

FØJO-rapport nr. 12/2002
Omlægning til økologisk jordbrug i et lokalområde
Scenarier for natur, miljø og produktion

Hovedforfattere

Vibeke Langer, Tommy Dalgaard, Lisbeth Mogensen, Tove Heidmann, Niels Elmegaard, Peter Odderskær og Berit Hasler

Udgiver

Forskningscenter for Økologisk Jordbrug (FØJO)

Udgivet

Maj 2002

Layout

Forside: Enggaardens Tegnestue

Indhold: Grethe Hansen, Forskningscenter for Økologiske Jordbrug

Fotos på omslag

E. Keller Nielsen

Tryk: DigiSource A/S, Viborg

Papir: 90 g Cyklus print

Sidetæl: 242

ISSN: 1398-716X

Pris: 125,- kr. inkl. moms og forsendelse

Købes hos

Forskningscenter for Økologisk Jordbrug (FØJO)

Foulum

Postboks 50

8830 Tjele

Tlf. 89 99 16 75, fax 89 99 16 73

E-mail: foejo@agrsci.dk

Forord

I det seneste tiår har økologisk landbrug fået en stærkt øget udbredelse. Hvor der i begyndelsen af 1990'erne kun var få tusinde ha, som blev drevet økologisk, er der i 2001 over 170.000 ha, svarende til ca. 6,5 procent af det samlede danske landbrugsareal.

Den samfundsmæssige interesse i økologisk landbrug er i høj grad drevet af de positive virkninger på natur og miljø, som det økologiske landbrug formodes at have. Samtidig har de samfundsøkonomiske effekter ved en øget udbredelse af økologisk landbrug været diskuteret.

Bl.a. på denne baggrund blev der i regi af Forskningscenter for Økologisk Jordbrug iværksat et forskningsprojekt om *Samfunds- og miljømæssige konsekvenser af forskellige strategier for udvikling og udbredelse af økologiske jordbrugssystemer*. Projektets overordnede formål var at producere videnskabeligt baserede vurderinger til at bedømme virkningerne af økologisk landbrugs udvikling i Danmark ved at kombinere samfundsvidenskabelig ekspertise med miljø- og naturvidenskabelig ekspertise inden for området.

I denne rapport redegøres for den del af projektet, som vedrører konsekvenserne af forskellige omlægningsstrategier for henholdsvis natur, miljø og primærproduktion. Rapporten er udarbejdet af de af projektets deltagere, der havde en miljø- og naturfaglig baggrund – natur- og miljøgruppen i daglig tale. Dette delprojekt tog udgangspunkt i et lokalt landbrugsområde på 20 km², som ligger umiddelbart syd for Bjerringbro. På basis af den eksisterende landbrugsstruktur og de naturgivne betingelser i området blev der udarbejdet fire forskellige "skrivebordsomlægninger" (scenarier). De fire scenarier repræsenterer hver sin udviklingsvej med hensyn til økologisk driftsform og produktion, hvilket har meget forskelligartede konsekvenser for natur, miljø og økonomi. Rapporten beskriver således landbrugsområdet (værkstedsområdet) og de valg (forudsætninger) som forskergruppen har truffet som grundlag for at udarbejde de fire scenarier samt de forskellige scenariers konsekvenser for natur, miljø og produktion.

Det er givet, at når man vil tilgodese natur og miljø, så har det konsekvenser for produktionen. Delprojektets mål har imidlertid ikke været at finde frem til hvilken produktion, der økonomisk set er mest fordelagtig at lægge om til. Rapporten giver altså ikke grundlag for at udtale sig om landmændenes økonomi, hvor store tilskuddene burde være osv. Derimod har det været målet at undersøge hvorledes omlægning til økologisk jordbrug kan tilfredsstille både produktion, natur og miljø. En bedre - og mere helhedsorienteret - viden om konsekvenser af omlægning til forskellige økologiske driftstyper vil bl.a. gøre det muligt for økologisk jordbrug i højere grad at indgå som et led i den fælles, europæiske landbrugspolitik. Blandt de aktuelle temaer i landbrugspolitikken er, hvorledes den førte politik på en gang kan tilgodese fødevareproduktion, udvikling af landdistrikter samt natur- og miljøværdier under hensyntagen til de budgetmæssige rammer. Økologisk jordbrug har givetvis et potentiale i disse sammenhænge.

Om projektets valg af metode

I natur- og miljøgruppen havde vi mange overvejelser om, hvorledes vi skulle frembringe "videnskabeligt baserede vurderinger" af konsekvenser for natur og miljø ved forskellige udviklingsveje inden for økologisk jordbrug. Vi kunne vælge - i lighed med Bichel-udvalget som arbejdede i samme periode - at ekstrapolere viden fra markskala op i national skala og dermed blive i stand til at udtale os i store linjer om, hvilke fordele der ville være ved forskellige veje. Bichel-udvalgets arbejde med denne model viste sig at være forbundet med visse vanskeligheder. Eksempelvis har man i beregningerne af effekterne på jordbundsfauanen ved en total omlægning til økologisk jordbrug været nødt til at simplificere så voldsomt, at de opnåede resultater kan være svære at vurdere.

På den baggrund har det været gruppens ønske, at vores bidrag skulle være at afklare mekanismerne bag eventuelle effekter af forskellige udviklingsveje, frem for at tilbyde nogle få sluttal for effekten på natur og miljø. Vi ville med andre ord gerne kunne sige noget om - ikke blot hvad der kunne ske - men også om hvorfor det skete, og om hvordan man kunne undersøge andre udviklingseffekter. Herudover ville vi gerne være i stand til at anskueliggøre det forhold, at en omlægning til økologisk jordbrug har yderst forskellige effekter på de forskellige natur- og miljøparametre, alt efter hvilke typer konventionelle bedrifter, der omlægges, og hvilken driftsform de omlægges til.

Med udgangspunkt i at forskellige bedriftstyper i natur- og miljømæssig sammenhæng er meget forskellige, at sammensætningen af bedriftstyper varierer i forskellige områder og at en række af de organismer, vi havde valgt at fokusere på, påvirkes af betingelserne på et rumligt niveau over bedriften, valgte vi derfor at tage udgangspunkt i et eksisterende landbrugsområde, hvor muligheden for at skaffe basisdata var til stede.

Udfordringer ved tværfagligt arbejde

Nærværende projekt blev som nævnt etableret som en del af et større forskningsprojekt *Samfunds- og miljømæssige konsekvenser af forskellige strategier for udvikling og udbredelse af økologiske jordbrugs-systemer*, som havde deltagelse af forskere med meget forskellige forudsætninger, både hvad angik faglig baggrund og erfaring med forskning inden for økologisk jordbrug. I projektet deltog således samfundsforskere (politologer, økonomer) og forskere med en naturvidenskabelig tilgang (agronomer, biologer og ingeniører).

Det er vores erfaring fra dette projekt, at det er nødvendigt i en tværfaglig gruppe at reflektere over forskellighederne i de metoder og den kultur, deltagerne kommer med. I vores tilfælde trådte forskellighederne tydeligt frem, fordi samtlige projektdeltagere skulle medvirke til at opstille strategiske scenarier for den fremtidige udvikling af økologisk jordbrug og derefter vurdere konsekvenserne af scenarierne på netop deres felt, dvs. inden for samfundsøkonomi, jordbrugs- og miljøøkonomi, natur og miljø osv. Både brugen af scenarier som videnskabelig metode og brugen af modeller bygger på forenklinger af virkeligheden. Udfordringen ligger derfor i at opnå en fælles indsigt i og forståelse af forenklingernes karakter samt en konsensus om de muligheder og begrænsninger for resultaterne, som forenklingerne resulterer i. Det betyder, at hver faggruppe må klargøre de antagelser, der ligger bag ved fagets metode. Først herefter

kan fagene forstå - og anfægte - hinandens grundlæggende antagelser og dermed deres metoder. Det er vores klare opfattelse, at gevinsten ved tværvidenskabelige projekter i form af mere vidtgående erkendelser hos forskerne kun opnås, hvis ikke blot viljen, men også lejligheden til tværfaglighed er til stede som en integreret del af projektet.

Anerkendelse

På den baggrund er der grund til at sige alle projektdeltagerne tak for det store arbejde, som er blevet lagt i projektet og i denne rapport. Samarbejdet mellem de forskellige faggrupper har stillet krav til projektdeltagere om at skulle sætte sig ind i nye fagområder og problemstillinger. Det har været udfordrende, men lærerigt, og det er vores forhåbning, at det har bidraget til en nødvendig bredde i resultaterne af dette projekt.

Vibeke Langer
April 2002

Læsevejledning

Rapporten er opbygget, således at den kan læses på flere måder. Er man som læser mest interesseret i de overordnede resultater, dvs. i et overblik over de konsekvenser der kan ses af forskellige økologiske omlægningsstrategier på nogle natur- og miljøparametre, kan man nøjes med at læse afsnit 1 *Omlægning til økologisk jordbrug i et lokalområde. Scenarier for natur, miljø og produktion – et sammendrag*, som opsummerer alle de øvrige afsnit.

For at anvende scenarier er det nødvendigt at kende de anvendte scenariers forudsætninger og den kontekst, som de er brugt i. Derfor er der gjort fyldigt rede for disse forhold i afsnit 2 "Værkstedsområdet" samt i afsnit 3 om de produktionsmæssige og økonomiske forudsætninger for scenarierne.

Ønsker man som læser at få en uddybende forklaring på de opnåede resultater, hvad angår kvælstoftab, behandles dette i detaljer i afsnit 4, mens konsekvenserne for agerlandets dyreliv diskuteres generelt i afsnit 5 og specielt i forhold til sanglærken i afsnit 6. Endelig præsenteres nogle produktionsmæssige og økonomiske konsekvenser af de valgte scenarier i afsnit 7.

Indhold

Forord	3
Indholdsfortegnelse	7
1 Omlægning til økologisk jordbrug i et lokalområde	9
<i>Vibeke Langer, Tommy Dalgaard, Niels Elmegaard, Berit Hasler, Tove Heidmann, Lisbeth Mogensen og Peter Odderskær</i>	
1.1 Baggrund	9
1.2 Værkstedsområdet.....	11
1.3 De fire scenarier.....	13
1.4 Konsekvenser for produktion og økonomi	21
1.5 Kvælstoftab i de fire scenarier	23
1.6 Konsekvenser for dyrkningsfladens lavere fauna	26
1.7 Konsekvenser for sanglærker	31
1.8 Samlede konsekvenser af omlægning til økologisk jordbrug	36
1.9 Referencer	40
2 Præsentation af værkstedsområde	41
<i>Tommy Dalgaard og Flemming Nielsen</i>	
2.1 Jordbund.....	44
2.2 Bedriftsstruktur og arealanvendelse	46
2.3 Husdyrhold	52
2.4 Gødskning og sprøjtning.....	53
2.5 Kvælstofregnskab	56
2.6 Kortlægning af biotoper og arealer med særlige drikkevandsinteresser.....	59
2.7 Opsamling.....	61
2.8 Referencer	61
3 Forudsætninger for de 4 økologiske scenarier	63
<i>Lisbeth Mogensen, Tove Heidmann og Tommy Dalgaard</i>	
3.1 Metode til skrivebordsomlægning	63
3.2 Scenario "Mælk"	67
3.3 Scenario "1997" – omlægning som blandt "1997-omlæggere"	76
3.4 Scenario "Plante/svin" – omlægning af planteavls- og svinebedrifter	82
3.5 Scenario "Selvforsyning" – omlægning af et SFL-området	88
3.6 Sammenfatning af forudsætninger for de økologiske scenarier.....	94
3.7 Referencer	96

4	Kvælstof tab ved omlægning til økologisk jordbrug.....	99
	<i>Tove Heidmann, Christen Børgesen, Lisbeth Mogensen, Tommy Dalgaard og Flemming Nielsen</i>	
4.1	Kvælstofudvaskning som miljøindikator	99
4.2	Metode til beregning af N-udvaskning.....	100
4.3	Resultater og diskussion.....	104
4.4	Konklusion – N-udvaskning	114
4.5	Referencer.....	116
5	Konsekvenser af omlægning til økologisk jordbrug for dyrkningsfladens lavere fauna	119
	<i>Vibeke Langer og Niels Elmegaard</i>	
5.1	Indledning og formål.....	119
5.2	Valg og brug af parametre.....	119
5.3	Jordbundsfaunans levevilkår.....	120
5.4	Levevilkår for den overjordiske faunagrupper	129
5.5	Diskussion.....	135
5.6	Referencer	
6	Konsekvenser af omlægning til økologisk jordbrug for sanglærken	139
	<i>Peter Odderskær</i>	
6.1	Sanglærken.....	139
6.2	Hvad bestemmer sanglærkens succes i agerlandet?	139
6.3	Integration af enkeltfaktorer: gennem modellering	143
6.4	Diskussion.....	160
6.5	Konklusion.....	165
6.6	Referencer	166
7	Økonomiske konsekvenser af omlægning til økologisk jordbrug i værkstedsområde.....	171
	<i>Berit Hasler</i>	
7.1	Formål og indhold.....	171
7.2	Økonomiske konsekvenser af omlægning fra konventionel til økologisk jordbrug i 1997/98.....	172
7.3	Datagrundlaget for beregningerne.....	173
7.4	Valg af økonomisk resultatmål	173
7.5	Beregningsmetoden.....	174
7.6	Resultater og konklusion.....	174
7.7	Referencer	177
	Appendiks A	179
	Appendiks B	209
	Appendiks C	225

1 Omlægning til økologisk jordbrug i et lokalområde

Sammenfatning af de valgte scenarier og deres konsekvenser for natur, miljø og produktion

Vibeke Langer, Tommy Dalgaard, Niels Elmegaard, Berit Hasler, Tove Heidmann, Lisbeth Mogensen og Peter Odderskær

Dette afsnit giver en samlet fremstilling af rapporten og består af en beskrivelse af det værktødsområde, som danner grundlag for de fire scenarier for omlægning til økologisk jordbrug samt en opsummering af konsekvenserne af de enkelte scenarier for natur, miljø og produktion. Afsnittet indledes med en kort beskrivelse af baggrund og forudsætninger for projektarbejdet.

1.1 Baggrund

En af de grundlæggende målsætninger for økologisk jordbrug er "at fremme en dyrkningsmæssig praksis, der tager størst muligt hensyn til miljø og natur" (LØJ, 1998). Baggrunden for det foreliggende projekt er et ønske om at bidrage til udviklingen af det økologiske jordbrug ved at belyse, hvordan og under hvilke forudsætninger økologisk jordbrug kan opfylde denne målsætning.

Inden for de seneste år er de mulige konsekvenser af en omlægning til økologisk jordbrug på natur og miljø beskrevet dels på bedriftsniveau, dels på nationalt niveau (bl.a. Miljøstyrelsen, 1999). Nationale scenarier bygger på en viden om produktionsmådens indflydelse på natur og miljø, som er genereret på afgrøde-, mark- eller bedriftsniveau. En direkte opskalering til national skala giver ikke mulighed for at illustrere, at såvel karakteren som størrelsen af de ændringer, der følger af en omlægning til økologisk jordbrug, vil variere fra region til region, afhængig af den eksisterende landbrugsstruktur og de naturgivne forudsætninger.

I erkendelse heraf har vi i nærværende projekt valgt at arbejde i en skala, der ligger mellem bedriftsniveau og den nationale skala, nemlig med et eksisterende lokalt landbrugsområde bestående af 41 bedrifter. Det vil sige i en skala, hvor bedrifterne ligger tæt nok til at samarbejde, og hvor økologisk jordbrug kan tænkes at blive brugt som politisk handlemulighed, eksempelvis som et element i indsatsplaner i særligt følsomme landbrugsområder. Styrken ved at arbejde i denne lokale skala er, at der ved omlægning af hver enkelt bedrift kan tages udgangspunkt i netop denne bedrifts forhold: areal, dyrehold, afgrødefordeling, etc. Og at der også efter omlægning er stofflig sammenhæng inden for bedriften og mellem bedrifter ved udveksling af gød-

ning og foder. Når der arbejdes på national skala benyttes ofte gennemsnitsbedrifter med ringe mulighed for at inddrage variationen mellem bedrifter.

Scenariemetoden

Omlægningen til økologisk jordbrug kan udvikle sig i forskellige retninger i de kommende år, afhængig af markedsforhold, produktionstekniske muligheder og politisk styring. Forskellige udviklingsveje kan karakteriseres ved dels de omlæggende bedrifter: hvilken kombination af bedriftstyper omlægger og hvad omlægger de til, dels hvor i landet og dermed i hvilken landbrugs-mæssig sammenhæng, omlægningen sker. For at kunne illustrere sådanne alternative udviklingsveje har vi valgt at opstille forskellige scenarier. Ikke klassiske scenarier, som normalt beskæftiger sig med både udgangssituationen, den mulige fremtid samt de handlinger og incitamenter, der skal finde sted for at denne fremtid bliver til realitet (Van der Berg & Veeneklass, 1995), men simple scenarier, der kun undersøger effekter af et givet omlægningsforløb uden at forholde sig til de handlinger, der fører til den. Vi bruger betegnelsen "skrivebordsomlægning" til at beskrive den arbejdsform, at vi i scenarierne omlægger eksisterende konventionelle bedrifter med kendt produktion og dyrkningspraksis til økologiske bedrifter med en fiktiv produktion og praksis, som er bestemt af de forskellige scenariers forudsætninger. I scenarierne har vi valgt at forudsætte, at kun en del af bedrifterne i et landbrugsområde omlægger til økologisk jordbrug, som det også sker i virkelighedens verden. Dette valg gør det muligt at vurdere konsekvenserne dels på de omlæggende bedrifter, dels på området som helhed.

Miljø

Det økologiske jordbrugs målsætning om at beskytte miljøet omfatter ikke blot det at undgå alle former for forurening af miljøet, men også at reducere jordbrugets forbrug af ikke-fornybare ressourcer og minimere produktion af drivhusgasser (Alrøe & Andreassen, 1999). Tab af næringsstoffer til miljøet har imidlertid hidtil været anset for et af de væsentligste miljøproblemer ved økologisk dyrkning, og bestræbelserne har været koncentreret om at reducere kvælstoftabet på de økologiske bedrifter. I det økologiske scenario med fuld omlægning, opstillet af Bichel udvalget, forventes en væsentlig reduktion i udvaskning af kvælstof på nationalt plan. Kvælstoftabet på gårdniveau viser imidlertid store forskelle i potentielle kvælstoftab, dels mellem forskellige bedriftstyper, dels inden for samme bedriftstype med forskellig dyrkningspraksis og forskellige naturgivne betingelser (Olesen, 1999; Dalgaard et al., 2001). Vi ønsker derfor i nærværende projekt at inddrage sådanne forskelle i bedriftstyper og fokusere på, hvordan omlægning af forskellige kombinationer af bedriftstyper med varierende dyrkningspraksis resulterer i en forskellig risiko for kvælstoftab til grundvandet i et lokalområde.

Natur

På naturområdet er det mere uklart, dels hvilket natursyn der ligger bag den økologiske målsætning om at tage hensyn til naturen, dels hvordan den skal udmøntes i praksis, dvs. hvordan naturhensyn skal prioriteres i forhold til - eller samtænkes med - jordbrugsproduktionen.

I det danske landbrugslandskab udgør arealer i omdrift, dvs. dyrkede marker med skiftende afgrøder, det helt dominerende element i landskabet, som sammen med småbiotoper, halvkulturer og naturområder bestemmer landskabets kvalitet som levested for vilde planter og dyr. Selvom økologisk jordbrug handler om andet og mere end jordbrugsproduktionen, og selvom naturhensynet på de økologiske bedrifter i bredeste forstand med tiden bør bringes til at omfatte både landskabshensyn og bevaring, pleje og genopretning af udyrkede arealer, fokuserer vi i dette projekt på arealer i omdrift, dvs. de dyrkede marker.

Det betyder, at vi udelukkende vurderer konsekvenserne af en omlægning for levevilkårene for de planter og dyr, som berøres af ændringer på de dyrkede marker. Da vi er afhængige af den foreliggende viden, vil det først og fremmest sige organismer, som har offentlighedens bevågenhed, og som derfor har fået opmærksomhed (f.eks. sanglærken), eller organismer, der betegnes som nyttige og som derfor er velundersøgte (f.eks. de jordbundsorganismer, som sørger for nedbrydning og næringsstofomsætning og de nytteinsekter, som sørger for den naturlige kontrol af skadedyr i afgrøderne). Det er dog vigtigt at bemærke, at konsekvenserne for disse udvalgte organismer ikke uden videre kan overføres til agerlandets andre planter og dyr.

Da fokus er på de dyrkede marker, har vi valgt at behandle natur og miljø som to uafhængige størrelser og afstå fra at diskutere konsekvenserne af f.eks. kvælstofniveau og -emission på de vilde planters levevilkår i marker, halvkulturer og småbiotoper. Ligeledes henviser vi til andre publikationer, der behandler konsekvenserne af ændringer i driftsform på naturområder (Hald, 1999; Tybirk & Ejrnæs, 2001).

Konsekvenser for de omlagte bedrifter og for hele værkstedsområdet

Ved hjælp af ovennævnte miljø- og naturparametre beskrives ændringerne i områdets kvalitet, dels set fra et grundvandsmæssigt synspunkt, dels set "med forskellige faunagrupperes øjne", i de fire scenarier sammenlignet med Nu-situationen (konventionel drift 1998). For at få et samlet billede af konsekvenserne af det enkelte scenario ser vi på ikke blot de ændringer, der sker på de omlæggende bedrifter, men også på de ændringer, omlægningen af netop disse bedrifter afstedkommer i det samlede område. Ændringen i det samlede område siger fortrinsvis noget om de konsekvenser, der kan forventes i netop dette område eller i områder med samme landbrugsmæssige sammensætning, dvs. i lignende husdyrintensive områder. I modsætning hertil fortæller forskellen mellem situationen før og efter omlægning på de involverede bedrifter noget om, hvordan landbrugsområder, der er domineret af en enkelt type bedrifter, f.eks. mælke- eller planteproducenter, vil ændre sig ved en omlægning.

1.2 Værkstedsområdet

Projektets fire "skrivebordsomlægninger" er udført i et værkstedsområde, der omfatter 41 bedrifter med 1.970 ha dyrket areal, og som har sit centrum i det midtjydske Sahl Sogn, umiddelbart syd for Bjerringbro og 30 km sydøst for Randers. Kriterierne for valget af det konkrete område ved Sahl har været, dels at størrelsen af området skulle give mulighed for, at alle driftstyper og -størrelser er repræsenteret, dels at datagrundlaget vedrørende arealanvendelse,

afgrøder, husdyr, sprøjtning og gødskning på bedrifterne i området var tilgængelige enten fra centrale registre eller fra andre projekter. Værkstedsområdet er et område med et ret husdyrintensivt landbrug samtidig med, at der i området ligger et stort gods uden husdyr.

Området, som i detaljer er beskrevet i kapitel 2 og i Dalgaard et al. (2001), var i 1998 (Nusituationen) karakteriseret ved følgende træk (Tabel 1.1):

- Arealfordelingen mellem åbent land, by, søer og vandløb ligger tæt på landsgennemsnittet, mens området har en lidt større skovandel end gennemsnittet
- Variationen i jordbundsforhold inden for området er stor med en fordeling mellem ler- og sandjord, der ligner landsgennemsnittet mere end gennemsnittet for Jylland. Områdets lerjorde er samlet i den sydøstlige del, mens sandjordene er placeret i områdets nordlige og vestlige del
- Bedriftsstørrelsen i området adskiller sig fra landsgennemsnittet ved at have færre små bedrifter (<30ha), flere mellemstore (30-100 ha) og færre store bedrifter (>100 ha)
- 60% af bedrifterne har erhvervsmæssigt dyrehold
- Den gennemsnitlige husdyrtæthed i området (1,2 dyreenheder (DE)/ha) ligger højere end landsgennemsnittet på 1,0 DE/ha, men svarer til gennemsnittet i jyske amter med stor husdyrproduktion
- Områdets svineavlere og mælkeproducenter har den højeste husdyrtæthed af områdets bedrifter (1,8 og 1,9 DE/ha) og bidrager med henholdsvis 55% og 33% af områdets samlede dyreenheder
- Områdets svine- og planteavlere har det største gennemsnitsareal per bedrift og udgør henholdsvis 35% og 28% af det samlede areal, mens blandede og mindre bedrifter er mindst og tilsammen udgør 17% af arealet. De resterende 21% af arealet udgøres af malkekvægsbedrifter.
- Der dyrkes korn til modenhed på 55% af områdets dyrkede areal, mens 17% dyrkes med græs i omdrift eller græsbrak. 5% af det dyrkede areal ligger som vedvarende græs.
- Områdets svinebrug er nettosælgere af husdyrgødning, mens planteavlere og mælkeproducenter køber husdyrgødning
- Plante- og svineavlere behandler hyppigst med pesticider, mens mælkeproducenter sprøjter mindst
- Inden for området er der udpeget et mindre område med særlige drikkevandsinteresser, beliggende omkring et SFL-område (Særligt Følsomt Landbrugsområde).

Tabel 1.1 Værkstedsområdets bedrifter: antal og arealandel af bedriftstyper, -størrelse, gennemsnitlig markstørrelse samt andel af områdets totale kvælstofudbringning

Bedriftstype*	Antal	% af areal	Gns. areal, ha	Gns. markstr., ha	% af N udbragt
Svinebrug	11	35	62	4,8	33
Planteavl	10	28	55	5,8	19
Malkebrug	9	21	45	3,7	33
Blandede	5	10	38	2,5	11
Mindre brug	6	7	22	3,2	4

*) Opdelingen i bedriftstyper er beskrevet i kapitel 2

1.3 De fire scenarier

De fire scenarier er valgt på baggrund af situationen ved projektets begyndelse i 1996, som var karakteriseret ved, at størstedelen af de allerede omlagte økologiske bedrifter på dette tidspunkt var mælkeproducenter og at antallet af plante- og især svineavlere blandt nyomlæggerne var beskedent. Scenarierne er valgt for at illustrere, dels nogle ekstreme situationer, f.eks. at kun bestemte bedriftstyper omlægges til økologisk drift, dels den mere sandsynlige udvikling, at en blanding af bedriftstyper i et område omlægges og justerer deres dyrehold efter den mængde foder, de kan producere samlet.

Inden for projektets løbetid har virkeligheden ændret sig. Sammensætningen af bedriftstyper blandt nyomlæggerne har ændret sig fra frem til 1999 at være domineret såvel antals- som arealmæssigt af mælkeproducenter (Landbrugets Rådgivningscenter, 2001), til i 2000 og 2001 at være domineret af planteavlere. Det scenario, vi ved projektets start anså for at være ekstremt, at fortrinsvis plante- og svineavlere omlægges til økologisk jordbrug, er således blevet en realitet.

De fire scenarier repræsenterer hver sin udviklingsvej:

- Scenario "**Mælk**" illustrerer den omlægning, der har været den typiske op gennem 90'erne, hvor malkekvægsbedrifter dominerede med 42% af nyomlæggernes areal i 1997, 63% i 1998 og 47% i 1999.
- Scenario "**1997**" illustrerer en omlægning svarende til den, der fandt sted i 1997. Data er her baseret på en analyse af ansøgninger om autorisation i 1997 (Langer, 2002).
- Scenariet "**Plante/svin**" illustrerer en diametralt modsat sammensætning af bedriftstyper, der på projektets starttidspunkt forekom usandsynlig, men som ligger tæt op ad sammensætningen af omlæggerne i år 2000 og 2001, hvor under 100% af arealet findes hos omlæggende mælkeproducenter, og over halvdelen af det nyomlagte areal findes hos planteproducenter. Scenariet adskiller sig dog fra de seneste års reelle omlægning ved dets betydelige

omlægning af svinebrug (38% af arealet), som overstiger virkelighedens omlægning af svinebrug, der udgjorde mellem 5 og 15% af arealet i 1999-2001.

- I scenariet "**Selvforsyning**" illustreres ændringerne, hvis de bedrifter, svarende til 25% af værkstedområdets areal, der omlægges, er samlet i og omkring et afgrænset delområde (SFL-område). Scenariet adskiller sig fra de øvrige ved, at dyrehold og foderproduktion afstemmes inden for de omlagte bedrifter, dvs. at der ikke kan suppleres med indkøbt foder eller gødning til de økologiske bedrifter. Produktionen i dette scenario følger Bichel-udvalgets 100% økologiske scenario uden foderimport og bygger ligesom dette på en antagelse om, at husdyrproduktionen er ensartet fordelt i hele landet (Miljøstyrelsen, 1999).

Efter afslutningen af scenarieregningerne er reglerne for den økologiske andel af foderrationen blevet strammet. Således må kvæg efter august 2000 få 10% ikke-økologisk foder og svin 20%. På det seneste er en del mælkeproducenter blevet ansporet til 100% økologisk fodring af mejerierne, hvorved scenariet "Selvforsyning" er blevet mere realistisk end oprindeligt tænkt.

Forudsætninger i scenarierne

I de opstillede scenarier sker omlægning til økologisk produktion på bedriftsniveau. De grundlæggende forudsætninger, som er behandlet mere detaljeret i kapitel 2 og 3, er:

- at bedrifter svarende til i alt 25% af områdets landbrugsareal omlægges til økologisk jordbrug i hvert scenario
- at sammensætningen af bedriftstyper, der omlægges, er forskellig i de fire scenarier
- at bedrifter af samme bedriftstype (mælkeproduktion, planteavl, svineproduktion, blandede bedrifter samt mindre bedrifter) har stort set samme sædskifte efter omlægning
- at afgrødefordeling, husdyrhold og gødningspraksis er uændret på de af områdets bedrifter, der ikke omlægges
- at omlægning kun medfører ændringer i produktionen, men ikke i markstørrelser, hegn, småbiotoper og arealet med vedvarende græs
- at økologiske bedrifter samarbejder om foder og gødning
- at mælkeproducenter, der omlægges i scenarierne "Mælk" og "1997", fortsat udnytter mælkekvoten
- at den økologiske svineproduktion maksimeres i scenariet "Plante/svin", dog med den begrænsning at den økologiske del af foderet produceres inden for området
- at omlagte bedrifter i scenariet "Selvforsyning", der alle er placeret i et SFL-område, tilsammen er selvforsynende med foder og gødning og således fodrer med 100% økologisk foder

Fremgangsmåde ved "skrivebordsomlægningen"

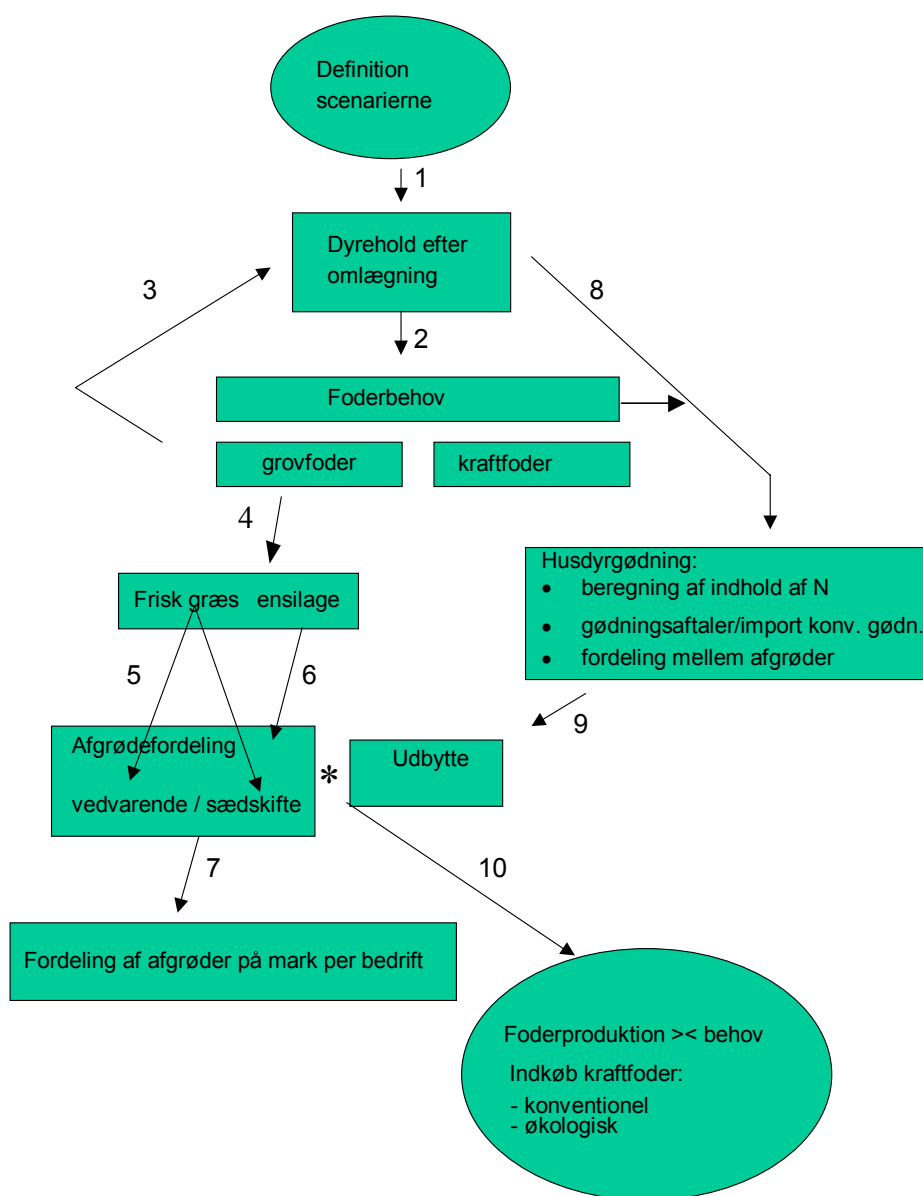
I hvert af de fire scenarier omlægges 25% af værkstedsområdets areal bestående af forskellige bedriftstyper. Første fase i "skrivebordsomlægningen" er på grundlag af scenariets idé at udpege de konkrete bedrifter, der skal omlægges. Derefter fastlægges dyreholdet (arter og antal) på den enkelte bedrift efter omlægning (punkt 1 i figur 1.1).

Når dyreholdet er fastlagt, beregnes foderbehovet (2). Fastsættelsen af foderbehov er forskellig fra scenario til scenario. Eksempelvis fastsættes i scenario "Mælk" et gennemsnitligt foderniveau per årsko på grundlag af de enkelte bedrifters aktuelle mælkekvote og gennemsnitlige ydelse per årsko. Derefter anslås det, hvordan foderbehovet kan opfyldes, dels af grovfoder til drøvtyggere, dels af kraftfoder. Det er en forudsætning, at den enkelte bedrift, sammen med eventuelle samarbejdsbedrifter, skal være selvforsynende med økologisk grovfoder. De skal endvidere opfylde kravet om henholdsvis 85% og 75% økologisk foder til drøvtyggere og enmavede, som var gældende frem til august 2000. Den tilladelige konventionelle del af foderet er typisk indkøbt kraftfoder. Hvis omlæggerne ikke kan være selvforsynende med økologisk grovfoder, er det nødvendigt at justere dyreholdet ned, indtil der er mulighed for selvforsyning med grovfoder (3).

Når det samlede behov for grovfoder er fastlagt, beregnes arealbehovet for henholdsvis græs og ensilage på basis af, at der sommerfodres med frisk græs, evt. suppleret med ensilage, og at der vinterfodres med ensilage. Ved beregning af græsarealet forudsættes det, at afgræsningsbehovet dækkes af sædskiftegræs og græs på vedvarende græsarealer, at udlæg efter helsæd og korn til modenhed afgræsses sidst på sommeren, at vedvarende græs afgræsses af kvier og stude, og at sædskiftegræs af hensyn til næringsstofforsyningen og dermed udbytterne som minimum skal udgøre 20% af sædskiftearealet (5). Arealet til ensilage udgøres dels af kløvergræs og dels af korn høstet til helsæd (6), og fordelingen af sædskiftearealet mellem forskellige afgrøder kan beregnes. På grundlag af den enkelte bedrifts aktuelle markstørrelser fordeles afgrøderne på markniveau (7).

På grundlag af dyrehold og foderindtag beregnes gødningsproduktionen (8) bestående dels af gødning afsat under afgræsning, dels af gødning afsat og opsamlet på stald og dermed tilgængelig til udbringning på markerne. For den enkelte bedrift vurderes det, om harmonireglerne er opfyldt, herunder de strengere regler fra LØJ om maksimum 1,4 DE/ha hos mælkeproducenter. Er harmonigrænsen overskredet, laves en gødningsaftale med en anden omlagt bedrift inden for området.

På hver bedrift fastsættes de forventede økologiske udbytter på grundlag af markudbytter opnået under konventionelle forhold, det opstillede økologiske sædskifte og den beregnede gødningsproduktion (9). Kvægsædskifter er generelt mest frugtbare, da de indeholder meget kløvergræs, mens kornrige svine-/plantesædskifter er mindre frugtbare. Endelig sammenholdes den opnåede foderproduktion med det tidligere beregnede behov, og eventuelt behov for indkøb beregnes (10). Produktionsteknologien antages at være på det niveau, der er registreret blandt økologiske producenter i 1997/98.

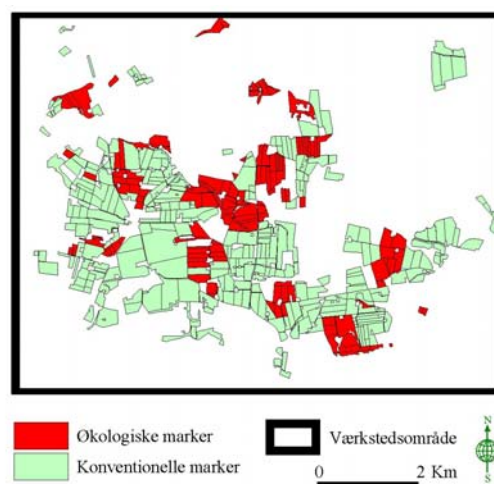


Figur 1.1 Fremgangsmåde ved opstilling af scenarierne

I det følgende afsnit beskrives bedrifterne i de fire scenarier før og efter omlægning med fokus på de forhold, der er betydende for henholdsvis kvælstoftab samt for levevilkår for jordbundsdyr, overjordisk levende insekter og sanglærker.

Scenario "Mælk"

Hvem lægger om?	9 malkekvægsbedrifter	
	2 planteavlere	
	2 mindre bedrifter	
	1 blandet bedrift	
Hvordan lægger de om?	* mælkeknoten opfyldes	
	* svin sættes ud	
	* de 5 bedrifter uden malkekvæg producerer grovfoder til mælkeproduktionen	
	* samme sædskifte på alle økologiske bedrifter	
Hvad producerer de økologiske bedrifter?	Mælk	2.993 t
	Svinekød	0 t
	Oksekød	162 t
	Korn	0 t
Hvad importerer de økologiske bedrifter?	Ingen import af husdyrgødning, kun indbyrdes gødningsaftaler	
	Import af kraftfoder og korn. Selvforsyningsgraden med foder er 65%	



Figur 1.2

Marker på bedrifter, der omlægger i scenario "Mælk"

Afgrødefordeling og husdyrtæthed

I dette scenario omlægger malkekvægsbedrifter med en forholdsvis høj husdyrtæthed ved at samarbejde med nogle mindre bedrifter uden husdyr. Sædskiftet på de økologiske bedrifter er styret af behovet for grovfoder til mælkeproduktionen og er ens på alle de omlagte bedrifter, inklusive de tidligere planteavlere, der nu har samarbejde med en mælkeproducent om foder og gødning. Det betyder, at de omlæggende bedrifters afgrødefordeling ændrer sig fra at have knap halvdelen (45%) af omdriftsarealet med grovfoder (græs i omdrift og helsæd) til at være helt domineret af foderafgrøder, og at vintersæden forsvinder helt. Udbytteneiveauet er lidt lavere end det konventionelle, men er det højeste af de fire scenarier. Husdyrtætheden på de omlæggende bedrifter falder kun en smule, fra 1,58 til 1,47 DE/ha, fordi antallet af malkekøer oprettholdes, mens svin sættes ud. Der importeres konventionelt kraftfoder svarende til 15% af energibehovet og økologisk korn til at dække 19% af energibehovet, dvs. en selvforsyningsgrad med foder på 65%. De økologiske afgrøder ukrudtsstrigles kun sjældent.

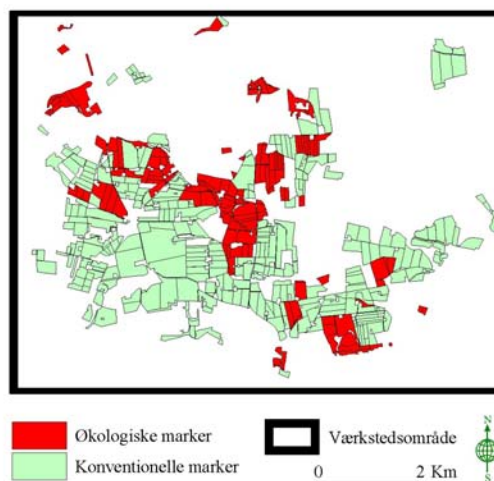
Afgrøde ¹⁾	% areal, på omlæggende bedrifter		% areal, hele området	
	NU ²⁾	"Mælk"	NU	"Mælk"
Vintersæd	12	0	38	35
Vårsæd	30	10	22	17
Græs i omdrift	33	66	18	27
Grovfoder	11	23	3	6
Rækkeafgrøder	11	0	6	3
Ært, hestebønne	2	0	6	5
Vinterraps	0	0	7	7

1) vedvarende græs er uændret 5% i hele området. Andre afgrøder (juletræer o.lign.) udgør 1-2%

2) konventionel drift i 1998

Scenario "1997"

Hvem lægger om?	5 malkekvægsbedrifter 2 planteavlere 2 blandede bedrifter 2 mindre bedrifter
Hvordan lægger de om?	*mælkeknoten opfyldes * 1 blandet bedrift producerer foder til mælkeproduktion * 1 mindre bliver til svinebedrift * svin sættes ud på de andre * forskellige sædskifter
Hvad producerer de økologiske bedrifter?	Mælk 1772 t Svinekød 22 t Oksekød 108 t Dådyrkød 5 t
Hvad importerer de økologiske bedrifter?	Husdyrgødning svarende til i alt 11038 kg total N. Konventionelt kraftfoder og økologisk korn. Selvforsyningsgrad med foder 82%.



Figur 1.3

Marker på bedrifter, der omlægges i scenario "1997"

Afgrødefordeling og husdyrtæthed

I scenariet "1997" domineres omlæggerne ligesom i scenariet "Mælk" af mælkeproducenter. Disse producenters mælkeproduktion opretholdes gennem et samarbejde med en blandet bedrift om foder og gødning. Derudover omlægges både planteavlere, blandede og mindre bedrifter. Sædskiftet på de omlagte bedrifter med mælkeproduktion er ligesom i scenariet "Mælk" domineret af foderafgrøder, mens de øvrige bedrifter har sædskifter, hvori der indgår korn, hestebønner og byg/ært til modenhed. Udbyttene på de økologiske bedrifter med malkekvæg er det samme som i scenario "Mælk", men antages at være ca. 15% lavere på de øvrige bedrifter. Den samlede belægningsgrad på de omlæggende bedrifter falder en smule, fra 1,10 til 1,03 DE/ha, idet antallet af malkekøer og kødkvæg stort set opretholdes, mens antallet af svin reduceres. Selvforsyningsgraden med foder er 82%, idet der importeres 15% af behovet som konventionelt kraftfoder og 3% af behovet som økologisk korn. Mælkeproducenterne er sammen med samarbejdsbedriften selvforsynende med gødning, mens de øvrige bedrifter importerer husdyrgødning svarende til 0,22 DE/ha. Korn og bælgssæd ukrudtsstrigles på økologiske plante- og svinebrug.

Afgrøde ¹⁾	% areal på omlæggende bedrifter		% areal i hele området	
	NU ²⁾	"1997"	NU	"1997"
Vintersæd	18	6	38	35
Vårsæd	30	16	22	18
Græs i omdrift	28	49	18	23
Grovfoder	6	15	3	6
Rækkeafgrøder	8	0	6	3
Ært, hestebønne, korn/ært	4	13	6	8
Vinterraps	5	0	7	6

1) vedvarende græs er uændret 5% i hele området

2) konventionel drift i 1998

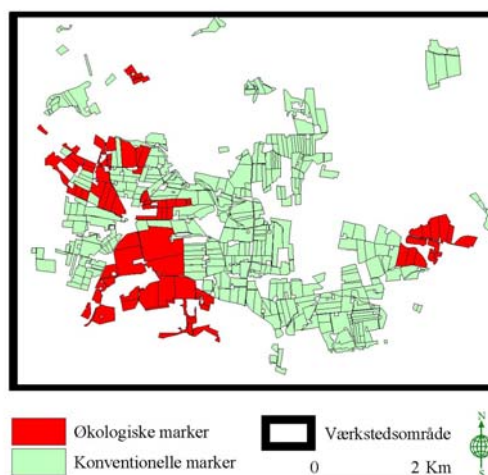
Scenario "Plante/svin"

Hvem lægger om? 4 svinebedrifter
2 planteavlere

Hvordan lægger de om?

- * svineproduktion opretholdes
- * alle bedrifter producerer økologisk foder til svineproduktionen
- * sædskifter med korn og protein-afgrøder til modenhed

Hvad producerer de økologiske bedrifter?	Mælk	0 t
	Svinekød	567 t
	Oksekød	3 t
Hvad importerer de økologiske bedrifter?	Husdyrgødning svarende til i alt 21.352 kg N. Import af kraftfoder. Selvforsyningsgrad med foder: 80%	



Figur 1.4

Marker på bedrifter, der omlægges i scenario "Plante/Svin"

Afgrødefordeling og husdyrtæthed

I scenariet "Plante/svin" omlægges fire svineproducerende bedrifter, der gennem et samarbejde om foder med to planteavlsbedrifter opretholder deres svineproduktion. Afgrødefordelingen på de omlæggende bedrifter ændrer sig fra at have 1/5 til at have godt 1/4 med græs i omdrift. Kornarealet er uændret på godt 60%, men med hovedvægten på vårsæd i modsætning til før omlægning, hvor halvdelen af hele omdriftsarealet var vintersæd. Derudover øges arealet med bælgsæd betydeligt. Den samlede husdyrtæthed på de omlagte bedrifter er næsten uændret, 0,6 DE/ha, og selvforsyningsgraden med foder er 80%, idet der importeres konventionelt kraftfoder svarende til 20% af behovet. Ud over udveksling af gødning mellem svine- og planteavlere indkøbes husdyrgødning svarende til 0,44 DE/ha. Udbytteneiveauet er væsentligt lavere end i de to kvægbrugsdominerede scenarier, "Mælk" og "1997", fortrinsvis på grund af det lavere kvælstofniveau. Korn og bælgsæd ukrudtsstrigles på økologiske plante- og svinebrug.

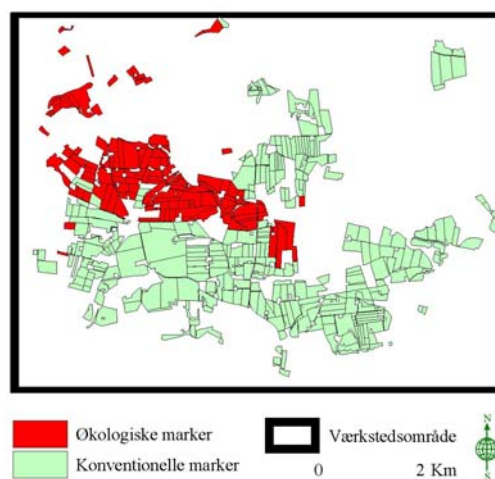
Afgrøde ¹⁾	% areal på omlæggende bedrifter		% areal i hele området	
	NU	"Plante/svin"	NU	"Plante/svin"
Vintersæd	51	15	38	29
Vårsæd	11	21	22	24
Græs i omdrift ²⁾	19	27 ²⁾	18	20
Grovfoder	2	0	3	3
Rækkeafgrøder	8	0	6	3
Ært, hestebønne, korn/ært	4	37	6	14
Vinterraps	5	0	7	6

1) vedvarende græs er uændret 5% i hele området

2) omdriftsgræs afgræsset af svin udgør 11% på de omlagte bedrifter og 3% af hele området

Scenario "Selvforsyning"

Hvem lægger om?	Alle bedrifter i og omkring SFL-området: 4 svinebedrifter 4 malkekvægsbedrifter 2 planteavlere 1 blandet bedrift 2 mindre bedrifter		
Hvordan lægger de om?	* produktionen af mælk, korn til konsum og svinekød følger Bichels 100% økologiske scenario * der er selvforsyning med økologisk foder og gødning indenfor området		
Hvad producerer de økologiske bedrifter?	Mælk	846 t	
	Svinekød	127 t	
	Oksekød	71 t	
	Korn til konsum	80 t	
Hvad importerer de økologiske bedrifter?	Ingen import af gødning eller foder		



Figur 1.5

Marker på bedrifter, der omlægges i scenario "Selvforsyning"

Afgrødefordeling og husdyrtæthed

I dette scenario omlægges en gruppe bedrifter beliggende samlet i et SFL-område i det nordvestlige hjørne af værkstedsområdet. Scenariet bygger videre på et tidligere anvendt 100% økologisk scenario (Bichel, 1999) og har ligesom dette en forudsætning om, at man inden for området skal være selvforsynende med foder, og den samlede husdyrtæthed på de omlæggende bedrifter falder derfor drastisk fra 1,38 til 0,66 DE/ha. Størst er reduktionen på svinebrugene (1,75 til 0,32 DE/ha), mens dyreholdet på en blandet bedrift halveres, og dyrene helt forsvinder på to mindre bedrifter. På de fire malkekvægsbedrifter nedbringes dyreholdet fra 2,04 til 1,35 DE/ha, dvs. et markant fald i husdyrtætheden. Udbyttelniveauet i markafgrøderne følger Bichel (1999) og er lidt højere end "Plante/svin" scenariet, men lidt lavere end de to kvægdominerede scenarier. Korn og bælgssæd ukrudtsstrigles på økologiske plante- og svinebrug.

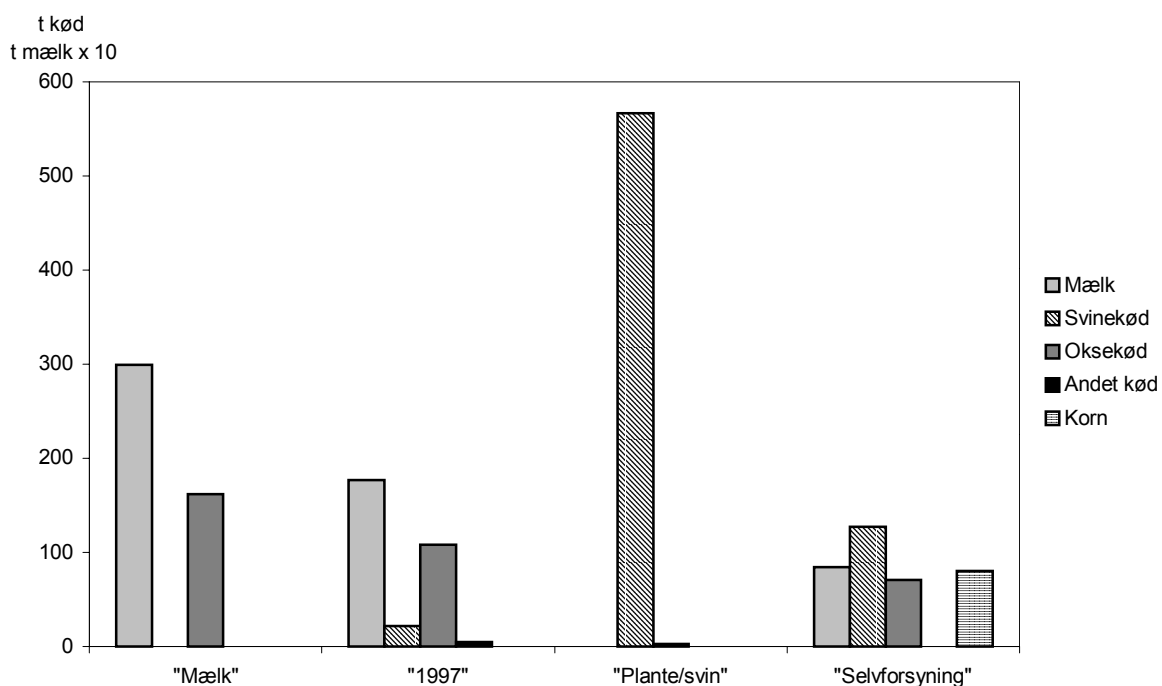
Afgrøde ¹⁾	% areal på omlæggende bedrifter		% areal i hele området	
	NU	"Selvforsyning"	NU	"Selvforsyning"
Vintersæd	35	0	38	29
Vårsæd	23	36	22	25
Græs i omdrift ²⁾	22	36 ²	18	22 ²
Grovfoder	2	0	3	3
Rækkeafgrøder	6	5	6	5
Ært, hestebønne, korn/ærter	4	21	6	10
Vinterraps	8	2	7	6

1) vedvarende græs er uændret 5% i hele området

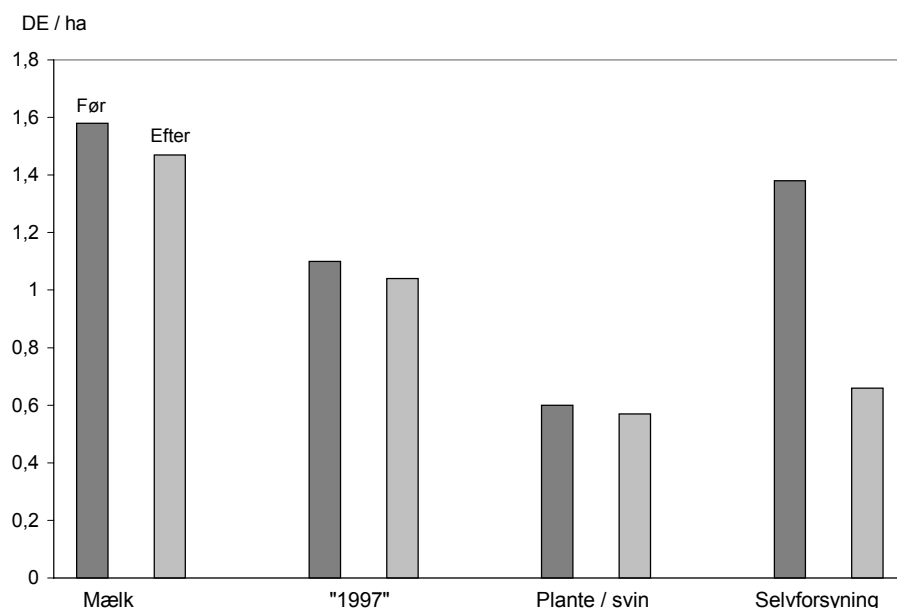
2) omdriftsgræs afgræsset af svin udgør 1% på de omlagte bedrifter

1.4 Konsekvenser for produktion og økonomi

Som det fremgår af gennemgangen af de enkelte scenarier, er opretholdelse af den hidtidige husdyrproduktion efter omlægning til økologisk drift valgt som en grundlæggende idé i de 3 første scenarier (Figur 1.6). Det betyder, at husdyrtætheden på de bedrifter, der omlægger til økologisk drift i tre af de fire scenarier ikke forandrer sig ret meget ved omlægningen (Figur 1.7), og at selvforsyningsgraden i disse scenarier er 65-82%. Kun i scenariet "Selvforsyning" sker der en betydelig nedgang i husdyrtætheden, fordi dette scenario netop forudsætter selvforsyning med foder blandt de økologiske bedrifter. Der er i omtalen af de enkelte scenarier ovenfor gjort rede for ikke blot tætheden af husdyr på bedrifterne, men også det husdyrhold, som eventuel importeret gødning svarer til. Det er her vigtigt at notere sig, at importeret gødning ikke indgår i beregningen af husdyrtæthed på de konventionelle bedrifter.



Figur 1.6 Produktion af økologisk kød, mælk og korn i de fire omlægningsscenarier



Figur 1.7 Gennemsnitlig husdyrtæthed på bedrifter der omlægger i de fire scenarier, før og efter omlægning

For at belyse de økonomiske konsekvenser af de gennemførte "skrivebordsomlægninger" er den samlede produktionsværdi per ha beregnet før og efter omlægning for de bedrifter, der indgår i det enkelte scenarium, både med og uden tilskud. De enkelte bedrifters produktionsværdi beregnes på grundlag af udbytter, realiserede priser og tilskud. For hvert scenario aggregeres resultaterne for de omlæggende bedrifter til et samlet mål, der sammenholdes i Nu-situationen og efter "skrivebordsomlægning". Da datagrundlaget for økologiske svin er mangelfuldt, er "Plante/svin" scenariet udeladt.

Den beregnede gennemsnitlige produktionsværdi i Nu-situationen, dvs. under konventionel drift, spænder fra 18.600 kr./ha på de bedrifter, der omlægger i scenariet "1997" til 25.300 kr./ha for bedrifter, der omlægger i scenariet "Selvforsyning". Til sammenligning har Schou og Birr Pedersen (2001) beregnet en gennemsnitlig produktionsværdi på 19.800 kr./ha i en større del af området Bjerringbro/Hvorslev. Produktionsværdien for hele landet er beregnet til gennemsnitligt 20.100 kr./ha (SJFI, 1999).

Omlægning til økologisk drift medfører ikke de store ændringer i produktionsværdien i scenarierne "Mælk" og "1997", idet både husdyrtætheden og den gennemsnitlige mælkeydelse er relativt høj både før og efter omlægning. På de bedrifter, der omlægger i scenariet "Selvforsyning", er reduktionen i den beregnede produktionsværdi markant, idet disse bedrifter inden omlægning har en høj husdyrproduktion. Den beregnede produktionsværdi per ha ligger dog efter omlægning på linie med produktionsværdien per ha for de økologiske bedrifter i 1997/98, og scenariet er derfor realistisk på trods af den markante reduktion sammenlignet med "Nu-scenariet". Samlet vurderer vi, at alle scenarier er realistiske i den forstand, at produktionsværdien per ha enten vil ligge over eller på linie med den gennemsnitlige produktionsværdi for økologiske bedrifter i 1997/98.

Sammenfattende kan siges at

- Scenariet "Selvforsyning" viser, at husdyrtætheden skal halveres for at opnå selvforsyning med foder og gødning
- I de øvrige scenarier, hvor husdyrtætheden kun reduceres lidt, varierer selvforsyningsgraden fra 62 til 82%
- Udbyttelniveauet i marken er lavest i scenariet "Plante/svin", næstlavest i "Selvforsyning", efterfulgt af "1997" og højest i "Mælk"
- Mælkeproduktionen i scenariet "Selvforsyning" udgør kun 28% af produktionen i "Mælk", mens kødproduktionen udgør 22%
- Den beregnede gennemsnitlige produktionsværdi per ha på de "skrivebordsomlagte" bedrifter ligger i alle scenarier på linie med økologiske bedrifter i 1997/98.

1.5 Konsekvenser for kvælstoftab

Økologisk jordbrug betragtes ofte som et middel til at forbedre miljøet, idet N-udvaskningen forventes at blive nedsat, når landbrugsdriften ændres fra konventionel til økologisk. Der findes endnu ikke modeller til beregning af N-udvaskning, der er udviklede og kalibrerede for økologiske forhold, men som et foreløbigt mål for risiko for N-tab anvendes N-udvaskning beregnet med to forskellige typer af simuleringsmodeller. Modelresultaterne sammenholdes med markbalancer beregnet ud fra tilført og fjernet N fra marken (nettotilførsel af N). Hvis alle tre beregningsmetoder giver samme effekt (fald eller stigning i N-tab), er det muligt at give et forsigtigt bud på udviklingen som følge af et omlægningsscenario. Arbejdet skal dog hovedsagelig ses som et metodestudium, hvor de nuværende modeller på et senere tidspunkt kan erstattes med en forbedret model.

Til belysning af på hvilken måde og i hvilket omfang risikoen for N-tab påvirkes, når bedrifterne omlægger fra konventionel til økologisk drift, anvendes i denne rapport en empirisk model "Simmelsgaards model II" og et modelsystem "SKEP", der bygger på en række beregninger med en dynamisk simuleringsmodel DAISY.

Den empiriske model bygger på statistiske sammenhænge af målte data fra dræn- og jordvandsundersøgelser, og resultatet er N-udvaskning på bedriftsniveau. SKEP bygger på resultater fra den dynamiske model, der tager udgangspunkt i processerne i planter og jord. Resultatet fra beregninger med denne model er N-udvaskning og andre elementer i N-balancen på mark- og bedriftsniveau. Begge modeller er enkle at anvende og kræver kun få input. Desværre har de problemer med at håndtere kløvergræs og afgræsning, hvilket især er vigtigt i forbindelse med økologiske sædskifter. Andre vigtige fordele og ulemper ved modellerne er beskrevet mere detaljeret i Kapitel 4.

N-overskuddet eller nettotilførslen på marken beregnes som N i tilført gødning plus N-fiksering plus atmosfærisk deposition og fratrasket N i høstede afgrøder. Det er derfor et udtryk for det samlede N, der kan tabes som N-udvaskning, ammoniakfordampning og denitrifikation. Desuden indgår ændringer i puljen af organisk N i jordbunden.

Udgangssituation og scenarier

For hvert scenario vurderes det anslåede N-tab med de tre beregningsmetoder både for de enkelte bedrifter, der omlægges, og for hele området i Nu-situationen og efter omlægning.

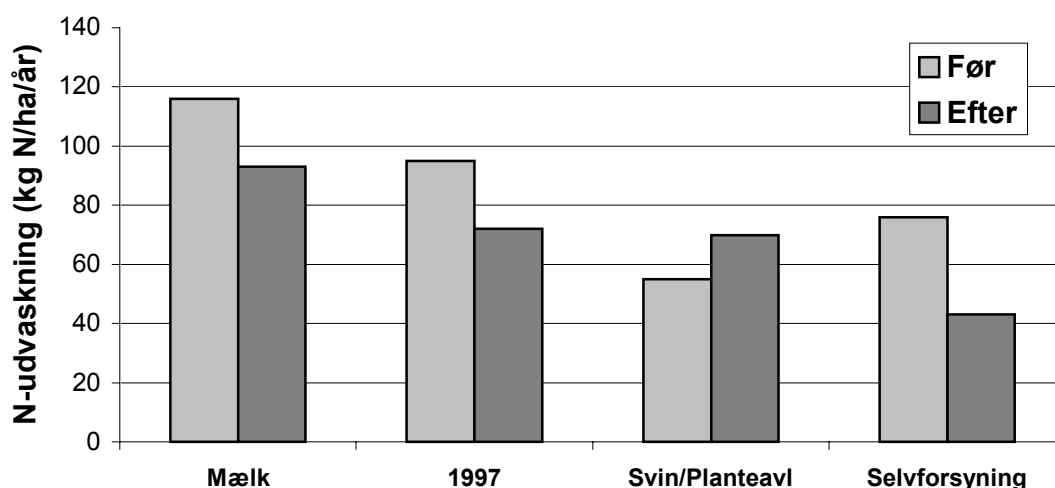
De ændringer, der sker i områdets N-udvaskning, skal ses i forhold til, hvordan situationen er i det aktuelle område før omlægning. Før omlægning er situationen i området :

- at malkekvægsbedrifter og blandede bedrifter anvender mest gødning
- at nettotilførslen og udvaskningen af N derfor også er størst for malkekvægsbedrifter og blandede brug
- at gødningstilførsel, N-nettoførsel og -udvaskning fra planteavlsbedrifter og mindre bedrifter er mindst og omtrent ens
- at svinebrug ligger midt imellem hvad angår både N-udvaskning og nettotilførsel af N

I relation til risiko for N-tab er de vigtigste ændringer som følge af omlægning af en fjerdedel af arealet i området ændringer i N-gødsning og afgrødesammensætning.

Forskel i N-udvaskning på omlæggende bedrifter i de fire scenarier

Ændringen i N-udvaskningen på de omlæggende bedrifter beregnet med SKEP ses i figur 1.8. Før omlægningen ses den største N-udvaskning på de bedrifter, der omlægges i scenariet "Mælk", mens den mindste N-udvaskning ses på bedrifter, der omlægges i "Svin/planteavl". Scenariet "Selvforsyning" giver størst reduktion af N-udvaskningen. Af de fire scenarier er det kun på de omlæggende bedrifter i "Plante/svin", der ses en stigning i N-udvaskning ved omlægning til økologisk drift.



Figur 1.8 N-udvaskning (kg N/ha) før og efter omlægning beregnet for de fire scenarier med SKEP-modellen for de bedrifter, der omlægges

Den empiriske model og markbalancerne støtter tendenserne beregnet med SKEP i scenarierne undtagen i forbindelse med omlægningen til økologisk svineproduktion, hvor den empiriske model beregner et svagt fald.

Der er imidlertid en række usikkerheder omkring modellernes håndtering af økologisk svineproduktion, som kan påvirke i både positiv og negativ retning. For begge modeller gælder, at N-fikseringen måske er sat for højt, fordi den ikke er nedsat specielt som følge af udegående svin. Det vil resultere i, at N-udvaskningen simuleres for højt efter en omlægning.

Følgende forhold tages der hensyn til i beregningerne for svinebedrifterne med SKEP, men ikke med den empiriske model:

- at gødningen spredes på et mindre areal, når svinene går ude, end når gødningen udbringes
- at der er mindre udbytter

Det kan betyde, at N-udvaskningen simuleres for lavt med den empiriske model efter en omlægning.

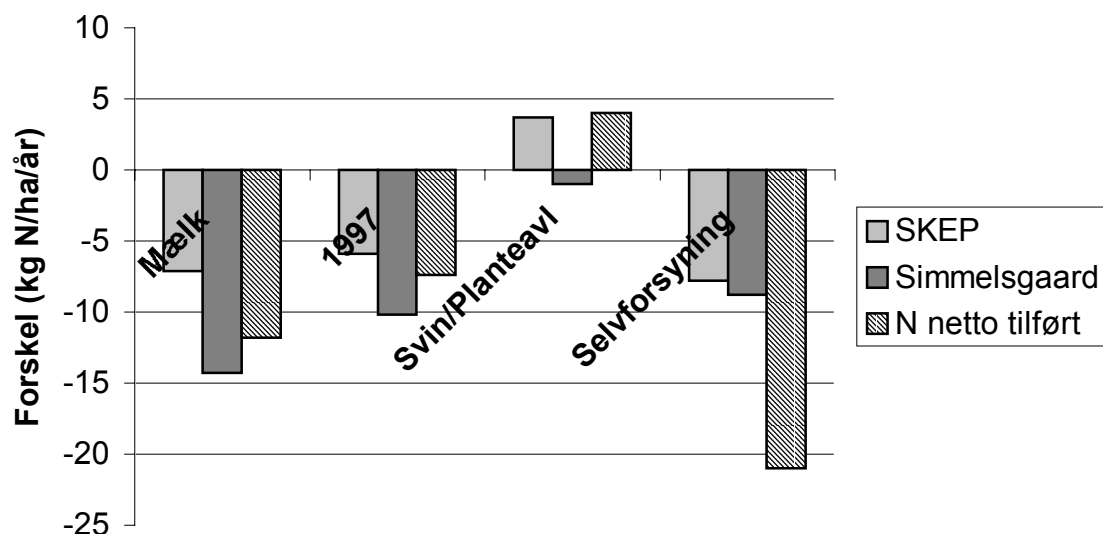
Forskel i N-udvaskning mellem bedriftstyper

De fire scenariers forskellige effekt på N-udvaskningen bestemmes af hvilke bedriftstyper, der omlægges, og hvor meget belægningsgraden ændres. Når konventionelle malkekvægsbedrifter omlægges til økologiske malkekvægsbedrifter, resulterer det i et fald i N-udvaskningen som følge af færre dyreenheder eller samarbejde med ikke-malkekvægsbedrifter. En omlægning af planteavlbedrifterne og de mindre bedrifter resulterer i tre af scenarierne i en stigning i N-udvaskningen, enten fordi de ændrer bedriftstype og sædskifte, eller fordi de går ind i et samarbejde med en malkekvægsbedrift. N-udvaskningen falder ikke ved omlægning af konventionelle svinebedrifter i scenario "Plante/svin", mens der sker et fald i scenario "Selvforsyning". Den forskellige tendens skyldes, at dyreenhederne opretholdes i scenario "Plante/svin" og reduceres i scenario "Selvforsyning". Ændringen i belægningsgraden efter en omlægning til økologisk jordbrug har direkte betydning for, hvor meget gødningstilførslen ændres, og dermed hvor meget N-udvaskningen nedsættes. N-udvaskningen påvirkes dog af en kombination af ændringer i gødningsmængde og sædskifte. Dette illustreres især i scenario "Plante/svin", hvor gødningsmængden nedsættes ved omlægningen, men nettotilførslen af N til markerne alligevel stiger pga. flere N-fikserende afgrøder (hestebønner, korn/ærter, kløvergræs) efter omlægningen. De mange N-fikserende afgrøder, der indgår i økologiske sædskifter, har stor betydning for N-udvaskningen. Især er der risiko for N-udvaskning i forbindelse med omplojning af kløvergræsmarkerne.

Forskel i udvaskning i hele værkstedsområdet ved omlægning til økologisk jordbrug

Hvis man betragter hele værkstedsområdet, således at før-situationen sammenlignes med efter-situationen, der inkluderer de 25% økologiske plus de resterende konventionelle bedrifter, er ændringen mindre udtalt, end når der fokuseres på de omlagte bedrifter. Scenarierne "Mælk", "1997" og "Selvforsyning" viser alle et fald i N-udvaskningen for hele området (Figur 1.9).

Hele værkstedsområdet



Figur 1.9 Forskel før og efter omlægning i N-udvaskning (kg N/ha) beregnet med modellerne SKEP og Simmelsgaard og N-nettilførsel (kg N/ha) ifølge de fire scenarier. Resultater er vist for hele værkstedsområdet (25% økologiske plus resterende konventionelle bedrifter)

For scenariet "Plante/svin" er det usikkert, om omlægningen resulterer i en reduktion af N-udvaskningen, idet den ene model simulerer en stigning, mens den anden model simulerer et lille fald som følge af omlægningen. Beregningen af nettotilførslen af N støtter modellen, der viser stigning i N-udvaskning.

Generelt gælder, at under andre forudsætninger end de her valgte, kan resultatet blive meget anderledes. Det er derfor vigtigt at tage hensyn til omlægningsstrategi, bedriftsstruktur og belægningsgrader, når man skal vurdere konsekvenser af en omlægning til økologisk jordbrug i et udvalgt område.

1.6 Konsekvenser for dyrkningsfladens lavere fauna

Omlægning af en fjerdedel af værkstedsområdets areal resulterer som vist ovenfor i ændringer i afgrødefordeling og markoperationer sammenlignet med Nu-situationen i området. For mange dyregrupper gælder, at enkeltafgrøders eller markoperationers betydning ikke er særlig entydig, og det ses ofte, at arter tilhørende samme dyregruppe reagerer vidt forskelligt på den samme markoperation. For enhver dyrkningsmæssig aktivitet vil der således typisk være nogle dyr, hvis vilkår forringes, mens andre arter tilgodeses. For at belyse hvordan de dyrkede markers fauna påvirkes af omlægning til økologisk jordbrug, har vi derfor valgt at undersøge, hvordan den

ændrede afgrødefordeling og ændringer i markoperationer påvirker en række parametre, der er vigtige for forskellige lavere faunagrupperes levevilkår (Tabel 1.2).

Vi har ved valget af parametre udelukkende medtaget de forhold, der er vigtige for dyr, der lever det meste af deres liv i de dyrkede marker. Vi skelner mellem to grupper:

- 1) jordbundsfaunaen, som lever under og på jordoverfladen og som især påvirkes af jordforstyrrelser og af mængden af organisk materiale i jorden
- 2) de af de dyrkede markers dyr, der lever over jorden, og som for planteædernes vedkommende først og fremmest påvirkes af udbuddet af planter, mens både planteædere og deres rovdyr påvirkes af insekticider.

Endelig påvirkes mobile dyregrupper, f.eks. fugle, ofte af dyrkningsfladens diversitet og struktur. Et eksempel på dette er sanglærken, som omtales i kapitel 6.

Tabel 1.2 Vigtige parametre for agerlandsfaunaens levevilkår i dyrkede marker

Jordforstyrrelse:	Jordbehandlingsintensitet, -tidspunkt, -hyppighed
Tilførsel af organisk materiale:	Gødningstype, udlæg, afgrøder
Plantediversitet:	Ukrudsdiversitet, antal afgrøder
Pesticidbehandling:	Intensitet, type

I det følgende opsummeres ændringerne i disse parametre som følge af omlægning til økologisk jordbrug.

Jordforstyrrelse

De fleste jordbundsdyr påvirkes negativt af jordbehandling og positivt af uforstyrrede marker. Forskelle i jordforstyrrelse mellem konventionel og økologisk drift skyldes dels forskelle i fordelingen mellem afgrøderne, dels at der anvendes mekanisk ukrudtsbekæmpelse i de økologiske og kemisk bekæmpelse i de konventionelle marker. Når værkstedsområdets arealer klassificeres efter intensiteten af jordforstyrrelse, betyder omlægningen i tre af de fire scenarier, at værkstedsområdets areal med afgrøder helt uden jordbehandling forventes at stige. I Nu-situationen udgør dette areal 23%, men øges til mellem 26 og 30% i de tre scenarier "Mælk", "1997" og "Selvforsyning". Når plante- og svinebrug omlægges, falder områdets uforstyrrede arealer lidt. Arealet med afgrøder, der udsættes for jordbehandling svarende til konventionelle kornafgrøder, udgør i Nu-situationen 75% af området og falder til 67-70% i de fire scenarier. Arealer med afgrøder, der forstyrres mere (f.eks. økologisk vårbyg uden udlæg og hestebønner), er størst i "Plante/svin" scenariet (6%), mens intensivt behandlede afgrøder som økologiske foderroer og udegående svin i intet tilfælde overstiger 4% af området.

Husdyrgødning

Tilførsel af husdyrgødning forbedrer levevilkårene for de fleste jordbundsorganismer. I Nu-situationen under konventionel drift modtager 58% af områdets omdriftsareal husdyrgødning. I alle fire scenarier forventes områdets samlede areal med tildeling af husdyrgødning at stige til 63-64%. Ses udelukkende på bedrifter, der omlægges, stiger arealet med husdyrgødning mest markant på de bedrifter, der omlægges i "Plante/svin" scenariet, nemlig fra kun en tredjedel af omdriftsarealet før omlægning til 58% efter omlægning. I de tre andre scenarier, hvori mange kvægbedrifter omlægges, øges andelen af omdriftsarealer gødet med husdyrgødning fra mellem 64 og 81% til mellem 80 og 100%.

Udlægsmarker

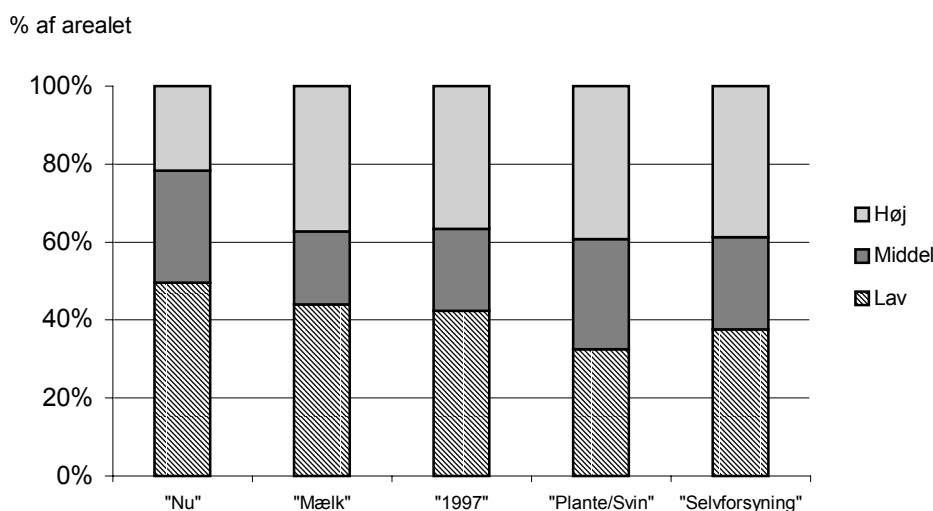
Udlægsmarker er kornmarker med øget plantedække, øget plantediversitet og uforstyrret jord, og de udgør i Nu-situationen 8% af områdets samlede areal. I alle fire scenarier forventes værkstedsområdets areal med udlæg i korn at være markant højere (124, 168, 234 og 223 med Nu=100). Det skyldes, at der i alle de opstillede sædskifter for de økologiske bedrifter indgår kløvergræs, samt at der derudover bruges efterafgrøder efter korn. I scenariet "Plante/svin" har værkstedsområdet samlet set den højeste andel udlægsmarker, knap 20%, fordi områdets konventionelle mælkeproducenter bevarer deres udlægsmarker uændrede, mens der samtidig sker en forøgelse på svine- og plantebrug, der omlægges.

Pesticidanvendelse

De dyrkede markers lavere fauna påvirkes direkte af insekticider og indirekte af herbicider og fungicider, der begge påvirker fødegrundlaget. Ved omlægning til økologisk drift ophører pesticidanvendelsen. Reduktionen i områdets samlede pesticidbelastning ved omlægning af en fjerdedel af området til økologisk drift er imidlertid afhængig af hvilke bedriftstyper, der omlægges, fordi forskellige afgrøder behandles i forskelligt omfang. Scenariet "Mælk" giver den relativt mindste reduktion, fordi det hovedsagelig er konventionelle mælkebedrifter, der i forvejen har et lavt pesticidforbrug, der omlægges i dette scenario. Omvendt opnåes den største reduktion i pesticidanvendelsen i scenariet "Plante/svin", fordi det her er konventionelle bedrifter med betydelig pesticidanvendelse, der omlægges.

Plantediversitet

Høj ukrudtsdiversitet giver levemuligheder for flere planteædende samt pollen- og nektarafhængige insekter og dermed for de dyr, der lever af disse. På grundlag af en anslået gennemsnitlig potentiel ukrudtsdiversitet i forskellige afgrøder under konventionel og økologisk dyrkning forventes det, at der i alle fire scenarier sker en væsentlig forøgelse i plantediversiteten i det samlede værkstedsområde ved omlægning af en fjerdedel af området. Arealer med potentielt "ukrudtsfattige" afgrøder reduceres fra halvdelen af markfladen i Nu-situationen til under 40% i de to scenarier "Plante/svin" og "Selvforsyning", mens arealet med høj forventet ukrudtsdiversitet i disse to scenarier næsten fordobles. Også i scenarierne "Mælk" og "1997" forventes plantediversiteten at stige, om end mere moderat (Figur 1.10).



Figur 1.10 Arealer med lav, middel og høj potentiel ukrudsdiversitet i værkstedsområdet i Nu-situationen og de fire omlægningsscenarier

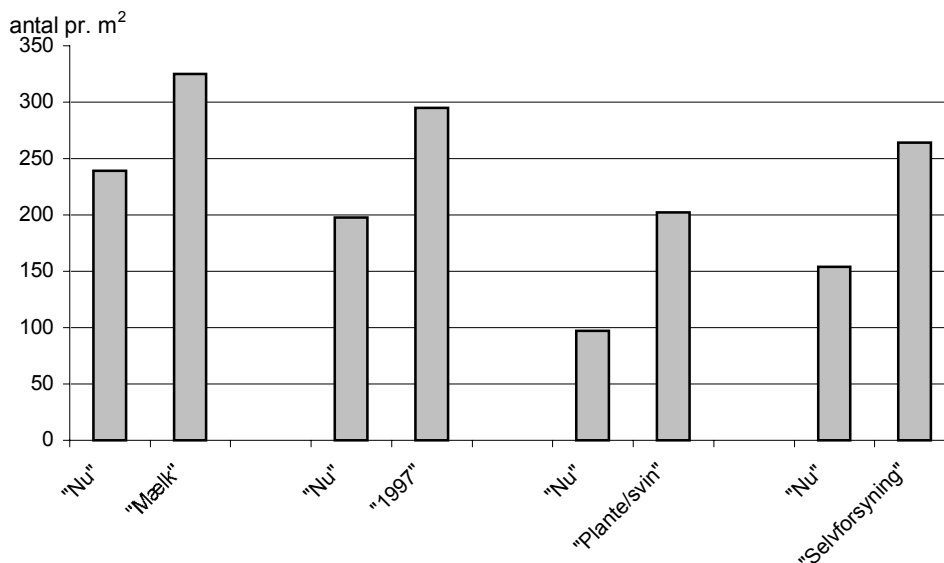
Afgrødediversitet

Tilstedeværelsen af forskellige afgrødetyper i et område er gunstig for dyr, der bevæger sig rundt i landskabet og har behov for forskellige afgrøder. Afgrødediversiteten er her baseret på en opdeling i otte afgrødegrupper, som adskiller sig fra hinanden i forhold til væsentlige parametre: vintersæd, vårsæd, grovfoder, græs i omdrift, vedvarende græs, rækkeafgrøder, vårafgrøder samt vinterraps. Det samlede værkstedsområdes diversitet ændrer sig ikke ved de fire omlægningsmåder. Ser man udelukkende på de bedrifter, der omlægger, falder afgrødediversiteten på kvæggårdene, der omlægges i scenariet "Mælk", markant pga. de meget simple sædskifter, vi har valgt at anvende i scenariet. Mens der på svine- og plantebrug, der omlægges, kun sker et mindre fald i afgrødediversiteten.

Samlede effekter på regnorme og springhaler

Den samlede effekt af omlægningsscenariernes ændringer i afgrøde, gødningstype, udlæg/efterafgrøde og jordforstyrrelser er beregnet for to vigtige grupper af jordbundsfaunaen, regnorme og springhaler.

Tætheden af regnorme er først og fremmest afhængig af andelen af græs i sædskiftet samt af tildeling af husdyrgødning og er således stærkt knyttet til bedriftstypen. I alle omlægningsscenarier stiger tætheden af regnorme som følge af ændrede sædskifter og øget brug af husdyrgødning. Både før og efter omlægning er tætheden af regnorme størst på de bedrifter, der omlægges i scenariet "Mælk" og i nævnte rækkefølge mindre på bedrifterne i "1997", "Selvforsyning", og "Plante/svin" scenarierne. Den relative stigning er mindst i scenariet "Mælk", hvor regnorme allerede under konventionel drift har gode levevilkår, og størst i "Plante/svin", hvor ændringerne især sker på planteavlsbedrifterne (Figur 1.11).



Figur 1.11 Ændringer i tætheden af regnorme på de bedrifter, der omlægges i de fire scenarier

Tætheden af springhaler på en mark bestemmes af afgrødetype og tilførslen af organisk materiale, f.eks. tilførsel af husdyrgødning eller grøngødning. Tages der kun hensyn til afgrødesammensætning, øges tætheden i scenario "Mælk" med 6% i hele værkstedsområdet, mens den er næsten uændret i de tre andre scenarier. Inddrages også tildeling af husdyrgødning i beregningerne, øges den gennemsnitlige tæthed beregnet på hele værkstedsområdet i alle scenarier, omend beskedent, med under 10%. Stigningen i tæthed ved omlægning er størst på planteavlsbedrifter, hvor der f.eks. i "Plante/svin" scenariet forventes en stigning på 12%.

Sammenfatning

Sammenfattende kan siges at:

- Omlægning af malkekvægsbedrifter til økologisk jordbrug vil forbedre de allerede gode levevilkår for jordbundsorganismer på konventionelle malkekvægsbedrifter.
- Omlægning af planteavlsbedrifter vil – under de forudsætninger der er valgt her – resultere i dramatiske forbedringer for regnorme, der har ugunstige levevilkår på konventionelle planteavlsbedrifter.
- For andre grupper jordbundsorganismer, f.eks. springhaler, er levevilkårene uændrede eller svagt forbedrede ved omlægning til økologisk jordbrug under de forudsætninger, der er valgt her, dvs. at vinterhvede erstattes med vårsæd, og at der ukrudtsbekæmpes intensivt i visse økologiske afgrøder.

- Dyregrupper, der direkte eller indirekte er afhængige af en divers plantebestand, vil opnå store forbedringer i levevilkår på planteavls- og svineavlsbedrifter, idet ukrudsdiversiteten forventes øget markant ved omlægning til økologisk drift.
- Pesticidbelastningen falder ved omlægning af alle bedriftstyper, men den samlede effekt vil være størst ved omlægning af de mest "pesticidtunge" bedriftstyper, plante- og svinebedrifter.
- Fælles for alle scenarier er, at værkstedsområdets areal med udlægsmarker stiger, at pesticidbelastningen falder, samt at det husdyrgødede areal stiger.
- Værkstedsområdets samlede afgrødediversitet ændrer sig ikke med omlægning til økologisk jordbrug.

1.7 Konsekvenser for sanglærker

Vi har valgt at beskrive, hvordan levevilkårene for sanglærken ændrer sig ved omlægning til økologisk jordbrug. Det er der flere årsager til: 1) sanglærken er mere end nogen anden af agerlandets fugle knyttet til den dyrkede markflade og påvirkes af netop de forhold, som vi bruger til at karakterisere ændringer ved omlægning, 2) bestanden af sanglærker har inden for de seneste årtier været præget af markante nedgange i såvel Danmark som i Vesteuropa som helhed, samt 3) for sanglærken findes der tilstrækkelig dokumentation om dens krav til levevilkårene til at diskutere påvirkninger fra såvel enkelte faktorer som til at forsøge at modellere den samlede effekt, forskellige kombinationer af faktorer kan have. Sanglærkens stærke tilknytning til de åbne marker og dens modvilje mod oprette strukturer, f.eks. læhegn, betyder, at dens forekomst ikke kan bruges som en generel indikation for agerlandets fugle, hvoraf de fleste har helt andre krav til f.eks. redepladser og fødesøgning.

Vigtige faktorer for sanglærkens succes i agerlandet

Den optimale ynglebiotop for sanglærken er områder med en forholdsvis lav, lysåben og varieret sammensat vegetation, der opfylder kravene til rededækning og skjul, og som samtidig giver gode muligheder for at se og fange de insekter på jordoverfladen, der udgør dens føde i yngleperioden. Dette betyder, at tilstedeværelsen af lave, åbne afgrøder eller områder med sparsom eller ingen vegetation inden for det enkelte lærkepars territorium gennem både forår og sommer er afgørende for antallet af succesfulde yngleforsøg og dermed for antallet af flyvefærdige unger.

Sanglærkens samlede reproduktionssucces i et givet landbrugsområde afhænger af:

- tætheden af territorier med ynglepar
- antal redeforsøg per ynglepar
- succesraten for de enkelte redeforsøg, angivet ved antal overlevende redeunger per redeforsøg

- overlevelsen af de enkelte unger fra udflyvning til uafhængighed (ungfugle) af forældrefuglene

De vigtigste faktorer for lærkens succes er, ud over vejrliget i yngleperioden, tilgængeligheden af gunstige afgrøder gennem hele yngleperioden samt de markoperationer, der udføres i afgrøderne. Af disse er især insekticidsprøjtning, jordbehandling samt græsning og slet vigtige. Tilgængeligheden af gunstige afgrøder påvirker først og fremmest tætheden af ynglepar og antallet af redeforsøg, mens markoperationerne har størst indflydelse på produktionen og overlevelsen af unger i den enkelte mark.

Gunstige afgrøder

Tilgængeligheden af gunstige afgrøder bestemmes både af afgrødediversiteten i sig selv og af hvilke afgrøder, der indgår i den. Gunstige afgrøder er afgrøder, der på det aktuelle tidspunkt for lærkeparrets tilstedeværelse har den rette højde og tæthed, og som derfor potentielt udløser et redeforsøg. Derfor er et områdes udbud af gunstige afgrøder en dynamisk størrelse over tid. Eksempelvis er en vintersædsafgrøde med hensyn til fødesøgning og redeplacering kun en gunstig afgrøde i begyndelsen af vækstperioden, hvorefter den hurtigt vokser sig for høj og tæt, og territorier der kun "indeholder" en vintersædsafgrøde, opgives ofte efter ét yngleforsøg. Registreringer af territoriehævdende hanner, som er et hyppigt brugt mål for et områdes bestand af eller kvalitet for lærker, kan kun bruges som en indikator for, at et område potentielt er gunstigt for ynglende sanglærker. For at opnå et realistisk billede af områdets reelle kvalitet skal antallet af unger, der produceres i området, og som bestemmer den langsigtede udvikling i bestanden, inddrages.

Græsning og slet

Både forekomsten af ynglepar og overlevelsen af æg og unger påvirkes af de drifttiltag, der sker i afgrøderne. En række undersøgelser påviser markant lavere territorietætheder af sanglærker i intensivt end i ekstensivt afgræssede områder. Den vigtigste effekt af intensiv græsning er, at en stor del af rederne går tabt, enten fordi rederne fysisk bliver ødelagt af kreaturerne, eller fordi de ved blotlæggelsen bliver prædeteret af primært kragefugle. Risikoen for ødelæggelse af reden varierer formentlig med kreaturtætheden, men den præcise sammenhæng kendes ikke. Også græsslet resulterer i en forøget dødelighed for æg og unger, enten fordi æg og unger dør i forbindelse med den mekaniske påvirkning, eller fordi rederne ved afhøstningen bliver frit eksponerede, og derved er blotlagt for prædation.

Pesticidanvendelse

Effektiv sprøjtning med pesticider (specielt insekticider) kan, afhængigt af lokale forhold, påvirke overlevelsen af unger betydeligt. Påvirkningen sker indirekte gennem et reduceret fødeudbud af insekter og er størst for de ynglepar, der har deres "home-range" inden for de sprøjtede marker og som således ikke har adgang til andre fødekilder i usprøjtede områder.

Jordbehandling og ukrudtsbekæmpelse

I modsætning til pløjning og anden jordbehandling foregår mekanisk ukrudtsbekæmpelse, som har et større omfang på økologiske bedrifter end på konventionelle, ofte i lærkernes yngleperiode. De mest drastiske er radrensning og hypning, som dog normalt kun bruges i rækkeafgrøder. Arealmæssigt er det især markstriglinger mod ukrudt i korn og bælgssæd, der er udbredt, men hvis effekter på lærker ikke er beskrevet i litteraturen. I en undersøgelse udført under dette projekt varierede dødeligheden for reder med æg eller unger, der blev udsat for strigling, mellem 30 og 60%. Striglingseffekten på æg og unger stiger med antallet af striglinger udført med tidsmæssigt korte intervaller. Den totale effekt af markstriglinger på æg og unger vil variere afhængig af det anvendte udstyr og den aktuelle brug af dette samt med andelen af aktive reder i de pågældende marker på det tidspunkt, hvor striglingerne udføres. Hvis der i en afgrøde udføres to eller flere striglinger med en indbyrdes tidsmæssig afstand på 8-10 dage, vil risikoen for, at et ynglepar i den pågældende mark får ødelagt to på hinanden følgende yngleforsøg inden for en måned, være markant. Hvis et yngleterritorium kun indeholder den ene (striglede) afgrøde, vil resultatet ofte være, at territoriet opgives, da væksten af afgrøden i den mellemliggende periode ofte har gjort den uegnet som ynglehabitat.

Integration af enkeltfaktorer gennem modellering

Det landbrugslandskab, som lærkerne lever i, frembyder altid en kombination af de enkeltfaktorer, der er nævnt ovenfor og som hver især påvirker lærkernes levevilkår positivt eller negativt. Ved anvendelse af en individbaseret lærkemodel kan samspillet mellem disse enkeltfaktorer illustreres, og den foreliggende viden om forskellige kombinationer af afgrødetyper og deres tilknyttede markoperationer integreres. Den gennemførte modellering af effekten af forskellige omlægningsscenarier er således en måde at bidrage til at forstå enkeltfaktorernes betydning for samspillet mellem sanglærken og det landskab, den befinder sig i.

Samspillet mellem lærken og de betingelser, den lever under, er her modelleret ved hjælp af dels en individbaseret lærkemodel, der er baseret på kendskabet til lærkens biologi, dels en landskabsmodel, der sætter scenen for lærkens biologiske udfoldelser.

Lærkemodellen

Modeltypen er karakteristisk ved, at alle individer til et givet tidspunkt i en given lokalitet får informationer om de ting, der har betydning for de enkelte individers reaktioner og handlinger. Det er dels oplysninger om afgrødetype, afgrødehøjde, dækningsgrad, tæthed af fødeemner, tilstedeværelsen af andre fugle fra naboterritorier og andre relevante forhold. Samtidig får de information om de abiotiske forhold på stedet (f.eks. pløjning, harvning, sprøjtning, temperatur og nedbør). På denne måde kan et antal fugle modtage informationer om og udnytte eksempelvis en lokal føderessource samtidig. Den lokale lærkepopulation, der modelleres, består således af indbyrdes "kommunikerende" individer, der i tid og rum kan opfatte og reagere på forhold i det lokale miljø. Lærkemodellen består af en række undermodeller, der behandler de specielle forhold, der gælder for henholdsvis hanlærker, hunlærker, ægudvikling, udvikling af redeunger og udvikling af ikke flyvefærdige unger.

Parameterisering

De fleste ynglebiologiske data til brug i sanglærkemodellen er hentet dels fra udenlandske undersøgelser, dels fra egne studier. For en række parametre har det ikke i den eksisterende litteratur været muligt at finde brugbare data. For disse parametre er der af forfatteren foretaget et skøn i parametriseringen. En detaljeret gennemgang af de parametre (samt disses effekter på fugle og insekter), der indgår i modelopbygningen, er beskrevet i kapitel 6 samt Appendiks C, 1.

Landskabsmodellen

Denne model udgør den "verden", de modellerede lærker skal leve og overleve i. Den indeholder en detaljeret gengivelse af alle vigtige landskabselementer (læhegn, markskel, marker, veje og bygninger m.m.). Størrelse og placering af disse elementer holdes konstant både før og efter omlægning, og kun markafgrøder (sædskiftet) ændres ved omlægningen. Værkstedsområdet, som er gengivet i kopi i landskabsmodellen, udgøres af det område, som er beskrevet i kapitel 2, som dog her er udvidet med et ekstra antal tilgrænsende bedrifter. Alle "beslutninger" om udførelsen af markoperationer på en given mark bliver foretaget i en "Farm Manager", der samlet koordinerer oplysninger om bedriftstype, sædskifte, jordbunds- og vejrmæssige forhold. Levevilkårene i den enkelte mark styres derudover af vækstmodeller for de specifikke afgrøders struktur (bladareal, højde).

Gennemførte modelkørsler

Vi har valgt at foretage modelanalyser for to af de fire scenarier, der er beskrevet i kapitel 3: scenario "Mælk", hvori 25% af værkstedsområdets areal er beliggende på malkekvægsbedrifter, omlægges til økologisk drift, og scenario "Plante/svin", hvor omlæggerne er ligeligt fordelt på planteavls- og svinebedrifter. For hvert af disse scenarier er der udført modelleringer for to situationer, dels hvor de omlagte bedrifter er placeret samlet før og efter omlægning, dels hvor de omlagte bedrifter er placeret spredt før og efter omlægning.

Ud over disse to scenarier er der udført modelanalyser for et "Blandet" scenarium, hvori alle områdets bedrifter, dvs. både malkekvægs-, planteavls- og svinebedrifter omlægges til økologisk drift.

Resultater

Modelkørslerne giver output for to "målevariable":

1. Antallet af voksne individer medio juni. Denne variabel er valgt, fordi den er det bedste udtryk for et givet områdes bæreevne af ynglefugle.
2. Antallet af flyvefærdige unger der overlever til emigration. Denne variabel er valgt, da alle dødelighedsfaktorer knyttet til den periode, hvor ungerne opholder sig i en pågældende ynglebiotop, har fundet sted.

Resultaterne af modelkørslerne er eksempler på, hvordan de tidligere beskrevne enkeltfaktorer er forsøgt integreret til at skabe et samlet billede af levevilkårene for sanglærker i et landbrugslandskab bestående af bedrifter med forskellig praksis. Modelresultaterne viser,

- at det forventede antal af både voksne og unger falder ca. 10% med omlægning på omlagte bedrifter, der ligger arealmæssigt samlet,
- at det forventede antal af voksne lærker i hele området kun påvirkes negativt, når mælkeproducerende bedrifter, der ligger arealmæssigt samlet, omlægges, eller når alle bedrifter i hele området omlægges (Blandet scenarium). Det skyldes, at de voksne fugle ikke har mulighed for at "undslippe" de ugunstige vilkår. Når plante- og svinebrug omlægges, eller når de omlagte mælkebrug ligger spredt, ses der efter omlægning ingen forskel i antallet af voksne fugle i værkstedsområdet.

Sammenfattende om konsekvenser for sanglærken

En række af de enkeltfaktorer, der bestemmer sanglærkers levevilkår, varierer som ovenfor beskrevet med bedriftstype, produktionsintensitet og driftsform. Omlægning af konventionelle bedrifter til økologisk jordbrug vil, afhængig af hvordan omlægningen foregår, ændre disse faktorer. De forudsætninger for omlægning, der er anvendt i det foreliggende projekt, resulterer i økologiske bedrifter med intensivt husdyrhold, med ensartede sædskifter, svin på græs og intensiv markdrift. Det betyder, at omlægningen resulterer i både et større areal med afgrøder, der af én eller anden årsag er uegnede som ynglesteder for lærker pga. græsslet eller intensiv græsning af kvæg eller svin og mekanisk ukrudtsbekæmpelse, og i at afgrødediversiteten generelt bliver mindre. Lav afgrødediversitet forstærker de negative effekter af de markoperationer, der udføres i den enkelte afgrøde, fordi ødelæggelse af reder forårsaget af f.eks. ukrudtsstriglinger vil få hunnerne til at forsøge at bygge rede igen i en anden afgrøde inden for territoriet. Kan hunnerne ikke finde en passende afgrøde inden for det nuværende territorium, forlader de territoriet, senere fulgt af de efterladte hanner. Derudover afhænger antallet af voksne fugle, der opsøger et område om foråret, i nogen grad af det foregående års betingelser. Det er derfor ikke overraskende, at resultaterne fra modelkørslerne, dvs. den integrerede effekt af ugunstige enkeltfaktorer, viser både færre unger og et mindre antal voksne fugle midt på sæsonen under de her givne scenariebetingelser.

Sammenlignet med disse ugunstige betingelser på økologiske bedrifter er de indirekte effekter af pesticidanvendelse på konventionelle marker mindre dramatiske, øjensynligt fordi mange af de voksne fugle inden for deres fødesøgningsområde har adgang til andre fødekilder på usprøjtede marker eller arealer. Det fremgår da også af modelresultaterne, at de positive effekter af bortfaldet af pesticider ved omlægning til økologisk drift ikke - under de her givne forudsætninger - kan opveje de negative effekter af de her antagne ændringer i driften ved omlægning til økologisk jordbrug.

Sammenfattende kan siges, at de to udviklingsveje, der er skitseret for henholdsvis økologiske malkekvægsbedrifter (mod intensivt udnyttede, græsrige sædskifter på både egen bedrift og samarbejdsbedrifter) og for økologiske plante- og svineavlere (mod forstyrrede arealer med

græssende svin eller intensiv ukrudtsbekæmpelse) ikke tilbyder gunstige levevilkår for sanglærker på trods af, at der ikke sprøjtes. Den skitserede praksis vil ikke have dramatisk negative konsekvenser på bedriftsniveau, men kan - hvis den er udbredt i større områder - betyde en forringelse af områdernes kvalitet for sanglærker. Det er vigtigt at pointere, at de her udførte scenariemodelleringer er et forsøg på ud fra vores nuværende viden, gennem en samlet vurdering af sammenspillende faktorer, at beregne de forventede effekter på et lokalområdes lærkebestand ved en given omlægning af driftspraksis. Frem for at fremhæve størrelsen af de fremkomne forskelle mellem de sammenlignede brugssystemer er det måske i højere grad vigtigt at fokusere på de faktorer, der synes at forårsage de fundne forskelle. Set ud fra disse betragtninger giver resultaterne anledning til at afklare, hvor store sammenhængende arealer med ikke-attraktive afgrøder, herunder også arealer med udegående svin, der er hensigtsmæssige i denne sammenhæng, og hvordan praksis i mekanisk ukrudtsbekæmpelse kan udvikles til at have færrest mulige negative konsekvenser.

1.8 Samlede konsekvenser af omlægning til økologisk jordbrug

I de foregående afsnit er der redegjort for, hvordan de fire omlægningsscenarier påvirker enkelte parametre for naturindhold og miljøbelastning. Hensigten med at anvende de samme scenarier til at evaluere både natur- og miljøeffekter har været at undersøge, under hvilke forudsætninger og i hvilket omfang bestemte udviklingsveje kan siges at integrere natur- og miljøhensyn og dermed kan tilfredsstille de økologiske målsætninger om hensyn til både natur og miljø. Resultaterne viser med stor tydelighed, at der ikke kan identificeres én omlægningsstrategi, f.eks. en bestemt sammensætning af omlæggere, der på alle de her behandlede punkter er gunstig.

I vurderingen af resultaterne er det vigtigt at holde sig for øje, at de valgte scenarier - når der ses bort fra scenariet "Selvforsyning" - illustrerer hvad der sker, når bedrifter med en husdyrproduktion, der er mere intensiv end den typiske omlægger, efter omlægning til økologisk drift forudsættes at opretholde husdyrproduktionen. Især i denne situation kan den lokale betydning af omlægning af en gruppe bedrifter ikke til fulde forstås uden at se på den sammenhæng, den indgår i, hvad angår den eksisterende bedriftsstruktur i området og dermed bl.a. muligheden for bedriftssamarbejde med nabobedrifter.

I nedenstående tabel er opsummeret de forventede ændringer fra Nu-situationen for de natur- og miljøparametre, vi har valgt at undersøge på omlæggende bedrifter i de fire scenarier.

Tabel 1.3 viser ændringerne på de bedrifter, der omlægges i de fire scenarier. Disse ændringer kan bruges til at vurdere, hvordan landbrugsområder domineret af bestemte bedriftstyper almindeligvis vil ændre sig ved en omlægning. Som supplement hertil viser tabel 1.4 de ændringer, som omlægningen af en fjerdedel af området afstedkommer i det aktuelle værkstedsområde. Resultatet for det samlede område bestemmes ikke blot af hvilke bedrifter, der omlægges, men også af de, der forbliver konventionelle, og er således specifik for netop dette område og den valgte omlægningsprocent.

Tabel 1.3 De fire scenariers forventede konsekvenser for udvalgte "natur- og miljøparametre" på de bedrifter, der omlægger. + = beskeden, ++ = moderat og +++ = markant forbedring, 0 = ingen ændring, - = beskeden forringelse

Natur-/miljøparameter	"Mælk"	"1997"	"Plante/svin"	"Selvforsyning"
Kvælstofudvaskning	++	+	0 / -	+++
Levevilkår for regnorme	++	++	+++	+++
Levevilkår for springhaler	+	+	++	+
Levevilkår for overjordiske insekter:				
Ukrudtsdiversitet	++	++	+++	+++
Pesticidbehandling	+++	+++	+++	+++
Levevilkår for sanglærker	-		-	

Tabel 1.4 De fire scenariers forventede konsekvenser for udvalgte natur- og miljøparametre på det samlede område

Natur-/miljøparameter	"Mælk"	"1997"	"Plante/svin"	"Selvforsyning"
Kvælstofudvaskning	+	+	0 / -	++
Levevilkår for regnorme	+	+	++	++
Levevilkår for springhaler	0/+	0/+	0/+	0/+
Levevilkår for overjordiske insekter:				
Ukrudtsdiversitet	+	+	++	++
Pesticidbehandling	+	+	++	++
Levevilkår for sanglærker	-/0		0	

Forventede gevinster og forringelser i de fire scenarier

Det fremgår af tabel 1.3 og 1.4, at omlægning af 25% af områdets areal under de givne forudsætninger for de fleste af de undersøgte parametre forventes at resultere i en forbedret natur- og miljøtilstand på de bedrifter, der omlægges til økologisk drift, og for en række parametre også for hele området. Undtaget herfra er kvælstoftabet i scenariet "Plante/svin" samt sanglærken, som ikke påvirkes positivt, hvis der kun ses på de omlagte bedrifter i de to undersøgte scenarier.

Den grundlæggende forudsætning om opretholdelse af husdyrproduktionen er afgørende for de resultater, vi har opnået. Scenariernes opbygning og konsekvenser er i betydelig grad præget af, at vi i tre ("Mælk", "1997" og "Plante/svin") af de fire scenarier har valgt at opretholde en stor animalsk produktion på de omlagte bedrifter ved at udnytte alle muligheder for import og samarbejde mellem bedrifter. Samtidig har vi i alle fire scenarier valgt at forudsætte, at landmanden i den økologiske planteproduktion benytter sig af intensiv mekanisk ukrudtsbekæmpelse.

Den valgte omlægning til økologisk drift, hvor den animalske produktion opretholdes, betyder, at sædskifterne bliver domineret af få foderafgrøder, herunder mange afgræssede marker som i "Mælk" og "1997". Dette er til stor gavn for mange faunagrupper, idet det sikrer uforstyrrede marker, stor tilførsel af organisk stof samt tilstedeværelsen af andre ukrudtsarter end i omdriftsmarkerne. Samtidig har de store græsarealer dog negative konsekvenser for sanglærker, som ikke trives på intensivt udnyttede græsmarker og som har svært ved at finde andre og gunstigere levesteder på den ensartede dyrkningsflade.

Opretholdelsen af den animalske produktion betyder også som i "Plante/svin" scenariet, at flere marker gødes med husdyrgødning efter omlægning til økologisk jordbrug, fordi også samarbejdsplanteavlerne får adgang til husdyrgødning. Det giver markant bedre levevilkår for jordbundsfaunaen, men resulterer i modsætning til "Mælk" og "1997" i, at der ikke opnås gevinster i form af mindre kvælstoftab som konsekvens af omlægningen. Risikoen for kvælstoftab forstærkes i scenariet "Plante/svin" af, at der ved omlægningen kommer svin på græs, en "ny afgrøde" der desuden - isoleret betragtet - udgør et ugunstigt levested for såvel jordbundsfauna som lærker på grund af den omfattende jordforstyrrelse.

Kun i scenariet "Selvforsyning", hvor den animalske produktion reduceres som nødvendig konsekvens af den ønskede høje selvforsyningsgrad, ses samtidige gevinster på såvel jordbunds-, den overjordiske fauna som på kvælstoftab. Der er ikke for dette scenario udført modelleringer for at anslå de integrerede effekter af afgrødefordeling og markoperationer for sanglærkebestanden.

De tre scenarier ("Mælk", "1997" og "Plante/svin") viser, hvilke fordele og ulemper man kan forvente, hvis der ikke sker væsentlige systemændringer i forbindelse med omlægning til økologisk produktion, dvs. hvis bedriftsstrukturen opretholdes, og hvis såvel dyreholdets intensitet som planteproduktionens dyrkningsintensitet er høj. Scenariet "Selvforsyning" illustrerer de potentialer, der ligger i en udvikling hen imod større lokal selvforsyning og den deraf følgende reduktion i det lokale dyrehold og dermed i produktionsintensiteten. Også her er en høj intensitet i planteproduktionen dog antaget.

Forudsætningernes betydning og begrundelser

De tre scenarier, hvori husdyrproduktionen opretholdes, kan på to punkter antages at underestimere natur- og miljømæssige gevinster ved omlægning. For det første ændrer vi afgrødefordeling og markdrift ved "skrivebordsomlægningen" til økologisk drift, således at økologiske bedrifter af samme type stort set har samme sædskifte. Denne simplificering er valgt, fordi enhver bestræbelse på at variere afgrødevalget mellem de økologiske bedrifter ville være arbitrær og uanvendelig i praksis, f.eks. til at udtale sig om ændringer i afgrødediversitet.

For det andet betyder den høje husdyrtæthed, at det er nødvendigt at anvende stort set hele arealet til grovfoder-/foderproduktion, ikke blot på husdyrbedrifterne, men også på samarbejdsbedrifterne. Det betyder bl.a., at en række typiske afgrøder for planteavlsbedrifter, f.eks. brødkorn, kartofler, grønsager og bælgssæd til modenhed, bliver underrepræsenteret på de økologiske bedrifter, og at afgrødediversiteten derfor bliver lav. Den lave afgrødediversitet på de

økologiske bedrifter, især på malkekvægsbedrifter, er en vigtig medvirkende årsag til, at sanglærken ikke forventes at trives bedre på trods af fraværet af pesticider.

Scenariernes antagelse om, at økologiske mælkeproducenter har et yderst simpelt sædskifte, er i høj grad bundet til den høje husdyrtæthed. At disse simple og græsrigе sædskifter imidlertid ikke er urealistiske på bedrifter med høj husdyrtæthed, bekræftes af gårdstudier, hvor bedrifter med høj husdyrtæthed har afgrødefordelinger, der ligner de her anvendte (Mogensen et al., 1999). Derudover viser en undersøgelse af planlagte ændringer i afgrøder ved omlægning af 70 konventionelle mælkeproducenter til økologisk jordbrug, at der ses et fald i antallet af afgrødegrupper ved omlægning af malkekvægsbedrifter (Langer, upubl.)

Andre scenarier?

Hvis vi havde valgt andre målsætninger end at opretholde den animalske produktion på bedriftsniveau efter omlægning af bedrifterne, ville scenarierne have set anderledes ud. Andre mål kunne have været at styre efter forskellige niveauer for import af foder og gødning, forskellige andele af kløvergræs i sædskifte på bedriftsniveau, eller forskellige typer af vegetabilsk produktion svarende til råderumstanken og mere ernæringsmæssigt gunstige sammensætninger af produkter. Vores valg - at opretholde den animalske produktion - kan siges at illustrere en mulig udvikling af det økologiske jordbrug på kort sigt, nemlig at økologerne satser på en maksimal produktion inden for de gældende regler ved at udnytte alle muligheder, herunder intensiv markdrift med effektiv ukrudtsbekæmpelse, udstrakt samarbejde mellem bedrifter og import af foder og gødning.

Sammenfatning af konsekvenser ved omlægning til økologisk jordbrug

Sammenfattende kan det siges,

- at der i alle omlægningsscenarier opnås bedre levevilkår på de dyrkede marker for de fleste lavere faunagrupper ved omlægning til økologisk jordbrug
- at forskellige faunagrupper tilgodeses i varierende grad i de fire scenarier
- at der i flere scenarier er én eller flere af de undersøgte natur- og miljøparametre, der ikke ændres positivt ved omlægning til økologisk drift: værkstedsområdets samlede kvælstoftab er uændret, muligvis større, i scenariet "Plante/svin", og sanglærkebestandens størrelse er uændret eller reduceret i scenarierne "Mælk" og i mindre grad i "Plante/svin"
- at økologisk jordbrug derfor ikke automatisk kan siges at være en garant for, at der på alle punkter opnås forøgede natur- og miljøhensyn
- og at en udvikling hen imod større husdyrtæthed og større dyrkningsintensitet inden for økologisk jordbrug vil mindske muligheden for at opnå sådanne gevinster
- at resultaterne for scenariet "Selvforsyning" viser, at grundlæggende ændringer i systemets produktionsintensitet giver muligheder for at opnå betydelige gevinster med hensyn til både næringsstoftab og såvel jordlevende som overjordiske faunagrupper.

- at man selv ved den betydelige intensitet af mekanisk ukrudtsbekæmpelse, som vi har opereret med her, og som svarer til praksis hos de mest intensive økologiske planteavlere, samlet opnår gevinster eller status quo for jordbundsfaunaen
- at en målrettet indsats for at integrere naturhensyn i økologiske bedrifters dyrkningspraksis forudsætter, dels at eksisterende viden om effekter af visse dele af dyrkningspraksis (striglinger, slettidspunkt) på flora og fauna inddrages, dels at man fortsat bestræber sig på at anlægge et helhedssyn på udviklingen i praksis på de økologiske bedrifter, både hvad angår det enkelte dyrkningstiltag og hvad angår integrationen af tiltagene på bedriften.
- og at den her anvendte metode, hvor ændringer i afgrøder, husdyrhold og dyrkningsteknik integreres, kan udnyttes i en sådan indsats.

1.9 Referencer

- Alrøe, H. & Andreasen, C.B. 1999. Natur, miljø og ressourcer i økologisk jordbrug. FØJO-rapport nr. 3. 94 pp.
- Dalgaard, T., Heidmann, T. & Mogensen, L. 2002. Potential N-losses in three scenarios for conversion to organic farming in a local area of Denmark. *European Journal of Agronomy* 16, 207-217.
- Hald, A.B. 1999. Sustainable agriculture and nature values. Using Vejle County as a study area. National Env. Res. Inst. Technical report no. 222. 96 pp.
- Landbrugets Rådgivningscenter, 2001. Data om omlæggere. Internet <http://www.lr.dk/lr/diverse/fagomraader.asp>
- Langer, V. 2002. Changes in farm structure following conversion to organic farming in Denmark. *American Journal of alternative agriculture* (in press.).
- LØJ, 1998. Avlsregler for Økologisk Jordbrug. Landsforeningen for Økologisk Jordbrug.
- Miljøstyrelsen 1999. Økologiske scenarier for Danmark. Rapport fra den tværfaglige gruppe i pesticidudvalget. 98 pp.
- Olesen, J. 1999. Tab af næringsstoffer. I: Natur, miljø og ressourcer i økologisk jordbrug. FØJO-rapport nr. 3. 17-34.
- Schou, J. & Birr Pedersen, K. 2001. The Cost of Spatial Management. *European Environment. The Journal of European Environmental Policy*. 11, 211-219.
- SJFI 1999. Økonomien i landbrugets driftsgrene 1997/98. Statens Jordbrugs og Fiskeriøkonomiske Institut, serie B, nr. 82. København.
- Tybirk, K. & Ejrnæs, R. 2001. Økologisk jordbrugs bidrag til naturbevarelse. I: Naturkvalitet i økologisk jordbrug. K. Tybirk & H. Alrøe (red.). FØJO-rapport nr. 9. 86 pp.
- Veeneklass, F. R. & Van der Berg, L. M. 1995. What scenarios are. I: J.F.Th. Scoute et al. (eds.), *Scenario studies for the rural environment*, p. 11-13. Kluwer Academic Publishers.

2 Præsentation af værkstedsområde

Tommy Dalgaard og Flemming Nielsen

Værkstedsområdet har sit centrum i det midtjydske Sahl Sogn umiddelbart syd for Bjerringbro og 30 km sydøst for Randers (Figur 2.2). Værkstedsområdet blev udvalgt fordi det er velegnet til illustrering af natur- og miljømæssige konsekvenser af scenarier for omlægning til økologi, og fordi der for netop dette område forefindes en række værdifulde digitale datasæt, som nærværende projekt har draget nytte af (Dalgaard et al., 2001a).

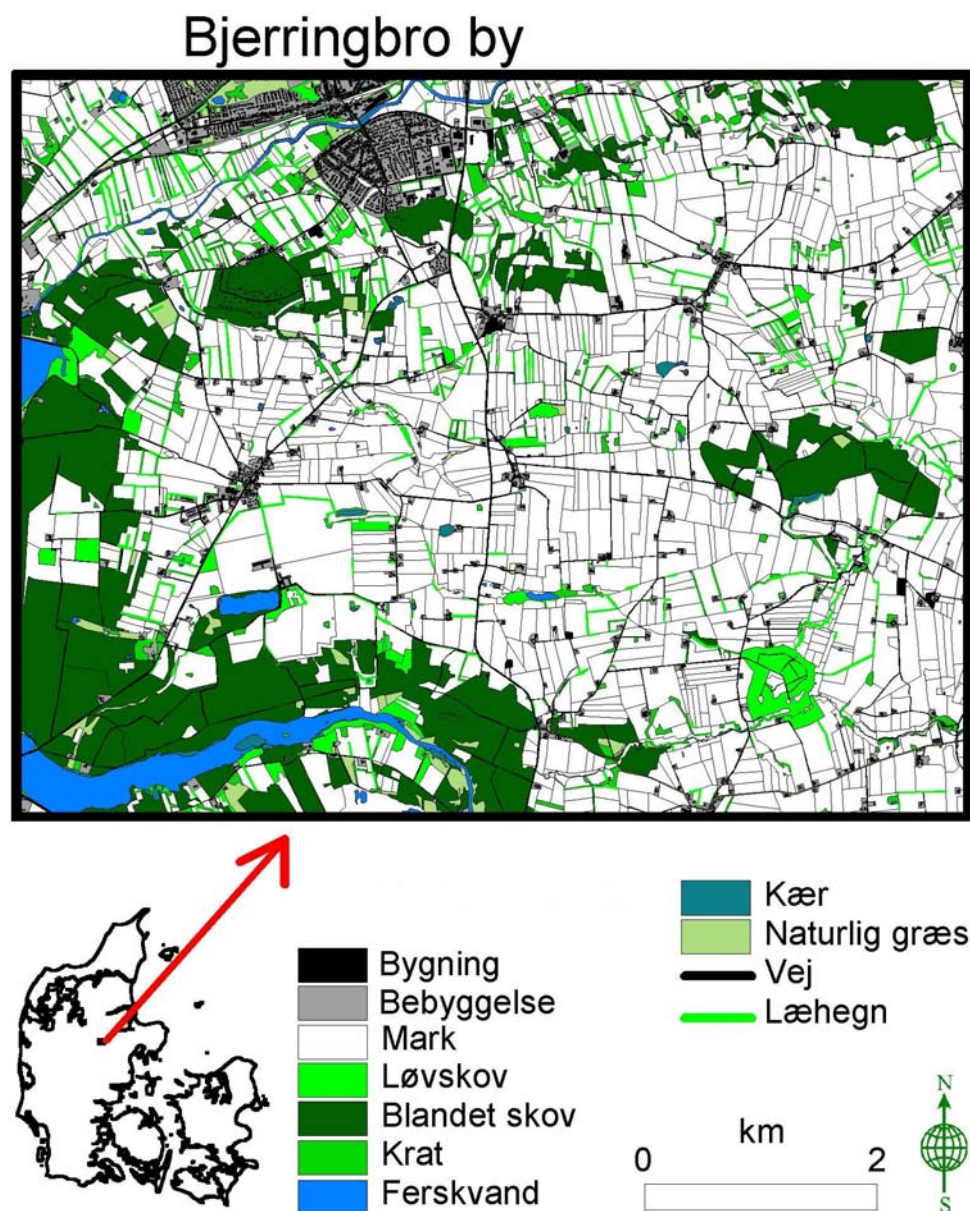


Figur 2.1 Udsigt over et område med særlige drikkevandsinteresser beliggende i værkstedsområdets nordvestlige hjørne (foto: Tommy Dalgaard)

I værkstedsområdet er variationen i biotyper (Figur 2.2) og jordbundstyper (Figur 2.4) vel-dokumenteret, og de beskrevne konsekvenser af en omlægning til økologi på biodiversitet og kvælstoftab i nærværende projekt kan overføres til andre lignende geografiske områder i Danmark, hvor der ikke er samme rige datagrundlag. Ligeledes er der drikkevandsinteresser i området, hvilket gør viden om kvælstoftab mere interessant. Endelig har det som sagt været en stor styrkelse af nærværende projekts arbejde, at dataindsamlingen har kunnet koordineres med flere andre forskningsprojekter (Danmarks JordbrugsForskning, 2000). Således kunne den meget omfattende dataindsamling samt jordbunds- og biotopkortlægning ellers ikke have fundet sted.

Tabel 2.1 Arealanvendelsen i området omkring værkstedsområdet sammenlignet med arealanvendelsen i Danmark (Miljøministeriet, 1982)

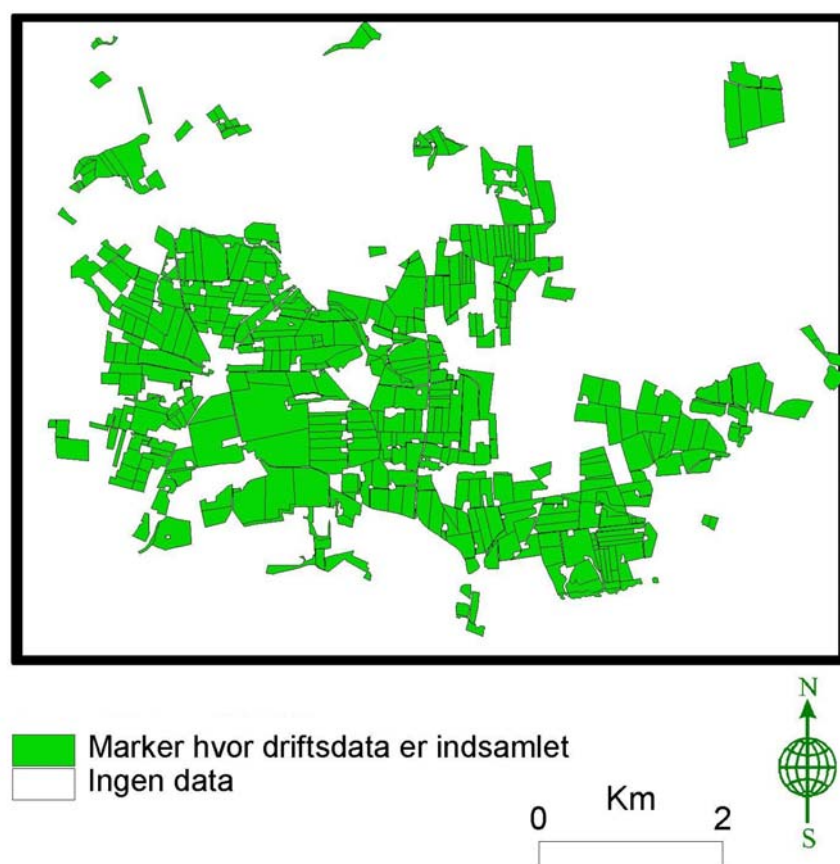
	Omkring værkstedsområdet	Hele Danmark
Land (%)	76	80
Skov (%)	16	12
By (%)	4	4
Vej (%)	2	2
Søer og vandløb (%)	2	2



Figur 2.2 Oversigt over natur og landbrug i området omkring værkstedsområdet ved Sahl umiddelbart syd for Bjerringbro by og 30 km sydøst for Randers

Mod nord og vest er værkstedsområdet afgrænset af Gudenåen og Tange Sø; mens området mod syd er afgrænset af Borre Å. Mod øst er området afgrænset af Boskov og Kirkeskov, idet den østlige grænse er draget således, at vi fik et landbrugsområde af den ønskede størrelse og beskaffenhed med hensyn til bedriftsstruktur og dyretæthed. Målet var, at værkstedsområdet skulle repræsentere arealanvendelsen i et typisk, husdyrintensivt, dansk landbrugslandskab. Dette må siges at være tilfældet, idet den arealmæssige fordeling af land, skov, by, vej samt søer og vandløb er meget lig fordelingen for Danmark som helhed (Tabel 2.1), og idet områdets husdyrtæthed på 1,2 de/ha (Tabel 2.9) svarer til gennemsnittet i de jyske amter, hvor hovedparten af dansk husdyrproduktion foregår (Danmarks Statistik, 1999a). Den største afvigelse er, at der i værkstedsområdet er forholdsvis mere skov i forhold til åbent land.

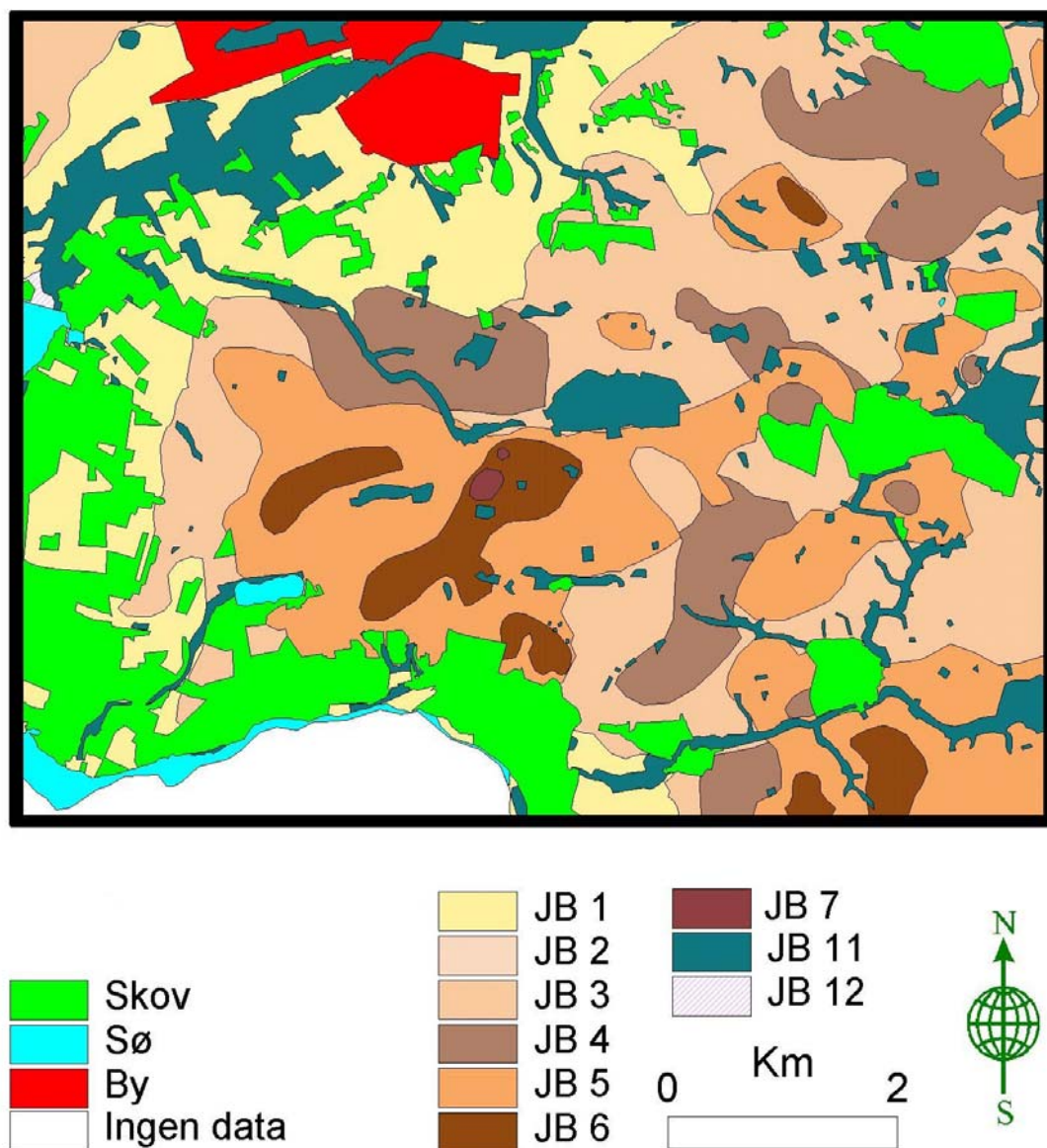
Inden for værkstedsområdet er der i samarbejde med de lokale landmænd og landbrugskonsulenter indsamlet data fra 41 bedrifter med i alt 1.970 ha landbrugsjord (Figur 2.3). Disse data omfatter kortlægning af jordbunden efter JB-systemet (Madsen et al., 1992) og en opdeling af bedrifterne i bedriftstyper på baggrund af indsamlede data for landbrugsmæssig arealanvendelse, husdyrhold, gødsning, sprøjtning samt køb og salg af husdyrprodukter og foderstoffer. Desuden er der på baggrund af fly- og satellitfotos samt landmændenes egne kort fremstillet et digitalt kort over områdets bedrifter, marker og biotoper. I de kommende afsnit beskrives disse indsamlede data, den metode hvormed de er indsamlet samt den detaljeringsgrad, som de forefindes i.



Figur 2.3 Placeringen af markerne med de 1.970 ha landbrugsareal inden for værkstedsområdet, hvor der er indsamlet driftsoplysninger fra landmændene

2.1 Jordbund

På baggrund af 60 profilboringer og feltarbejde foretaget i forbindelse med forskningsprojektet "Arealanvendelse og Landskabsudvikling belyst ved Scenariestudier" (ARLAS) er der til projektet specialfremstillet et digitalt jordbundskort i 1:20000, som er en forbedring af Afdeling for Jordbrugssystemers landsdækkende jordbundskort i 1:50000 (Figur 2.4). Dette detaljerede kort gør det muligt at klassificere markerne i området efter JB-systemet (Madsen et al., 1992, Tabel 2.2), hvilket er en forudsætning for, at N-modelleringen kan finde sted (kapitel 3).

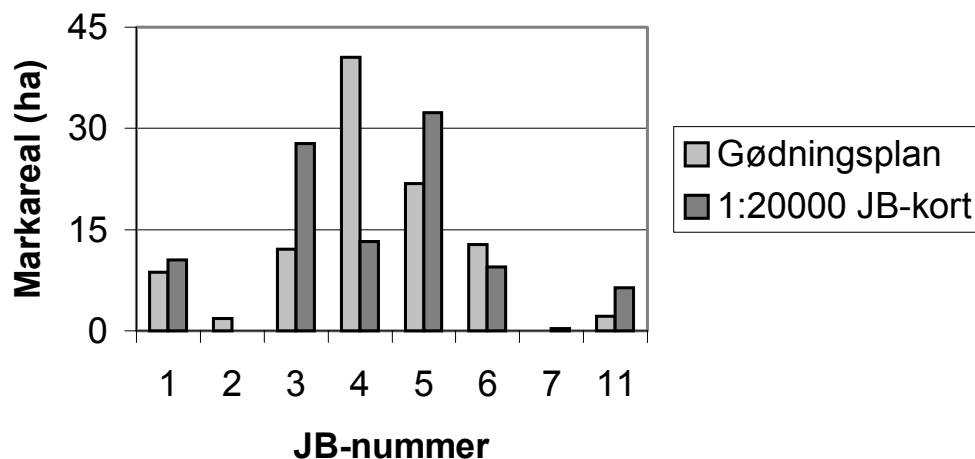


Figur 2.4 Jordbundskort over værkstedsområdet. Kortet er udarbejdet af Søren Torp, Danmarks JordbrugsForskning, på baggrund af feltstudier i 1998

Tabel 2.2 Opdeling i jordtyper i pløjelaget (Landbrugsministeriet, 1976)

Betegnelse	JB-nr.
Grovsand	1
Finsand	2
Grov lerblandet sand	3
Fin lerblandet sand	4
Grov sandblandet ler	5
Fin sandblandet ler	6
Ler	7
Svær Ler	8
Meget svær ler	9
Silt	10
Humus	11
Speciel	12

Med udgangspunkt i 1:20000 jordbundskortet blev jordtypen på hver mark klassificeret som den jordbonitet (JB-nummer), der arealmæssigt var mest af inden for den enkelte mark (Tabel 2.3). Resultatet af denne klassificering stemmer ikke helt overens med jordtypen ifølge de indsamlede gødningsplaner, som viser relativt mere sandjord med heraf følgende større norm for N-tildeling (Figur 2.5, Tabel 2.3). Det er derfor interessant at se, om denne forskel har signifikant indflydelse på kvælstofudvaskningen fra området (Kapitel 4). Hvis dette er tilfældet, vil der nemlig være behov for en endnu mere detaljeret jordbundskortlægning for at kunne skelne virkningen på kvælstofudvaskningen af forskellig jordtype fra virkningen af omlægning til økologisk jordbrug.



Figur 2.5 Areal med forskellige jordbundstyper ifølge gødningsplanerne fra de 41 bedrifter og ifølge 1:20000 JB-kortet baseret på profilboringer, idet markerne herudfra er klassificeret som det JB-nummer, der udgør størstedelen af markarealet

Tabel 2.3 Jordbundstyper på de 41 bedrifter i værkstedsområdet henholdsvis ifølge de indsamlede gødningsplaner og ifølge 1:20000 JB-kortet. Til sammenligning er vist tallene fra Jylland og Danmark ifølge Danmarks JordbrugsForsk- nings landsdækkende jordbundsdatabase

% dyrket jord	Værkstedsområdet		Jylland	Danmark
	Gødningsplan	JB-kort		
Sandjord (JB 1-4)	63	52	75	61
Lerjord (JB 5-10)	35	42	17	32
Humusjord (JB 11)	2	6	8	7

Mønsteret i fordelingen på ler-, sand- og humusjorde ifølge de 41 bedrifters gødningsplaner svarer nogenlunde til gennemsnittet i Danmark, hvor der er ca. dobbelt så meget sandjord som lerjord (Tabel 2.3), men jordbunden er bedre end gennemsnittet for Jylland. Imidlertid viser opgørelsen ifølge JB-kortet en noget lavere andel af sandjorde end landsgennemsnittet. Figur 2.4 viser desuden, at værkstedsområdet har en meget varieret jordbund. Mod sydøst har vi noget der minder om et østdansk morænelandskab med lerede jorde af varierende beskaffenhed (JB 3-7). Mod vest og nord præges jordbunden af Gudenådalens sandjordsterrasser (JB 1-2). Disse terrasser blev dannet i slutningen af sidste istid, da isen blokerede for en afvanding mod øst, og Gudenåen derfor løb fra Tange og mod vest gennem Faldborgdalen ud i Limfjorden. Endelig er der siden istiden dannet en del humusjorde (JB 11) i ådalene og andre vandlidende områder. Alt i alt er området præget af en varieret jordbund og et meget kuperet terræn fra Gudenåen (10 m.o.h.) og op til Voldshøj ved Kirkeskov (80 m.o.h.). I scenarierne er det derfor vigtigt at tage hensyn til denne naturgivne variation.

2.2 Bedriftsstruktur og arealanvendelse

Det gennemsnitlige landbrugsareal (48 ha) for de 41 bedrifter er lidt over landsgennemsnittet på 45 ha (Danmarks Statistik, 1999a). Dette skyldes, at Ormstrup Gods med sine 264 ha planteavl trækker gennemsnittet op.

Fordeling på bedriftsstørrelser adskiller sig fra landsgennemsnittet ved at have færre små bedrifter (<30ha), der dog dækker næsten samme areal som landsgennemsnittet, flere mellemstore (30-100 ha), der dækker 61% af arealet mod 45% på landsbasis, og færre store bedrifter (>100 ha), der også dækker et mindre areal (Tabel 2.4).

Tabel 2.4 Størrelsesfordeling af bedrifterne i værkstedsområdet ved Sahl sammenlignet med gennemsnittet for hele Danmark (Danmarks Statistik, 1999b, Landbrugsraadet, 2000)

Bedriftsstørrelse	% af antal		% af arealet	
	Værkstedsområdet	Danmark	Værkstedsområdet	Danmark
< 30 ha	38	53	14	16
30 – 50 ha	29	17	23	14
50 – 100 ha	26	20	38	31
> 100 ha	7	10	25	39
I alt	100	100	100	100

Bedrifterne er opdelt i 1) Malkebrug, 2) Planteavlsbrug, 3) Svinebrug, 4) Kødkvægsbrug, 5) Blandede brug, og 6) Mindre brug (Tabel 2.5). Denne opdeling er valgt på baggrund af data for omlæggere til økologi i 1997 (Langer, 2001).

Tabel 2.5 Klassifikation i bedriftstyper efter husdyrtæthed og grad af specialisering. Klassifikationen er udviklet på baggrund af data for omlæggere til økologi i 1997 (Langer, 2001)

Bedriftstype	Erhvervsmæssigt dyrehold ¹⁾	Husdyrtæthed i alt ²⁾	Dominerende husdyr
Malkebrug	ja	> 0,4 DE/ha	Malkekøer > 2/3 af total DE
Svinebrug	ja	> 0,4 DE/ha	Søer + slagtesvin > 2/3 af total DE
Kødkvægsbrug	ja	> 0,4 DE/ha	Drøvtyggere ekskl. Malkekvæg > 2/3 af total DE
Blandedebrug	ja	> 0,4 DE/ha men ingen husdyrtyper bidrager med > 2/3 af total DE, eller den samlede DE/ha er 0,1-0,4	
Planteavlsbrug	nej	< 0,1 DE/ha	Nej
Mindre brug	nej	> 0,1 DE/ha	Nej

1) <2 køer og <4 andre kvæg eller heste, <2 søer med <5 fedesvin, 10 får eller geder med kid (Miljøministeriet, 1992)

2) 1 dyreenhed (DE) svarer til en malkeko af stor race. Fra og med 1999 udregnes en DE som det antal dyr, der skal til produktion af 100 kg total-N i form af husdyrgødning. Arealet i ha er produktionsarealet, dvs. totalt landbrugsareal ekskl. skov og udyrkede områder, men inkl. vedvarende græsarealer

Svinebrugene og planteavlsbrugene har det højeste gennemsnitlige areal, mens de mindste bedrifter ikke overraskende er blandede og mindre brug (Tabel 2.6). Ca. 60% af bedrifterne i området har erhvervsmæssigt husdyrhold (dvs. fx mere end 4 stk. kvæg, 2 søer med fedegrise eller 10 får, Miljøministeriet 1992), men mængdemæssigt er husdyrproduktionen ligesom i resten af landet koncentreret på nogle få, store svine- og malkekvægsejendomme. Området er desuden præget af en del deltidsbedrifter, som dog ikke hverken talmæssigt eller arealmæssigt udgør mere end i resten af landet (Ifølge SJFI 1997 er ca. 50% af alle landbrug deltidsbrug, idet disse brug driver 25% af arealet).

Tabel 2.6 Bedriftsstruktur for de 41 landbrugsbedrifter i værkstedsområdet 1998 (Blandede brug inkluderer her også kødkvægsbrug)

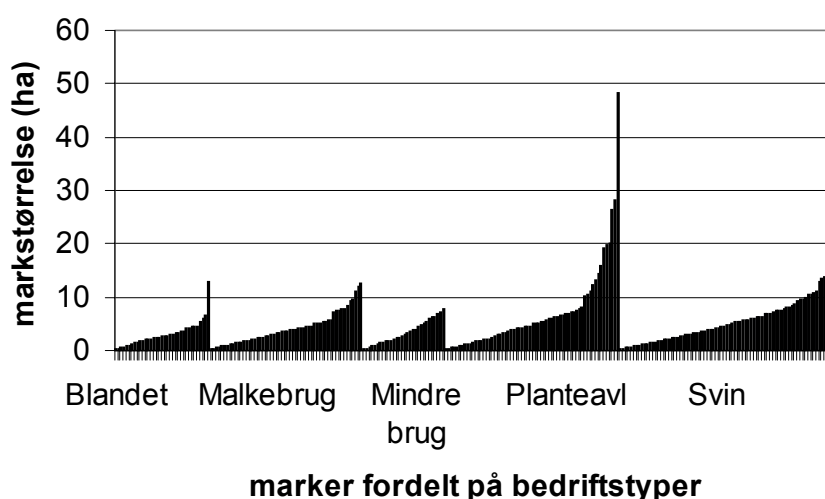
Bedriftstype	Antal bedrifter	Gennemsnitligt areal	% af areal
Malkebrug	9	45	21
Svinebrug	11	62	35
Planteavl	10	55	28
Blandede brug	5	38	10
Mindre brug	6	22	7
I alt	41	48	100

Den syd-vestlige del af området er præget af planteavl, mens den østlige og nordlige del er præget af husdyrbrug. Desuden gælder det, at kvægbrugene ligger med adgang til engarealer, som på jordbundskortet er klassificeret som JB 11 (lavbund), mens svinebrugene overvejende ligger på den højere beliggende, gode kornjord. Endelig bemærkes det, at størrelsen på markerne er forskellig fra brugstype til brugstype, hvilket behandles nærmere i det følgende.

Den gennemsnitlige markstørrelse er som nævnt forskellig fra bedriftstype til bedriftstype (Tabel 2.7). Størst er markerne på planteavls- og svinebrugene, mens de blandede brug har mange men meget små marker. Betragtes mark-størrelsesfordelingen omkring disse gennemsnitsværdier (Figur 2.6) viser det sig, at den største variation i markstørrelser findes på planteavlsbrugene, samt at der i det hele taget er flere små end store marker. Endvidere viser analyser på omlægnings-data fra 1997 (Langer, 2001), at det generelt er de store bedrifter, der har de største marker, uanset bedriftstype.

Tabel 2.7 Gennemsnitligt antal marker og markstørrelse (ifølge gødningsplanerne) opdelt på bedriftstyperne

Bedriftstype	Gns. antal marker	Gns. markstørrelse (ha)
Blandede brug	15	2,5
Malkebrug	12	3,7
Mindre brug	7	3,2
Planteavl	9	5,8
Svinebrug	13	4,8
Alle brug	11	4,2



Figur 2.6 Størrelsesfordelingen af markerne i værkstedsområdet fordelt på bedriftstyper

Den landbrugsmæssige arealanvendelse i området er opgjort for de marker, der indgår i bedriftenes gødningsplan, hvilket kan betyde, at et mindre areal med ugødet vedvarende græs ikke er inkluderet (Poulsen et al., 2001). Arealerne for disse marker er de indberettede arealer ifølge den lovpligtige gødningsplan (Plantedirektoratet, 1998). En t-test viser, at disse indberettede markarealer for området (gennemsnitlig markstørrelse $4,2 \pm 0,4$ ha) ikke afviger signifikant fra markarealerne målt med Det Geografiske Informationssystem ud fra det digitaliserede markkort (gennemsnitlig markstørrelse $4,3 \pm 0,4$ ha). Ligeledes er de angivne afgrøder klassificeret ifølge de afgrødetyper, som landmændene anvender ved den årlige indberetning til EU-direktoratet (EU-direktoratet, 1998).

Sammenstilles de indsamlede afgrødeoplysninger med bedriftstypeklassificeringen, viser det sig, at svinebedrifterne og de mindre brug har større andel korn i sædskiftet end gennemsnittet, mens malkebrug og blandede brug har størst andel græsmarker. Alle bedrifterne har mellem 10 og 20% bredbladede afgrøder i sædskiftet. Derimod er der stor forskel på braklægningsprocenten, idet de blandede brug og malkebrugene næsten ikke braklægger, mens braklægning udgør en betydelig del af arealet på specielt planteavls- og svinebrug (Tabel 2.8).

Tabel 2.8 Arealfordelingen af de dyrkede afgrøder på de 41 bedrifter i værkstedsområdet 1998

Bedriftstype	Afgrødefordeling (%)			
	Korn ¹	Græs ²	Bredbladede ³	Brak ⁴
Blandede	59	25	11	4
Malkebrug	42	44	12	2
Mindre brug	71	3	20	6
Planteavl	59	8	20	12
Svinebrug	68	2	19	11
Gennemsnit	59	15	17	8

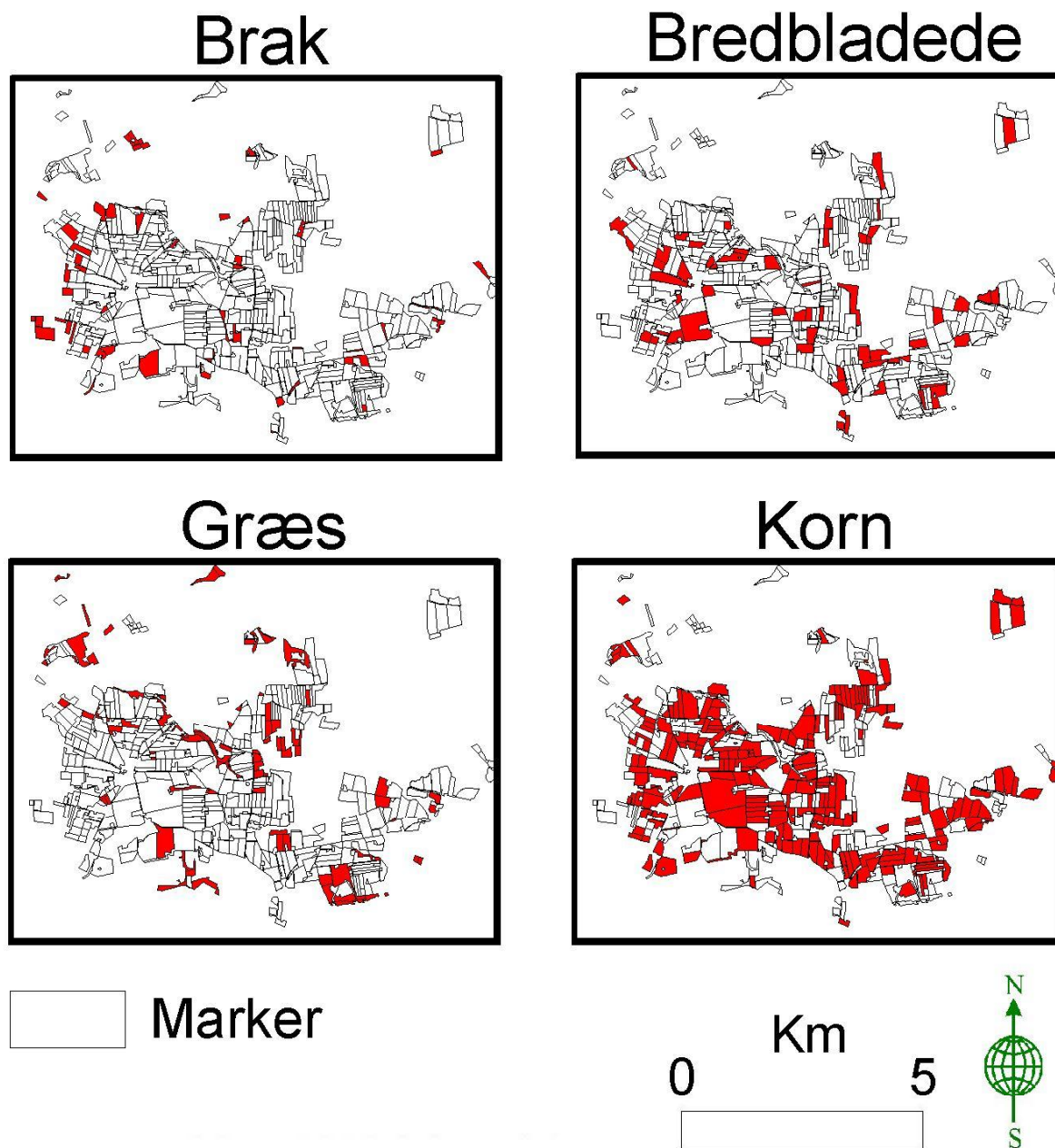
¹⁾ Korn til modenhed og helsød

²⁾ Vedvarende græs og græs i omdrift

³⁾ Raps, ærter, kartofler, roer etc.

⁴⁾ Permanent brak og rotationsbrak

En kortlægning af afgrødernes geografiske placering viser også et mønster, idet brakmarkerne primært er placeret på sandjorden i vest, mens de fleste græsmarker findes på humusjordene. Endelig ligger arealerne med korn (både til modenhed og til helsød) og bredbladede afgrøder (raps, ærter, kartofler, roer etc.) overvejende på den bedre lerjord.



Figur 2.7 Den geografiske placering af marker med brak, bredbladede afgrøder (raps, ærter, kartofler, roer etc.), græsmarker (vedvarende og i omdrift) og korn (modenhed og helsæd)

2.3 Husdyrhold

Husdyrholdet er opgjort på baggrund af oplysningerne fra Det Centrale Husdyrbrugsregister (CHR) i 1998. Den gennemsnitlige husdyrtæthed i området, udregnet som totalt areal der må gødskes divideret med total antal dyreenheder i området, er på 1,2 de/ha (Tabel 2.9), hvilket er lidt højere end landsgennemsnittet i 1998 på 1,0 de/ha, men svarer til gennemsnittet i de jyske amter, hvor hovedparten af dansk husdyrproduktion forefindes (Danmarks Statistik, 1999a).

Tabel 2.9 Husdyrtæthed i dyreenheder per areal fordelt på bedriftstyper i 1998

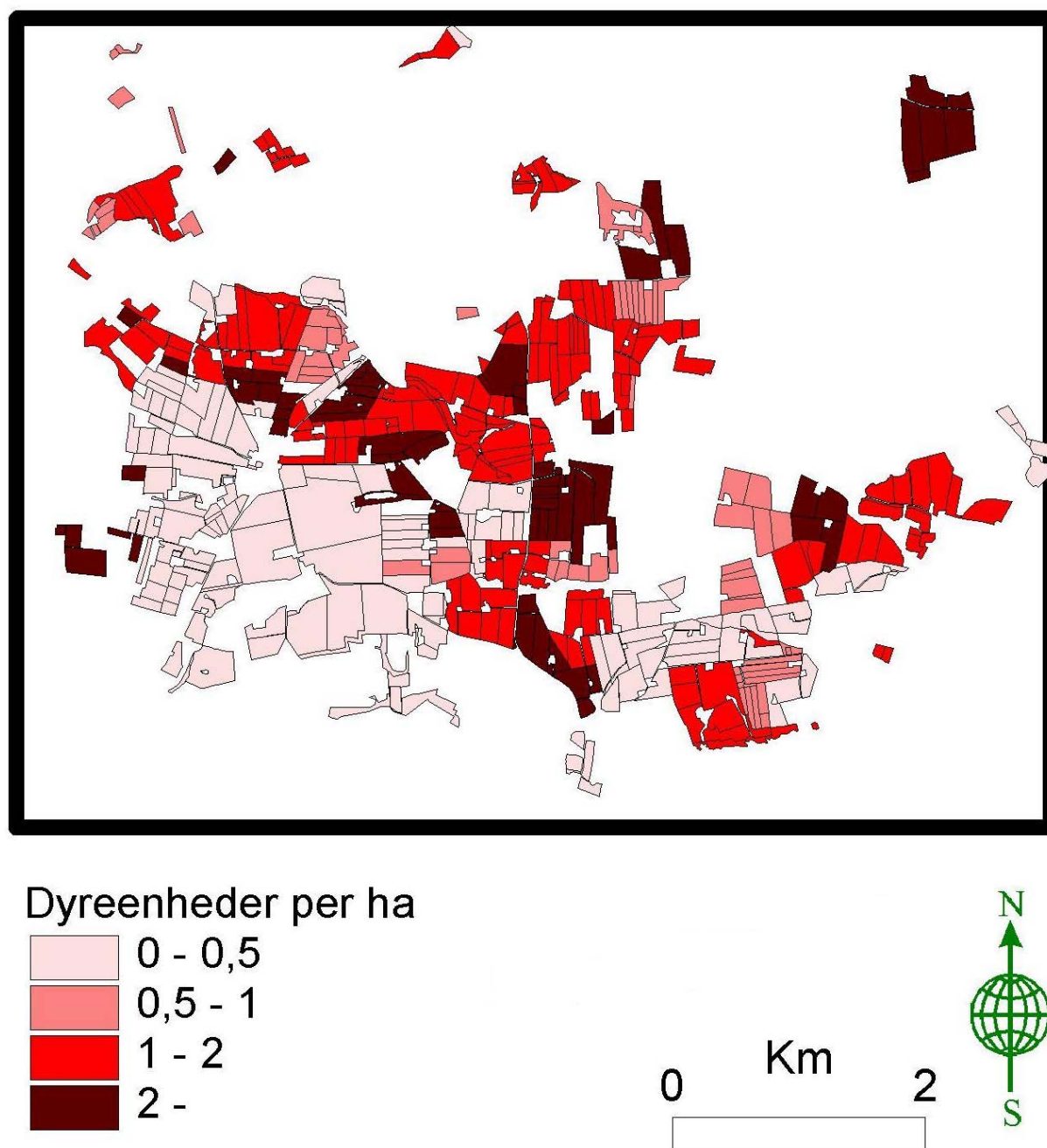
Bedriftstype	Husdyrtæthed (de/ha)		
	Grovfoderædende	Enmavede	I alt
Blandede	0,8	0,5	1,3
Malkebrug	1,8	0,1	1,9
Mindre brug	0,2	0,1	0,4
Planteavl	0,0	0,0	0,0
Svinebrug	0,0	1,8	1,8
Gennemsnit	0,5	0,7	1,2

Det er svinebedrifterne, der har det største dyrehold målt i dyreenheder (Tabel 2.10), men også malkebrugene har et stort husdyrhold. Således forefindes 55% af det totale antal dyreenheder i området på svinebedrifter, 33% på malkebrug, 10% på blandede brug og de resterende 2% på mindre brug og planteavlsbrug.

Tabel 2.10 Husdyrbrugets omfang på de forskellige bedriftstyper i 1998

Bedriftstype	Husdyrbrugenens gennemsnitlige størrelse (de)		
	Grovfoderædende	Enmavede	I alt
Blandede	30	18	48
Malkebrug	80	4	84
Mindre brug	5	3	8
Planteavl	0	0	0
Svinebrug	3	112	115
Gennemsnit	23	34	56

En analyse af den geografiske fordeling af husdyrene viser den samme tendens som kortlægningen af bedriftstyper; nemlig at der er en lav husdyrtæthed i områdets sydvestlige hjørne (<0,5 de/ha), mens husdyrtætheden er høj i den nordøstlige del (>1 de/ha).



Figur 2.8 Husdyrtæthed på bedrifterne i vækstedsområdet 1998

2.4 Gødskning og sprøjtning

Gødningsanvendelsen er opgjort på baggrund af de indsamlede gødningsplaner, idet forbruget af husdyrgødning er korrigeret ifølge den normproduktion, der svarer til husdyrholdet ifølge CHR (se afsnit 0).

I totale mængder er 2/3 af den totale mængde kvælstof udbragt på svinebrugene og malkebrugene, som tilsammen udgør 56% af arealet, mens den sidste tredjedel er udbragt på de øvrige brugstyper (Tabel 2.11). Målt per areal er den største gødningsintensitet på malkebrugene og de blandede brug, hvilket svarer til de brug, hvor der er et betydeligt kvæghold (Tabel 2.12). På trods af at disse bedriftstyper har den største mængde husdyrgødning til rådighed, har de nemlig også udbragt mest handelsgødning per areal. Dette kan forklares med, at disse bedrifter har færre brakmarker og mere græs med en høj norm for kvælstoftildeling. Svinebrugene har derimod et lille indkøb af handelsgødning, hvilket betyder, at den totale N-gødsning per ha bliver forholdsvis mindre.

Tabel 2.11 Det totale forbrug af gødnings-N fordelt på bedriftstyper i 1998

Bedriftstype	Totalt gødningsforbrug i værkstedsområdet (t N)		
	Handelsgødning	Husdyrgødning	I alt
Blandede	21	25	45 (11%)
Malkebrug	48	86	133 (33%)
Mindre brug	13	5	18 (4%)
Planteavl	60	17	77 (19%)
Svinebrug	53	83	136 (33%)
Gennemsnit	194	216	409

Tabel 2.12 Gødsningens intensitet i kg N/ha på de forskellige bedriftstyper i 1998 (De viste husdyrgødningsmængder er efter evt. køb eller salg fra bedrifterne, jf. Tabel 2.13)

Bedriftstype	Gødningsforbrug (kg N/ha)		
	Handelsgødning	Husdyrgødning	I alt
Blandede	109	129	238
Malkebrug	117	211	328
Mindre brug	97	38	135
Planteavl	109	32	141
Svinebrug	77	121	198
Gennemsnit	99	110	209

En opgørelse af køb og salg af organisk gødning i området (Tabel 2.13) viser, at svinebrugene netto har solgt husdyrgødning, mens de andre brugstyper har været nettomodtagere af husdyrgødning. Således sker der en omfordeling af husdyrgødningen i området, som udligner fordelingen af gødningen noget i forhold til den geografisk skæve fordeling af husdyrene.

Tabel 2.13 Køb og salg af organisk gødning i værkstedsområdet 1998

Bedriftstype	Udveksling af husdyrgødning 1998 (t N)		
	Købt organisk	Solgt organisk	Netto købt
Blandede	1	0	1
Malkebrug	10	1	9
Mindre brug	0	0	0
Planteavl	17	4	13
Svinebrug	12	34	-21
Gennemsnit	41	38	2

Betragtes således den geografiske fordeling af gødningen på markerne i værkstedsområdet (Figur 2.9), ses den skæve fordeling af husdyrgødningen stadig tydeligt, men forskellen er dog noget udlignet ved køb af handelsgødning på bedrifter uden husdyr samt udveksling af organisk gødning mellem bedrifter. Bemærk, at det primært er kvægbrugene, der har marker med en gødsning på over 400 kg total-N per ha. Dette skyldes, at kvægbedrifterne har større grovfoderarealer, der må gødskes mere intensivt, samt at husdyrgødning fra kvæg generelt har en lavere udnyttelsesprocent end svinegylle og handelsgødning.

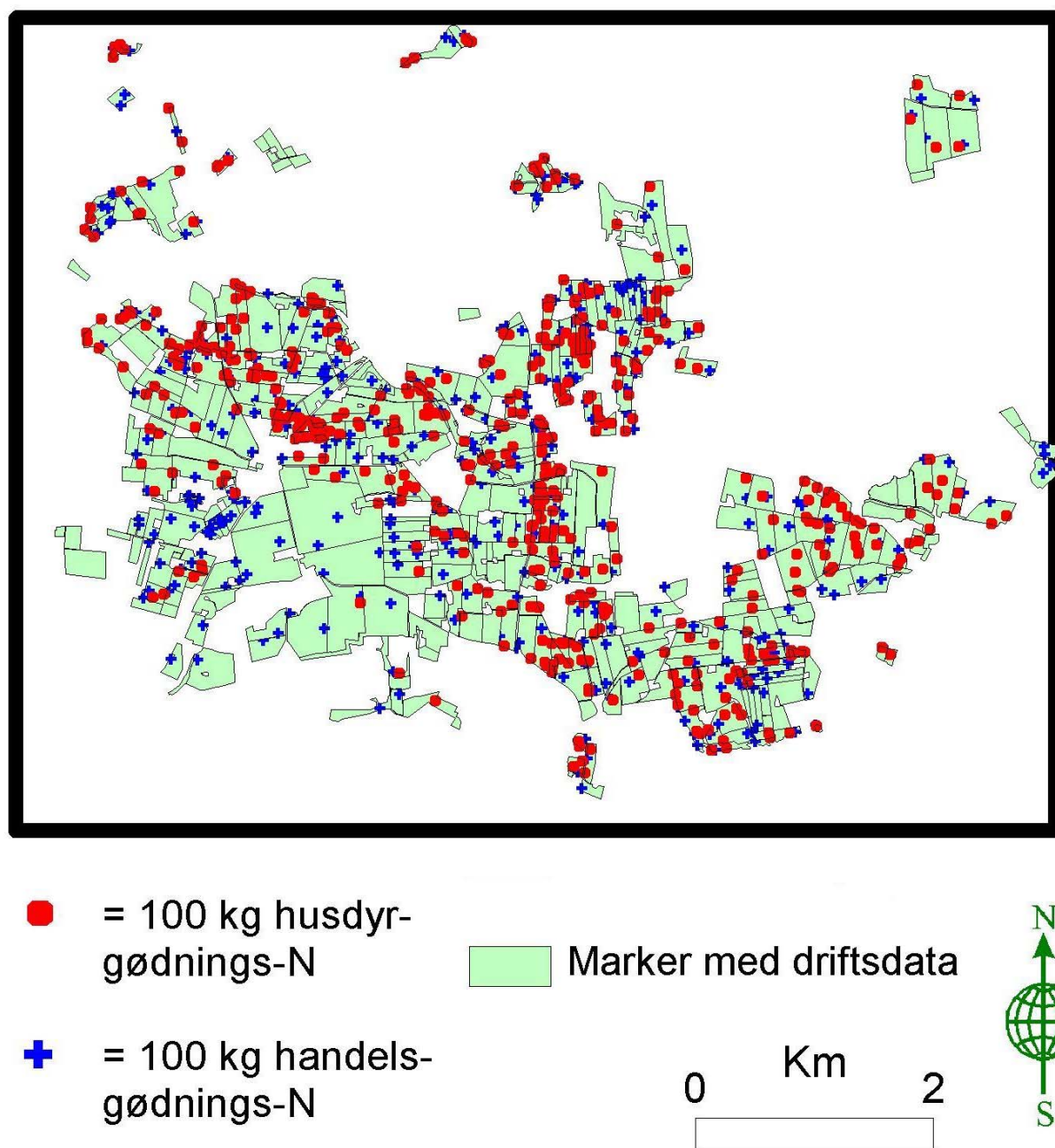
På baggrund af de planlagte sprøjtninger i 1998 er behandlingsindekset defineret som antal normaldoseringer (Petersen et al., 1998) fordelt på ukrudtsmidler, svampemidler, insektmidler og vækstreguleringsmidler opgjort for hver mark, og det gennemsnitlige behandlingsindeks for de 5 bedriftstyper er beregnet (Tabel 2.14). Som det ses, har planteavlsbrugene og svinebrugene de højeste behandlingsindeks, mens de mindre brug har anvendt færrest sprøjtemidler. Den største andel af sprøjtningen foretages for at bekæmpe ukrudt.

Tabel 2.14 Behandlingsindeks 1998 fordelt på ukrudtsmidler, svampemidler, insektmidler og vækstreguleringsmidler

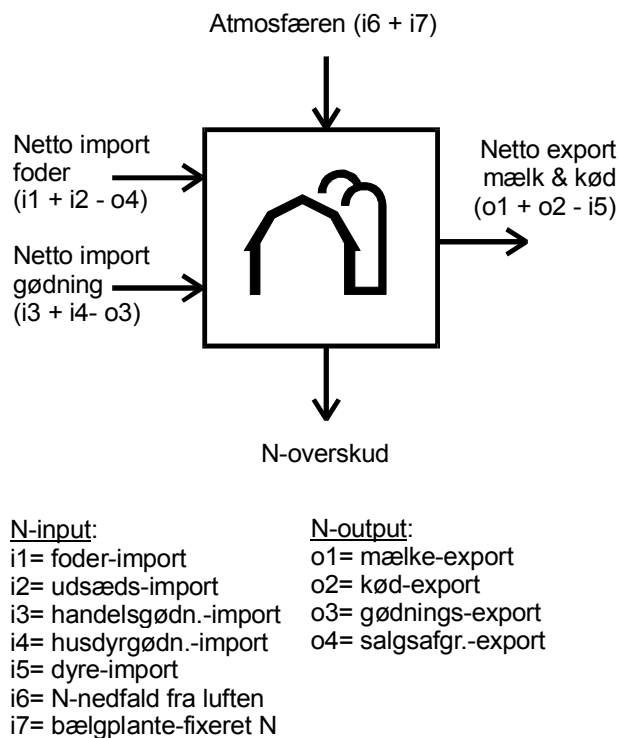
	Gennemsnitligt behandlingsindeks				
	Ukrudt	Svampe	Insekter	Vækstregulering	I alt
Blandede	0,6	0,3	0,3	0,2	1,4
Malkebrug	0,6	0,2	0,6	0,0	1,3
Mindre brug	0,8	0,4	0,3	0,0	1,5
Planteavl	1,0	0,4	0,3	0,1	1,8
Svin	0,9	0,5	0,6	0,2	2,2
Gennemsnit	0,8	0,4	0,4	0,1	1,8

2.5 Kvælstofregnskab

En metode til at opgøre landbrugets forbrug og potentielle tab af kvælstof (N) er opstilling af et såkaldt N-regnskab og beregning af N-overskud. N-regnskaber kan udarbejdes for såvel enkeltbedrifter (Dalgaard et al., 1998) som for samlede områder af bedrifter (Tabel 2.15). N-overskuddet beregnes som forskellen mellem den mængde N, der tilføres, og den mængde kvælstof, der sælges fra bedriften eller området (Figur 2.1), og anvendes i nærværende rapport til empirisk verificering af gødningsplanerne og den beregnede udvaskning.



Figur 2.9 Samlet gødskning (kg N) i form af handelsgødning og husdyrgødning på markerne i værkstedsområdet 1998



Figur 2.10 Illustration af N-input, N-output og N-overskud= $i1+i2+i3+i4+i5+i6+i7-o1-o2-o3-o4$ (efter Dalgaard et al., 1998). Enheden er typisk kg N per ha

Ifølge ovenstående figur kan N-overskuddet beregnes som tilførsel af N fra atmosfæren plus nettoimport af foder og gødning minus netto eksport af mælk og kød i form af levende dyr.

Bidraget fra atmosfæren består henholdsvis af N deponeret direkte fra luften og N fikseret fra bælglplanter. Tilførslen af N direkte fra luften afhænger af, hvor i landet bedriften ligger, men er i overensstemmelse med praksis på studielandbrugene i 1998 sat til 21 kg N/ha/år (Dalgaard, 1998). Denne værdi er højere end de ca. 15 kg N/ha/år, der i dag bruges som standard (Dalgaard et al. 2001c). Den største deposition sker i egne med et tæt husdyrhold, idet ammoniaktabet fra stalde og husdyrgødning primært afsættes tæt ved bedriften. N-fikseringen stammer fra bælglplanter såsom ærter og kløver, der med hjælp fra bakterier på rødderne kan fange/fiksere N fra luften. Metoden til beregning af fiksering gennemgås i kapitel 4, idet det generelt gælder, at fikseringen falder med øget mængde plantetilgængeligt N.

Nettoimport af N i foder defineres som N importeret som foder og udsæd minus N i solgte salgsafgrøder. Dvs. planteavlsbedrifter, der fx ikke køber noget foder, men sælger salgsafgrøder, kan have en negativ nettoimport af foder. Oplysninger om evt. ammoniakbehandling af halmen er indhentet ved telefonisk kontakt til landmændene, idet hele den anvendte ammoniakmængde tilskrives foderet. Udsædsmængderne er regnet som standarder ifølge Landskontoret for Planteavl dyrkningsvejledninger (2000). Nettoimport af gødning beregnes som indkøbt N i handels- og husdyrgødning minus N i solgt gødning, ifølge gødningsregnskabet. Nettoeksport af N i mælk betegner den solgte mælkmængde af stald, mens nettoeksport af kød beregnes som forskellen mellem kg N i solgte og indkøbte dyr af stald.

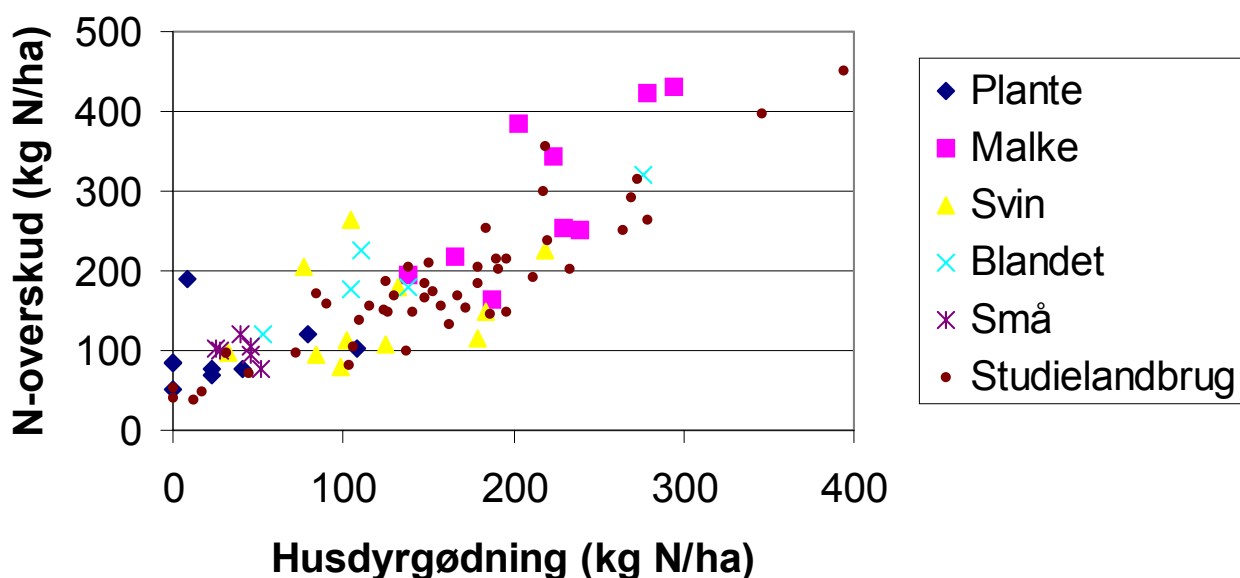
Data angående køb og salg af foder, halm, afgrøder, mælk og dyr er i samarbejde med de lokale regnskabskontorer så vidt muligt indsamlet ifølge bedrifternes regnskaber for perioden 1994-1998. Ved beregningen af balancen fra 1998 er anvendt et simpelt gennemsnit af disse tal, hvorved evt. lagerforskydninger udlignes. For de bedrifter, hvor produktionen har ændret sig væsentlig i perioden (fx pga. køb eller salg af mælkekvote), er gennemsnittet taget for de seneste år, hvor produktionen har været konstant. For nogle få - overvejende planteavlsbedrifter - er regnskaberne ikke indhentet, og der er her i stedet regnet med standardudbytter fra gødningsregnskabet og salg af hele det høstede udbytte.

Kvælstofregnskabet opstilles således for hele værkstedsområdet i 1998 (Tabel 2.15). Som det ses, er indkøb af foder og halm den største kvælstofkilde i området, men også importen af handelsgødning vejer tungt. Den største eksport af N sker i form af afgrødesalg samt salg af kød. Det gennemsnitlige N-overskud udgør 158 kg N per ha, men varierer meget fra bedrift til bedrift, idet bedrifter, der udbringer store mængder husdyrgødning, har de største N-overskud (Figur 2.11). Se Dalgaard et al. (2001) for flere detaljer.

De beregnede N-balancer for bedrifterne i Sahl-området afviger ikke væsentlig fra næringsstofopgørelser opgjort på andre studielandbrug i 1998 (Dalgaard 1998, Figur 2.11). Som det ses, har kvægbedrifterne den største udbringning af husdyrgødning per areal og det største N-overskud, mens planteavlsbedrifterne og de små bedrifter har anvendt mindst husdyrgødning og har det mindste N-overskud. Yderligere, aktuelle analyser og tal for studielandbrugene kan findes i Dalgaard & Nielsen (2001b).

Tabel 2.15 Kvælstof-regnskab for hele værkstedsområdet 1998 (t N)

Hele værkstedsområdet 1998	
N-tilførsel:	
Foder og halm købt (i1)	225
Udsæd (i2)	4
Handelsgødning (i3)	196
Organisk gødning købt (i4)	42
N-fiksering & atmosfærisk nedfald (i6+i7)	77
I alt	545
N-fraførsel:	
Mælk solgt (o1)	18
Dyr netto solgt (o2-i5)	76
Organisk gødning solgt (o3)	38
Afgrøder og halm solgt (o4)	101
I alt	234
N-overskud: t N	311
kg N/ha	158



Figur 2.11 Sammenhæng mellem næringsstofbalancer og udbragte husdyrgødningsmængder af lager for bedrifterne i værkstedsområdet 1998 fordelt på de definerede bedriftstyper og sammenlignet med beregnede næringsstofbalancer på 47 studielandbrug i 1998 (Dalgaard, 1998)

2.6 Kortlægning af biotoper og arealer med særlige drikkevandsinteresser

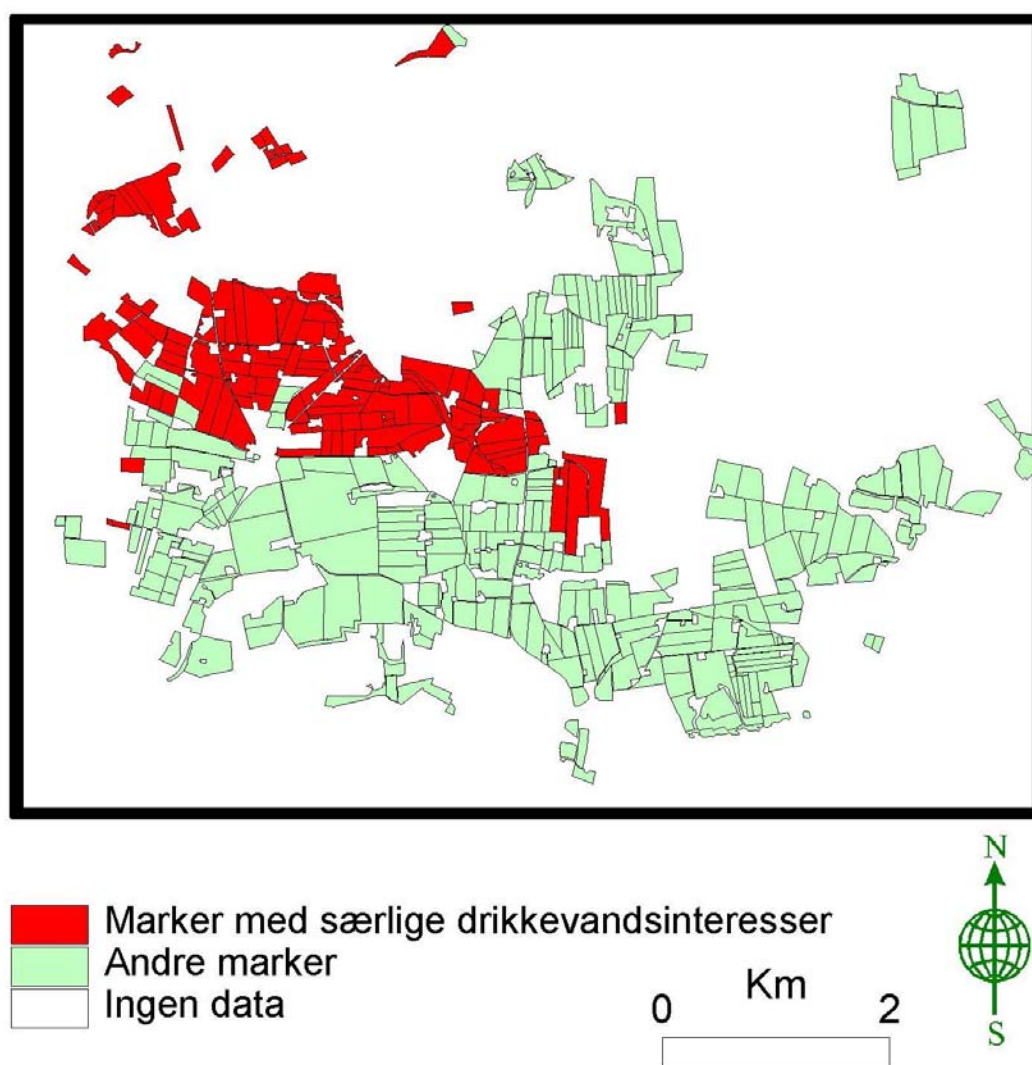
Biotoperne i værkstedsområdet er kortlagt i skala 1:10000 til brug for modelleringen af lærker før og efter omlægning til økologisk landbrug. På baggrund af oprettede flyfotos og satellitbilleder er områdets arealanvendelse klassificeret i 25 klasser (Tabel 2.16), og klassificeringen er verificeret i felten. Et udsnit af disse arealanvendelsesklasser er vist på Figur 2.2.

Tabel 2.16 De 25 klasser af arealanvendelse, som indgår i biotopkortlægningen af værkstedsområdet

1. Bygning	10. Løvskov	18. Kyst
2. Bebyggelse (ikke beboelse)	11. Blandingsskov	19. Græs – andet
3. Bebyggelse med haver	12. Nåleskov	20. Jernbane
4. Vej	13. Krat (Bevoksning under 3 m)	21. Hovedvej
5. Vejkant	14. Saltvand	22. Bivej
6. Stendige	15. Ferskvand	23. Markvej
7. Dyrket mark	16. Kær/mose	24. Levende hegn
8. Græs i omdrift	17. Vandløb	25. Markskel/grøft
9. Græs uden for omdrift		

Omkring $\frac{1}{4}$ af landbrugsarealet i værkstedsområdet er af amtet udpeget som områder, hvor der er særlige drikkevandsinteresser (Viborg Amt, 1997). Der er udpeget to forskellige typer af områder. Nord for Sahl og omkring Borre Å's udløb i den sydøstlige del af området er udpeget 2 områder som særligt følsomme med hensyn til drikkevand (SFL-drikkevand). Desuden har amtet i et større område omkring Sahl vandværk udpeget et område med "særlige drikkevandsinteresser".

For at få et sammenhængende område, der dækker 25% af det dyrkede areal på de 41 bedrifter i værkstedsområdet, har vi udvalgt alle bedrifter, hvor en del af arealet overlapper SFL-området eller området med særlige drikkevandsinteresser nord for Sahl og klassificeret hele arealet på disse bedrifters areal som "arealer med særlige drikkevandsinteresser". Derimod har vi ikke klassificeret arealet på bedrifterne omkring SFL-området ved Borre som "arealer med særlige drikkevandsinteresser".



Figur 2.12 Kort over markerne på de bedrifter, som i nærværende rapport er udvalgt til at have særlige drikkevandsinteresser. Dette område er kun delvist sammenfaldende med Amtets udpegninger (Viborg Amt, 1997)

2.7 Opsamling

Samlet kan det siges at værkstedsområdet er karakteriseret ved følgende træk:

- Arealfordelingen mellem åbent land, skov, by, søer og vandløb ligger tæt på landsgennemsnittet, men området har en lidt større skovandel end gennemsnittet.
- Variationen i jordbundsforhold inden for området er stor med en fordeling mellem ler- og sandjord, der ligner landsgennemsnittet mere end gennemsnittet for Jylland. Områdets lerjorde er samlet i den sydøstlige del, mens sandjordene er placeret i områdets nordlige og vestlige del
- Bedriftsstørrelsen i området adskiller sig fra landsgennemsnittet ved at have færre små bedrifter (<30ha), flere mellemstore (30-100 ha) og færre store bedrifter (>100 ha).
- 60% af bedrifterne har erhvervsmæssigt dyrehold.
- Den gennemsnitlige husdyrtæthed i området (1,2 DE/ha) ligger højere end landsgennemsnittet på 1,0 DE/ha, men svarer til gennemsnittet i jyske amter med stor husdyrproduktion.
- Områdets svineavlere og mælkeproducenter har den højeste husdyrtæthed (1,8 og 1,9 DE/ha) og bidrager med henholdsvis 55% og 33% af områdets samlede dyreenheder.
- Områdets svine- og planteavlere har det største gennemsnitsareal og udgør henholdsvis 35 og 28% af det samlede areal, mens blandede og mindre bedrifter er mindst og tilsammen udgør 17% af arealet. De resterende 21% udgøres af malkekvægsbedrifter.
- Der dyrkes korn til modenhed på 55% af områdets dyrkede areal, mens 17% dyrkes med græs i omdrift eller græsbrak. 5% af det dyrkede areal ligger som vedvarende græs.
- Områdets svinebrug er netto sælgere af husdyrgødning, mens planteavlere og mælkeproducenter køber
- Plante- og svineavlere behandler hyppigst med pesticider, mens mælkeproducenter sprøjter mindst
- Inden for området er udpeget et mindre område med særlige drikkevandsinteresser beliggende i og omkring et særligt følsomt landbrugsområde (SFL).

2.8 Referencer

- Dalgaard T. 1998. Årets Bedrift. Analyse af bedrifter med højt og lavt N-overskud. Studielandbrug. Årsrapport 1998. p. 9-14. ISSN 0908-6390
- Dalgaard, T., Rygnestad, H., Jensen, J.D. & Larsen, P.E. 2001a. Methods to map and simulate agricultural activity at the landscape scale. Paper for Danish Journal of Geography Vol. 3 (accepted)
- Dalgaard, T. & Nielsen, A.H. 2001b. Fordele ved næringsstofmæssige samarbejder mellem husdyr- og planteavlsbedrifter. Studielandbrug Årsrapport 2001 s. 27-31.

- Dalgaard, T., Heidman, T. & Mogensen, L. 2002c. Potential N-losses in three scenarios for conversion to organic farming in a local area of Denmark. *European Journal of Agronomy*. 16, 207-217.(accepted).
- Dalgaard, T., Halberg, N. & Kristensen, I.S. 1998. Can organic farming help to reduce N-losses? Experiences from Denmark. *Nutrient Cycling in Agroecosystems* 52:277-287
- Danmarks Statistik 1999a. Landbrugsstatistik 1998. Danmarks Statistik, København.
- Danmarks Statistik 1999b. Statistik Nyt nr. 3. Danmarks Statistik, København.
- EU-direktoratet 1998. Vejledning til ansøgning om hektarstøtte og anmeldelse af foderarealer for 1998. EU-direktoratet, København.
- Danmarks JordbrugsForskning 2000. Hjemmeside for ARLAS-projektet: Arealanvendelse og landskabsudvikling belyst ved scenariestudier. <http://www.agrsci.dk/jbs/arl原因/index.html>
- Landbrugsraadet 2000. Hjemmeside for Landbrugsraadet, Axelborg, København. <http://www.landbrugsraadet.dk>.
- Landskontoret for Planteavl 2000. Dyrkningsvejledninger. Konventionelt og Økologisk Landbrug. Landbrugets Rådgivningscenter, Skejby.
- Langer, V. 2001. Farm level changes with conversion to organic farming in a region of intensive agriculture. *American Journal of Alternative Agriculture* (Submitted)
- Madsen, H.B., Nørr, A.H. & Holst, K.Aa. 1992. Atlas over Danmark. I:3. The Danish Soil Classification. CA Rietzel, København. 56 pp.
- Miljøministeriet 1982. Miljøet. En grundbog om miljøpåvirkninger og miljøets tilstand i Danmark. . Miljøministeriet, København. 192 pp.
- Miljøministeriet 1992. Bekendtgørelse om ikke erhvervmæssigt dyrehold. Bek. 366. Miljøministeriet, København.
- Petersen, P.H., Jensen, P.K., Nielsen, G.H. et al. 1998. Vejledning i Planteværn. Landskontoret for Uddannelse, Skejby. 253 pp.
- Plantedirektoratet (1998) Vejledning og skemaer 1998/1999. Plantedirektoratet, Lyngby.
- Poulsen, J.N., Larsen, P.E. & Dalgaard, T. 2001. Exploring areas with missing data in the Danish Agricultural Registers by means of cadastral and other databases. Paper for Danish Journal of Geography (submitted)
- SJFI (1997) Landbrugets regnskabsstatistik 1996/97. SJFI rapport B81. Statens Jordbrugs- og Fiskeriøkonomiske Institut, København.
- Viborg Amt 1997. Regionplan 1997-2009 for Viborg Amt. Amrådet, Viborg. 135 pp.

3 Forudsætninger for de 4 økologiske scenarier

Lisbeth Mogensén, Tove Heidmann og Tommy Dalgaard

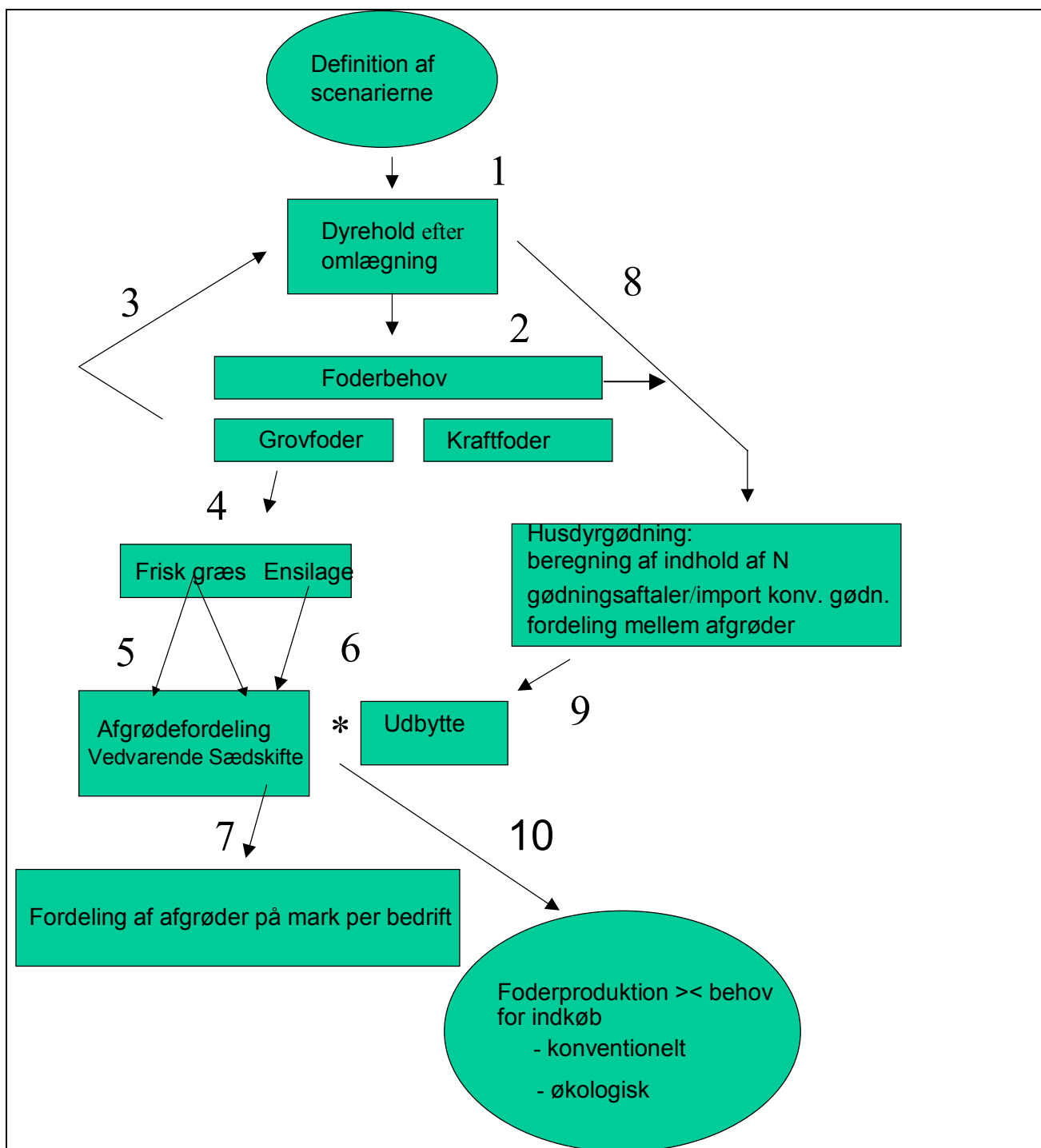
I dette kapitel beskrives forudsætningerne for omlægning til økologi i hvert af de 4 scenarier, hvor forskellige typer af bedrifter omlægges. Karakteristisk for dette projekt er, at der arbejdes på regionsniveau, hvilket gør det muligt at gennemføre denne omlægning bedrift for bedrift. Denne metode sikrer, at der er stoflig sammenhæng såvel inden for bedrift (mark, foder, dyr, stald, gødning osv.) som mellem bedrifter (udveksling af foder og husdyrgødning), også efter omlægning, idet produktionen afstemmes. Der tages udgangspunkt i produktionsdata for hver enkelt konventionel bedrift fra produktionsåret 1998. Der er anvendt de på det tidspunkt gældende regler for økologiandel i rationen, den tilladte mængde husdyrgødning udbragt osv. Endvidere er det antaget, at der anvendes den daværende teknologi for økologisk produktion, hvilket sikres ved at der tages udgangspunkt i registreringer af produktion, metode osv. på økologiske bedrifter.

3.1 Metode til skrivebordsomlægning

I figur 3.1 er den overordnede metode, der er brugt til skrivebordsomlægning af de konkrete konventionelle bedrifter i scenarierne, skitseret. For detaljer og nærmere beskrivelse af de enkelte scenarier henvises til de efterfølgende afsnit i dette kapitel.

Definition af scenarierne

Som beskrevet i kapitel 1 er det i den indledende fase af projektet bestemt, at de 4 scenarier, som opstilles, hver skal beskrive en delvis omlægning af værkstedsområdets areal svarende til 25%. Forskellige bedriftstyper lægges om i de enkelte scenarier. I scenario "Mælk" er det for eksempel konventionelle mælkeproducenter, der lægges om til økologisk mælkeproduktion. Første fase i omlægningsprocessen er at undersøge, hvilke konkrete mælkeproducenter der findes i værkstedsområdet, og hvilke bedrifter, der tilsammen kan opfylde kravet om, at deres fælles areal skal summere til 25% af værkstedsområdets areal. Denne udvælgelse af bedrifter fremgår af det indledende afsnit til hvert scenario.



Figur 3.1 Metode til skrivebordsomlægning af bedrifter

Dyrehold efter omlægning

1: Dyreholdet (arter og antal) på den enkelte bedrift efter omlægning fastsættes ud fra, hvem der lægger om (f.eks. mælkeproducenter i scenario "Mælk"), hvad de lægger om til (f.eks. fortsat mælkeproduktion i scenario "Mælk") og hvordan de lægger om (f.eks. er det i scenario "Mælk" forudsat, at kvoten fortsat skal opfyldes, se det enkelte scenario for disse specifikke forudsætninger).

Foderbehov

2: Det givne dyrehold under punkt 1 giver anledning til et behov for foder. For de enkelte scenarier er der anvendt forskellige forudsætninger for, hvordan foderbehovet skal fastsættes. For alle konventionelle bedrifter gælder det, at den aktuelle fodring (foderplaner m.m.) ikke er kendt. I scenario "Mælk" er der f.eks. fastsat et gennemsnitligt foderniveau per årsko for den enkelte bedrift ud fra, at mælkekvote, og dermed den gennemsnitlige ydelse per årsko, er kendt på de enkelte bedrifter. Foderbehovet består dels af et minimum niveau af grovfoder (til drøvtyggere), dels af kraftfoder. Da der ikke findes et effektivt marked for økologisk grovfoder, og det i praksis ikke ville kunne transporteres mellem bedrifter efter ensilering, er det valgt, at bedriften (evt. sammen med en samarbejdsbedrift i nabolaget, som sælger grovfoder til bedriften) skal være selvforsynende med grovfoder. Da grovfoderet er dyrket på bedriften under økologiske forhold, er det samtidigt økologisk foder. Frem til august 2000 var der et krav om, at henholdsvis minimum 85% og 75% af foderet til drøvtyggere og enmavede skulle være økologisk. Den tilladelige konventionelle del af foderet er typisk indkøbt kraftfoder. Ud over hjemmeavlet økologisk grovfoder og indkøbt konventionelt kraftfoder kan der være behov for at indkøbe økologisk kraftfoder indtil foderbehovet og de økologiske regler er opfyldt.

Evt. justering af dyrehold afhængig af den mulige foderproduktion

3: Hvis de omlagte bedrifter ikke kan være selvforsynende med økologisk grovfoder, er det nødvendigt at justere dyreholdet ned, indtil der er mulighed for selvforsyning med grovfoder. Se de enkelte scenarier for, hvilke kriterier der er valgt til at justere dyreholdet i tilfælde af grovfodermangel.

Grovfoderbehov til aktuelle dyrehold

4: Grovfoderbehovet kan opdeles i et behov for frisk græs i sommerhalvåret (i økologireglerne er der et krav om, at alle dyr skal på græs i minimum 150 dage) og et behov for ensilage i vinterhalvåret.

5: Afgræsningsbehovet dækkes delvist af græs på vedvarende græsarealer. Typisk afgræsses vedvarende arealer af kvier og stude, da køerne skal kunne gå hjem til stalden to gange dagligt til malkning, og de vedvarende arealer typisk er placeret fjernt fra gården. Desuden afgræsses udlæg efter helsæd og korn til modenhed sidst på sommeren; men den overvejende del af frisk græs kommer fra sædskiftegræs. Da kløvergræsset er dynamoen for det økologiske sædskifte,

antages det som minimum at udgøre 20% af sædskiftearealet. På kvægbedrifter er det muligt fuldt ud at udnytte det dyrkede kløvergræs dels frisk og dels som ensilage. På svinebedrifter kan det derimod være nødvendigt at lade noget kløvergræs ligge som grønbrak for at komme op på 20% kløvergræs i sædskiftet.

6: Ensilage er dels fra kløvergræs og dels fra korn høstet til helsæd.

Afgrødefordeling

7: Ud fra foderbehovet - især grovfoderdelen - kan fordelingen af sædskiftearealet mellem forskellige afgrøder beregnes. For den enkelte bedrift opretholdes de aktuelle markstørrelser. Når afgrøderne fordeles på markniveau, kan der forekomme korrektioner i sædskifteandelen, hvis det ikke helt går op. Afgrøder med små totale arealer fordeles først.

Produktion af husdyrgødning

8: Gødningsproduktionen beregnes ud fra dyrehold og foderindtag (Poulsen & Kristensen, 1997). Den består dels af gødning afsat under afgræsning og dels af gødning afsat og opsamlet på stald og er dermed tilgængelig til udbringning på markerne. For den enkelte bedrift vurderes det, om harmoni-reglerne er opfyldt, og for mælkeproducenter gælder endvidere strengere regler fra LØJ om maksimum 1,4 DE/ha. Hvis harmonigrænsen er overskredet, laves en gødningsaftale med en anden omlagt bedrift inden for området, som modtager den overskydende gødning. Hvis harmonireglen ikke er opfyldt, vurderes det, om der er mulighed for at indkøbe konventionel gødning efter 25% reglen, dvs. man må indkøbe 25% af planterens gødningsnorm, som den er defineret af Plantedirektoratet (1998/99). Fordeling af gødning mellem de forskellige afgrøder sker på kvægbedrifterne i scenario "Mælk" efter de forhold, der blev fundet på økologiske kvægbedrifter i praksis (Mogensen et al., 1999).

Markudbytter

9: Ved fastsættelse af de forventede økologiske udbytter på den enkelte bedrift tages der udgangspunkt i sædskiftetypen. Kvægsædskifter er generelt mest frugtbare, da de indeholder meget kløvergræs, mens kornrige svine-/plantæsædskifter er mindre frugtbare. Derefter tages udgangspunkt i de konventionelle udbytter på den enkelte bedrift. Disse skønnede udbytter er angivet i gødningsplanen. I scenario "Mælk" benyttes den procentvise udbyttenedgang, der tidligere er fundet for de enkelte afgrøder, når kvægbedrifter lægger om til økologisk produktion (Kristensen & Halberg, 1995). Disse udbytter sammenholdes med typiske udbytter fra økologiske kvægsædskifter (Mogensen et al., 1999). Når der i kvægsædskifterne ikke tages hensyn til det aktuelle gødningsniveau på den enkelte mark, skyldes det, at alle bedrifter har en høj husdyrtæthed og meget gode forfrugter. For korn- og plantæsædskifterne sker endvidere en korrektion af udbyttet afhængig af gødskningsniveauet.

10: Den opnåede foderproduktion sammenholdes med foderbehovet beregnet under punkt 2, og et eventuelt behov for indkøb beregnes.

3.2 Scenario "Mælk"

I scenario "Mælk" omlægges 25% af værkstedområdets areal, fortrinsvis via en omlægning af kvægbrug. I hele værkstedsområdet findes 9 malkekvægsbedrifter, der alle har en forholdsvis høj husdyrtæthed på i gennemsnit 2,0 DE/ha (1 ko af stor race = 1,18 DE). Når en malkekvægsbedrift omlægges til økologisk produktion, er det en nødvendig forudsætning, at den selv kan producere det grovfoder, der er behov for, da der ikke findes noget marked for økologisk grovfoder. Derimod er der mulighed for at indkøbe en del af foderet som konventionelt foder (maksimalt 15% af FE), ligesom økologisk korn kan indkøbes. Hvis de 5 malkekvægsbedrifter med den højeste husdyrtæthed hver især indleder et samarbejde med en planteavlsbedrift eller en mindre bedrift med kødkvæg, bliver det muligt for dem at være selvforsynende med grovfoder.

Det samlede areal for de 9 malkekvægsbedrifter og 5 samarbejdsbedrifter er i alt 506,3 ha, hvilket svarer til 25,7% af værkstedsområdet areal. Til de 9 malkekvægsbedrifter hører der i gennemsnit 45,3 ha. Bedriftenes størrelse varierer fra 23,4 til 72,1 ha. De 5 øvrige bedrifter, der hver samarbejder med en mælkeproducent, har i gennemsnit 19,7 ha, og en variation fra 8,6 ha til 36,3 ha. Dvs. de 9 mælkeproducenter udgør 407,6 ha omlagt jord i scenario "Mælk" og de 5 øvrige bedrifter 98,7 ha.

3.2.1 Dyrehold før og efter omlægning

Da mælkeproduktionen er den driftsgren, der giver det højeste økonomiske bidrag, er det antaget, at mælkekvoten fortsat opfyldes efter omlægning til økologisk drift. I tabel 3.1 ses dyreholdet før og efter omlægning. Dyreholdet før omlægning er fastsat ud fra CHR registeret.

- antal malkekøer og ydelse per ko er uændret, for at opfylde mælkekvoten
- der antages at være 1,04 opdræt per årsko på alle brug efter omlægning, da besætningsstrukturen generelt anses for upåvirket af omlægning (Kristensen & Kristensen, 1995)
- antallet af konventionelle årstyre bliver omlagt til samme antal årstude. Tyrene udgår på bedrift 26 og 28. Denne tilpasning i dyreholdet sker, idet kvægbedriften og samarbejdsbedriften skal være selvforsynende med grovfoder til det fælles dyrehold, hvilket ikke var muligt
- svinene udgår på de 4 bedrifter, der havde svin før omlægningen (nr. 6, 31, 35 og 80)
- antallet af ammekøer forbliver uændret

Disse antagelser om tilpasning af dyreholdet ved omlægning til økologi ved at reducere svinehold og tyreproduktion understøttes af, at samme tilpasning blev registreret blandt de mælkeproducenter, der lagde om i 1997 (Langer, 1999).

Tabel 3.1 Bedrifter, der lægges om til økologi i scenario "Mælk". Antal dyr før og efter omlægning samt det samlede arealtilliggende. På de fleste bedrifter er antallet af dyr uændret. I parentes er angivet antal dyr før omlægningen, hvis det er forskelligt fra antal dyr efter omlægning

Bedrift nr. og type	Ha i alt	Års- køer (1,18 DE)	Års- opdræt (0,34 DE) g)	Års- stude (0,34 DE)	Am- me- køer m. op- dræt (1 DE)	Års- Søer (0,33 DE)	Prod. slagte- svin (0,033 DE)	DE i alt Efter oml.	DE i alt Før oml.	DE/ ha Efter oml.	DE/ ha Før oml.
3 mindre a)	9,8	0	0	0	4			4	4	0,4	0,4
5 mælk	67	57	59	0	0			87,3	87,3	1,3	1,3
6 mælk	43,9	28	29	14	0		(540)	47,7	65,7	1,1	1,1
9 mælk e)	31	49	51	30	0			85,4	85,4	2,8	2,8
10 mindre e)	36,3	0	0	0	8			8	8	0,2	0,2
18 mælk b)	61,7	55	57	50	8			109,3	109,3	1,8	1,8
22 mælk c)	36,2	41	43	26	0			71,8	71,8	2,0	2,0
26 mælk	72,1	72	75	0 (49)	0			110,5	127,1	1,5	1,8
28 mælk d)	30,9	53	55 (45)	0 (19)	0			81,2	83,3	2,6	2,7
31 mælk a)	23,4	29	30	25	0	(12)	(180)	52,9	62,9	2,3	2,7
33 plante d)	8,6	0	0	0	0			0	0	0	0
35 mælk	41,4	35	36	22	0	(4)	(216)	61,0	69,6	1,5	1,7
36 plante c)	10,8	0 f)	0	0	0			0	1,5	0	0,1
80 bland. b)	33,2	0	0	0	23	(1)	(36)	23	24,5	0,7	0,7
I alt	506,3	419	435	167	43			742,1	800,4	1,47	1,58
Gennemsnitlig belægning på 9 kvægbedrifter, DE/ha										1,9	2,0
Gennemsnitlig belægning på 5 øvrige bedrifter, DE/ha										0,3	0,3

- a) 3 og 31 samarbejder om foderproduktion og gødningsaftaler
b) 18 og 80 samarbejder
c) 22 og 36 samarbejder
d) 28 og 33 samarbejder
e) 9 og 10 samarbejder
f) 3 heste à 0,5 DE/hest
g) 1,04 opdræt/årsko, kælder ved 27 måneder

Dyreholdet i tabel 3.1 og det givne jordtilliggende resulterer i husdyrtætheder på 2,0 DE/ha før og 1,9 DE/ha efter omlægning af malkekvægsbedrifterne og 0,3 DE/ha både før og efter omlægning af de øvrige bedrifter. Sammenholdes disse tal med de gennemsnitlige husdyrtætheder for de mælkeproducenter, der omlagde i 1997, har kvægbedrifterne i scenariet en betydelig højere husdyrtæthed. Langer (1999) fandt således en gennemsnitlig dyretæthed på 1,30 DE/ha før omlægning og 0,02 DE lavere per ha efter omlægning af 70 malkekvægsbedrifter i 1997.

Den højere husdyrtæthed resulterer i, at det er nødvendigt for scenariebedrifterne at indlede et samarbejde med andre bedrifter, hvorved den fælles husdyrtæthed efter omlægning i gennemsnit er 1,47 DE/ha. Denne forholdsvis høje husdyrtæthed har en afsmittende virkning på sædskiftet, hvor der således næsten kun bliver plads til grovfoderproduktion.

3.2.2 Foderbehovet er bestemmende for sædskiftet

Det antages, at grovfoderniveauet (FE) per dyr er det samme på alle omlagte bedrifter. Mængden af grovfoder antages at være som gennemsnittet fundet på 20 økologiske demonstrationsbrug med mælkeproduktion 1989-1998 (Mogensen et al., 1999). Foderindkøbet (økologisk korn og halm samt konventionel rapskage) korrigeres efter det aktuelle totale foderbehov for malkekøerne, hvilket beregnes ud fra ydelsesniveauet på den enkelte bedrift (appendiks A, tabel 1).

Den gennemsnitlige sammensætning af grovfoderet antages at være som angivet i tabel 3.2. En standard økologisk ko af tung race antages at optage 3.395 FE grovfoder (Mogensen et al., 1999). Grovfoderbehovet til ammekvæg er fastsat ud fra data fra én økologisk bedrift med ammekøer af racen Angus (Kristensen, 1998). Data for studeproduktion stammer fra Andersen (1991) og Hermansen et al. (1999). Alt i alt er foderbehovet per produceret stud 3.694 FE, hvilket giver 1.642 FE per årstud.

Tabel 3.2 Grovfoderbehov (FE) per årsko, per 1,04 årsopdræt, per MPE, per ammeko med opdræt og per årstud

	1 årsko	1,04 årsopdræt	1 MPE ³⁾	1 ammeko med opdræt ¹⁾	1 årstud ²⁾
Græs – frisk	1448	781		2570	607
Græs - ensilage	1363	232			
Græs i alt	2811	1013	3824		
Helsød	584	232	816	907	410
Grovfoder i alt	3395	1245		3477	1017

1) KPE = Kødproducerende enhed. Hver ammeko antages at have 1,02 opdræt, 0,44 ammetyrekalv og 0,02 avlstyr.

2) Ved slagtning antages studene at være 27 måneder og veje 579 kg levende vægt (50% slagtevægt).

3) Mælkeproducerende enhed = 1 årsko med 1,04 opdræt

3.2.3 Kløvergræs til afgræsning

Fordeling af græs fra henholdsvis sædskiftekløvergræs, udlægsmarker efter vårbyg til helsæd og modenhed samt vedvarende græsmarker til henholdsvis slæt og afgræsning på de enkelte bedrifter ses i appendiks A tabel 4. Disse tal for det nødvendige græsareal til afgræsning er gennemsnitstal for hele sommeren, da der er sæsonmæssig forskel på, hvor stort et areal, der afgræsses, og hvor meget græs dyrene æder per dag. Ved udbinding i maj, hvor græsvæksten er på sit højeste, skal der bruges et mindre areal til afgræsning. Før indbinding til november, hvor græsvæksten er lav, anvendes derimod en meget større del af græsarealet til afgræsning. Dette fremgår af appendiks A tabel 5 og 6. Det antages, at vedvarende græs og græs på udlægsmarker altid afgræsses, da det lave udbytte ville give små slæt, som derfor ville blive forholdsvis dyre. På disse arealer afgræsser ammekøer og stude. Når to bedrifter samarbejder, afgræsser køerne kun på kvægbedriftens marker af hensyn til afstand til malkning, mens kvier kan afgræsse på samarbejdsbedriften, hvis det er nødvendigt.

3.2.4 Afgrødefordeling efter omlægning

Afgrødefordelingen er bestemt af det samlede grovfoderbehov for forskellige afgrøder på den enkelte bedrift. Grovfoderproduktionen afhænger af arealfordeling og udbyttelniveau for de enkelte afgrøder. Af de 506,3 ha, der omlægges, er de 67,8 ha vedvarende græs. Der er således 438,5 ha sædskiftejord. Som gennemsnit for alle omlagde bedrifter i scenario "Mælk" bliver der et treårigt sædskifte:

Treårigt sædskifte:

2 år med sædskiftekløvergræs og 1 år med vårbyg med kløvergræs udlæg¹

1) 70% af vårbyggen høstes til helsæd og 30% til modenhed (se tabel 3.3).

Sammenholdt med det indberettede sædskifte blandt alle omlagte kvægbedrifter i 1997 (Langer, 1999) udgør grovfoderproduktion 90% af sædskiftet i scenario "Mælk" mod 66% blandt 1997 omlæggerne. Den højere andel af grovfoderafgrøder kan igen forklares af den højere husdyrtæthed. For afgrødefordeling per bedrift henvises til appendiks A tabel 3.

Tabel 3.3 Gennemsnitlig afgrødefordeling i det økologiske scenario "Mælk" på kvæg- og samarbejdsbedrifter

	ha	% af sædskifteareal	1997 omlæggere ¹
Vårsæd m.u. modenhed	45	10,1	27
Vårsæd m.u. helsæd	101	23,1	12
Kløvergræs	293	66,8	54
Vedvarende græs	68	-	-
I alt	506,3		

1) % af sædskifteareal blandt kvægbedrifter omlagt i 1997 (Langer, 1999)

Fordeling af afgrøder på de faktiske mark numre

Markstørrelserne opgivet i gødningsplanen for den enkelte bedrift opretholdes. Arealet med vårbyg med udlæg til helsæd, vårbyg med udlæg til modenhed og sædskiftekløvergræs tilpasses i forhold til den beregnede procentvise andel af sædskiftet. Denne fordeling tilstræbes også på de to bedrifter, der arbejder sammen. Der opstod små forskelle på op til 0,5 ha per afgrøde mellem planlagt og opnået areal per afgrøde.

Braklægning og foderarealer

På kvægbedrifterne er der ikke braklagt efter omlægning. Da man kan søge om hektarstøtte på op til 17,6 ha med korn uden at braklægge ("Den forenkede ordning") – er braklægning kun aktuel på bedrift 5 og 6, der har henholdsvis 24 og 20,4 ha støtteberettigede afgrøder (korn). Data fra omlæggere i 1997 (Langer, 1999) viser, at kvægbedrifterne i gennemsnit braklagde 3% af sædskiftearealet. Da de har et større areal med støtte berettigede afgrøder og mindre grovfoder, er der større økonomisk motivation for at braklægge end i scenario "Mælk".

For alle bedrifter gælder, at de har det nødvendige grovfoderareal til at opnå fuld handyr- og ammekopræmie.

3.2.5 Udbytte efter omlægning

Det konventionelle udbyttelniveau (forventet for 1998) kendes fra gødningsplanerne. I første omgang antages samme procentvise udbyttereduktion ved overgang til økologisk drift, som blev estimeret af Kristensen & Halberg (1995) for de enkelte afgrøder. Hvis det estimerede udbytte ligger over 75% fraktilen for de udbytter, der gennem de sidste 10 år er blevet registreret i økologiske kvægbedrifter, sættes udbyttet til maksimalt 75% fraktilen svarende til minimumsudbyttet blandt den højeste fjerdedel af bedrifterne (Mogensen et al., 1999).

3. års kløvergræsmarker inkluderes i sædskiftet, hvis græs udgør $\frac{3}{4}$ eller mere af sædskiftearealet. 3. års marker antages kun at give 86% af udbyttet i 1. og 2. års kløvergræsmarkerne (Nielsen, 1995) dvs. maksimalt 5.182 FE/ha. Vedvarende ugødede græsmarker forventes at kunne give 2.600 FE/ha (Kristensen & Halberg, 1995), mens vedvarende græs, der er gødet svarende til 1,4 DE/ha, antages at kunne give maksimalt 2800 FE/ha (30% nyttevirkning og 4 FE i respons per kg plantetilgængeligt N (Tersbøl & Kristensen, 1997).

Den valgte metode til fastsættelse af udbyttet resulterer i et gennemsnitligt udbytte i scenario "Mælk" i kløvergræs på 5.545 FE/ha, 4.233 FE/ha i vårbyg til helsæd inklusive 700 FE kløvergræs fra udlægget, 41,3 hkg/ha i vårbyg til modenhed plus 350 FE græs i efterafgrøde (se tabel 3.5). Udbytterne i vårbyg til modenhed ligger lidt over de udbytter, der blev opnået på økologiske kvægbedrifter 1989-1998 (Mogensen et al., 1999). Kløvergræs og helsæd udgør 90% af sædskiftearealet i scenariet, og byg til modenhed udgør en mindre andel. Marker, som høstes til modenhed, vælges blandt dem med mindst ukrudt, og man kan forvente et højere udbytte, når der er flere marker at vælge imellem. De forventede økologiske udbytter i enkeltafgrøder per bedrift ses i appendiks A tabel 2.

Tabel 3.4 Gennemsnitlige udbytter i økologiske kvægsædskifter (1989-1998), minimumsudbyttet blandt den højeste fjerdedel (75% fraktil) og forventet udbyttereduktion ved omlægning fra konventionel til økologisk drift

	Gns. økologiske kvægudbytter (FE/ha) ⁴⁾	75% fraktil (FE/ha) ⁴⁾	Udbyttereduktion ved omlægning til øko., % ³⁾
Vårsæd m.e.	3859 + 350 ¹⁾	4301 + 350 ¹⁾	- 26%
Vintersæd	4476	5149	- 33%
Helsæd m.u.	3601 + 700 ²⁾	4276 + 700 ²⁾	- 29%
Kløvergræs	5608	6025	- 13%
Roer	9885	11054	- 14%
Vedvarende græs	2751	3445	

1) 350 FE kløvergræs fra udlægget (Kristensen, I.S., 2000)

2) 700 FE kløvergræs fra udlægget (Mogensen et al., 1999)

3) Kristensen & Halberg, 1995

4) Mogensen et al., 1999

Tabel 3.5 Gennemsnitlige nettoudbytter i det økologiske scenario "Mælk"

	Udbytte (FE/ha)
Vårbyg til modenhed m. e.	4131 + 350
Vårbyg til helsæd m.u.	3533 + 700
Kløvergræs i sædskiftet	5545
Vedvarende græs	2800

3.2.6 Husdyrgødning

Indhold af kvælstof i husdyrgødningen

Mængden af N i husdyrgødning per dyr afhænger blandt andet af foderniveauet, som igen for malkekøer afhænger af ydelsesniveauet. Årsydelsen per ko er uændret efter omlægning til økologisk drift. Det antages dog, at proteinydelsen er 3,43% i økologisk mælk (Kristensen & Kristensen, 1995) mod 3,37% i konventionel mælk (Plantedirektoratet, 1998). Ud fra ydelsesniveauet beregnes det gennemsnitlige foderniveau per ko på den enkelte bedrift.

I økologisk kvægbrug er der et krav om daglig motion, når køerne, som det er tilfældet her, alle er opstaldet i bindestald. Den øgede motion giver et øget foderbehov til vedligeholdelse, som er antaget at svare til det niveau, der p.t. anvendes for køer i løsdrift (+10% til vedligehold). Ifølge Kristensen (1997) kan man forvente 1,5% højere foderudnyttelse for økologiske i forhold til konventionelle køer ved samme foderniveau. Til beregning af det forventede foderniveau ud fra ydelsen bruges tabel 3.6 med marginale foderudnyttelser (for økologiske køer i løsdrift). For ydelser mellem 7.000 og 8.000 kg EKM korrigeres foderniveauet med 0,88 FE per kg EKM og

for ydelser under 7.000 kg EKM med 0,78 FE/kg EKM. De deraf resulterende foderniveauer ses i appendiks A tabel 7, i gennemsnit 6.027 FE/årsko.

Tabel 3.6 Den marginale ændring i foderforbrug (FE) ved ændring i EKM ydelsen med 1 kg EKM

Foder, FE	4772	5631	5973	6378
Ydelse, kg EKM	6000	7158	7580	8000
% udnyttelse af foder	90,9	85,3	83,2	80,6
Marginal FE/kg EKM	0,74	0,81		0,96
Anvendt korektion		0,88		
FE/kg EKM	0,78			

Foderet antages at have et gennemsnitligt proteinindhold svarende til, hvad der blev fundet i de økologiske demonstrationskvægbrug med i gennemsnit 199 g råprotein per FE (Mogensen et al., 1999). I de konventionelle foderplaner, er der antaget at være 176 g råprotein/FE (Plantedirektoratet, 1998/99). Denne forskel i proteinniveau mellem økologiske og konventionelle planer fremgår ikke af foderplaner fra økologiske og konventionelle kvægbedrifter (LK meddelelse nr. 341). Denne metodemæssige forskel i beregning af N i gødning fra konventionelle og økologiske bedrifter vil derfor stille økologerne forholdsvis dårligere end de konventionelle bedrifter med hensyn til kvælstofudvaskning!

Tabel 3.7 Foderforbrug per dyr per år opdelt på foderemner (FE) og totale indhold af kvælstof i foderet (kg N)

FE	g råprotein/FE	FE/årsko ¹⁾	FE/årsopdræt	FE/årsstud
Græs	224	1448	751	607
Græs ensilage	228	1363	223	0
Helsæd	161	584	223	410
Halm	156	29	78	0
Byg	107	1466	263	625
Tilskud, rapskage	334	622	102	0
Mælk	146	0	70	0
FE i alt		5512	1710	1642
Input kg N		175,7	54,3	43,0

1) Foderniveauet per årsko er forskelligt i de enkelte bedrifter afhængig af ydelsesniveauet – se Appendiks A, tabel 7

Tabel 3.8 Kvælstofudskillelse per dyr: Input af N med foder, bortførsel med mælk, tilvækst og foster, afsat mængde under afgræsning og resterende mængde ab lager

	Årskøer					Års-opdræt	Årsstude	Ammeko m. opdræt
Foderniveau, (FE)	4772	5512	5631	5973	6378	1710	1642	5000
Input foder, kg N	153,2	175,7	177,7	184,9	193,4	54,3	43,0	144,3
- mælk, kg N	29,8	34,9	35,5	37,6	39,7			
- tilvækst, kg N	1,0					5,9	6,1	11,7
- foster, kg N	0,4					0,4		0,6
Ab dyr, kg N	122,0	139,4	140,8	145,9	152,3	48,0	36,9	132 ²⁾
Ab lager ¹⁾ , kg N	110,9	126,7	128,0	132,6	138,4	41,0	31,5	112,9
græs % af FE ⁵⁾	32	26	26	24	23	44	37	69 ³⁾
- afgræsning, kg N ⁴⁾	35,5	32,9	33,3	31,8	31,8	18,1	13,7	77,9
Ab lager (stald), kg N	75,4	93,8	94,7	100,8	106,5	22,9	19,9	35,0

- 1) For at metoden skal være sammenlignelig med den konventionelle, er der korrigeret for lagertab for hele mængden ab dyr (selv om det er ulogisk med lagertab ved afgræsning!). Ab lager fremkommer, når der er antaget 5% stald- og 15%(møg)/2%(ajle) lagertab ved malkekøer i bindestald og hhv. 5% stald- og 10% lagertab hos øvrige dyr i systemer med halm (Poulsen & Kristensen, 1997)
- 2) Som for konventionelle ammekøer er der brugt standardtal (Poulsen & Kristensen, 1997)
- 3) Kristensen, 1998
- 4) N afsat under afgræsning ses i appendiks A tabel 4
- 5) Gødning afsat under afgræsning antages at udgøre den procentvise andel, som græs udgør af årsrationen.

På baggrund af tabel 3.8 kan den marginale korrektion i kg N ab lager per årsko afhængigt af det aktuelle ydelsesniveau beregnes (Tabel 3.9). Den resulterende gødningsproduktion per bedrift fremgår af appendiks A tabel 8.

Tabel 3.9 Den marginale korrektion i kg N ab lager per årsko afhængigt af det aktuelle ydelsesniveau

Ydelse, kg EKM	6000	7158	7580	8000
Foder, FE	4772	5631	5973	6378
N input foder, kg	153,2	177,7	184,9	193,4
N output mælk, kg	29,8	35,5	37,6	39,7
N ab lager, kg	110,9	128,0	132,6	138,4
Kg N/100 kg EKM	1,28		1,38	

Fordeling af husdyrgødning på afgrøder og marker

Ved samarbejde mellem kvæg- og plantebedrifter er det muligt at udbringe den producerede økologiske husdyrgødning blandt de omlagte bedrifter:

- På malkekvægsbedriften udbringes de maksimalt tilladte 1,4 DE/ha (LØJs regler, som skal overholdes af alle økologiske mælkeproducenter)
- På samarbejdsbedrifter udbringes op til 1,7 DE/ha (harmoniregler fra december 1998 på svinebrug og brug uden dyr)
- Derefter evt. gødningsaftaler inden for området

I følge typetallene for de økologiske demonstrationsbrug blev sædskiftekløvergræs, vårbyg til modenhed og blandingskorn til helsød gødet med i gennemsnit henholdsvis 37,7; 82,6 og 91,7 kg N fra husdyrgødning per ha (Mogensen et al., 1999). Dette forhold mellem gødskning af kløvergræs og helsød er anvendt ved fordeling af gødningen i scenario "Mælk" (Tabel 3.10).

Tabel 3.10 Fordeling af husdyrgødning

	Norm for kg N/ha ¹⁾		Typetal, kg N/ ha ²⁾	Gns. kvælstoftildeling, kg N/ha ³⁾		
	JB			Kvæg- bedrift	Samarb. bedrift	Gns.
				maks. 1,4 1,7 FE/ha		
Sædskiftekløvergræs ($< 50\%$ kløver)	207	215	37,7	92	88	91
Vårbyg m.u. til helsød	123+100	120+100	91,7	179	199	185
Vårbyg m.u. til modenhed	84+ 33	78+33	82,6	111	111	111
Vedvarende græs	140	140	-	88	95	89

1) I klimaområde 2, hvor værkstedsarealet ligger (Plantedirektoratet, 1998/99)

2) Økologisk kvægbrug 1989-98 (Mogensen et al., 1999)

3) Eksklusive N afsat under afgræsning

Den resulterende tildeling af husdyrgødning per afgrøde på de enkelte bedrifter fremgår af appendiks A tabel 9.

3.2.7 Foderproduktion og -behov

De forventede udbytter resulterer i den samlede foderproduktion angivet i tabel 3.11.

Tabel 3.11 Foderproduktion i alt i scenario "Mælk"

Grovfoder, FE	1.830.835 FE græs inkl. vedv. græs og efterafgrøde efter byg til modenhed 427.911 FE helsæd inkl. efterafgrøde
Kraftfoder, FE	182.095 FE byg
I alt, FE	2.440.841 FE (4821 FE/ha)

Tabel 3.12 Det totale foderbehov i scenario "Mælk"

	Grovfoder, FE		Kraftfoder, FE		I alt
	Græs	Helsæd	Korn	Rapskage	
Alle dyr	1.813.378	449.172	1.141.789	322.358	
I alt	2.262.550		1.464.147		3.726.697

Tabel 3.13 Totale behov for foderindkøb

	Økologisk, FE		Konventionelt, FE		I alt
	Grovfoder	Korn og kraftfoder	Korn og kraftfoder	Rapskage	
Alle dyr	3.804	723.000	237.000	322.000	1.285.804

Af tabel 3.11-13 ses, at der skal indkøbes i alt 1.285.804 FE foder i scenario "Mælk", hvilket svarer til 35% af de FE, der skal fodres op. Grovfoderbehovet er næsten opfyldt, idet der skal indkøbes 3804 FE (0,1%). Indkøbene af konventionelt foder (559.000 FE) i tabel 3.13 svarer til, at 15% af FE er konventionelle.

3.3 Scenario "1997" – omlægning som blandt "1997-omlæggere"

Definitionen på scenario "1997" er, at 25% af værkstedområdets areal skal omlægges således, at antal bedrifter, type og størrelse, der lægger om, svarer til dem, der lagde om i 1997 (Langer, 2002).

Hvis man skal omlægge 1.000 ha på tilsvarende vis, som dem der omlagde i 1997, skal der være:

- 5 malkekvægsbedrifter à 86 ha
- 10 plantebedrifter à 21 ha
- 4 kødkvægsbedrifter à 25 ha
- 7 blandede plante/kvæg bedrifter à 33 ha
- 1 svinebedrift à 31 ha og
- 2 andre bedrifter à 8 ha.

Dvs. i alt 29 bedrifter på i gennemsnit 35 ha (Langer et al., 1999).

De 42 bedrifter i værkstedsområdet har i gennemsnit 46 ha. Det er derfor ikke muligt fuldt ud at lægge om som 1997 omlæggerne.

473 ha skal omlægges:

Målt

3 malkekvægsbedrifter à 86 ha

5 plantebedrifter à 21 ha

2 kødkvæg a 25 ha

3 blandede plante/kvæg bedrifter a 33 ha

1 svinebedrift à 31 ha og

1 andre à 8 ha.

Opnået

5 malkekvægsbedrifter à 57 ha

2 plantebedrifter à 44 ha

4 blandede og mindre bedrifter à 32 ha,

I alt omlægges der i scenario "1997", 494,6 ha.

Omlægning af de 5 malkekvægsbedrifter (nr. 5, 6, 18, 26, 35) og samarbejdsbedriften (80) er allerede beskrevet i scenario "Mælk" og planteavlsbedriften (nr. 14) bliver beskrevet i scenario "Plante/svin". Der anvendes stort set samme plan for økologisk drift af disse bedrifter som i scenario "Mælk". Dog er der en lille tilpasning i udbragt gødningsmængde (se senere). Dette scenario beskriver derfor hovedsagelig omlægning af ikke-mælke-bedrifterne: bedrift nr. 2 med kødkvæg og hjorte (blandet), bedrift nr. 65 med kødkvæg (mindre), bedrift nr. 7 med planteavl (plante) og bedrift nr. 70 med svin (mindre).

3.3.1 Dyrehold før og efter omlægning

Langer (2002) fandt en mindre stigning i den gennemsnitlige husdyrtæthed blandt dem, der lagde om i 1997: På de 447 bedrifter var der i gennemsnit henholdsvis 0,54 DE/ha før og 0,65 DE/ha efter omlægning. I scenario "1997" er det ikke muligt at afspejle denne husdyrtæthed i forbindelse med omlægning af 25% af værkstedsområdet, da bedrifterne i gennemsnit har en betydelig højere husdyrtæthed (på 1,02 DE/ha).

Derfor bliver der en højere husdyrtæthed i scenario "1997" end blandt 1997-omlæggerne. Det var især blandt svine- og kødkvægsbesætninger, at Langer (1999) fandt en stigning i DE ved omlægning. I scenario "1997" er husdyrtætheden således øget på svinebedriften (nr. 70) efter omlægning.

Tabel 3.14 Bedrifter, der lægges om i scenario "1997". Jordtilliggende og antal dyr før og efter omlægning til økologi – hvor der er angivet en parentes, er det antal dyr før omlægningen, hvilket kun er nævnt, hvor dyreholdet er blevet ændret i forbindelse med omlægning

Bedrift Nr. type	Ha i alt	Ved- var. græs ha	Års- køer (1,18 DE)	Års- op- dræt (0,34 DE)	Års- stude (0,34 DE)	Amme- køer m. opdræt (1 DE)	Hjorte m. op- dræt ¹⁾	Års- søer (0,33 DE)	Prod. slagte- svin (0,033 DE)	DE i alt efter oml.	DE i alt før oml.	DE/ ha efter oml.	DE/ ha før oml.
2 blandede	49,2	14,2				25	110			47	47	0,96	0,96
5 mælk	67,0	12,7	57	59	0	0				87,3	87,3	1,3	1,3
6 mælk	43,9	6,0	28	29	14	0			(540)	47,7	65,7	1,1	1,1
7 plante	39,3	0									0		0
14 plante	49,1	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0
18 mælk	61,7	12,2	55	57	50	8				109,3	109,3	1,8	1,8
80 blandet	33,2	0	0	0	0	23		(1)	(36)	23	24,5	0,7	0,7
26 mælk	72,1	16,6	72	75	0 (49)	0				110,5	127,1	1,5	1,8
35 mælk	41,4	3,1	35	36	22	0		(4)	(216)	61,0	69,6	1,5	1,7
65 mindre	31,5	0			27	3				12,2	12,2	0,39	0,39
70 mindre	6,2	0						11 (2)	206(40)	10,4	2	1,68	0,3
I alt	494,6		247	256	43	59	110	11	206	508,4	544,7	1,03	1,10

1) 790 FE/årsdyr med opdræt, 5 dådyr per DE

3.3.2 Foderbehovet er bestemmende for sædskiftet

For malkekvægsbedrifterne fremgår foderbehovet efter omlægning af scenario "Mælk". For de øvrige dyr fremgår det af tabel 3.15.

Tabel 3.15 Foderbehov per årsdyr opdelt på frisk græs, andet grovfoder og kraftfoder samt det resulterende indhold af N i husdyrgødningen af dyr og af lager

Årsdyr	I alt, FE	Græs, FE	Andet grov- foder, FE	Kraft- foder, FE	Ab dyr, kg N	Ab lager, kg N		
						på græs	på stald	i alt
Ammeke m. opdræt	5000	2570	907	1523	132	77,9	35,0	113
Årsstud	1642	607	410	625	36,9	13,7	19,9	33,6
Årsso m 19,7 gr ²⁾	2320 FEs	150	250	1920	38,7+11,1	38,7	7,43	46,1
1 Slagtesvin prod. ³⁾	225 FEs	0	11	214	4,0	0	2,91	2,91
Dådyr m. opdræt	790	450	105	235	20,9 ¹⁾	20,9	0	20,9

1) For dådyr antages et indhold på 169 g prot./FE og 16 kg tilvækst à 25 g N

2) Se beskrivelse i scenario "Plante/svin"

3.3.3 Frisk kløvergræs til afgræsning og som grøngødsning

Som minimum skal 20% af sædskiftearealet på ikke-mælke-bedrifterne være kløvergræs. Ved en mindre kløvergræsandel end de 20% må der forventes en reduktion af udbyttet.

Af appendiks A tabel 10 ses hvor stort et areal, der skal dyrkes med kløvergræs, dels til afgræsning og dels som grøngødsning. Hvor behovet til afgræsningsgræs resulterer i, at kløvergræs har en sædskifteandel på under 20%, suppleres der med græs til grøngødsning. Det herved opnåede kløvergræsareal kan desuden forsyne dyreholdet med det nødvendige grovfoder i form af kløvergræsensilage.

3.3.4 Areal anvendelse efter omlægning

Ved opstilling af sædskifteplanen på bedrift 2, 7, 65 og 70 er der taget udgangspunkt i de planlagte sædskifter blandt omlæggere i 1997 (Langer, 2002). Som det ses i tabel 3.16 bliver der i scenario "1997" 49% kløvergræs i sædskiftet mod 41% blandt 1997 omlæggere. Det kan forklares med, at mælkeproduktion udgør 58% af det omlagte areal i scenario "1997" mod 40% af arealet blandt 1997 omlæggere (Langer, 2002), og at kvægholdet generelt har en stor andel kløvergræs i sædskiftet. Af samme årsag er der mere korn til helsæd og mindre korn til modenhed i scenario "1997" end blandt 1997 omlæggerne. Endelig er der i scenario "1997" en lavere braklægningsprocent, hvilket igen skyldes, at mælkeproducenterne ikke braklægger – de har generelt et lille areal med salgsafgrøder og behov for at udnytte hele arealet til grovfoderproduktion pga. en høj husdyrtæthed.

Tabel 3.16 Gennemsnitlig afgrødefordeling i scenario "1997" og blandt "1997 omlæggere" (Langer, 2002)

% af sædskifteareal	scenario "1997"	1997 omlæggere
Vårbyg	16 + 3 ²⁾	32
Vinterhvede	6	10
Helsæd	15	8
Kløvergræs	49	41
Vårraps/ært	6 ¹⁾ + 3 ²⁾	3
Rækkeafgrøder	0	1
Brak	1	3

1) Hestebønner i scenario "1997"

2) Opdeling af byg/ært til modenhed så halvdelen tælles som hhv. vårbyg og ært

Følgende sædskifter er opstillet i scenario "1997". For malkekvægsbedrifter se scenario "Mælk", for bedrift 14 se scenario "Plante/svin". De endelige sædskifter på de enkelte bedrifter kan ses i appendiks A tabel 11.

Svinebedrift:**Sædskiftekløvergræs, Vårbyg til modenhed m. kl. udlæg****Plante/mindre/blandet bedrift:****Sædskiftekløvergræs, Vinterhvede til modenhed m. e, Vårbyg til modenhed m.e., Hestebønner til modenhed ¹⁾, Vårbyg/ært m. kl. udlæg til modenhed**

1) Efter hestebønner sås der ikke udlæg, og der er således mulighed for ukrudtsbekæmpelse

På de 4 mælkekvægsbedrifter braklægges ikke. I alt bliver der i scenario "1997" braklagt 5,7 ha, hvilket ses i appendiks A tabel 16.

3.3.5 Udbytteneiveau

Bedrifterne uden kvæg (nr. 2, 7, 14, 65 og 70) kan alle sammenlignes med plante-/svinebedrifter med lille andel af kløvergræs i sædskiftet. Derfor anvendes samme metode som i scenario "Plante/svin" til at bestemme forventet udbytte. Generelt ligger udbytterne 15% lavere end i kvægsædskifterne. Se scenario "Plante/svin" for flere detaljer.

Som gennemsnit af alle bedrifter i scenario "1997" forventes de gennemsnitlige udbytter som vist i tabel 3.17. For udbytterne på de enkelte bedrifter henvises til appendiks A tabel 17 og 18.

Tabel 3.17 Arealfordeling mellem forskellige afgrøder og forventede gennemsnitlige udbytter, FE per ha

	Ha	Udbytte, FE/ha
Vedvarende græs	64,8	2.800
Kløvergræs, sædskifte	210,0	5.438
Vårbyg, helsæd m.u.	65,1	3.279 + 700
Vårbyg, modenhed m.u.	66,8	3.961 + 350
Vinterhvede m.e.	27,2	3.949 + 350
Hestebønner	26,2	2.700
Vårbyg/ært m.u.	29,4	2.383 + 350
Brak	5,1	0
I alt	494,6	4.257

3.3.6 Husdyrgødskning

Mængden af kvælstof i husdyrgødning per dyr fremgår af tabel 3.15 (med hensyn til kvægbedrifter se scenario "Mælk"). Den samlede mængde N afsat under afgræsning på vedvarende græs, sædskiftekløvergræs og udlægsmarker fremgår af appendiks A tabel 12 og 13 og af appendiks A tabel 4 for mælkekvægsbedrifterne.

Summen af produceret husdyrgødning og indkøbt gødning må ikke overstige harmonikravet på 1,7 DE/ha på bedrifter uden kvæg. Malkekvægsbedrifterne skal opfylde LØJs regler om maksimum udbringning af husdyrgødning svarende til 1,4 DE/ha, hvorfor indkøb efter 25% reglen ikke er aktuelt. I appendiks A tabel 13 ses den mængde, det er tilladt at indkøbe i form af konventionelt husdyrgødning svarende til 25% af Plantedirektoratets kvælstofnorm. Ved beregning af de 25% af kvælstofnormen er anvendt den aktuelle afgrødefordeling på bedrifterne og klimaområde 2 (Bjerringbro). Der er ikke taget hensyn til jordtype, men generelt anvendes det laveste tal (Plantedirektoratet, 1998/99)¹. Fordeling af husdyrgødning på de enkelte bedrifter og afgrøder fremgår af appendiks A tabel 14-16.

3.3.7 Den totale foderproduktion og det totale foderbehov i scenario "1997"

De udbytter, der er angivet i appendiks tabel 17 og 18, resulterer i den samlede foderproduktion angivet i tabel 3.18.

Tabel 3.18 Foderproduktion i alt i scenario "1997"

Grovfoder, FE	1.582.490
Kraftfoder, FE	523.086
I alt, FE	2.105.576

Tabel 3.19 Det totale foderbehov opdelt på øvrige bedrifter og malkekvægsbedrifter

	Grovfo- der, FE	Kraft- foder, FE	I alt	Behov for indkøb		
				Konv. raps	Konv. korn	Øko. korn
Øvrige bedrifter	192.531	150.573	343.104		58.653 ¹⁾	64.234
Malkekvægsbedrifter	1.340.246	877.824	2.218.070	165.166	167.545	0
I alt	1.532.777	1.028.397	2.561.174		455.598	

1) På svinebedrifter indkøbes 25% af FE behovet som konventionelt foder. På de øvrige bedrifter indkøbes 15% af FE behov som konventionelt foder

Af tabel 3.18 og 19 ses, at der skal indkøbes 428.000 FE i scenario "1997". Grovfoderbehovet er opfyldt med 50.000 FE i overskud, som antages ombyttet med kraftfoder (2% af rationen).

¹ Normen er således 140 kg N for vedvarende græs, hhv. 114 og 207 kg N for sædskiftekløvergræs til udegrise og slæt, 0 kg N til brak og hestebønner. 112+53 kg N gives til vårbyg med udlæg efter korn i plantesædskiftet og 77 kg N for vårbyg efter græs i svinesædskiftet. 110 kg N tilføres i plantesædskiftet for vinterhvede og 53 kg N i tillæg for udlægget. Endelig er antaget halv norm for byg til byg/ært til modenhed og 33 kg N i tillæg for udlæg.

3.4 Scenario "Plante/svin" – omlægning af plante- og svinebedrifter

Definitionen på scenario "Plante/svin" er, at 25% af værkstedsområdet areal skal omlægges, idet det er svine- og plantebrug, der omlægges. I området findes i alt 10 svinebedrifter med i gennemsnit 1,5 DE/ha. Frem til august 2000 er der et krav om 75% økologisk foder til svin, og det økologiske foder antages i scenario "Plante/svin" at skulle produceres i området. Det anslås, at der kan produceres ca. 300 DE svin, og der blev udvalgt 4 svinebedrifter til omlægning, hvis dyreholdet ca. summerede hertil. Samtidig er det valgt, at det store planteavlsgods på 250 ha sædskiftejord og en mindre planteavlsbedrift lægger om.

Det samlede areal for de 4 svinebedrifter og de 2 planteavlsbedrifter er i alt 487,4 ha, hvilket svarer til 25,8% af værkstedsområdets areal. Til de 4 svinebedrifter hører der i gennemsnit 47,0 ha. Der er en variation fra 14,4 ha på den mindste bedrift til 79,3 ha på den største svinebedrift. De 2 planteavlsbedrifter har henholdsvis 49,1 ha og 250,4 ha, dvs. de 4 svineproducenter udgør 192,6 ha og de 2 planteavlsbedrifter 299,5 ha omlagt jord.

3.4.1 Dyrehold før og efter omlægning

Den nuværende svineproduktion opretholdes blandt de svinebedrifter, der lægger om. I praksis ville det kræve, at bygningerne var afskrevet, da økologisk svineproduktion kræver, at søerne er på friland (i hytter), og at der til slagtesvinestaldene skal være et udendørsareal. I tabel 3.20 ses dyreholdet før og efter omlægning til økologi.

Sammenholdes husdyrtætheden i scenario "Plante/svin"'s bedrifter med de gennemsnitlige husdyrtætheder for alle svine- og planteproducenter, der lagde om i 1997, har svinebedrifterne i scenariet en betydelig højere husdyrtæthed (1,5 DE/ha både før og efter omlægning) end de bedrifter, der typisk lagde om i 1997. Langer (1999) fandt således en gennemsnitlig dyretæthed på 1,20 DE/ha før omlægning og 0,15 DE lavere per ha efter omlægning af 20 omlagte svinebedrifter i 1997. Omvendt var der også blandt 1997 omlæggerne nogle bedrifter, der øgede svineholdet i forbindelse med omlægning

Ses hele området som et samarbejdsområde med hensyn til udveksling af foder og gødning, er der i alt en husdyrtæthed på 0,57 DE/ha på de 487,4 ha.

Tabel 3.20 Bedrifter, der lægges om i scenario "Plante/svin", deres jordtilliggende og antal dyr før og efter omlægning – hvor der er angivet en parentes, er det antal dyr før omlægningen. Det er kun nævnt, hvor dyreholdet er blevet ændret i forbindelse med omlægning samt belægningsgrader før og efter omlægning

Bedrift nr. og type	Ha i alt	Vedv. græs, ha	Geder og får (0,12 DE)	Års- søer (0,33 DE)	Prod. sl.svin (0,033 DE)	DE i alt efter oml.	DE i alt før oml.	DE/ha efter oml.	DE/ha før oml.
1 svin	79,3	0	0 ¹ (125)	200	880	96	111	1,21	1,40
11 plante	250,4 ²	20,0				0	0	0	0
13 svin	14,4	0		5	460	17	17	1,18	1,18
14 plante	49,1	0		0		0	0	0	0
29 svin	74,8	0	8 ³⁾	300	720	131	131	1,75	1,75
34 svin	19,4	0		28	740	34	34	1,75	1,75
I alt	487,4	20,0		533	2800	278	293		
Gns. belægningsgrad på svinebedrifter								1,44	1,52

- 1) Der indgår ikke får og geder i produktionen efter omlægning til økologi – 98,6 kg N/DE for andre dyr ifølge Plantedirektoratet (1998/99)
- 2) Hertil kommer 13,4 ha tilplantet med juletræer
- 3) På bedrift 29 var der før omlægning 8 DE kvæg (1 ko og 21 opdræt), efter omlægning antages der at være 8 ammekøer med opdræt

3.4.2 Foderbehovet er bestemmende for sædskiftet

Det nuværende foderforbrug på den enkelte svinebedrift under konventionel drift er ikke kendt. Det antages, at foderforbrug per dyr på de 4 svinebedrifter efter omlægning til økologisk drift er som anslået i tabel 3.21 (Hermansen et al., 1999).

Det samlede foderbehov bliver således 1.635.000 FEs kraftfoder og 272.000 FEs grovfoder, eller i alt 1.907.000 FEs. Heraf må de 25% ifølge de daværende økologiske regler udgøres af indkøbt konventionelt foder med højt proteinindhold og de 1.430.000 FEs skal være økologisk dyrket.

Tabel 3.21 Foderbehov (FEs) per årssø med grise til 15 kg, per kuld smågrise fra 15 til 30 kg; og per produceret slagtesvin, samt gødningsproduktion

	1 årssø m. smågrise til 15 kg	19,7 små-grise (15-30 kg)	1 prod. slagtesvin (30-105 kg)	Ammeko, FE ⁶⁾
Kraftfoderblanding, FEs	1350	570	214	
Frisk græs, FEs	150			2570
Ensilage, FEs	250		11	907
FEs i alt	1750	570	225	5000
Kød produceret, kg	80 (0,5 sø/gylt)	0	105	
Foder, g N/FEs	27	33	27	
Gødning ab dyr, kg N ⁷⁾	38,7 ¹⁾	11,1/19,7 grise ²⁾	4,0 ³⁾	
Gødning ab lager per dyr, kg N		0,3771/gris ⁴⁾	2,912 ⁵⁾	

1) 1750 FEs à 27 g N per FEs – 60 kg tilvækst à 25 g N – 19,7 smågrise à 15 kg à 24 g N = 38,7 kg N

2) (1,93 FEs/kg tilvækst * 33 g N/FEs – 26 g N i svinekroppen/kg tilvækst)*296 kg tilvækst = 11,1

3) (2,81 FEs/kg tilvækst * 27 g N/FEs – 28 g N i svinekroppen/kg tilvækst)*75 kg tilvækst = 4,0

4) 25+30/2% stald og lager tab ved fast gulv

5) 18 + 30/2% stald og lagertab ved fast gulv

6) Se scenario "Mælk"

7) Poulsen & Kristensen, 1997

3.4.3 Frisk kløvergræs til søers afgræsning og som grøngødsning

Frilandsgrise må ikke afgræsse de vedvarende arealer, som antages høstet til slæt. Ved skift af græsningsareal hvert år er der krav om et minimumsareal på 0,074 ha per årssø svarende til 13,5 søer per ha. Hertil skal lægges kørevej og lignende - ca. 15% - dvs. i alt 0,085 ha per årssø eller 11,8 årssøer per ha sædskiftekløvergræs. På en ha udgør farefoldene 0,424 ha. Det antages, at der kan tages et slæt græsensilage på halvdelen af arealet med farefolde à 2.000 FEs/ha. Alt i alt kan en ha afgræsses af 11,8 årssøer (dvs. 1.770 FEs afgræsset) og bidrage med 425 FEs græsensilage (i alt 2.195 FEs/ha)(Hermansen et al., 1999).

Af appendiks A tabel 19 ses det nødvendige areal til søers afgræsning. Der suppleres med grøngødsningsareal, hvor det afgræssede areal summerer til mindre end 20% af sædskiftearealet. Desuden ses mængden af græsensilage, der kan produceres fra afgræsnings- og grøngødsningsmarker. Sammenholdt med appendiks A tabel 20 over søer og slagtesvins (og ammekøers) grovfoderbehov på de enkelte bedrifter ses, at grovfoderproduktionen i græs kan dække behovet. Det forventes, at der handles græsensilage fra planteavlsbedrifter til svinebedrifter.

3.4.4 Afgrødefordeling efter omlægning

Af de 487,4 ha, der omlægges i scenario "Plante/svin" er de 20,0 ha vedvarende græs. Der er således 467,4 ha sædskiftejord. Da området efter omlægning skal være selvforsynende med økologisk foderkorn, ærter, lupin og hestebønner er produktionen heraf bestemmende for afgrødefordelingen.

Ved afgrødefordelingen er der taget udgangspunkt i planlagte sædskifter ved omlægning af plantebedrifter i 1997 (Langer et al., 1999). I tabel 3.22 ses den afgrødefordeling, som blev anvendt på de 6 omlagte bedrifter i scenario "Plante/svin". I appendiks A tabel 21 ses afgrødefordelingen på de enkelte bedrifter.

Tabel 3.22 Afgrødefordeling på de økologiske "Plante/svine" bedrifter sammenlignet med afgrødefordeling blandt alle 1997 omlæggere ¹⁾

% af sædskifteareal	"Plante/svin"	1997 omlæggere ¹⁾
Vårbyg +/- e.afg. til modenhed ⁴⁾	21 ²⁾	38
Vinterhvede m.e. til modenhed	15	20
Sædskiftekløvergræs	23	27
Vårbyg/ærter	22	8
Hestebønner	15 ³⁾	
Brak	3	4

1) Svine og plantebedrifter omlagt i 1997: Langer, 1999

2) 12+9 % hhv. med og uden efterafgrøde

3) Byg/ært er delvis ført under vårbyg i opgørelsen af Langer

4) Med efterafgrøde i plantesædskifte og uden i svinesædskiftet

Det er et 5-årigt sædskifte, hvor kløvergræs udlægges i vårbyg/ært til modenhed. På svinegårdene sættes svinene på nyt kløvergræs om foråret, og det skal derfor ompløjes om foråret. Der er således vårsæd efter kløvergræs, mens kløvergræs på plantebedrifterne efterfølges af vinterhvede. Efter hestebønner sås der ikke udlæg, og der er således mulighed for ukrudtsbekæmpelse.

Svine sædskifte:

Førsteårskløvergræs, Vårbyg¹, Vinterhvede¹ m. rajgræs, Hestebønner¹, Vårbyg/ært¹ m. kl. udlæg

Plante sædskifte:

Førsteårskløvergræs, Vinterhvede¹ m. rajgræs, Vårbyg¹ m. rajgræs, Hestebønner¹, Vårbyg/ært¹ m. kl. udlæg

1) Vårbyg, vinterhvede, hestebønner, vårbyg/ært dyrkes til modenhed

Braklægning på de enkelte bedrifter fremgår appendiks A tabel 26.

3.4.5 Udbytte efter omlægning

Det forventede konventionelle udbyttelniveau i høståret 1998 kendes fra gødningsplanerne. Man må forvente samme procentvise udbyttereduktion ved overgang til økologisk drift som anvendt for kvægsædskifterne i scenario "Mælk", og desuden skal der yderligere fratrækkes 15% (Tersbøl & Kristensen, 1997), da et svine-/plantesædskifte med meget korn giver dårligere forfrugter end et kvægsædskifte med meget kløvergræs. Det er antaget, at det maksimale udbytte, der kan opnås i scenario "Plante/svin", er 85% af 75% fraktilen for økologiske kvægudbytter 1989-98 (Mogensen et al., 1999). Eller med andre ord kan der højest opnås et udbytte, der udgør 85% af minimumsudbyttet opnået blandt den højeste fjerdedel af økologiske kvægbrug (se tabel 3.23 yderste kolonne).

Udgangspunktet for beregningen af de forventede udbytter er niveauerne for udbytter og gødskning i tabel 3.24. Er en vårsædsmark f.eks. gødet med 50 kg total N, skal udbyttet på 3280 FEs/ha ved 112 kg total N korrigeres. Som gennemsnit af den producerede svinegødning og den importerede konventionelle kvæggylle er der regnet med værdital på 60. I eksemplet er der 62 kg total N mindre per ha, eller 37 kg plantetilgængeligt N, og udbyttet bliver derfor 439 FEs mindre per ha end de 3280 FEs/ha.

Tabel 3.23 Fastsettelse af de gennemsnitlige udbytter i scenario "Plante/svin"

	Udbyttereduktion ved omlægning af kvægbedrifter til økologi, % ²⁾	Yderligere reduktion ved omlægning af plante- og svinebedrifter ¹⁾	Maks. udbytte på økologiske plante- og svinebedrifter FE/ha ³⁾
Vårsæd	-26%	-15%	3656
Vintersæd	-33%	-15%	4377
Kløvergræs	-13%		5121

1) Pga. dårligere forfrugter end i kvægsædskifterne med meget kløvergræs (Tersbøl & Kristensen, 1997)

2) Som i kvægsædskifterne scenario "Mælk" (Kristensen & Halberg, 1995)

3) = 85% af 75% fraktil for økologiske kvægudbytter (Mogensen et al., 1999)

Tabel 3.24 Korrektion af udbyttelniveau på de økologiske svine- og plantebedrifter afhængig af gødskningsniveau

	Udbytte, FE ³⁾	Tilhørende gødskningsniveau, kg total N ¹⁾	N-respons på udbyttet ved andet gødskningsniveau
Vårsæd, e.afg	3280 + 0	112	1 kg plante ⁴⁾ N -> + 11,8 kg/ha
Vintersæd, e.afg.	3804 + 0	153	1 kg plante N -> + 11,8 kg/ha
Kløvergræs ²⁾	4275 FEs = 5545 FE	68	1 kg plante N -> + 4 FE/ha
Vedv. græs ²⁾	2128 FEs = 2800 FE	10	

1) Kvæggårde 1989-98.

2) Dette er niveauer i kvæg FE (foderenheder til kvæg) omregnet til FEs (foderenheder til svin) ved reduktion med 75%

3) Økologiske kvægudbytter fratrukket 15% pga. dårligere forfrugter i svine/plantesædskifter

4) = plantetilgængeligt

For vårbyg/ært til modenhed antages et udbytte på 2700 FEs ved 40 kg total N. Her antages kun halv effekt af gødskning, dvs. for 1 kg plantetilgængeligt N fås 5,9 FEs/ha.

Tabel 3.25 Gennemsnitligt totalt areal og udbytte (FEs) per afgrøde i scenario "Plante/svin"

	Ha i alt	Gns. udbytte
Kløvergræs, slæt	60,0	4.360
Kløvergræs, afgræsning	49,0	2.200
Vårbyg, modenhed	99,1	3.310 + 0
Vinterhvede, modenhed	71,6	4.110 + 0
Hestebønner	68,6	2.700
Byg/ært modenhed	102,9	2.890 + 0
Brak	16,2	0
Vedvarende græs	20,0	2.128
Gennemsnitligt udbytte	487,4	3.125

Der er ikke medregnet udbytter i efterafgrøder, da de ikke kan afgræsses, og det vurderes at være for dyrt med slæt. Udbytter på de enkelte bedrifter ses i appendiks A tabel 27.

3.4.6 Husdyrgødskning

Indholdet af kvælstof i den producerede husdyrgødning per dyr er beregnet i tabel 3.21. Fra søer og smågrise før fravænning ved 15 kg afsættes al den producerede gødning under afgræsning. I appendiks A tabel 22 ses gødning afsat under afgræsning for de enkelte bedrifter. Således

er kun husdyrgødning fra fravænnede smågrise og slagtesvin tilgængelig til spredning. Desuden må der ifølge de økologiske regler indkøbes 25% af Plantedirektoratets kvælstofnorm (1998/99) som konventionel husdyrgødning. I appendiks A tabel 23 ses beregningen af 25% kvælstofnormen (se også scenario "1997")². Summen af indkøbt gødning (100 kg N/DE) og produceret husdyrgødning må ikke overstige harmonikravet på 1,7 DE/ha. På bedrift 29 og 34 overstiger svineholdet 1,7 DE per ha, og den overskydende gødning eksporteres derfor til bedrift 11 og 14.

Ved fordeling af husdyrgødningen til afgrøder på de enkelte bedrifter antages det, at vedvarende græs, sædskiftekløvergræs til afgræsning og hestebønner ikke gødes. Desuden er det ikke tilladt at gøde året efter svineafgræsning, hvilket gælder for vinterhveden i svinesædskiftet. Vårbyg/ært får som minimum 40 kg N/ha, hvilket tidligere er antaget at resultere i 27 hkg per ha (Mogensen et al., 1998). Tre af svinebedrifterne (1, 29 og 34) vælger at sælge økologisk husdyrgødning til plantebedrifterne. De anvendte gødningsplaner ses i appendiks A tabel 24 og 25.

3.4.7 Produktion i scenario "Plante/svin"

Alt i alt kan der produceres 418.000 FEs grovfoder og 1.105.000 FEs kraftfoder, i alt 1.523000 FEs. Overskydende økologisk grovfoder antages at kunne ombyttes med økologisk korn. Der må således indkøbes 384.000 FE konventionelt (proteinrigt) kraftfoder, før foderbehovet er opfyldt.

3.5 Scenario "Selvforsyning" – omlægning af SFL-området, således at der er 100% selvforsyning med foder og gødning

Ligesom i de øvrige scenarier skal 25% af værkstedområdets areal omlægges i scenario "Selvforsyning", men her er det alle de bedrifter, der ligger i et SFL område, der omlægges.

Dette scenario adskiller sig fra de øvrige ved, at dyreholdet skal reduceres, så det passer til foderproduktionen inden for området, da det antages, at der ingen mulighed er for at supplere med indkøbt foder. Derfor er alt foderet hjemmeavlet og økologisk. Foderproduktionen kommer derfor til at adskille sig fra den, der er beskrevet i de øvrige scenarier. Ved større selvforsyning vil man sandsynligvis fodre med mere grovfoder, da grovfoder generelt har et højere forventet udbytte end f.eks. korn til modenhed (Mogensen et al., 1999). Samtidig må der forventes et lavere produktionsniveau. Endvidere skal området være selvforsynende med husdyrgødning, hvor det i de øvrige økologiske scenarier har været muligt at supplere med 25% af planternes behov indkøbt som konventionel husdyrgødning.

² Normen er 140 kg N for vedvarende græs, hhv. 114 og 207 kg N for kløvergræs til udegrise og slæt, 0 kg N til brak og hestebønner. Der kan tilføres 112+53 kg N til vårbyg med udlæg efter korn i plantesædskiftet og 77 kg N for vårbyg efter sædskiftekløvergræs i svinesædskiftet. I plantesædskiftet kan vinterhveden tilføres 110 kg N og 149 kg N i svinesædskiftet, dertil lægges 53 kg N i tillæg for udlægget. Endelig er antaget halv norm for byg til vårbyg/ært til modenhed og 33 kg N i tillæg for udlæg.

Modsat de øvrige scenarier er det i dette scenario ikke givet, at f.eks. en mælkebedrift omlægges til samme produktionsniveau. Det er valgt, at produktionen per ha skal være som fundet i Pesticidudvalgets økologi scenario for 100% økologi i Danmark, uden foderimport (Miljøstyrelsen, 1999).

På det samlede dyrkede areal i Danmark på 2.716.000 ha (1996) blev der i Pesticid-udvalgs-rapportens økologiscenario (Miljøstyrelsen, 1999) produceret:

- 4.690.000.000 kg EKM (1727 kg/ha)
- 531.000.000 kg svinekød (196 kg/ha)
- 737.800.000 kg korn til konsum (272 kg/ha)

Alt i alt omlægges der i scenario "Selvforsyning" 489,4 ha (SFL området).

Hvis der skal produceres samme mængde produkter per ha som i Pesticidudvalgets økologiscenario, skal der produceres:

- 133.000 kg korn til konsum
- 96.000 kg svinekød (64 søer med 18,7 slagtesvin à 80 kg slagtet (105 kg levende vægt) + 0,5 udsætterso/årsso à 80 kg slagtet (190 kg levende))
- 845.000 kg EKM mælk (ved 92% levering af en produktion på 6.085 kg EKM/ko -> 139 årskøer med 1,03 årsopdræt og 1,03 årsstud)

Alt i alt bliver resultatet 322 DE i SFL området efter omlægning eller 0,66 DE/ha

3.5.1 Dyrehold før og efter omlægning

Det samlede dyrehold i SFL området efter omlægning er givet af ovenstående. Ved fordeling af dyr på bedrifter efter omlægning udgør det nødvendige antal malkekøer efter omlægning 85% af det samlede antal konventionelle køer i SFL området (Tabel 3.26). Antallet af køer bliver således reduceret med 15% på de 4 malkekvægsbedrifter + 1 blandet bedrift med malkekvæg i området. Tilsvarende kommer det økologiske sohold til at udgøre 16% af det samlede konventionelle sohold i området. Det er valgt at reducere soholdet med 84% på de bedrifter, der har et konventionelt sohold. Undtagelserne er bedrifterne nr. 31 og 35, der i forvejen også har et økologisk kvæghold, og hvor søerne i stedet udgår efter omlægning. Bedrifterne skifter derfor stort set ikke type i forbindelse med omlægning, men husdyrtætheden reduceres betydeligt fra 1,38 DE/ha til 0,66 DE/ha efter omlægning.

Tabel 3.26 Bedrifter, der omlægges i scenario "Selvforsyning", deres jordtilliggende og antal dyr før og efter omlægning (i parentes er angivet antal dyr før omlægningen. De er kun nævnt, hvor dyreholdet er blevet ændret i forbindelse med omlægning) samt belægningsgrader før og efter omlægning

Bedrift	Ha i alt	Ved græs, ha	Antal årskoer	Antal års- opdræt	Antal årsstude	Antal amme- køer med opdræt (1 DE)	Antal hjør- te, geder får	Antal Årssøer (0,33 DE)	Antal prod. slagte-svin (0,033 DE)	DE i alt efter oml.	DE i alt før oml.	DE/ ha efter oml.	DE/ ha før oml.
Nr. og type efter omlæg- ning			(1,18 DE)	(0,34 DE)	(0,34 DE)								
1 svin	79,3	0					(125)	32 (200)	598(880)	30	111	0,38	1,40
2 blandede	49,2	14,2	13 (15)	13	14 (12)		(110)			25	47	0,50	0,96
3 mindre	9,8	1,0				(4)				0	4	0	0,40
4 svin	79,5	1,3						27 (170)	505(3600)	26	176	0,32	2,21
5 mælke	67,0	12,7	48 (57)	50 (59)	49 (0)					90	87	1,35	1,30
6 mælke	43,9	6,0	24 (28)	25 (29)	25 (14)				0 (540)	45	66	1,03	1,10
13 svin	14,4	0					1 (5)	19 (460)		1	17	0,07	1,18
14 plante	49,1	0								0	0	0	0
31 mælke	23,4	0,5	25 (29)	25 (30)	25		0 (12)	0 (180)		47	63	1,99	2,70
32 plante	6,8	0								0	0	0	0
34 svin	19,4	0					4 (28)	75 (740)		4	34	0,20	1,75
35 mælke	41,4	3,1	29 (35)	30 (36)	30 (22)		0 (4)	0 (216)		55	70	1,32	1,70
70 mindre	6,2	0					0 (2)	0 (40)		0	2	0	0,3
I alt	489,4	38,8	139 (164)	143	143		64 (421)	1197		323	677	0,66	1,38

3.5.2 Foderbehovet og korn til konsum er bestemmende for sædskiftet

Foderbehov per dyr fremgår af tabel 3.27 (Hermansen et al., 1999; Miljøstyrelsen, 1999) og per bedrift af appendiks A tabel 28.

Tabel 3.27 Foderbehov og gødningsproduktion opdelt på dyrearter

	Årsko	Årsopdræt ¹⁾	Årsstud ¹⁾	Årsso	Prod. 30 kgs gris	Prod. sl. svin
Foder, FE						
korn/ært/hestebønne	325	361	625	1283	24,5	204
græs	1713	647	607	150	0	0
græs ens.	1354	110	0	250	0	11
helsæd	483	415	410	0	0	0
roer	1650	55	0	0	0	0
halm	21	55	0	0	0	0
mælk	0	70	0	0	0	0
raps	0	0	0	68	6	11
FE i alt	5546	1713	1642	1751	30,5	226
kg N i foder	148,6	47,7	43,0	47,3	1,007	6,102
- N i mælk	- 32,9	-	-	-	-	-
- N i fost, tilv.	- (1,0+0,4)	- (5,9+0,4)	-6,1	-(1,5+7,1)	-0,390	-2,100
kg N ab dyr	114,3	41,4	36,9	38,7	0,617	4,002
kg N ab lager	99,4	35,4	31,5	38,7	0,411	2,913
% afgræsning	31	38	37	100	0	0
kg N på græs	30,7	13,4	13,7	38,7	0	0
kg N fra stald	68,7	22,0	19,9	0	0,411	2,913
Mælk produceret	6615 kg EKM					
Mælk leveret, 92%	6085 kg EKM					
	(5944 kg 3,53% _{prot} 4,15% _{fedt})					
Kød, kg levende vægt	0,41 udsætter a 561 kg	0,03 a 563 kg ²⁾	0,44 a 579 kg	0,5 a 160 kg	(5% døde)	105 kg
	230 kg	17 kg	255 kg	80 kg		

1) 1,03 årsstud og 1,03 årsopdræt/årsko = 2,06 årsopdræt til 27 mdr. = 0,92 levende opdræt/årsko = 1,0 fødte (8,4% døde)

2) 41% udskiftning, 0,44 kælvkvier klar, overskud på 0,03 kælvkvie sælges (her til slagtning)

3.5.3 Frisk kløvergræs til afgræsning og som grøngødsning

På de 38,8 ha vedvarende græs antages et udbytte på 1800 FE/ha (Miljøstyrelsen, 1999), hvilket giver i alt 69.840 FE græs, som bruges til afgræsning af stude. Af appendiks A tabel 29 fremgår hvor mange stude, der afgræsser hvilke arealer, samt afsætning af gødning. Afgræsning af sædskiftekløvergræs og efterafgrøde fremgår af appendiks A tabel 30.

Helsæd fra foderplanen i tabel 3.27 bliver ombyttet til kløvergræs for at øge andelen af kløvergræs i sædskiftet. Alligevel udgør kløvergræs kun 32% af sædskiftearealet. Der er taget følgende hensyn ved fordeling af kløvergræsarealer på bedrifter:

- køer og søer afgræsser på den bedrift, hvor de hører til
- stude afgræsser vedvarende græs
- opdræt og stude afgræsser udlægsmarker (300 FE/ha)
- fordeling af kløvergræsmarker til slæt sker således, at der på alle bedrifter er 30% kløvergræs i sædskiftet

3.5.4 Afgrødefordeling efter omlægning

Der er taget udgangspunkt i afgrødefordelingen fra Pesticidudvalgsrapporten fra økologiscenariet, hvor der er selvforsyning med foder (Miljøstyrelsen, 1999). I dette sædskifte er der ikke angivet kornsorter. I nærværende sædskifte er der udelukkende valgt vårbyg med efterafgrøde – især af hensyn til, at svinene sættes på nyt kløvergræs om foråret, hvorfor kløvergræsmarkerne, der afgræsses af svin, skal pløjes om om foråret. Sædskifter på de enkelte bedrifter fremgår af appendiks A tabel 31.

Tabel 3.28 Sædskifte i scenario "Selvforsyning"

Kløvergræs 90,1 ha	Kl. græs 43,0 ha	Vårkorn m.e. 90,1 ha	Vinterraps, roer, brak 48,3 ha	Vårbyg/ært m.u. 90,1
	Vårkorn m.e. 47,1 ha		Vårkorn m.e. 41,8	

m.u. = med udlæg af kløvergræs

m.e. = med efterafgrøde

Braklægning for de enkelte bedrifter ses af appendiks A tabel 32, udtagningsprocenten var 5% (1998).

3.5.5 Husdyrgødskning og forventet udbyttensniveau

Gødningsmængde afsat under afgræsning ses i appendiks A tabel 29 for vedvarende græs og appendiks A tabel 30 for sædskiftegræs og efterafgrøder. I tabel 3.27 er gødningsmængden produceret per dyr angivet. Mængden af husdyrgødning til fordeling fremgår af tabel 3.29, der er i gennemsnit 40 kg N per ha.

Tabel 3.29 Produktion af husdyrgødning til fordeling

Dyreart	Kg N ab lager per dyr på stald	Antal dyr
Årsko	68,7	139
Årsopdræt	22,0	143
Årsstud	19,9	143
Årsso	0	64
Fravænnede smågrise til 30 kgs+ slagtesvin	0,4105 + 2,913	1197 ¹⁾
I alt	19.519 kg N	883

1) à 750 g/d fra 15 til 105 kg

Fordeling af husdyrgødning til de forskellige afgrøder og forventet udbyttensniveau fremgår af tabel 3.30.

Tabel 3.30 Gennemsnitlige udbytter (FE) per afgrøde, gødningstildeling og afgrødefordeling

	Udbytte, FE/ha	kg N/ ha	Ha i alt	% af sædsk.
Vedvarende græs	1.800	0	38,8	-
Kløvergræs, sædskifte	5.200 ²⁾	0	144,5	32,0
Korn m.e. , modenhed	2711 kg kerne + 300 FE i udl.	55	161,1	35,8
Raps	2.300	200	10,8	2,4
Foderroer	9.700	200	23,0	5,1
Byg/ært m.u.	2400 kg kerne + 300 FE i udl.	40	96,7	21,5
Brak	0	0	14,5	3,2
I alt	3.676	19.489	489,4	

1) Udgangspunktet er et udbytte på 3.400 FE ved 100 kg N, heraf 300 FE i efterafgrøde (Pesticid rapport)– respons på 11,8 kg kerne per kg plante tilgængeligt N (værdital 60). Derudover 22,5 hkg halm per ha = 500 FE

2) Afgræsset af søer dog kun 2.190 FEs/ha, da 150 FEs/so og 11,8 søer græsser/ha samt 425 FEs/ha i slæt

3.5.7 Produktion i scenario "Selvforsyning"

Tabel 3.31 Totale foderproduktion sammenlignet med foderbehov

FE	Korn	Græs	Helsæd	Roer	Halm	Raps	I alt
Foderbehov	541.800	660.132	185.112	237.215	10.784	24.701	1.659.744
Produktion	577.742	800.476	102.464	223.100	10.784	24.840	1.739.406
Overskud til salg	35.942	57.696		-14.115	0 ¹⁾	139	
Til salg efter korrektio n ²⁾	79.662 ³⁾						
FE korn							

1) Der skal bruges 10.784 FE halm til foder, derudover er der 53.000 FE = 240 t, som bruges til strøelse

2) Hvor foderproduktionen er større end behovet, sælges de overskydende FE, her antages alt overskydende foder at være korn

3) Som udgangspunkt var der planlagt 133.000 kg korn til konsum!

Tabel 3.32 Mælk og kød til salg fra økologiscenariet "Selvforsynig"

	I alt	
Mælk, kg EKM (leveret)	845.815	(139 køer a 6085 kg)
Okse kød, kg levende vægt		
* udsætterkøer	31.970	(139*41% a 561 kg)
* overskudskvier	2.431	(143*3% a 563 kg)
* stude	36.465	(143*44% a 579 kg)
		70.866 kg
Svinekød, kg levende vægt		
* udsættersøer	5.120	(64*50% a 160 kg)
* slagtesvin	122.325	(1197-64*505 polte a 105 kg)
		127.445 kg

3.6 Sammenfatning af forudsætninger for de økologiske scenarier

Scenario "Mælk":

- Mælkeproducenterne lægger om
- De opfylder fortsat mælkeknoten efter omlægning
- Husdyrtætheden er 1,9 DE/ha på kvægbedrifterne, 0,3 DE/ha på samarbejdsbedrifterne og alt i alt 1,47 DE/ha i gennemsnit på de omlagte bedrifter
- Husdyrtætheden i scenariet er højere end de 1,3 DE/ha, der er fundet på 20 økologiske kvægdemonstrationsbrug, 1989 til 1998 (Mogensen et al., 1999).
- Den høje husdyrtæthed i scenariet afspejler sig i afgrødefordeling: der er kun 10% korn til modenhed, når grovfoderbehovet skal dækkes
- På øko-demo brugene var der derimod 27% korn til modenhed
- Kløvergræsandelen i sædskiftet er 67%
- I scenariet blev det gennemsnitlige udbytte på totalarealet inklusive vedvarende græs på 4.821 FE/ha
- Udbyttelniveauet stemmer meget godt overens med de 4732 FE/ha på øko-demo bedrifterne (Mogensen et al., 1999)
- I scenariet blev selvforsyningsgraden 65,5%, og 34,5% af fodret måtte indkøbes
- På øko-demo bedrifterne var selvforsyningen højere (83%), hvilket igen skyldes den lavere husdyrtæthed.
- I scenariet blev der kun solgt animalske produkter (mælk og kød)

Scenario "1997":

- Der lægges om som i 1997
- Ligner scenario "Mælk" en del, da det hovedsagelig er mælkeproducenter, der lægger om.
- 5 af de 9 malkekvægsbedrifter fra scenario "Mælk" går igen i scenario "1997"
- En mindre bedrift skifter bedriftstype ved omlægningen og bliver til en svinebedrift
- Husdyrtætheden falder fra 1,10 til 1,03 DE/ha efter omlægning

- Der importeres konventionel husdyrgødning svarende til 110 DE à 100 kg N til de 2 plantebedrifter, de 2 mindre og den blandede bedrift
- Afgrødefordelingen på kvægbedrifterne er som i scenario "Mælk", mens det på plantebedrifter, svine, mindre og blandede bedrifter indeholder mere korn
- Kløvergræsandelen er 49%
- Korn, ærter og hestebønner til modenhed udgør 35%
- Det gennemsnitlige udbytte falder 12% i forhold til scenario "Mælk" til 4257 FE/ha
- Mælkeproduktionen udgør 59,2% af produktionen i scenario "Mælk"
- Kødproduktionen målt i kg levende vægt udgør 83% af produktionen i scenario "Mælk"
- Til gengæld er der en højere selvforsyningsgrad på 82%

Scenario "Plante/svin":

- Det er udelukkende plante-/svinebedrifter, der lægger om
- Svineproduktionen opretholdes i forbindelse med omlægningen
- Husdyrtætheden er henholdsvis 0,6 DE/ha både før og efter omlægning, hvilket svarer til en halvering i forhold til scenario "Mælk" og "1997"
- Der indkøbes konventionel husdyrgødning efter 25% reglen svarende til 0,44 DE/ha
- Sædskiftet indeholder kun 23% kløvergræs
- I svineproduktionen er der begrænsede muligheder for at udnytte grovfoder: Søerne skal have et græsareal ved hytterne, og derudover kan de kun omsætte begrænsede mængder grovfoder
- Noget af kløvergræsset i sædskiftet bidrager kun som grøngødskning
- Udbytterne antages at være 15% lavere i svine- og plantesædskifter sammenlignet med kvægsædskifter
- Det gennemsnitlige udbytte er 3.125 FEs/ha, hvilket svarer til 73% af udbyttet i scenario "1997" og 65% udbyttet i "Mælk"
- Der er en større andel korn i sædskiftet med et forventet forholdsvis lavere udbytte
- Kløvergræs, der afgræsses af søer, giver et udbytte på kun 2195 FEs/ha, hvorimod kløvergræs i kvægsædskiftet giver et højt udbytte
- Der produceres 2,05 gange mere kød end i scenario "Mælk"
- Der produceres ingen mælk eller korn til salg
- Selvforsyningsgraden er 80%, og der må indkøbes 20% af foderbehovet.

Scenario "Selvforsyning":

- Alle bedrifter i et sammenhængende SFL-område lægger om
- De lægges om som defineret i Bichelrapporten med 100% omlægning af hele Danmark (Miljøstyrelsen, 1999)
- Der er selvforsyning med foder og gødning
- Der sker en halvering i husdyrtætheden ved omlægningen fra 1,38 DE til 0,66 DE/ha
- Udbytteneiveauet er 3.709 FE/ha, hvilket er højere end i scenario "Plante/svin"
- Dette skyldes bl.a. en højere kløvergræsandel på 32%

- Mælkeproduktionen udgør henholdsvis 28% og 48% af produktionen i scenario "Mælk" og "1997"
- Kødproduktionen er højere end i scenario "Mælk" og "1997" (hhv. 122 og 147%)
- Endvidere produceres der 80 tons korn til konsum.

Se endvidere appendiks A's tabeller med sammenfatning af flere af forudsætningerne for de økologiske scenarier

3.7 Referencer

- Andersen, H.A. 1991. Studeproduktion – et alternativ. Bilag til årsmøde ved Statens Husdyrbrugsforsøg, Afd. for Kvæg og Får. 8-15.
- Hermansen, J. Larsen, V.A., Mogensen, L., Kristensen, T. 1999. Foderforbrug, produktion og produktionsforhold i økologiske husdyrbrugssystemer. Delrapport A 1.4. Økologiske scenarier for Danmark under Bichel-udvalget.
- Kristensen, T. 1997. Effektivitet og intensitet i malkekvægbesætningen - produktion, N-overskud og økonomi. I: Driftledelse, foderforsyning og kvælstofudnyttelse i fremtidens landbrug. Intern Rapport nr. 91. Statens Husdyrbrugsforsøg. Foulum
- Kristensen, T (ed). 1998. Studier i økologiske jordbrugssystemer. DJF rapport nr. 1 * Husdyr. Danmarks JordbrugsForskning. 178 pp.
- Kristensen, I.S. & Halberg, N. 1995. Markens nettoudbytte, næringsstofforsyning og afgrødetilstand på økologiske og konventionelle kvægbrug. I: Kristensen, E.S. (red.). Økologisk landbrug med udgangspunkt i kvægbedriften. Intern rapport nr. 42. Statens Husdyrbrugsforsøg. 33-52.
- Kristensen, T. & Kristensen, E.S. 1995. Malkekøernes foderforsyning og produktion samt bedriftens økonomi. I: Kristensen, E.S. (red.). Økologisk landbrug med udgangspunkt i kvægbedriften. Intern rapport nr. 42. Statens Husdyrbrugsforsøg. 81-98.
- Langer, V. 1997. Farm level changes with conversion to organic farming in a region of intensive agriculture. American Journal of Agriculture. (submitted).
- Langer, V. 2002. Changes in farm structure following conversion to organic farming in Denmark. American Journal of Alternative Agriculture (In press).
- Miljøstyrelsen. 1999. Økologiske scenarier for Danmark. Rapport fra den tværfaglige gruppe i pesticidudvalget. Sekretariatet for Pesticidudvalget.
- Mogensen, L., Kristensen, T., Kristensen, I.S. 1998. Appendiks - Svinemodeller. I: (Folkmann, P., S., Poulsen, B.) Produktionsmuligheder og økonomi på økologiske jordbrugsbedrifter – en model analyse. Rapport nr. 100. Statens Jordbrugs- og Fiskeriøkonomiske Institut. p. 173-182.

- Mogensen, L., Kristensen, T., Kristensen, I.S. 1999. Økologisk kvægproduktion. Teknisk-økonomisk gårdresultater 1997-98. Typetal for økologisk mælkeproduktion. DJF rapport nr. 10. Husdyr. 138 pp.
- Nielsen, A.L. 1995. Planteproduktion på tre økologiske kvægbedrifter. SP rapport nr. 17. Statens Planteavlsforsøg, Foulum. 93 pp.
- Plantedirektoratet, 1999. Vejledning om økologisk jordbrugsproduktion. Plantedirektoratet, Lyngby, 26s.
- Plantedirektoratet, 1997/98. Vejledning og skemaer,- mark- og gødningsplan, -gødningsregnskab, -grønne marker 1998/99. Plantedirektoratet, Lyngby, 38s.
- Plantedirektoratet, 1998/99. Vejledning og skemaer,- mark- og gødningsplan, -gødningsregnskab, -grønne marker 1998/99. Plantedirektoratet, Lyngby, 38s.
- Poulsen, H.D. & Kristensen, V.F. (ed.) 1997. Normtal for husdyrgødning. En revurdering af danske normtal for husdyrgødningens indhold af kvælstof, fosfor og kalium. Beretning nr. 736, Danmarks Jordbrugsforskning. 165s
- Tersbøl, M. & Kristensen, I.S. 1997. Afgrødeproduktion og økonomi i relation til sædskifte og gødningsforsyning. I. E. S. Kristensen (red). Økologisk planteproduktion. SP rapport Nr. 15 - 1997:11-35.

4 Kvælstoftab ved omlægning til økologisk jordbrug

Tove Heidmann, Christen Børgesen, Lisbeth Mogensen, Tommy Dalgaard og Flemming Nielsen

4.1 Valg af kvælstofudvaskning som miljøindikator

I de seneste år har der været fokuseret meget på landbrugets udledning af kvælstof til vandmiljøet, og der er fremsat en række forskellige tiltag vedrørende sædskifte og gødningsanvendelse, som er samlet i vandmiljøhandlingsplanerne I og II. I forbindelse med vandmiljøhandlingsplanerne er den dynamiske simuleringsmodel DAISY (Hansen et al., 1990) blevet anvendt til at beregne effekten af forskellige tiltag på N-udvaskningen (Børgesen et al., 1997; Børgesen & Heidmann, 2002).

Økologisk jordbrug betragtes i Vandmiljøplan II (Iversen et al., 1998) som et middel til at forbedre miljøet, idet N-udvaskningen forventes at blive nedsat, når landbrugsdriften ændres fra konventionel til økologisk. Der mangler dog N-udvaskningsmodeller, der er udviklet og kalibreret til økologiske forhold - især til håndtering af afgræsningsmarker og N-fikserende afgrøder, der hyppigt indgår i økologiske sædskifter. Selvom der i de senere år er igangsat en række forsøg inden for området bl.a. med formålet at skaffe datasæt, der kan anvendes til udvikling af nye modeller og kalibrering og videreudvikling af eksisterende modeller, er der kun få målinger af N-udvaskning fra økologiske marker. Hidtil har det derfor været nødvendigt at anvende modeller, der er udviklet under konventionelle forhold og foretage forskellige tilpasninger/korrektioner især i forbindelse med kløvergræsmarker. Simmelsgaards model nr. II (Simmelsgaard, 1998) med forskellige tilpasninger er således tidligere blevet anvendt i forbindelse med økologisk jordbrug (Kristensen & Olesen, 1998).

I denne rapport anvendes både Simmelsgaards model nr. II og et modelsystem, SKEP, der bygger på en række grundlæggende DAISY-modelberegninger (Børgesen & Heidmann, 2002; Hansen et al., 1990). Ingen af disse to modeller er udviklet/valideret på grundlag af data fra økologiske marker, så de absolutte udvaskningsmængder bør betragtes med stor forsigtighed. Anvendelse af modeller giver dog mulighed for en sammenligning og vurdering af forskellige scenarier. Det undersøges, om begge modeller giver samme tendenser ved forskellige typer scenarier for en omlægning til økologisk drift. Endvidere sammenholdes modelresultaterne med markbalancer beregnet ud fra tilført og fjernet kvælstof til marken, idet balancerne kan betragtes som et udtryk for potentialet for en N-udvaskning. Denne metode blev anvendt af Eriksen et al. (1995) i forbindelse med udarbejdelsen af Aktionsplan I for økologisk jordbrug.

N-tabet fra markerne beregnes før og efter en omlægning ifølge de fire forskellige økologiske scenarier, idet en formindskelse af N-tabet kan indgå som et mål for, om der er sket en miljømæssig forbedring ved en omlægning til økologisk jordbrug.

4.2 Metode til beregning af N-udvaskning

Som udtryk for kvælstoftabet er der anvendt N-udvaskning beregnet med henholdsvis en dynamisk model (SKEP), en empirisk model (Simmelsgaard II) og N-overskud beregnet ved hjælp af en balanceberegning på markniveau. Ved at anvende flere mål for N-tabet kan vurderingen af miljøeffekten ske på et mere sikkert grundlag. De to forskellige modeltyper har forskellige styrker og svagheder, som det fremgår af tabel 4.1.

Tabel 4.1 Oversigt over karakteristika ved de to anvendte modeller

Model	SKEP	Simmelsgaard II
Modeltype	Procesbaseret	Empirisk
Input	Klima Jordtype Sædskifte N tilført med husdyrgødning på markniveau N tilført med handelsgødning til sædskiftet	Afstrømning fra rodzonen Jordtype Sædskifte N- tilført (total handels- og husdyrgødning) til sædskiftet
Output	N-udvaskning på markniveau N-udvaskning fra sædskiftet Vandbalance på markniveau N-balance på markniveau Tørstofproduktion på markniveau	N-udvaskning fra sædskiftet
Grundlag for modellen	Bygger på grundlæggende beregninger med DAISY-modellen for kombinationer af klima, jordtype, sædskifter og gødskningspraksis	Bygger på statistiske analyser af målte data fra dræn- og jordvandsundersøgelser
Vigtigste styrker	Enkel at anvende Mulighed for kontrol af resultater ud fra balancer Udbytter beregnes, og modellen korregerer udbytter i økologisk produktion til et lavere niveau end konventionel	Enkel at anvende Overskuelig
Vigtigste svagheder	Begrænset antal kombinationer af klima, jordtype, sædskifte og gødskning Problemer med håndtering af kløvergræs og afgræsning	Begrænset gyldighedsområde Udbytter indgår ikke Bygger på datasæt fra konventionel landbrugspraksis Problemer med håndtering af kløvergræs og afgræsning

4.2.1 SKEP

Programmet SKEP (Sædskiye-Kvælstofbalance-Estimerings-Programmet) er et analyseværktøj, der estimerer effekten af gødsningspraksis, jordtyper, klima og afgrødesammensætning på kvælstofbalance og tørstofudbytte (Børgesen & Heidmann, 2002). Kvælstofbalancer beregnes på både mark- og sædskifteniveau. I beregningen af udbytte og kvælstofbalance anvendes grundlæggende beregninger gennemført med DAISY-modellen (Hansen et al., 1990; Hansen et al., 1991), som er blevet testet i en række nationale og internationale sammenhænge med godt resultat (Diekrüger et al., 1995; Jensen et al., 1994; Smith et al., 1998) og som desuden tidligere er blevet anvendt til konsekvensberegninger på landsniveau (Børgesen et al., 1997).

De grundlæggende modelberegninger i SKEP dækker en række standardkombinationer af klima, jordtyper og sædskifter. Afgrødens N-behov beregnes ud fra kvælstofnormerne (Plantedirektoratet, 1997-98). For hver standardkombination gennemføres modelberegninger ved 5 gødningsniveauer, hvor henholdsvis 0, 25, 50, 75 og 100 procent af afgrødens normsatte N-behov dækkes af N fra husdyrgødningen, mens resten dækkes af handelsgødning. Der gennemføres modelberegninger ved 7 total-gødningsniveauer, hvor henholdsvis 50, 70, 90, 100, 130 og 150 procent af afgrødens samlede N-behov dækkes. Følgende afgrøder kan indgå i modelsystemet: vinterhvede, vårbyg, ært, vinterraps, roer, kartofler, byg/ært helsæd, vårbyg med udlæg, slætgræs (rajgræs og kløvergræs), afgræsningsgræs (rajgræs og kløvergræs) og vedvarende græs. Der er indbygget forskellige kvægbrugssædskifter og svinesædskifter i modellen (Tabel 4.1 og 2 i Appendix B), hvor de første tre år i sædskiftet er dyrkningshistorie med konstant N-gødsning, mens N-gødsningen gradueres det fjerde år (aktuelt år). Resultaterne i det fjerde år i sædskiftet anvendes i resultatopgørelsen. Der er mulighed for at anvende en simplificeret form for blandingsafgrøder i SKEP. Det drejer sig om byg/ært og kløvergræs. Blandingsafgrøderne simuleres med udgangspunkt i eksempelvis vårbyg og ært hver for sig, hvorefter resultaterne vægtes forholdsmæssigt. Der er mulighed for at angive hvor stor en procent (f. eks. 30%) af afgrødens bladareal, der er ært eller kløver, hvorved simuleringen med ært vægtes med 30% ært og 70 % vårbyg. På tilsvarende måde håndteres blandinger af græs og kløver. N-fiksering i kløvergræs og ært i byg/ært helsæd beregnes ud fra en angivet kløver/ærte procent (Kristensen, 1999).

Der er i SKEP-modelberegningerne mulighed for at reducere udbyttet som følge af udbyttebegrænsende faktorer som ukrudt, sygdomme og skadedyr. Udbyttereduktionen beregnes ved at antage, at en del af marken består af en rajgræs – dog høstes rajgræsset ikke. Rajgræsandelen gødes og jordbehandles som hovedafgrøden, og plantematerialet føres tilbage til jorden i forbindelse med jordbehandling om efteråret på samme måde som rod og afgrøderester fra hovedafgrøden.

Resultaterne fra SKEP-programmet beregnes ved lineær interpolation ud fra resultater fra de fire kombinationer af husdyrgødning og handelsgødning for en given afgrøde, der ligger tættest på den anvendte gødningspraksis. Der skelnes kun mellem husdyrgødningstyperne svine- og kvæggylle. SKEP-programmet bruger jordtypen som input angivet ved JB nr., og følgende jordtyper indgår: 1, 3, 4 og 6. Der er mulighed for at anvende forskellige jordtyper på samme mark, hvis marken har områder med forskellige jordtyper, eller hvis man vil anvende en blanding af to jordtyper.

4.2.2 Simmelsgaards model

Simmelsgaards model (Simmelsgaard, 1998) er en empirisk model, der tidligere er blevet anvendt til beregning af konsekvenser af en omlægning til økologisk jordbrug (Kristensen & Olesen, 1998). Modellen er udviklet på baggrund af statistiske analyser af data fra drænvands- og jordvandsundersøgelser fra hovedsageligt konventionelle landbrug. Modellen beskriver N-udvaskningen på sædskifteniveau ud fra perkolation, jordtype (ler %), afgrødefølge/følge og den gennemsnitlige N-tilførsel over en årrække. N-udvaskningen (Y) beregnes på følgende måde:

$$Y = \exp(1.136 - 0.0628 \times \text{ler} + 0.00565 \times N + \text{afgrødefølge}) \times P^{0.416},$$

hvor ler er lerindholdet i procent i 0-25 cm's dybde, N er den gennemsnitlige N-tildeling ($N_{\text{husdyrgødning}} + N_{\text{mineralsk gødning}} + N_{\text{fiksering}}$) til sædskiftet i kg N/ha/år, P er perkolationen i mm/år og parameterestimatet for afgrødefølge (hovedafgrøde + efterafgrøde) ses i tabel 4.2. Afgrødefølgen i sædskiftet har stor betydning for den beregnede N-udvaskning, idet potentialet for udvaskning stiger med en stigning i afgrødeparameter. N-fiksering er i denne analyse medtaget i bestemmelsen af N, selv om den ikke indgik ved udviklingen af modellen. Det skyldes, at den udgør en betydelig andel af den totale N-tildeling i økologisk jordbrug i forhold til konventionelt jordbrug. Dette skete også ved en tidligere brug af modellen i forbindelse med økologisk jordbrug (Hansen & Kristensen, 1998). Beregningen af N-udvaskningen med Simmelsgaards model er indbygget i SKEP-programmet, så man både får adgang til resultater med grundlag i DAISY-beregninger og fra Simmelsgaards model i samme kørsel. Perkolationen er beregnet ved hjælp af SKEP under de aktuelle klimaforhold.

Tabel 4.2 Parameterestimer for afgrødefølge anvendt i Simmelsgaards model

Hovedafgrøde	Efterafgrøde	Afgrødefølge
Græs	Græs	-1,008
Byg	Græs	-0,672
Græs	Vinterkorn	-0,240
Roer	Sort jord	-0,181
Korn	Vinterkorn	0,000
Korn	Fangafgrøde	-0,001
Raps eller ærter	Vinterkorn	0,440
Korn	Sort jord	0,406
Korn	Efterårsgødning	0,527

N-tildelingen i Simmelsgaards model bør betragtes som den gennemsnitlige N-tildeling over en årrække, da den statistiske sammenhæng er udviklet på basis af dette. Da man ikke kender N-tilførslen flere år tilbage i tiden, blev der her anvendt et gennemsnit af N-tildelingerne til de forskellige afgrøder/marken, der indgik i sædskiftet det aktuelle år. Hvis en bedrift eksempelvis har 10 marker, beregnes N-tildelingen som gennemsnittet af de 10 markers N-tildelinger. Sim-

melsgaards model anvendes derfor kun til beregning af N-udvaskningen på bedrifts- (eller rettere sædskifte-) niveau.

Den empiriske model beskrev 54% af den totale variation (R^2) i N-udvaskningen i datamaterialet fra de forsøg, der ligger til grund for modellen (Simmelsgaard, 1998). Det blev vurderet, at den resterende variation kunne skyldes måleusikkerhed af N-udvaskningen, jordbundsvariation, forhistorie, udbyttevariation samt tidspunkter for og intensitet af jordbearbejdning m.m., som ikke er indbygget i modellen. Hansen og Kristensen (1998) nævner, at der kan opstå nogen usikkerhed ved beregningen af N-udvaskningen fra kløvergræsmarker med modellen, idet der kan være risiko for en underestimering af N-udvaskningen fra flerårige græsmarker og græsmarker, der anvendes til afgræsning. Især kan der opstå problemer med søer på græs.

4.2.3 N-balance på markniveau

N-balancen på markniveau blev beregnet som netto tilført N, som beskrevet i Hansen & Kristensen (1998). Netto tilført N er defineret som tilført husdyrgødning + tilført handelsgødning + N-fiksering + atmosfærisk deposition – N i høstede afgrøder. Netto tilført N er et udtryk for kvælstofoverskuddet på markerne og består af summen af N-udvaskningen, ammoniakfordampningen, denitrifikationen og ændringen af jordens organiske stofpulje. Tilført N i husdyr- og handelsgødning kendes fra gødningsplanerne, mens atmosfærisk deposition og N i høstede udbytter blev beregnet med SKEP-modellen. Da SKEP-modellen beregner lave N-fikseringsværdier, er der korrigeret for dette ved at anvende en metode beskrevet i Kristensen (1999) (se Appendiks B, 4). Hansen & Kristensen (1998) nævner, at forskelle i nettotilførsel af kvælstof kan anvendes til at vurdere relative forskelle i potentialet for N-udvaskning mellem økologiske og konventionelle bedriftstyper, hvis man forudsætter, at ændringen i jordens pulje af organisk stof og størrelsen af ammoniakfordampningen og denitrifikationen er omtrent ens for de to landbrugssystemer. Da der anvendes udbytter fra SKEP-modellen i beregningen af fjernet N, er beregningsmetoden ikke helt uafhængig af denne models resultater. Der vil forventes en bedre overensstemmelse mellem netto tilført N og N-udvaskningen beregnet med SKEP-modellen end med N-udvaskningen fra Simmelsgaards model, hvor beregning af udbytter ikke indgår. N-balancen på bedriftsniveau findes som et arealmæssigt vægtet gennemsnit af N-balancerne på bedriftens marker.

4.2.4 Model input og output

Som input for modelberegninger af N-udvaskning for de konventionelle bedrifter i værkstedsområdet anvendes jordtype (JB nr.), ler %, markstørrelse, afgrødetype og gødningsmængde fra gødningsplaner fra 1998, mens forudsætningerne for de økologiske modelbedrifter er beskrevet i kapitel 3. Der indgår beregninger med meteorologiske data fra Ødum i Østjylland, Tylstrup i Nordjylland, Borris i Vestjylland, Årslev på Fyn og Roskilde på Sjælland fra 1996/97 og 1997-98. Output fra modellerne er N-udvaskning, der hovedsagelig angives som gennemsnit for de 10 forskellige vejrforhold. Output fra SKEP-modellen er N-udvaskning på mark- og bedrifts-/sædskifteniveau, mens N-udvaskningen fra Simmelsgaards model kun er på bedrifts-/sædskifte-

niveau. SKEP-modellen giver som output ud over N-udvaskning også resten af N-balancen (N-primær og sekundære udbytter, N-fiksering, ammoniakfordampning, deposition mv.).

4.2.5 Tilpasninger til aktuelle forhold i værkstedsområdet

Der er foretaget forskellige korrektioner for husdyrgødningstilførsel og N-fiksering, og der er foretaget en kalibrering af SKEP efter udbyttensniveau (Appendiks B, 2-4). Det "bedste bud" på N-udvaskningen er et modelresultat, der er korrigeret for disse tre faktorer.

Der er i Afdeling for Jordbundssystemer, DJF udført en jordbundskarakterisering af værkstedsområdet, hvilket giver mulighed for at sammenligne jordtyper fra gødningsplanen med de målte og undersøge, hvad denne forskel betyder for den beregnede N-udvaskning (Appendiks B, 6). Desuden er effekten af vejrforhold (Appendiks B, 5) og modeltype (Appendiks B, 7) på udvaskningsmålene diskuteret.

4.3 Resultater og diskussion

I det følgende beskrives resultater fra værkstedsområdet, der omlægges til økologisk jordbrug i fire forskellige scenarier. Der vises både resultater af N-udvaskningen separat for de bedrifter, der omlægges og for værkstedsområdet som helhed.

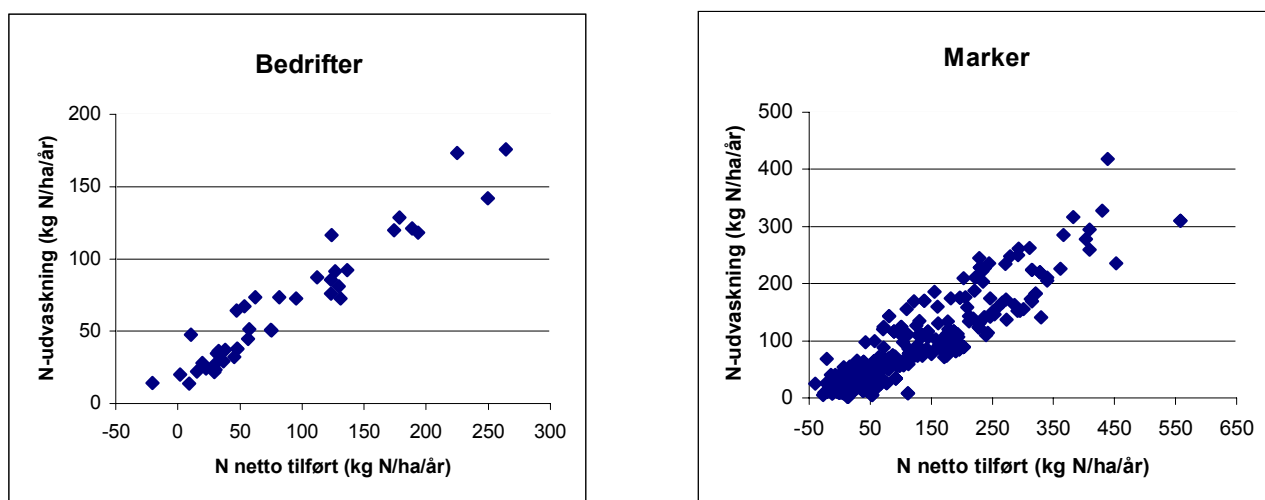
4.3.1 N-udvaskning fra værkstedsområdets konventionelle bedrifter

Ser man på de forskellige bedriftstyper omtalt i kapitel 2, er den gennemsnitlige N-udvaskning fra markerne på malkekvægsbedrifterne størst (Tabel 4.2), og N-udvaskningen fra markerne fra de blandede bedrifter næststørst, hvilket stemmer overens med, at disse bedrifter anvender mest gødning. N-balancen på markniveau vist som N netto tilført er også størst for disse to bedriftstyper. Den gennemsnitlige N-udvaskning og N-nettotilførsel fra henholdsvis planteavlsbedrifter og mindre bedrifter var mindst og omtrent ens. Den totale tilførsel af gødning til markerne var også mindst for disse to bedriftstyper (ca. 140 kg N/ha/år). Især blev der tilført mindre husdyrgødning. To planteavlsbedrifter havde en N-udvaskning på over 60 kg N/ha/år, men de havde begge et samarbejde med en malkekvægsbedrift. Niveauet for svinebedrifterne lå derimellem både hvad angår N-udvaskning og nettotilførsel af N til markerne. Svinebedrifterne havde det mindste forbrug af handelsgødning.

Tabel 4.3 Gennemsnitlig N-udvaskning og nettotilførsel af N pr. år fra de forskellige konventionelle bedriftstyper. Korrigeret for N-fiksering. Gennemsnit for 2 års vejrforhold målt på 5 forskellige lokaliteter

Bedriftstype	An- tal	Gns. udv. SKEP (kg N/ha/år)	Gns. N-udvaskn. Simmelsgaard (kg N/ha/år)	N netto tilført (kg N/ha/år)
Malkekvægsbedrifter	9	136	103	186
Svinebedrifter	11	58	52	78
Planteavlsbedrifter	10	39	40	34
Blandede bedrifter	5	100	80	118
Mindre bedrifter	6	44	48	38

De to modeller giver samme rækkefølge i udvaskningens størrelse afhængig af bedriftstype (Tabel 4.3). N-udvaskningen på blandede og malkekvægsbedrifter beregnes lidt lavere med Simmelsgaards model i forhold til SKEP, mens udvaskningen fra de tre øvrige bedriftstyper stort set var ens. Rækkefølgen i størrelsen af nettotilførsler af N efter bedriftstype fulgte rækkefølgen i N-udvaskningens størrelse.

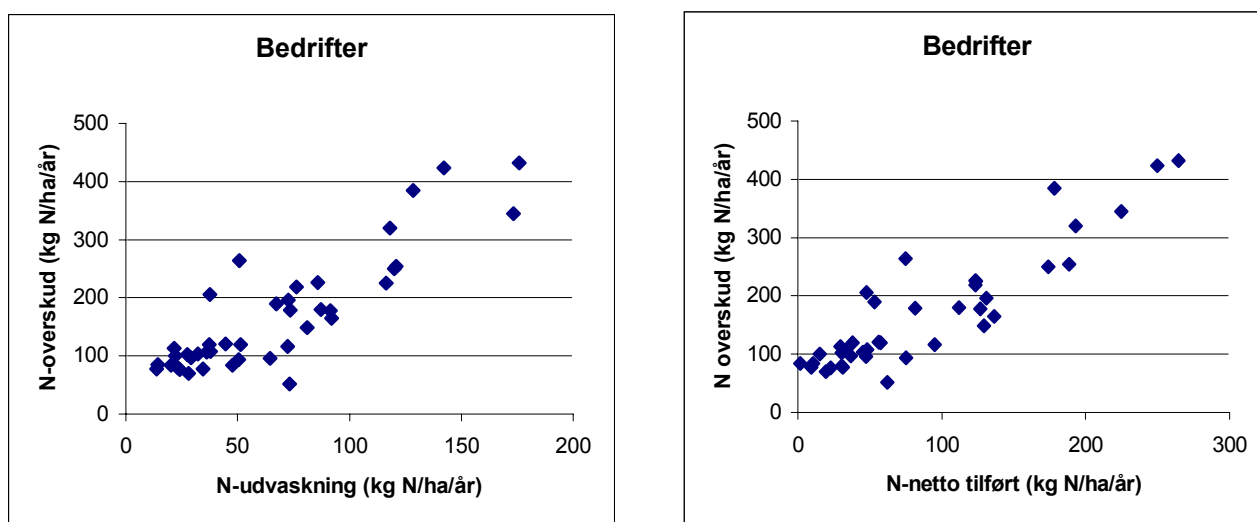


Figur 4.1 Sammenhæng mellem N netto tilført og N-udvaskning på mark- og bedrifts-/sædskifteniveau beregnet med SKEP for de konventionelle bedrifter. De meteorologiske data er fra Ødum 1997/98

Der er en god sammenhæng mellem simuleret N-udvaskning og N netto tilført både på bedrifts- (sædskifte-) og markniveau for de konventionelle bedrifter og marker (Figur 4.1). De to beregningsmetoder er dog ikke helt uafhængige, idet de simulerede N-udbytter indgår i beregningen af N netto tilført, da der ikke findes målinger af N-udbytter. En anden mulighed kunne

være at anvende standardudbytter. Gennemsnittet for bedrifterne er beregnet ud fra N-udvaskningen på markniveau og arealet af den enkelte bedrifts marker.

I Kapitel 2 blev N-overskuddet beregnet ud fra et kvælstofregnskab (handelsbalancer) på bedriftsniveau. N-overskuddet beregnes som forskellen mellem den mængde N, der tilføres, og den mængde kvælstof, der sælges fra bedriften. N-overskuddet fra kvælstofregnskabet er i modsætning til N netto tilført beregnet uafhængigt af modelresultater. Der blev fundet en forholdsvis god sammenhæng mellem N-overskuddet og henholdsvis N-udvaskningen fra bedriftenes marker og N-netto tilført til bedriftenes marker (Figur 4.2).



Figur 4.2 Sammenhæng mellem N-overskud på bedriftsniveau (handelsbalance) og henholdsvis N-udvaskning fra bedriftenes marker og N-netto tilførsel til bedriftenes marker. N-udvaskningen er beregnet med SKEP

Fordeling på jordtyper

Værkstedsoområdet har 23 bedrifter med ca. 1100 ha overvejende (arealmæssigt) sandjord, mens 18 bedrifter med ca. 850 ha overvejende lerjord. Udvasningen som gennemsnit for de 10 forskellige vejrforhold var henholdsvis 95 kg N/ha/år (SKEP) og 79 kg N/ha/år (Simmelsgaards model) fra bedrifterne på sandjordene og henholdsvis 63 kg N/ha/år (SKEP) og 52 kg N/ha/år (Simmelsgaards model) på lerjordene. Der var en overvægt af svinebedrifter på lerjordene (7 stk. med ca. 500 ha i alt) og planteavlsbedrifter på sandjordene (6 stk. med ca. 400 ha i alt). Netto-tilførslen af N var større til bedrifterne på sandjordene (92 kg N/ha/år) end til lerjordene (84 kg N/ha/år).

4.3.2 Ændring i N-udvaskning i fire scenarier på bedriftstyper, der omlægges til økologisk jordbrug

Scenario "Mælk"

I scenario "Mælk" er det fortrinsvis malkekvægsbedrifter, der omlægges, og de har alle en forholdsvis høj belægningsgrad (2,0 DE/ha). Efter omlægningen fås en gennemsnitlig belægningsgrad på 1,47 DE bestående af henholdsvis 1,9 DE/ha på malkekvægsbedrifterne og 0,3 DE/ha på samarbejdsbedrifterne. SKEP estimerer N-udvaskningen efter omlægningen til gennemsnitligt 93 kg N/ha/år, mens Simmelsgaards model estimerer N-udvaskningen til 36 kg N/ha/år (Tabel 4.4). Til sammenligning målte Askegaard & Eriksen (1997) i et økologisk kvægbrugssædskifte med to niveauer af kvæggødning på 0,9 DE/ha og 1,4 DE/ha (dvs. lidt lavere end i scenario "Mælk") gennemsnitlige N-udvaskninger på henholdsvis 57, 5 og 27 kg N/ha for årene 1994-95, 1995-96 og 1996-97. Der blev i disse forsøg målt nitratkoncentration i sugeceller, og perkolationen blev estimeret med EVACROP (Olesen & Heidmann, 1990). Resultaterne viser stor variation i N-udvaskning mellem årene, men der ser ud til at være bedst overensstemmelse med Simmelsgaards model. Det er dog sandsynligt, at udbytterne og dermed N-fraførslen er større i kontrollerede forsøg end for praktisk landbrug, hvilket kan medvirke til en forholdsvis højere udvaskning fra praktisk landbrug. Nettotilførslen af kvælstof i forsøget varierede fra 82 kg N/ha/år (0,9 DE) til 116 kg N/ha/år (1,4 DE), hvor sidstnævnte er tæt på de 118 kg N/ha/år fra dette scenario.

Tabel 4.4 N-udvaskning og nettotilførsel af N (kg N/ha/år) før og efter omlægning for 14 bedrifter der lægger om til økologisk drift i scenario "Mælk". Gennemsnit for 2 års vejrforhold målt på 5 forskellige lokaliteter

		N-udvaskning SKEP (kg/ha/år)			N-udvaskning Simmelsgaards model (kg/ha/år)			N netto tilført (kg/ha/år)		
Bedriftstype	An- tal	Før	Efter	Forskel	Før	Efter	Forskel	Før	Efter	Forskel
Mælk	9	125	92	-33	91	36	-55	186	122	-64
Blandede	1	134	102	-32	94	36	-58	129	106	-23
Plante	2	84	107	+23	78	42	-36	68	114	+46
Mindre	2	34	88	+54	42	37	-5	38	95	+57
Gennemsnit	14	116	93	-23	87	36	-51	164	118	-46

Sammenlignes resultaterne fra de to modeller, ses store forskelle (se også afsnit 7 i Appendiks B). Dette kan skyldes en underestimering af N-udvaskningen fra især flerårige græsmarker og afgræsning med Simmelsgaards model, som nævnt af Hansen & Kristensen (1998). Desuden ligger den gennemsnitlige N-tilførsel til de konventionelle marker uden for modellens gyldighedsområde (Tabel 13 i appendiks B, 7), hvilket gør resultaterne fra de konventionelle bedrifter usikre. Med hensyn til SKEP er der risiko for, at korrektionen for N-fiksering ved tilsætning af

N gennem handelsgødning resulterer i en for høj udvaskning. Det er derfor ændringer i N-udvaskning og ikke det aktuelle niveau for N-udvaskning, der bør tillægges størst vægt i fortolkningen.

Ved en omlægning af et område til økologisk drift vil der ofte ske ændringer i bedriftsstrukturen, og det kan ske, at forskellige bedrifter indleder et samarbejde om udveksling af foder og husdyrgødning. Ved omlægningen indleder de fem malkekvægsbedrifter med de højeste belægningsgrader hver især et samarbejde med henholdsvis planteavlsbedrifterne, de mindre bedrifter og den blandede bedrift. Da de stort set har samme sædskifte og deler gødningen imellem sig, er der ikke særlig stor forskel i N-udvaskning for de forskellige økologiske bedriftstyper i dette scenario. SKEP estimerer en stigning i N-udvaskningen for planteavlsbedrifterne og de mindre bedrifter, der har de laveste N-udvaskninger og netto N-tilførsler i forvejen. Der sker desuden en ændring i sædskiftet henimod mere kløvergræs og flere udlægsmarker, hvilket øger N-fikseringen. Samarbejdet med malkekvægsbedrifterne resulterer ligeledes i en stigning i netto N-tilførslen for planteavlsbedrifterne og de mindre bedrifter efter omlægningen. Tilførslen af gødning (handels- + husdyrgødning) faldt dog med gennemsnitlig 132 kg N/ha for alle de omlæggende bedrifter i dette scenario ved omlægningen. Den gennemsnitlige N-udvaskning fra de økologiske bedrifter var relativ høj i dette scenario, men da udgangspunktet var endnu højere, iagttages et fald i N-udvaskningen på 25-50 kg N/ha/år i de 25% af arealet, der bliver omlagt ifølge scenario "Mælk".

Scenario "1997"

I scenario "1997" omlægges 25% af arealet omtrent svarende til det, der kunne iagttages hos omlæggere i 1997. Simmelsgaards model giver et fald i N-udvaskningen for alle bedriftstyper, der lægger om (Tabel 4.5). Dog er faldet lille for planteavlsbedrifterne og de mindre bedrifter. Det skal bemærkes, at det ikke er de samme bedrifter, der indgår i de forskellige scenarier.

Tabel 4.5 N-udvaskning og nettotilførsel af N (kg N/ha/år) før og efter omlægning for 11 bedrifter, der lægger om til økologisk drift i scenario "1997". Gennemsnit af 2 års vejrforhold målt på 5 forskellige lokaliteter

Bedriftstype før	Antal	N-udvaskning SKEP (kg /ha/år)			N-udvaskning Simmelsgaards model (kg/ha/år)			N netto tilført (kg/ha/år)		
		Før	Efter	Forskel	Før	Efter	Forskel	Før	Efter	Forskel
Mælk	5	118	87	-31	86	34	-54	168	110	-58
Blandede	2	115	79	-36	85	43	-42	131	117	-14
Mindre	2	43	61	+18	55	47	-8	35	83	+48
Plante	2	25	34	+9	25	24	-1	16	33	+17
Gennemsnit	11	95	72	-23	73	35	-38	125	95	-30

SKEP-modellen giver en stigning i N-udvaskningen for planteavlsbedrifterne og de mindre bedrifter ligesom i scenario "Mælk". Det skyldes delvis, at den ene af de to mindre bedrifter skifter bedriftstype ved omlægningen og bliver til en svinebedrift, hvorved der er mere husdyrgødning til rådighed, og svinene sættes på græs. Planteavlsbedrifterne har meget lave før-værdier, der lettere muliggør en stigning, mens malkekvægsbedrifter og de blandede bedrifter har meget høje før-værdier. Der ses en sammenhæng mellem nettotilførslen af kvælstof og SKEP-modellens resultater (Figur 4.4), således at der for de mindre bedrifter og planteavlsbedrifterne sker en stigning i nettotilførslen ved en omlægning. Begge modeller giver dog et fald som gennemsnit ved omlægningen ifølge scenario "1997" på 20-40 kg N/ha/år for de 25% af værkstedsområdet, der omlægges. Gødningstildelingen på de omlagte bedrifter faldt gennemsnitligt 105 kg N/ha/år. Dette var lidt mindre end i scenario "Mælk". I 1997 var det hovedsagelig malkekvægsbedrifter, der lagde om, så scenariet ligner scenario "Mælk" en del. N-udvaskningen fra de to scenarier ligner derfor også hinanden.

Scenario "Plante/svin"

I scenario "Plante/svin" er det planteavlsbedrifter og svinebedrifter, der omlægges. Belægningsgraden på disse bedrifter er omtrent den samme før og efter omlægning. Udbytteerne efter omlægning antages at være lavere end i de to øvrige scenarier, hvilket betyder, at der fjernes mindre N fra markerne. For de 4 svinebedrifter, der lægger om, opretholdes den animalske produktion. Desuden omlægges to planteavlsbedrifter, hvor den ene har et meget stort areal. Det ses af tabel 4.6, at N-udvaskningen stiger ved omlægning ifølge dette scenario, når beregningen foretages med SKEP, mens der estimeres et lille fald med Simmelsgaards model. Det er især på de økologiske svinebrug (Tabel 4.6), der ses forhøjede N-udvaskninger ved omlægning, men kun ved anvendelse af SKEP. Den større udvaskning kan forklares ved, at svinene sættes ud på græs, hvorved gødningen koncentrerer på et forholdsvis lille areal. Eriksen (2000) estimerede en N-udvaskning på en mark med udegående søer efterfulgt af kartofler til 150 kg N/ha/år, hvilket viser, at der er risiko for meget høje udvaskninger ved udegående svin.

Sædskiftet blev ændret ved omlægningen, så der indgik mere kløvergræs og flere udlægsmarker. Dette bevirker en højere tilførsel af N fra N-fiksering i forhold til de konventionelle bedrifter. Desuden indgik der mange vårafgrøder, som også kan indebære en vis risiko for N-udvaskning. Planteavlsbedrifterne havde en stor stigning i arealer, der fik tilført husdyrgødning. Der var en stigning i nettotilførsel af N for alle bedriftstyper, hvilket viser, at der er en risiko for stigende N-udvaskning ved en omlægning svarende til scenario "Plane/svin". Den gennemsnitlige tilførte gødningsmængde til bedrifterne faldt dog med 69 kg N/ha/år ved omlægningen, hvilket viser, at det ændrede sædskifte og mindre udbytter især har betydning for stigningen i nettotilførslen i dette scenario.

Tabel 4.6 N-udvaskning og nettotilførsel af N (kg N/ha/år) før og efter omlægning for 6 bedrifter, der lægger om til økologisk drift i scenario "Plante/svin". Gennemsnit af 2 års vejrforhold målt på 5 forskellige lokaliteter

Bedriftstype før	An- tal	N-udvaskning SKEP (kg /ha/år)			N-udvaskning Simmelsgaards mo- del (kg /ha/år)			N netto tilført (kg/ha/år)		
		Før	Efter	Forskel	Før	Efter	Forskel	Før	Efter	Forskel
Plante	2	36	41	+5	36	35	-1	36	47	+11
Svin	4	87	104	+17	63	58	-5	126	149	+23
Gennemsnit	6	55	70	+15	46	43	-3	70	85	+15

Ingen af modellerne er udviklet til at håndtere udegående svin, så de modelberegne N-udvaskninger bør tages med forbehold. SKEP tager hensyn til, at gødningen koncentrerer på et forholdsvis lille areal, når svinene sættes ud på græs. Denne koncentration af gødning vil ikke indgå i Simmelsgaards model i samme grad, da denne model, som tidligere nævnt, anvender den gennemsnitlige gødningstilførsel for hele sædskifter, hvorved der sker en udligning af en enkelt høj værdi. Resultatet kan blive, at N-udvaskningen simuleres for lavt med denne model. SKEP-modellen (og N netto tilført) tager hensyn til, at udbytterne er mindre, mens udbytter ikke indgår i Simmelsgaards model. Ingen af beregningsmetoderne tager højde for, at N-fikseringen er mindre på kløvergræsmarker med udegående svin. Der blev anvendt samme korrektion for N-fiksering for alle marker uanset afgræsning eller ej, hvilket kan betyde, at N-fikseringen er sat for højt.

Scenario "Selvforsyning"

Scenario "Selvforsyning" er defineret ved, at dyrehold og foderproduktion skal være afstemt inden for et sammenhængende område, der omlægges, idet det antages, at der ingen mulighed er for at supplere med indkøbt foder. Desuden skal området være selvforsynende med husdyrgødning. Belægningsgraden reduceres betydeligt ved omlægningen fra 1,38 DE/ha til 0,66 DE/ha, mens bedriftstypen stort set er uændret. Som forventet gav dette scenario det største gennemsnitlige fald i N-udvaskningen af de 4 scenarier, når man kigger på SKEP-modellens resultater. Alle bedriftstyper viser et fald i N-udvaskningen som følge af omlægningen med undtagelse af planteavlsbedrifterne og de mindre bedrifter, når det drejer sig om resultater fra SKEP (Tabel 4.7).

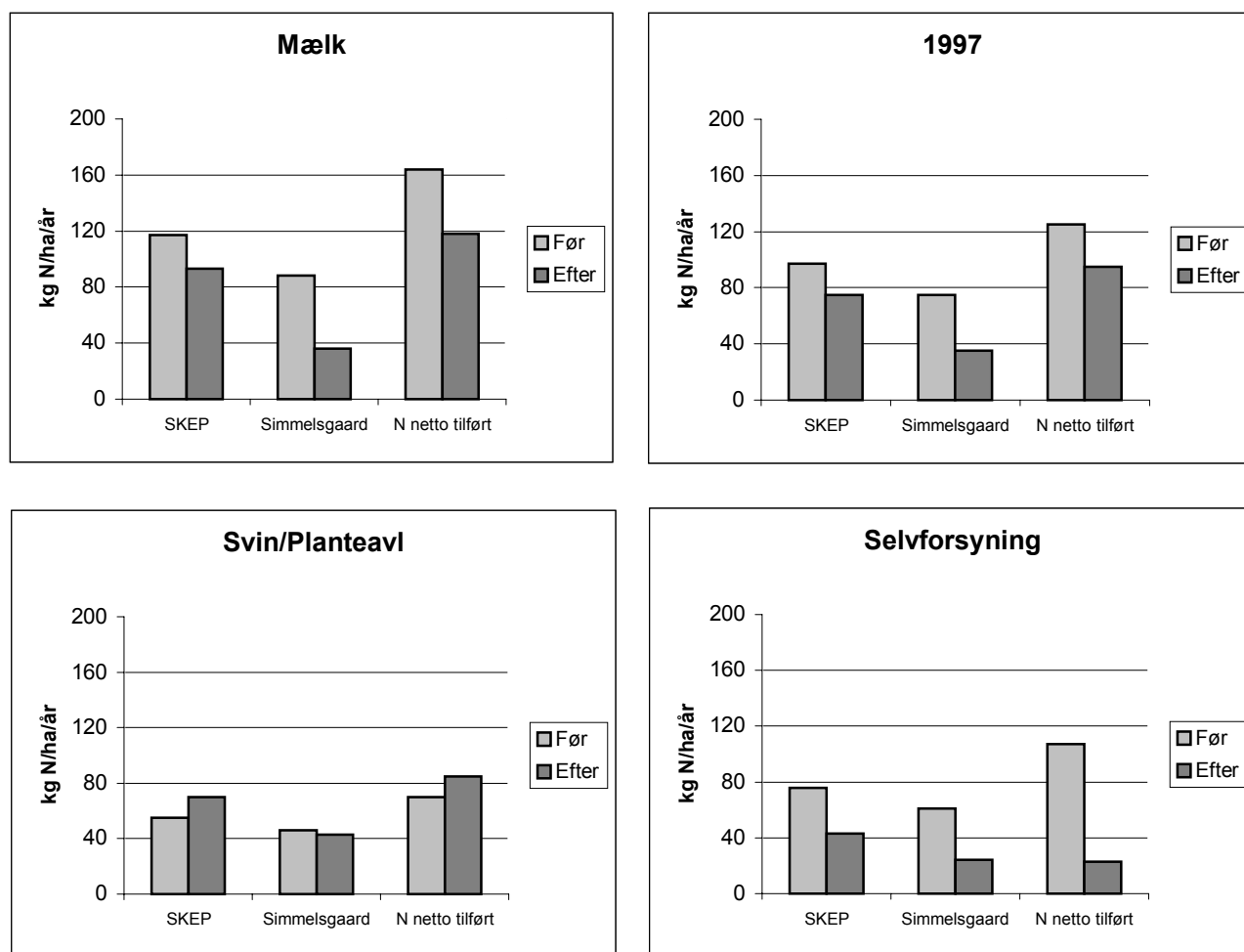
Tabel 4.7 N-udvaskning og nettotilførsel af N (kg N/ha/år) før og efter omlægning for 13 bedrifter der lægger om i scenario "Selvforsyning". Gennemsnit for 2 års vejrforhold målt på 5 forskellige lokaliteter

Bedriftstype før	An- tal	N-udvaskning SKEP (kg/ha/år)			N-udvaskning Simmelsgaards model (kg/ha/år)			N netto tilført (kg/ha/år)		
		Før	Efter	Forskel	Før	Efter	Forskel	Før	Efter	Forskel
Mælk	4	90	45	-45	69	20	-49	138	35	-103
Blandede	1	103	35	-68	79	23	-56	132	9	-123
Svin	4	74	43	-31	59	27	-32	104	21	-83
Plante	2	25	40	+15	27	24	-3	19	5	-14
Mindre	2	35	53	+18	51	14	-37	33	3	-30
Gennemsnit	13	76	43	-33	61	24	-37	107	23	-84

For alle bedriftstyper skete et fald i nettotilførslen af N ved omlægning, hvilket stemmer overens med faldet i N-udvaskningen beregnet med Simmelsgaards model. Nettotilførslen af kvælstof ved omlægning faldt især i dette scenario. Faldet i nettotilførslen skyldes især et fald på gennemsnitligt 168 kg N/ha/år i den tilførte gødningsmængde ved omlægningen, mens en stigning i kløvergræs- og udlægsmarker trak i modsat retning gennem en stigning i N-fikseringen. Faldet i nettotilførslen af N var især stort for malkekvægsbrugene og det blandede brug. Begge modeller beregner et fald i den gennemsnitlige N-udvaskning ved en omlægning ifølge scenario "Selvforsyning", og det gennemsnitlige fald beregnet med de to modeller var i dette scenario omtrent ens (ca. 35 kg N/ha/år). Som nævnt i Appendiks B, 7 ligger N-tilførslen til de økologiske marker i dette scenario uden for Simmelsgaards models gyldighedsområde, hvilket betyder, at resultaterne fra denne model er usikre.

4.3.3 Ændring i N-udvaskning fra de økologiske bedrifter i de fire scenarier

Udgangspunktet under konventionel drift (før-situationen) er forskellig for de enkelte scenarier, fordi det er forskellige bedrifter, der omlægges (Figur 4.3). Den største nettotilførsel af N både før og efter omlægning findes i scenario "Mælk", mens den mindste nettotilførsel i før-situationen findes i scenario "Plante/svin". Af de fire scenarier har scenario "Plante/svin" en stigning i nettotilførsel af N ved omlægning. Det er samtidig det eneste scenario, hvor det er usikkert, om omlægningen resulterer i fald eller stigning i N-udvaskningen, idet SKEP-modellen giver en lille stigning, mens Simmelsgaards model viser en tendens til fald.

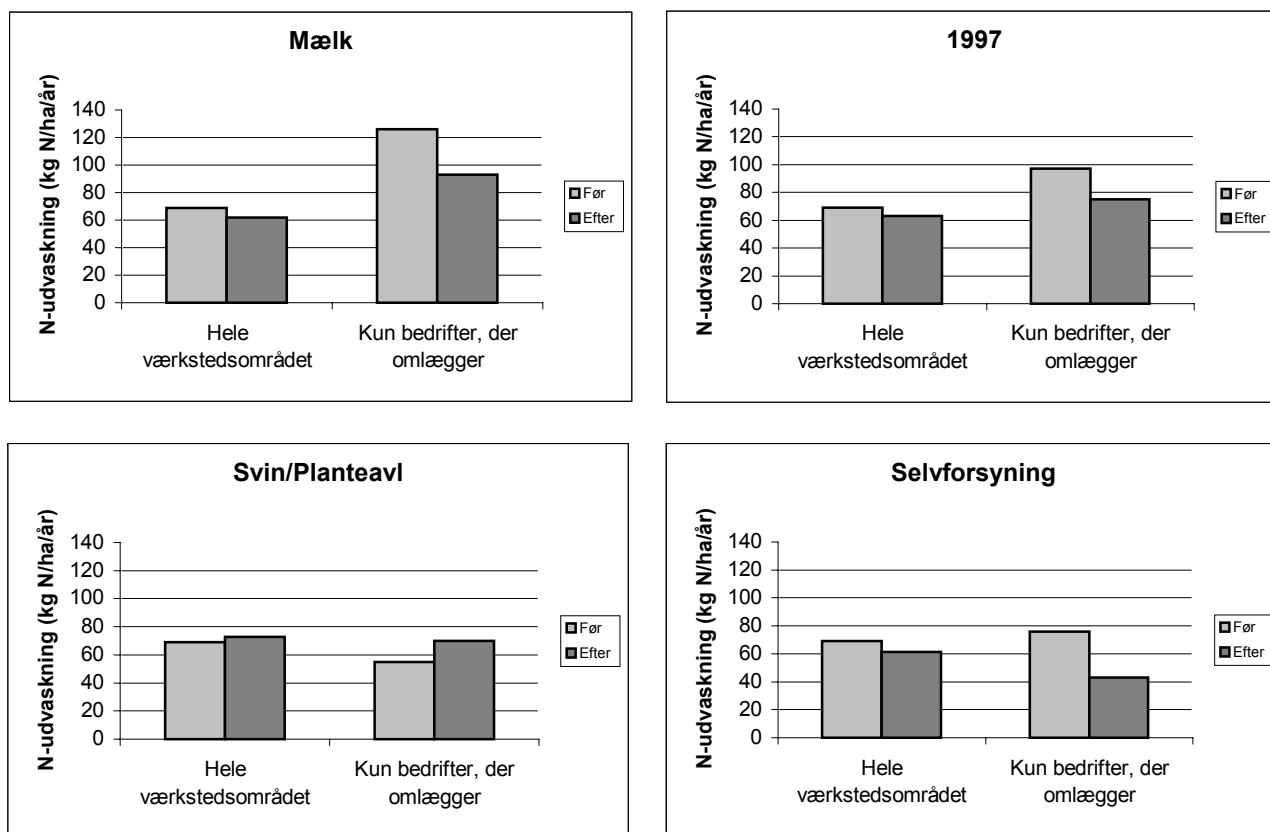


Figur 4.3 Forskel i N-udvaskning og N netto tilført fra de økologiske bedrifter i de fire scenarier. Der indgår kun de bedrifter i værkstedsområdet, der omlægger

Ligesom den modellerede N-udvaskning er meget forskellig for de enkelte bedriftstyper, dækker gennemsnitsværdien for de enkelte bedrifter også over store forskelle på markniveau. Således kan et gennemsnitligt fald i N-udvaskning for bedriften dække over et fald i nogle marker og stigninger i andre.

4.3.4 Ændring i N-udvaskning i værkstedsområdet ved en omlægning til økologisk jordbrug

Hvis ikke blot de omlæggende bedrifter, svarende til 25% af arealet, men hele værkstedsområdet sammenlignes før og efter omlægning, er ændringen naturligvis mindre, end når man som ovenfor kun fokuserer på området, der omlægges (Tabel 4.8 og Figur 4.4). Bemærk at ved sammenligning af hele området er det både bedriftstyperne, der omlægges, og bedriftstyperne, der fortsat drives konventionelt, der varierer i de fire scenarier.



Figur 4.4 N-udvaskning beregnet med SKEP før og efter omlægning for de fire scenarier

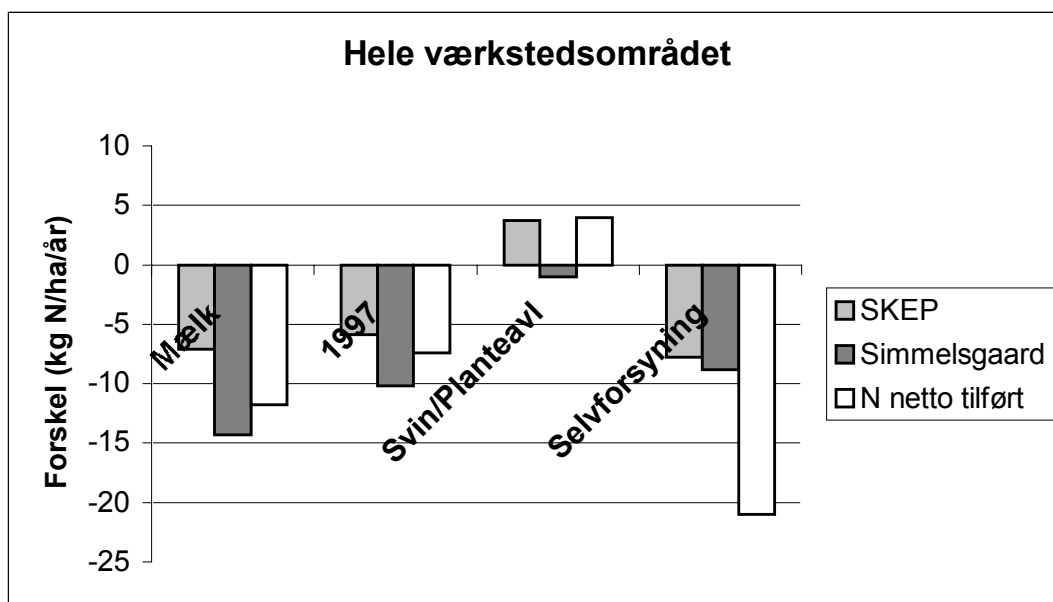
Simmelsgaards model beregner et fald som følge af alle 4 omlægningsstrategier (1-14 kg N/ha/år) for hele værkstedsområdet. Det samme gør SKEP-modellen (fald på 6-8 kg N/ha/år) med undtagelse af scenario "Plante/svin", hvor der beregnes en lille stigning (ca. 4 kg N/ha/år) i N-udvaskningen. Scenario "Plante/svin" er det scenario, der giver mindst fald ved anvendelse af Simmelsgaards model. Der er en betydelig større effekt af en omlægning til økologisk jordbrug for scenarierne "Mælk" og "1997", når Simmelsgaards model anvendes. Scenario "Mælk" giver størst nedsættelse af N-udvaskningen som følge af omlægningen, når Simmelsgaards model anvendes, mens SKEP-modellen giver størst effekt af scenario "Selvforsyning". Forskellen i nettotilførsel af N er også størst for scenario "Selvforsyning". Dog er nedsættelsen af N-udvaskningen som følge af omlægningen også stor for scenario "Mælk".

Tabel 4.8 Ændring i N-udvaskning og nettotilførsel af kvælstof (kg N/ha/år) ved en omlægning til økologisk jordbrug. Korrigeret for ekstra N-fiksering. Gennemsnit for 2 års vejrforhold målt på 5 forskellige lokaliteter

Scenario	N-udvaskning SKEP (kg/ha/år)			N-udvaskning Simmelsgaards model (kg/ha/år)			N netto tilført (kg/ha/år)		
	Før	Efter	For- skel	Før	Efter	For- skel	Før	Efter	For- skel
Mælk (<i>inkl. konv.</i>)	69,0	61,9	-7,1	58,9	44,6	-14,3	89,4	77,6	-11,8
1997 (<i>inkl. konv.</i>)	69,0	63,1	-5,9	58,9	48,7	-10,2	89,4	82,0	-7,4
Plante/svin (<i>inkl. konv.</i>)	69,0	72,7	+3,7	58,9	57,9	-1,0	89,4	93,4	+4,0
Selvforsyning (<i>inkl. Konv.</i>)	69,0	61,2	-7,8	58,9	50,1	-8,8	89,4	68,4	-21,0

4.4 Konklusion – N-udvaskning

Scenarierne "Mælk", "1997" og "Selvforsyning" viser en tendens til fald i N-udvaskningen for hele området (Figur 4.4 og 4.5). Scenario "Selvforsyning" resulterer i det største fald i nettotilførslen af kvælstof og er også det scenario, der viser størst fald i N-udvaskning, når det beregnes med SKEP. Det skal dog bemærkes, at der er en sammenhæng mellem beregningen af N netto tilført og N-udvaskningen beregnet med SKEP, idet N-udbytterne, der indgår i beregningen af N netto tilført, beregnes med SKEP. Det største fald i N-udvaskningen beregnet med Simmelsgaards model findes i scenario "Mælk". Beregning af N-udvaskning fra græsmarker er dog noget usikker i Simmelsgaards model.



Figur 4.5 Forskel i N-udvaskning beregnet med modellerne SKEP og Simmelsgaard og forskel i N netto tilført før og efter omlægning af hele værkstedsområdet beregnet for de fire scenarier

Det er usikkert, om en strategi, som beskrevet i scenario "Plante/svin", resulterer i en reduktion af N-udvaskningen, da den ene model simulerer en stigning, mens den anden model simulerer et fald som følge af omlægningen. Der er dog flere forskellige usikkerhedsmomenter i forbindelse med simulering af N-udvaskning fra udegående svin. Nettotilførslen af kvælstof stiger dog også efter omlægning for hele området.

De fire scenarier giver forskellig effekt på N-udvaskningen afhængig af hvilke bedriftstyper, der omlægges, og hvor meget belægningsgraden ændres. Under de her givne forudsætninger er der en tendens til, at når konventionelle malkekvægsbedrifter omlægges til økologiske malkekvægsbedrifter resulterer det i et fald i N-udvaskningen, som følge af færre dyreenheder eller samarbejde med ikke-malkekvægsbedrifter. En omlægning af planteavlsbedrifterne og de mindre bedrifter resulterer i tre af scenarierne i en stigning i N-udvaskningen, idet de enten ændrer bedriftstype (og sædskifte) eller samarbejder med en malkekvægsbedrift. En omlægning af de konventionelle svinebedrifter i scenario "Plante/svin" resulterer i en stigning i N-udvaskningen, mens den resulterer i et fald i scenario "Selvforsyning". Den forskellige tendens skyldes, at dyreenhederne opretholdes i scenario "Plante/svin" og reduceres i scenario "Selvforsyning". Ud over belægningsgraden afhænger konsekvenserne for N-udvaskningen ved en omlægning til økologisk jordbrug i de fire scenarier også af en kombination af ændringer i gødningsmængde og sædskifte. Effekten af afgrøderne kan især ses i scenario "Plante/svin", idet gødningsmængden som gennemsnit sænkes ved omlægningen, men nettotilførslen af N til markerne stiger. Dette skyldes, at sædskiftet består af flere N-fikserende afgrøder (hestebønner, korn/ærter, kløvergræs) efter omlægningen.

Der er stor forskel i N-udvaskningen på de enkelte marker fra en bedrift. Således dækker den beregnede ændring på bedriftsniveau over nogle marker, der får en stigning i N-udvaskning ved omlægningen, mens N-udvaskningen i andre marker falder. I mange tilfælde kan det derfor være vigtigt at inddrage den geografiske fordeling af markerne, når man vil beregne konsekvenser af en omlægning på N-udvaskningen, eksempelvis hvis man ønsker at nedsætte belastningen med nitrat i et begrænset område. Den geografiske fordeling af jordtyper i et område kan også have stor betydning for resultatet.

Under forudsætningerne i de her viste eksempler ser det ud til, at omlægning til økologisk svineproduktion resulterer i mindst eller ingen nedsættelse af N-udvaskningen. Den største nedsættelse af N-udvaskningen ved omlægningen skete for kvægbedrifter og blandede bedrifter, under de her givne forudsætninger. Belægningsgraden var høj for disse typer konventionelle bedrifter, og blev nedsat efter omlægningen, fordi de samarbejdede med planteavlsbedrifter. Under andre forudsætninger kan resultatet blive meget anderledes. Det er derfor vigtigt at tage hensyn til omlægningsstrategi, bedriftsstruktur og belægningsgrader, når man skal vurdere konsekvenser af en omlægning til økologisk jordbrug i et udvalgt område.

4.5 Referencer

- Askegaard, M. & Eriksen, J. 1997. Udbytter og kvælstofudvaskning i relation til gødningsniveau og –type. I: Kristensen, E.S. Økologisk planteproduktion. SP rapport nr. 15, 37-46.
- Askegaard, M., Vester, J. 1995. Udbyttebegrænsende faktorer i økologisk planteproduktion. I Kristensen, E. S. (red). Økologisk landbrug med udgangspunkt i kvægbedriften. P. 53-68.
- Børgesen, C.D. & Heidmann, T. 2002. Landberegninger af kvælstofudvaskningen for landbruget med SKEP/DAISY og SiMIIB modellerne. DJF rapport nr. 62
- Børgesen, C.D., Kyllingsbæk, A. & Djurhuus, J. 1997. Modelberegnet kvælstofudvaskning fra landbruget. SP rapport nr. 19. 66 s.
- Diekrüger, B., Söndgerath, D., Kersebaum, K.C. & McVoy, C.W. 1995. Validity of agroecosystem models. A comparison of results of different models applied to the same data set. Ecological Modelling 81, 3-29.
- Eriksen, J. 2000., Afsætning af næringsstoffer fra udendørs sohold. I Sommer, S. G & Eriksen, J. (red.). Husdyrgødning og kompost. Næringsstofudnyttelse fra stald til mark i økologisk jordbrug. FØJO-rapport nr. 7. Forskningscenter for Økologisk Jordbrug. 117 s.
- Eriksen, J., Hansen, J.F., Kyllingsbæk, A., Sibbesen, E., Petersen, S.O., Djurhuus, J., Vinther, F.P., Heidmann, T., Olsen, P. & Hansen, B. 1995. 4. Næromgsstofbalancer på markniveau i økologisk kvægbrug og planteavl. SP-rapport nr. 9, 48-74.
- Hansen, S., Jensen, H.E., Nielsen, N.E. & Svendsen, H. 1990. DAISY – Soil Plant Atmosphere System Model. NPO-forskning fra Miljøstyrelsen nr. A10. 272 s.
- Hansen, S., Jensen, H. E. Nielsen, N. E. & Svendsen, H., 1991. Simulation of nitrogen dynamics and biomass production in winter wheat using the Danish simulation model DAISY. Fertilizer Research 27, 245-259.
- Hansen, B. & Kristensen, E. S., 1998. N-udvaskning og N-balancer ved omlægning fra konventionelt til økologisk jordbrug. In: Kristensen, E. S. og Olesen, J. E (red). Kvælstofudvaskning og –balancer i konventionelle og økologiske produktionssystemer. Forskningscenter for Økologisk Jordbrug. p. 87-112.
- Heidmann, T., Hutchings, N. J. Jensen, N. H. & Østergaard, H. S., 1999. Effect of input data quality on simulation results from the DAISY model. In: Modelling of transport processes in soils at various scales in time and space (ed. Feyen, J. & Wiyo, K). International workshop of EurAgEng's fields of interest on soil and water, 24-26 November, 1999, Leuven, Belgium. 553-562.
- Høgh-Jensen, H., Loges, R., Jensen, E.S., Jørgensen, F.V & Vinther, F.P. 1998. Empirisk model til kvantificering af symbiotisk kvælstoffiksering i bælgplanter. I: Kristensen, E. S. & Olesen, J. E. (Red.). Kvælstofudvaskning og –balancer i konventionelle og økologiske produktionssystemer. Forskningscenter for Økologisk Jordbrug, 69-86.
- Iversen, T.M., Grant, R., Blicher-Mathiesen, G., Andersen, H.E., Skop, E., Jensen, J.J., Halsler, B., Andersen, J., Hoffman, C.C., Kronvang, B., Mikkelsen, H.E., Waagepetersen, J. Kyl-

- lingsbæk, A., Poulsen, H.D. & Kristensen, V.F. 1998. Vandmiljøplan II – faglig vurdering, Rapport fra Danmarks Miljøundersøgelser og Danmarks JordbrugsForskning, 44 pp.
- Iversen, T.M., Grant, R., Blicher-Mathiesen, G., Andersen, H.E., Shop, E., Jensen, J.J., Hasler, B., Andersen, J., Hoffman, C.C., Kronvang, B., Mikkelsen, H.E., Waagepetersen, J., Kyllingsbæk, A., Poulsen, H.D. & Kristensen, V.F. 1998. Vandmiljøplan II – faglig vurdering, rapport fra Danmarks Miljøundersøgelser og Danmarks JordbrugsForskning. 44 pp.
- Jensen, C., Stougaard, B. & Østergaard, H. S. 1994. Simulation of water and nitrogen dynamics at three Danish locations by use of the DAISY model. *Acta Agricultura Scandinavica* 44, 75-83.
- Kristensen, E.S. & Olesen, J.E. 1998. Kvælstofudvaskning og –balancer i konventionelle og økologiske produktionssystemer. FØJO-rapport nr. 2. 114 pp.
- Kristensen, I.S. 1999. Notat vedr. indirekte beregning af N-fiksering. Intern rapport.
- Kristensen, I.S. & Halberg, N. 1995. 4. Markens nettoudbytte, næringsstofforsyning og afgrødetilstand på økologiske og konventionelle kvægbrug. In: Kristensen, E. S (red.). Økologisk landbrug med udgangspunkt i kvægbedriften. Intern rapport nr. 42/1995, Statens Husdyrbrugsforsøg, 33- 51.
- Magid, J. & Kølster, P. 1995. Modelling nitrogen cycling in an ecological crop rotation – an explorative trial. *Biological Agriculture & Horticulture*. Volume 11, Nos 1-4., 77-87.
- Olesen, J.E. & Heidmann, T. 1990. EVACROP. Et program til beregning af aktuel fordampning og afstrømning fra rodzonen. Version 1.00. AJMET Arbejdsnotat no. 9. 65 s.
- Plantedirektoratet, 1997-98. Vejledning og skemaer. Mark- og gødningsplan, gødningsregnskab, grønne marker. Ministeriet for Fødevarer, Landbrug og Fiskeri. 38 pp.
- Poulsen, H.D. & Kristensen, V. F.(red.). 1997. Normtal for husdyrgødning. En revurdering af danske normtal for husdyrgødningens indhold af kvælstof, fosfor og kalium. Beretning nr. 736. Danmarks JordbrugsForskning, 165 s.
- Simmelsgaard, S.E. 1998. The effect of crop, N-level, soil type and drainage on nitrate leaching from Danish soil. *Soil Use and Management* 14, 30-36.
- Stanhill, G. 1990. the comparative productivity of organic agriculture. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 30, 1-26.
- Smith, P., Smith, J.U., Povlsen, D.S., McGill, W.B., Arah, J.R.M., Chertov, O.G., Coleman, K., Franko, U., Froling, S., Jenkinson, D.S., Jensen, L.S., Kelly, R.H., Klein-Gunnewick, H., Komarov, A.S., Li, C. Molina, J.A.E., Mueller, T. Parton, W.J., Thornley, J.H.M. & Withmore, A.P. 1997. A comparison of the performance of nine soil organic matter models, using datasets from seven long-term experiments. *Geoderma* 81, 153-225.

5 Konsekvenser af omlægning til økologisk jordbrug for dyrkningsfladens lavere fauna

Vibeke Langer og Niels Elmegaard

5.1 Indledning og formål

Formålet med dette kapitel er at beskrive, på hvilken måde levevilkårene for agerlandsfaunaen ændrer sig i et landbrugsområde, når 25% af områdets landbrugsareal omlægges til økologisk jordbrug. Levevilkårene for den vilde flora og fauna på dyrkningsfladen er underlagt produktionshensyn, herunder markoperationer og afgrødesammensætning, som på den enkelte bedrift normalt ikke er valgt for at tilgodese fauna og flora. I dette kapitel beskrives hvordan nogle vigtige træk ved områdets dyrkede arealer ændrer sig som en konsekvens af de fire forskellige måder for omlægning til økologisk jordbrug, der er skitseret i kapitel 3. Ændringerne i forbindelse med omlægning diskuteres i relation til deres betydning for forskellige agerlandsdyr med forskellige krav til levevilkårene. Dyregrupperne er valgt blandt dem, hvor der er dokumentation til rådighed. Det betyder, at der især omtales arter og grupper, der er velundersøgte primært pga. deres funktion som nyttedyr i landbruget eller i kraft af rekreativ interesse. De ikke-dyrkede arealers betydning for agerlandets vilde fauna inddrages ikke her.

5.2 Valg og brug af parametre

Dyrenes levevilkår i de dyrkede marker bestemmes af bedriftstype og driftsform (økologisk/konventionel), fordi disse to faktorer er afgørende for hvilke afgrøder og markoperationer, der forekommer i den enkelte mark. For de fleste dyregrupper er dokumentationen af afgrøders eller markoperationers betydning ikke særlig entydig. Ofte reagerer arter tilhørende samme dyregruppe forskelligt på den samme markoperation. For enhver dyrkningsmæssig aktivitet vil der således typisk være nogle arter, hvis vilkår forringes, mens andre arter tilgodeses. Kun for ganske få dyrearter og -grupper er biologien og betydningen af forskellige levevilkår så velbeskrevne, at betydningen af de enkelte betingelser for artens forekomst er forsøgt integreret i modeller. Det gælder f.eks. sanglærken, som er behandlet i kapitel 6.

For de fleste af agerlandets dyregrupper er man derimod henvist til at evaluere afgrøders og markoperationers betydning for levevilkårene enkeltvis. I det følgende er ændringer i afgrødefordeling og markoperationer, som fremkommer i de fire omlægningsscenarier, sammenlignet med Nu-situationen i området, beskrevet ved hjælp af en række parametre, der vides at påvirke faunaens levevilkår (Tabel 5.1).

Tabel 5.1 Vigtige parametre for agerlandsfaunaens levevilkår i dyrkede marker

Jordforstyrrelse	- Bestemmes af jordbehandlingens intensitet, tidspunkt og hyppighed
Tilførsel af organisk materiale	- Bestemmes af gødningstype og -mængde, og af tilført plantemateriale i form af grøngødning og afgrøderester
Plantediversitet	- Bestemmes af afgrødediversitet og ukrudtsdiversitet
Pesticidpåvirkning	- Bestemmes af behandlingens intensitet og type
Dyrkningsfladens diversitet	- Afgrødediversitet

I valget af parametre har vi først og fremmest fokuseret på de forhold, der bestemmer levevilkårene for den del af faunaen, der lever hovedparten af deres liv i de dyrkede marker. De dyr, der er knyttet til udyrkede arealer, f.eks. småbiotoper, men som skal passere igennem de dyrkede marker for at komme fra f.eks. overvintringssteder til ynglesteder (f.eks. mus (Ouin et al., 2000), padder (Meyer-Aurich et al., 1998)) vil være påvirket af de samme parametre i de perioder, hvor de befinder sig i marken, men disse grupper diskuteres ikke yderligere her.

Parametrene er tæt forbundne med hinanden. Eksempelvis udføres visse jordbehandlinger, nemlig ukrudtsbekæmpelse, netop for at påvirke plantediversiteten. Fødegrundlag og mikroklima, som er to vigtige parametre for jordlevende dyr, påvirkes af både jordbehandling, afgrødevalg og -tæthed, samt tilførsel af organisk materiale i det samlede sædskifte. Endelig er jordbundsdyrenes levevilkår af betydning for de overjordiske dyr, der har dem som fødegrundlag.

5.3 Jordbundsfaunaens levevilkår

Jordbundsfaunaen påvirkes især af jordforstyrrelser og af mængden af organisk materiale, der er til rådighed i jorden, dvs. af gødningstype og sædskifte, herunder især tilstedeværelsen af udlægs- og græsmarker.

Jordforstyrrelser

Effekter af jordforstyrrelser på faunaens levevilkår

Dyregrupper med livsstadier i jorden påvirkes både direkte og indirekte af jordbehandling. Påvirkningen afhænger af såvel type som hyppighed af forstyrrelsen og er således tæt koblet til afgrødens varighed (enårig, flerårig). Dyrene beskadiges direkte af redskaberne, udsættes for predation ved eksponering på jordoverfladen eller begravnes i større jorddybde end arten kan overleve. Indirekte kan dyrene påvirkes ved at levestederne, f.eks. regnormegange, forstyrres, enten ved at strukturen brydes op ved en løsning (harvning, radrensning, strigling, hakning), ved at jordlagenes vertikale placering ændres ved en vending (pløjning) eller ved at jorden sammenpresses ved kørsel. Derudover ændres ukrudtsfloraen, afgrøderesterne i jorden omplaceres,

og udtørringen af jordoverfladen forøges (Elmholt & Axelsen, 1999; Kromp, 1999). Jordbehandling er en større dødelighedsfaktor end epsticider for fluer og myg (Diptera) med larvestadier i jorden, både ved direkte skader på larver samt ved fjernelse af afgrøderester og ukrudtskimplanter, hvilket forringer fødegrundlaget for larverne (Frouz, 1999; Nielsen et al 1994, Nielsen et al 1996). For regnorme ses en konsistent positiv effekt af at undlade pløjning, dels fordi der sker mindre direkte skade, dels fordi der efterlades planterester på overfladen (Paoletti, 1999). For løbebiller er både jordbehandlingens tidspunkt og dybde vigtig, idet overfladisk pløjning er mere skånsom end dyb pløjning.

Uforstyrrede afgrøder, som græs, giver således gode vilkår for en række insekter, der ikke tåler jordbehandling, og hvis bestande reduceres kraftigt hver gang der pløjes. Ud over nytteinsekter, som løbebiller og snyltehvepse (Langer, 2001), gælder det også stankelben, græsfluer, gåsebiller, smeldere, løvsnudebiller, visse uglearter (sommerfugle), kornbladhveps m.fl. Denne del af græsfaunaen har ingen eller kun ringe betydning som skadedyr, men udgør en vigtig del af fødegrundlaget for agerlandets fugle.

Jordbehandling påvirker ofte ikke blot antallet, men også artssammensætningen af dyr, således at robuste arter dominerer faunaen i forstyrret jord, som det f.eks. ses for mider (Franchini & Rockett, 1996). Nogle dyregrupper, f.eks. rovbiller, er tilsyneladende mindre følsomme for jordforstyrrelser, idet der ikke ses samme konsistent negative effekter af jordbehandling (Bohac, 1999).

Ovenstående illustrerer, at intensiv jordbehandling for mange jordlevende dyregrupper både påvirker antallet og artsdiversiteten negativt og at graden af jordforstyrrelse i de dyrkede marker kan indgå som én af flere parametre, når levevilkårene i forskellige afgrøder vurderes. Det skal dog understreges, at forskellige dyregruppers eller enkeltarters følsomhed over for jordbehandling afhænger af deres biologi: hvornår befinder de sig i et følsomt stadium, hvor befinder de sig, når den aktuelle jordbehandling udføres, osv.

Definition af jordforstyrrelsesindeks

Alle værkstedsområdets marker er tildelt et indeks for jordforstyrrelse i såvel Nu-situationen som i hvert af de fire scenarier, hvor 25% af områdets areal omlægges til økologisk produktion. Tildeling af indeks for jordforstyrrelse foretages på grundlag af den pågældende afgrøde og dens normale grad af forstyrrelse, dvs. en skønnet normal jordbehandlingspraksis. Tidspunktet for jordbehandlingen samt sædskifteeffekter, dvs. den påvirkning, jordbundsfaunaen udsættes for over en flerårig periode, inddrages ikke.

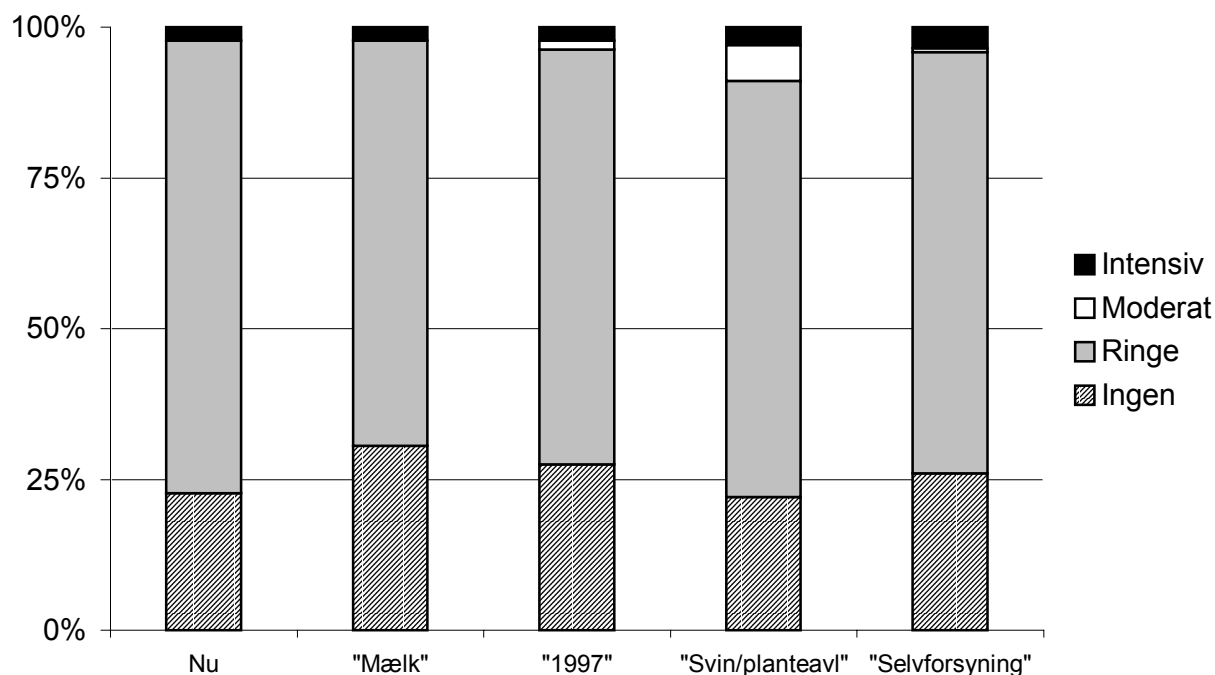
I tabel 5.2 ses de enkelte afgrøders skønnede "grad af jordforstyrrelse" baseret på antallet og arten af mekanisk jordbearbejdning knyttet til normal dyrkningspraksis for afgrøden i den pågældende driftsform (konventionel eller økologisk), regnet fra efterår til efterår (Kristensen, 1996, 1997, 1998, Kristensen, pers. komm., Langer, upubl.). Jordforstyrrelser er pløjning, såbedstilberedning (harvning, tromling, såning), ukrudtsstrigling, flammebehandling, hypning og radrensning. Udegående svin klassificeres som intensiv jordbehandling.

Tabel 5.2 Jordforstyrrelsesindeks anvendt til vurdering af afgrøder

Indeks	Afgrøder
0 Ingen Ingen jordbehandling	Græs i omdrift Kløvergræs i omdrift Græs til frø Vedvarende græs
1 Ringe Jordbehandling udføres normalt kun i forbindelse med etablering af afgrøden	Konventionel vårsæd Konventionel vintersæd Konventionelle ærter, roer, raps, majs Økologisk vårsæd med udlæg Økologisk vintersæd med udlæg Økologisk blandsæd med udlæg
2 Middel Jordbehandling ved etablering samt op til 2,5 årlige striglinger eller radrensninger	Økologisk vintersæd uden udlæg Økologisk vårsæd uden udlæg Økologisk vinterraps Økologiske hestebønner
3 Intensiv Intensiv mekanisk ukrudtsbekæmpelse, dvs. over 2,5 årlige behandlinger samt eventuelt hypning eller flammebehandling	Konventionelle kartofler Økologiske kartofler Økologiske roer Økologiske ærter, majs Økologiske svin på græs

Ændringer i jordforstyrrelsesindeks i de fire scenarier

I de fire scenarier ændres afgrødefordelingen og dermed den jordbehandling, markerne udsættes for. I de tre scenarier, hvor mælkeproducenterne dominerer blandt omlæggerne og arealet med græs udvides ("Mælk", "1997" og "Selvforsyning"), øges arealet uden forstyrrelser (indeks 0) med henholdsvis 35%, 21% og 15% sammenlignet med Nu-situationen (Figur 5.1). Når plante- og svinebrug omlægges ("Plante/svin"), falder andelen af områdets uforstyrrede areal lidt fra 23% til 22%, bl.a. fordi en del af græsmarkerne på disse bedrifter afgræsses af svin. Arealer med beskedne forstyrrelser, svarende til forstyrrelsen i konventionelle kornafgrøder (indeks 1), udgør i Nu-situationen 75% af området, men er 67-70% lavere i de fire scenarier. Andelen af arealet, der udsættes for mekanisk ukrudtsbekæmpelse (indeks 2), er størst i scenariet "Plante/svin" (6%), fordi der på de omlagte svinebrug indgår både vårbyg uden udlæg og hestebønner i de økologiske sædskifter, begge afgrøder der giver mulighed for mekanisk ukrudtsbekæmpelse. Det intensivt forstyrrede areal (indeks 3) er størst i "Plante/svin" scenariet pga. udegående svin og i "Selvforsyning" pga. økologiske foderroer, men udgør i intet af scenarierne mere end 4% af områdets samlede areal. Scenariet "Mælk" resulterer i det mindst forstyrrede samlede område, idet de økologiske malkekvægsbedrifter får større arealer med græs og udelukkende har kornafgrøder med udlæg, mens de konventionelle bedrifter er domineret af kornafgrøder, hvori ukrudtsbekæmpelsen foregår kemisk.



Figur 5.1 Andel af værkstedsområdets areal med forskellig grad af jordforstyrrelse i Nu-situationen og de fire scenarier. Indeks er fastlagt på grundlag af "almindelig praksis" i den pågældende afgrøde

Organisk materiale: husdyrgødning, udlæg og afgrøder

Effekter af tilførsel af organisk materiale på jordbundsfaunaen

Organisk materiale tilføres de dyrkede marker ved brug af husdyrgødning og ved nedpløjning af grøngødning, græsmarker eller halm. Effekten af en øget tilførsel af organisk materiale er mangesidig, idet jordstruktur og mikroklima ændres, og antallet af nedbryderorganismer og dermed fødeudbuddet for dyr højere i fødekæden øges (Helenius et al., 1992; Kromp, 1999; Bohac, 1999; Frouz, 1999). Generelt fremmer tilførsel af organisk materiale de jordlevende dyr, herunder regnorme og collemboler, som i særlig grad tilgodeses af tilførsel af husdyrgødning og indkorporering af planterester (Paoletti, 1999; Elmholt & Axelsen, 1999). Derudover er der en artsrig leddyrfauna knyttet til husdyrgødning, f.eks. til kokasser, hvor nogle arter lever af henfaldende organisk materiale og mikroorganismer, mens andre arter er rovdyr eller parasitter på disse arter. Husdyrgødning udbragt som fast møg kan give levesteder for en del af disse gødningsarter i markerne, mens udbringning af ajle og gylle formodentlig har ringe betydning for gødningsfaunaen.

Udbringning af husdyrgødning og anvendelse af grøngødning eller udlæg i afgrøden har således afgørende betydning for markens kvalitet som levested for en række jordlevende dyr og anvendes nedenfor til at beskrive ændringer ved omlægning. Markens historie, dvs. tidligere års afgrøder, jordbehandling og gødskning, spiller ligeledes en vigtig rolle, dels fordi forfrugten

bestemmer populationernes starttæthed det følgende år, dels fordi effekten af organisk stof er flerårig. Der er imidlertid for de fleste faunagrupper, med undtagelse af regnorme (se nedenfor), for sparsom dokumentation til at inddrage sådanne flerårige effekter.

Ændring i husdyrgødede arealer i de fire scenarier

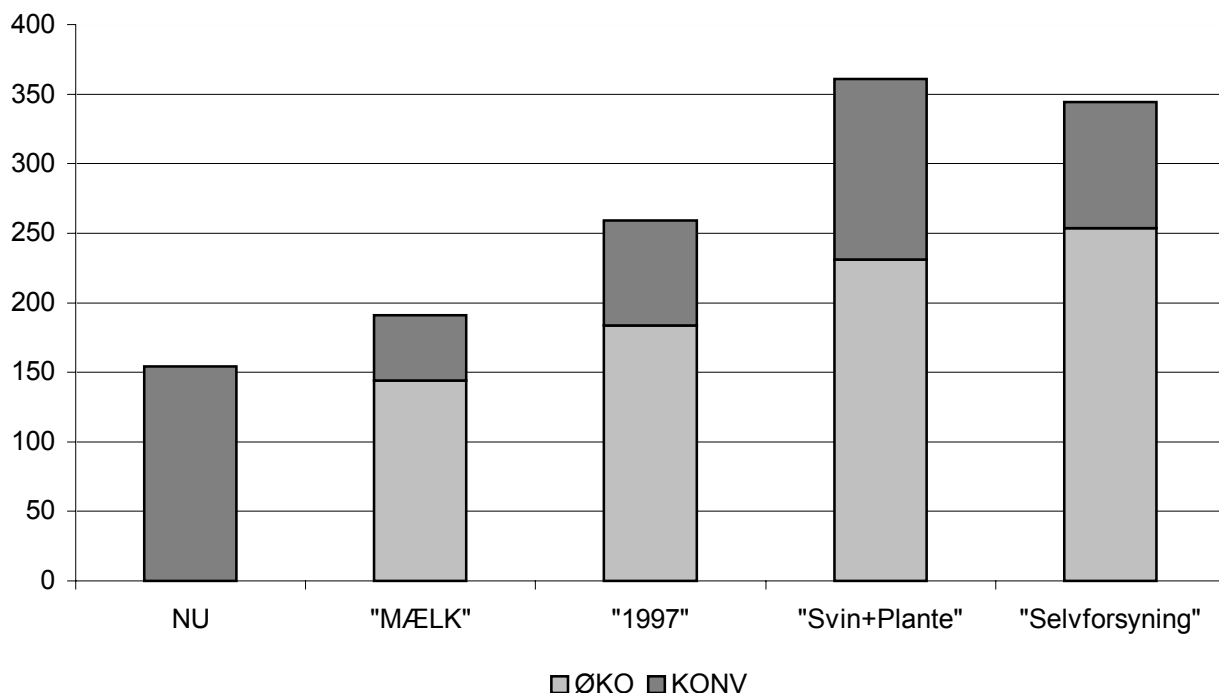
I Nu-situationen under konventionel drift udbringes husdyrgødning på 58% af værkstedsområdets omdriftsareal. I de fire scenarier, hvor 25% af området omlægges, øges dette areal til 63-64%. I tabel 5.3 ses andelen af omdriftsarealet, der modtager husdyrgødning på de bedrifter, der omlægges i de fire scenarier. Mest markant er stigningen i husdyrgødede arealer i "Plante/svin" scenariet, fra kun en tredjedel af omdriftarealet på bedrifterne før omlægning til 58% efter omlægning. Denne stigning sker udelukkende på de omlæggende planteavlsbedrifter, hvor husdyrgødning erstatter handelsgødning. På de svinebedrifter, der omlægges, tilføres husdyrgødning på samme areal som før omlægningen. På de økologiske plante- og svinebrug er det fortrinsvis kløvergræsmarker, hestebønner og brakarealer, der ikke gødes.

Tabel 5.3 Andelen af marker i omdrift, der tilføres husdyrgødning, før og efter omlægning på bedrifter, der omlægges i det pågældende scenario

Scenario	Før omlægning, %	Efter omlægning, %
"Mælk"	81	100
"1997"	69	90
"Plante/svin"	34	58
"Selvforsyning"	64	83

Udlægsmarker

Udlægsmarker er karakteriseret ved tre forhold: et lavt antal jordforstyrrelser af hensyn til udlægget, et langvarigt plantedække (mindst et år, oftest mere) samt tilførsel af organisk materiale. Såvel udlæg af kløvergræs med henblik på etablering af én- eller flerårige kløvergræsmarker som udlæg af rajgræs til en efterafgrøde, som nedpløjes, er medtaget.



Figur 5.2 Områdets areal (ha) med udlæg i konventionelle og økologiske kornmarker i de fem scenarier

Det ses, at værkstedsområdets areal med udlæg i korn i alle fire økologiske scenarier er højere end i Nu-situationen. Det skyldes, at der i alle de opstillede sædskifter for de økologiske bedrifter indgår kløvergræs, samt at der derudover hentes foderenheder fra efterafgrøder efter korn. Sættes arealet med udlæg til 100 i Nu-situationen, udgør udlægsmarker henholdsvis 124, 168, 234 og 223 i de fire omlægningsscenarier. Udlægsmarkerne øges fra 8% af områdets samlede areal til 10 og 14% i de to mælkeproducentdominerede scenarier. Scenariet "Plante/svin" har den højeste arealandel med udlæg, knap 20%, fordi områdets konventionelle mælkeproducenter opretholder samme andel af udlægsmarker, mens der sker en forøgelse på svine- og plantebrug, der omlægges.

Samlet effekt af afgrøde og driftsform på springhaler (collemboler) og regnorme

De samlede effekter af afgrøde, jordforstyrrelse og tilførsel af organisk materiale kan vurderes for to faunagrupper, hvis respons på sædskifte og markoperationer er veldokumenterede, nemlig springhaler og regnorme.

Beregningen af forventede ændringer i områdets collemboltæthed som følge af omlægning til økologisk drift, dvs. ændringer i sædskifte, afgrøder, gødningspraksis og jordbehandling, er udført på grundlag af data fra Krogh (1994). De anslåede populationstætheder i forskellige afgrøder er justeret for, at efterafgrøde eller udlæg fordobler antallet af collemboler i afgrøden samt at tilførsel af husdyrgødning øger tætheden med 50% (Elmegaard & Axelsen, 1999) (Tabel 5.3). Der er ikke i beregningerne taget hensyn til, om græsmarkerne modtager husdyrgødning.

Tabel 5.3 Anslået tæthed af collembolær i forskellige afgrøder (øko. og konv.)

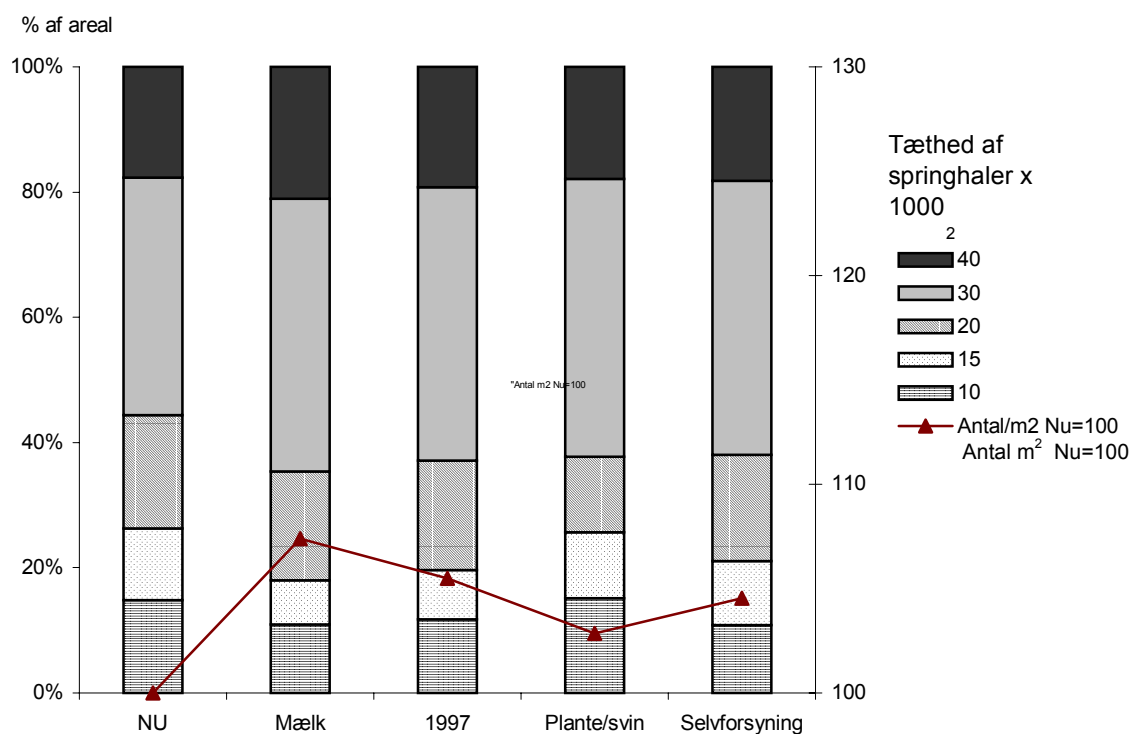
Afgrøde	Anslået tæthed/m ²	+husdyrgødning
2.+3. års (kløver)græs	40.000	
Vedvarende græs		
Græs, brak		
1. års (kløver)græs	20.000	+ 50% = 30 000
Vintersæd		
Vårsæd med udlæg		
Vårsæd uden udlæg	10.000	+50% = 15 000
Hestebønner		
Ærter		
Roer		
Raps		

Beregnes collembolantallet udelukkende på grundlag af afgrødefordeling og udlæg, men uden hensyntagen til gødningstype i de fire scenarier, stiger det samlede områdes antal springhaler med maksimalt 6% i scenariet "Mælk". Det skyldes, at arealet med ugunstige afgrøder for collembolær (raps, ærter, vårsæd uden udlæg, roer, majs og kartofler) falder som følge af omlægningen i dette scenario, mens græsarealet stiger. I scenarierne "1997", "Plante/svin" og "Selvforsyning" er det totale antal collembolær næsten uændret i forhold til Nu-situationen, fordi et øget areal med gunstige afgrøder (1. års kløvergræs og vårsæd med udlæg) opvejes af et reduceret areal med vintersæd, som af Elmegaard & Axelsen (1999) angives at være en afgrøde af samme kvalitet som levested for springhaler som 1. års kløvergræs.

Medtages udbringning af husdyrgødning i beregningen, opvejes de negative effekter af afgrødeændringer af skiftet fra kunst- til husdyrgødning. Hvis man f.eks. isoleret betragter de plantebrug, der omlægges i "Plante/svin" scenariet, ses skiftet fra konventionel vintersæd (en ret gunstig afgrøde) i Nu-situationen til vårsæd og hestebønner (ret ugunstige afgrøder) på de omlagte planteavlsbedrifter at reducere tætheden af collembolær med 6%. Denne reduktion begrundet i afgrødeændring opvejes imidlertid af skiftet fra kunst- til husdyrgødning ved omlægning fra konventionel til økologisk drift, således at tætheden af collembolær på de omlagte plantebrug samlet øges med 12%, når både afgrøde- og gødningsændringer medtages.

For det samlede område forbedres levevilkårene i alle fire scenarier beskedent med forventede forøgelser i springhalletætheden på 3% i "Plante/svin" scenariet, 5% i "1997" og "Selvforsyning" og 7% i "Mælk".

I beregningerne indgår usikkerheden på gennemsnittet ikke, og det er ikke beregnet, om ændringerne er statistisk signifikante. Da usikkerheden på populationsestimater i tabel 5.3 er betydelige, er ændringerne næppe signifikante. Selv små justeringer i estimerne vil ændre resultaterne.



Figur 5.3 Andel af værkstedsområdets areal med forskelligt forventet tæthed af springhaler, samt den beregnede gennemsnitstæthed i Nu-situationen (=100) og de fire scenarier

Regnorme

Ændringer i den gennemsnitlige regnormetæthed ved omlægning af 25% af området til økologisk drift bygger på Elmegaard & Axelsens (1999) angivelser af, at tætheden af regnorme i en given mark bestemmes af det antal år, der er forløbet siden sidste græsafrøde, hvorvidt der anvendes husdyrgødning, samt - i græsmarker -, af græsmarkens alder (Tabel 5.5). I tabel 5.6 ses de tætheder, der er anvendt i beregningerne.

Tabel 5.5 Tæthed af regnorme (antal/m²) (Elmegaard & Axelsen, 1999) som funktion af sædskifte og gødningstilførsel brugt i beregningerne af tæthed i omlægningsscenarierne

Med husdyrgødning						Intet græs i sædskiftet Med husdyrgødning	Intet græs i sædskiftet. Uden husdyrgødning
1. års græs	2. års græs	1. år efter græs	2. år efter græs	3. år efter græs	4. år efter græs		
256	320	400	260	169	110	110	88

De præcise sædskifter er ikke kendt på områdets konventionelle bedrifter, men regnormetætheden kan i Nu-situationen beregnes ud fra den enkelte bedrifts andel af græs i omdrift og den registrerede tildeling af husdyrgødning i 1998 på enkeltmarker. Tætheden af regnorme på de omlagte bedrifter i de fire scenarier er beregnet på samme måde, dvs. på grundlag af de opstillede økologiske sædskifter, vægtet efter deres arealmæssige betydning i det pågældende scenario med hensyntagen til den planlagte tildeling af husdyrgødning. Hvor kun en del af bedriftens areal tildeles husdyrgødning, tilskrives disse arealer højere tæthed end arealer uden husdyrgødning (Tabel 5.5). Der er ikke taget hensyn til vedvarende arealer eller ændringer i disse.

Ændringer i tætheden af regnorme er kun beregnet på bedrifter, der omlægges i de fire scenarier (Tabel 5.6). De bedste levevilkår for, og dermed de største tætheder af, regnorme findes på de bedrifter, der omlægges i scenariet "Mælk" og "1997", som allerede som konventionelle har mange husdyrgødede marker og sædskifter med en stor andel græs i omdrift. Efter omlægning til økologisk drift er levevilkårene for regnorme yderligere forbedret, idet såvel græsareal som de arealer, der tildeles husdyrgødning, øges, hvilket resulterer i en stigning på 30% fra 239 til 325 regnorme/m². I scenariet "Selvforsyning", hvor de bedrifter, der omlægges, er en blanding af mælke-, svine- og plantebrug, er tætheden før omlægning lidt lavere, mens den er lavest på de svine- og plantebrug, der omlægges i "Plante/svin" scenariet. De konventionelle svine- og planteavlsbedrifterne er karakteriseret ved at mangle eller have under 10% græs i omdrift og ved, for planteavlernes vedkommende, fortrinsvis at gøde med handelsgødning. På disse svine- og plantebrug stiger regnormetætheden til godt det dobbelte som et resultat af omlægning til økologisk drift, først og fremmest som et resultat af, at også planteavlerne efter omlægning anvender husdyr- i stedet for kunstgødning, og at svinebrugene ved omlægningen får græs ind i omdriften.

Tabel 5.6 Beregnet regnormetæthed på bedrifter, der omlægges i fire scenarier. Regnorme/m²

Bedrifter der omlægges i	Tæthed før omlægning	Tæthed efter omlægning	Ændring
"Mælk"	239	325	+30%
"1997"	198	295	+ 49%
"Plante/svin"	97	202	+108%
"Selvforsyning"	154	264	+ 71%

For alle scenarier er forøgelsen ved omlægning mindre end den, der blev forudsagt i Bicheludvalgets arbejde vedrørende naturmæssige konsekvenser af en total omlægning til økologisk drift. Her fandt Axelsen og Elmholt (1999) en samlet forventet forøgelse på 154%, dvs. mere end en fordobling af regnormeantallet. De forudsætninger, der er anvendt af Elmegaard & Axelsen (1999) med hensyn til regnormetætheden på konventionelle bedrifter (kvæg: 288, svin: 125 og planter: 100) adskiller sig ikke nævneværdigt fra de størrelser, der er beregnet ovenfor på grundlag af eksisterende sædskifter. Den arealmæssige fordeling mellem konventionelle bedriftstyper i udgangssituationen forudsættes imidlertid i Bichel-udvalgets arbejde på landsplan at

være 51% plantebrug, 27% svinebrug og 17% kvægbrug og ligner dermed mest scenariet "Plante/svin". Den betydelige forskel i de opnåede gevinster skyldes først og fremmest, at det i Bi-chel-udvalgets arbejde forudsættes, at alle disse konventionelle bedrifter, uanset bedriftstype, omlægges til økologiske kvægbedrifter. Dvs. at de for regnorme særdeles ugunstige betingelser på konventionelle planteavlsbedrifter ved omlægning ændres til græsriges sædskifter og udbredt tilførsel af husdyrgødning.

5.4 Levevilkår for overjordiske faunagrupper

Den del af de dyrkede markers dyreliv, der er tilknyttet planternes overjordiske dele, påvirkes for planteædernes vedkommende først og fremmest af udbuddet af planter, dvs. plantetæthed og diversitet på mark- og sædskifteniveau, mens både planteædere og deres rovdyr påvirkes af insekticider.

Plantediversitet

Ved plantediversitet forstås udbuddet af plantearter i marken, dvs. både afgrøder og ukrudtsplanter. Markens planter fungerer som fødegrundlag og opholdssted for dyr, der er føde for arter højere i fødekæden. Tætheden og diversiteten af vilde og såede planter i sædskiftemarkerne har direkte betydning for nektar-, pollen- og planteædende insekter, samt indirekte betydning for rovinsekter og fugle mv. Diversiteten i de udsåede planter (afgrøden) varierer fra én art i de fleste afgrøder til maksimalt 8-10 plantearter, f.eks. i blandsæd af byg, ært, havre, vikke med udlæg af en blanding af flere arter græs og kløver. Ikke blot antallet af plantearter, men også hvilke plantearter, er af betydning for afgrødens kvalitet som levested. Visse plantefamilier huser særlig mange planteædende insekter, og plantearter med højsiddende blomster er af større værdi som føderessource for blomstersøgende insekter end græsser og lavtvoksende arter (Elmegaard, 1989; Hald, 1999).

Forekomsten af vilde planter (ukrudt) i afgrøden bestemmes indirekte af afgrødens såtidspunkt og dens konkurrenceevne, og direkte af landmandens bekæmpelsesindsats og dennes effektivitet. I både økologiske og konventionelle afgrøder bekæmpes ukrudtet. I de forskellige afgrøder vil ukrudtsfloraen i vækstsæsonen være et resultat af, hvor stor en del af den potentielle ukrudstæthed og -diversitet, bekæmpelsen har tilladt at komme til udtryk, uanset om bekæmpelsen er mekanisk eller kemisk.

Indeks for plantediversitet

Da markens samlede plantediversitet således er resultatet af et komplekst samspil mellem afgrødekarakterer, den udførte ukrudtsbekæmpelse samt andre kulturforanstaltninger (gødningsniveau og dermed afgrødetæthed), tildeles afgrøderne et indeks, der beskriver en gennemsnitlig potentiel afgrøde- og ukrudtsdiversitet på grundlag af afgrøden og dens konkurrenceevne under forskellige dyrkningsformer. Den variation, der skyldes forskellig succes i ukrudtsbekæm-

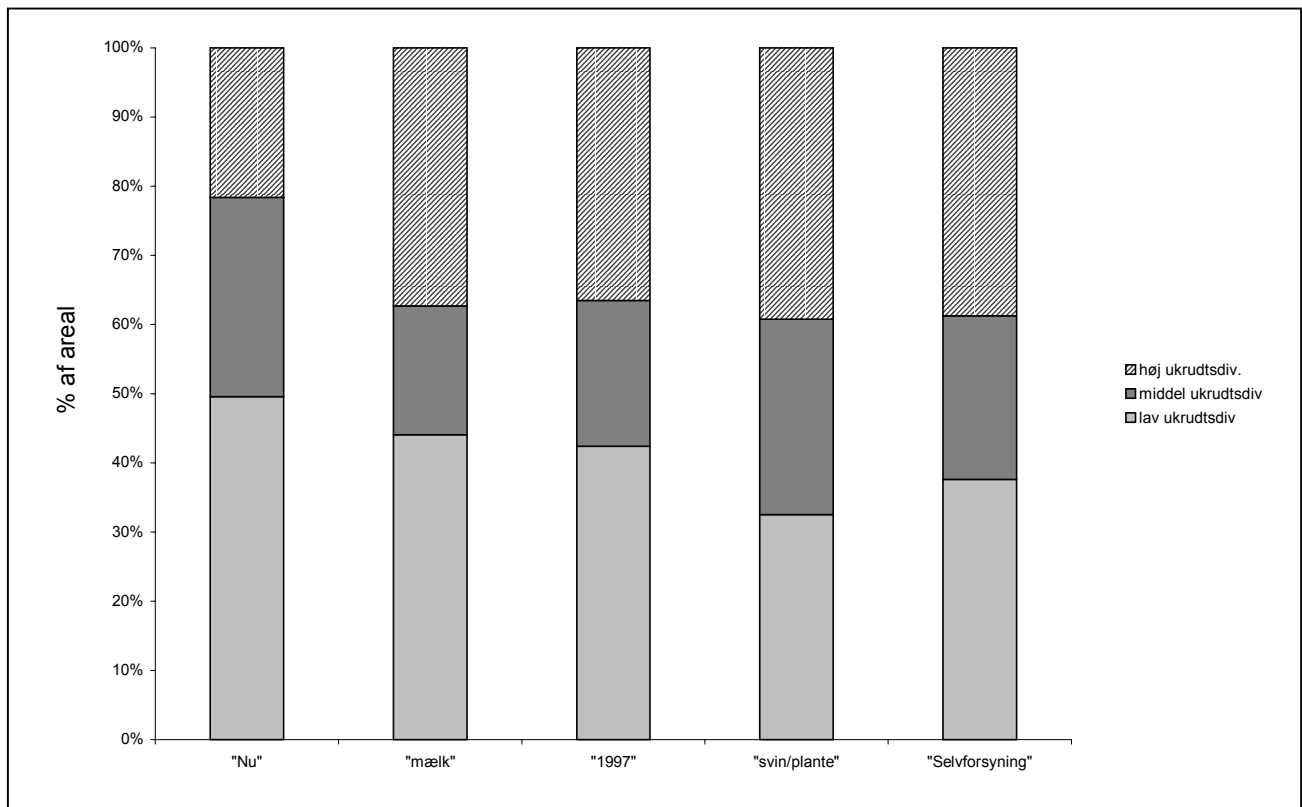
pelse, inddrages i det omfang, der er dokumentation for forskelle mellem økologiske og konventionelle afgrøder.

Indeks er opstillet på grundlag af data fra Andreassen (1990), Hald (1998) og Streibig (1979). Den potentielle ukrudtsdiversitet, målt ved det totale antal ukrudtsarter, er størst i vårsæde afgrøder, mindre i efterårssæde og mindst i omdriftsgræs (Andreassen, 1990). I omdriftsgræs findes dog to- og flerårige ukrudtsarter, som ikke kan trives i enårige afgrøder. Sammenlignes vårsæd med vintersæd, er både den generelle plante- og artstæthed og tætheden af værtplanter for planteædende insekter, højere i vårsædsmarker. Derudover peger mange undersøgelser på, at der findes op til seks gange (Stolze et al., 2000) og ofte 2-3 gange så mange arter vilde planter i økologiske som i konventionelle afgrøder (Rasmussen & Ascard, 1997). Indekset er således et forsøg på at anslå enkelte afgrøders bidrag til den samlede plantediversitet på dyrkningsfladen.

Tabel 5.7 Indeks for plantediversitet i forskellige afgrøder i konventionelt (K) og økologisk (Ø) jordbrug. 1=lav potentiel ukrudtsdiversitet, afgrøde god konkurrent og/eller normalt god ukrudtsbekæmpelse. 2=middel potentiel ukrudtsdiversitet, ofte problemer med bekæmpelse, 3=middel potentiel ukrudtsdiversitet, ingen bekæmpelse, lav konkurrenceevne eller bidrager med ukrudtsarter der ikke findes andre steder

Indeks 1	Indeks 2	Indeks 3
Vintersæd K	Vårsæd K	Græs og kløvergræs Ø K
Roer K	Korn til helsæd K	Vårbyg Ø
Raps K	Ært K	Korn til helsæd Ø
Kartofler Ø K	Majs K	Vårraps Ø
	Vintersæd Ø	Hestebønne Ø
	Roer Ø	Ært Ø
	Havre Ø	
	Vinterraps Ø	

Anvendes denne gruppering af afgrøderne, ses i alle fire scenarier en væsentlig forøgelse i plantediversiteten i markerne ved omlægning af en fjerdedel af området, sammenlignet med Nu-situationen (Figur 5.4). Arealer med lav diversitet reduceres fra 50% af markfladen i Nu-situationen til 35-40%, mens arealet med høj forventet ukrudtsdiversitet næsten fordobles fra 22% i Nu-situationen til knap 40% af arealet. Dette skyldes dels områdets øgede areal med omdriftsgræs, som er særlig udpræget i "Mælk" og "1997", dels skiftet fra vinter- til vårafgrøder ved omlægning som er mest markant i "Plante/svin" og "Selvforsyning", hvor forårssæde afgrøder har erstattet vintersæde på 10% af omdriftsarealet sammenlignet med Nu-situationen.



Figur 5.4 Værkstedsområdets arealer med forskellig potentiel ukrudtsdiversitet

Pesticidbehandling

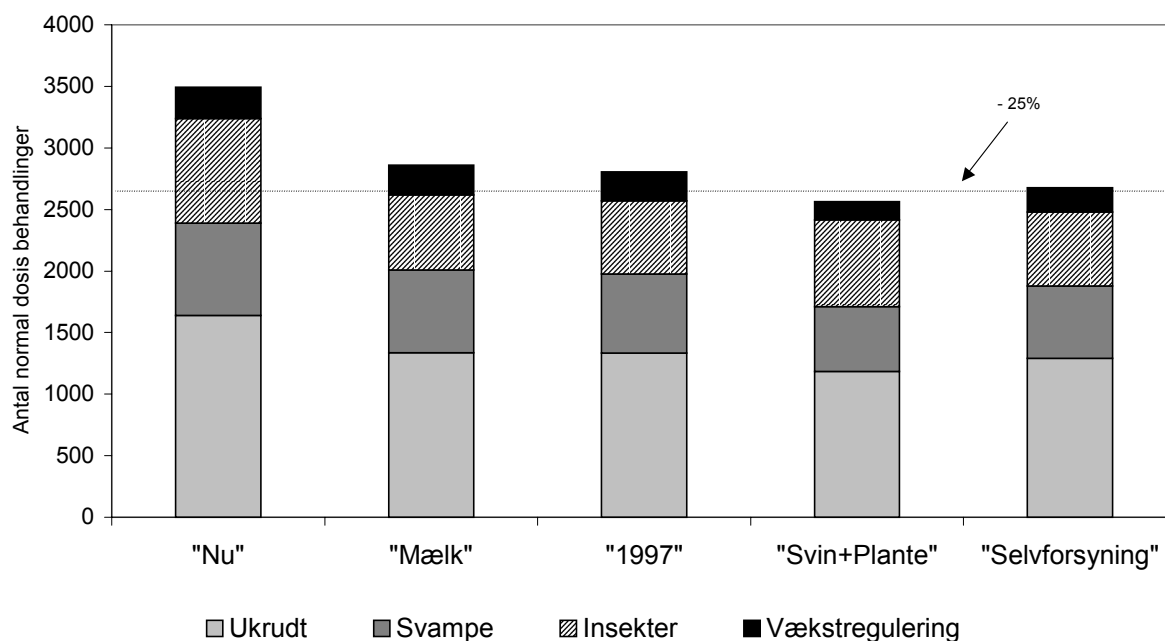
Effekter af pesticidbehandling på agerlandets fauna

Effekter af pesticidbehandling på agerlandets lavere fauna er både indirekte og direkte og er beskrevet talrige steder (Elmegaard, 1999; Odderskær et al., 1997). For insekticiderne er det først og fremmest de dyr, der lever på afgrødens og ukrudtsplanternes overjordiske dele samt på jordoverfladen, der rammes. Den negative virkning af fungicider og herbicider skyldes hovedsagelig, at dyrenes fødegrundlag, dvs. ukrudtet eller svampene, reduceres.

Definition af indeks for pesticidbehandling

Den aktuelle reduktion i pesticidbelastning er beregnet i såvel Nu-situationen som i de fire scenarier med udgangspunkt i belastningstal for den enkelte bedrift i Sahl-området, omregnet til gennemsnitlige tal for hver bedriftstype.

Omlægningsscenariet "Mælk" giver den relativt mindste reduktion i områdets samlede pesticidbelastning (Figur 5.5), fordi konventionelle mælkebedrifter og mindre bedrifter, der har et lavt pesticidforbrug, udgør hovedparten af omlæggerne i dette scenario. Omvendt opnås den største reduktion i pesticidanvendelsen i scenariet "Svin og plante", fordi det her er konventionelle bedrifter med betydelig pesticidanvendelse, der omlægger. Antallet af svampe- og ukrudtsprøjtninger i området falder således med 1/3, når plante- og svinebrugene omlægges på 1/4 af arealet. De konventionelle mælkebedrifters lave bidrag til pesticidbelastningen skyldes dels foderafgrødernes lave behandlingsbehov, dels at vedvarende græsarealer udgør en betydelig andel af det samlede areal på denne bedriftstype. Hos omlæggende mælkeproducenter udgør vedvarende græsarealer 20% af det samlede areal, mens de udgør 12% af arealet på omlæggende svine- og plantebrug, 14% på blandede brug og 8% på mindre brug.



Figur 5.6 Samlet antal normaldoseringer udbragt i værkstedsområdet i Nu-situationen og de fire scenarier

Afgrødediversitet

I de fire økologiske scenarier ændres kun afgrødesammensætningen, mens antal marker, placering af marker, markstørrelse, størrelse og placering af småbiotoper samt vedvarende græsarealer forudsættes at være uændret. For mobile dyregrupper, f.eks. fugle, der responderer på ændringer i sammensætningen af det lokale landskab frem for på ændringer i den enkelte mark, giver afgrødediversiteten sammen med antallet af afgrødegrupper repræsenteret på hver bedrift et billede af, hvor alsidigt udbuddet af forskellige levesteder i områdets dyrkede marker er.

Beregninger af afgrødediversitet bygger på, at afgrøderne opdeles på en måde, som er relevant for det aktuelle spørgsmål, dvs. for de aktuelle dyr (Chamberlain & Fuller, 2000; Tapper & Barnes, 1986). Afgrøder, som i almindelighed opfattes som forskellige, f.eks. byg og havre, kan af visse dyregrupper opfattes som ens, fordi nogle vigtige levevilkår i de to afgrøder er ens. Omvendt kan f.eks. en afgrøde, der dyrkes både med og uden udlæg, af visse dyr opleves som to forskellige afgrøder, fordi tilstedeværelsen af udlæg ændrer levevilkårene på afgørende punkter for netop denne gruppe dyr. Derudover har visse dyr behov for, at der er forskellige afgrøder til stede inden for deres rækkevidde, f.eks. er der sammenhæng mellem landskabsdiversitet og tæthed af harer, som foretrækker ungt plantemateriale og som derfor opsøger forskellige afgrøder gennem vækstperioden (Tapper & Barnes, 1986). Endelig er det for en række dyr ikke afgrødediversitet i sig selv, der er af betydning, men bestemte kombinationer af afgrøder. Således vil to områder med samme afgrødediversitet set fra sanglærkens synspunkt være af vidt forskellig kvalitet, hvis det ene består af afgrøder, lærken ikke trives i, og det andet består af afgrøder, som lærken trives godt i (se kapitel 6). Afgrødediversiteten giver således kun et fingerpeg om dyrkningsfladens potentielle kvaliteter (Duelli, 1997).

Indeks for afgrødediversitet

I opgørelsen af ændringer i værkstedsområdet er afgrødediversitet, ligesom hos Chamberlain (1999) beskrevet på grundlag af en opdeling i otte afgrødegrupper : vintersæd, vårsæd, grovfoeder (korn til helsæd, majs), græs i omdrift (inkl. brak, frøgræs), vedv. græs (inkl. permanent brak), rækkeafgrøder (kartofler, roer), vårafgøder (ært, vårraps, hestebønner) samt vinterafgrøder (vinterraps). Småbiotoper og andre udyrkede arealer er ikke medtaget i diversitetsindekset, idet de forudsættes konstante i alle fem scenarier.

Afgrødediversitet beregnes med Shannon diversitetsindeks (Farina, 1998). På grundlag heraf kan graden af dominans (D) af en enkelt afgrødegruppe beregnes.

$$\begin{aligned} H' &= -\sum(p_i \ln p_i) & \text{hvor } p_i \text{ er andelen af det totale areal med afgrødegruppen } i \\ D &= \ln N - H' & \text{hvor } N \text{ er antallet af afgrødegrupper} \end{aligned}$$

Shannon-indekset inddrager ikke antallet og størrelsen af marker med hver afgrøde og er altså den samme, uanset om de enkelte afgrødetyper dækker et sammenhængende areal eller er fordelt på mange marker.

Diversiteten H' i hele værkstedsområdet er i Nu-situationen $-1,76$ og stiger kun lidt, 2-3%, ved omlægning af en fjerdedel af området, uanset hvordan denne finder sted. Det hænger bl.a. sammen med, at området i forvejen er heterogent pga. den meget blandede landbrugsdrift i området. I Bichel-udvalgets arbejde fandt man tilsvarende små ændringer (Elmegaard og Axelsen, 1999). Beregnes ændringer i afgrødediversitet udelukkende på de omlæggende bedrifter, betyder de forsimplede økologiske sædskifter, der er valgt, at afgrødefordelingen særlig på de kvæggårde, der omlægges i scenariet "Mælk", bliver både mindre divers og mere domineret af

en enkelt afgrødegruppe, nemlig omdriftsgræs. Diversiteten falder mindre i de andre scenarier, mindst i "Plante/svin" scenariet (Tabel 5.9).

Tabel 5.9 Ændringer i diversitet af afgrødegrupper på bedrifter, der lægger om til økologisk jordbrug i forskellige scenarier

	Bedrifter der omlægges i "Mælk" Før $\Rightarrow$ efter	Bedrifter der omlægges i "1997" Før $\Rightarrow$ efter	Bedrifter der omlægges i "Plante/svin" Før $\Rightarrow$ efter	Bedrifter der omlægges i "Selvforsyning" Før $\Rightarrow$ efter
H'	1,56 $\Rightarrow$ 0,84	1,68 $\Rightarrow$ 1,37	1,45 $\Rightarrow$ 1,34	1,61 $\Rightarrow$ 1,30

Antal afgrødegrupper per bedrift

Antallet af afgrødegrupper per bedrift supplerer områdets beregnede afgrødediversitet. Tabel 5.10 viser, at der med de valgte forudsætninger sker ret små ændringer i det gennemsnitlige antal afgrødegrupper per bedrift. Gennemsnittet for alle bedrifter i området er i Nu-situationen 4,00, og antallet varierer med bedriftstypen.

Tabel 5.10 Gennemsnitligt antal afgrødegrupper per bedrift på alle værkstedsområdets bedrifter i Nu-situationen og i de fire scenarier. Afgrødernes opdeling i grupper ses ovenfor

Bedriftstype	NU (1998)	Mælk	1997	Plante/svin	SFL
Mælkebrug	4,6	3,6	4,0	4,6	4,7
Svinebrug	4,0	4,0	4,0	4,1	4,1
Planteavlsbrug	3,6	3,7	3,7	3,7	3,8
Blandede brug	5,0	4,6	4,8	5,0	5,0
Mindre brug	3,0	3,0	3,2	3,0	3,2
Alle bedriftstyper	4,0	3,8	3,9	4,1	4,1

Det gennemsnitlige antal afgrødegrupper på værkstedsområdets bedrifter var i 1998 (Nu-situationen) højest på de blandede bedrifter (5,0 afgrødegrupper per bedrift) efterfulgt af malkekvægsbedrifter med 4,6, mens planteavlsbrugene (3,6) og de mindre brug (3,0) havde færrest. Reduktionen i områdets gennemsnitlige antal afgrøder per bedrift i scenarierne "Mælk" og "1997" skyldes først og fremmest de simple sædskifter med i gennemsnit 3,6 afgrødegrupper per bedrift, der tildeles de malkekvægsbedrifter, der lægger om til økologisk drift. I scenarierne "Plante/svin" og "Selvforsyning" stiger det gennemsnitlige antal afgrødegrupper per bedrift lidt, fortrinsvis fordi der i de sædskifter, der anvendes på de omlagte bedrifter, indgår et lidt større antal afgrødegrupper på både planteavls- og svinebrugene i "Plante/svin", end der er til stede på disse bedrifter i Nu-situationen. Det samme gælder scenariet "Selvforsyning", hvori antallet af afgrødegrupper stiger på alle bedriftstyper undtagen blandede bedrifter. Disse ændringer i afgrødeantal er i god overensstemmelse med en undersøgelse af planlagte ændringer i afgrøder på alle de bedrifter, der påbegyndte omlægning til økologisk drift i 1997. De 70 kon-

ventionelle mælkeproducenter planlagde efter omlægning til økologisk jordbrug et markant fald i antallet af afgrødegrupper ved omlægning af malkekvægsbedrifter fra gennemsnitligt 4,6 afgrødegrupper (ud af 8 mulige) per bedrift før omlægning til i gennemsnit 3,6 efter omlægning (Langer, upubl. data). Også de små stigninger i afgrødeantal på plantebrug, som er forudsat i scenarierne, kan konstateres hos virkelige omlæggere: i samme undersøgelse havde 136 konventionelle planteavlere planer om i gennemsnit at have 2,5 afgrødegrupper som økologer mod 2,4 som konventionelle.

5.5 Diskussion

Ovenfor er det beskrevet, hvordan en række levevilkår for de dyrkede markers fauna ændrer sig sammenlignet med Nu-situationen, når en del af værkstedsområdet omlægges efter fire omlægningstrategier. Det enkelte scenario vurderes bedst ved at se på såvel de ændringer, som omlægningen afstedkommer i det samlede område, som de ændringer, der sker på de omlæggende bedrifter. Ændringerne i det samlede område bestemmes ikke blot af de ændringer, der sker på de bedrifter der omlægges, men også af hvilke bedrifter, der forbliver konventionelle. Resultaterne er således til en vis grad specifikke for værkstedsområdets landbrugsmæssige sammensætning og den valgte omlægningsprocent. I modsætning hertil er forskellen mellem situationen før og efter omlægning på de involverede bedrifter bedre egnet til generelt at beskrive, hvordan landbrugsområder domineret af bestemte bedriftstyper almindeligvis vil ændre sig ved en omlægning.

Når området omlægges i de to scenarier, der er domineret af mælkeproducenter blandt omlæggerne, "Mælk" og "1997", resulterer det i begge scenarier i et øget areal, der ikke jordbehandles, og en betydelig stigning i marker med udlæg i området. Såvel collemboler som regnorme tilgodeses af disse forhold, herunder i særlig grad af tilstedeværelsen af flerårige kløvergræsmarker, og på de omlæggende bedrifter stiger tætheden af regnorme, som allerede før omlægning er høj, med 30%. I disse to scenarier forbedres levevilkårene for den overjordiske fauna, dels ved en reduktion i antal pesticidbehandlinger, som dog er mindre end de 25% svarende til det omlagte areal, dels ved et skift fra afgrøder med potentiel lav ukrudsdiversitet til afgrøder med højt potentiale. Endelig resulterer de to scenarier i samme afgrødediversitet som Nu-scenariet beregnet på hele området, mens beregninger på de omlæggende bedrifter især i scenariet "Mælk" viser faldende afgrødediversitet på grund af en øget dominans af omdriftsgræs, altså en mere ensartet dyrkningsflade.

I "Svin/planteavl" og "Selvforsyning"-scenariet er området efter omlægning af 25% karakteriseret af en lidt højere andel med græs samt af, at vårsåede afgrøder spiller en markant større rolle end i Nu-situationen. Arealernes grad af forstyrrelse ved jordbehandling ændrer sig kun lidt, og på trods af at områdets areal med udlægsmarker fordobles sammenlignet med Nu-situationen, betyder reduktionen i vintersædmarker, at det beregnede antal collemboler er uændret eller viser en svag stigning. For regnorme betyder omlægningen af svine- og i særlig grad planteavlsbedrifter en markant forbedring i levevilkår, og i begge scenarier betyder tilstedeværelsen af kløvergræs- og udlægsmarker og et større husdyrgødet areal, at tætheden af regnorme på de omlagte bedrifter øges med 70-100%. De mange vårafgrøder i disse to scenari-

er resulterer i en høj potentiel ukrudtsdiversitet og dermed i markant forbedrede levevilkår for den overjordiske fauna. Samtidig er reduktionen i antal pesticidbehandlinger større i "Plan-te/svin" scenariet end i andre scenarier, fordi det er "pesticidtunge" bedrifter, der omlægges. Også i disse scenarier er det samlede områdes afgrødediversitet så godt som uændret fra Nu-situationen.

Alle fire scenarier resulterer således i varierende grad i forbedrede levevilkår for forskellige dy-regrupper i de dyrkede marker.

5.6 Referencer

- Andreasen, C. 1990. Ukrudtsarternes forekomst på danske sædskiftemarker. Licentiatafhand-ling, KVL.
- Axelsen, J. & Elmholt, S. 1999. Jordbundens biologi. Delrapport A.3.4 i scenarium om 100% økologisk jordbrug i Danmark. Bicheludvalget, Miljøstyrelsen.
- Bohac, J. 1999. Staphylinid beetles as bioindicators. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 74, 357-372
- Chamberlain, D. E., Wilson, A. M., Browne, S. J., Vickery, J. A. 1999. Effects of habitat type and management on the abundance of skylarks in the breeding season. *Journal of Applied Ecology* 36, 856-870
- Chamberlain, D.E. & Fuller, R.J. 2000. Local extinctions and changes in species richness of lowland farmland birds in England and Wales in relation to recent changes in agricultural land-use. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 78, 1-17
- Duelli, P. 1997. Biodiversity evaluation in agricultural landscapes: an approach at two different scales. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 62, 81-91
- Elmegaard, N. 1989. Samspil mellem ukrudt, insekter og fugle. Interactions between weeds, insects and birds. In *Dyrkede markers kanter i naturforvaltningsperspektiv*. DMU - OIKOS seminar 1989, pp 45-53.
- Elmegaard, N. 1998. Om eksponering og effekter af pesticidanvendelsen på nyttefauna og den øvrige lavere og højere fauna i agerlandet. Rapport til Bicheludvalget, Danmarks Miljøun-dersøgelser 14 pp.
- Elmegaard, N. & Axelsen, J. 1999. Pesticidscenarier: effekter på den lavere fauna. Baggrunds-rapport til Bichel udvalget. 17 pp.
- Elmholt, S., Axelsen, J. 1999. Jordens biologi. I: *Natur, miljø og ressourcer i økologisk jord-brug*, p. 51-68. FØJO Rapport 3
- Farina, A. 1998. *Principles and methods in landscape ecology*. Chapman & Hall. 235 pp.
- Franchini, P. , C. L. Rockett, 1996. Oribatid mites as "indicator" species for estimating the envi-ronmental impact of conventional and conservation tillage practices. *Pedobiologia* 40, 217-225

- Frouz, J. 1999. Use of soil dwelling Diptera (Insecta, Diptera) as bioindicators: a review of ecological requirements and response to disturbance. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 74, 167-186
- Hald, A.B. 1998. Sustainable agriculture and nature values – using Vejle County as a study area.. NERI Technical Report 222.
- Hald, A.B. 1999. Weed vegetation (wild flora) of long established organic versus conventional cereal fields in Denmark. *Annals of Applied Biology* 134, 307-314
- Helenius, J. 1995. Effect of undersowing and green manuring on abundance of ground beetles (Coleoptera, Carabidae) in cereals. *Acta Zool. Fennica* 196, 156-159
- Kristensen, I.S. 1996. Økologisk æg- og planteproduktion, teknisk-økonomiske gårdresultater 1994-95. Statens Husdyrbrugsforsøg. Beretning 730, 93-154.
- Kristensen, I.S. 1997. Økologisk æg- og planteproduktion, teknisk-økonomiske gårdresultater 1995-96. Statens Husdyrbrugsforsøg. Beretning 734, 91-148.
- Kristensen, I.S. 1998. Økologisk æg-, kød-, og planteproduktion, teknisk-økonomiske gårdresultater 1996-97. DJF Rapport Husdyrbrug nr.1, 95-166.
- Krogh, P.H. 1994. Microarthropods as bioindicators. A study of disturbed populations. NERI. Ministry of Environment and Energy. 96 pp.
- Kromp, B. 1999. Carabid beetles in sustainable agriculture: a review on pest control efficacy, cultivation impacts and enhancement. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 74, 187-228.
- Langer, V. 2001. The potential of leys and short rotation coppice hedges as reservoirs for parasitoids of cereal aphids in organic agriculture. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 87. 81-92.
- Meyer-Aurich, A., Zander, P., Werner, A., Roth, R. 1998. Developing agricultural land use strategies appropriate to nature conservation goals and environmental protection. *Landscape and Urban Planning* 41, 119-127
- Nielsen, B.O., et al. 1994. Winter abundance of soil Diptera larva in arable soil. *Pedobiologia*.. 38: p. 208-221
- Nielsen, B.O., Nielsen, L.B. & Elmegaard, N. 1996. Pesticider og agerjordens fauna af tovingede insekter. Bekæmpelsesmiddelforskning fra Miljøstyrelsen, Nr. 16, 51 s. Miljøstyrelsen, København.
- Odderskær P., Prang A, Poulsen J.G., Elmegaard, N. & P.N. Andersen 1997. Skylark Reproduction in Pesticide Treated and Untreated Fields. Pesticide Research No 32. Ministry Of Environment and Energy, Denmark, Danish Environmental Protection Agency.
- Ouin, A., Paillat, G., Butet, A., Burel, F. 2000. Spatial dynamics of wood mouse (*Apodemus sylvaticus*) in an agricultural landscape under intensive use in the Mont Saint Michel Bay (France). *Agriculture, Ecosystems and Environment* 78, 159-165
- Paoletti, M.G. 1999. The role of earthworms for assessments of sustainability and as bioindicators. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 74, 137-155

- Rasmussen, J. & Ascard, J. 1995. Weed control in organic farming systems. I: D.M. Glen, M.P. Greaves, H.M. Anderson (eds.) Ecology and integrated farming systems, Wiley & Sons, London.
- Stolze, M., Piörr, A., Häring, A., Nielsen, L.B., Axelsen, J.A. & Elmegaard, N., Dabbert, S. 2000. The environmental impacts of organic farming in Europe. Organic Farming in Europe: Economics and policy, 6.
- Streibig, J. C. 1979. Numerical methods illustrating the phytosociology of crops in relation to weed flora. Journal of Applied Ecology 16, 577-587
- Tapper, S.C., Barnes, R.F.W. 1986. Influence of farm practice on the ecology of the brown hare (*Lepus europaeus*). Journal of applied Ecology 23 (1), 39-52.

6 Konsekvenser for sanglærken ved omlægning til økologisk jordbrug

Peter Odderskær

6.1 Sanglærken

Sanglærken er knyttet til de dyrkede marker og er som oprindelig steppefugl tilpasset et liv i åbne landskaber, hvor de opdyrkede arealer på mange måder opfylder de samme habitatkrav, som kan genfindes i steppeområder. Lærken undgår høje strukturer i landskabet såsom træer og huse, og er derfor påvirket af hegnes tæthed og højde, men ikke af deres øvrige kvaliteter. Vi har valgt at beskrive, hvordan levevilkårene af flere årsager ændrer sig for sanglærken ved omlægning til økologisk jordbrug: 1) sanglærken er mere end nogen anden agerlandsfugl knyttet til den dyrkede markflade, dvs. af netop de forhold, som vi bruger til at karakterisere ændringer ved omlægning, 2) sanglærken er en fugl, hvis tilstedeværelse i det åbne land opleves positivt af folk, samt 3) der findes for sanglærken tilstrækkelig dokumentation af dens krav til levevilkårene til at diskutere såvel enkelte faktorer som til at forsøge at modellere den samlede effekt, forskellige kombinationer af faktorer kan have. Sanglærkens stærke tilknytning til de åbne marker betyder, at dens forekomst ikke umiddelbart kan bruges til at sige noget om andre af agerlandets almindelige fugle, hvoraf de fleste har andre krav til f.eks. redepladser og fødesøgning.

6.2 Hvad bestemmer sanglærkens succes i agerlandet ?

Den optimale ynglebiotop for sanglærken er områder med en forholdsvis lav, lysåben og varieret sammensat vegetation, der opfylder kravene til rededækning og skjul, og samtidig giver gode muligheder for at se og fange de insekter, primært på jordoverfladen, der udgør dens føde i yngleperioden. Dette betyder, at tilstedeværelsen af lave, lysåbne afgrøder eller områder med sparsom eller ingen vegetation inden for det enkelte lærkepars territorium gennem både forår og sommer er afgørende for antallet af succesfulde yngleforsøg og dermed for antallet af flyvefærdige unger. Den specialisering og rationalisering, der er foregået i landbruget siden 70'erne, og som har resulteret i et fald i afgrødediversiteten, en stigning i den gennemsnitlige markstørrelse, en arealmæssigt markant stigning i andelen af hurtigt voksende, tætte og ensartede vinterafgrøder, samt en mere intensiv afgrødepleje med pesticider (se eks. Kjølholdt, 1987) har gennem et komplekst samspil påvirket sanglærkens levevilkår negativt (Schläpfer, 1988; Jenny, 1990; Willson et al., 1997; Odderskær et al., 1997 (a); Daunicht, 1998; Chamberlain et al., 1999). Resultatet har været markante bestandsnedgange (Jacobsen & Poulsen, 1987; Marchant et al., 1992; Tucker & Heath, 1994; Hagenmeijer & Blair, 1997). I Danmark er denne nedgang dog inden for det seneste årti afløst af en svagt positiv populationsudviklingen uden, at bestanden dog er nået op på det tidligere niveau (Jacobsen, 1997).

Bestandsparametre

For at beregne eller udtrykke sanglærkens samlede reproduktionssucces, dvs. det samlede antal unger, der overlever til uafhængighed i et givet landbrugsområde, er det nødvendigt at kende følgende målbare størrelser: 1) tætheden af territorier med ynglepar, 2) antal redeforsøg per ynglepar, 3) succesraten for de enkelte redeforsøg, målt ved antal overlevende redeunger per redeforsøg samt 4) overlevelsen af de enkelte unger fra udflyvning til uafhængighed af forældre-fuglene (ungfugle). Bestandsudviklingen i et givet område er ud over reproduktionssuccessen i de enkelte år bestemt af de voksne fugles dødelighed i yngleperioden samt dødeligheden for såvel voksne som ungfugle, dels under træk til og fra, dels under opholdet i vinterkvarteret

De vigtigste faktorer, der ud over vejrliget i yngleperioden er bestemmende for de fire reproduktionskomponenter, er tilgængeligheden af gunstige afgrøder gennem hele yngleperioden samt de driftsmæssige indgreb, der sker i markerne. Af disse er de vigtigste pesticidesprøjtning, jordbehandling samt græsning og slet. Tilgængeligheden af gunstige afgrøder påvirker først og fremmest 1) og 2), mens driftstiltagene har størst indflydelse på 3) og 4). I det følgende opsummeres eksisterende viden om de direkte og indirekte effekter af disse faktorer på hver af de fire komponenter.

Tilgængelighed af gunstige afgrøder

I yngleperioden er muligheden for rededækning samt fødesøgningsforholdene af afgørende betydning for sanglærkens ynglemuligheder. De fleste kornafgrøder er gunstige, indtil de bliver omkring 20-25 cm høje, hvorefter højde og tæthed gradvis forringer mulighederne for fødesøgning, med mindre der inden for et givent territorium er adgang til arealer uden eller med spredt forekommende vegetation. Den tidsmæssige periode, hvori en afgrøde således er gunstig, vil afhænge af den enkelte afgrødes type samt vækstforhold. En hurtigt voksende og tæt vinterafgøde har således en tidsmæssig kortere periode, hvori den er acceptabel mht. et yngleforsøg, end en langsomt voksende og mindre tæt vårafgrøde. Hvis der inden for et territorium findes flere strukturelt forskellige afgrøder, øges sanglærkens mulighederne for ynglesucces væsentligt, da den derved kan udnytte de tidligst voksende afgrøder til første yngleforsøg og derefter udnytte den/de senere etablerede afgrøde(r) til efterfølgende yngleforsøg. En "ugunstig" afgrøde er således kun ugunstig, hvis der inde for et territorium kun er adgang til denne afgrøde.

Antallet af succesfulde redeforsøg er således i høj grad afhængig af tilgængeligheden af gunstige afgrøder, således at territorier, der kun "indeholder" en enkelt hurtigt voksende vintersæd-safgrøde, ofte opgives efter ét yngleforsøg. Selvom dette yngleforsøg skulle være succesfuldt, vil den samlede reproduktion fra sådanne territorier være lav sammenlignet med, hvad et sanglærkepar potentielt er i stand til. Detaljerede undersøgelser fra konventionelle intensivt dyrkede områder (Schläpfer, 1988; Jenny, 1990; Willson et al., 1997; Daunicht, 1998) har vist, at den samlede reproduktion (dvs. det samlede antal flyvefærdige unger fra samtlige redeforsøg) i intensivt dyrkede omdriftsarealer er så lav, at den i nogle år ikke er stor nok til at sikre en stabil bestand. Hovedårsagen hertil er en nedgang i antallet af succesfulde redeforsøg snarere end en generel dårlig overlevelse af æg og unger (Chamberlain & Chruck, 1999; Chamberlain et al., 1999).

Som en del af nærværende projekt blev der i 1997 og 1998 udført detaljerede feltstudier på et økologisk drevet landbrug (Ny Ryomgård) på Djursland (Odderskær, 1998). Disse undersøgelser viser betydningen af tilstedeværelsen af gunstige/ugunstige afgrøder. Den gennemsnitlige ungeproduktion for hele det dyrkede areal (ca. 70 ha) var i de to undersøgelsesår på henholdsvis 90 og 180 unger/km² (Odderskær, 2001), hvilket skal sammenholdes med tætheden af ynglepar i de to år på henholdsvis 114 og 121/ km². Sammenlignet med tætheder i agerlandet generelt er det en høj tæthed. Den primære årsag til den lave ungeproduktion i det ene af undersøgelsesårene på Ny Ryomgård var et relativt stort område dyrket med kartofler (ca. 10 ha), hvorfra ingen af yngleparrene fik unger på vingerne, idet meget få reder blev anlagt som følge af intensiv jordbearbejdning. Selvom afgrødeskiftet i begge år var varieret, kan en enkelt ynglemæssig dårlig afgrøde på et relativt stort markareal således bidrage til et samlet dårligt resultat. Resultater fra tilsvarende undersøgelser på konventionelt dyrkede arealer (100 ha) på Kalø Gods (Odderskær et al., 1997) viste en gennemsnitlig ungeproduktion fra 100 til 160 udføjne unger/km², og de tilsvarende tætheder af ynglepar i undersøgelsesårene varierede fra 38 til 70/km². Afgrøden på Kalø var i alle år vårbyg, hvori plejesporene blev holdt åbne. Derudover var der i alle Kalø-markerne i alle forsøgsår anlagt små utilsåede arealer, hvilket sammen med de åbent holdte plejespor i stor udstrækning modvirkede det ellers monotone sædskifte med hensyn til fuglenes fødesøgningsmuligheder. Resultaterne fra Ny Ryomgård og Kalø illustrerer den betydelige variation, der forekommer under begge dyrkningsformer. Selvom store tætheder af territorier og ynglepar indikerer et potentielt godt område for sanglærken, viser eksemplet samtidig, at et områdes kvalitet set ud fra et "lærkesynspunkt" ikke tilstrækkeligt kan udtrykkes gennem et områdes tæthed af territorier eller ynglepar alene.

Græsning og slet

Overlevelsen af æg og unger påvirkes af de drifttiltag, der sker i afgrøderne. Undersøgelser fra intensivt græssede områder (Bushe, 1989; Daunicht, 1998; Jenny, 1990; Wakeham-Dawson, 1998) har påvist relativt lave territorietætheder af sanglærker i intensivt afgræssede områder (op til 85% færre territorier sammenlignet med ekstensivt græssede), samt at en stor del af rederne (op til 90-100% for sanglærke) for såvel sanglærker samt andre "markynglende" fuglearter (Osborne, 1989; Wakeham-Dawson, 1998; Fuller & Gough, 1999) på sådanne arealer går tabt. Dette er sandsynligvis en følge af, at rederne enten rent fysisk bliver ødelagt af kreaturerne eller at de ved blotlæggelsen bliver prædateret af især kragefugle og måger. Risikoen for ødelæggelse af reden vil formentlig variere med kreaturtætheden, men den mere præcise sammenhæng kendes ikke. Det er tillige blevet demonstreret, at græsslet har en negativ effekt (en samlet dødelighed for æg og unger fra 60 - 94%) på sanglærkers æg og unger (Jenny, 1990; Daunicht, 1998; Poulsen et al., 1998), idet de er udsat for både en direkte mekanisk påført dødelighed og en efterfølgende stor prædation fra især kragefugle, da rederne ved afhøstningen bliver frit eksponerede.

Pesticidanvendelse

Effektiv sprøjtning med pesticider (specielt insekticider) kan have en stor negativ indflydelse på antallet af overlevende unger fra fugle, der har deres "home range", dvs. det område (indeholdende territoriet) hvori alle aktiviteter – redeanbringelse, fødesøgning m.m. finder sted, inden for de sprøjtede marker (Odderskær et al., 1997 b). Den negative indvirkning fra pesticidanven-

delse skyldes primært indirekte påvirkninger gennem en reduktion af fødeudbuddet (Odderskær et al. 1997 b).

Undersøgelser på økologiske bedrifter

Tidligere danske undersøgelser af fuglefaunaen på økologiske og konventionelle brug (Braae et al., 1988) har påvist en større individtæthed og territorietæthed på de økologiske brug for en række almindeligt forekommende agerlandsfugle. For sanglærkens vedkommende var dette særligt udpræget for såvel antallet af individer som antallet af territorier. Lignende forhold er blevet fundet for sanglærkens vedkommende i engelske undersøgelser (Willson & Browne, 1993; Evans et al., 1995), hvor en større grad af afgrødemosaik, udeladelse af pesticidbenyttelse og kunstgødning (samt en evt. højere insektmængde) formodedes at være de vigtigste årsager til, at fuglenes reproduktion var højere på økologisk dyrkede arealer. Selvom forskelle i arealanvendelse, markstørrelse, sædskifte, andel af udyrkede arealer m.m. mellem brugstyperne i den danske undersøgelse blev søgt elimineret i udvælgelsen af ejendommene, kunne det ikke fastholdes i den treårige periode, undersøgelserne strakte sig over. De danske undersøgelser tilstræbte en sammenligning af tætheder i sammenlignelige afgrøder, f.eks. økologiske versus konventionelle kornmarker. Sanglærkens reproduktionsforhold blev ikke undersøgt i de danske undersøgelser.

På danske økologiske bedrifter er der (Hald & Reddersen, 1990) fundet en højere tæthed af fuglefødemner i form af insekter. En væsentlig årsag hertil blev tilskrevet en større mængde ukrudt på de økologiske brug. De omtalte undersøgelser indikerede hermed en sammenhæng mellem fødegrundlaget og den større bestandstæthed af fugle på økologisk drevne brug. En større kuldstørrelse hos gulspurve på de før omtalte økologiske brug blev demonstreret i en senere sammenlignende undersøgelse. En formodet større fødemængde (ukrudtsfrø/insekter) som følge af, at der ikke blev anvendt pesticider, blev antaget at være en væsentlig årsag til de fundne resultater (Petersen et al., 1995).

Jordbehandling og ukrudtsbekæmpelse

De fleste typer jordbehandling (pløjning, harvning, tromling, såning, stubharvning) er af en så radikal karakter, at de må antages at være forbundet med 100% dødelighed for æg og redeunger, der bliver udsat for sådanne begivenheder. Mange af disse markoperationer udføres imidlertid på tidspunkter i lærkens yngleforløb, som bevirker, at ingen eller kun meget få reder bliver berørt. Derimod foregår mekanisk ukrudtsbekæmpelse, som har et større omfang på økologiske bedrifter end på konventionelle, ofte i lærkernes yngleperiode. Af særlig interesse er markstriglinger, hvis effekter ikke er beskrevet i litteraturen. Gårdstudier på økologiske planteavlsbrug omlagt i 80'erne og 90'erne indikerer, at der sidst i 90'erne blev striglet i ca. 2/3 af vintersædsmarkerne og i højst halvdelen af vårsædsmarkerne, (Kristensen, 1996, 1997, 1998). Andre vurderinger angiver dog højere frekvenser af strigling, op til 90% af vintersæds- og 95% af vårsædsmarkerne på planteavlsbrug og noget mindre på kvægbrug (Tersbøl, pers. komm.). Disse bekræftes af gårdstudier på planteavlsbrug omlagt inden for de seneste år, hvor alle registrerede vårsædsmarker strigles, mens data for vintersæd er mere usikre (Kristensen, pers. komm.). I undersøgelser udført under dette projekt (Odderskær, 1998) varierede dødeligheden for reder med æg eller unger, der blev udsat for strigling, mellem 30 og 60%. Den samlede effekt af strig-

ling i en afgrøde vil afhænge af antallet af striglinger, der udføres, deres indbyrdes tidsmæssige placering og af antallet af reder med æg/unger, der er i den pågældende afgrøde på de tidspunkter, striglingerne udføres. Striglingseffekten på æg og unger stiger med antallet af striglinger udført med korte tidsintervaller.

6.3 Integration af enkeltfaktorer gennem modellering

Det fremgår af ovenstående gennemgang, at en række faktorer er af betydning for sanglærkens bestandsudvikling. Ved omlægning til forskellige former for økologisk drift ændres mange af disse faktorer. Modellering af effekten af forskellige omlægningsscenarier er en måde at integrere den foreliggende viden om samspillet mellem sanglærken og det landskab, den befinder sig i, og dermed bidrage til at forstå enkeltfaktorernes betydning.

Modellsystemet beskrevet i det følgende er i stand til at tage højde for det dynamiske samspil af forskellige biologiske og abiotiske faktorer i tid og rum, der har afgørende betydning for, hvordan og med hvilken effekt en given lokalbestand af sanglærker bliver påvirket af forskellige driftsbetingelser. Dette samspil modelleres ved hjælp af dels en individbaseret lærkemodel, der er baseret på kendskabet til lærkens biologi, dels en landskabsmodel, der sætter scenen for lærkens biologiske udfoldelser.

Resultaterne af de udførte modelleringer beskrevet i denne rapport kan ikke give et endegyldigt svar på, om økologisk dyrkningspraksis generelt vil være positiv eller negativ for sanglærken overalt i Danmark. Dette er ikke muligt alene ud fra det begrænsede antal dyrkningsscenarier, der er udført i et enkelt område, men de udførte scenarieanalyser giver et godt grundlag for under de givne scenariebetingelser at beskrive og grundlæggende at forstå konsekvenserne af det komplicerede samspil af dyrkningsmæssige faktorerers indvirkning på levevilkårene for en karakterart som sanglærken.

Modeller

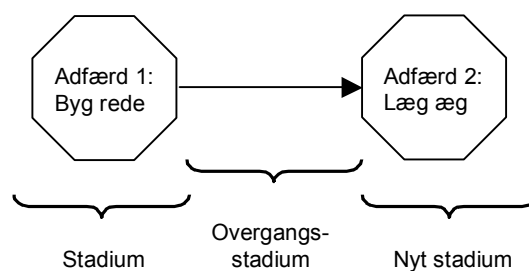
Den individbaserede sanglærkemodel

Udviklingen af individbaserede modeller har givet nye muligheder for realistisk at simulere og modellere dyre- og plantearters (Huston et al., 1988; Hogeweg & Hesper, 1990; Grimm, 1999; McGlade, 1999) økologiske respons på ændrede livsbetingelser i et modellandskab, som kan være en detaljeret kopi af et eksisterende landskab. De enkelte dyrearters biologi er bestemmende for kravene med hensyn til arealskala og detaljeringsgrad og type af arealinformationer, der er behov for. Areal skalaen for modelleringen af et større rovdyr vil eksempelvis betyde, at der arbejdes på et landskabsniveau, men ikke nødvendigvis at der er behov for den samme detaljeringsgrad af den arealinformation, der for eksempel ville være nødvendig ved modelleringen af en insektart, hvor arealskalaen typisk vil være på mark- eller bedriftsniveau.

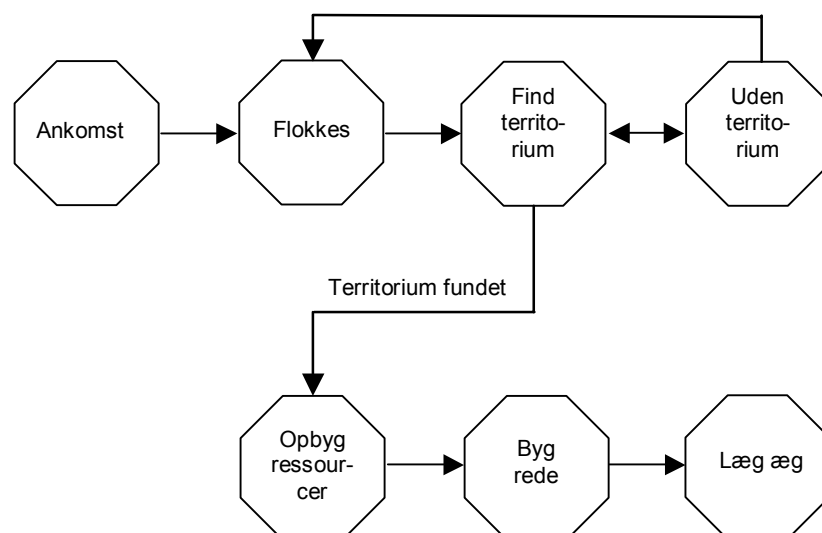
Udgangspunktet for individbaserede modeller er, som navnet antyder, det enkelte individ, for hvilket der er defineret et artsspecifikt sæt af regler, der er bestemmende for dyrets adfærd (eks.

sociale interaktioner, energetik, reproduktion, bevægelse og spredning) under tidsmæssigt og rumligt skiftende forhold. Overgangen fra ét sæt af adfærdsregler, der beskriver og styrer begivenhederne i en bestemt periode ("stadium") af et individs livsforløb, til et nyt stadium er beskrevet af et andet regelsæt ("overgangsstadium"), som er karakteristisk for den givne art (Figur 6.1). En del af et sådant stadie – overgangs diagram for en hunsanglærke er illustreret i Figur 6.2. Et komplet sæt af indbyrdes afhængige stadier og overgange mellem disse beskriver den specifikke individbaserede biologiske model for en art.

Figur 6.1 To stadier i hunsanglærkens liv: hvert stadium og overgangen mellem disse er beskrevet af et bestemt sæt adfærdsregler, der bestemmer hunlærkens beslutninger under de givne omstændigheder

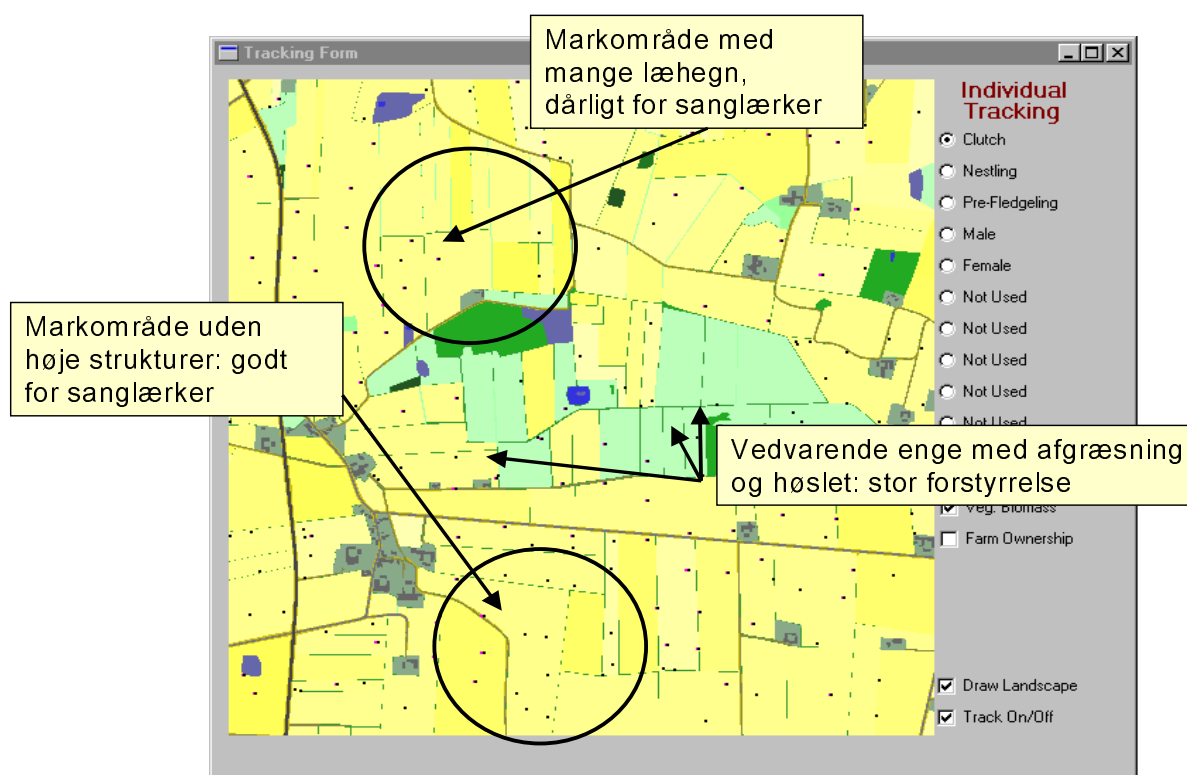


Figur 6.2 Brudstykke af et "State/Transition" diagram for hunsanglærken, der beskriver stadierne fra ankomst til ynglepladsen til påbegyndelse af æglægning. Pilene angiver overgangsstadier



En sådan model er udviklet for sanglærken sideløbende med nærværende projekt i "ARLAS" under forskningsprogrammet: "Arealanvendelse - jordbrugeren som landskabsforvalter".

Modeltypen er karakteristisk ved, at alle individer til et givet tidspunkt i en given lokalitet på samme tid kan få alle relevante informationer om forskellige biotiske (eks. afgrødetype, -højde og dækningsgrad, tæthed af fødeemner - insekter, tilstedeværelsen af andre fugle fra naboterrier) og abiotiske forhold (f.eks. pløjning, harvning, sprøjtning, temperatur og nedbør), der er betydende for de enkelte individers reaktioner og handlinger (Figur 6.7). På denne måde kan et antal fugle modtage informationer om og udnytte eksempelvis en lokal føderesource på en og samme tid. Den lokale lærkepopulation, der modelleres, består således af indbyrdes "kommunikerende" individer, der i tid og rum kan opfatte og reagere på forhold i det lokale miljø. Territoriestørrelser afhænger dels af territoriets kvalitet, dels af den enkelte fugls styrkeforhold i forhold til andre territoriehævdende nabofugle, hvilket medfører en tæthedsafhængig modellering af populationen. Den biologiske lærkemodel består af en række undermodeller, der hver især beskriver de regelsæt, der karakteriserer de specielle forhold, der gør sig gældende for henholdsvis hanlærker, hunlærker, ægudvikling, udvikling af redeunger og udvikling af ikke flyvefærdige unger (efter reden forlades på 8. - 10. dagen efter klækning, går der endnu 7 - 10 dage, før ungerne bliver flyvedygtige).



Figur 6.3 Eksempel på modellens indplacering af lærkepar og reder (blå og røde prikker) i et udsnit af værkstedsområdet. Forskellige tætheder i udvalgte delområder er angivet med pile

Parameterisering

De fleste ynglebiologiske baggrundsdata til brug for opbygningen af sanglærkemodellen har været tilgængelige fra dels udenlandske undersøgelser (Delius, 1965; Schläpfer, 1988; Jenny, 1990; Daunicht, 1998) dels fra egne studier (Odderskær et al., 1997 b). Da de refererede undersøgelser alle er udført i konventionelt drevne landbrugsområder, har det ikke i den eksisterende litteratur været muligt at finde materiale, der kunne kvantificere effekter på æg og unger af f.eks. markstriglinger, der benyttes i væsentligt større udstrækning under økologiske dyrkningsforhold. For at tilvejebringe sådanne data, har det været nødvendigt at supplere med undersøgelser på det økologisk dyrkede Ny Ryomgård (Odderskær, 1998), der er indgået som en vigtig bestanddel i opbygningen af den biologiske model. En oversigt over de vigtigste ynglebiologiske og fysiologiske parametre, der er anvendt i sanglærkemodellen er vist i Appendiks C1.

Følsomhedsanalyser over samtlige modelparametre anført i Appendiks C1 har ligget ud over rammerne for dette delprojekt. Følsomhedsanalyser blev udført for følgende parametre: insekt-tæthed, insekticidanvendelse, udnyttelsesgrad med hensyn til fouragering (fuglenes "evne" til at finde og fange fødeemner) og fastsættelse af et territories kvalitet – herunder indflydelse fra afgrødehøjde, tilstedeværelse/andel af vertikale barrierer som f.eks. læhegn/skov/bygninger m.m.

For at kunne vurdere modellens evne til at "forudsige" lokale bestandstætheder under givne dyrkningsforhold blev der i 16 delområder (af ca. 40 ha) inden for et 10 x 10 km stort område ved Bjerringbro udført monitoringer af lærketætheder (lokalisering af territorier, udparrede hanner m.m.) i 1998, 1999 og 2000 (Topping & Odderskær 2000). Det mindre modellandskab (5 x 5 km), der er anvendt i de efterfølgende modelleringer, er indeholdt i det større landskab, hvori der blev udført monitoringer.

Før de endelige modelkørsler og inden udførelsen af statistiske tests, blev der for de enkelte bedriftstyper foretaget en kontrol af de modellerede sædskifter, dyrkningsplaner og vækstforhold for de individuelle afgrøder. Efterfølgende er der ved at sammenholde modellens "forudsigelser" af antal og placering af lærketerritorier og reder i udvalgte områder, hvori der gennem monitoringer forelå eksakte oplysninger om lokale bestandstætheder, territorie- og redeplaceringer i forhold til fysiske parametre (f.eks. tilstedeværelsen af læhegn, markskel, bygninger m.m. Se Figur 6.3), foretaget en kontrol og efterfølgende "justering" af centrale biologiske modelparametre, indtil der blev opnået en generel god overensstemmelse mellem modelforudsigelser og reelle forhold.

En af de centrale modelvariabler, der ikke på forhånd har kunnet estimeres, er den basisudnyttelsesgrad, hvormed fuglene udnytter en given fødekilde af en given tæthed, og derigennem hvor meget føde de voksne forældre-fugle kan bringe til ungerne. Den aktuelle udnyttelsesgrad er bestemt af en kombination af fødeemnernes tæthed, deres aktivitet og synlighed og hermed også vegetationstætheden, samt temperatur og nedbørsforhold. Sanglærkens unger forlader i gennemsnit reden på 8. dagen, men tidspunktet kan, afhængigt af ungerne tilvækst og dermed fysiske kondition, variere mellem 7 og 12 dage. Estimeringen af den aktuelle udnyttelsesgrad blev foretaget således, at der blev opnået en realistisk variation i det modellerede antal rededage før udflyvning samt redeungerne vægt på udflyvningsdagen. Blandt de parametre, for

hvilke der blev udført følsomhedsanalyser, var udnyttelsesgraden den mest centrale eller følsomme, hvilket tillige er blevet fundet af Kjær et al. (in press.).

Gennem de foretagne modelvalideringer af modelsystemet er der konstateret en god overensstemmelse mellem faktiske og modellerede forhold.

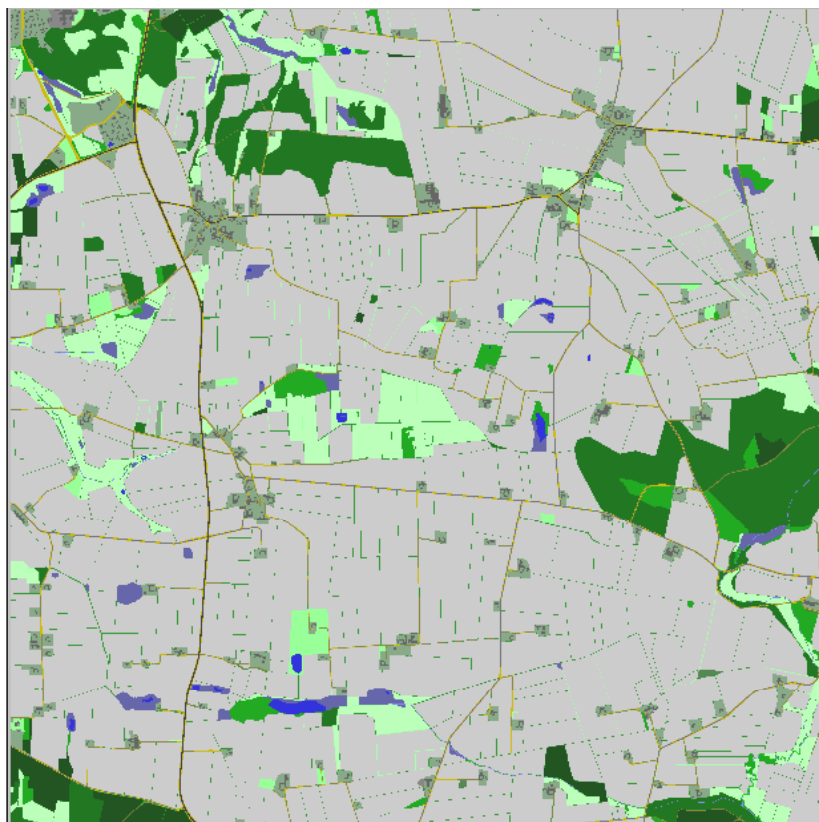
Landskabsmodellen

Landskabsmodellen – eller værkstedsområdet, som er en kopi af et virkeligt område, udgør den "verden", de modellerede lærker skal leve og overleve i. Den indeholder en detaljeret gengivelse af alle vigtige landskabselementer (læhegn, markskel, marker, veje og bygninger m.m.). Størrelse og placering af disse elementer holdes konstant både før og efter omlægning, og kun markafgrøder (sædskiftet) ændres ved omlægningen.

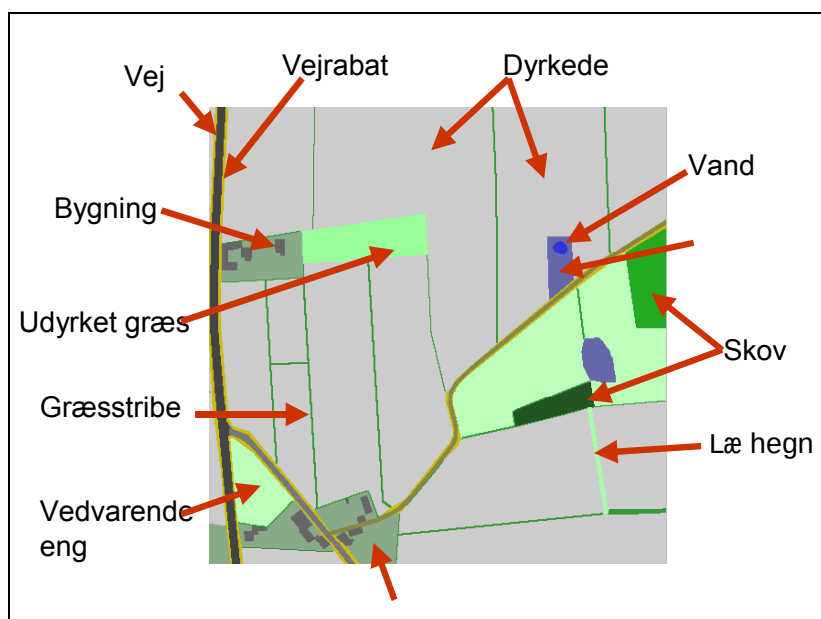
Det udvalgte værkstedsområde, hvori de enkelte modelscenarier er udført, er et 5 x 5 km stort område beliggende sydøst for Bjerringbro (Figur 6.4). Området omfatter, ud over de bedrifter der indgår i analyserne foretaget i andre delafsnit i nærværende rapport (modelleringerne af kvæstofudvaskning, evalueringerne af de generelle faunapåvirkninger - driftsøkonomi), alle øvrige bedrifter i hele området. Dette valg er truffet ud fra modelmæssige hensyn, ud fra et ønske om at det valgte landskab indeholder så stor andel dyrket land som muligt, hvilket for den pågældende modellerede art er centralt. Ud fra flyfoto og markblokkort blev der foretaget en detaljeret digitalisering af området. Alle digitaliserede arealer (polygoner) blev defineret i forhold til en række udvalgte kategorier (marker, bygninger, haver, arelle småbiotoper, læhegn, skove, veje/vejrabatter, vandløb m.m.) (Figur 6.5). Ved en efterfølgende inspektion af området blev alle arealinformationer vedrørende de forskellige polygontyper korrigeret for evt. fejl i forhold til placering, arealstørrelse og polygontype. For de individuelle læhegns vedkommende blev der desuden suppleret med oplysninger om højde, strukturel udformning m.m. Alle oplysninger vedrørende bedriftstyper (1998-forhold) og ejerforhold (her: reelt oplysninger om arealer drevet af samme person) har været tilgængelige via krypterede GLR-register oplysninger.

Som udgangspunkt er de enkelte bedriftsenheder (i alt 123 bedrifter) og typer i modellandskabet defineret ud fra de konkrete forhold i 1998. Den enkelte bedriftstørrelse og geografiske placering er defineret ud fra den person, der driver de pågældende marker (Figur 6.6). Alle "beslutninger" om udførelsen af markoperationer på en given mark på et givet tidspunkt bliver foretaget i en "Driftleder", der samlet koordinerer oplysninger om bedriftstype, sædskifte, jordbunds- og vejrmæssige forhold.

Figur 6.4 Modellandskab (5 x 5 km, sydøst for Bjerringbro), hvori modelkørsler af de forskellige sanglærkescenarier er foretaget



Figur 6.5 Udsnit af det digitaliserede landskabsmodel, med angivelse af selvstændigt definerede polygontyper (habitater)



Figur 6.6 Angivelse af bedriftsforhold: marker med samme farve er drevet af samme landmand



Vejrdata og vækstmodeller for afgrøder

Sanglærkens muligheder for at fuldføre et eller flere succesfulde yngleforsøg, dvs. om der produceres flyvefærdige unger, er som tidligere nævnt afhængig af strukturen (bladareal, biomasse, højde) af de enkelte afgrøder inden for yngleområdet. For på en realistisk måde at "gengive" virkelige forhold er der udviklet specifikke vækstmodeller for de afgrøder, der er anvendt i de forskellige scenariosædskifter (se efterfølgende). Vækstmodellerne er udarbejdet på grundlag af eksisterende modeller (Olesen og Heidmann, 1990; Plauborg og Olesen, 1991) samt data indsamlet ved DJF og DMU. Modellerne er baseret på "graddage", således at både bladareal og højdeudvikling er relateret til temperatursummer med en basistemperatur på 0°C (for nærmere beskrivelse, se Appendiks C2). Vejrdata, der er anvendt i plantevækstmodeller, lærkemodell og "Driftlederen" (se efterfølgende) er baseret på data fra DJF-Foulum fra perioden 1988-1999. I modelleringerne er der anvendt daglige gennemsnit for temperatur (°C), nedbør (mm) og vindstyrke (m/sek.). De samme vejrdata indgår således i det modellerede tidsrum på 50 år i alt i perioder af 11 år.

"Driftsleder" og dyrkningsmodeller

Dyrkningsmodeller, der beskriver vækstforhold og dyrkningstiltag er baseret på dyrkningsvejledninger (Landbrugets Rådgivningscenter) og konsulentrådgivning fra Djursland Landboforening - Landbocentret Følle, Godsforvaltningen ved Fussingø Statsskovdistrikt og DMU, Afd. for Landskabsøkologi. For hver enkelt afgrødemodel er der i videst muligt omfang medtaget de variationer i dyrkningsmæssige tiltag, der er bestemt af f.eks. brugstype, geografiske forhold, jordbund, vejrforhold m.m. Den indbyggede variation bevirker, at vækstforhold og dyrkningsiltag inden for de enkelte afgrøder skifter mellem marker og bedrifter i de enkelte modelår. I alt er der udarbejdet dyrkningsmodeller for 22 forskellige afgrøder (Tabel 6.1), der tilsammen dækker de afgrøder, der er benyttet og beskrevet i de efterfølgende scenarier.

Tabel 6.1 Oversigt over modelafgrøder, der indgår i de økologiske og konventionelle sædskifter. For afgrøder der dyrkes på flere bedriftstyper, er der opstillet en dyrkningsplan for hver bedriftstype (Plante/Kvæg/Svin). * : inkl. den procentdel der har slet. ** : afgrøder kun brugt på øko-svinebedrifter. ***: afgrøde på øko-plantebedrifter for at sikre sletgræs til øko-svinebedrifter. #: 95% til helsød på kvægbedrifterne. ##: speciel dyrkning tilpasset dyrkning efter Kløvergræs – afgræsset af svin

Økologisk drevet	Konventionelt drevet
Bygært kløvergræs #	Kløvergræs – afgræsset 1. års*
Kløvergræs – afgræsset 1. års*	Kløvergræs – afgræsset 2. års*
Kløvergræs – afgræsset 2. års*	Vedvarende græs – afgræsset*
Kløvergræs – slet***	Frøgræs 1. års
Markært	Frøgræs 2. års
Kløvergræs – afgræsset af svin**	Brak (1-års)
Vedvarende græs – afgræsset*	Vårbyg
Brak (1-års)	Vårbyg med udlæg af kløvergræs
Vårbyg	Vårbyg - helsød
Vårbyg – svineavlere ##	Vinterraps
Vinterhvede med udlæg	Vinterhvede

I dyrkningsmodellen for de enkelte afgrøder antages, at markoperationerne i tabel 6.2 kun udføres under bestemte vejrforhold. De fleste markoperationer vil således ikke blive udført før 3 – 5 dage efter forudgående nedbør, høst foretages tidligst 5 dage efter nedbør og marksprøjtninger udføres kun i tørvejr og under gunstige vindforhold (vindstyrker < 4, Boufort skala).

Tabel 6.2 Oversigt over markoperationer anvendt i dyrkningsmodellerne for de afgrøder, der er anvendt scenarierne

Markoperationer	
Efterårsplojning	Fungicidbehandling
Efterårsharvning	Insekticidbehandling
Efterårstromling	Radrensning
Efterårssåning	Strigling
Forårsplojning	Blindstrigling
Forårsharvning	Kunstvanding
Forårstromling	Skårlægning
Forårssåning	Høst
Gødskning	Køer på græs
- NPKS	Svin på græs
- NPK	Græsslet til hø
- PK	Græsslet til ensilage
- Flydende ammoniak	Græsslet til hø/ensilage
- Gylle	Afpudsning af ukrudt
- Mangansulfat	Halmsnitning
- Fastgødning	Halm/Høvending
- Slam	Halm/Høpresning
- N-ammoniumsulfat	Afbrænding
Herbicidbehandling	Stubharvning
Vækstregulering	

Oplysninger om den sæsonmæssige forekomst og tæthed af insektofødeemner på dyrkede arealer er kun tilgængelig fra få undersøgelser og for et begrænset antal afgrøder (Sunderland et al., 1987; Odderskær et al., 1997 b; Poulsen, 1996; Poulsen et al., 1998; Sotherton, 1991; Sotherton et al., 1998; Wakeham-Dawson et al., 1998). Ud fra disse undersøgelser er der udarbejdet en generel funktion der beskriver bestandsudviklingen af insekter i relation til den tidsmæssige udvikling (plantebiomasse) af de enkelte afgrøder. Insekttætheder omregnes herefter til en gennemsnitlig tørvægt per arealenhed for de vigtigste insektgrupper efter eksisterende datamateriale (Odderskær et al., 1997).

Effekter af markoperationer

Både sanglærker og insektofødeemner påvirkes af markoperationer. I modellen er anvendt de parametre for dødelighed af lærkeæg/unger som følger udførelsen af forskellige markoperationer (angivet i Tabel 6.3) (kilder: Busche, 1989; Jenny, 1990; Odderskær et al., 1997 b; Daunicht, 1998; Odderskær, 1998; Poulsen et al., 1998; Wakeham-Dawson et al., 1998; Odderskær, 2001),

samt insekter (kilder: Sunderland & Topping 1993, Poulsen et al. 1998, Topping & Sunderland 1998, Wakeham-Dawson et al. 1998)

Hvor data vedrørende de tilknyttede påvirkninger på æg/redeunger/insekter for en markoperation ikke har været tilgængelige i litteraturen, er der - i de tilfælde, hvor den pågældende markoperation er af en umiddelbar radikal negativ karakter - for æg og ungers vedkommende tilknyttet en skønnet dødelighed på 100% (angivet med ** i tabellen). I øvrige tilfælde er der som udgangspunkt tildelt en dødelighed på 0%.

For æg og unger angiver de opførte procenter den individuelle dødelighed i det tilfælde de udsættes for den pågældende markoperation. De anførte græsningseffekter på æg/unger er en daglig (tilfældig) dødelighed per rede med æg/unger.

For insekter er den angivne dødelighed en gennemsnitlig dødelighed (reduktion) for populationen af insekter i den pågældende mark, der udsættes for den givne markoperation. * : indirekte effekt modelleret gennem en reduktion af insekter (for unger) og plantebiomasse (for insekter).

I de fleste af disse tilfælde, hvor dødeligheden er angivet med 100%, er de reelle effekter vurderet til at være små, fordi de pågældende markoperationer foretages på tidspunkter, hvor en eventuel effekt er uden betydning eller meget begrænset, da ingen eller kun få reder vil blive påvirket af den enkelte markoperation (angivet med ** i tabel 6.3).

De angivne dødeligheder på æg og unger som følge af markstrigling stammer fra de tidligere nævnte undersøgelser fra Ny Ryomgård (Odderskær, 1998). Dødelighed på æg og unger som følge af pesticidesprøjtninger er ikke medtaget under de direkte følger af markoperationer, da disse indirekte påvirkninger (Odderskær et al., 1997 b) modelleres som påvirkninger gennem en fødereduktion.

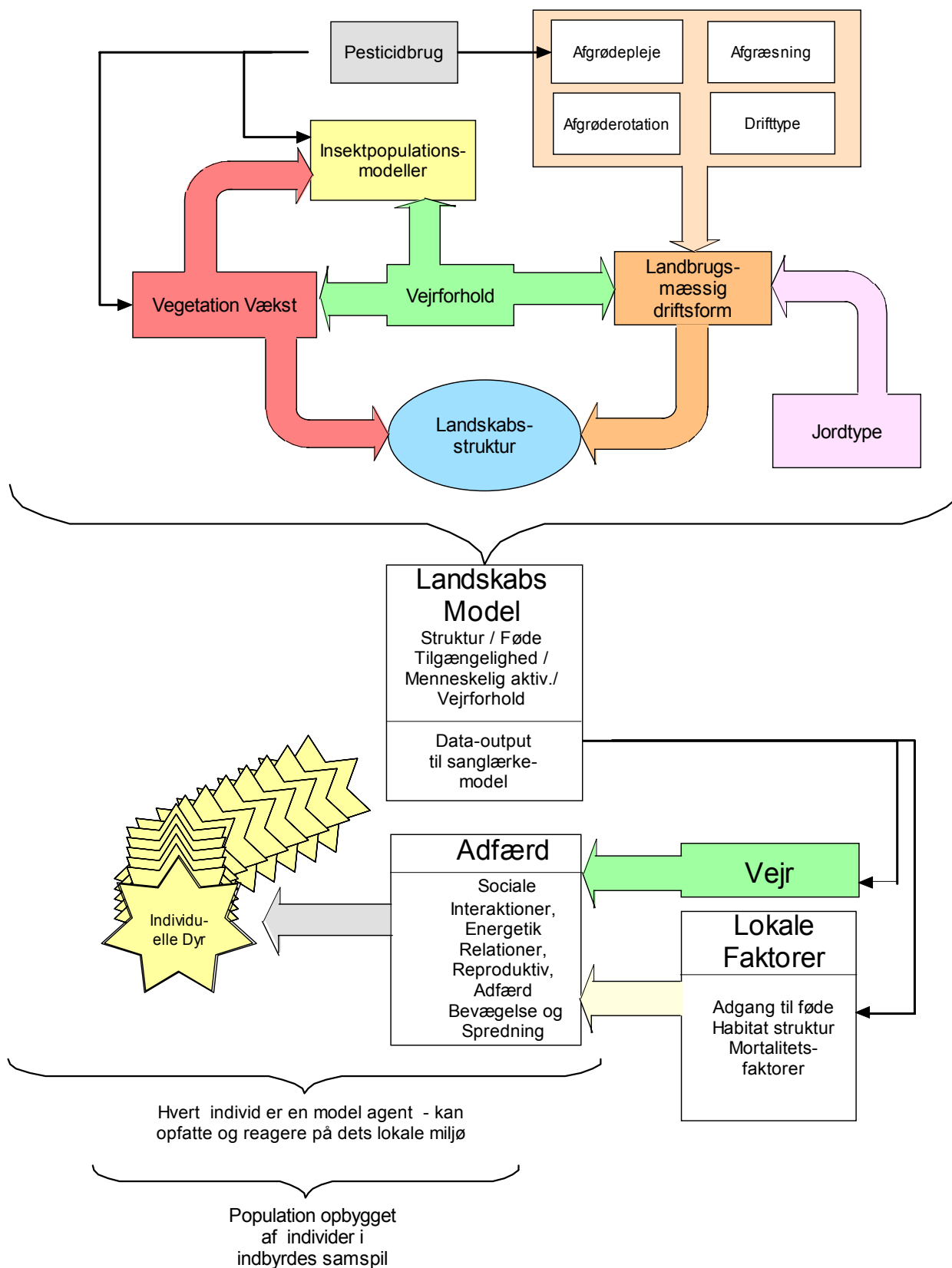
En detaljeret oversigt over de anvendte procenter for afgræsning, slet og strigling i modellerede afgrøder findes i Appendiks C3.

En samlet oversigt over den komplekse struktur og sammenhæng mellem den overordnede models delelementer er vist på figur 6.7.

Tabel 6.3 Estimerede effekter (dødelighed i %)af markoperationer på sanglærkeæg og –unger

Markoperation	Voksen	Æg	Redeunger	Udføjne unger	Insekter
Efterårsplojning	0	**	**	0	90
Efterårsharvning	0	**	**	0	70
Efterårstromling	0	**	**	0	0
Efterårssåning	0	**	**	0	0
Forårsplojning	0	100	100	0	90
Forårsharvning	0	**	**	0	70
Forårstromling	0	**	**	0	0
Forårssåning	0	**	**	0	0
NPKS	0	0	0	0	0
NPK	0	0	0	0	0
PK	0	0	0	0	0
Flydende ammoniak	0	100	100	0	0
Gylle	0	2	2	0	0
Mangansulfat	0	0	0	0	0
Fastgødning	0	0	0	0	0
Slam	0	0	0	0	0
N-ammoniumsulfat	0	0	0	0	0
Herbicide	0	0	*	*	*
Vækstregulator	0	0	0	0	0
Fungicide	0	0	0	0	0
Insekticide	0	0	*	*	80
Radrensning	0	100	100	0	75
Strigling,	0	50	50	0	30
Vanding	0	0	0	0	0
Skårlægning	0	2	2	0	50
Høst	0	**	**	0	60
Kvæg afgræsning	0	2	2	0	*
Grise afgræsning	0	20	20	0	*
Græsslet til hø	0	100	100	0	60
Græsslet til ensilage	0	100	100	0	60
Halmsnitning	0	**	**	0	60
Høvending	0	100	100	0	0
Halmpresning	0	0	0	0	0
Afbrænding af stub	0	**	**	0	60
Stubharvning	0	**	**	0	75

Figur 6.7 Diagramatisk fremstilling af de faktorer, der alle påvirker de individuelle dyr, der modelleres i sanglærkemodellen



Modellerede scenarier og modelvariabler

Vi har valgt at foretage modelanalyser for to af de fire scenarier, der er beskrevet i kapitel 3: "*Mælk*" *scenariet*, hvori 25% af værkstedsområdets areal beliggende på malkekvægsbedrifter omlægges til økologisk drift, og "*Plante/svin*" *scenariet* hvor omlæggerne er ligeligt fordelt på planteavls- og svinebedrifter. For hvert af disse scenarier er der udført modelleringer for to situationer (Figur 6.8):

- 1) de omlagte bedrifter er placeret *samlet* før og efter omlægning. Fra disse modelkørsler fremkommer to resultater: dels for de omlæggende bedrifter, dels for hele området.
- 2) de omlagte bedrifter er placeret *spredt* før og efter omlægning. Bedrifternes placering er den reelle fra 1998-situationen i værkstedsområdet. Fra disse modelkørsler fremkommer kun et resultat for hele området.

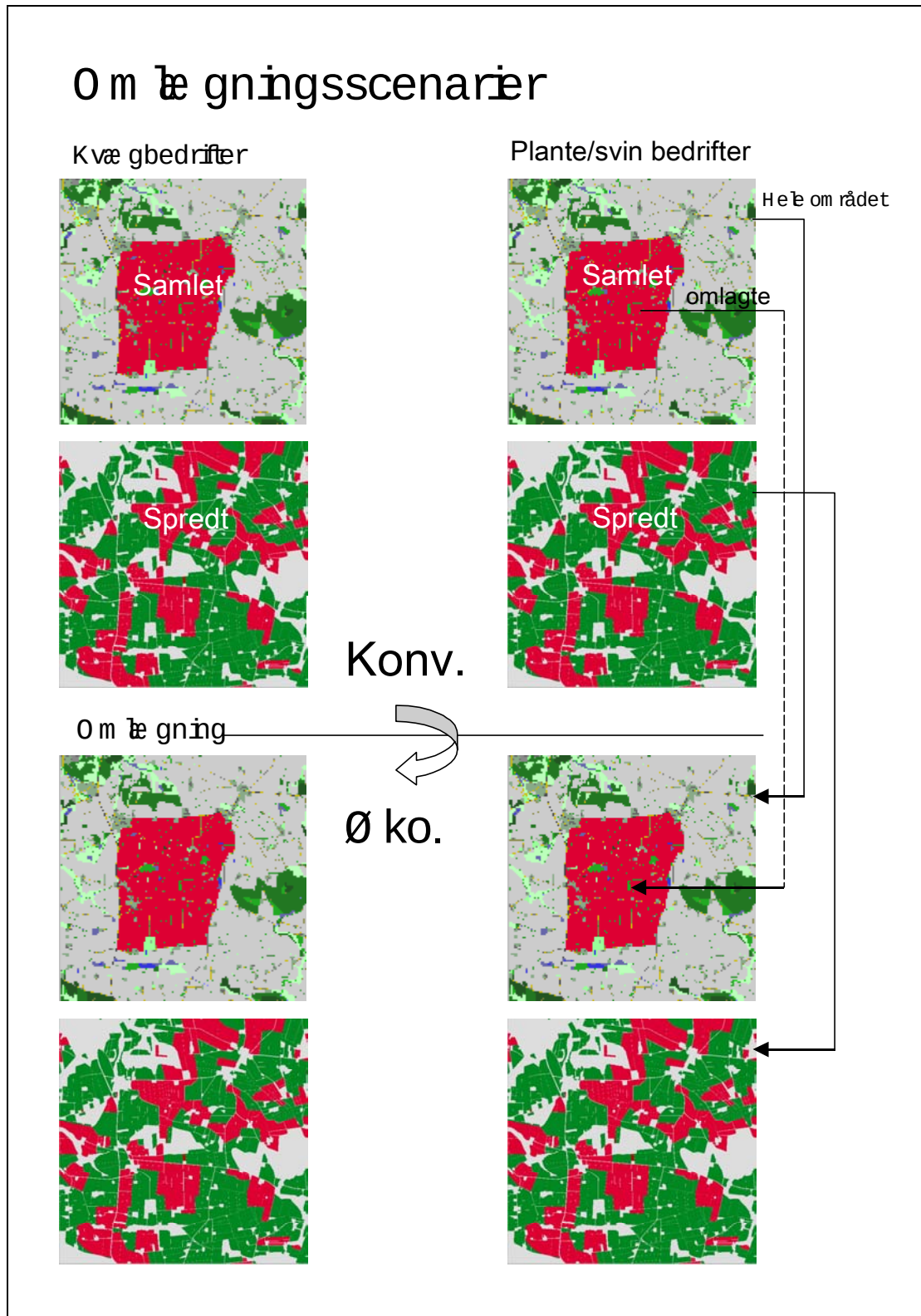
Ud over de to scenarier er der udført modelanalyser for et "*Blandet*" *scenario*, hvori alle bedrifter i hele værkstedsområdet (5 x 5 km), dvs. både malkekvægs-, planteavls- og svinebedrifter omlægges til økologisk drift. Der er ikke taget hensyn til, om en sådan omlægning er realistisk set ud fra driftsmæssige betingelser. Fra denne modelkørsel fremkommer et resultat for hele området.

Modelleringernes resultater, dvs. output af populationsdynamiske variabler, er følgende:

- totale antal **voksne individer medio juni**
 - denne variabel er valgt, fordi den er det bedste udtryk for et givet områdes bæreevne af ynglefugle
- totale antal **flyvefærdige unger, der overlever til emigration**
 - denne variabel er valgt, da alle dødelighedsfaktorer knyttet til den periode ungerne opholder sig i en pågældende ynglebiotop (biotop specifik), er indtruffet

For alle "scenarier" er foretaget to modelkørsler af en halvtredsårs periode. De første 10 år er udeladt i de efterfølgende statistiske tests, da der i dette tidsrum øjensynlig foregår en opbygning af populationen af lærker til, hvad der antages at være områdets bæreevne. Variationen inden for hver af de to testvariabler var i ingen tilfælde signifikant forskellige mellem to modelkørsler af samme "scenario" (F-test, $n = 40,40$; $p > 0.05$), og efterfølgende test for forskelle mellem antallet af sanglærker under konventionelle og økologiske driftforhold er derefter udført for første modelkørsel ved hjælp af en Willcoxon Matched Pairs Test (SAS System for Windows, v 6.12).

Figur 6.8 Oversigt over de to omlægningsscenarier "Mælk" og "Plante/Svin". Hvor de omlagte bedrifter ligger samlet før og efter omlægning, sammenlignes lærkeantallet både i de omlagte arealer og i hele området før og efter omlægning. Hvor de omlagte bedrifter ligger spredt, sammenlignes lærkeantallet i hele området før og efter omlægning



Sædskifter og afgrøder

I modellen gennemløber hver enkelt mark det sædskifte, der er beskrevet og begrundet for de forskellige bedriftstyper i kapitel 2 (konventionelle afgrødefordelinger) og 3 (økologiske). De enkelte marker på en bedrift har forskellige afgrøder som udgangspunkt i opstartsåret for modelleringerne. For at kunne simulere forekomsten af afgrøder i forhold til deres arealmæssige forekomst, har det været nødvendigt at opstille mangeårige modelsædskifter for den enkelte mark. Disse ses i Appendiks C4. Konstruktionen af generaliserede bedriftstypespecifikke konventionelle sædskifter, der i modelleringerne er ens for alle bedrifter inden for den enkelte bedriftstype, medfører, at der kan forekomme modelafgrøder, der reelt ikke forekom i sædskiftet i alle de aktuelle bedrifter, der var udgangspunkt for de generaliserede sædskifter. Da de samlede procentuelle andele af dyrkningsarealer for de afgrøder, der reelt blev dyrket inden for de enkelte konventionelle bedrifter, imidlertid indgår i udarbejdelsen af de generaliserede sædskifter, vil denne forskel mellem "virkelighed" og model være yderst begrænset, når det samtidigt tages i betragtning, at denne forskel skal "fordeles" på modellandskabets 123 bedrifter. De anvendte sædskifteafgrøder under økologisk drevne forhold er følgende:

Plantebrug	Svinebrug	Kvægbrug
Bygært m. udlæg	Bygært m. udlæg	Bygært m. udlæg (helsød)
Kløvergræs (slet)	Kløvergræs (afgræsset)	Kløvergræs græsset (1. år)
Vinterhvede m. udlæg	Vårbyg	Kløvergræs græsset (2. år)
Vårbyg	Vinterhvede m. udlæg	
Markært	Markært	
Brak	Brak	

Vedvarende græsarealer udgør i scenarierne for plantebrug og svinebrug 5%, for kvægbrug 10%. Dette svarer godt til den procentuelle andel i værkstedsområdet.

De anvendte sædskifteafgrøder på konventionelle bedrifter er følgende:

Plantebrug	Svinebrug	Kvægbrug
Vinterraps	Vinterraps	Vinterhvede
Vinterhvede	Vinterhvede	Vårbyg
Vårbyg	Vårbyg	Vårbyg med udlæg
Brak	Brak	Kløvergræs græsset (1. år)
		Kløvergræs græsset (2. år)
		Vårbyg (helsød)
		Brak

Tabel 6.4 Oversigt over den aktuelle arealfordeling af konventionelt dyrkede afgrøder ifølge Dalgaard, 2000 samt arealfordelingen for afgrøder anvendt i de konventionelle scenarier i nærværende modellering

	Dalgaard 2000, % ha	Modelscenarier, % ha
Plantebrug		
Vårkorn, modenhed	22	26
Vinterkorn, modenhed	48	48
Brak	11	11
Raps	7	10
Ærter	4	0
Helsæd	0	0
Rodfrugter	3	0
Omdriftsgræs & frøgræs	2	0
Vedvarende græs	3	5
	100	100
Svinebrug		
Vårkorn, modenhed	22	26
Vinterkorn, modenhed	48	48
Brak	11	11
Raps	7	10
Ærter	4	0
Helsæd	0	0
Rodfrugter	0	0
Omdriftsgræs & frøgræs	4	0
Vedvarende græs	4	5
	100	100
Kvægbrug		
Vårkorn, modenhed	13	13
Vinterkorn, modenhed	8	17
Brak	3	3
Raps	0	0
Ærter	1	0
Helsæd	28	29
Rodfrugter	9	0
Omdriftsgræs & frøgræs	26	26
Vedvarende græs	12	12
	100	100

Sædskifterne på konventionelle bedrifter er opstillet med udgangspunkt de faktiske forhold i området beskrevet af Dalgaard (2000). Som det ses, er det i modelleringerne anvendte antal afgrøder dog for alle bedriftstyper mindre end reelt i 1998 (Tabel 6.4).

Resultater

I **Mælk scenariet-Samlet** (Figur 6.8), er antallet af voksne fugle og flyvefærdige unger (herefter: unger) i hele området (hele værkstedsområdet inkl. det omlagte areal) såvel som i det omlagte areal signifikant lavere ved økologisk drift end ved konventionel (for teststørrelser, signifikansværdier, middelværdier for antallet af fugle under henholdsvis konventionel og økologisk drift: se Tabel 6.5). Ses på hele området, er effekten i det omlagte areal tilstrækkelig stor til at påvirke lærkeantallet i hele værkstedsområdet under et (se endvidere Appendiks C 5 (a-n) for en grafisk fremstilling af de modellerede populationsudviklinger, samt Appendiks C 6 (a-d) for en grafisk fremstilling af middelværdier for antallet af voksne fugle og unger).

I **Mælk scenariet-Spredt**, hvor det omlagte areal ligger arealmæssigt spredt (Figur 6.8), er der et signifikant lavere antal unger i hele området under økologisk drevne forhold (Tabel 6.5), om end forskellen ikke er så stor (proportion=0,97) som i den arealmæssigt samlede modelkørsel nævn ovenfor (proportion=0,93). Der er ingen forskel på antallet af voksne fugle i hele området (Tabel 6.5). Der er i dette scenarium som i Plante/Svin scenariet ikke udført analyser i 25% arealet, da arealet er sammensat af både konventionelt drevne brug og økologisk drevne.

Tabel 6.5 Oversigt over resultater fra de statistiske analyser (Willcoxon Matched Pairs Test), udført i de tre scenarier

Scenario	Areal spredning	Fugle alder	Areal	T	P	Middelværdi (0)		Prop.
						Kon.	Øko.	
Mælk	Samlet	Ung	hele området	35,0	<0,001	2077	1931	0,93
			omlagte areal	54,0	<0,001	404	347	0,86
		Vokser	hele området	231,0	0,016	3426	3119	0,91
			omlagte areal	152,5	<0,001	635	559	0,88
	Spredt	Ung	hele området	181,0	0,002	2020	1960	0,97
		Vokser	hele området	362,0	0,519	3195	3146	0,99
Plante/sv.	Samlet	Ung	hele området	117	<0,001	1983	1873	0,95
			omlagte areal	97,5	<0,001	374	327	0,87
		Vokser	hele området	295,5	0,124	3049	2854	0,94
			omlagte areal	181,5	0,002	569	504	0,86
	Spredt	Ung	hele området	45,5	<0,001	2020	1904	0,94
		Vokser	hele området	298	0,132	3195	2992	0,94
Blandet	Spredt	Ung	hele området	0,0	<0,001	2020	1601	0,79
		Vokser	hele området	21,0	<0,001	3195	2419	0,76

I Blandet-scenariet omlægges alle bedrifter i de aktuelle bedriftstyper registreret i 1998. Areal: se tekst for nærmere forklaring side 155. Kon.: konventionel driftsform, Øko.: økologisk driftsform. T: testværdi. Prop.: proportionen mellem middelværdien for antallet af fugle på økologiske i forhold til konventionelle arealer.

I **Plante/svin scenariet–Samlet** er det modellerede antal unger signifikant lavere under økologisk drevne forhold i det omlagte areal (Tabel 6.5). Som i ovennævnte scenario er effekten heraf så stor, at det afspejler sig i et signifikant lavere antal unger i hele området (Tabel 6.5, Appendiks C 5 (g-h)). Med hensyn til antallet af voksne fugle er der et signifikant lavere antal fugle (Tabel 6.5) i de økologiske bedrifter som helhed i det samlede omlagte areal, hvilket dog ikke afspejler sig i den modellerede bestand af voksne fugle i hele området, hvor der ikke findes signifikante forskelle, om end der forholdsvis er færre individer på de økologisk drevne arealer (proportion=0,94).

I **Plante/Svin scenariet–Spredt** produceres der som i "Mælk" scenariet – spredt et signifikant lavere antal overlevende unger fra de økologisk dyrkede arealer, hvilket afspejler sig i produktionen fra hele værkstedsområdet. Forholdet mellem Øko.-Kon. ungeantallet i "Plante/svin" scenariet er niveaumæssigt lavere (proportion=0,94) end i Kvægscenariet (proportion=0,97). Der kan ikke konstateres nogen målbar forskel i antallet af voksne fugle mellem de to sammenlignede driftformer, selvom proportionen mellem det gennemsnitlige antal af voksne fugle på Øko.Kon. kunne indikere dette (proportion=0,94). Denne proportion er som for ungernes vedkommende niveaumæssigt lavere end fundet i Kvægscenariet (proportion=0,99).

I **Blandet-scenariet**, hvor samtlige bedrifter (Mælk og Plante/Svin) i hele værkstedsområdet omlægges, findes der den største signifikante forskel mellem de to driftformer i det modellerede antal af såvel voksne fugle (proportion=0,79) som unger (proportion=0,76) (Tabel 6.5). I alle sammenlignede år er ungeproduktionen af overlevende unger markant lavere under økologisk drevne forhold (Appendiks C 5 (m)), og noget lignende gør sig gældende for det økologisk drevne områdes bæreevne af voksne fugle (Appendiks C5 (n)).

6.4 Diskussion

Vejrfaktorer

Undersøgelser har vist, at vejrfaktorerne i en given ynglesæson overordnet er de faktorer der indvirker kraftigst på en lærkepopulations samlede reproduktion (Odderskær et al., 1997). Dårligt vejr (regn/blæst/kulde) skaber således et øget fødebehov for redeungerne samtidig med, at forældrefuglene har sværere ved at samle tilstrækkeligt med fødeemner. Disse faktorer virker således primært indirekte. Et dårligt vejr vil dog indvirke med forskellig styrke alt efter, hvordan betingelserne (afgrøde, vegetationsstruktur, drifttiltag, fourageringsbetingelser, fødeudbud) i øvrigt er for de enkelte ynglepar.

I de udførte modelleringer påvirker godt eller dårligt vejr i hovedtræk populationsudviklingen af voksne fugle og antallet af overlevende unger i begge dyrkningsformer (økologisk og konventionel) på samme måde. I vejrmæssigt dårlige år er overlevelsen af unger generelt dårligere end i gode år, men ikke altid med samme faktor (Appendiks C 5, (eks. a-c)). Årsagen til at vejrliget de enkelte år ikke indvirker med samme styrke er, at forskellige dyrkningstiltag, afgrødetyper og fordelinger af disse samt dermed følgende forskelle i fødemængden bevirker forskellige overlevelsesbetingelser for den enkelte rede. Derudover kan en god ungeoverlevelse i et år påvirke voksenpopulation positivt i det efterfølgende år.

Årsager til forskelle

Årsagen til den generelt lavere bestandstæthed og reproduktion af sanglærker under økologiske dyrkningsforhold kan inddeles i fire forskellige hovedårsager 1) ensformigt sædskifte med få afgrøder, 2) græsningseffekter fra afgræsning fra kvæg og specielt svin, 3) effekten af høslæt eller slet til ensilage, 4) effekten fra striglinger, samt en kombination af disse fire effekter.

Afgrødediversitet, græsning og slet

"Mælk" scenariet er karakteriseret ved et simpelt sædskifte på de økologiske bedrifter. Andelen af afgræssede marker udgør i alle år den væsentligste del af arealet på de økologiske kvægbedrifter. Det er sandsynligt, at de i indledningen nævnte negative effekter fra afgræsning og slet i samspil med det meget simple sædskifte i de økologisk drevne kvægbrug set i forhold til de konventionelt drevne er hovedårsagen til den signifikant lavere reproduktion fra de økologisk drevne bedrifter. Effekten af gentagne mislykkede yngleforsøg vil i første omgang ofte bevirke, at sanglærkehunnerne forlader territoriet, hvis de ikke indenfor territoriet har adgang til passende afgrøde/vegetation for etablering af et nyt yngleforsøg. Hvis de efterladte hanner ikke efterfølgende bliver udparrede på ny, vil en stor del af disse også forlade territorierne. Størstedelen af ynglefuglene i det omlagte areal i "Mælk" scenariet er i den ovenfor beskrevne situation, hvilket sandsynligvis forklarer det lavere antal voksne fugle under økologisk driftsform, en effekt der også har en afsmittende virkning, når sammenligningsgrundlaget er hele værkstedsområdet.

Hvor hele værkstedsområdet sammenlignes, er bestandstætheden af voksne fugle i "Plante/svin" scenariet (samlet) modsat tilfældet i "Mælk" scenariet (samlet) ikke signifikant større under konventionel driftsform. Årsagen til dette antages at være det mere varierede sædskifte i "Plante/svin" scenariet. Den større grad af afgrødemosaik bevirker her, at mange ynglepar har haft muligheden for at have mere end en enkelt afgrøde til rådighed inden for deres territorium, hvilket sammenlignet med forholdene i "Mælk" scenariet har forbedret deres muligheder for at forblive i området. Hvis de omlagte bedrifter ligger spredt i værkstedsområdet, er der i ingen af de to scenarier signifikante forskelle i bestandstætheden af voksne fugle mellem de to dyrkningssystemer, men sammenlignet med "Mælk" scenariet er der markant færre individer i "Plante/svin" scenariet under økologisk dyrkede forhold. En forklaring på dette kan være, at en arealmæssig spredning af de omlagte kvægbrug bevirker, at mange ynglepar i randzonerne til de omlagte kvægbrug inddrager dele af afgræsningsmarker i deres territorium, hvorved de kan udnytte afgangsmarkerne som fourageringsområder og samtidig have adgang til en anden afgrødetype, som giver bedre muligheder for redeanbringelse. Disse forhold er kun i begrænset omfang mulige for fuglene i "Plante/svin" scenariet, hvor de afgræssede arealer til sammenligning kun udgør 10% af det omlagte område.

En yderligere illustration af sædskiftets indflydelse på bestanden af voksne fugle ses ved en sammenligning af de gennemsnitlige antal fugle i hele området i henholdsvis "Plante/svin" (gns.: 3.049) og "Mælk" (gns.: 3.426) scenarierne (Appendiks C 6b). Denne forskel er sandsynligvis forårsaget af et mere varieret sædskifte på de konventionelle kvægbedrifter sammenlignet med sædskiftet på plante/svin bedrifterne.

Der findes ingen direkte undersøgelser over effekten på sanglærkers reproduktion i græsmarker, der afgræsses af svin, men en registrering over to år af territorietætheden af sanglærker på et udendørs svinehold viste en meget lav tæthed (Odderskær et al., 1997 c). Svinene på det undersøgte område var alle udstyret med en næsering, der modvirker en kraftig oprodning af jorden, hvad der ellers er en del af svinenes naturlige adfærd. Hvis svinene ikke på denne måde er forhindret i at rode i jorden, er resultatet ofte en hel eller delvis ødelæggelse af vegetationen – igen afhængig af dyretætheden (Andresen et al., 2001). Svin er ikke alene særdeles effektive, når det gælder om at registrere spiselige planterødder og jordlevende hvirvelløse dyr, de udnytter også gerne andre føderessourcer i form af fugleæg og unger samt fugle og mindre pattedyr, hvis lejligheden byder sig. Af disse årsager antages det, at udendørs svinehold generelt vil have en stor negativ effekt på tætheden af yngleterritorier samt reproduktionen fra disse, og at dette i "Plante/svin" scenariet er en væsentlig del af årsagen til det lavere antal overlevende unger samt voksne fugle, hvor det omlagte areal holdes samlet. Dertil kommer, at det for såvel svinebrugenes som for plantebrugenes vedkommende er antaget, at der bliver foretaget en effektiv ukrudtsbekæmpelse i form af ofte gentagne markstriglinger.

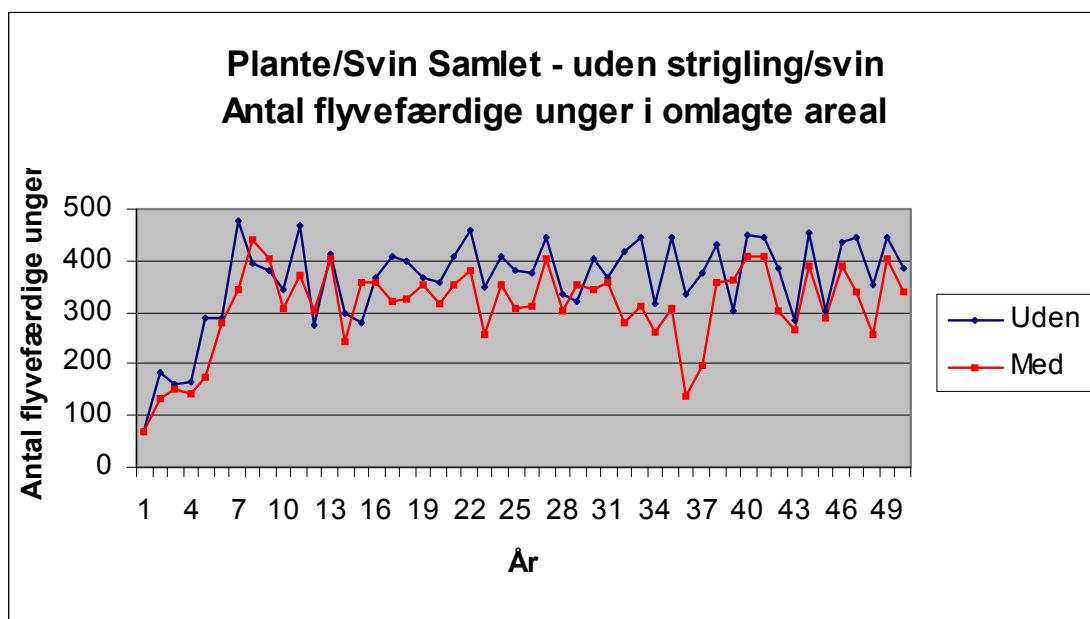
Markstriglinger

Den totale effekt af markstriglinger på æg og unger vil variere afhængig det anvendte udstyr og den aktuelle brug af dette, samt andelen af aktive reder i de pågældende marker på det pågældende tidspunkt, hvor striglingerne udføres. Effekten på den enkelte rede, der bliver striglet er dog betydelig, og er anslået til 50%. I den foreliggende model bliver den anvendte dødelighed i forbindelse med striglinger ikke anvendt som en gennemsnitlig dødelighed for lærkereder generelt, men påført den enkelte rede hvis den udsættes for en sådan begivenhed.

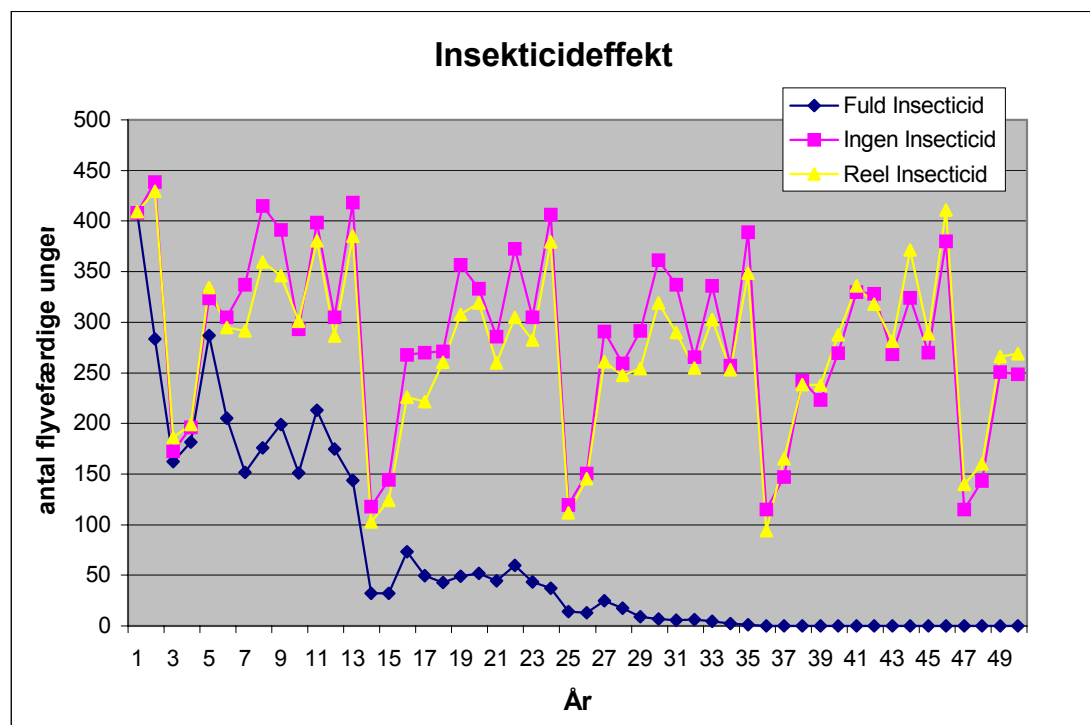
For et succesfuldt yngleforsøg behøver sanglærken en tidsmæssig periode på mellem 25 og 28 dage fra det første æg er lagt, til ungerne har forladt reden. Bliver reden ødelagt i første eller andet yngleforsøg, vil en ny rede blive påbegyndt inden for 4-7 dage. Hvis der i en afgrøde udføres to eller flere striglinger med en indbyrdes tidsmæssig afstand på 8-10 dage, vil chancen for at et ynglepar får ødelagt to på hinanden følgende yngleforsøg inden for en måned være markant. Hvis et yngleterritorium kun indeholder den ene (striglede) afgrøde, vil resultatet, som ovenfor nævnt ofte være, at et yngleterritorium opgives, da væksten af afgrøden i den mellem-liggende periode gør den uegnet som ynglehabitat.

Den foreliggende negative effekt fra afgræsning af grise sammenholdt med anvendelsen af markstriglinger må antages at være de væsentligste årsager til det signifikant lavere antal overlevende unger i "Plante/svin" scenariet under økologiske dyrkningsforhold, hvilket også stærkt indikeres, hvis den kombinerede effekt af svineafgræsning og strigling afbildes grafisk (Figur 6.9).

Figur 6.9 Effekten på antallet af flyvefærdige unger ved udførelsen af striglinger og tilstedeværelsen af marker afgræsset af svin. Det modellerede område er det omlagte område under "Plante/svin" scenariebetingelser



Figur 6.10 Effekten af insekticidbehandling i et 2 x 2 km afgrænset område på antallet af flyvefærdige unger i følgende situationer: alle marker i området (her alle dyrket med vårbyg) bliver behandlet inden for tre dage (Fuld Insekticid), ingen af markerne blive behandlet (Ingen Insekticid), og 50% af markerne bliver behandlet i forhold til modelleret praksis inden for 3 uger (Reel Insekticid)



Pesticideffekter

Den samlede effekt af pesticidanvendelse på de konventionelle brug er ikke modelleret særskilt, men hvis den isolerede effekt af insekticidsprøjtning, som er den største negative enkeltfaktor hvad angår pesticidanvendelse, kan illustreres i et modeleksempel, hvor der i et isoleret område (ikke del af scenarierne) kun dyrkes en enkelt afgrøde (Figur 6.10). Hvis alle marker insekticidbehandles inden for et kort tidsrum (3 dage), og hvis området som i dette konstruerede eksempel ikke "modtager" andre fugle fra de omkringliggende arealer, vil produktionen af overlevende unger reduceres til et absolut minimum efter ca. 35 år med samme type behandling. Under reelt modelleret behandlingspraksis (Figur 6.10, Reel Insekticid) er der stadig en negativ indirekte indvirkning fra insekticidsprøjtning, uden den dog fører til samme ekstreme udvikling som ovennævnt. Forklaringen på dette er, at ikke alle marker udsættes for insekticidbehandlinger (f.eks. pesticidbehandles ikke alle vårbygmarker), og at ikke alle behandlinger i en given afgrøde udføres på samme tidspunkt. Derved har en andel af de ynglepar, der har adgang til usprøjtede marker inden for deres "home-range" område, mulighed for at finde føde i ikke sprøjtede marker.

Modellerne

Den nærværende lærkemodell er den første modell, der i tid og rum forsøger at sammenholde og modellere effekterne af et kompliceret samspil af faktorer fra forskellige arealanvendelser og dyrkningspraksis under skiftende klimatiske betingelser på en vildtlevende dyreart i den danske natur. Som tidligere beskrevet er modelsystemet opbygget af et antal undermodeller, der hver især har indebåret et behov for et meget stort antal konkrete oplysninger fra eksisterende datakilder. Som det er tilfældet med andre modeltyper, er der i modelopbygningen indgået estimerede variabler. Dette har været tilfældet med hensyn til de direkte effekter på æg og redeunger og i særlig grad de indirekte effekter på insektmængden ved udførelsen af forskellige markoperationer. Adgang til eksperimentelt indhentede data for udviklingen og størrelsen af føderesourcen i form af insekter i flere forskellige afgrøder vil forbedre modellens styrke. Dette indebærer naturligt, at resultaterne af modellens "forudsigelser" skal vurderes ud fra dens evne eller styrke til generelt at beskrive faktisk forekommende forhold af biologisk/adfærdsmæssig og dyrkningsmæssig karakter. Gennem valideringsprocessen for modellens generelle styrke på disse områder har det været muligt igennem justering af en række af variabler at tilpasse modellens output af tætheder og fysisk indplacering af territorielle og udparrede fugle m.m., så det meget realistisk svarer til de reelt fundne i udvalgte kontrolområder i værkstedsarealet. Valget af ét sammenhængende modellandskab medfører for sanglærkens vedkommende en betydelig styrkelse i vurderingen af effekterne af den udførte omlægning, idet de individuelle responser på ydre faktorer for en højmobilitets art som sanglærken altid er afhængig af forholdene i øvrigt i den enkelte sanglærkes umiddelbare omgivelse.

De omlagte scenarier generelt

Det skal understreges, at de omtalte scenarier ikke er konstrueret med det formål at tage størst mulige naturhensyn, ligesom det ikke kan forventes, at en bestemt dyrkningsform eller arealudnyttelse i lige stort omfang tilgodeser eller negativt påvirker alle flora og faunagrupper. Ofte vil

forskellige dyrkningstiltag og arealanvendelsestyper virke forskelligt på forskellige dyrearter. De fremkomne resultater afspejler således, hvordan en af de arter af højere organismer, der responderer kraftigst på dyrkningsmæssige ændringer, kunne forventes at reagere under de valgte scenariebetingelser.

Dyrkningsmæssige hensyn

Der er i det foreliggende delprojekt ikke taget stilling til, om den modellerede andel af uden-dørs økologiske svinehold er realistisk eller ej. Det er imidlertid opfattelsen, at ændringer af følgende forhold ville skabe en situation, hvor den økologiske dyrkningsform i forhold til nærværende modellering ville medføre en positiv ændring i bestandstætheder af sanglærker med et tilsvarende bedre reproduktionspotentiale: 1) en begrænsning af arealet, hvorpå der er uden-dørs svinehold på de samme arealer gennem længerevarende perioder i forår/sommer, 2) et mere varieret sædskifte for alle brugstypernes vedkommende, men især i kvægbedrifterne, og endelig 3) en mere begrænset brug af effektive markstriglinger – evt. kun udført på dele af en pågældende afgrøde, samt at de udførte striglinger udføres tidsmæssigt så tidligt og så tæt på hinanden, som det er muligt uden at forringe udbyttet af de udførte striglinger markant. I en sådan situation vil en positiv indvirkning forstærkes, hvis de omlagte arealer ligger arealmæssigt samlet.

6.5 Konklusion

Modelresultaterne viser:

- at det forventede antal af både voksne og unger falder med omlægning, når der kun ses på omlagte bedrifter, der ligger arealmæssigt samlet
- at antallet af unger tilsyneladende er den mest følsomme af de to benyttede responsvariabler, der indgår i modellen, idet det forventede antal unger i hele området falder med omlægning af en fjerdedel af arealet, uanset hvilke bedriftstyper der omlægges, og uanset om bedrifterne ligger sammen eller spredt
- at det forventede antal af voksne lærker kun påvirkes negativt, når mælkeproducerende bedrifter der ligger arealmæssigt samlet, omlægges, eller når alle bedrifter i hele området omlægges (*Blandet senario*). Det skyldes, at de voksne fugle ikke har mulighed for at "undslippe" de ugunstige vilkår. Når plante- og svinebrug omlægges, eller når de omlagte mælkebrug ligger spredt, ses der efter omlægning ingen forskel i antallet af voksne fugle, når hele værkstedsområdet er sammenligningsgrundlaget.

Sammenfattende kan siges:

- at de to udviklingsveje, der er skitseret for henholdsvis økologiske malkekvægsbedrifter (mod intensivt udnyttede, græsrigt sædskifter på både egen bedrift og samarbejdsbedrifter) og for økologiske plante- og svineavlere (mod forstyrrede arealer med intensiv afgræsning af svin eller intensiv ukrudtsbekæmpelse) ikke er gunstige for sanglærker.

- Den skitserede praksis vil ikke have dramatiske, negative konsekvenser på bedriftsniveau men kan, hvis den er udbredt i større områder, betyde en forringelse af områdernes kvalitet for sanglærker.
- For at tilgodese sanglærkens levevilkår i landbrugslandskabet skal der i forbindelse med det fremtidige økologisk jordbrugs husdyrhold overvejes følgende: hvor store sammenhængende arealer kan vi have med udegående svin - og med hensyn til markdrift: hvor store sammenhængende arealer kan vi have med monotont sædskifte af ikke attraktive afgrøder (eks. vinterhvede, vinterraps), og hvor intensiv ukrudtsbekæmpelse er det hensigtsmæssigt at foretage ud fra en helhedsbetragtning.

6.6 Referencer

- Andresen, N., Ciszuk, P. & Ohlander, L. 2001. Pigs on grassland: Animal growth rate, tillage work, and effects in the following winter wheat crop. *Biological Agriculture and Horticulture*, 18, 327-343.
- Busche, G. 1989. Drastische Bestandseinbußen der Feldlerche *Alauda arvensis* auf Grünlandflächen in Schleswig-Holstein. *Die Vogelwelt*, 2: 51-58.
- Braae, L., H. Nøhr & B.S. Petersen 1988. Fuglefaunaen på konventionelle og økologiske brug. - Miljøprojekt nr.102, Miljøstyrelsen.
- Chamberlain, D.E. & H.Q.P. Crick 1999. Population declines and reproductive performance of Skylarks *Alauda arvensis* in different regions and habitats of the United Kingdom. *Ibis* 141: 38-51.
- Chamberlain, D.E., A.M. Willson, S.J. Browne & J.A. Vickery 1999. Effects of habitat type and management on the abundance of skylarks in the breeding season. *Journal of Applied Ecology*, 36, 856-870.
- Dalgaard, T. 2000. Notat vedrørende Sædskifter for bedriftstyperne i ARLAS. Danmarks JordbrugsForskning 2000, Afdeling for Jordbrugssystemer.
- Daunicht, W.D. 1998. Zum Einfluss der Feinstruktur in der Vegetation auf die Habitatwahl, Habitatnutzung, Siedlungsdichte und populationsdynamik von Feldlerchen (*Alauda arvensis*) in grossparzelligem Ackerland. PhD thesis, University of Bern.
- Delius, J.D. 1965. A population study of Skylarks *Alauda arvensis*. *Ibis*, 107. 466-491.
- Evans, J., Willson, J.D. & S.J. Brown 1995. The Effect of Organic Farming Regimes on Breeding and Winter Bird populations. Part III. Habitat Selection and Breeding Success of Skylarks *Alauda arvensis* on Organic and Conventional Farmland. BTO Research Report No. 154. British Trust for Ornithology.
- Grimm, V. 1999. Ten years of individual based modelling in ecology. what have we learned and what could we learn in the future. *Ecological Modelling* 115, 129-148. Elsevier.
- Hald, A.B. & J. Reddersen 1990. Fugleføde i kornmarker – insekter og vilde planter. Miljøprojekt nr. 125. Miljøministeriet, Miljøstyrelsen.

- Hagenmeijer, W.J.M. & M.J. Blair (eds.) 1997. The EBCC Atlas of European Breeding Birds. Their Distribution and Abundance. Poyser, London.
- Hogeweg, P. & B. Hesper 1990. Individual-oriented Modelling in Ecology, 13 (6). 83-90.
- Huston, M., DeAngelis, D. & W. Post 1988. New Computer models Unify Ecological Theory. *BioScience*, 38 (10).
- Jacobsen, E.M. & J.G. Poulsen 1987. Ynglefuglerapport 1986. – Dansk Ornitologisk Forening.
- Jacobsen, E.M. 1997. Monitoring af agerlandets fugle 1995 – 1996. Arbejdsrapport Nr. 31 fra Miljøstyrelsen. Miljø- og Energiministeriet Miljøstyrelsen.
- Jenny, M. 1990. Territorialität und Brutbiologie der Feldlerche *Aluda arvensis* in einer intensiv genutzten Agrarlandschaft. *Journal für Ornithologie*, 131. 241-265.
- Kjølholdt, J. 1987. Pesticidforbruget falder fortsat. – Ugeskrift for Jordbrug 1987, nr. 32. 11-19.
- Kjær, C., J.A. Axelsen, & N. Elmegaard 1999. Modelling skylark populations in organically and conventionally managed fields with and without insect resistant barley.
- Kristensen, I.S. 1996. Økologisk æg- og planteproduktion, teknisk-økonomiske gårdresultater 1994-95. Statens Husdyrbrugsforsøg. Beretning 730, 93-154.
- Kristensen, I.S. 1997. Økologisk æg- og planteproduktion, teknisk-økonomiske gårdresultater 1995-96. Statens Husdyrbrugsforsøg. Beretning 734, 91-148.
- Kristensen, I.S. 1998. Økologisk æg-, kød-, og planteproduktion, teknisk-økonomiske gårdresultater 1996-97. DJF Rapport Husdyrbrug nr.1, 95-166.
- McGlade, J.M. 1999. Individual-based models in ecology. In: *Advanced Ecological Theory, Principles and Applications* (ed. Jacqueline McGlade). Blackwell Science.
- Marchant, J.H., R. Hudson, S.P. Carter & P.A. Wittington 1992. Population trends in British breeding birds. *Tring* (BTO).
- Olesen, J.E. & T. Heidmann 1990. EVACROP. Et program til tilberedning af aktuel fordampning og afstrømning fra rodzonen. Version 1.00. AJMET Arbejdsnotat nr. 9.
- Odderkær, P., Prang A, Poulsen J.G., Andersen, P.N. & N. Elmegaard 1997a. Skylark (*Alauda arvensis*) utilization of micro-habitats in spring barley fields. - *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 62. 21-29.
- Odderskær P., Prang A, Poulsen J.G., Elmegaard, N. & P.N. Andersen 1997b. Skylark Reproduction in Pesticide Treated and Untreated Fields. Pesticide Research No 32. Ministry Of Environment and Energy, Denmark, Danish Environmental Protection Agency.
- Odderskær, P., Lilleør, O & Dietz, H.D. 1997c. Den vilde faunas forekomst i forbindelse med et udendørs svinehold. Slutrapport for delprojekt "Den vilde fauna" under "Nærmiljø og produktionssystemers indflydelse på sundhed i udendørs svineproduktion", Strukturdirektoratet, Ministeriet for Fødevarer, Landbrug og Fiskeri.
- Odderskær, P. 1998. Undersøgelser af sanglærkers levevilkår i agerlandet. Statusrapport for delprojekt Samfunds- og miljømæssige konsekvenser af forskellige strategier for udvikling og

udbredelse af økologiske jordbrugssystemer under Det Strategiske Miljøforskningsprogram, Strukturdirektoratet.

- Odderskær, P., Cracknell, G. & T. Kroier 2001. Sanglærker og økologisk jordbrug – undersøgelser på Ny Ryomgård 199-1998. Posters til besøgslandbrug Ny Ryomgård.
- Osborne, P. 1989. The management of set-aside land for birds. A practical guide. Conservation advice.
- Petersen, B.S., Falk, K. & K. D. Bjerre 1995. Yellowhammer Studies on Organic and Conventional Farms. - Pesticides Research. No. 15. Ministry of Environment and Energy, Denmark. Danish Environmental Protection Agency.
- Plauborg, F. & J.E. Olesen 1991. Udvikling og validering af modellen MarkVand til vandingsstyring i landbruget. Tidsskrift for Plantealvs Specialserie S2113.
- Poulsen, J.G. 1996. Behaviour and parental care of Skylark *Alauda arvensis* chicks. IBIS, 138. 525-531.
- Poulsen, J.G., Sotherton, N.W. & N.J. Aebischer 1998. Comparative nesting and feeding ecology of skylarks *Alauda arvensis* on arable farmland in southern England with special reference to set-aside. Journal of Applied Ecology, 35. 131-147.
- SAS Institute Inc. 2000. SAS/STAT® User's guide. - Vol. 1-2. SAS Institute, Cary, North Carolina, USA.
- Schläpfer, A. 1988. Populationsökologie der Feldlerche *Alauda arvensis* in der intensiv genutzten Agrarlandschaft. Der Ornithologische Beobachter, 85. 309-371.
- Sotherton, N.W. 1991. Conservation headlands. A practical combination of intensive cereal farming and conservation. The Ecology of Temperate Cereal Fields (eds. L.G. Firbank, N. Carter, J.F. Derbyshire & G.R. Potts), pp 399-412. Blackwell Scientific Publications, Oxford.
- Sotherton, N.W., Blake, K.A., Manosa, S. & S.J. Moreby 1998. The impact of rotational set-aside on pheasants (*Phasianus colchicus*) and partridges (*Perdix perdix*) in Britain. Gibier Faune Sauvage, Game Wildlife, 15 (4). 449-459.
- Sunderland, K.D., Hawkes, C., Stevenson, J.H., McBride, T., Smart, L.E., Sopp, P.I., Powell, W., Chambers, R.J. & O.C.R. Carter 1987. Accurate estimation of invertebrate density in cereals. Bulletin SROP/WPRS, 1.71-81.
- Sunderland, K.D. & C.J. Topping 1993. The spatial dynamics of linyphiid spiders in winter-wheat. Memoires of the Queensland Museum, 33. 639-644.
- Topping, C.J. & K.D. Sunderland 1998. Population dynamics and dispersal of *Leptyphantes tenuis* in an ephemeral habitat. Entomologia Experimentalis et Applicata, 87. 29-41.
- Topping, C. & P. Odderskær 2000. Udvikling af faunamodeller og landskabsmodel. Statusrapport for delprojekt Arealanvendelse og landskabsudvikling belyst ved scenariestudier – vekselvirkninger mellem natur, jordbrug, miljø og arealforvaltning (ARLAS) under forskningsprogrammet Arealanvendelse – jordbrugerens som landskabsforvalter, Direktoratet for FødevareErhverv – Forskningskontoret.

- Tucker, G.M. & M.F. Heath 1994. Birds in Europe. Their Conservation Status. BirdLife Conservation Series No.3. BirdLife International.
- Wakeham-Dawson, A., Scoszkiewitz K, Stern K. & N.J. Aebischer 1998. Breeding Skylarks *Alauda arvensis* on Environmentally Sensitive Area arable reversion grass in southern England. Survey-based and experimental determination of density. Journal of Applied Ecology, 35, 635-648.
- Willson, J. D. & S.J. Browne 1993. Habitat selection and breeding success of skylarks *Alauda arvensis* on organic and conventional farmland. - BTO Research Report No. 129, British Trust for Ornithology.
- Willson, J.D., Evans, J., Browne, S.J. & J.R. King 1997. Territory distribution and breeding success of Skylarks *Alauda arvensis* on organic and intensive farmland in southern England. Journal of Applied Ecology, 34, 1462-1478.

7 Økonomiske konsekvenser af om-lægning til økologisk jordbrug i værkstedsområdet

Berit Hasler

7.1 Formål og indhold

Formålet med dette kapitel er at beskrive de økonomiske konsekvenser af "skrivebordsomlægningerne", og at vurdere hvorvidt "skrivebordsomlægningerne" er realistiske i økonomisk forstand.

De økonomiske konsekvenser beskrives ved at beregne ændringerne i bruttoudbyttet – dvs. produktionsværdien – i gennemsnit for alle de omlagte bedrifter i hvert scenario, før og efter "skrivebordsomlægningen". De økonomiske konsekvenser beregnes med udgangspunkt i foran beskrevne ændringer (kapitel 3). Omlægning fra konventionel til økologisk produktion medfører, at det økonomiske resultat ændres som følge af en række faktorer, nemlig ændringer i udbytte, i produktmiks (dvs. i sammensætningen af afgrøder og husdyr) og produktionsniveau (f.eks. antal hektar med en given afgrøde, antal grise etc.). Endvidere påvirkes det økonomiske resultat af, at både omkostninger, priser og tilskud er forskellige for økologisk og konventionel produktion. I "skrivebordsomlægningerne" spiller det også en rolle, at der forudsættes forskellig husdyrtæthed og forskellige former for samarbejde mellem bedrifterne, og det medfører bl.a. forskellig grad af selvforsyning af foder og gødning (jf. kapitel 3).

Den økonomiske "realisme" vurderes ved at sammenligne det økonomiske resultat på de "skrivebordsomlagte" bedrifter i scenarierne i værkstedsområdet med det økonomiske resultat fra tilsvarende økologiske bedriftstyper i 1997/98.

Vi anvender produktionsværdien per ha. som sammenligningsgrundlag for de økonomiske konsekvenser samt for vurderingen af den økonomiske "realisme" i scenarierne.

Først præsenteres hovedtræk af de økonomiske konsekvenser ved omlægning til økologisk jordbrug i hele landet i produktionsåret 1997/98, dvs. vi præsenterer sammenligningsgrundlaget for "skrivebordsomlægningerne". 1997/98 er som nævnt tidligere i rapporten Nu-situationen. Dernæst præsenteres datagrundlaget efterfulgt af en redegørelse for valg af resultatomål og beregningsmetode. Til sidst følger præsentation af resultaterne.

7.2 Økonomiske konsekvenser af omlægning fra konventionelt til økologisk jordbrug i 1997/98

I 1997/98 var bedriftsstrukturen blandt de omlagte økologiske bedrifter præget af en forholdsvis stor mælkeproduktion samt produktion af frilandsgrønsager, mens svineproduktionen var ubetydelig (SJFI 1999c). Det afspejlede sig i arealanvendelsen, hvor arealet med grovfoderafgrøder, herunder græs, var over tre gange så stort på økologiske som på konventionelle bedrifter. Dvs. at både afgrødevalg (produktmiks) og produktionsniveau var forskelligt på de økologiske og konventionelle bedrifter.

Produktionsværdien inklusive tilskud per ha (dvs. bruttoudbyttet inkl. tilskud) lå i gennemsnit på 17.186 kr./ha for alle økologiske landbrug, mens det lå på 21.714 kr./ha i gennemsnit for konventionelle bedrifter, der svarer til de økologiske, når det gælder bedriftstype og gennemsnitsstørrelse. For økologiske bedrifter under ét var lønningsevnen per time 84 kr., mens den var 97 kr./time for konventionelle bedrifter. Dvs. at såvel bruttoudbytte som realiseret lønningsevne for et gennemsnitligt økologisk landbrug var væsentligt lavere end for et konventionelt landbrug. Gennemsnitsbetragtningen dækker imidlertid over store forskelle mellem driftsgrenene.

For økologiske planteavlsbedrifter var lønningsevnen per time i 1997/98 højere for økologiske end for konventionelle landbrug. Det skyldes bl.a., at indtægter uden for bedriften er medregnet, og disse var højere for økologerne end for de konventionelle, stadig når vi betragter gennemsnittet. Også driftsoverskuddet var højere på de økologiske bedrifter på grund af lavere omkostninger/ha, fortrinsvis på grund af mindre udgifter til kemikalier og gødning. Endvidere var tilskuddene til den økologiske planteproduktion noget højere end til tilsvarende konventionel produktion. Selv om produktionsværdien per ha var lavere for de økologiske planteavlere end for konventionelle, så medførte de lavere omkostninger og højere tilskud et bedre nettoreultat for økologerne. Produktionsværdien lå på ca. 11.000 kr./ha for de økologiske plantebedrifter og på 14.000 kr./ha for de tilsvarende konventionelle. I den rene kornproduktion var forholdet dog omvendt, idet også produktionsværdien var lavere for de konventionelle end for økologerne; nemlig ca. 10.000 kr./ha for økologerne mod ca. 8.000 kr./ha for de konventionelle. Forskellen til økologernes fordel skyldes, at der i den rene planteproduktion er favorable tilskud og afregningspriser for økologerne. De mere end opvejede de lavere udbytter.

For mælkeproducenterne, som for økologernes vedkommende stort set består af heltidsbedrifter, er der som nævnt et væsentligt større grovfoderareal end på tilsvarende konventionelle bedrifter, og et større arealtilliggende per bedrift. Den beregnede lønningsevne var, også når det gælder mælkeproducenterne, langt højere for økologerne end for de konventionelle; 124 mod 98 kr./time, og det samme gælder driftsoverskuddet per ha, som var 7.470 kr./ha for de økologiske malkekvægsbedrifter mod 6.899 kr./ha for de tilsvarende konventionelle. Det højere driftsoverskud for de økologiske bedrifter skyldes, at omkostningsniveauet var lavere for de økologiske mælkeproducenter end for de tilsvarende konventionelle.

Produktionsværdien (bruttoudbyttet) inklusive tilskud var imidlertid lavere for økologerne end for de tilsvarende konventionelle i 1997/98. Mens det lå på ca. 20.000 kr./ha for økologerne, lå

det i gennemsnit på ca. 22.000 kr./ha for de konventionelle malkekvægsbedrifter. Dvs. at produktionsværdien på de økologiske bedrifter var 9% lavere end på tilsvarende konventionelle. Per gennemsnitsbedrift var bruttoudbyttet højere for økologerne end for de konventionelle, men da de som nævnt har et større gennemsnitligt arealtilliggende per bedrift, bliver den beregnede produktionsværdi per ha lavere. Det højere arealtilliggende per bedrift kan forklares med, at økologerne har et større behov for egenproduceret foder samt et lavere gennemsnitligt udbytte per ha.

Udviklingen efter 1997/98 er generelt kendetegnet af en noget aftagende produktionsværdi og stigende omkostninger for både konventionelle og økologiske landbrug. Samtidig er der sket en større omlægning inden for andre driftsgrene end mælkproduktion, hvorfor der nu er flere omlagte plante- og svinebedrifter end tidligere. Malkekvægsbedrifterne dominerer dog stadig driftsstrukturen (SJFI, 2000).

7.3 Datagrundlaget for beregningerne

Beregningerne tager som nævnt udgangspunkt i de ændringer i produktmiks og udbytter, som er beskrevet i kapitel 3. De priser, tilskud og udbytter, som ikke er beskrevet i scenarieforudsætningerne i kapitel 2 og 3, er hentet fra SJFI's regnskabsstatistiske data for driftsgrene, som dækker både konventionelle og økologiske landbrug (SJFI, 1999 a, b og c)

Data for svinepriser og tilskud er hentet fra Tvedegaards (1999) beregninger, da der endnu mangler regnskabsstatistiske data for svineproduktion. Tvedegaard antager, at merprisen på økologisk svinekød (slagtesvin) lå 40% over konventionelt produceret svinekød ud fra en afregningspris på 14 kr./kg kød for økologiske slagtesvin og 8 kr./kg kød for konventionelle slagtesvin i 1997/98. De supplerende svinetilskud, som kun kan modtages i omlægningsperioden (fem år fra omlægningstidspunkt), er ikke medtaget i beregningerne. Da usikkerheden på realiserede udbytter, priser og tilskud i svineproduktionen har særlig stor betydning for resultaterne fra scenariet "Plante/svin", er det valgt at udelade dette scenario.

7.4 Valg af økonomisk resultatmål

Det er i scenarierne valgt at anvende den gennemsnitlige produktionsværdi per ha på de bedrifter, der omlægges, såvel under konventionel (Nu-situationen) som under økologisk drift, og såvel med som uden tilskud.

Produktionsværdien er tilstrækkelig for at kunne vurdere den økonomiske realisme i scenarierne, dvs. om de "skrivebordsomlagte" bedrifter opnår et tilsvarende økonomisk resultat, som de allerede omlagte økologiske bedrifter (af samme bedriftstype og størrelse) i 1997/98. Produktionsværdien repræsenterer bruttoudbyttet inden omkostninger er afholdt, dvs. omkostninger til foder, gødning, dyrlæge mv. samt aflønning af arbejde og kapital. Omkostningsniveauet er generelt lavere i økologisk produktion, idet der ikke anvendes syntetisk gødning og andre kemikalier, men højere når det gælder arbejdsforbruget. Arbejdsproduktiviteten er dog steget inden for

den økologiske produktion i de senere år, således at denne forskel er aftagende, hvorfor forskelle i produktionsværdien er af større relevans nu end tidligere. Valget af denne økonomiindikator medfører en mindre usikkerhed i beregningen end f.eks. dækningsbidrag eller lønningsevne. Det skyldes, at der i scenarierne er forudsat et udstrakt samarbejde mellem bedrifterne, som reelt medfører, at der er nogle helt andre størrelsesgrupper blandt bedrifterne i scenarierne end i Nu-situationen. Endvidere vil de forudsatte størrelsesgrupper i scenarierne variere fra de bedriftsstørrelser, regnskabsstatistikken bygger på. Det er derfor undladt at tilføre beregningerne større usikkerhed ved at regne på dækningsbidrag og lønningsevne.

Med øget liberalisering af landbrugspolitikken er det relevant at vurdere, hvor stor betydning de nuværende tilskud har for de økonomiske resultater, og derfor har vi valgt at opgøre ændringer i produktionsværdien eksklusive og inklusive tilskud.

7.5 Beregningsmetoden

Produktionsværdien er beregnet for de bedrifter, der omlægges i hvert af scenarierne, dels i Nu-situationen, dels efter omlægning. Beregningen foretages for hver af de afgrøder og husdyr på bedriften, som omlægges, og derefter aggregeres for hver bedrift og alle omlagte bedrifter i scenariet.

Det aggregerede udbytte (produktionsværdien) estimeres ved anvendelse af følgende beregningsrutine:

$$PV_i = \sum a_{ij} PV_j + \sum h_{ih} PV_h$$

PV_i angiver produktionsværdien for scenario i , a er antallet af ha på bedrift i med afgrøde j , PV_j er den gennemsnitlige produktionsværdi per ha for afgrøde j , mens h_{ih} er antal husdyr h på bedrift i , mens PV_h er den gennemsnitlige produktionsværdi for husdyrtypen h . For afgrøderne er der kun beregnet produktionsværdi for salgsafgrøder, da grovfoderet anvendes som foder på egen bedrift eller på samarbejdsbedrifter i området. Der er derfor ingen indtægt af disse afgrøder, men kun fra husdyrproduktionen (kød og mælk).

Schou og Birr-Pedersen (2001) har anvendt en lignende tilgang til at beregne de økonomiske konsekvenser af at omlægge landbrugsjord til skovrejsning i Bjerringbro-Hvorslev-området.

7.6 Resultater og konklusion

Tabel 7.1 viser resultaterne af de økonomiske beregninger. Af den første del af tabellen fremgår bruttoudbyttet (produktionsværdien) for henholdsvis konventionelle og økologiske gennemsnitsbedrifter for hele landet i kr./ha for året 1997/98. (SJFI, 1999 a, b, c). I den efterfølgende del af tabellen præsenteres det tilsvarende bruttoudbytte i kr./ha for de omlagte bedrifter i værkstedsområdet inden omlægning samt efter omlægning. Som nævnt indledningsvis er formålet med beregningerne, dels at vurdere hvorvidt det økonomiske resultat er realistisk ud fra

en sammenligning med det økonomiske resultat ved tilsvarende økologiske bedrifter i omlægningsåret 1997/98, dels at sammenligne resultatet ved konventionel drift før og efter "skrivebordsomlægningen".

Tabel 7.1 Resultater fra de økonomiske beregninger

1. Bruttoudbytte, konventionelle og økologiske bedrifter, gennemsnitlig produktionsværdi kr./ha		
Bedriftstype	Bruttoudbytte inkl. tilskud Konventionelle bedrifter	Bruttoudbytte inkl. tilskud Økologiske bedrifter
Alle	21.700	17.000
Planteavl	14.000	11.000
Mælkeprod.	22.000	20.000

2. Bruttoudbytte, scenarier. Gennemsnitlig produktionsværdi i kr./ha		
Scenario	Bruttoudbytte inkl. tilskud Gennemsnit per ha inden omlægning	Bruttoudbytte inkl. tilskud Gennemsnit per ha efter omlægning
"MÆLK"	21.000	22.300
"1997"	18.600	19.000
"SELVFORSYNING"	25.300	17.300

(Kilde: SJFI 1999a,b,c og egne beregninger).

Den beregnede produktionsværdi for de konventionelle bedrifter, der omlægges i mælkescenariet, er i Nu-situationen godt 21.000 kr./ha inkl. tilskud, dvs. på niveau med landsgennemsnittet på 22.000 kr./ha. I 1997-scenariet er der i Nu-situationen beregnet en produktionsværdi på ca. 18.600 kr./ha, som stiger til ca. 19.000 kr./ha efter omlægningen. Den beregnede produktionsværdi i Nu-situationen i scenariet Selvforsyning er relativt høj: ca. 25.300 kr./ha. Det skyldes, at der er flere svin på de bedrifter, der omlægges i dette scenario end i de øvrige scenarier. Ændringen er derfor mere markant, når der omlægges – og dermed reduceres kraftigt i husdyrtallet. Derfor falder produktionsværdien til 17.300 kr./ha. Schou og Birr Pedersens beregninger viser til sammenligning, at den gennemsnitlige produktionsværdi i hele Bjerringbro/Hvorslevområdet lå på 19.800 kr./ha i 1997/98 (Schou & Birr Pedersen, 2001), mens denne er beregnet til at ligge mellem 18.500 og 25.300 kr./ha i Nu-situationen i de tre scenarier i "skrivebordsomlægningen".

Sammenlignet med det gennemsnitlige bruttoudbytte per ha for tilsvarende økologiske bedrifter er skrivebordscenarierne "realistiske" i henhold til vores definition foran: Bruttoudbyttet for selvforsyningsscenariet ligger på linje med gennemsnittet for alle økologiske bedrifter i 1997/98. Mælkescenariet må også vurderes som realistisk, idet resultatet ligger over det økonomiske resultat svarende til det, økologiske bedrifter opnåede i 1997/98, og på linje med de

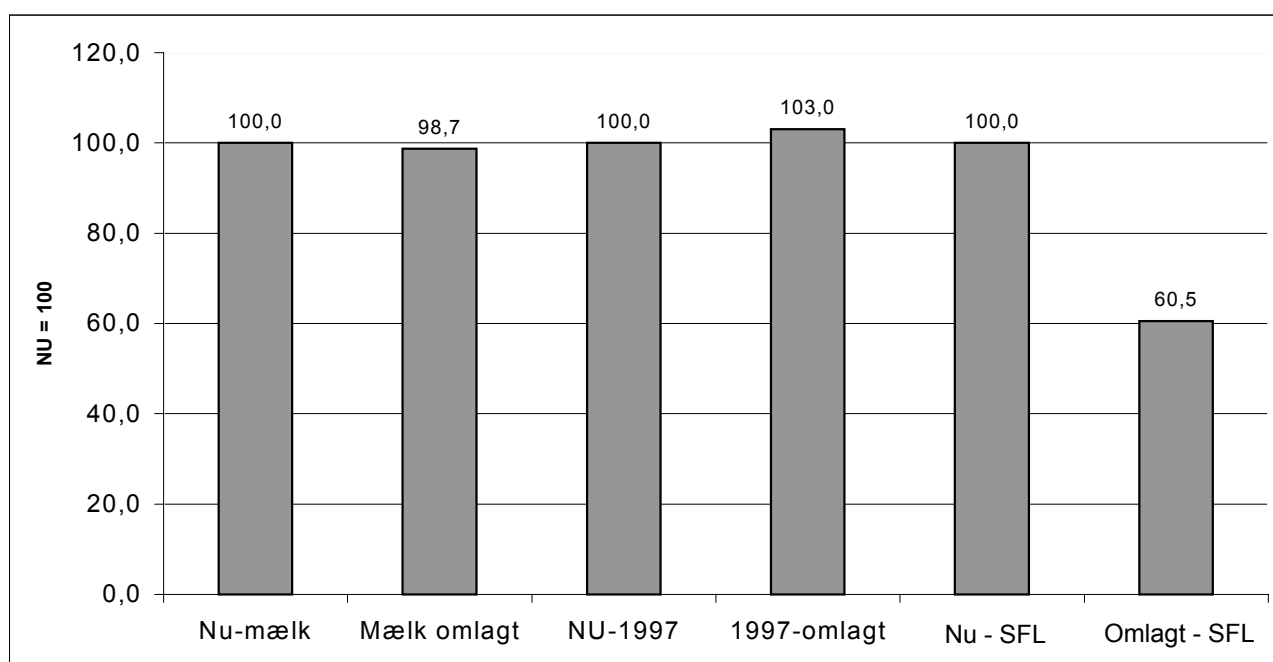
konventionelle bedrifter samme år. Resultatet fra 1997-scenariet ligger lidt over landsgennemsnittet for alle bedrifter i 1997/98, hvilket skyldes en forholdsvis høj husdyrtæthed sammenlignet med landsgennemsnittet.

De økonomiske konsekvenser beskrives ved de relative ændringer fra Nu-situationen og scenarierne i "skrivebordsomlægningen". Resultaterne for før/efter "skrivebordsomlægningen" er indekseret således, at Nu-situationen i hvert af scenarierne er sat lig med 100 for alle de tre scenarier "Mælk", "1997" og "Selvforsyning". Resultaterne uden tilskud fremgår af figur 7.1, mens resultaterne inklusive tilskud fremgår af figur 7.2.

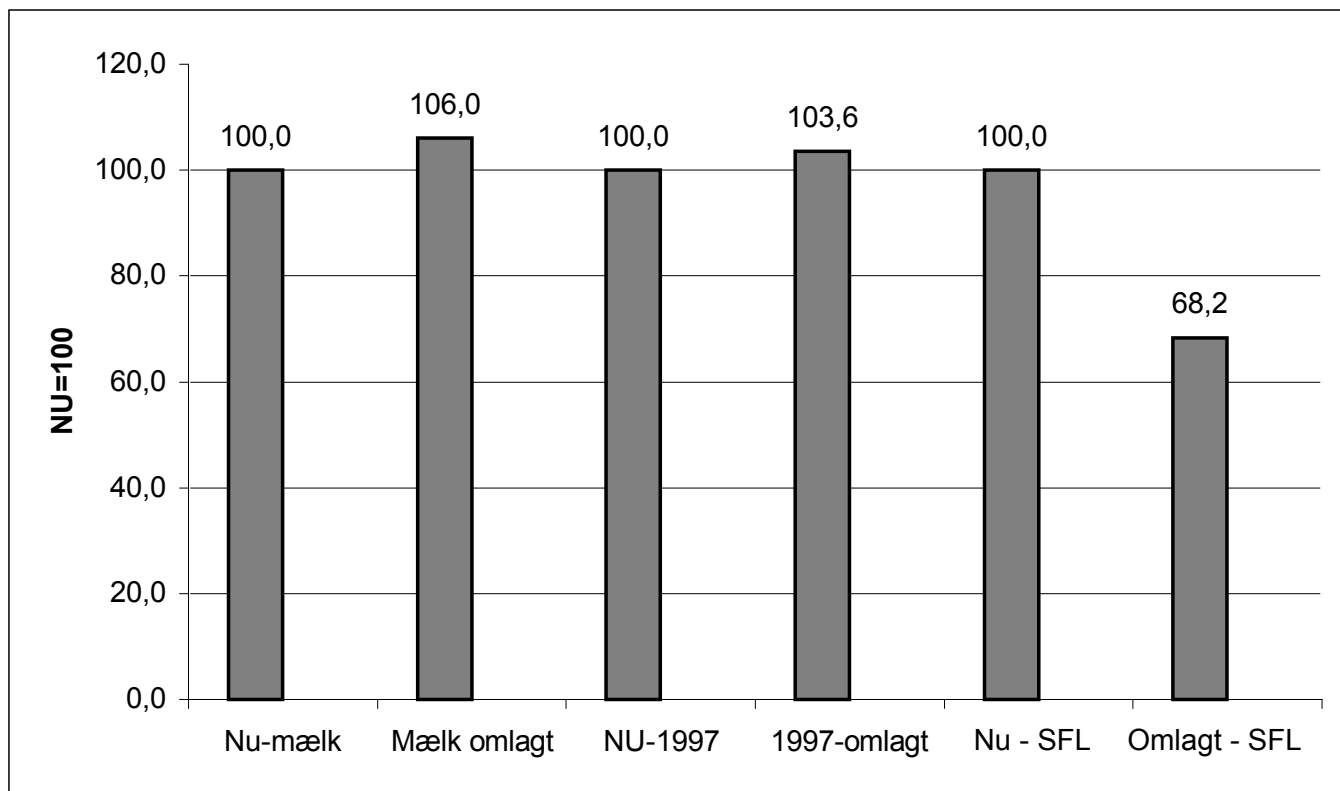
Af figur 7.1 ses, at reduktionen i produktionsværdi før og efter omlægning er minimal i mælke-scenariet, og at der sker en lille forøgelse efter omlægningen i 1997-scenariet. Det skyldes bl.a., at den høje husdyrtæthed er fastholdt efter omlægningen i begge scenarier.

I selvforsynings-scenariet sker der en ganske stærk reduktion i produktionsværdien. Det skyldes, at der forudsættes selvforsyning og en stor reduktion i mængden af producerede grise, som er meget høj i området inden omlægningen. Det negative resultat skyldes derfor, at det gennemsnitlige bruttoudbytte er meget højt i basissituationen.

Figur 7.1 Beregnet forskel i produktionsværdi før og efter omlægning, uden tilskud (1997/98 = 100)



Figur 7.2 Beregnet forskel i produktionsværdi før og efter omlægning, med tilskud (1997/98 =100)



Den samme forskel mellem scenarierne tegner sig, når tilskuddene (både tilskud til konventionel produktion og økologisk) medregnes som vist i figur 7.2. Dog medfører de højere øko-tilskud, at den beregnede produktionsværdi er højere efter omlægning for både mælkescenariet og 1997-scenariet. Selvforsyningsscenariet indebærer stadig en kraftig reduktion i produktionsværdien, som dog er lidt mindre end uden tilskud. Dette resultat er på linje med resultaterne fra Bichel-udvalgets beregninger.

Samlet vurderer vi, at omlægningerne i mælkescenariet og 1997-scenariet er realistiske på baggrund af de foran beskrevne resultater. Også selvforsyningsscenariet er realistisk set i lyset af, at bruttoudbyttet inklusive tilskud (produktionsværdien) er på linje med produktionsværdien for tilsvarende økologiske bedrifter i 1997/98.

7.7 Referencer

- Schou, J. & Birr Pedersen, K. 2001. The Cost of Spatial Management. European Environment. The Journal of European Environmental Policy. 11, 211-219.
- SJFI, 1999a. Økonomien i landbrugets driftsgrene 1997/98. Statens Jordbrugs- og Fiskeriøkonomiske Institut, serie B, nr. 82. København.

- SJFI, 1999b. Driftsgrensekonomi for økologisk jordbrug 1997/98. Af Ole Olsen, Svend Sørensen og Christian Tronier. Statens Jordbrugs- og Fiskeriøkonomiske Institut, Working paper no. 10/1999. København.
- SJFI, 1999c. Regnskabsstatistik for økologisk jordbrug 1997/98. Statens Jordbrugs- og Fiskeriøkonomiske Institut, serie G, nr. 2. København.
- SJFI, 2000. Driftsgrensekonomi for økologisk jordbrug 1999. Af Mona Kristoffersen, Ole Olsen og Søren Schmidt Thomsen. Statens Jordbrugs- og Fiskeriøkonomiske Institut, Working paper no. 5/2001. København.
- Tvedegaard, N. 1999. Omlægning til økologisk svine- og planteproduktion – analyse af de økonomiske konsekvenser på udvalgte bedrifter. SJFI Working paper no. 16, Statens Jordbrugs- og Fiskeriøkonomiske Institut, København.

Appendiks A

Scenario "Mælk":

Tabel 1 Mælkekvoten 1998 på konventionelle kvægbedrifter

Bedrift nr.	Kvote per bedrift		EKM ydelse per ko ¹⁾ ved 3,37% protein ³⁾	
	Kg mælk	Fedt %	Produceret	94% leveret
5	305.000	4,18	5.780	5.433
6	209.800	3,95	7.872	7.400
9	300.000	4,28	6.692	6.291
18	350.650	3,99	6.731	6.327
22	297.000	4,20	7.844	7.373
26	560.000	4,66	8.882	8.349
28	407.000	4,11	8.226	7.733
31	192.000	4,00	6.998	6.579
35	300.000	4,07	9.138	8.589
Gns.	324.606 ²⁾	4,16	7.574	7.119

1) Ved det antal årskøer der er opgivet ifølge CHR registeret

2) I alt 2.921.450 kg

3) Økologisk mælk antages at have en proteinprocent på 3,43

Tabel 2 Gennemsnitlige udbytter (FE/ha) per afgrøde per bedrift

Bedrift nr.	Sædskifte-kløvergræs til slæt og afgræsning	Vårbyg m.u. til helsæd heraf er de 700 FE fra udlæg	Vårbyg m.u. til modenhed hertil skal lægges 350 FE i efterafgrøde	Vedvarende græs
3	6.025	4.976	4.301	2.800
5	6.025	4.976	4.301	2.800
6	5.655	4.976	4.301	2.800
9	5.220	4.296	3.552	2.800
10	5.220	4.296	3.552	2.800
18	5.394	3.408	3.330	2.800
22	6.025	4.260	4.070	2.800
26	5.184	4.828	4.301	2.800
28	5.744	4.976	4.144	-
31	6.025	4.976	4.301	2.800
33	5.744	4.976	4.144	2.800
35	5.220	3.834	3.700	-
36	6.025	4.260	4.070	2.800
80	5.394	3.408	3.330	2.800

Tabel 3 Andel af forskellige afgrøder (% af sædskiftearealet og ha) i de økologiske bedrifter i scenario "Mælk"

Bedrift nr.	Sædskiftekløvergræs		Vårbyg m.u. til helsæd		Vårbyg m.u. til modenhed	
	%	ha	%	ha	%	ha
3	89,8	7,9	0,0	0	10,2	0,9
5	55,6	30,2	17,1	9,3	27,3	14,8
6	46,7	17,7	15,0	5,7	38,3	14,5
9	66,5	18,1	22,1	6	11,4	3,1
10	64,8	21,9	23,4	7,9	11,8	4
18	64,4	31,9	35,6	17,6	0,0	0
22	67,0	19,1	23,2	6,6	9,8	2,8
26	79,5	44,1	20,5	11,4	0,0	0
28	98,4	30,4	1,6	0,5	0,0	0
31	57,2	13,1	33,2	7,6	9,6	2,2
33	62,8	5,4	37,2	3,2	0,0	0
35	69,5	26,6	25,3	9,7	5,2	2
36	59,3	5,4	40,7	3,7	0,0	0
80	64,8	21,5	34,3	11,4	0,9	0,3

Tabel 4 Afgræsning af udlægsmarker, sædskiftekløvergræs og vedvarende græs, antal dyr der afgræsser og den samlede N udskillelse under afgræsning

Be- drift nr.	Ha ud- læg i alt	Antal dyr, der afgræsser udlægsmarker ²⁾				Kg N udskilt på ud- lægs marker i alt ¹⁾	Vedv. græs ha i alt	Antal dyr, der afgræsser vedvarende græs				Kg N i alt udskilt på vedv. areal i alt	Ha sæd skifte- græs i alt	Ha af- græsset sæd skifte- græs	Dyr, der afgræsser sæd- skiftegræs				Kg N i alt udskilt på sæd- skifte græs	% af sædskif- te- græsare- alet, der afgræs- ses
		ko	opd.	stud	amme- køer			ko	opd	stud	amme- køer				ko	opd	stud	am- me- køer		
3	0,9					0	1,0			4		55	7,9	1,7				4	312	22
5	24,1	2	12			287	12,7	47				851	30,2	13,2	55	0			1932	44
6	20,2		12			217	6,0	11	14			391	17,7	8,0	28	6			1029	45
9	9,1			9		123	3,8			18		247	18,1	18,1	49	31			2347	100
10	11,9				3	234	2,5				3	234	21,9	4,2		20	3	2	559	19
18	17,6				5	390	12,2				13	1013	31,9	28,3	55	57	50		3730	89
22	9,4		7			127	7,7	14	18			500	19,1	12,2	41	19			1632	64
26	11,4		11			199	16,6	62				1122	44,1	20,4	72	2			2536	46
28	0,5					0	0					0	30,4	20,2	53	52			2671	66
31	9,8			10		137	0,5			2		27	13,1	11,6	29	30	9	0	1608	89
33	3,2		3			54	0					0	5,4	0,0					0	0
35	11,7		3	8		164	3,1			14		192	26,6	14,5	35	33	0		1841	54
36	3,7		3			54	1,7			8		110	5,4	0,0					0	0
80	11,4				3	234	0					0	21,5	4,8				10	779	22

1) For opdræt, stude og ammekøer er der antaget hhv. 18,1 13,7 og 77 kg N afsat under afgræsning – for køer varierer det med foder/ydelsesniveauet (se tabel 15)

2) Vårbyg til modenhed udlæg à 350 FE/ha, vårbyg til helsæd udlæg à 700 FE/ha. Køer afgræsser 1448 FE frisk græs hver, opdræt 751 FE, stude 607 FE og ammekøer afgræsser 2579 FE græs

Tabel 5 Eksempel på sæsonmæssig udsving i græsvækst og areal til afgræsning: Afgræsning af sædskiftegræs på bedrift 3 og 31 dækker over følgende variation i arealet over sommeren: Afgræsning af i gennemsnit 11,6 ha sædskiftegræs på bedrift 31 med et antaget udbytte på 6025 FE/ha

	Maj græsvækst: 51 FE/ha/dag		Oktober græsvækst: 15 FE/ha/d		Angivet som gns.
	ha afgræsset	FE/ko/d	ha afgræsset	FE/ko/d	
29 køer	7,6	13,3	4,9	2,5	
30 opdræt (4,1 FE/d)	2,4		8,2		
19 stude (3,3 FE/d)	0,6		2,0		
I alt	10,6		15,1		11,6 ha

Tabel 6 Eksempel på sæsonmæssig forskel på græsvækst og dermed areal, der er nødvendig til afgræsning: Afgræsning af i gennemsnit 1,7 ha sædskiftegræs på bedrift 3

	Maj 51 FE/ha/dag ha afgræsset	Oktober 15 FE/ha/d ha afgræsset	Angivet som gns.
4 amme (14,0 FE/d)	1,1	3,7	
I alt	1,1	3,7	1,7 ha

Tabel 7 Foderniveau i de økologiske kvægbesætninger

Bedrift nr.	FE per årsko ²⁾	N i foder, kg i alt per årsko minus kg N afsat på græs	Kg EKM ydelse per årsko 3,43%protein	
			Produceret	Leveret ¹⁾
5	4.583	110 - 5	5.798	5.450
6	6.252	137 - 33	7.898	7.424
9	5.297	122 - 36	6.713	6.310
18	5.328	122 - 37	6.753	6.347
22	6.227	137 - 31	7.868	7.396
26	7.142	151 - 35	8.909	8.374
28	6.564	142 - 33	8.252	7.757
31	5.481	125 - 32	7.021	6.600
35	7.369	155 - 36	9.167	8.617
Gns.	6.027		7.598	7.142

1) Det er antaget, at 94% af den producerede mælk leveres i både de økologiske og konventionelle besætninger (LK statistik 1997)

2) Beregnet ud fra ydelsen

Tabel 8 Samlet produktion af husdyrgødning per bedrift, mængden af husdyrgødning afsat under afgræsning, mængden af husdyrgødning der eksporteres eller importes og den deraf resulterende mængde husdyrgødning der er til fordeling

Bedrift nr.	Samlet gødningsprod. kg N ab lager	Afsat gødning under afgræsning, kg N i alt	Import kg N (DE) ¹⁾	Eksport kg N (DE) ¹⁾	Til fordeling kg N i alt ²⁾	Ha i alt	Kg N per ha ³⁾
3	452	312			140	9,8	119
5	8.677	3.067	548 (7,5)		6.258	67	93
6	5.465	1.607	1.241 (13,8)		5.100	43,9	116
9	8.990	3.056			5.934	31	97
10	904	624	1.008 (11,8)		1.288	36,3	117
18	11.527	4.248			7.279	61,7	91
22	8.182	2.367		227 (2,8)	5.588	36,2	113
26	13.942	3.853		868 (9,5)	9.222	72,1	128
28	9.774	2.722		2.031 (23,4)	5.022	30,9	122
31	5.639	1.774		548 (7,5)	3.317	23,4	98
33	0	0			0	8,6	145
35	7.576	2.150		276 (3,1)	5.151	41,4	124
36	0	0			0	10,8	137
80	2.599	1.793	1.153 (13,2)		1.959	33,2	110
Gns.	5.981	1.969			4.018	36,2	111

1) Dvs. eksklusive det, der er afsat under afgræsning

2) Efter udveksling af gødning mellem kvægbedrift og samarbejdsbedrift

Tabel 9 Økologiske gødningsplaner for kvægbedrift og samarbejdsbedrift, kg N husdyrgødning tildelt per ha til de forskellige afgrøder

Bedrift nr.	Vedvarende græs		Sædskiftekløvergræs		Vårbyg m.u. til helsæd		Vårbyg m.u. til modenhed		Udbragt kg N i alt
	ha	kg N/ha	ha	kg N/ha	ha	kg N/ha	ha	kg N/ha	
31	0,5	64	13,1	64	7,6	154	2,2	111	
3	1	119	7,9	119	0	0	0,9	111	3.457
5	12,7	71	30,2	71	9,3	170	14,8	111	6.258
6	6	94	17,7	94	5,7	223	14,5	111	5.100
9	3,8	73	18,1	73	6	176	3,1	111	
10	2,5	87	21,9	87	7,9	211	4	111	7.222
80	0	0	21,5	74	11,4	177	0,3	111	
18	12,2	64	31,9	64	17,6	157	0	0	9.238
36	1,7	93	5,4	93	3,7	223	0	0	
22	7,7	88	19,1	88	6,6	214	2,8	111	5.588
26	16,6	110	44,1	110	11,4	223	0	0	9.222
28	0	0	30,4	120	0,5	223	0	0	
33	0	0	5,4	99	3,2	223	0	0	5.022
35	3,1	93	26,6	93	9,7	223	2	111	5.151

Scenario "1997":

Tabel 10 Areal med kløvergræs til afgræsning, som grøngødskning og produktion af ensilage

Bedrift nr. og type	Sædskiftegræs til afgræsning, ha ²⁾				Sædskif- tegræs i alt til afgræs- ning ha % ³⁾		Sæd- skifte- græs til grøn- gødsk., ha ¹⁾	Produceret græsensilage, hhv. FE og FEs			
	sø- er	am- me- køer	hjør- te	stu- de				fra af- græsn. marker	fra "grøn- gødsk." marker	i alt prod. ensilage	behov ensi- lage
2 kød	-	11,6	0,4	-	12,0	34	0	0			34.225
7 plante		-	-	-	0	0	7,9	0	44.016	44.016	0
65 kød	-	1,4	⁵⁾ -	1,2	2,6	14	3,7	0		20.517	13.791
70 svin	0,9	-	-	-	0,9	15	0,3	383 FEs	1.283 FEs	1.666 FEs	5.016 FEs
I alt FE										66.725	54.616

1) Ved et behov til afgræsning på mindre end 20% af sædskiftearealet suppleres med grøngødskning

2) Der skal 0,085 ha per årssø til afgræsning og kløvergræs antages at give 5.545 FE/ha (se scenario 1) eller 4275 FEs/ha (se scenario 4)

3) Andel som sædskiftegræs til afgræsning udgør af det totale sædskifteareal

Tabel 11 Afgrødefordeling på de økologiske bedrifter i scenario "1997", ha

Bedrift nr. og type	Ha i alt ¹⁾	Vedv. græs	Sæd- skif- tea- real	Sæd- skifte kl.græs	Brak	Vårbyg til hel- sæd m.e.	Vårbyg m.e.til moden- hed	Vinter- hvede m.e. til moden- hed	Heste- bønner til mo- denhed	Vårbyg/ ært til moden- hed m.u.
2 kød	49,2	14,2	35,0	12,0	0,7	0	5,2	5,5	5,9	5,7
5 mælk	67,0	12,7	54,3	30,2	0	9,3	14,8	0	0	0
6 mælk	43,9	6,0	37,9	17,7	0	5,7	14,5	0	0	0
7 plante	39,3	0	39,3	8,3	1,4	0	11,1	7,1	4,3	7,1
14 plante	49,1	0	49,1	9,8	1,7	0	8,1	7,3	12,4	9,8
18 mælk	61,7	12,2	49,5	31,9	0	17,6	0	0	0	0
80 kød	33,2	0	33,2	21,5	0	11,4	0,3	0	0	0
26 mælk	72,1	16,6	55,5	44,1	0	11,4	0	0	0	0
35 mælk	41,4	3,1	38,3	26,6	0	9,7	2,0	0	0	0
65 kød	31,5	0	31,5	6,4	1,3	0	6,1	7,3	3,6	6,8
70 svin	6,2	0	6,2	1,5	0	0	4,7	0	0	0
I alt	496,6	64,8	429,8	210	5,1	65,1	66,8	27,2	26,2	29,4
% af sædskifteareal				49	1	15	16	6	6	7

1) Mælkebedrifter følger scenario "Mælk" og bedrift 14 scenario "Selvforsyning"

Tabel 12 Afgræsningsareal samt N afsat under afgræsning

Bedrift nr. og type	Vedv. græs		Afgræsset sædskifte- græs		Dyr, der græsser sædskiftegræs, antal				N i alt på afgræsset sædskifte- græs, kg
	ha	kg N	ha	% af sædskif- tegræsset, der afgræsses	søer à 38,7 kg N	hjort à 20,9 kg N	stude à 13,7 kg N	amme- køer à 77,9 kg N	
2 kød	14,2		12,0	100		5		25	2.052
		1.839							
7 plante			0	0					0
65 kød			2,6	40			11	3	384
70 svin			0,9	60	11				426
I alt		1.839							3.437

Bedrift nr. og type	Afgræsning af udlægsmarker, ha (antal dyr)		N i alt afsat på afgræsset udlægsmarker, kg	
	e. vårbyg/ært	e. vårbyg + vinterhvede	e. vårbyg/ært	e. vårbyg + vintrehvede
2 kød	5,7 (9)	10,7 (8)	188	167
7 plante				
65 kød	6,8 (8)	13,4 (8)	110	110
70 svin				

Tabel 13 Produktion af husdyrgødning, indkøb af konventionel husdyrgødning efter 25% kvælstofnorm, samt total kg N til fordeling på øvrige bedrifter ¹²⁾

Bedrift nr. og type	Antal dyr					Husdyr- gødning produce- ret på stald, kg N ab lager	Belæg- nings- grad, DE/ ha	Maks. mulige indkøb, DE/ ha ⁶⁾	25% af kvæl- stof norm, udnyt- tet kg N	Udnyt- tet total N	Faktiske indkøb, kg total N	N til forde- ling i alt, kg total (gns kg N/ha)
	So ¹⁾	Sl.sv ²⁾	Hjort ³⁾	Stud ⁴⁾	Am- me ⁵⁾							
2 blandet			110		25	875	0,96	0,74	1392	3093	3093 ⁸⁾	3968 (81)
7 plante						0	0	1,70	1319	2931	2931	2931 (75)
65 mindre				27	3	642	0,39	1,31	916	2036	2036	2678 (85)
70 mindre	11	206				681	1,68	0,02	210	465	12	693 (112)
14 plante ¹⁰⁾							0				2966	2966 (60)
I alt							69,6 DE				11.038	13.236 ⁹⁾

1) à 7,43 kg N

2) à 2,91 kg N

3) à 0 kg N

4) à 19,9 kg N

5) à 35,0 kg N

6) maks. 1,7 DE/ha må udbringes i alt, rest til indkøb

8) Eks. der må indkøbes 0,74 DE/ha på 49,2 ha=36,4 DE a 100 kg N = 3641 kg N, men kun 3093 kg N efter 25%^s regel

9) Hvilket svarer til i gennemsnit 76 kg total N på de 175,3 ha

10) Se scenario "Plante/svin" omkring bedrift 14

11) På bedrift 2 er 25% af normen 1392 kg total N, der er kun krav om 45% udnyttelse af husdyrgødningen, dvs. der må indkøbes 1392/0,45=3093 kg N total udnyttet

12) Andre end kvæg- og samarbejdsbedrifter (80)

Tabel 14 Fordeling af N til de forskellige afgrøder i scenario "1997"¹⁾

Bedrift, nr. og type	Ha i alt	Vedvarende græs ha kg N/ha		Sædskifte- kløvergræs ha kg N/ha		Brak ha kg N/ha		Vårbyg m.u. til helsæd ha kg N/ha	
2 kød	49,2	14,2	35	12,0	35	0,7	0	0	-
5 mælk	67,0	12,7	58	30,2	58	0	-	9,3	170
6 mælk	43,9	6,0	54	17,7	54	0	-	5,7	170
7 plante	39,3	0	-	8,3	0	1,4	0	0	-
14 plante	49,1	0	-	9,8	0	1,7	0	0	-
18 mælk	61,7	12,2	64	31,9	64	0	-	17,6	157
80 kød	33,2	0	-	21,5	74	0	-	11,4	177
26 mælk	72,1	16,6	110	44,1	110	0	-	11,4	223
35 mælk	41,4	3,1	93	26,6	93	0	-	9,7	223
65 kød	31,5	0	-	6,4	0	1,3	0	0	-
70 svin	6,2	0	-	1,5	0	0	-	0	-

Tabel 15. Fordeling af N til de forskellige afgrøder i scenario "1997" fortsat

Bedrift nr. og type	Vårbyg m.u. til modenhed		Vinterhvede m.e. til modenhed		Hestebønner til modenhed		Vårbyg/ært m.u. til modenhed	
	ha kg	N/ha	ha kg	N/ha	ha kg	N/ha	ha kg	N/ha
2 kød	5,2	242	5,5	238	5,9	0	5,7	84
5 mælk	14,8	111	0	-	0	-	0	-
6 mælk	14,5	111	0	-	0	-	0	-
7 plante	11,1	154	7,1	151	4,3	0	7,1	24
14 plante	8,1	183	7,3	150	12,4	0	9,8	40
18 mælk	0	-	0	-	0	-	0	-
80 kød	0,3	111	0	-	0	-	0	-
26 mælk	0	-	0	-	0	-	0	-
35 mælk	2,0	111	0	-	0	-	0	-
65 kød	6,1	171	7,3	167	3,6	0	6,8	60
70 svin	4,7	112 ¹⁾	0	-	0	-	0	-
ha kvæg								
ha øvr.	35,2		27,2		26,2		29,4	

1) De 0,9 ha efter søers afgræsning får ikke gødning, de resterende 3,8 ha får 182 kg N/ha

Tabel 16 Braklægning: totale areal per bedrift, areal med vedvarende græs, sædskifteareal, deraf areal med kløvergræs, braklægning samt areal til salgsafgrøder

Bedrift nr. og type	Areal, ha	Kløvergræs, ha		Maks. mulige areal der kan dyrkes med salgs- afgrøde, ha ³⁾	Brak		Areal til salgsafgrøder efter brak, ha
		Vedv.	Sæd- skifte		Ha	% ²⁾	
2 kød	49,2	14,2	12,1	22,9	1,1	5	21,8
7 plante	39,3	0	7,9	31,4	1,6	5	29,8
65 kød	31,5	0	6,3	25,2	1,3	5	23,9
70 svin	6,2	0	1,2	5,0 ¹⁾	0	0	5,0

1) Ved mindre end 17,6 ha med salgsafgrøder er det ikke nødvendigt at braklægge for at få ha tilskud

2) 5% udtages i 1998

3) Sædskifteareal minus areal der skal benyttes til kløvergræs

Tabel 17 Udbytte per afgrøder per bedrift i scenario "1997"

Bedrift nr. og type	Ha i alt	Vedvarende græs		Sædskif- tekl.græs		Brak		Vårbyg til hel- sæd m.e. ³⁾	
		ha	FE/ha	ha	FE/ha	ha	FE/ha	ha	FE/ha
2 kød	49,2	14,2	2.800	12,0	5.466	0,7	0	0	-
5 mælk	67,0	12,7	2.800	30,2	5.994	0	-	9,3	4.976
6 mælk	43,9	6,0	2.800	17,7	5.559	0	-	5,7	3.802
7 plante	39,3	0	-	8,3	5.382	1,4	0	0	-
14 plante	49,1	0	-	9,8	5.545	1,7	0	0	-
18 mælk	61,7	12,2	2.800	31,9	5.394	0	-	17,6	3.408
80 kød	33,2	0	-	21,5	5.394	0	-	11,4	3.408
26 mælk	72,1	16,6	2.800	44,1	5.184	0	-	11,4	4.828
35 mælk	41,4	3,1	2.800	26,6	5.220	0	-	9,7	3.834
65 kød	31,5	0	-	6,4	5.382	1,3	0	0	-
70 svin	6,2	0	-	1,5	5.382	0	-	0	-

Tabel 18 Udbytte per afgrøder per bedrift i scenario "1997" fortsat

Bedrift nr. og type	Vårbyg til mo- denhed m.e. ¹⁾		Vinterhvede til modenhed m.e. ¹⁾		Hestebønner til modenhed		Vårbyg/ært til modenhed m.u. ⁴⁾	
	ha	FE/ha	ha	FE/ha	ha	FE/ha	ha	FE/ha
2 kød	5,2	4.200	5,5	4.411	5,9	2.700	5,7	2.856
5 mælk	14,8	4.301	0	-	0	-	0	-
6 mælk	14,5	4.301	0	-	0	-	0	-
7 plante	11,1	3.577	7,1	3.790	4,3	2.700	7,1	2.643
14 plante	8,1	3.783	7,3	3.800	12,4	2.700	9,8	2.700
18 mælk	0	-	0	-	0	-	0	-
80 kød	0,3	3.330	0	-	0	-	0	-
26 mælk	0	-	0	-	0	-	0	-
35 mælk	2,0	3.700	0	-	0	-	0	-
65 kød	6,1	3.701	7,3	3.903	3,6	2.700	6,8	2.771
70 svin	4,7	3.280	0	-	0	-	0	-

1) hertil lægges 350 FE i efterafgrøde

4) heraf udgør efterafgrøde de 350 FE

Scenario "Plante/svin":

Tabel 19 Areal med kløvergræs til søernes afgræsning, andel af sædskiftearealet og produceret græsensilage på det afgræssede areal. I parentes er angivet den andel af græsset, der bliver afgræsset

Bedrift nr. og type	Års- søer	Ha sæd- skifte- kløver- græs til afgræs- ning ²⁾	Ha sæd- skifte klø- vergræs til grøn- gøds. ¹⁾	Ha sæd- skifte- græs i alt	% af sæd- skiftearealet som kløver- græs afgræs- set udgør	Produceret græsensilage, FEs		
						fra af- græs- nings- marker ³⁾	fra "grøn- gøds- nings" marker ⁴⁾	i alt
1 svin	200	16,9	0	16,9	21,4 (79,3)	7.183	0	7183
11 plante	0	0	46,1	46,1	0 (230,4)	0	197.078	197.078
13 svin	5	0,4	2,5	2,9	2,9 (14,4)	170	10.688	10.858
14 plante	0	0	9,8	9,8	0 (49,1)	0	41.895	41.895
29 svin	300	29,2 5)	0	29,2	39 (74,8)	10.838	0	10.838
34 svin	28	2,4	1,5	3,9	12,2 (19,4)	1.020	6.413	7.433
						275.285		

Søer afgræsser desuden 79.950 FE frisk græs og ammekøer 20.560, alt i alt 375.397 FE fra græs

- 1) hvor afgræsningsarealet kommer under 20% af sædskiftet, suppleres græsarealet op til 20% af sædskiftearealet med kløvergræs til slæt og grøngødsning
- 2) 0,085 ha per årsso
- 3) 425 FEs/ha afgræsset idet der tages 1. sæt
- 4) 4275 FEs/ha ved slæt (SJFI rapport)
- 5) 25,5 ha til søer + 8 ammekøer på de 3,7 ha

Tabel 20 Grovfoderbehov i form af græsensilage opdelt på dyrearter

Bedrift nr. og type	Antal års-søer à 250 FEs	I alt FEs	Antal prod. slagtesvin à 11 FEs	I alt FEs	Ammekøer à 907 FE, i alt FE	Grovfoderbehov i alt, FEs
1 svin	200	50.000	880	9.680		
11 plante	0	0		0		
13 svin	5	1.250	460	5.060		
14 plante	0	0		0		
29 svin	300	75.000	720	7.920	7.256	
34 svin	28	7.000	740	8.140		
I alt		133.250		30.800	7.256	171.306

Tabel 21 Andel af forskellige afgrøder i de økologiske bedrifter i scenario "Plante/svin", ha

Bedrift nr. og type	I alt	Vedv. græs	Sæd skifte areal	Kløver-græs	Brak	Vår-byg	Vinter-hvede m rajgræs	Heste-bønner	Byg/ært m.u.
1 svin	79,3	0	79,3	17,0	3,1	14,5	14,5	14,4	15,8
11 plante	250,4 ¹⁾	20,0	230,4	46,3	9,2	48,4 *	42,6	37,5	46,4
13 svin	14,4	0	14,4	2,8	0	5,3	3,5	0	2,8
14 plante	49,1	0	49,1	9,8	1,7	8,1 *	7,3	12,4	9,8
29 svin	74,8	0	74,8	29,2	2,2	19,1	0	0	24,3
34 svin	19,4	0	19,4	3,9	0	3,7	3,7	4,3	3,8
I alt								68,6	102,9

¹⁾ plus 13,4 ha med juletræer

*²⁾ med efterafgrøde

Tabel 22 Afgræsningsareal, samt N afsat under afgræsning

Bedrift nr. og ty- pe	Kløver- græs, ha i alt	Afgræsset sædskifte- kløvergræs		Antal dyr, der græsser		N afsat under afgræsning, kg
		Ha	%	Søer ²⁾	Amme- køer	
1 svin	17,0	16,9	100	200		7.740
11 plante	46,1	0	0	0		0
13 svin	2,8	0,4	14	5		194
14 plante	9,8	0	0	0		0
29 svin	29,2	29,2	100	300	8 à 72,9 ¹⁾	12.193
34 svin	3,9	2,4	62	28		1.084

1) Af de 112,9 kg N per ammeko ab lager antages de 35% afsat under afgræsning

2) Al gødning fra søerne og smågrisene til fravænning ved 15 kg afsættes på græs – der svarer til 38,7 kg N ab dyr per so med grise

Tabel 23 Produktion af husdyrgødning, indkøb af konventionel husdyrgødning efter 25% kvælstofnorm, samt total kg N til fordeling

Bedrift nr. og type	Husdyrgødning produceret, kg total N					Maks. mulige indkøb ¹⁰⁾		Maks. mulige indkøb efter 25% regel ⁴⁾ , kg N	Faktiske indkøb under hensyn til ¹⁰⁾ og ⁴⁾	N til fordeling i alt, kg total
	Små grise ¹⁾	Produce-rede slagtesvin ²⁾	I alt gødning	Eksport/import	DE / ha **					
1 svin	3940	880 + 94	4.322	-2.386	1,21	0,49	3886	4.026	3.886	5.822
11 plante	-		0	5.189 ⁷⁾	0,50	1,20	30.048	17.237	17.237	22.426
13 svin	99	460 + 2	1.383		1,17	0,53	763	1.045	763	2.146
14 plante			0	383 ⁹⁾	0,11	1,59	7.807	2.966	2.966	3.349
29 svin ⁶⁾	5910	720 + 141	5.056	-114 -2.634	1,75	0	0	3.746	0	2.308
34 svin	552	740 + 13	2.401	-55 -383	1,74	0	0	1.067	0	1.963
I alt									21.352	38.014 ⁸⁾

- 1) Smågrise efter fravænnning à 0,38 kg N ab lager. Hver so antages at producere 19,7 30 kgs grise. Hvis dette er flere end antal produceret slagtesvin (3% døde + 0,47 til udskiftning per so), sælges overskuddet som 30 kgs grise
- 2) Producerede slagtesvin à 2,91 kg N ab lager, herudover 0,47 polt per årsso
- 4) Reglen om at man må købe 25% af planternes samlede behov som konventionel husdyrgødning. Man kan beregne den samlede norm for bedriften (udnyttet N) (PL direktoratet vejledning om økologisk jordbrug). Idet det antages, at det er kvæggylle, der indkøbes, og dette har krav om 45% udnyttelse
- 6) Samt 8 ammekøer à 40 kg N
- 7) 0,04 DE/ha à 71 kg N/DE fra bedrift 34 = i alt 0,8 DE = 55 kg N samt 0,27 DE/ha a 39 kg N fra bedrift 29 = 68 DE= 2634 kg N 2386 kg N fra bedrift 1 =53 DE eller 0,21 DE/ha
- 8) Hvilket svarer til i gennemsnit 78 kg N per ha
- 9) 383 kg økologisk husdyrgødning fra bedrift 34 svarer til i alt 5,4 DE
- 10) Før de 1,7 DE/ha overskrides altså 1,7 - DE/ha p.t.
Eksport er ikke fratrasket i DE/ha
- **) Køb af husdyrgødning på bedrift 11 og 14 er lagt til, mens salg ikke er fratrasket i DE

Tabel 24 Fordeling af husdyrgødning til de forskellige afgrøder i scenario "Plante/svin" (kg total N per ha)

Bedrift nr. og type	Ha i alt	Vedv. græs		Græs afgr.		Græs slæt		Vårbyg ³⁾	
		ha	kg N/ha	ha	kg N/ha	ha	kg N/ha	ha	kg N/ha
1 svin	79,3	-		17,0	0	-		14,5	0
11 plante	250,4	20	0	-		46,3	53	48,4	189
13 svin	14,4	-		0,4	0	2,4	35	5,3	142 ¹⁾
14 plante	49,1	-		-		9,8	0	8,1	183
29 svin	74,8	-		29,2	0	-		19,1	0
34 svin	19,4	-		2,4	0	1,5	200	3,7	54 ²⁾

1) idet de 0,4 ha efter søers afgræsning ikke får gødning, og de resterende 4,9 ha får 154 kg total N/ha

2) idet de 2,4 ha efter søers afgræsning ikke får gødning, og de resterende 1,3 ha får 154 kg total N/ha

3) 0 kg N/ha efter udegrise

Tabel 25 Tabel 24 fortsat

Bedrift Nr. type	Vinterhvede		Hestebønner		Byg/ært m.u.	
	ha	kg N/ha	ha	kg N/ha	ha	kg N/ha
1 svin	14,5	298	14,4	0	15,8	95
11 plante	42,6	150	37,5	0	46,4	95
13 svin	3,5	298			2,8	95
14 plante	7,3	150	12,4	0	9,8	79
29 svin	0				24,3	95
34 svin	3,7	298	4,3	0	3,8	95

Tabel 26 Beregning af brak: Det totale areal, vedvarende græs og græs samt areal til salgsafgrøder

Bedrift nr. og type	Areal, ha	Græs, ha		Maks. areal til salgsafgrøde ha ³⁾	Brak		Areal til salgsafgrøder efter brak, ha
		Vedv.	Sædskifte		Ha	%	
1 svin	79,3	0	16,9	62,4	3,1	5	59,3
11 plante	250,4 ¹⁾	20,0	46,1	184,3	9,2	5	175,1
13 svin	14,4	0	2,9	11,5	0	0 ²⁾	11,5
14 plante	49,1	0	9,8	39,3	2,0	5	37,3
29 svin	74,8	0	29,2	45,6	2,3	5	43,3
34 svin	19,4	0	3,9	15,5	0		15,5

1) 13,4 ha juletræer

2) Hvis man søger støtte til mindre end 17,6 ha, skal man ikke braklægge

3) Total areal minus det areal der er nødvendigt til kløvergræs

Tabel 27 Antagne gennemsnitlige udbytter (FEs) per afgrøde per bedrift

Bedrift nr. nr. og type	Græs - slæt	- afgræs	Vårbyg	Vinterhvede	Hestebønner	Byg/ært
1 svin	4.275	2.195	2.487	4.831	2.700	2.895
11 plante	4.372	-	3.825	3.800	2.700	2.895
13 svin	4.339	2.195	3.492	4.831	-	2.895
14 plante	4.275	-	3.783	3.800	2.700	2.838
29 svin	4.275	2.195	2.487	-	-	2.895
34 svin	4.640	2.195	2.869	4.831	2.700	2.895

Scenario "Selvforsyning":

Tabel 28 Totale foderbehov per bedrift, FE

FE Bedrift nr. og type	Korn	Frisk græs	Græs ens.	Helsæd	Roer	Halm	Mælk	Raps
1 svin	177.699	4.800	14.578	0	0	0	0	12.342
2 mælke	17.668	39.178	19.032	17.414	22.165	988	910	0
3 plante	0	0	0	0	0	0	0	0
4 svin	150.034	4.050	12.305	0	0	0	0	10.421
5 mælke	64.275	144.317	70.492	64.024	81.950	3.758	3.500	0
6 mælke	32.450	72.462	35.246	32.217	40.975	1.879	1.750	0
13 svin	5.624,5	150	459	0	0	0	0	391
14 plante	0	0	0	0	0	0	0	0
31 mælke	32.775	74.175	36.600	32.700	42.625	1.900	1.750	0
32 plante	0	0	0	0	0	0	0	0
34 svin	22.270	600	1.825	0	0	0	0	1.547
35 mælke	39.005	87.297	42.566	38.757	49.500	2.259	2.100	0
70 plante	0	0	0	0	0	0	0	0
I alt	541.800	427.029	233.103	185.112	237.215	10.784	10.010	24.701

Tabel 29 Afgræsning af vedvarende græs af stude samt N-udskillelse under afgræsning

Bedrift nr. og type (type e. oml.)	Vedvarende græs, ha ¹⁾	Antal årsstude ²⁾	Kg N udskilt på græs ³⁾
1 svin	0	0	0
2 mælke	14,2	42	575
3 plante	1,0	3	41,1
4 svin	1,3	4	54,8
5 mælke	12,7	38	521
6 mælke	6,0	17	233
13 svin	0	0	0
14 plante	0	0	0
31 mælke	0,5	1	13,7
32 plante	0	0	0
34 svin	0	0	0
35 mælke	3,1	10	137
70 plante	0	0	0
I alt	38,8	115	1.576

1) 1.800 FE/ha – Pesticidrapport

2) 607 FE græs/årsstud

3) 13,7 kg N/stud

Tabel 30 Søer og køers afgræsning af sædskiftekløvergræs og efterafgrøde, samt areal til slæt (ensilage)

Bedrift nr. og type	Sæd- skifte- areal, ha	Sædskifte kløvergræs til afgræs- ning, ha søer ¹⁾ køer ²⁾	Efterafgrøde afgræsning ha (antal dyr) opd. ³⁾	kg N, afsat under afgræs- ning		Sæd- skifte kløver- græs til slæt, ha	Sæd- skifte kløver- græs i alt, ha	% af sæd- skifte kløver- græs der af- græsses
				kl.græs sædsk.	e. afgr.			
1 svin	79,3	2,7	47,9 (22)	1.238	295	20,5	23,3	12
2 mælke	35,0	4,3	20,7 (10)	399	134	5,9	10,2	42
3 plante	8,8		0,9 (0)		0	7,9	7,9	0
4 svin	78,2	2,3	48,0 (22)	1.045	295	20,5	22,8	10
5 mælke	54,3	15,8	28,4 (13)	1.474	174	-0,2	15,6	100
6 mælke	37,9	7,9	21,1 (10)	737	134	3,2	11,1	71
13 svin	14,4	0,1	9,1 (4)	39	54	5,2	5,3	2
14 plante	49,1		33,2 (15)		201	14,3	14,2	0
31 mælke	22,9	9,7 ⁵⁾	8,8 (4)	929	54	0,2	9,9	98
32 plante	6,8		4,6 (2)		27	2,2	2,2	100
34 svin	19,4	0,3	13,0 (6)	155	80	5,3	5,6	5
35 mælke	38,3	15,2 ⁶⁾	17,5 (8)	1.528	107	-0,3	14,9	100
70 plante	6,2		4,7 (2)		27	1,5	1,5	0
	286.906 FE afgræsses					448.240 FEslæt		
I alt	450,6	5,4	52,9			86,2	144,5	

1) 0,085 ha/so

2) 1713 FE græs/ko, 5200 FE/ha = 0,33 ha/ko

3) 647 FE/opdræt, 300 FE/ha i efterafgrøde = 2,2 ha/opdræt a 13,4 kg N/dyr

4) 607 FE/stud, 300 FE/ha i efterafgrøde = 2,0 ha/stud a 13,7 kg N/dyr

5) mangler græs til 6 opdræt -> 0,7 ha sædskiftegræs

6) mangler græs til 19 opdræt og 28 stude -> 5,6 ha sædskiftegræs

Tabel 31 Andel af forskellige afgrøder i de økologiske bedrifter i scenario "Selvforsyning", ha

Bedrift nr. og type	Ha i alt	Vedv. græs	Sæd- skifte areal	Kl. græs	Brak	Raps	Roer	Korn m.e.	Byg/ært m.u., helsæd/ modenhed
1 svin	79,3	0	79,3	23,3	2,8	5,4	0	31,8	16,0
2 mælke	49,2	14,2	35,0	10,2	1,7	0	2,4	13,8	6,9
3 plante	9,8	1,0	8,8	7,9	0	0	0	0	0,9
4 svin	79,5	1,3	78,2	22,8	2,8	4,6	0	32,4	15,6
5 mælke	67,0	12,7	54,3	15,6	1,9	0	8,4	17,5	10,9
6 mælke	43,9	6,0	37,9	11,1	1,6	0	4,1	13,3	7,8
13 svin	14,4	0	14,4	5,3	0	0	0	6,3	2,8
14 plante	49,1	0	49,1	14,2	1,7	0	0	23,4	9,8
31 mælke	23,4	0,5	22,9	9,9	0	0	4,2	3,8	5,0
32 plante	6,8	0	6,8	2,2	0	0	0	0	4,6
34 svin	19,4	0	19,4	5,6	0	0,8	0	9,1	3,9
35 mælke	41,4	3,1	38,3	14,9	2,0	0	3,9	9,7	7,8
70 plante	6,2	0	6,2	1,5	0	0	0	0	4,7
I alt	489,4	38,8	450,6	144,5	14,5	10,8	23	161,1	96,7
% sædskifte				32,1	3,2	2,4	5,1	35,8	21,5

Tabel 32 Beregning af braklægning: totale areal samt areal til rådighed til salgsafgrøder

Bedrift nr. og type	Sædskifte areal, ha	Sædskifte- græs, ha	Maks. mulige areal til salgsafgrøde, ha ²⁾	Brak		Areal til salgs- afgrøder efter brak, ha
				ha	%	
1 svin	79,3	23,2	56,1	2,8	5	53,3
2 mælke	35,0	10,2	24,8	1,2	5	23,6
3 plante	8,8	2,6	6,2	0	0	6,2 ¹⁾
4 svin	78,2	22,8	55,4	2,8	5	52,6
5 mælke	54,3	15,8	38,5	1,9	5	36,6
6 mælke	37,9	11,1	26,8	1,3	5	25,5
13 svin	14,4	4,2	10,2	0	0	10,2
14 plante	49,1	14,3	34,8	1,7	5	33,1
31 mælke	22,9	8,2	14,7	0	0	14,7
32 plante	6,8	2,0	4,8	0	0	4,8
34 svin	19,4	5,7	13,7	0	0	13,7
35 mælke	38,3	11,2	27,1	1,4	5	25,7
70 plante	6,2	1,8	4,4	0	0	4,4
I alt	450,6	133,1	317,5	13,1		304,4

1) Ved mindre end 17,6 ha med salgsafgrøder er det ikke nødvendigt at braklægge

2) Sædskifteareal - græs

Sammenfatning af alle scenarier

Tabel 33 Beskrivelse af hvilke bedrifter i de forskellige scenarier, der lægger om, hvordan de lægger om samt husdyrtæthed før og efter omlægning.

Scenario	"Mælk"	"1997"	"Svin/plante"	"Selvforsyning"
Hvem lægger om	9 malkekvæg 2 mindre 2 plante 1 blandet bedrift	5 malkekvæg 2 blandede 2 plante 2 mindre bedrifter	4 svine 2 plantebedrifter	Alle i SFL området
Hvordan lægger de om	* kvoten opfyldes fortsat * svin sættes ud * 5 øvrige bedrifter producerer foder til mælkebedrifterne * selvforsyning med grovfoder * samme sædskifte på alle bedrifter	* kvoten opfyldes fortsat * selvforsyning med grovfoder, * 1 mindre bedrift bliver til svinebedrift (70) * svin sættes ud på de andre * kornsædskifte på ikke-mælkebedrifter	* svineproduktion oprettholdes * de omlagde bedrifter producerer det økologiske foder til svineproduktionen (75% af FEs)	* selvforsyning med foder og gødning omlagt som ifølge Bichel (1999) * produktionen svarer til den andel SFL arealet udgør af DKs areal (Bichel, 1999)
Husdyrtæthed DE/ha før omlægning	Kvæg 2,0 Samarb 0,3 I alt 1,58	Kvæg 1,54 Plante 0 Blandet 0,83 Mindre 0,35 I alt 1,10	Svin 1,52 Plante 0 I alt 0,60	4 svine 1,75 4 kvæg 1,63 2 plante 0 1 blandet 0,96 2 mindre 0,38 I alt 1,38
Husdyrtæthed, DE/ha efter omlægning	Kvæg 1,9 Samarb. 0,3 I alt 1,47	Kvæg 1,44 Plante 0 Blandet 0,83 Mindre 1,04 I alt 1,03	Svin 1,44 Plante 0 I alt 0,57	4 svine 0,32 4 kvæg 1,35 2 plante 0 1 blandet 0,50 2 mindre 0 I alt 0,66

Tabel 34 Sædskifteareal, afgrødefordeling og udbyttensniveau efter omlægning i de fire scenarier

Scenario	"Mælk"	"1997"	"Svin/plante"	"Selvforsyning"
Sædskifteareal, ha i alt	438,5	429,8	467,4	450,6
% fordeling af sædskiftearealet med forskellige afgrøder	kløvergræs 66,8 vårbyg m.u. til modenhed 10,1 vårbyg m.u. til helsød 23,1	kløvergræs 49 vårbyg m.u. til modenhed 16 vårbyg m.u. til helsød 15 brak 1 v.hvede m.e. m 6 hestebønner 6 byg/ært m 7	kløvergræs 23 vårbyg m.u. til modenhed 12 vårbyg til modenhed 9 brak 3 v.hvede e. m 15 hestebønner 15 byg/ært m 22	kløvergræs 32 korn m.u. til modenhed 35,8 brak 3,2 byg/ært m 21,5 raps 2,4 roer 5,1
Vedvarende græs, ha	67,8	64,8	20,0 + 13,4 med juletræer	38,8
Økologisk udbytte, beregningsmetode	Konventionelle udbytte fratrukket procentvis reduktion:	Kvægbedrifter som "Mælk" Øvr: 15% lavere end øko. kvæg udbytte og korrektion for N tildeling	15% lavere end øko. kvæg udbytter og korrektion for N tildeling	Som Bichel udv. dog korrektion for N tildeling i korn
FE/ha	Kl.græs 5545 byg moden 4131+350 byg helsød 3533+700 vedv. 2800	Kl.græs 5438 Byg moden 3961 +350 Byg helsød 3279 +700 Vedv. 2800 V.hvede 3949 +350 Hestebønne 2700 V.byg/ært 2383 +350	Kl.græs 3389 Byg moden 3310 +0 Vedv 2128 V.hvede 4110 +0 Hestebønne 2700 V.byg/ært 2890 +0	Kløvergræs 5200 Korn. moden 2711 +300 Brak 0 Byg/ært moden 2400 +300 Raps 2300 Roer 9700 Vedv. 1800
	Gns. 4821	Gns. 4257	Gns. 3125	Gns. 3709

Tabel 35 Gødningsniveau på afgrødeniveau, gødningsaftaler og indkøb efter 25% regelen

Scenario	"Mælk"	"1997"	"Svin/plante"	"Selvforsyning"
Tilført husdyr-gødning, kg N/ha	Kvægbedrifter: Kl.græs 92 Byg moden 111 Byg helsæd 179 Vedv. 88 * Øvr. bedr.: Kl.græs 88 Byg moden 111 Byg helsæd 199 Vedv. 95	Kvægbedrifter: Kl.græs 79 Byg moden 111 Byg helsæd 185 Vedv. 78 Øvrige bedrifter: Kl.græs 11 Byg moden 171 Vedv. 35 V.hvede 173 Hestebønner 0 V.byg/ært 36 Brak 0	Svinebedrifter: Kl.græs 8 Byg m 22 V.hvede 298 Hestebønner 0 V.byg/ært 95 Plantebedrifter: Kl.græs 44 Byg m 188 Vedv 0 V.hvede 150 Hestebønner 0 V.byg/ært 92	Kløvergræs 0 Korn. moden 55 Brak 0 Byg/ært m 40 Raps 200 Roer 200 Vedv. 0 Gns. 40
Gødningsaftaler mellem omlagde bedrifter	Kvægbedrifter afgiver gødning, ialt flyttes gødning svarende til 40 DE mellem bedrifter	Gødningsaftaler mellem de 5 kvægbedrifter og de ene blandet bedrift	De 3 svinebedrifter (1,29,34) afgiver gødning til de 2 plantebedrifter (11,14)	Den producerede husdyrgødning fordeles jævnt mellem alle bedrifter
Indkøb af konv. husdyrgødning efter 25% regel, kg total N/ha		2 plante gns. 67 2 mindre gns. 54 1 blandet 63 0,22 DE/ha indkøbt konv. I alt 11.038 kg totalN	2 plante gns. 67 4 svine gns. 25 0,44 DE/ha indkøbt konv. I alt 21352 kg total N	0

Tabel 36 Produktion af animalske produkter, foder og korn til salg. Import af foder samt behov for foder

Scenario	"Mælk"	"1997"	"Plante/svin"	"Selvforsyning"
Produkter:				
Mælk, ton ⁵⁾	2.993 ⁷⁾	1.772 ⁸⁾	0	846 ⁹⁾
Kød, ton ⁶⁾ :				
• svin ⁴⁾	0	21,7	567 ⁵⁾	127
• okse ¹⁾	146	86 + 22,5	3	70,9
• andet ²⁾	16,4	4,6 ³⁾	0	0
Foder, FE	2.440.841	2.105.576	1.523.000	1.660.000
Salgsafgrøde, t	0	0	0	80
Foder import, FE				
Konv. kraftfoder	559.000	391.364	384.000	0
Økol. korn	723.000	64.234	0	
Økol. grov	3804	0	0	
Import, % af behov	34,5	17,8	20,1	0
Foderbehov, FE				
Grovfoder	2.262.550	1.532.777	272.000	856.000
Kraftfoder	1.464.147	1.028.397	1.635.000	804.000
	=3.726.697	= 2.561.174	= 1.907.000	=1.660.000

1) per ko: 0,41 udsætterkøer à 560 kg per ko 0,28 spæde tyrekalve à 50 kg (0,18 til stude à 580 kg)

2) per ammeko 0,41 udsætter à 500 kg og 0,44 tyrekalv a 400 kg

3) 0,08 udsætterdå à 50 kg, 0,42 spidshjort à 58 kg, 0,32 smaldå à 42 kg i alt 41,8 kg levende vægt per dådyr

4) sl.svin à 100 kg levende og 0,47 udsættersøer/so à 200 kg levende heraf salg af 7434 stk. 30 kgs grise

5) leveret kg EKM

6) levende vægt

7) 419 køer à 7142

8) 247 køer à 7175 kg

9) 139 køer à 6085 kg

Appendiks B

Metoder og usikkerheder ved modellering og opskalering

1 Sædskifter anvendt i SKEP

Kvægbrugssædskifterne, der indgår i SKEP, er vist i tabel 1 og svinebrugssædskifterne i tabel 2. De første tre år i sædskiftet er dyrkningshistorie med konstant N-gødsning, og i det fjerde år gradueres gødsningen. Resultaterne i det fjerde år i sædskiftet anvendes i resultatopgørelsen. Efter år 4 følger afgrøden i år 1.

Tabel 1 Kvægbrugssædskifter, der indgår i SKEP

År 1	År 2	År 3	År 4	Bemærkninger
Vårbyg	Ært	Vinterhvede	Foderroer	
Rajgræs	Vinterhvede	Byg med udlæg	Rajgræs	4-slæt
Vinterhvede	Byg med udlæg	Rajgræs	Rajgræs	4-slæt
Vedvarende græs	Vedvarende græs	Vedvarende græs	Vedvarende græs	
Rajgræs	Rajgræs	Vinterhvede m. udlæg	Byg med udlæg	Helsæd + 1 slæt
Ærter	Vinterhvede	Foderroer	Vårbyg	
Vinterraps	Vinterhvede	Vårbyg	Vinterbyg	
Vinterbyg	Vinterraps	Vinterhvede	Vårbyg	
Vinterhvede	Vårbyg	Vårbyg	Vinterraps	
Vårbyg	Vinterbyg	Vinterraps	Vinterhvede	
Byg med udlæg	Rajgræs	Rajgræs	Vinterhvede	
Vinterhvede	Foderroer	Vårbyg	Ærter	
Foderroer	Vårbyg	Ærter	Vinterhvede	
Byg m. kløverudlæg	Kløver	Kløver	Vinterhvede	
Kløver	Vinterhvede	Byg med kløverudlæg	Kløver	4-slæt
Vinterhvede	Byg m. kløverudlæg	Kløver	Kløver	4-slæt
Kløver	Kløver	Vinterhvede	Byg m. kløverudlæg	Helsæd + 1 slæt
Rajgræs	Rajgræs	Vinterhvede	Ært med udlæg	Helsæd + afgræs.
Rajgræs	Rajgræs	Vinterhvede	Byg med udlæg	Helsæd + afgræs.
Kløver	Kløver	Vinterhvede	Ært m. kløverudlæg	Helsæd + afgræs.
Rajgræs	Vinterhvede	Byg med udlæg	Rajgræs	Afgræsning
Kløver	Vinterhvede	Byg med kløverudlæg	Kløver	Afgræsning
Vinterhvede	Byg med udlæg	Rajgræs	Rajgræs	Afgræsning
Vinterhvede	Byg m. kløverudlæg	Kløver	Kløver	Afgræsning
Vårbyg	Ært	Vårbyg	Ukrudt pløjet efterår	
Vinterhvede	Ært	Vårbyg	Ukrudt pløjet efterår	
Vårbyg	Ært	Vårbyg	Ukrudt pløjet forår	
Rajgræs	Vinterhvede	Byg med udlæg	Rajgræs (ikke høstet)	Slæt
Vinterhvede	Byg med udlæg	Rajgræs	Rajgræs (ikke høstet)	Slæt
Vårbyg	Vinterhvede	Byg med udlæg	Brak (omdrift)	
Kløver	Vinterhvede	Byg med udlæg	Kløver	
Foderroer	Vårbyg	Ært	Vinterhvede	Fast staldgødning efterår
Foderroer	Vårbyg	Ært	Vinterhvede	Gylle efterår

Tabel 2 Svinebrugssædskifter, der indgår i SKEP

År 1	År 2	År 3	År 4	Bemærkninger
Vinterhvede	Vårbyg	Vinterbyg	Vinterraps	
Ært	Vinterhvede	Vinterhvede	Vårbyg	
Vinterhvede	Vinterhvede	Byg med udlæg	Frøgræs	
Vinterhvede	Vårbyg	Vinterbyg	Vinterraps	
Vårbyg	Vinterbyg	Vinterraps	Vinterhvede	
Vinterhvede	Vårbyg	Ært	Vinterhvede	
Vinterhvede	Vinterhvede	Vårbyg	Ært	
Vårbyg	Ært	Vårbyg	Kartofler	
Ært	Vårbyg	Kartofler	Vårbyg	
Vårbyg	Ært	Vinterhvede	Vinterhvede	
Vårbyg	Vinterraps	Vinterhvede	Sukkerroer	
Vinterraps	Vinterhvede	Sukkerroer	Vårbyg	
Frøgræs	Vinterhvede	Vinterhvede	Byg med udlæg	
Vinterhvede	Byg med udlæg	Frøgræs	Vinterhvede	
Ært	Vinterhvede	Vårbyg	Vårbyg	
Vinterhvede	Vårbyg	Vinterbyg	Vinterraps	Gylle efterår
Ært	Vinterhvede	Vårbyg	Vårbyg	Fast staldgødning efterår

2 Korrektion af husdyrgødningstilførsel på de konventionelle bedrifter

N-udvaskningsberegninger bliver usikre, hvis gødningsmængden angivet i gødningsplanerne ikke reelt tilføres. Ligeledes findes en usikkerhed i beregningen af gødningen afsat under afgræsning af markerne, da man oftest ikke har oplysninger om, hvor længe dyrene er på græs. Der skete derfor en sammenligning mellem dyreenhederne angivet i gødningsplanerne og dyreenhederne i CHR (Det Centrale Husdyrregister). Da der undertiden var uoverensstemmelse, blev husdyrgødningen korrigeret, så den tilførte mængde svarede til den mængde, der kan beregnes fra dyreenhederne i CHR. Korrektionsfaktorerne for de enkelte bedrifter er vist i tabel 3. Antal dyr ifølge CHR antages at være korrekt, og den normproducerede husdyrgødningsmængde blev beregnet derfra ifølge Plantedirektoratets normer fra 1998-99 under hensyn til staldsystem og ydelse. Den mængde husdyrgødning, der er opgivet i gødningsplanen fra 1998 (inklusive afsat gødningsmængde på markerne og inklusive køb/salg), blev korrigeret efter den normproducerede mængde.

Normproduktion (N afsat under afgræsning indgår) + køb – salg + N afsat fra græssende dyr fra andre gårde sammenholdes med:

Gylle/staldgødning/ajle tilført + N afsat under afgræsning (egne + evt. andres dyr).

N afsat under afgræsning blev beregnet på to måder: 1) ud fra andel af tiden, som dyrene ifølge gødningsplanen opholder sig på græs og korrigeret til den samlede normproduktion, 2) ud fra N-indholdet i det antal foderenheder, der forventes afgræsset, dog nedsat med en faktor 0,9. Det antages, at dyrene afsætter lige så meget N, som de indtager minus N i gødningen, der lægges i stalden (antages at være 10%) (Kristensen, pers. medd.). En sammenligning af de to metoder gav god overensstemmelse som gennemsnit for alle bedrifter. Der kunne dog være betydelig forskel for enkelte bedrifter. Sidstnævnte metode blev anvendt i modelberegningerne.

Tabel 3 **Korrektionsfaktorer for husdyrgødning på bedrifterne anvendt i modelberegningerne. I tabellen er vist gennemsnitsværdier fordelt på de 5 bedriftstyper**

Bedriftstype	Gns. DE CHR	Gns. DE gødnings- plan	Gns. husdyrgød- ning (kg) iflg. DE i CHR inkl. køb/salg	Gns. husdyr- gødning (kg) iflg. gødningsplan	Gns. korrektion af N i gødningsplan
Blandet	46	41	4.918	3.689	1,33
Malkebrug	86	77	9.549	8.274	1,15
Mindre brug	8	8	782	726	1,08
Planteavl	0	5	1.323	1.696	0,78
Svin	105	96	7.548	7.042	1,07
Total gns.	54	50	5.158	4.675	1,10

Der blev foretaget modelberegninger med de ukorrigerede og korrigerede husdyrgødningsmængder. Korrektionen betød, at N-udvaskningen blev lavere på nogle bedrifter, mens andre fik en stigende udvaskning. Den samlede effekt af korrektionen efter CHR for hele området var en stigning i N-udvaskningen på 6 kg N/ha/år, når beregningen blev foretaget med SKEP-modellen. Med Simmelsgaards model var stigningen lidt mindre (stigning på ca. 5 kg N/ha/år).

3 Kalibrering af SKEP-modellen ud fra udbytter

Der er mulighed for at kalibrere SKEP-modellen groft ud fra landmandens forventede udbytte, der er angivet i gødningsplanerne for de konventionelle bedrifter. I første omgang blev der foretaget en justering med hensyn til jordtyperne fra gødningsplanerne. Der var en tendens til, at programmets JB3 og JB4 resulterede i for høje simulerede udbytter i forhold til de forventede værdier, mens JB1 og JB6 gav bedre overensstemmelse. Der blev derfor anvendt en blanding af programmets JB1 og JB3 for JB3-jordene og en blanding af JB3 og JB4 for JB4-jordene. Programmets JB1 blev anvendt for både JB1 og JB2 i gødningsplanerne. JB5-jord blev estimeret som en blanding af programmets JB4 og JB6. JB6 blev anvendt for både JB6 og JB7-jordene. For JB11 blev der anvendt en blanding af programmets JB3 og JB4.

Modellen DAISY er udviklet på grundlag af data fra kontrollerede parcel- og markforsøg, og man må derfor regne med, at de simulerede udbytter ligger højere end normalt for praktiske bedrifter. SKEP-programmet giver mulighed for at nedsætte udbyttet, idet der som tidligere nævnt er mulighed for at angive en procentdel af bladarealet svarende til udbyttereduktionen. For de fleste konventionelle afgrøder (korn, raps, ært) blev udbyttereduktionen sat til 10% af bladarealet (Tabel 4). Ved anvendelse af DAISY-modellen i sin oprindelige form blev fotosynteseeffektiviteten for visse afgrøder ofte nedsat med 10% for praktisk landbrug (Børgesen et al., 1997, Hansen et al., 1991, Heidmann et al., 1999). Industrikartofler blev ikke justeret, da kartoffelmodulet, der var grundlag for beregningerne, var læggekartofler og derfor må forventes at give et for lavt udbytte i forhold til industrikartofler.

Tabel 4 Anvendt faktor for udbyttereduktion (%) i de forskellige scenarier

Afgrøde	Konventionelt	Scenario "Mælk"	Scenario "Svin/planteavl"	Scenario "Selvforsyning"
Græs i omdrift, slæt + afgr.	20	20	50	20
Græs i omdrift, slæt	10	10	20	10
Græs i omdrift, afgræsning	30	30	65	30
Vedvarende græs	30	30	30	30
Vårbyg helsæd	20	45	50	-
Vårbyg modenhed	10	45	40	45
Byg/ært modenhed	20	-	-	50
Helsæd byg/ært	20	-	50	-
Hestebønner	10	-	30	-
Vinterraps	10	-	-	40
Roer	10	-	-	20
Kartofler	0	-	-	-
Vinterhvede	10	-	40	-
Andre	10	-	-	-

For de konventionelle afgrøder helsæd med udlæg og græs til slæt + afgræsning blev faktoren for udbyttereduktion sat til 20% og for rene afgræsningsmarker og vedvarende græs til 30%. Det forventes, at afgræsningen på græsmarkerne begrænses som følge af pletter af urin og fæces, som dyrene undgår. Der blev korrigeret for dette ved en større udbyttereduktion. Konventionelle kløvergræsmarker, der afgræsses, men også tilføres handelsgødning, blev simuleret som kløvergræs med slæt, da der ikke er mulighed for at gødskning af afgræsningsmarker med handelsgødning i SKEP. Af samme årsag blev helsæd med afgræsning af udlægsmarken simuleret som helsæd med slæt af udlægget.

Udbytterne i økologisk planteproduktion er generelt mindre end i konventionel produktion (Askegaard & Vester, 1995, Kristensen & Halberg, 1995). Begrænsninger i tilført gødning giver mindre udbytter, men denne effekt tages der højde for i DAISY-modellen, og det indgår derfor også i beregningerne med SKEP. Derudover begrænses udbyttet som følge af ukrudt, sygdomme og skadedyr, hvilket må forventes at give alvorligere problemer ved økologisk end ved konventionel drift. Dog kan en dygtig driftsledelse mindske problemet. Udbyttereduktionen i de økologiske afgrøder blev i de fleste tilfælde hævet i forhold til de konventionelle (Tabel 4). De økologiske udbytter blev korrigeret i forhold til udbytterne fra de økologiske modelbedrifter, der er beskrevet i kapitel 3, og det var nødvendigt at anvende forskellige korrektionsfaktorer for de forskellige scenarier. Det var ikke nødvendigt at korrigere yderligere for udbyttereduktion i græsmarkerne i scenario "Mælk" i forhold til konventionelt. Det kan skyldes, at forskellen mellem økologiske og konventionelle græsmarkers gødningstilførsel var mindst i dette kvægscenario. Stanhill (1990) fandt ligefrem højere udbytter ved økologiske mælkekvægsproduktionssystemer i forhold til konventionelle. I scenario "1997" blev der anvendt udbyttereduk-

tionsfaktorer fra scenario "Mælk" for malkekvægsbedrifterne og fra scenario "Svin/planteavl" for svine- og planteavlsbedrifterne.

Enkelte afgrøder indgår ikke i modellen, så i stedet blev en afgrøde, der ligner, anvendt. Havre og vårraps blev modelleret som vårbyg, vinterrug som vinterbyg, gulerødder som kartofler og hestebønner som ært. Vårbyg med kløvergræsudlæg blev simuleret som vårbyg med rajgræsudlæg. Vinterhvede med efterafgrøde rajgræs blev simuleret som vårbyg med rajgræsudlæg i stedet for vinterhvede uden udlæg, for at udlægget kan indgå i simuleringen (tidsperiode 1. april - 31. marts). Man får så desværre ikke effekten af bar jord den foregående vinter med. Det var vanskeligt at erstatte afgrøder som majs og juletræer, hvor der ikke findes en afgrøde, der umiddelbart ligner. De er blevet forsøgt erstattet med en rækkeafgrøde (roer). Heldigvis var disse afgrøder sjældne i sædskifterne. Markerne med juletræer blev desuden ikke erstattet af en anden afgrøde ved omlægningen.

Begge modeller har indbygget en effekt af sædskiftet (Kapitel 4, tabel 1 og 2). Der er dog flest kombinationer i SKEP. Forhistorie og efterfølgende afgrøde kan have stor betydning for N-udvaskningens størrelse. Forhistorien var kendt for de konventionelle afgrøder, men afgrøden året efter var ikke kendt. Der blev foretaget en analyse af, hvad det betyder at anvende gættet eller kendt forhistorie til de konventionelle afgrøder for værkstedsområdets samlede N-udvaskning. På enkelte kvægbedrifter blev der konstateret en effekt på over 20 kg N/ha/år afhængig af, om man anvendte den rigtige forhistorie eller gættede den. Dette gjaldt for begge modeller. Således blev der fundet en stor effekt af, om en græsmark nedpløjes i simuleringssperioden eller fortsætter i 2. års græs. Man vil derfor forvente en større effekt på resultaterne af forhistorie/efterafgrøde på økologiske marker, da der normalt indgår flere græsmarker i sædskiftet.

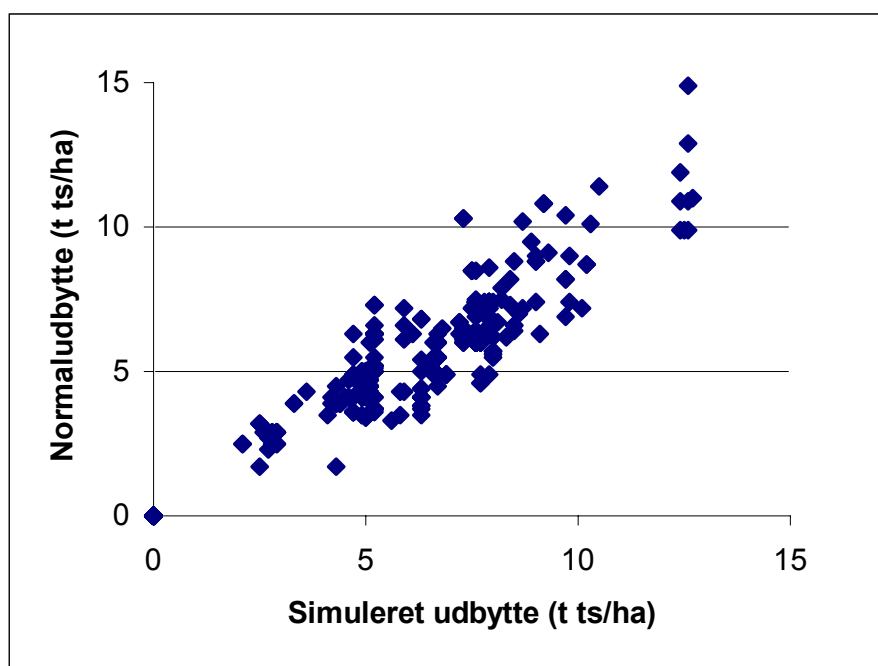
Tabel 5 Ændring i N-udvaskning (kg N/ha/år) beregnet med SKEP med og uden korrektion for udbytte. Der er ikke korrigeret for N-fiksering. Meteorologiske data fra Ødum 1996/97 er anvendt. Både før- og efter-situation er henholdsvis korrigeret/ukorrigeret

Ændring i N-udvaskning (kg/ha/år)								
Hele værkstedsområdet					Kun økologiske bedrifter			
Scenario	Mælk	1997	Svin/ planteavl	Selv- forsyning	Mælk	1997	Svin/ planteavl	Selv- forsyning
Ændring (kg N/ha/år)	+1,0	+0,7	-1,0	+0,5	+3,6	+2,7	-3,9	+1,9

Når SKEP-modellen blev anvendt for det totale areal, blev der fundet en forskel i N-udvaskningen på højst 1 kg N/ha/år, når der blev korrigeret for mindre udbytte for de økologiske afgrøder (stigning i scenario "Mælk", "1997" og "Selvforsyning" og fald i scenario "Svin/planteavl") i forhold til, når der blev anvendt samme niveau som for de konventionelle afgrøder (Tabel 5). Forskellen var selvfølgelig større, når det kun var de bedrifter, der lægger om til økologisk drift, der indgik i beregningen. Der blev således konstateret en stigning i N-

udvaskningen på ca. 4 kg N/ha/år for de økologiske bedrifter fra scenario "Mælk" og et fald på 4 kg N/ha/år i udvaskningen fra scenario "Svin/planteavl". I Scenario "1997" og "Selvforsyning" resulterede udbyttekorrektionen i en stigning på ca. 2-3 kg N/ha/år. Udbytte indgår ikke som input i Simmelsgaards model, og der var således ingen effekt af korrektionen på denne models resultater.

De forventede udbytter for de enkelte konventionelle marker findes i gødningsplanen. De forventede udbytter må anses for at være gennemsnitlige for en årrække, ud fra landmændenes antagelser om, hvor udbyttet normalt ligger. Der blev fundet en forholdsvis god sammenhæng mellem forventede og simulerede konventionelle udbytter, når ovennævnte kalibrering blev anvendt (Figur 1)



Figur 1 Sammenligning mellem simulerede tørstofudbytter med SKEP og forventede tørstofudbytter fra de konventionelle bedrifter angivet i gødningsplanen. Meteorologiske data er fra Ødum 1997/1998

4 Korrektion af SKEP-modellen med hensyn til N-fiksering

Der er stor uenighed om N-fikseringens størrelse, og der er stor forskel i resultaterne fra forskellige beregningsmetoder. De fleste metoder tager udgangspunkt i kløverprocent, og undertiden antages desuden en afhængighed af udbyttet og af gødningstilførslen (Høgh-Jensen et al., 1998).

N-fiksering beregnes i SKEP ud fra en kløverprocent. Der anvendes 22% kløver for konventionel kløvergræs og 44% for økologisk kløvergræs (Kristensen & Halberg, 1995). Kløverprocenten

ten i udlæg efter konventionelt korn, hvor udlægget modtager gødning, sættes til 0, mens kløverprocenten i udlæg uden gødning efter økologisk helsæd sættes til det samme som økologisk kløvergræs (44%). SKEP kan ikke umiddelbart håndtere kløver i vedvarende græs, idet det ikke er muligt af anvende en kløverprocent for denne afgrøde.

Modellen beregnede i gennemsnit en N-fiksering på ca. 20 kg N/ha/år for konventionelle kløvergræsmarker ved de aktuelle gødskningstilførsler og en kløverprocent på 22. Den tilsvarende N-fiksering for økologiske kløvergræsmarker med en kløverprocent på 44 var ca. 45 kg N/ha/år for scenario "Mælk" og "Selvforsyning", 40 kg N/ha/år for scenario "1997" og ca. 25 kg N/ha/år for scenario "Svin/planteavl". N-fikseringen beregnet med SKEP for både de konventionelle og økologiske afgrøder er for lave i forhold til Kristensen (1999). N-fikseringen for kløvergræsmarkerne blev derfor justeret op ved tilsætning af handelsgødning, så den totale N-fiksering svarede til de værdier, der er angivet i Kristensen (1999). Der blev anvendt samme mængde N fra fiksering for begge modeller. Der blev taget udgangspunkt i en estimeret N-fiksering på 87 kg N/ha/år for konventionelle kløvergræsmarker ved en gødskning på 243 kg plantetilgængeligt N per ha. For økologiske kløvergræsmarker blev der anvendt en N-fiksering på 163 kg N/ha/år ved en gødskning på 24 kg plantetilgængeligt N per ha. Udnyttelsesprocenten blev sat til 50% for svinegylle, 40% for kvæggylle og 45% for blandet gylle, da disse værdier blev anvendt ved udviklingen af sammenhængen. Der blev taget hensyn til tilførslen af plantetilgængeligt N ved at foretage en lineær interpolation mellem de to datasæt, men der blev ikke taget hensyn til udbytte. Den simulerede gennemsnitlige N-fiksering (henholdsvis 20, 25, 40 og 45 kg N/ha/år) beregnet med SKEP blev derefter trukket fra.

Kløverprocenten i Kristensen & Halberg (1995) var 8% for konventionelt vedvarende græs og 11% for økologisk vedvarende græs. Hvis disse værdier indsættes i en formel fra Kristensen (1999) ($N\text{-fiksering} = 10 + 1.85 \cdot \text{visuel \% kløver}$) fås henholdsvis 14 og 16 kg N/ha/år. Gennemsnitsværdien på 15 kg N/ha/år blev tilført alle økologiske og konventionelle vedvarende græsmarker som handelsgødning. Ved anvendelse af handelsgødning som supplerende N til kompensation for den manglende N-fiksering var det desuden nødvendigt at ændre græsafgrøden fra afgræsning til slæt, da SKEP-modellen ikke kan håndtere afgræsningsgræs med tilførsel af handelsgødning.

Hvis kløverprocenten i SKEP i stedet blev justeret op for at få N-fikseringen op på samme niveau som Kristensen (1995), steg N-udvaskningen meget. En årsag til dette kan være, at kløverandelen også har betydning for omsætningen af organisk stof, eventuelt som følge af forskel i omsætning af kløverblade og græsstrå ved ompløjning. Derfor blev denne metode ikke valgt. SKEP-modellens beregning af N-fiksering blev anvendt for økologiske helsædmarker uden yderligere korrektion. Ærteandelen i byg/ært helsæd blev sat til 31% ifølge Kristensen (1995). Byg/ært til modenhed blev simuleret som byg/ært helsæd. SKEP beregnede en N-fiksering på ca. 35 kg N/ha/år for disse marker, hvilket dog er lavere end fundet af Kristensen og Olesen (1998).

Tabel 6 N-udvaskning (kg N/ha/år) før og efter korrektion for N-fiksering på de forskellige konventionelle bedriftstyper. Meteorologiske data fra Ødum 1996/97 er anvendt

Bedriftstype	N-udvaskning (kg/ha/år)					
	Ukorr. SKEP	Korr. SKEP	For-skel	Ukorr. Sim-melsgaard	Korr. Sim-melsgaard	For-skel
Malkekvægsbedrifter	102,9	112,0	+9,1	78,2	86,3	+8,1
Svinebedrifter	45,2	45,8	+0,6	43,8	44,2	+0,3
Planteavlsbedrifter	30,7	31,1	+0,4	34,4	34,7	+0,3
Blandede bedrifter	82,5	91,7	+9,2	69,9	75,9	+6,0
Mindre bedrifter	37,6	37,8	+0,2	44,5	44,6	+0,1
Alle bedrifter	56,3	59,4	+3,1	50,9	53,4	+2,5

En justering af N-fikseringen ved at tilføre handelsgødning betød en stigning på ca. 3 kg N/ha/år i N-udvaskning i før-situationen uanset model, når man betragter hele området og alle bedrifter (Tabel 6). Der var dog meget stor forskel mellem bedriftstyper. På svine-, planteavls- og mindre bedrifter var effekten af at korrigere for N-fiksering højst ca. 0,5 kg N/ha/år, mens der på malkekvægsbedrifter og blandede bedrifter kunne ses en større effekt (ca. 6-9 kg N/ha/år). Det skyldes den større andel af græs og udlægsmarker.

Tabel 7 N-udvaskning (kg N/ha/år) før og efter korrektion for N-fiksering for de forskellige økologiske scenarier (*inkl. konv.*, betyder, at de konventionelle bedrifter indgår sammen med de 25% omlagte, *kun økol.* betyder, at kun de 25% økologiske bedrifter indgår). Meteorologiske data fra Ødum 1996/97 er anvendt

Scenario	N-udvaskning (kg/ha/år)					
	Ukorr. SKEP	Korr. SKEP	For-skel	Ukorr. Sim-melsgaard	Korr. Sim-melsgaard	For-skel
"Mælk" (<i>inkl. konv.</i>)	45	56	11	38	41	3
"1997" (<i>inkl. konv.</i>)	47	56	9	41	45	4
"Svin/planteavl" (<i>inkl. konv.</i>)	56	65	9	49	53	4
Selvforsyning (<i>inkl. konv.</i>)	46	53	7	42	45	3
"Mælk" (<i>kun økol.</i>)	49	92	43	24	34	10
"1997" (<i>kun økol.</i>)	41	72	31	25	38	13
"Svin/planteavl" (<i>kun økol.</i>)	49	70	21	35	43	8
Selvforsyning (<i>kun økol.</i>)	22	41	19	18	22	4

Betydningen af en justering af N-fikseringen var større for de økologiske end for de konventionelle bedrifter, da kløvergræs oftere indgik i sædskiftet og kløverprocenten var højere. Korrektionen betød en stigning på 7-11 kg N/ha/år i værkstedsområdets N-udvaskning, når SKEP-modellen blev anvendt og 3-4 kg N/ha/år, når Simmelsgaards model blev anvendt (Tabel 7). Betragtes kun de økologiske bedrifter, var betydningen af korrektionen for N-fiksering endnu højere, henholdsvis 19-43 (SKEP) og 4-13 kg N/ha/år (Simmelsgaard). Betydningen af korrektionen var størst for scenario "Mælk" og "1997", hvor der indgik flest kløvergræsmarker i sædskiftet.

Korrektionen for N-fiksering havde betydeligt større effekt på SKEP-modellens resultater i forhold til resultaterne fra Simmelsgaards model. Det kan skyldes den måde, hvormed der korrigeres for N-fikseringen, idet den ekstra N blev tilført som handelsgødning. I SKEP-modellen tilføres handelsgødning på et bestemt tidspunkt på året til en bestemt afgrøde sammen med den øvrige gødning. Det havde været bedre, hvis mindre mængder handelsgødning var blevet tilført flere gange i løbet af vækstsæsonen, hvilket er muligt, hvis man anvender DAISY. Denne metode har Magid & Kølster (1995) anvendt for kløvergræs. Der er derfor risiko for, at SKEP-metoden kan føre til en for høj simuleret N-udvaskning. I Simmelsgaards model indgår handelsgødningen i den gennemsnitlige N-tildeling for hele sædskiftet. Der er således mulighed for, at der sker en "udtynding" af en enkelt høj N-tildeling, idet der beregnes et gennemsnit for alle N-tildelinger til de forskellige afgrøder, der indgår i sædskiftet. Eksempelvis vil effekten af en meget høj N-tildelingsværdi fra udegående svin på en enkelt mark udjævnes, hvis der eksempelvis samtidig findes en brakmark i sædskiftet, der ikke gødes. Der er derfor risiko for en for lav simuleret N-udvaskning med denne metode.

5 Effekt af vejrforhold

Der kan være stor variation mellem vejrforholdene de enkelte år, og selv om Danmark arealmæssigt er lille, varierer vejret dog også en del fra lokalitet til lokalitet. Der blev anvendt meteorologiske data fra 5 forskellige forsøgsstationer og to år: 1996-97 og 1997-98. Nedbørsmængderne varierede fra ca. 600-950 mm (Tabel 8 og 9). De laveste værdier blev målt i Årsløv 1996-97 og Roskilde 1996-97, mens de højeste værdier blev målt i Borris i 1997-98. Der blev generelt målt højere nedbørsværdier i 1997-98 i forhold til 1996-97. Som forventet blev N-udvaskningen også simuleret højere for værkstedsområdet i 1997-98. For før-situationen blev der i gennemsnit simuleret henholdsvis 72 (SKEP) og 62 kg N/ha/år (Simmelsgaards model) i 1997-98 og henholdsvis 62 og 53 kg N/ha/år i 1996-97.

Tabel 8 N-udvaskning (kg N/ha/år) for værkstedsområdet i før-situationen og nedbør målt på de forskellige klimastationer i 1996-97 og 1997-98

Klimastation	År	Nedbør (mm)	N-udvaskning SKEP (kg N/ha/år)	N-udvaskning Simmelsgaards model (kg N/ha/år)
Ødum	1996-97	612	59,4	53,4
Borris	1996-97	714	75,6	67,8
Årslev	1996-97	538	61,3	45,4
Roskilde	1996-97	585	42,9	42,7
Tylstrup	1996-97	627	70,3	55,6
Gennemsnit	1996-97	615	61,9	53,1
Ødum	1997-98	735	62,4	57,9
Borris	1997-98	941	97,9	79,1
Årslev	1997-98	664	67,4	54,0
Roskilde	1997-98	698	69,3	61,0
Tylstrup	1997-98	700	64,4	57,0
Gennemsnit	1997-98	748	72,3	61,8
Gennemsnit	Begge år	681	67,1	57,5

De konventionelle bedriftstyper med den største N-udvaskning var mest følsomme over for forskelle i vejrforhold (Tabel 8), således at variationen i N-udvaskningen fra malkekvægsbedrifterne og de blandede bedrifter var størst. SKEP-modellens resultater var lidt mere følsomme for forskelle i vejrforhold end Simmelsgaards model, mens der som forventet er mindst forskel i vejrets påvirkning af nettotilførslen af N. Sidstnævnte skyldes, at det kun er udbytterne, der ændrer sig ved ændrede vejrforhold. Eksempelvis kan tørke i vækstsæsonen betyde reducerede udbytter, og dermed fjernes mindre N med udbytterne.

Tabel 9 Variation i N-udvaskning og nettotilførsel af N (kg N/ha/år) fra forskellige konventionelle bedriftstyper som følge af 10 forskellige vejrforhold

	N-udvaskning SKEP (kg/ha/år)			N-udvaskning Sim- melsgaards model (kg/ha/år)			N netto tilført (kg/ha/år)		
	Min.	Maks.	For- skel	Min.	Maks.	For- skel	Min.	Maks.	For- skel
Mælk	92	194	102	73	144	71	166	204	38
Blandede	75	129	54	63	109	46	106	129	23
Svin	36	91	55	37	74	37	71	95	24
Plante	25	58	33	30	56	26	28	43	15
Mindre	34	60	26	38	65	27	29	46	17

Det blev undersøgt, hvor meget de forskellige vejrforhold kan betyde for resultatet af beregningen af forskellen i N-udvaskning før og efter omlægningen (Tabel 10). For hele værkstedsområdet kan de 10 forskellige vejrforhold give en forskel i beregningen af effekten af scenarierne på op til 18 kg N/ha/år (fra 1.9 til 19.8 kg N/ha/år i scenario "Mælk"). Det er derfor vigtigt, at inddrage flere års klimaforhold. For "Svin/planteavl" scenariet kan forskellige vejrforhold endda medføre en forskellig tendens til, om der sker en stigning eller et fald i N-udvaskningen efter en omlægning til økologisk jordbrug. Simmelsgaards model viser en meget svag stigning som følge af omlægningen, når der anvendes klima fra Ødum 1996-97, mens der for de øvrige år og lokaliteter beregnes et fald.

Tabel 10 Minimums- og maksimumsværdier for fald (stigning) i N-udvaskning og nettotilførsel af N (kg N/ha/år) som følge af 10 forskellige vejrforhold for de fire scenarier. Beregningerne er for hele værkstedsområdet

Scenario	N-udvaskning SKEP (kg/ha/år)		N-udvaskning Sim- melsgaards model (kg/ha/år)		N netto tilført (kg/ha/år)	
	Min.	Maks.	Min	Maks.	Min	Maks.
Mælk	-19.8	-1.9	-22.5	-9.8	-15.4	-8.3
1997	-13.4	-2.7	-15.6	-7.4	-10.7	-4.5
Svin/planteavl	+0.4	+5.3	-2.3	+0.1	+2.4	+6.4
Selvforsyning	-15.5	-3.9	-13.2	-4.1	-23.3	-19.4

6 Effekt af jordtype

Der blev foretaget en sammenligning af N-udvaskningen, hvor gødningsplanens JB-numre blev anvendt som input, og hvor JB-numre fra en jordbundskortlægning blev anvendt. Fordelingen af marker på jordtyper i de to situationer er vist i Figur 5 i Kapitel 2. Der blev kun anvendt meteorologiske data fra Ødum 1996/97. Ved kortlægningen skete der en stigning i marker med jordtyperne JB3 og JB5 og et fald i marker med JB4. Der skete en stigning i den simulerede N-udvaskning fra værkstedsområdet i før-situationen ved anvendelse af jordbundskortlægningen. Stigningen var ca. 10 kg N/ha/år, når udvaskningen blev beregnet med SKEP og ca. 6 kg N/ha/år, når Simmelsgaards model blev anvendt (Tabel 11). For efter-situationen blev der beregnet en stigning i områdets udvaskning på 9-10 kg N/ha/år med SKEP, når jordtyper fra kortlægningen blev anvendt og mellem 4-6 kg N/ha/år, når Simmelsgaards model blev anvendt. Der var forholdsvis lille forskel mellem udvaskningen beregnet for marker med JB4 og JB5, så selv om antal marker med sandjord (JB1-4) faldt ved kortlægningen, betød den stigende N-udvaskning fra flere marker med JB3 mere for det totale resultat.

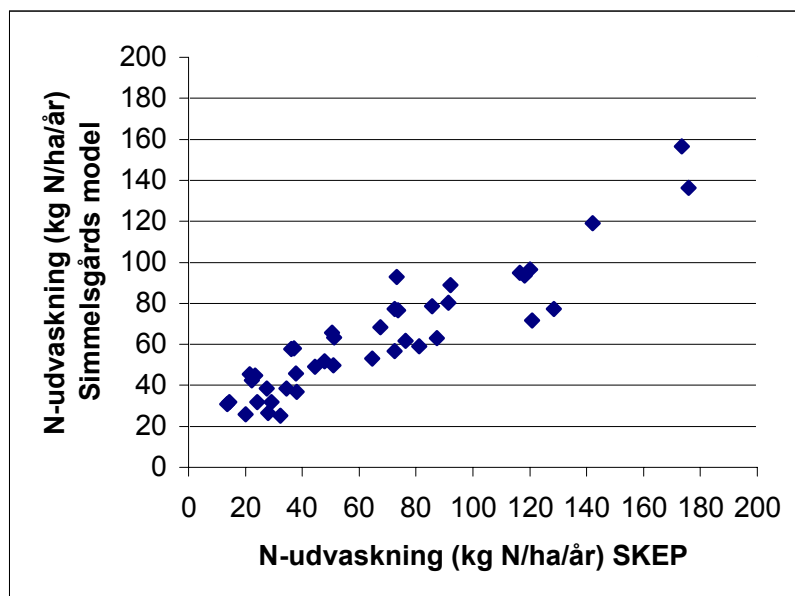
Tabel 11 N-udvaskning (kg N/ha/år) før og efter omlægning ved anvendelse af JB-numre fra henholdsvis gødningsplaner og en jordbundskortlægning. Beregningen er for hele værkstedsområdet. Meteorologiske data er fra Ødum 1996-97

	N-udvaskning (kg/ha/år)											
	SKEP						Simmelsgård					
	JB gødningsplan			JB kortlægning			JB gødningsplan			JB kortlægning		
Scenario	Før	Efter	Forskel	Før	Efter	Forskel	Før	Efter	Forskel	Før	Efter	Forskel
Mælk	59.4	56.3	-3.1	69.0	65.5	-3.5	53.4	41.1	-12.3	59.2	46.6	-12.6
1997	59.4	56.0	-3.4	69.0	66.1	-2.9	53.4	45.3	-8.1	59.2	49.3	-9.9
Svin/planteavl	59.4	64.5	+5.4	69.0	74.5	+5.5	53.4	53.5	+0.1	59.2	58.6	-0.6
Selvforsyning	59.4	52.8	-6.6	69.0	62.2	-6.8	53.4	44.7	-8.7	59.2	50.3	-8.9

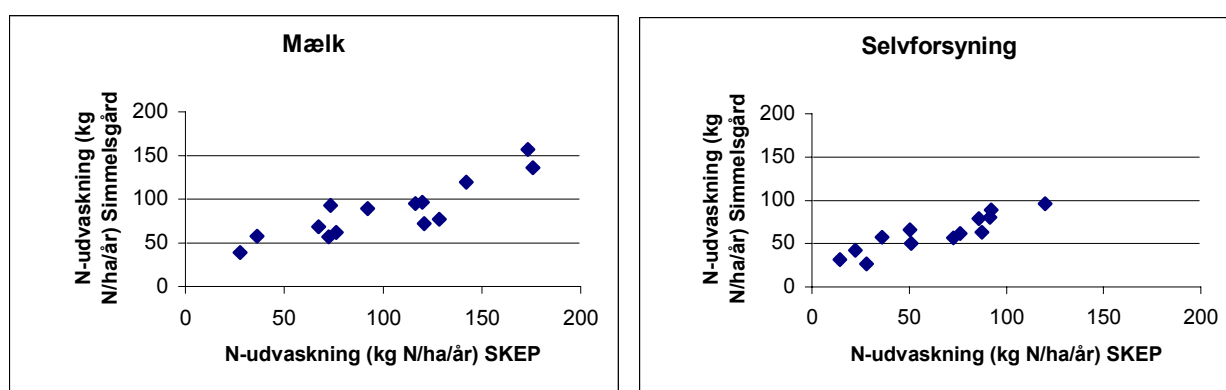
Forskellen i N-udvaskning som følge af en omlægning efter de fire scenarier resulterede i de fleste tilfælde i en lidt større effekt af omlægningen (større forskel mellem før og efter), når JB-numre fra kortlægningen blev anvendt (Tabel 11). I de fleste tilfælde var ændringen dog under 1 kg /ha/år, når man betragter hele værkstedsområdet. Årsagen til den forholdsvis lille forskel er, at ændringen i N-udvaskningen som følge af ændrede jordtyper trækker i samme retning for både før- og efter-situationen. Jordtyperne er vigtige, når man vil kigge på de absolutte udvaskningsværdier, men ikke i samme grad når man kun ønsker at kigge på forskelle som følge af forskellige scenarier.

7 Generel betydning af modeltype

Som tidligere nævnt kan der være meget stor forskel på N-udvaskningen beregnet med de to modeller for de enkelte bedrifter. På de konventionelle bedrifter var der en tendens til, at Simmelsgaards model gav en højere N-udvaskning end SKEP ved lave N-tilførsler/N-udvaskningsværdier og lavere udvaskningsværdier ved høje N-tilførsler/N-udvaskningsværdier (Figur 2). Det samme kunne iagttages for de økologiske bedrifter (Figur 3).



Figur 2 Sammenligning mellem N-udvaskning fra de konventionelle bedrifter beregnet med SKEP og Simmelsgaards model. De meteorologiske data er fra Ødum 1997-98



Figur 3 Sammenligning mellem N-udvaskning fra økologiske bedrifter fra scenario "Mælk" og "Selvforsyning" beregnet med SKEP og Simmelsgaards model. De meteorologiske data er fra Ødum 1997-98

Tabel 12 Forskel mellem modelberegninger (SKEP - Simmelsgaard) af N-udvaskning (kg N/ha/år) før og efter omlægning ifølge de 4 scenarier. Beregningen er både for hele værkstedsområdet (*inkl. konv.*) og for de 25% af områder, der omlægges til økologi (*kun økol.*)

Scenario	Forskel i N-udvaskning (kg/ha/år)	
	Før	Efter
Mælk (<i>inkl. konv.</i>)	10,1	17,3
1997 (<i>inkl. konv.</i>)	10,1	14,4
Svin/planteavl (<i>inkl. konv.</i>)	10,1	14,8
Selvforsyning (<i>inkl. konv.</i>)	10,1	11,1
Mælk (<i>kun økol.</i>)	29,0	57,0
1997 (<i>kun økol.</i>)	22,0	40,0
Svin/planteavl (<i>kun økol.</i>)	9,0	27,0
Selvforsyning (<i>kun økol.</i>)	15,0	20,0

Der var større forskel på resultaterne fra SKEP og Simmelsgaards model, når modellerne blev anvendt på økologiske bedrifter, end når de blev anvendt på konventionelle bedrifter (Tabel 12). Det kan skyldes, at forskellen i beregnet N-udvaskning med de to modeller især var stor ved lave N-tilførsler, som de økologiske afgrøder især udsættes for. Dette indvirker også på beregningen af evt. fald eller stigning i N-udvaskningen ved en bestemt strategi, idet jo højere modellen beregner startværdien, jo mindre sandsynlighed er der for, at der kan konstateres en stigning. Simmelsgaards model er en empirisk model, og det er derfor vigtigt, at den kun anvendes for data, der ligger inden for det område, hvorfra den er udviklet (Hansen & Kristensen, 1998). Gyldighedsområdet for modellen er vist i tabel 13. Der er størst forskel mellem modellernes beregninger for scenario "Mælk", hvilket sandsynligvis skyldes modellernes problemer med at håndtere kløvergræs.

Tabel 13 Gyldighedsområde af Simmelsgaards model (Simmelsgaard 1998)

Data, som Simmelsgaards model er udviklet på	
Ler (%)	3,7 – 19,6
Tilført N i gødning (kg/ha/år)	80 – 268
Afstrømning (mm/år)	226 – 714
Beregnet N-udvaskning (kg/ha/år)	18 – 104

Der anvendes standard lerindhold for de enkelte JB-numre for markerne, og de er indeholdt i gyldighedsområdet. Afstrømningen beregnes her med SKEP, mens Simmelsgaards model ofte tidligere er blevet anvendt sammen med afstrømning beregnet med eksempelvis EVACROP (Olesen & Heidmann, 1990). Mange af afstrømningerne beregnet for årene 1996/97 og

1997/98 er ret lave (<226 mm), hvilket gør resultaterne usikre. N-tilførslen til de konventionelle malkekvægsbedrifter marker var i gennemsnit 328 kg, hvilket betyder, at usikkerheden på disse beregninger er store. Det betød, at enkelte beregnede N-udvaskningsværdier også blev høje (>104 kg N/ha/år). For de øvrige konventionelle bedriftstyper var der kun en enkelt svinbedrift og en enkelt blandet bedrift, der oversteg gødningsskiftet. I den modsatte ende af gødningsskiftet opstår der undertiden problemer med de økologiske bedrifter. Dette gælder især scenario "Selvforsyning", hvor den gennemsnitlige gødningstildeling til de økologiske bedrifter er 62 kg N/ha/år. Der er også enkelte bedrifter i scenario "1997" og "Svin/Planteavl", der har en N-tilførsel under 80 kg N/ha/år, mens alle bedrifter i Scenario "Mælk" er inden for gyldighedsområdet.

8 Konklusion – metode/usikkerheder

Det er meget vigtigt for modelberegninger af N-udvaskning som følge af en omlægning til økologisk drift, at modellerne kan håndtere kløvergræsmarker både med og uden afgræsning. Desværre findes der endnu ikke validerede modeller, hvor der er indbygget kløvergræs/afgræsning, og derfor er metoden, hvormed man justerer for den manglende tilførte N til afgrøden, meget vigtig. Der er risiko for, at SKEP-modellen beregner en for høj N-udvaskning som følge af metoden med at tilføre det resterende N som handelsgødning. Modsat er der en risiko for, at N-fiksering og måske især høje N-gødningssniveauer på enkelte marker har for lille effekt på N-udvaskningen ved anvendelse af Simmelsgaards model, da der sker en udjævning af den totalt tilførte N-gødningssmængde over sædskiftet.

Det har betydning at stedfæste omlægningen, da den kan virke forskelligt på N-udvaskningen på forskellige jordtyper. Jordtyperne er især vigtige, hvis man vil anvende de beregnede absolutte N-udvaskningssmængder, men har mindre betydning, hvis man kun er interesseret i forskelle mellem en før- og efter-situation.

Vejrforholdene er meget vigtige både for beregningen af N-udvaskningssniveauer og forskelle som følge af scenarier. Det er vigtigt at anvende gennemsnittet for flere års vejrforhold, når SKEP-modellen anvendes. Ti forskellige vejrforhold er i underkanten af, hvad der kræves for at beskrive et "normalt klima". I den empiriske Simmelsgaards model er det en fordel, at man har mulighed for give normalafstrømningen som input. Det vil være en fordel, at SKEP-modellen udvides med beregninger for flere vejrforhold, hvis den skal anvendes til at beskrive den gennemsnitlige N-udvaskning under normale klimaforhold.

Vigtigheden af de forskellige korrektionsmetoder havde følgende rækkefølge: Udbyttekorrektion $<$ korrektion af husdyrgødningstilførsel efter CHR-register (kun konventionelle bedrifter) $<$ korrektion for N-fiksering.

Desuden er valg af model vigtigt for scenariernes udfald. Forskellen i N-udvaskning beregnet med henholdsvis SKEP og Simmelsgaards model er stor ved lave N-tilførsler, hvor afgrøderne ofte dyrkes under økologiske forhold. Med hensyn til Simmelsgaards model er det vigtigt at tage hensyn til dens gyldighedsområde. Her falder N-tildelingen til flere af de økologiske bedrif-

ter og de fleste konventionelle malkekvægsbedrifter uden for gyldighedsområdet, hvilket gør beregningerne meget usikre.

Det kan diskuteres, om det overhovedet giver mening at anvende disse modeller til håndtering af N-udvaskning fra økologiske bedrifter, da der findes meget stor forskel på modelresultaterne fra de to modeller, og da de er udviklet fra data fra konventionelle forsøg. Konklusionen må være, at man skal være meget forsigtig med at anvende de absolutte N-udvaskningsmængder. Da de tre metoder (SKEP, Simmelsgaards model og N netto tilført) giver samme tendens ved 3 af scenarierne, tyder det på, at man med forsigtighed kan anvende forskelle. Det er dog meget vigtigt, at der udvikles nye forbedrede modeller til beregning af N-udvaskning fra økologiske bedrifter, eller at der sker en grundig test af eksisterende modellerne under økologiske forhold og eventuelt indbygges/forbedres moduler/beregningsmetoder for afgræsningsmarker og N-fiksering.

Appendiks C

C 1 Oversigt over modelparametre der indgår i den individbaserede biologiske model for sanglærken

Data fra litteratur

Afkølingsrate_æg	$[b = 6.204 w^{-0.3965} \pm 1.080]$, $= 2.9 \text{ }^{\circ}\text{C Time}^{-1} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ // Kendeigh et al. i: Pinowski & Kendeigh (eds.) 1977: Granivorous Birds in Ecosystems (ligning 5.56)
Energiudgift rugning	[ekstra energiudgift i forbindelse med rugning] // $M = n \times w \times c \times b (T_e - T_{na}) \times (1 - s \times pc) \times 10^{-3} \text{ kcal bird}^{-1} \text{ day}^{-1}$. Ligning 5.53 i: Kendeigh et al. in Pinowski & Kendeigh (eds.) 1977: Granivorous Birds in ecosystems samt data fra musvit (<i>Parus major</i>), Drent R. 1975: Incubation; in: Avian Biology (V), Farner & King (eds.); p 401; Mertens, J.A.L. 1967: Verslag betreffende het onderzoek over de temperatuurregulatie en de energiebalans van de koolmees (<i>Parus Major L.</i>) in 1965-1966. pp. 1-21. Oecologisch Instituut, Arnhem (unpublished report). // i modellering sat til en gennemsnitsværdi $= 2.4 \text{ kcal kuld-dag}^{-1}$
Energi_æglægning	$q = 1.124 w^{-0.9438} \pm 1.088 \text{ kcal egg}^{-1} = 4.44 \text{ kcal}$ [minimum energi-overskud for påbegyndelse af ægproduktion]; samt $M = (q \times n)/0.77 (n + d) \text{ kcal (ægkuld)}$. Ligning 5.50 + 5.52 i Kendeigh et al. in Pinowski & Kendeigh (eds.) 1977: Granivorous Birds in Ecosystems // beregnet fra Kendeigh et al. in Pinowski & Kendeigh (eds.) 1977: Granivorous Birds in Ecosystems, ligning 5.50 + 5.52, pp. 166-167.
Incubationstemp.	$= 35.0 \text{ }^{\circ}\text{C}$ // Kendeigh et al. i: Pinowski & Kendeigh (eds.) 1977: Granivorous Birds in Ecosystems (1977)
Udrugningstid	$= 14100 \times 9 // = [(9.8 \times 24 \times 60) \text{ minutter} \times (35-26) \text{ }^{\circ}\text{C}] \text{ minutgrader}$; egne data + Drent R. 1975: Incubation; in: Avian Biology (V), Farner & King (eds.); p 357
Fysiologisk 0-temp.	$= 26 \text{ }^{\circ}\text{C}$ // Drent R., 1975: Incubation; in: Avian Biology (V), Farner & King (eds.); p 352
InsektAssimilering	$= 0.74$ // Castro, G., N. Stoyan & J.P. Mayers al., 1989: Assimilation efficiency in birds: A function of taxon or food type. – Comp. Biochem. Physiol. 92 A: 271-278

EM [juvenil/ adult]	[Eksistensmetabolisme] juvenile (1-40dg): udregnet fra egne data, justeret for sanglærke vægt ved hjælp af ligning 5.76, p 185 [$M = 0.518614 \times W^{1.1263} \pm 1.151 \text{ kcal fugl}^{-1} \text{ dag}^{-1}$] i Kendeigh et al. in Pinowski & Kendeigh (eds.) 1977: Granivorous Birds in Ecosystems (1977) // adulte: [$31.2 - 0.440 \text{ kcal fugl}^{-1} \text{ dag}^{-1} \times T$] i Kendeigh et al. in Pinowski & Kendeigh (eds.) 1977: Granivorous Birds in Ecosystems (1977), p 378;
Omsætning af energi	til g kropsvægt [op til 30 dage gammel]: $y = 1.180 - 0.035742 \times \text{alder}$ [g insekter (tørvægt)/dag ved given alder]; // egne data, samt data fra gråspurv [MEC (metabolsk energi koefficient) for gråspurv = 0.67, samt EM] (Kendeigh et al. in Pinowski & Kendeigh (eds.) 1977: Granivorous Birds in Ecosystems (1977)), pp 184 - 185
Max. vækstrate	[baseret på redeunger op til 8 dg] = 3.75 g/dag
Fourageringer per dag	= 30 // Poulsen, J.G. 1996: Behaviour and parental care of Skylark <i>Alauda arvensis</i> chicks. IBIS, 138: 525-531.
Juvenile dødelighed	= 35% [fra uafhængighed til 2. leveår // Delius, J.D.1965: A population study of Skylarks <i>Alauda arvensis</i> . Ibis, 107: 466-491.
Min. dødelighed (han)	= 11% [minimum årlige dødelighed for voksne hanner] // Schläpfer, A. 1988: Populationsökologie der Feldlerche <i>Alauda arvensis</i> in der intensiv genutzten Agrarlandschaft. Der Ornithologische Beobachter, 85: 309-371.
Max. dødelighed (han)	= 50% [maximum årlige dødelighed for voksne hanner] // Jenny, M. 1990: Territorialität und Brutbiologie der Feldlerche <i>Alauda arvensis</i> in einer intensiv genutzten Agrarlandschaft. Journal für Ornithologie, 131: 241-265.
Min. dødelighed (hun)	= 29% [minimum årlige dødelighed for voksne hunner] // Schläpfer, A. 1988: Populationsökologie der Feldlerche <i>Alauda arvensis</i> in der intensiv genutzten Agrarlandschaft. Der Ornithologische Beobachter, 85: 309-371.
Max. dødelighed (hun)	= 71% [maximum årlige dødelighed for voksne hunner] // Jenny, M. 1990: Territorialität und Brutbiologie der Feldlerche <i>Alauda arvensis</i> in einer intensiv genutzten Agrarlandschaft. Journal für Ornithologie, 131: 241-265.
Min. yngletemp.	= 5.0 °C [minimum temperatur for yngleforsøg] // Delius, J.D.1965: A population study of Skylarks <i>Alauda arvensis</i> . Ibis, 107: 466-491.

Ungedød. før flyv.	= 3.73% /dag [ungedødelighed før flyvedygtighed]// udregnet på basis af data fra Delius, J.D.1965: A population study of Skylarks <i>Alauda arvensis</i> . Ibis, 107: 466-491.
Uafhængighed	= dag 30 [alder hvor unger bliver uafhængige af forældrefugle // Delius, J.D.1965: A population study of Skylarks <i>Alauda arvensis</i> . Ibis, 107: 466-491.
Død._ redeunger	= føde < EMI (EM omregnet til g insekter (I) i tørvægt) [dødelighed for unger i redetiden] // beregnet på basis af egne data samt data fra gråspurv (<i>Passer domesticus</i>), (Kendeigh et al. in Pinowski & Kendeigh (eds.) 1977: Granivorous Birds in Ecosystems (1977)).
Redebygningstid	= 3 dage for første kuld; efterfølgende kuld: 4 dage; Delius, J.D.1965: A population study of Skylarks <i>Alauda arvensis</i> . Ibis, 107: 466-491.
Redebyg._udskyd.	= 5 dage, ved redetab [forsinket påbegyndelse af ny redebygning i forbindelse med tab af tidligere rede].
Ankomst_hun	14 dage efter hanners ankomst [hunnens ankomst til yngleområde fra vinterkvarteret]. Jenny, M. 1990: Territorialität und Brutbiologie der Feldlerche <i>Alauda arvensis</i> in einer intensiv genutzten Agrarlandschaft. Journal für Ornithologie, 131: 241-265; Schläpfer, A. 1988: Populationsökologie der Feldlerche <i>Alauda arvensis</i> in der intensiv genutzten Agrarlandschaft. Der Ornithologische Beobachter, 85: 309-371.

Egne Data

Dødelighed_kuld	= 3.68%/dag (Mayfield) [beregnet på baggrund af egne data, hvor dødsfald forårsaget af sult samt menneskelig forstyrrelse er udeladt]
Dødelighed redeunger	= 2.12%/day (Mayfield) [beregnet på baggrund af egne data, hvor dødsfald forårsaget af sult samt menneskelig forstyrrelse er udeladt]
Home Range	= 280m [diameter for home ranges]
Min._max. Territorie	= 50 – 280m
Kuldstør./redeforsøg	= [1. redeforsøg: 2æg (6%), 3æg (23%), 4æg (62%), 5æg (9%)] [2. redeforsøg: 3æg (23%), 4æg (64%), 5æg (13%)].
Max udrugningstid	= 11 dage
Gennemsnitlig ægvægt	= 3.25g

Estimater

"Våd dag"	= 5.5 mm regn // (daglig gennemsnit)
"Kold dag"	= 9.0 °C // (daglig gennemsnit)
"Blæsende dag"	= 4.0 m per sek.// (daglig gennemsnit)
Max regn_fodring	= 20.0 mm regn // (daglig gennemsnit) [øvre grænse for, hvornår forældrefugle kan finde føde til ungerne]
Veg_Kvalitet_Max	[0-100 cm, i spring på 3cm] // baseret på score for accept af redebygningsted; data fra Daunicht, W.D.1998: Zum ienfluss der Feinstruktur in der Vegetation suf die Habitatwahl, Habitatnutzung, Siedlungsdichte und populationsdynamik von Feldlerchen (<i>Alauda arvensis</i>) in grossparzelligem Ackerland. PhD thesis, University of Bern.
Veg_Hindring	= [gradvis hindring (kombination af vegetationshøjde og tæthed) af voksne fugles fouragering]:
Biomasse (g tørvægt/m ²)	
Højde (cm)	0-25 { 0.00, 0.10, 0.20, 0.30}, 26-50 { 0.00, 0.20, 0.60, 0.80}, 51-75 { 0.03, 0.60, 0.85, 0.90}, 75-100 { 0.05, 0.70, 0.90, 0.95}

"Fitting" Parametre

MinTerritorieKval	=144000 [minimum territoriekvalitet for hunners accept af territorie for yngleforsøg // Hvis for lav -> territoriестørrelsen søges øget]
Extraction Rate	= 0.019 [gennemsnitlig "ekstraktionsrate" = udnyttelsesgrad af tilstedeværende fødeemner]

C 2 Baggrundsbeskrivelse for plantevækstmodeller anvendt i sædskifterne i nærværende modelsimuleringer

Simple modeller for bladareal og afgrødehøjde i landbrugs- og havebrugsafgrøder

I forbindelse med projektet "Landskabs-faunamodeller" under ARLAS projektet er der udarbejdet simple funktioner for bladareal- og højdeudvikling i en række afgrøder. Grundlaget herfor har været eksisterende modeller (Olesen & Heidmann, 1990; Plauborg & Olesen, 1991) samt data indsamlet ved DJF og DMU.

Både bladareal og højdeudvikling er relateret til temperatursummer med en basistemperatur på 0°C. For vårsædsafgrøder anvendes temperatursummer med udgangspunkt i såtidspunktet. For vintersæd anvendes indtil udgangen af februar temperatursummer med udgangspunkt i såtidspunktet; fra første marts benyttes en temperatursum med start per første marts. For vedvarende afgrøder (bl.a. græsmarker) benyttes faste værdier af bladareal og højde fra første januar frem til udgangen af februar. Fra første marts benyttes en temperatursum med start ved denne dato. For græsmarker til slæt startes der forfra med nye temperatursummer efter hvert slæt, og for afgrøder der høstes startes der forfra efter høst.

Der er angivet funktion for såvel grønt som total (grønt+dødt) bladarealindeks ($\text{m}^2 \text{ m}^{-2}$) og for afgrødehøjde (cm). Afgrødehøjden betegner højden af de højeste dele af hovedparten af planterne.

Funktionerne er angivet som sætpunkter, hvorimellem der kan interpoleres lineært. Efter sidste sætpunkt kan der fortsættes med de værdier, der er angivet ved dette sidste sætpunkt. Alle sætpunkterne er defineret i et regneark. Funktionerne er angivet for såvel normalt gødede afgrøder som svagt gødede afgrøder. Disse sætpunkter er lagret i et Excel-regneark.

Det totale bladareal (L) kan omregnes til afgrødedække af jorden ved at bruge Beer's lov:

$$f = 1 - \exp(-k L)$$

hvor f er andelen af jorden, der er dækket af afgrøden og k er en ekstinktionskoefficient, der kan sættes til 0,6 (Aslyng & Hansen, 1982).

Referencer

- Aslyng H.C. & Hansen S. 1982. Water balance and crop production simulation. The Royal Veterinary and Agricultural University, Copenhagen.
- Olesen, J.E. & Heidmann, T. 1990. EVACROP. Et program til beregning af aktuel fordampning og afstrømning fra rodzonen. Version 1.00. AJMET Arbejdsnotat nr. 9.
- Plauborg, F. & Olesen, J.E. 1991. Udvikling og validering af modellen MarkVand til vandingsstyring i landbruget. *Tidsskrift for Planteavl's Specialserie* S2113.

C 3 Oversigt over den procentandel af græsning, slet (grøn/hø) og strigling der er benyttet i forskellige modelafgrøder. Stjerne efter 1., 2., og 3. slet angiver den procentdel, der i den resterende periode har afgræsning på hele marken

Øko. Kvægbrug	% afgræsning	% slet	% strigling
Kløvergræs græsset (1. år)	hvis ingen slet: 100 efter 1.slet: 10* efter 2. slet: 40* efter 3. slet: 100*	1. : 90; 2. : 60; 3. : 10	0
Kløvergræs græsset (2. år)	hvis ingen slet: 100 efter 1. slet: 60	1.: 40	0
Bygært m. udlæg (helsæd)	90, efter slet el. høst	95	0
Øko Plantebrug			
Bygært m. udlæg	0	0	0
Kløvergræs (slet)	0	1.: 100; 2.: 100; 3.: 40	0
Vinterhvede m. udlæg			1.: 100; 2.: 70; 3.: 100
Vårbyg			1.: 90, 2.: 80, 3.: 20
Markært			1.: 100; 2.: 100; 3.: 100; 4.: 50
Brak (1 års)		100 (hø)	
Øko Svinebrug			
Bygært m. udlæg	0	0	0
Kløvergræs (græsset)	100	0	0
Vårbyg			1.: 90, 2.: 80, 3.: 20
Vinterhvede m. udlæg			1.: 100; 2.: 70; 3.: 100
Markært			1.: 100; 2.: 100; 3.: 100; 4.: 50
Brak (1 års)		100 (hø)	
Kon. Kvægbrug			
Vårbyg m. udlæg			1.: 10; 2.: 10
Kløvergræs græsset (1. år)	efter 1. slet: 25* efter 2. slet: 50* efter 3. slet: 100*	1.: 100; 2.: 75; 3.: 50	
Kløvergræs græsset (2. år)	Hvis ingen slet: 100 efter 1. slet: 100	1.: 25	
Vårbyg (helsæd)		1.: 100	1.: 10; 2.: 10
Brak (1 års)	15	1.: 100 (hø) hvis ingen græsn.: 2.: 15	

C 4 Modelsædskifter for økologiske og konventionelle bedrifter

For alle sædskifter gælder det, at den procentuelle fordeling af afgrøder på den enkelte ejendom af modeltekniske årsager ikke hvert år er den samme, som den har været under de faktiske forhold, der er opgivet i Kapitel 3. Denne procentdel opnås imidlertid henover den årrække, der nedenfor er beskrevet for de enkelte sædskifter, og herved kan den enkelte afgrøde i fremstillingen for modelsædskifterne i nedenstående tabel forekomme i flere år, end det der fremgår af sædskiftet, som det er præsenteret andre steder i denne rapport. De enkelte marker på en bedrift har forskellige afgrøder som udgangspunkt i opstartsåret for modelleringerne.

Økologisk drift

Plantebrug	Svinebrug	Kvægbrug
Bygært m. udlæg	Bygært m. udlæg	Bygært m. udlæg
Kløvergræs (slet)	Kløvergræs (afgræsset)	Kløvergræs græsset (1. år)
Vinterhvede m. udlæg	Vårbyg	Kløvergræs græsset (2. år)
Vårbyg	Vinterhvede m. udlæg	
Markært	Markært	
Bygært m. udlæg	Bygært m. udlæg	
Kløvergræs (slet)	Kløvergræs afgræsset	
Vinterhvede m. udlæg	Vårbyg	
Vårbyg	Vinterhvede m. udlæg	
Markært	Markært	
Bygært m. udlæg	Bygært m. udlæg	
Kløvergræs (slet)	Kløvergræs afgræsset	
Brak	Brak	
Vårbyg	Vinterhvede m. udlæg	

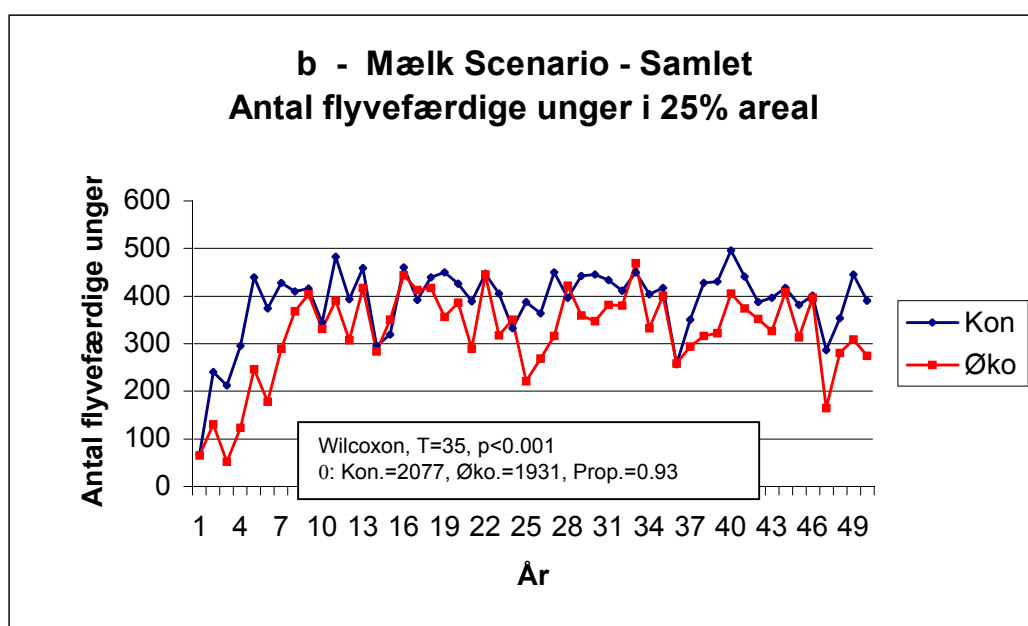
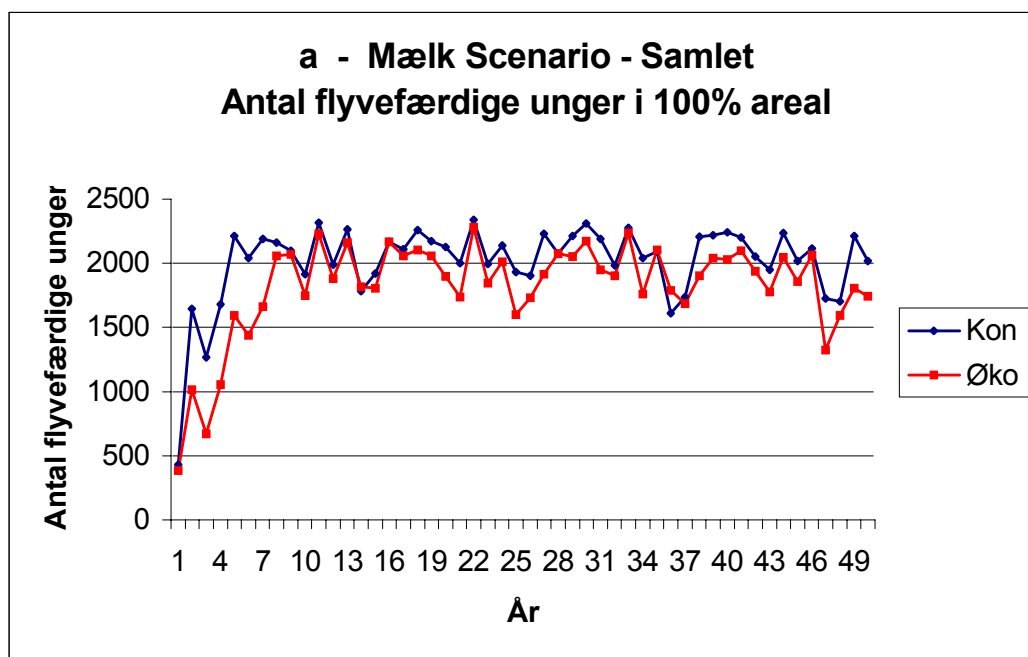
Konventionel drift

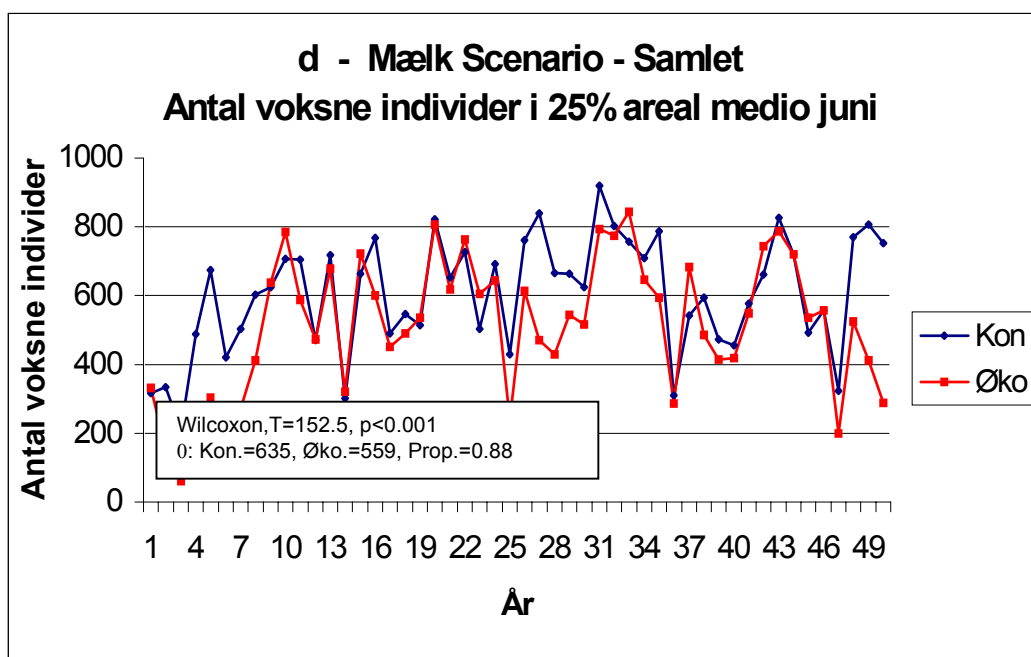
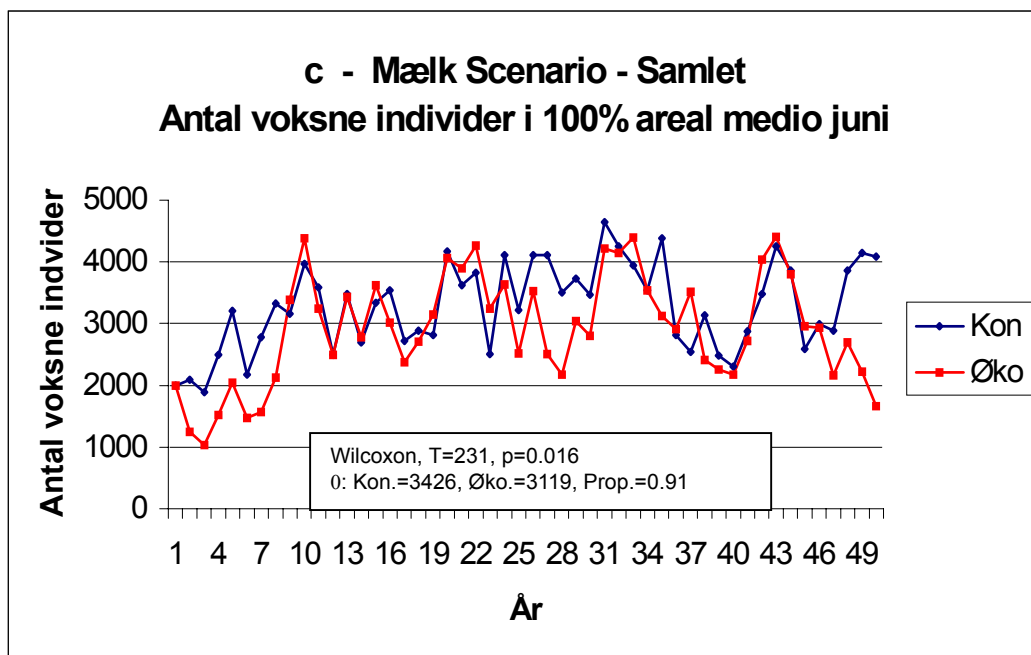
Plantebrug	Svinebrug	Kvægbrug
Vinterraps	Vinterraps	Vinterhvede
Vinterhvede	Vinterhvede	Vårbyg
Vårbyg	Vårbyg	Vårbyg med udlæg
Vårbyg	Vårbyg	Kløvergræs græsset (1. år)
Brak	Brak	Kløvergræs græsset (2. år)
Vårbyg	Vårbyg	Vinterhvede
Vinterhvede	Vinterhvede	Vårbyg (helsød)
Vinterhvede	Vinterhvede	Brak
Vinterhvede	Vinterhvede	Vårbyg (helsød)
		Vårbyg med udlæg
		Kløvergræs græsset (1. år)
		Vinterhvede
		Vårbyg
		Vårbyg med udlæg
		Kløvergræs græsset (1. år)
		Kløvergræs græsset (2. år)
		Vårbyg
		Vårbyg med udlæg
		Kløvergræs græsset (1. år)
		Vinterhvede
		Vårbyg (helsød)

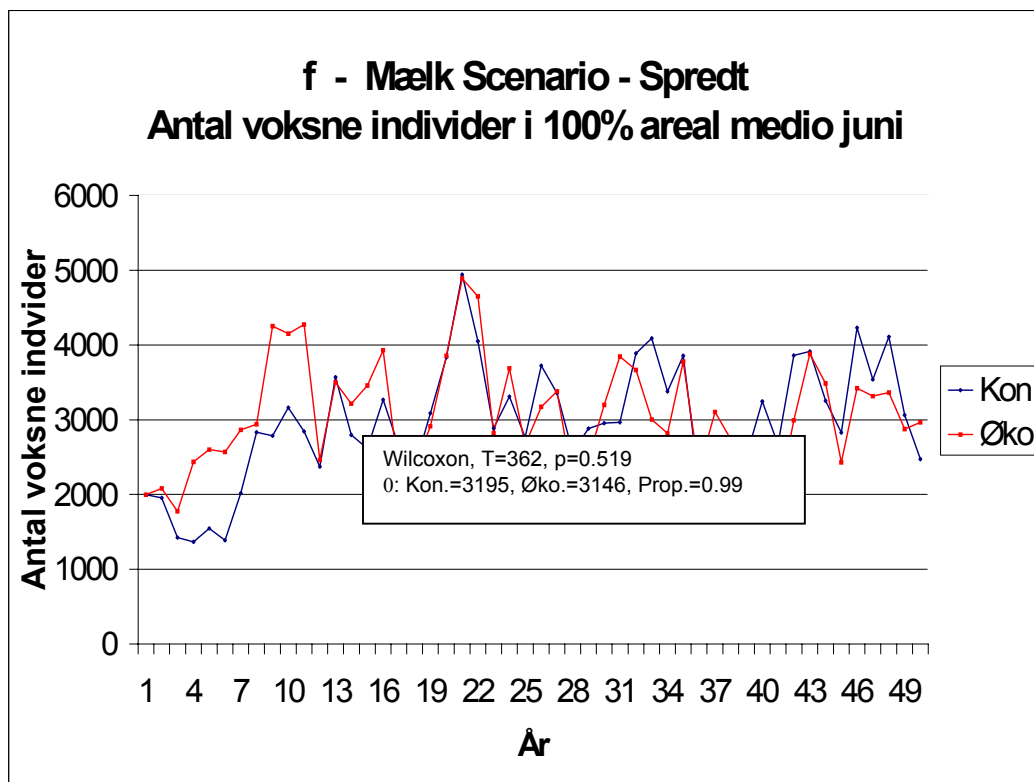
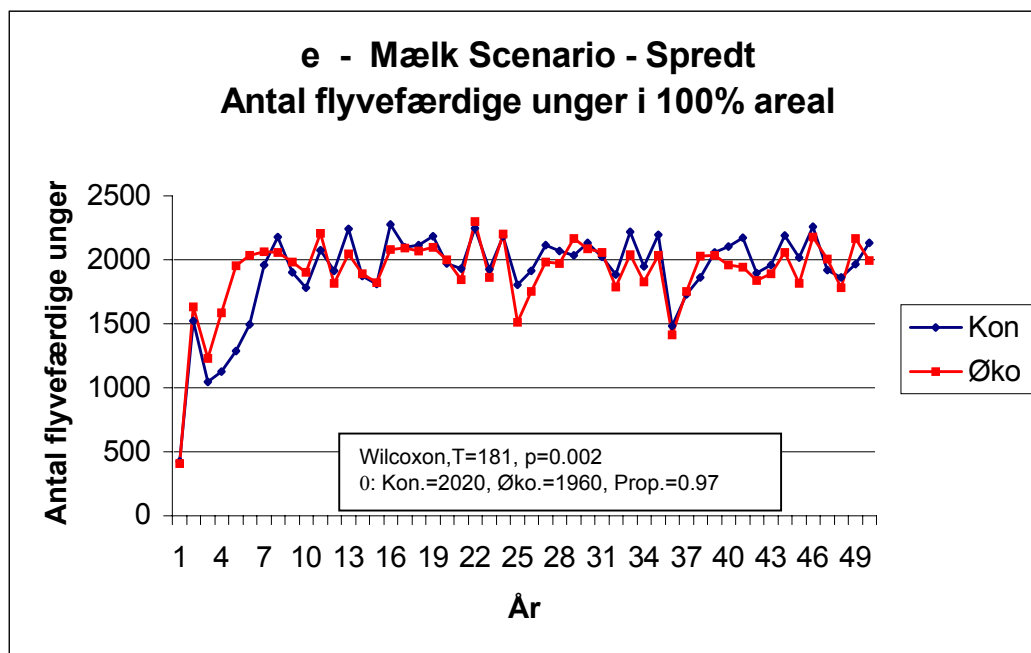
Vedvarende græsarealer udgør i scenarierne for plantebrug og svinebrug 5%, for kvægbrug 10%. Dette svarer godt til den procentuelle andel i værkstedsområdet.

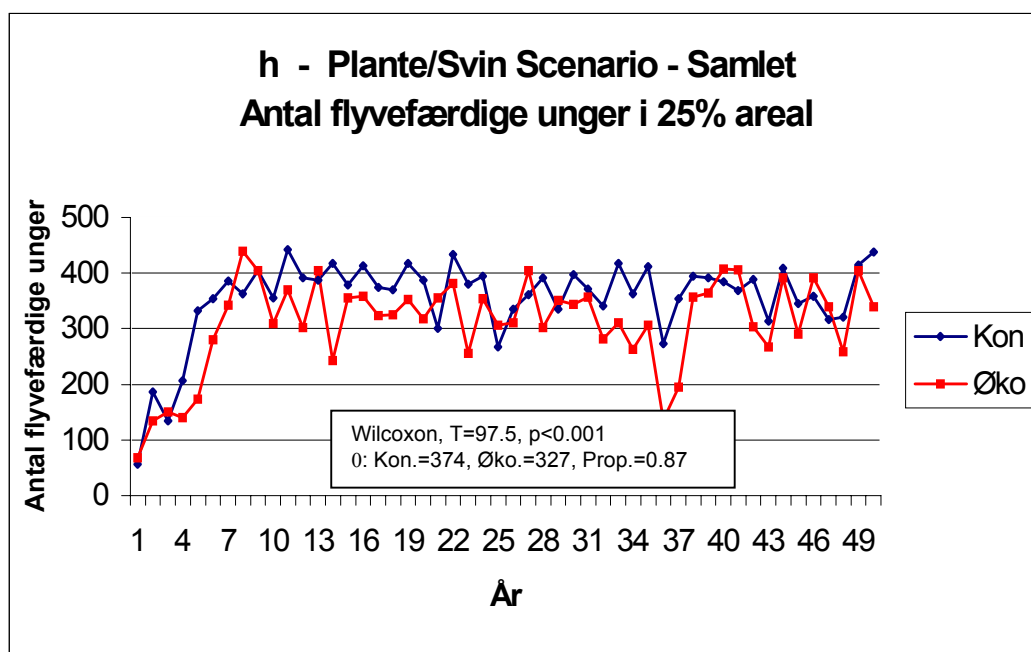
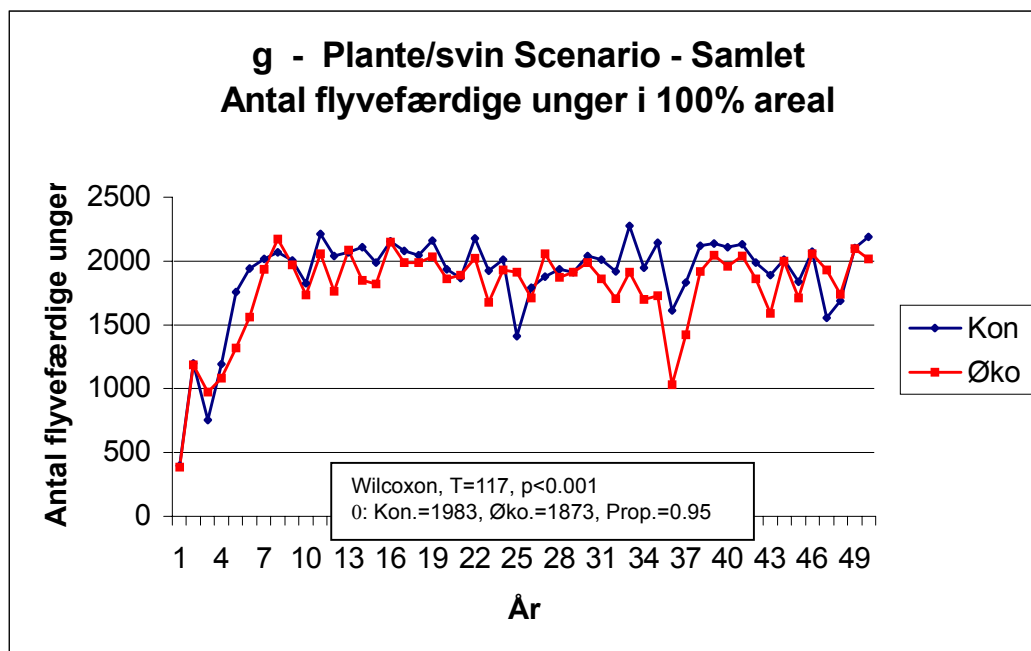
C 5 Den årlige udvikling i antallet af flyvefærdige unger ved emigration og antallet af voksne (medio juni) i de udførte scenarier

Delscenarier (a –n) er defineret på de enkelte figurer. Data fra de første 10 år er udeladt af de statistiske analyser. Wilcoxon: Wilcoxon Matched Pairs Test, T: testværdi, 0: middelværdi, Øko.: økologisk drift, Kon. konventionelt drevet, Prop.: proportionen mellem middelværdien af antallet under økologisk drift i forhold til middelværdien under konventionel drift

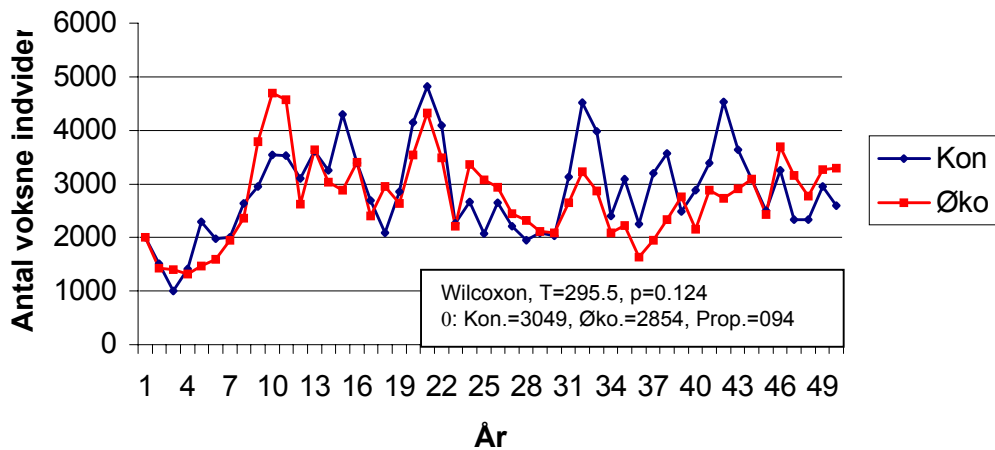




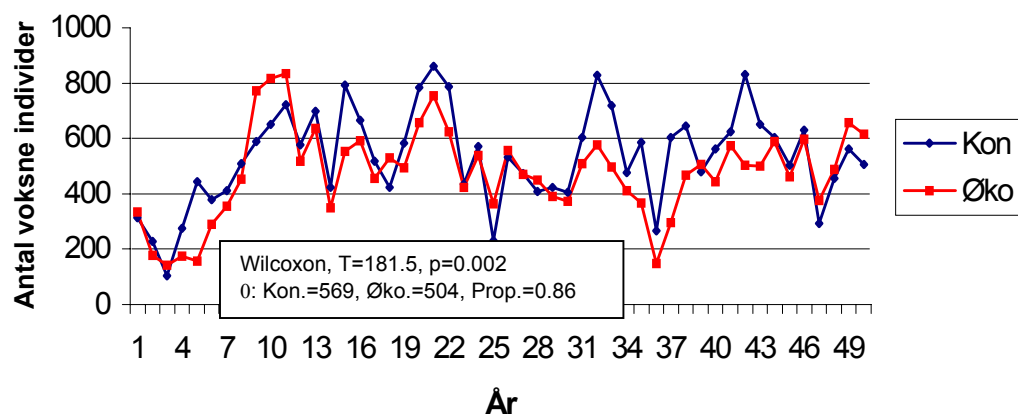


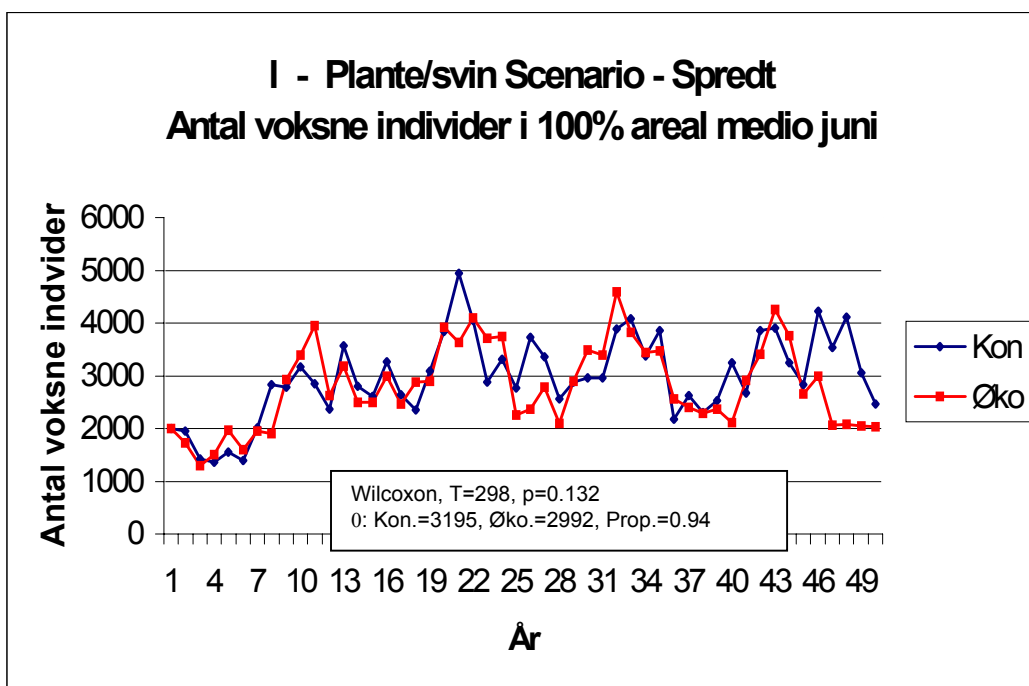
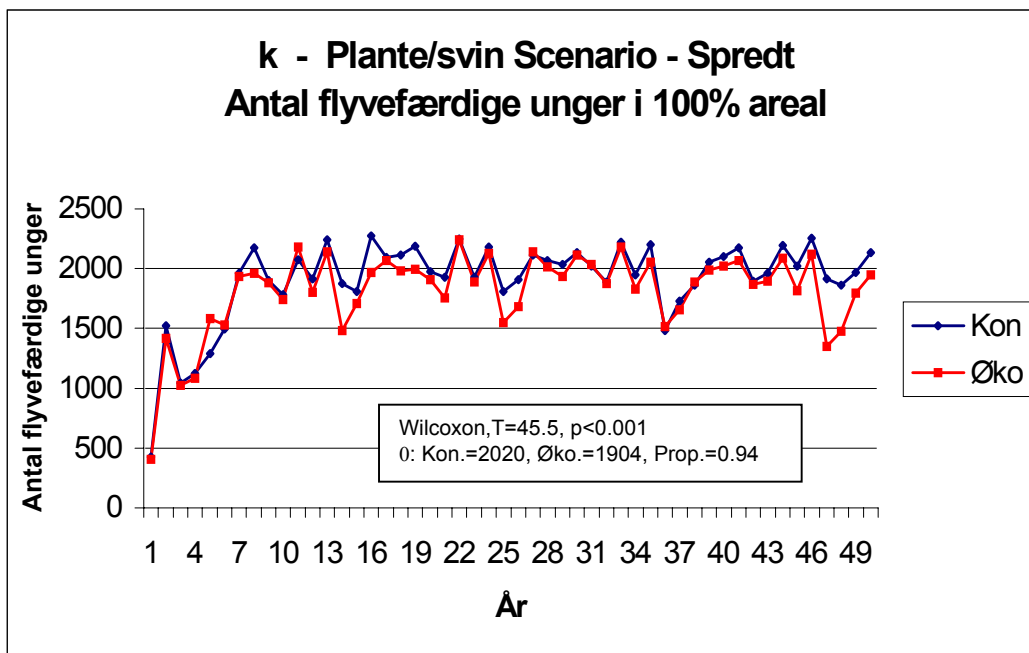


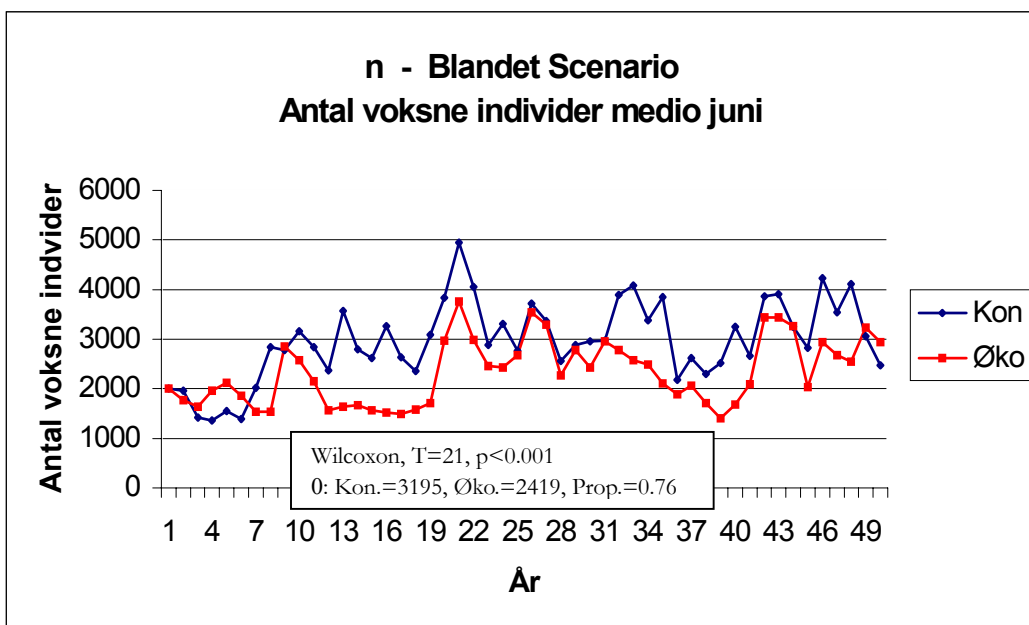
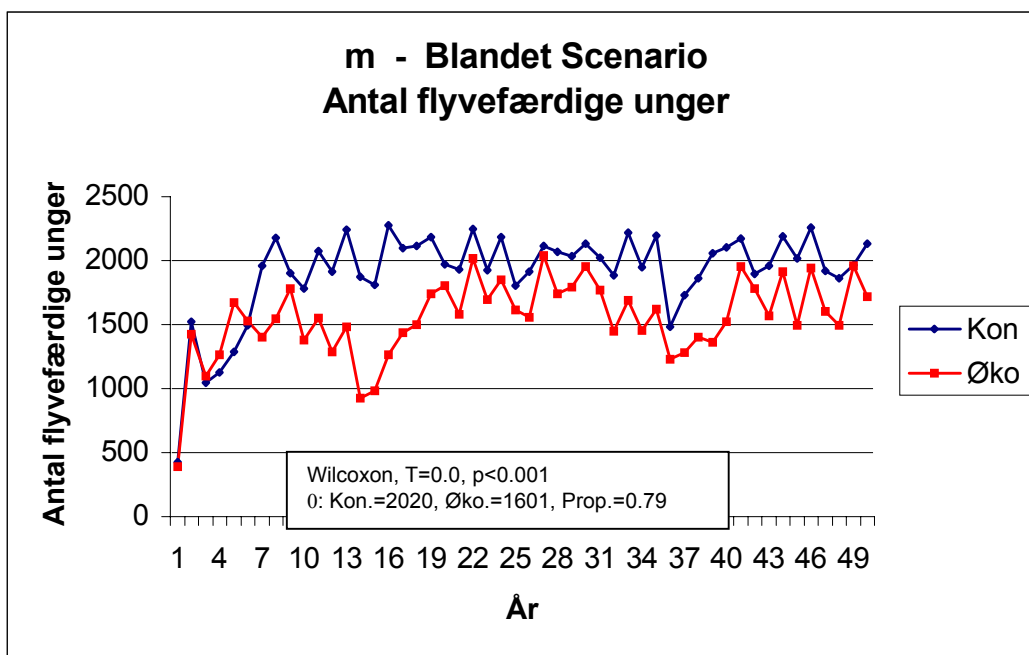
i - Plante/svin Scenario - Samlet
Antal voksne individer i 100% areal medio juni



j - Plante/svin Scenario - Samlet
Antal voksne individer i 25% areal medio juni







C 6

Det modellerede gennemsnitlige (baseret på 40 år) antal unger, der overlever til uafhængighed, og antal voksne fugle i juni måned i hele værkstedsområdet (hhv. A og B) samt i det omlagte areal (hhv. C og D; se tekst for yderligere forklaring). M-sam: "Mælk" scenario med omlagte bedrifter holdt samlet. Pl-sam: "Plante/svin" senario med omlagte bedrifter holdt samlet. M-spr: "Mælk" scenario med omlagte bedrifter liggende spredt i værkstedsområdet. Pl-spr: "Plante/svin" senario med omlagte bedrifter liggende spredt i værkstedsområdet. Blandet: senario hvor alle bedrifter i værkstedsområdet er omlægges. Kon.: Konventionel driftform. Øko.: økologisk driftsform. Signifikante forskelle mellem Øko./Kon. er angivet ved * ($p < 0.5$), ** ($p < 0.1$) samt *** ($p < 0.01$). Statistiske analyser er ikke udført på middelværdier, men på teststørrelser for de enkelte år.

