

Baggrunden for projektet

I økologisk jordbrug er afgrødeproduktionen i betydelig grad afhængig af jordens frugtbarhed, som især vedligeholdes via sædskiftets sammensætning og gennem anvendelse af husdyrgødning. Hvis udbytterne skal forbedres og miljøbelastningen reduceres, må vi være i stand til bedre at forstå, hvordan frugtbarhed, gødskning og ukrudtsbekæmpelse påvirker jord og planter.

Formålet med Cropsys-projektet har derfor været at måle produktiviteten og den miljømæssige effekt af økologiske og konventionelle dyrkningssystemer – på tværs af forskellige klima- og jordbundsforhold. Der er blevet lagt vægt på at udpege driftsforhold, som bidrager til en bæredygtig udvikling af de enkelte dyrkningssystemer.

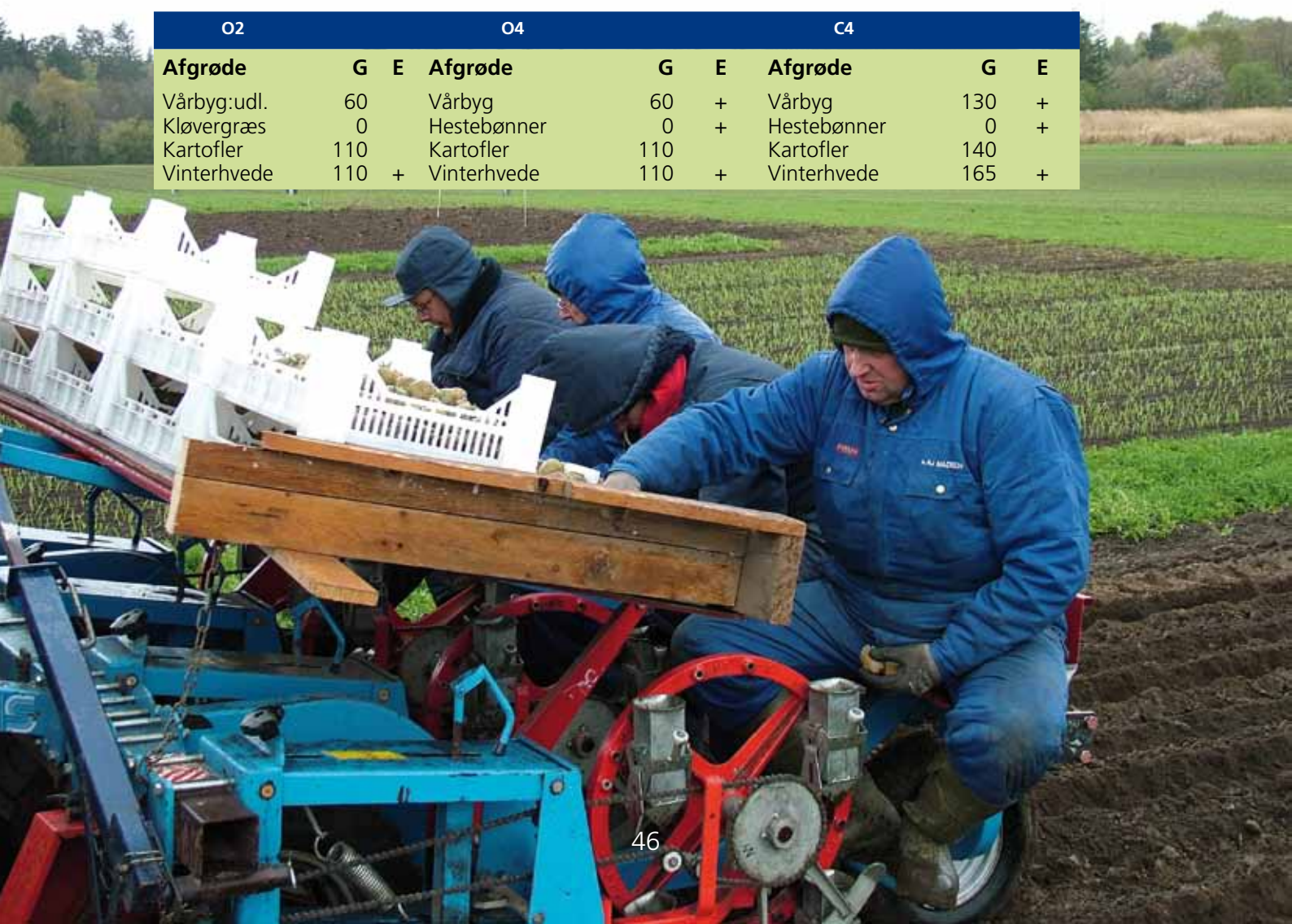
Forsøg med dyrkningssystemer

Der er siden 1997 gennemført forsøg med økologiske planteavlssædskifter til planteproduktion. Forsøget blev gennemført på tre typiske danske jorder (sand ved Jyndvad, lerblandet sand ved Foulum og sandblandet ler ved Flakkebjerg). Sædskifterne

har varieret over tid, men har i alle tilfælde haft fire marker i sædskiftet. I 2005 blev en del af de økologiske behandlinger omlagt til en konventionel behandling, således at der i perioden 2005-2008 kunne sammenlignes forskellige konventionelle og økologiske plantedyrkningssystemer (tabel 1).

Tabel 1. De økologiske sædskifter (O2 og O4) samt det konventionelle sædskifte (C4) med angivelse af tilstræbte gødningsmængder (G, kg N/ha) og brug af efterafgrøder (E).

O2			O4			C4		
Afgrøde	G	E	Afgrøde	G	E	Afgrøde	G	E
Vårbyg:udl.	60		Vårbyg	60	+	Vårbyg	130	+
Kløvergræs	0		Hestebønner	0	+	Hestebønner	0	+
Kartofler	110		Kartofler	110		Kartofler	140	
Vinterhvede	110	+	Vinterhvede	110	+	Vinterhvede	165	+





To økologiske sædskifter blev sammenlignet (O2 og O4). I O2 indgik en kløvergræs, mens der i O4 blev dyrket hestebønne i stedet. Det konventionelle sædskifte (C4) var identisk med O4, men med handelsgødning og pesticider. De økologiske sædskifter blev dyrket ved forskellige niveauer for husdyrgødning og efterafgrøder: UG/ME (uden gødning, med efterafgrøde), MG/UE (med gødning, uden efterafgrøde) og MG/ME (med gødning, med efterafgrøde).

I UG blev kløvergræsset i O2 efterladt i marken som en grøngødning, mens det i MG blev fjernet. Den kvælstofmængde, der blev fjernet i kløvergræsset, svarede til mængden af kvælstof i den tilførte gylle. Gødsningen i O2 var derfor ikke afhængig af import, mens gødningen i O4 svarede til den tilladte import af konventionel husdyrgødning.

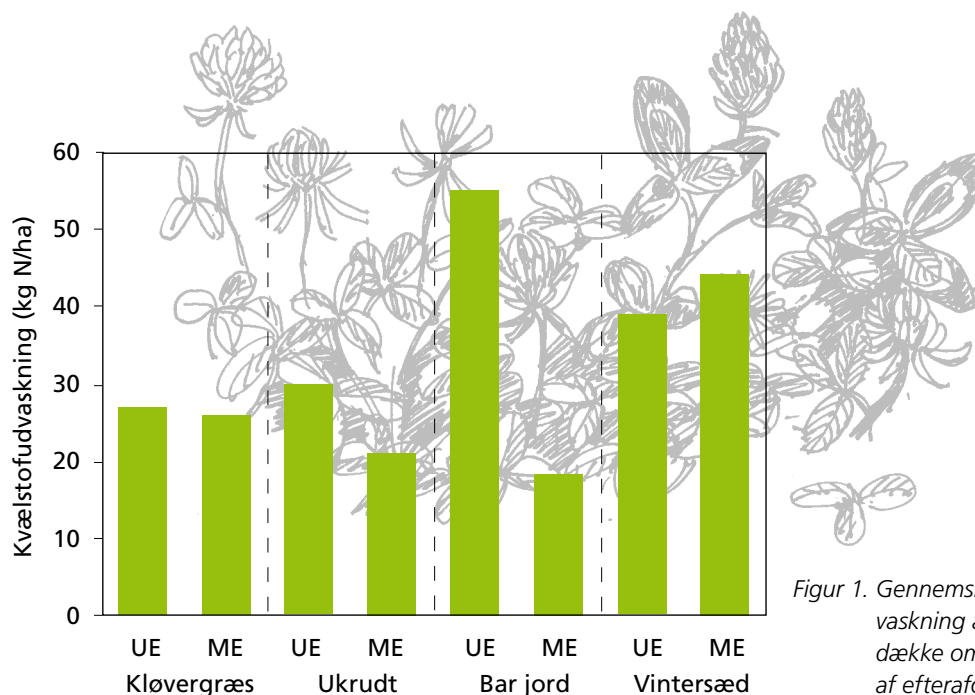
Hvad bestemmer kvælstofudvaskningen?

I forsøget gav tilførsel af husdyrgødning ikke anled-

ning til højere N-udvaskning. Kvælstofudvaskningen var derimod i høj grad bestemt af markernes tilstand om efteråret (figur 1). N-udvaskningen var lavest, hvor jorden var dækket af en efterafgrøde (gns. 20 kg N/ha). Et jorddække med ukrudt og spildplanter uden stubbearbejdning gav en N-udvaskning på i gns. 30 kg N/ha. Dyrkning af vintersæd gav i gns. 40 kg N/ha i udvaskning. Den største N-udvaskning fandt sted efter stubbearbejdninger mod rodukrudd (gns. 55 kg N/ha). Udvasningen steg med antallet af harvninger om efteråret. Dyrkning af efterafgrøder øgede jordens frugtbarhed, således at udvaskningen steg med ca. 5 kg N/ha i de år, hvor der var sået vintersæd om efteråret.

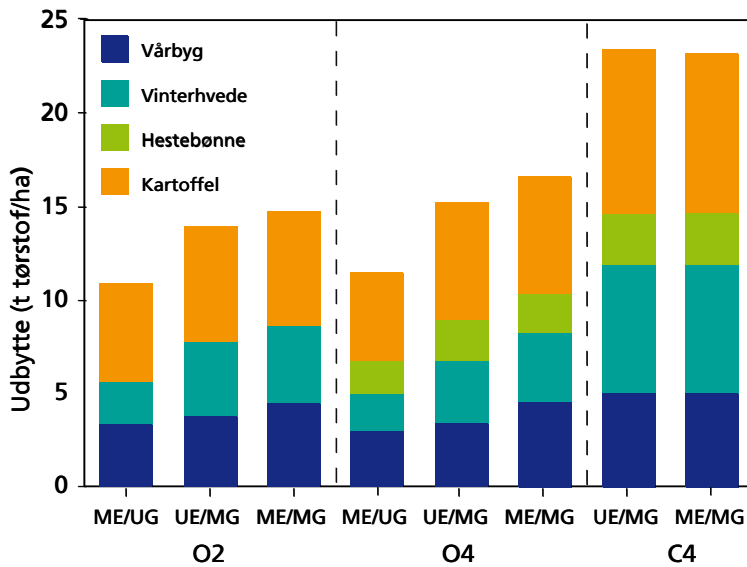
Hvad bestemmer udledningerne af lattergas?

Lattergas er en kraftigt drivhusgas, som især stammer fra landbrugsjord. Normalt antages lattergas især at være knyttet til gødsning af jorden, fordi høje indhold af mineralisk kvælstof i jorden er



Figur 1. Gennemsnitlig årlig kvælstofudvaskning afhængig af afgrødedække om efteråret og dyrkning af efterafgrøde (uden: UE, med: ME).

Effekter af dyrkningssystemer på produktion og miljø (Cropsys)

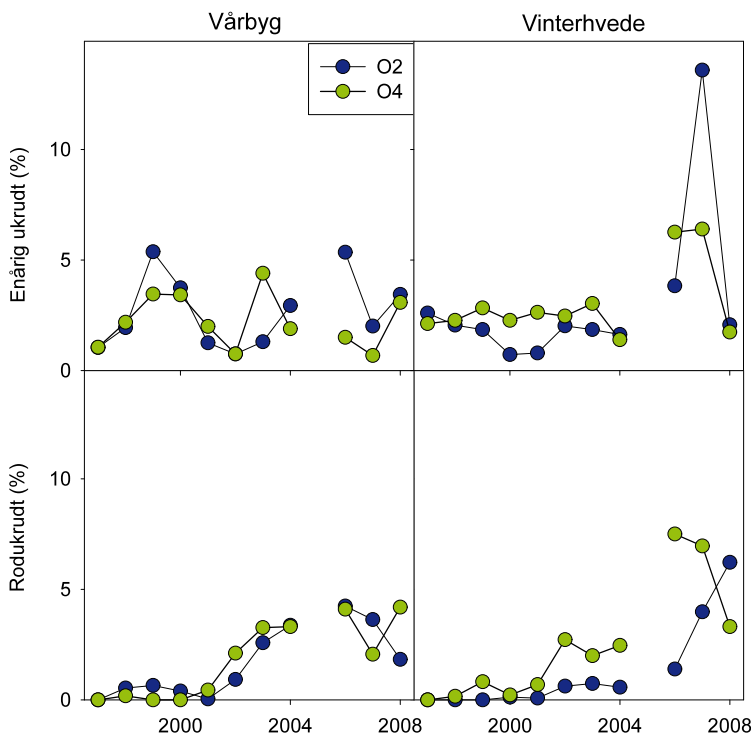


Figur 2. Gennemsnitlige udbytter af de enkelte afgrøder i perioden 2006 til 2008 som gennemsnit af alle tre forsøgssteder. Udbytterne er vist for de tre sædskifter og de forskellige kombinationer af efterafgrøde (med: ME, uden:UE) og gødskning (med: MG, uden: UG).

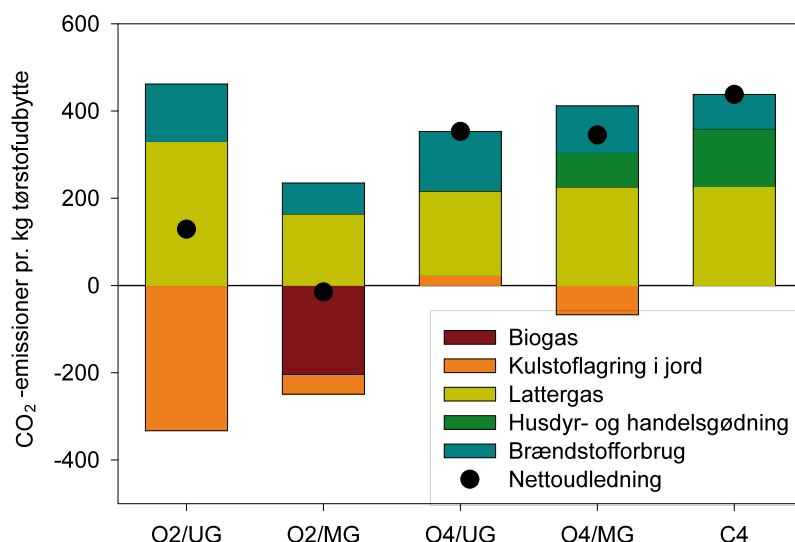
nødvendig for at mikroorganismene kan danne lattergas. I forsøget fandt vi som ventet, at gødskning med både gylle og handelsgødning øgede lattergasudledningerne. Denne effekt blev dog helt overskygget af de meget større udledninger af lattergas, der forekom i forbindelse med nedpløjning af efterafgrøder eller kløvergræs. Grøngødningsafgrøderne viste sig at være en betydeligt større kilde til lattergas end forventet. Anvendelse af husdyrgødning og efterafgrøder forbedrede også jordens struktur, og målinger i laboratoriet viste større udledninger af lattergas ved en dårlig jordstruktur uden brug af efterafgrøder og husdyrgødning.

Kan vi øge kulstoflagringen i jorden?

Forsøget viste, at både kløvergræs og efterafgrøder øgede jordens kulstofindhold. Som gennemsnit af sædskifterne kunne kløvergræs i en fjerdedel af sædskiftet i O2 øge kulstofindhold med ca. 0,4 ton C om året, mens efterafgrøder i sædskiftet øgede kulstofindholdet med ca. 0,2 ton C om året. Effekten af efterafgrøder var dog størst i sædskifte O4, fordi andelen af efterafgrøder her var noget større end i O2.



Figur 3. Ændringer i forekomst af énårigt ukrudt og rodukrudt i vårbyg og vinterhvede over tid i sædskifte O2 og O4 opgjort som andel af overjordisk biomasse ved skridning i kornafgrøderne.



Figur 4. Udledninger af drivhusgasser fra forskellige kilder i dyrkningssystemer ved Foulum. Nettoudledningen er forskellen mellem de egentlige udledninger (over linjen) og binding af kulstof i jorden eller erstatning af fossil energi med biogas (under linjen).

Hvad med jordens kvalitet?

Jordens kvalitet var ringest på Flakkebjerg, hvor kulstofindholdet over århundreder er blevet pint ned på et meget lavt niveau. Dette giver anledning til, at leret opslemmes under regn, og det medfører dannelse af knolde og skorper. Målingerne viste, at der kun var mindre effekter af sædskifter på jordens strukturegenskaber. Det kræver altså en en meget langvarig indsats med grøngødninger og efterafgrøder at øge jordens kulstofindhold til et acceptabelt niveau, og jo større jordens indhold af ler og ilt er, desto mere kulstof kræves for at opnå en god jordstruktur.

Hvordan kan udbytterne øges?

De gødede behandlinger i sædskifte O4 gav ca. 30% mindre udbytte end det tilsvarende konventionelle sædskifte C4 (figur 2). Udbytterne pr. rotation var højere i sædskifte O4 uden grøngødning end i sædskifte O2. Det skyldes manglende høstudbytte fra 25% af markerne i O2. Dog har forskellen mellem de to dyrkningssystemer været faldende gennem årene siden forsøgets start, hvilket bl.a. må tilskrives tiltagende problemer med rodgrudt i O4 i forhold til O2 (figur 3). Endvidere kan den mekaniske bekæmpelse af rodgrudt i efteråret føre til udvaskning af kvælstof, der ellers kunne have været kommet afgrøderne til gode.

Hvad har vi lært?

Projektet har bidraget med viden om, hvordan vi opnår en bæredygtig økologisk planteavl. Forsøget har vist, at udbytterne kan øges gennem gødskning med gylle uden at kvælstofudvaskning og drivhusgasemissioner øges nævneværdigt. Efterafgrøder kan øge jordfrugtbarhed og udbytter, men kan også være en betydelig kilde til lattergas. Høst af grøngødningsafgrøder med efterfølgende omsætning i biogasanlæg vil bidrage med en indtægt fra marken i form af biogas udover, at gyllen kan erstatte importeret konventionel gylle.

Videre læsning

Se Organic Eprints:
<http://orgprints.org/view/projects/DA3-CROPSYS.html>
 og www.icrofs.dk/danskforskning

Projektleder

Jørgen E. Olesen,
 Institut for Agroøkologi - Klima og Bioenergi
 Aarhus Universitet,
 Tlf.: 8715 7778
 E-mail: JorgenE.Olesen@agrsci.dk

