6,7	7,4
Strøelse	0,4	0,4
Stalddrift	8,0	8,0
Bygninger og inventar	2,5	2,5
Ialt	25,6	28,0
1000 kg mælk*	9,0	9,0
MJ/kg mælk	2,8	3,1

*) Kød omregnes til mælk på energibasis 1:10

Tabel 6. Eksempel på energiforbrug (GJ) til produktion af svinekød hhv. i en dybstrøelses- (Ø) og spaltestald (K)

30 slagtesvin	Økologisk	Konventionel
Fodring:		
Eget korn	9,6	4,2
Foderimport	13,5	21,3
Strøelse	0,4	0,1
Stalddrift	0,4	0,9
Bygninger og inventar	2,5	2,5
Ialt	26,4	29,0
kg kød netto*	2240	2100
MJ/kg kød	11,8	13,8

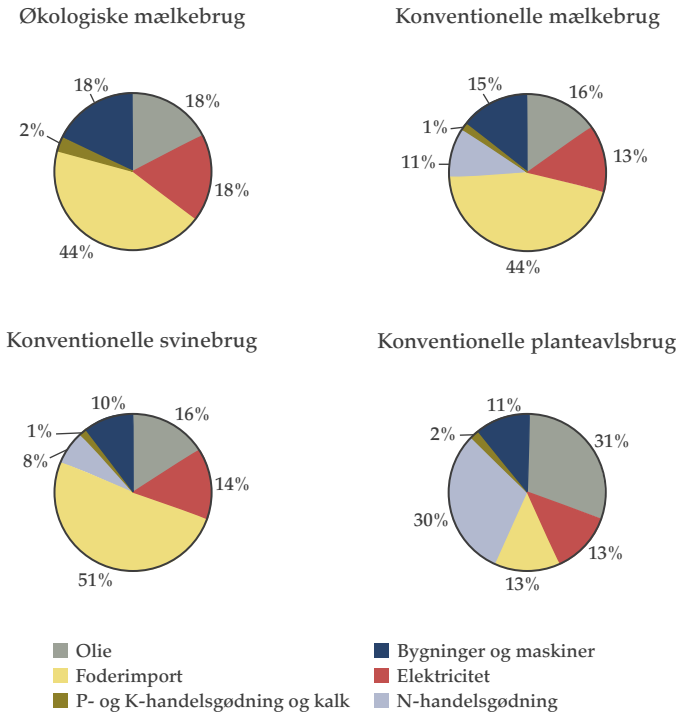
*) Økologiske slagtesvin fra 30-105 kg og konventionelle fra 30-100 kg



Figur 3. Eksempel på marginal energiforbrug til én ekstra foderenhed opnået ved vanding, sammenlignet med energiomkostningen ved import af foder (den brune stribe), der ligger på mellem 3 og 8 MJ/FE

Økologisk landbrug adskiller sig fra konventionelt landbrug på flere felter, som har betydning for energiforbruget. De vigtigste forskelle er forbudet mod brug af mineralsk gødning og sprøjtemidler i afgrødeproduktionen, samt forbudet mod brugen af syntetiske aminosyrer og væksthjælpemidler i husdyrproduktionen. Dette bevirker, at såvel udbytter som energiforbrug typisk er mindre ved økologisk end ved konventionel produktion. Også energiforbruget til jordbrugskalk vejer procentvis tungere i økologisk jordbrug, fordi det samlede øvrige energiforbrug er mindre. Endvidere er der særlige reguleringer af staldforholdene i økologisk landbrug. Bl.a. er der krav til dyrenes pladsforhold og strøning med halm, ligesom klimastalde ikke anvendes. Endelig er skærpede krav omkring selvforsyning med økologisk foder på vej, hvilket indvirker på energiforbruget.

Ved sammenligning af energiforbrug ved forskellige produktionssystemer - fx konventionel og økologisk produktion - er det vigtigt at antage en systembetragtning, hvor både det indirekte og det direkte energiforbrug opgøres for alle produktionsled. Således har økologiske bedrifter som sagt typisk en afgrødesammensætning, husdyrtæthed og anvendelse af produktionsfaktorer som afviger væsentligt fra konventionelt jordbrug. Med den skitserede metode kan energiforbrug, og muligheder for at spare på energien i forskellige produktionssystemer analyseres.



Figur 4. Fordelingen af det totale energiforbrug opgjort på typiske økologiske mælkebrug og sammenlignet med konventionelle mælkebrug, svinebrug og planteavlsbrug. NB: Pesticider udgør under 1 % af energiforbruget og er ikke vist i lagkagediagramerne

Grøn Viden indeholder informationer fra Danmarks JordbrugsForskning.

Grøn Viden udkommer i en mark-, en husdyr- og en havebrugsserie, der alle henvender sig til konsulenter og interesserede jordbrugere.

Abonnement tegnes hos
Danmarks JordbrugsForskning
Forskningscenter Foulum
Postboks 50, 8830 Tjele
Tlf. 89 99 16 15 / www.agrsci.dk

Prisen for 2002:
Markbrugsserien kr. 225, husdyrbrugsserien
og havebrugsserien kr. 125.

Adresseændringer meddeles særskilt
til postvæsenet.

Michael Laustsen (ansv. red.)
Anders Correll (redaktør)

Layout:
Ulla Nielsen og Jette Ilkjær

Tryk: Rounborgs grafiske hus
ISSN 1397-985X



Græspiller er energimæssigt set meget dyre (ca. 8-14 MJ/FE). En typisk foderplan med græspiller kan derved betyde omkring 20% større energiforbrug til produktion af 1 kg mælk i forhold til en foderplan uden græspiller.

Fossil energiforbrug bidrager til drivhuseffekten, idet der ved forbrændingen udledes kuldioxid. Landbrugets direkte og indirekte forbrug af fossil energi bidrager med omkring 25% af landbrugets samlede udledning af drivhusgasser, mens den resterende udledning stammer fra metan og lattergas. I alt bidrager landbruget med over 20% af den samlede danske drivhusgas-udledning.

Yderligere informationer vedrørende energiforbrug og muligheder for energibesparelser kan findes i Energisparkataloget på internet-adressen:
www.energisparkatalog.dk.

Denne Grøn Viden er udarbejdet med støtte fra Energistyrelsen.

Konklusioner

- Eksemplerne viser, at selvom dieselforbruget er større ved økologisk end ved konventionel afgrødeproduktion, er det samlede energiforbrug generelt mindre ved økologisk end ved konventionel dyrkning, både regnet per areal og per foderenhed produceret. Afgrødeproduktionen er imidlertid også mindre pr. areal.
- Energiforbruget til produktion af økologisk mælk og svinekød var mindre end ved konventionel produktion, men forskellene er små i forhold til de behæftede usikkerheder.
- Energiforbruget kan bl.a. mindskes ved at
 - vælge afgrøder med lavt energiforbrug – f.eks. kløvergræs
 - øge produktionen af eget foder på bekostning af foderimport
 - mindske dieselforbruget – f.eks. ved overgang fra fast husdyrgødning til gyllesystemer, udvidet brug af afgræsning frem for slæt, minimering af transportafstande, og specielt i konventionelt jordbrug ved reduceret jordbehandling
 - udnytte sekundærafgrøder såsom efterslæt og halm
 - mindske handelsgødningsforbruget, f.eks. ved at øge arealet med N-fixerende afgrøder
 - anvende pesticider optimalt
 - undgå brug af græspiller i foderplanen
 - flytte markvanding til afgrøder med det største marginale udbytte eller evt. mindske markvandingen og importere mere foder
 - indføre staldsystemer med naturlig ventilation og mindre forbrug af strøelse
 - optimere hele produktionssystemet, så der opnås større udbytter per forbrugt energienhed. Endvidere kan der evt. produceres bio-energi, som kan opveje en del af landbrugets forbrug af fossil energi.