Maj 1999

DJF rapport

Nr. 12 • Markbrug

Margrethe Askegaard, Jørgen Eriksen,
Karen Søegaard og Søren Holm

Næringsstofhusholdning og planteproduktion i fire økologiske kvægbrugssystemer

Nutrient management and plant production in four organic dairy farming systems

Ministeriet for Fødevarer, Landbrug og Fiskeri
Danmarks JordbrugsForskning

Næringsstofhusholdning og planteproduktion i fire økologiske kvægbrugssystemer

Nutrient management and plant production in four organic dairy farming systems

Margrethe Askegaard, Jørgen Eriksen & Karen Søegaard
Afdeling for Plantevækst og Jord
Postboks 50
DK-8830 Tjele

Søren Holm
Afdeling for Plantebeskyttelse
Postboks 50
DK-8830 Tjele

DJF rapport Markbrug nr. 12 • maj 1999 • 2. årgang

Udgivelse:	Danmarks JordbrugsForskning Forskningscenter Foulum Postboks 50 8830 Tjele	Tlf. 89 99 19 00 Fax 89 99 19 19
Løssalg: (incl. moms)	t.o.m. 50 sider t.o.m. 100 sider over 100 sider	50,- kr. 75,- kr. 100,- kr.
Abonnement:	Afhænger af antallet af tilsendte rapporter, men svarer til 75% af løssalgsprisen.	
Forsidefoto:	Karen Søegaard og Margrethe Askegaard	

Forord

Nærværende rapport er udarbejdet med udgangspunkt i projektet "Planteproduktion, næringsstofhusholdning og planteværn i økologiske kvægbrugsbedrifter" (1993-1998). Projektet blev finansieret af Strukturdirektoratet, Ministeriet for Fødevarer, Landbrug og Fiskeri, under forskningsindsatsen "Økologisk Jordbrug".

Rapporten indeholder resultater fra et markforsøg anlagt i det økologiske kvægbrugssædskifte på forsøgsstationen Foulumgård, Danmarks JordbrugsForskning. Der fokuseres på både produktionsmæssige og miljømæssige aspekter i de fire økologiske dyrkningssystemer, som undersøges.

Hvert kapitel er afsluttet med en række konklusioner. Ønskes et overblik over udvalgte emner, kan disse konklusioner læses sammen med kapitel 11, "Sammenfattende vurdering af de fire dyrkningssystemer". For et mere detaljeret studium af forsøgsresultaterne henvises til den generelle tekst samt til appendiks, hvor udvalgte nøgletal for de enkelte år og behandlinger er vist.

Resultaterne i rapporten er baseret på et omfattende forsøgsarbejde i marken. I den forbindelse rettes en stor tak til Holger Bak og det øvrige personale på Foulumgård for et meget omhyggeligt og velgennemført stykke arbejde.

Indholdsfortegnelse

Sammendrag 6
Summary 8
1. Indledning 10
2. Metoder 12
2.1 Sædskifte 12
2.2 Forsøgsbehandlinger 12
2.3 Forsøgsareal 14
2.4 Forsøgsdesign 15
2.5 Installation af sugeceller 16
2.6 Måle- og registreringsprogram 17
2.7 Dyrkningsmetode 20
2.8 Databehandling of præsentation 24
3. Klima 25
4. Planteproduktion og næringsstofindhold 27
4.1 Vårbyg 27
4.2 Kløvergræs 33
4.3 Helsæd 46
4.4 Vinterhvede 49
4.5 Foderroer 53
5. Udvaskning af nitrat og sulfat 57
5.1 Nitrat 57
5.2 Sulfat 62
6. Næringsstofbalancer 65
6.1 N-balancer 67
6.2 P-balancer 69
6.3 K-balancer 70
6.4 S-balancer 72
6.5 Mg-balancer 73
7. Jordens næringsstofindhold 75
7.1 Ombytteligt kalium 75
7.2 N-min 77
8. Sygdomme og skadedyr 79
9. Mangelsymptomer 84
10. Ukrudt 86
11. Sammenfattende vurdering af de fire dyrkningssystemer 89
12 . Litteraturliste 95
Appendiks A-D 99

Sammendrag

Velfungerende sædskifter er afgørende for en optimal økologisk produktion. Det er derfor nødvendigt at belyse planteproduktion og næringsstofhusholdning i økologisk jordbrug i en sædskiftemæssig sammenhæng. Med baggrund i dette behov og med baggrund i den økologiske kvægbrugsbedrift blev tre centrale hypoteser formuleret:

1) Udbytteniveauet i et sædskifte vil mindskes i takt med faldende husdyrintensitet.
2) Udbytteniveauet i et sædskifte er mindre når der gødes med dybstrøelse end når der gødes med gylle produceret af samme antal dyrenheder.
3) N-udnyttelsen i et sædskifte falder med stigende husdyrintensitet med større N-udvaskning til følge.

Til afprøvning af hypoteserne blev et markforsøg anlagt i det økologiske kvægbrugssædskifte på Foulumgård, Danmarks JordbrugsForskning. Forsøgsbehandlingerne tog udgangspunkt i fire typer af økologiske malkekvægsbedrifter. Bedriftstyperne repræsenterede to forskellige husdyrintensiteter (0,9 og 1,4 dyreenheder pr. ha) samt to forskellige staldsystemer, henholdsvis en spaltestald baseret på ren gylle og en dybstrøelsesstald med opsamling af gylle fra foderareal og malkestald.

Resultaterne viste, at sædskiftet (byg-kløvergræs-kløvergræs-helsæd-vinterhvede-foderroer) hvori forsøget blev anlagt, udviste en høj grad af stødpudeevne. Der blev mod forventning ikke fundet forskelle mellem de to gødningssystemer, hverken med hensyn til udbytter eller nitrat-udvaskning, og der blev kun fundet meget små forskelle i udvaskningen af nitrat-N mellem de to husdyrintensiteter. Der blev fundet et lille merudbytte på i gennemsnit 5% ved at gå fra systemer med 0,9 dyreenheder pr. ha til systemer med 1,4 dyreenheder pr. ha. Næringsstofhusholdningen i de fire afprøvede systemer var god. Der var stor næringsstofoptagelse som følge af et højt udbytteniveau, og der var lille nitrat-udvaskning på i gennemsnit 38 kg nitrat-N pr. ha. Der var dog store forskelle i udvaskningen fra de forskellige afgrøder med det største tab i den anden vinter efter ompløjning af kløvergræs og det mindste i 1. års kløvergræs. Problemerne med ukrudt, sygdomme og skadedyr var begrænsede. Næringsstofbalancer for kvælstof (N), fosfor (P), kalium (K), svovl (S) og magnesium (Mg) var overvejende positive. Kun i systemet med gylle og 0,9 dyreenheder pr. ha. skønnes K at blive udbyttebegrænsende på længere sigt. Der var dog perioder med K-mangel i 2. års kløvergræs og i den efterfølgende byg/ært-helsæd i alle fire systemer. K-mangel var sandsynligvis årsagen til, at gylletilførsel i 2. års kløvergræsset mod forventning øgede kløverandelen. Både sædskiftet og gødningens fordeling i sæd-

skiftet vil kunne forbedres med henblik på en forbedret udnyttelse af næringsstofferne og en formindsket nitrat-udvaskning.

Hovedårsagen til sædskiftets stødpudeevne og den deraf følgende lille forskel mellem behandlingerne skal sandsynligvis tilskrives kløvergræsmarkernes bidrag til jordfrugtbarheden, herunder deres N_2-fiksering og ukrudts- og sygdomssanerende egenskaber samt systemets indbyggede evne til at regulere N-overskuddet.

Summary

A well-functioning crop rotation is crucial for optimal production in organic farming. Crop production and nutrient management in organic farming must therefore be examined in a crop rotational context. On the basis of this requirement and with the organic dairy farming system as the unit, three hypotheses were formulated:

1. The yield level in a crop rotation will decrease with decreasing livestock density.
2. The yield level in a crop rotation is lower with deep litter as the nutrient source than with slurry, when produced in systems with similar livestock density.
3. The N-utilisation in a crop rotation decreases with increasing livestock density resulting in higher N-leaching losses.

The hypotheses were tested in a field trial in the organic dairy/crop rotation located at Research Centre Foulum, Danish Institute of Agricultural Sciences. The treatments were designed on the basis of four different organic dairy farming systems representing two livestock densities (0,9 and 1,4 livestock units per hectare) and two systems of cattle housing based on either slurry alone or a combination of slurry and deep litter.

The results showed that the crop rotation (barley, 1st year grass-clover, 2nd year grass-clover, barley-pea wholecrop, winter wheat, fodder beet) demonstrated a good buffering capacity. Contrary to expectation, no difference was observed between the two fertiliser/housing systems with respect to yield and nitrate leaching. Only small differences in nitrate leaching were found between the two livestock densities. A small yield increase of on average 5% was found in the systems with 1,4 livestock units per hectare compared to the systems with 0,9 livestock units per hectare. The nutrient management in the four tested systems was good. There was a high nutrient uptake as a consequence of a high yield level and there was a low level of nitrate leaching of on average 38 kg nitrate-N per hectare. There were however large differences in nitrate leaching from the different crops with the highest loss in the second winter after ploughing in grass-clover and the smallest loss in the 1st year grass-clover. Problems with weeds, diseases and pests were limited. Nutrient balances for nitrogen (N), phosphorus (P), potassium (K), sulphur (S) and magnesium (Mg) were predominantly positive. Only in the systems with slurry and 0,9 livestock units per hectare was K considered to be yield-limiting in the longer term. There were periods with K-deficiency symptoms in all four systems in the 2nd year grass-clover and in the succeeding barley/pea wholecrop. K-deficiency was the possible reason for the unexpected increase in clover content in the 2nd year grass-clover when slurry was

applied. Both the crop rotation and the distribution of the organic manure in the crop rotation could be improved in order to improve nutrient utilisation and to reduce nitrate leaching.

The main reason for the buffer capacity of the crop rotation and the resulting small difference between the treatments must probably be ascribed to the contribution of the grass-clover fields to soil fertility. This includes the N_2-fixing ability, the weed and disease inhibiting qualities and finally the ability to regulate the N-surplus.

1 Indledning

I Danmark foregår der i disse år en kraftig udvikling i såvel antallet af økologiske bedrifter som i det økologisk dyrkede areal. I perioden fra 1988 til 1998 er der således sket en tidobling af antal bedrifter, fra 219 til 2.246 brug, og det økologiske areal er 17-doblet fra 5.881 til 98.120 ha (Anonym, 1999). Bedrifterne er domineret af mælkeproducenter, som typisk har haft lettere ved at omlægge til økologisk produktion end de øvrige driftsgrene. Dette skyldes primært et sundt sædskifte med en høj andel af N_2-fikserende afgrøder i kombination med en høj recirkulation af næringsstoffer på bedriften. De økologiske kvægbedrifter udgør derfor en vigtig del af den økologiske produktion, dels på grund af deres store andel af den samlede produktion og dels på grund af deres produktionsmæssige stabilitet.

Udbytteniveauet på økologiske kvægbrugsbedrifter i Danmark er mindre end på tilsvarende konventionelle bedrifter (Halberg et al., 1994). I en sammenligning mellem konventionelle og økologiske kvægbrugsbedrifter fandt Kristensen (1995) et mindreudbytte i især kornafgrøder som følge af mindre gødningstilførsel, større ukrudtsforekomst i udlægsmarker og større angreb af sygdomme i korn. Kvælstofbalancen på de økologiske kvægbedrifter er positiv som følge af en udbredt anvendelse af N_2-fikserende afgrøder (Kristensen & Kristensen, 1992). På trods af dette overskud kan en uhensigtsmæssig timing mellem mineralisering af den organiske N-pulje i jorden og afgrødernes store N-optagelse i forår og forsommer medføre en dårlig N-udnyttelse og dermed et mindre udbytte i den økologiske markdrift (Stopes et al., 1988). Øvrige næringsstoffer som for eksempel fosfor (P) og kalium (K) kan ligeledes blive begrænsende for væksten (Askegaard & Vester, 1995).

Målet for den økologiske produktion er ikke at opnå udbytteniveauer som i det konventionelle landbrug, men at opnå en rentabel produktion gennem optimering af samspillet mellem de enkelte produktionsfaktorer. På denne måde kan der opnås et stabilt udbytteniveau, som på langt sigt kan opretholdes. En central faktor i den forbindelse er at minimere tabene af næringsstoffer fra rodzonen og at optimere de dyrkningsmæssige forhold, som betinger en god etablering og vækst af afgrøderne.

Et vigtigt formål med nærværende rapport er at belyse, hvori stabiliteten i det økologiske kvægbrugssædskifte består. Væsentlige forhold i den forbindelse er udbytteniveauets og næringsstofhusholdningens følsomhed over for ændringer i belægningsgrad og gødningstype. Til belysning af disse forhold blev der i 1993/94 anlagt et

forsøg i et økologisk sædskifte på Foulumgård, Danmarks JordbrugsForskning. I forsøget blev følgende tre hypoteser afprøvet:

1) Udbytteniveauet i et sædskifte vil mindskes i takt med faldende husdyrintensitet.
2) Udbytteniveauet i et sædskifte er mindre når der gødes med dybstrøelse end når der gødes med gylle produceret af samme antal dyrenheder.
3) N-udnyttelsen i et sædskifte falder med stigende husdyrintensitet med større N-udvaskning til følge.

For at få forsøgsbehandlingerne i sædskiftet så realistiske som muligt, blev der taget udgangspunkt i fire forskellige typer af økologiske malkekvægsbedrifter. Bedriftstyperne repræsenterede to forskellige husdyrintensiteter med henholdsvis 0,9 og 1,4 dyreenheder pr. ha (de/ha) samt to forskellige staldsystemer, henholdsvis en spaltestald baseret på ren gylle og en dybstrøelsesstald med opsamling af gylle fra foderareal og malkestald.

Der foreligger fire års forsøgsresultater. I denne periode blev der målt på en lang række faktorer i hver af de fire systemer herunder udbytter, næringsstofindhold i tilført husdyrgødning og i bortført plantemateriale, udvaskning af næringsstoffer samt forekomst af sygdomme, skadedyr og ukrudt. Med hensyn til næringsstofferne var hovedfokus på kvælstof (N), men der blev tillige i stort omfang foretaget analyser på kalium (K), fosfor (P) og svovl (S) samt i mindre omfang på magnesium (Mg).

2 Metoder

2.1 Sædskifte

Forsøget blev anlagt i et 6-marks kvægbrugssædskifte, der har været drevet økologisk siden 1987. Sædskiftet og dets historie ses i tabel 2.1.

Tabel 2.1 Historisk oversigt for det økologiske kvægbrugssædskifte ved Forskningscenter Foulum. Historic overview of the organic dairy/crop rotation at Research Centre Foulum.

Periode	Dyrkning
1974-1986	Konventionel drift med overvejende kornproduktion. Halmen blev fjernet og der blev gødet med handelsgødning.
1987-1997	Økologisk kvægbrugssædskifte: Vårbyg med udlæg 1. års kløvergræs 2. års kløvergræs Byg/ært/rajgræs til helsæd Havre (til 1993), vinterhvede (fra 1994) Foderroer Indtil 1994, hvor forsøget startede, blev der tilført kvæggylle fra 1-1,3 de* pr. ha, og der blev taget slæt i kløvergræsset.

*) de=dyreenhed. 1 de svarer til én malkeko at stor race ifølge Miljøministeriets bekendtgørelse, nr. 568, 1988.

2.2 Forsøgsbehandlinger

De fire forsøgsbehandlinger tog udgangspunkt i fire forskellige bedrifter, der alle indeholdt det aktuelle 6-marks sædskifte. Bedrifterne repræsenterede to forskellige husdyrintensiteter (0,9 og 1,4 de/ha) samt to forskellige staldsystemer, henholdsvis en spaltestald udelukkende baseret på gylle og en dybstrøelsesstald med opsamling af gylle fra foderareal og malkestald. Forsøgsbehandlingerne fremgår af tabel 2.2.

Forud for forsøgets anlæggelse blev der beregnet individuelle foderplaner og gødningsplaner for fire konstruerede modelbedrifter. I appendiks A er der redegjort nærmere for disse fire modelbedrifter. Gødningsplanerne fra modelbedrifterne blev

efterfølgende anvendt på forsøgssædskiftet, idet der var taget højde for den gødning, som dyrene afsætter på marken under afgræsningen. Ved omregning fra modelbedrifternes gødningsplaner til den aktuelle tilførsel af gødning til forsøgsparcellerne blev der taget udgangspunkt i husdyrgødningens totale indhold af kvælstof (total-N). Den anvendte gødningsplan fremgår af tabel 2.3.

Tabel 2.2 Oversigt over de fire forsøgsbehandlinger.
Manure treatments.

Gødningstype	de/ha	Forkortelser
Kvæggylle	0,9	0,9G
Kvæggylle	1,4	1,4G
Kvæg-dybstrøelse + kvæggylle	0,9	0,9DG
Kvæg-dybstrøelse + kvæggylle	1,4	1,4DG

Tabel 2.3 Gødningsplan (kg total-N/ha). Organic manure application (kg total-N/ha)

Afgrøde	Gødningstype	0,9G	1,4G	0,9DG	1,4DG
Byg m. udlæg	Gylle	70	100	0 (50)	50 (80)
	Dybstrøelse	-	-	175 (90)	175 (90)
1. års kløvergræs	Gylle	0	0	0	0
	Dybstrøelse	-	-	0	0
2. års kløvergræs	Gylle	70*	140*	0	0
	Dybstrøelse	-	-	0	0
Byg/ært-helsæd	Gylle	0	60	0	0
	Dybstrøelse	-	-	0	90
Vinterhvede	Gylle	140	170	130 (80)	170 (140)
	Dybstrøelse	-	-	0 (90)	0 (90)
Foderroer	Gylle	210	250	110	140
	Dybstrøelse	-	-	110	160
Gennemsnit		82	120	88	132

( ) Gødningstildeling i 1994. Gødningsplanen blev ændret i 1995 for at undgå efterårsudbringning af dybstrøelse til vinterhveden.

* I en ekstra undersøgelse i forsøget blev gødningstilførslen byttet om mellem 1. og 2. års kløvergræs.

Forskellen i N-tilførsel mellem de to husdyrintensiteter var omkring 40 kg total-N/ha. Niveauforskellene på 6-12 kg N/ha mellem de to gødningstyper inden for

hver af de to husdyrintensiteter er en følge af forskelle i halmmængderne. I dybstrøelsessystemet var total-N fordelt på 55% i dybstrøelse og 45% i gylle ifølge gødningsplanen.

I 1995 blev gødningsplanen ændret i de to systemer med dybstrøelse. Dette skete for at undgå efterårsudbringning af dybstrøelse til vinterhvede. Der blev i den forbindelse foretaget en ombytning af gødningsmængder mellem vinterhvede og vårbyg, således at den samlede tilførsel til sædskiftet i de to behandlinger forblev uændret.

Der blev ikke tilført gylle til 1. års kløvergræsmarken i forsøgets basisbehandling, hvorimod 2. års kløvergræsset fik 70 og 140 kg total-N/ha i henholdsvis 0,9G- og 1,4G-systemerne. I kløvergræsset blev der indlagt en ekstraundersøgelse, hvor gylletilførsel til 1. års kløvergræs blev sammenlignet med gylletilførsel til 2. års kløvergræs. Parcellerne i de to gyllesystemer (0,9G og 1,4G) blev delt i to. Den ene halvdel fik tildelt gylle i 1. år og den anden halvdel fik tilført gylle i 2. år.

2.3 Forsøgsareal

Forsøget på 4 ha var placeret ved Forskningscenter Foulum (9°34'E, 56° 29'N). Arealet havde en svag hældning (2,1%) mod nord. Jorden var fin lerblandet sandjord (JB4), klassificeret som en "Typic Hapludult", med årlig middelnedbør på 770 mm og middeltemperatur på 7,7 °C.

I 1986 blev der foretaget en detaljeret fysisk, kemisk og biologisk karakterisering af arealet (Heidmann, 1989). Tabel 2.4 viser forsøgsarealets tekstur i tre dybder ifølge karakteriseringen.

Tabel 2.4 Jordens gennemsnitlige indhold af ler, silt, sand og humus i tre dybder (vægt %)(Heidmann, 1989). Soil content of clay, silt, sand and humus (weight %).

	Ler	Silt	Finsand	Grovsand	Humus
0-20 cm	7,7	9,8	46	33	2,7
30-40 cm	7,3	8,1	45	34	1,2
60-70 cm	9,3	9,0	47	33	1,8

Jordens volumenvægt, målt i g/cm^3 var 1,45 i 0-30 cm, 1,48 i 30-40 cm og 1,54 i 60-70 cm dybde.

Jordens indhold af plantetilgængeligt vand på forsøgsarealet blev estimeret til 165 mm i 0-1 m dybde ved at udbrede de målte værdier af volumenprocent vand til nærmest liggende 25 cm intervaller (tabel 2.5).

Tabel 2.5 Plantetilgængeligt vand (vol%) (Heidmann, 1989). Plant available water (vol%).

Jordlag i cm	Vol% vand
0-20	21,1
30-40	19,5
50-60	11,1
80-90	14,4

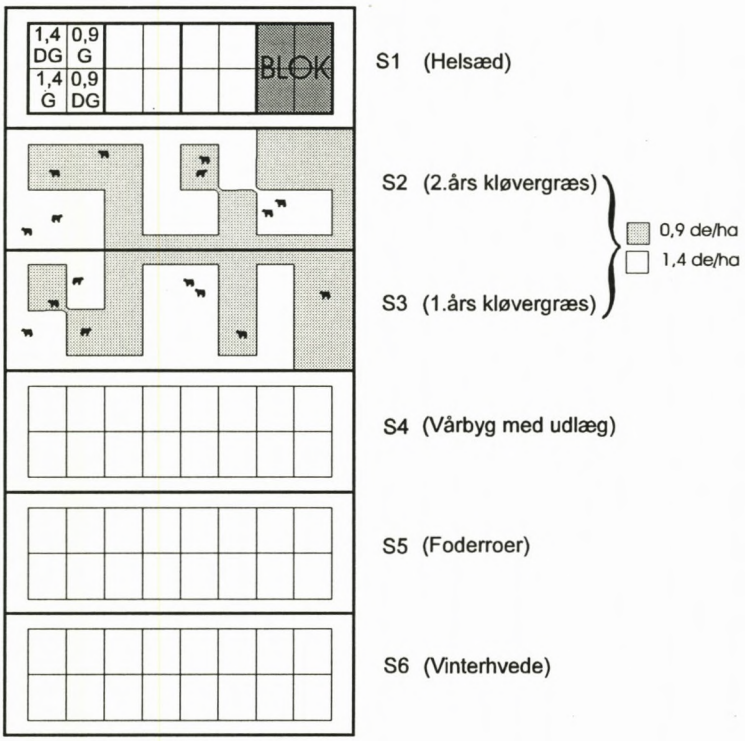
Ved forsøgets anlæggelse i efteråret 1993 blev der udtaget jordprøver i pløjelaget i samtlige forsøgsparceller med 16 stik pr. prøve (tabel 2.6). Et totalindhold af kulstof på 1,7% svarer til et indhold af humus på omkring 2,9%

Tabel 2.6 Jordbundsanalyser af pløjelaget i efteråret 1993. Soil analysis of the top soil (0-20 cm), autumn 1993.

Rt	6,5	Kt	5,8	Cut	2,6	Total-C	1,7%
Pt	2,9	Mgt	3,1	Total-N	0,15%		

2.4 Forsøgsdesign

Forsøget blev anlagt med fire gentagelser i hver af seks 0,6 ha store marker i sædskiftet. De fire forsøgsbehandlinger blev fordelt tilfældigt i fire blokke og efterfølgende fastholdt igennem forsøgsperioden. Hver mark i sædskiftet var således opdelt i 16 parceller á 18 x 15 m (270 m^2) fordelt på fire blokke. Forsøgsdesignet ses i fig. 2.1. Opdelingen i blokke er skitseret i mark S1. Opdeling på afgræsningshold er skitseret i mark S2 og S3.



Figur 2.1 Forsøgsdesign. Opdeling i blokke og behandlinger er skitseret i mark S1. Opdeling på afgræsningshold er skitseret i mark S2 og S3. Eksemplet stammer fra 1996. Experimental design. Example of blocks and treatments is shown in field S1. Example of the grouping of grazing heifers is shown in field S2 and S3.

2.5 Installation og brug af sugeceller

Med henblik på at kunne måle udvaskning af nitrat og sulfat blev der i efteråret 1993 installeret tre sugeceller i hver af sædskiftets 96 parceller. Sugecellerne bestod af en keramisk kop (1 bar, 655X01-B1M1 fra Soilmoisture, Californien, 50 mm lang og 22 mm i diameter) monteret på et 50 cm langt PVC-rør. PVC-røret blev i modsatte ende forseglet med en gummiprop, igennem hvilken der blev ført to polyethylenslanger til henholdsvis påsætning af tryk/vacuum og til opsamling af jordvand.

Sugecellerne blev installeret i jorden således, at midten af den keramiske kop var placeret i 1 m dybde. Slangerne til tryk/vakuum og opsamling af jordvand blev ved

hjælp af kabelplov trukket gennem jorden i 40-45 cm dybde. Dette sikrede, at jordbearbejdningen i parcellerne kunne foregå uhindret over sugecellerne. Slangerne blev samlet i skabe uden for parcellerne, hvorfra vandtømningerne kunne foretages.

Opsamlingen af jordvand blev foretaget ved først at udsætte cellerne for et vakuum på 0,7-0,8 bar. Dette bevirkede, at jordvandet blev suget fra jorden ind gennem keramikkoppens vægge. Efter tre dage blev sugecellerne tømt for jordvand ved påsætning af et kortvarigt tryk på 0,8 bar som pressede sugecellens indhold op i en opsamlingsbeholder over jorden. I perioder med stor afstrømning, især efterår og vinter, blev der opsamlet jordvand én gang om ugen. I perioder med lille eller ingen afstrømning blev intervallerne mellem aftapningerne øget.

2.6 Måle- og registreringsprogram

Der blev målt tørstofudbytter ved høst i alle afgrøder i høstparceller á 108 m^2 i vårbyg og helsæd, 54 m^2 i kløvergræs og foderroer og 36 m^2 i vinterhvede. Samtlige høstede afgrøder blev analyseret for indhold af N, P, K, S, Mg, Ca og Na. Grovfoderafgrøderne blev endvidere analyseret for indhold af NDF, FK in vitro, aske og sand. NDF (neutral detergent fraktion (Van Soest, 1963)) svarer til indholdet af cellevægge. In vitro opløseligt organisk stof (VOS) blev bestemt ved metode af Tilley og Terry (1963) og fordøjeligheden af organisk stof (FK in vitro) blev beregnet udfra ligningen: FK in vitro = 4,10 + 0,959 x VOS (Møller et al., 1989). Foderenheder (FE eller AE=100FE) blev beregnet udfra Strudsholm et al. (1997), hvortil koncentrationen af træstof blev beregnet udfra en kalibrering til NDF. Råprotein blev beregnet som 6,25 x %N.

Indholdet af total-N, ammonium-N, P, K, S, Mg, Na og total-C blev bestemt i tilført husdyrgødning.

Ved starten af hver vækstsæson i marts måned blev der i hver mark og behandling udtaget jordprøver til 1 m dybde med 20 stik pr. parcel. Prøverne blev opdelt i lag á 25 cm og analyseret for indhold af N-min (ammonium-N + nitrat-N). På samme tidspunkt blev der i hver parcel udtaget jordprøver i pløjelaget (0-20 cm) til analyse for kalital (Kt) med 16 stik pr. parcel.

Det opsamlede jordvand blev analyseret for indhold af nitrat-N (NO_3-N) til hvert udtagningstidspunkt samt sulfat-S (SO_4-S) ved hver anden udtagning. Før analyse

blev jordvandet fra de tre sugeceller pr. parcel slået sammen således, at hver sugecelle bidrog med samme vandmængde til prøven. I udvalgte marker og perioder blev der analyseret for indhold af nitrat-N på enkeltcelleniveau.

I løbet af vækstsæsonen blev der udført planteklip i flader á 0,25-0,50 m^2 med 2-6 gentagelser pr. parcel. Den botaniske sammensætning i procent af tørstof blev bestemt efter sortering.

Tilvæksten af kløvergræsset under afgræsning blev bestemt som differencen mellem afgrødemængden før og efter en uges pause, hvor kvierne græssede på et tilstødende græsareal. I hver parcel blev der i seks felter af 0,5 m^2 klippet til 3 cm højde med en elektrisk håndklipper, hvorpå der var sat slæbesko. Den afklippede prøve blev dels opsamlet med hånd og dels opsuget med en løvsuger, hvorpå der var sat en perforeret plastikpose til opsamling af afgrøden. Der blev kun taget prøver mellem buskene (buske er områder med vraggræs som følge af afsat gødning fra de græssende dyr).

Der blev endvidere registreret forekomst af sygdomme, skadedyr og mangelsymptomer. I tabel 2.7 findes en oversigt over de systematisk registrerede sygdomme og skadedyr samt registreringsmetoden. Bladlus og bladsygdomme på korn samt ærtebladlus blev registreret 2-3 gange pr. vækstsæson. De øvrige skadevoldere blev registreret én gang pr. vækstsæson.

Der blev registreret mangelsymptomer ved forekomst efter karakterskalaen 0-10 hvor karakteren 0 svarede til ingen mangelsymptomer og karakteren 10 svarede til stærkt fremtrædende mangelsymptomer og stærkt hæmmet vækst.

Plantetal blev optalt i et areal på 0,25 m^2 i alle parceller med korn og ærter samt i et areal på 10 m^2 i alle parceller med foderroer. Afgrødehøjde mellem buske blev målt ved hjælp af pladeløfter (30 x 30 cm plade og 3,8 kg tryk/m^2) 20 steder pr. parcel i kløvergræsmarkerne. Hulfrekvens (metode modificeret efter Neuteboom et al., 1992) i kløvergræs blev bestemt i 30 tilfældige punkter pr. parcel ved målinger af afstand fra et tilfældigt punkt til nærmeste vækstpunkt i kløveren. Aksantal blev optalt i fire flader á 0,1m^2 pr. parcel. Tusind-kornsvægt blev bestemt på en repræsentativ delprøve i alle parceller med korn til modenhed.

Alle analyser af jord og plantemateriale blev foretaget efter standardmetoder på Centrallaboriet, Danmarks JordbrugsForskning. De anvendte analysemetoder med tilhørende referencer er beskrevet af Hansen og Sørensen (1996).

Udvaskningen af nitrat-N og sulfat-S blev beregnet ved brug af trapez-reglen (Lord og Shepherd, 1993) der antager, at koncentrationerne i det opsamlede jordvand repræsenterer en gennemsnitlig flux koncentration. Gennemsnittet af to på hinanden følgende analyser af næringsstofkoncentrationer blev ganget med den beregnede afstrømning for samme periode og summeret over afstrømningsåret fra 1. april til 31. marts. Afstrømningen blev beregnet ved brug af edb-modellen Evacrop (Olesen og Heidmann, 1990). Input til modellen var daglige målte meteorologiske data (nedbør, temperatur og fordampning) samt afgrødetype, såtidspunkt, slættidspunkt, vanding og jordfysiske parametre.

Tabel 2.7 Oversigt over registrerede skadevoldere samt metode. Survey of the registration of pests and diseases.

Skadevolder	Registrering pr. parcel
	Korn
Bladsygdomme på korn	% dækning, 25 planter og tre bladniveauer
Bladlus på hvede	% planter (aks +faneblade) af 25 med bladlus
Bladlus på byg	% planter af 25 med bladlus
Knækkefodsyge på hvede	% planter af 25 med knækkefodsyge
Goldfodsyge på hvede	% rodnet dækket med goldfodsyge på rødder fra 5x5 planter
Græsfluer i hvede	% planter af 25 med angreb
	Helsæd
Bladlus på ært	% topskud af 25 med bladlus
Ærteviklere	% bælge af 25 med viklerlarver
Bladrandbillens larve i jord	Antal larver i jordprøver á 1,5 l udtaget til 18 cm dybde. Seks prøver pr. parcel.
Bladrandbillens larve i rodknolde	% rodknolde med angreb på rødder fra 6 planter pr. parcel
Rodbrand i ært	% planter af 25 med rodbrand
	Roer
Rodbrand i roer	% planter af 25 med rodbrand
Trips i roer	% planter af 25 med angreb

2.7 Dyrkningsmetode

Byg og vinterhvede blev høstet ved modenhed og byg/ært/rajgræs-marken blev høstet som helsæd. I de to kløvergræsmarker blev 1. slæt taget i starten af juni. Efterfølgende blev kløvergræsmarkerne afgræsset af drægtige kvier. Udlægsmarken med kløvergræs blev afgræsset skånsomt i efteråret. I 0,9G-systemet i vinterhveden blev halmen snittet og efterladt i marken. I de øvrige tre behandlinger (1,4G, 0,9DG og 1,4DG) i vinterhveden samt i alle de øvrige marker blev det høstede materiale fraført, herunder halm og roetop. Rajgræsudlægget i helsæden blev nedpløjet forud for såning af vinterhveden. Jorden var ubevokset i vinterhalvåret på den plads i sædskiftet, hvor der var høstet vinterhvede.

2.7.1 *Håndtering af husdyrgødningen*

Den anvendte dybstrøelse og gylle var produceret på konventionelle bedrifter med malkekøer. Dybstrøelsen blev leveret direkte fra stalden, hvor måtten havde ligget i tre måneder. En til to dage forud for hver udbringning af husdyrgødning udførtes en analyse af gødningens indhold af total-N. Dosering af husdyrgødningen blev herefter beregnet ifølge gødningsplanen (se tabel 2.3). Under udkørslen af husdyrgødningen i marken blev der udtaget gødningsprøver til analyse for indhold af total-N, total-C, NH_4-N, P, K, S, Mg og Na.

Forud for vinterhvedens såning i efteråret 1993 og igen i efteråret 1994 blev der nedpløjet dybstrøelse. Denne procedure blev ændret i 1995 således, at al husdyrgødning blev udbragt om foråret.

Kløvergræsset fik gylle ved begyndende vækst i starten af april. Vinterhveden fik gylle fordelt af to gange henholdsvis primo april og primo maj. Roer, vårbyg med udlæg og helsæd fik tilført husdyrgødning umiddelbart før forårspløjning. Gylle blev udbragt med slangeudlægger og dybstrøelse blev fordelt med håndkraft.

2.7.2 *Ukrudtsbekæmpelse*

I det aktuelle sædskifte kunne en mekanisk bekæmpelse af ukrudtet kun udføres i roerne og i vinterhveden. Roemarken blev holdt helt fri for ukrudt ved hjælp af radrensning, hakning samt manuel fjernelse af stokløberroer og andet stort ukrudt. Der blev anvendt gasbrænder umiddelbart før roernes fremspiring i 1994 og 1995. Vin-

terhveden blev striglet én gang i foråret inden udbringning af gylle. I efteråret efter høst af vinterhvede udførtes 1-3 stubharvninger afhængig af ukrudtsmængden.

2.7.3 *Jordbearbejdning*

Jordbearbejdning og såbedstilberedning blev udført med almindelige landbrugsmaskiner. Al pløjning forud for forårssåede afgrøder blev foretaget om foråret. Efter pløjning blev jorden pakket og såbedsharvet. Der blev tromlet forud for såning af roer, kløvergræsudlæg og rajgræsudlæg. Kløvergræsmarkerne blev tromlet i det tidlige forår.

2.7.4 *Vanding*

Der blev anvendt en moderat vandingsstrategi. Roerne blev ikke vandet, da de har en lang vækstsæson, og derfor kan kompensere for manglende vand i perioder med underskud. Vanding blev påbegyndt ved et vandunderskud på 95 mm svarende til knap 60% af den plantetilgængelige vandmængde. Der blev vandet med 20-48 mm pr. gang. Fra 1995 og frem blev helsæden ikke vandet. Den gennemsnitlige vandingsmængde for sædskiftet varierede fra 84 mm i 1994 til 29 mm i 1997. Der blev anvendt vandingsbom. Vandingsregnskabet blev ført ved hjælp af edb-programmet Markvand (Plauborg et al., 1996) med brug af nedbørs- og fordampningsmålinger fra lokal klimastation på Foulumgård. De aktuelle vandingsmængder i forsøgsperioden fremgår af tabel 2.8.

Tabel 2.8 Vandingsmængder (mm) til afgrøderne i sædskiftet i perioden 1994-97. Irrigation (mm) of the crops, 1994-97.

	1994	1995	1996	1997
Vårbyg m. udlæg	80	70	40	36
1. års kløvergræs	135	97	99	48
2.års kløvergræs	135	96	94	47
Byg/ært-helsæd	73	0	0	0
Vinterhvede	80	59	42	41
Foderroer	0	0	0	0
Gns.	84	54	46	29

2.7.5 *Sortsvalg og udsædsmængder*

I sortsvalget blev der lagt vægt på gode resistensegenskaber og højt udbytte. For at øge konkurrenceevnen over for ukrudt blev der tillige valgt langstråede kornsorter. De anvendte sorter ses i tabel 2.9. I vinterhvede valgtes en sort som tillige besad bageegenskaber samt høj vinterfasthed. Der blev benyttet ubejdset konventionelt produceret såsæd, bortset fra i vinterhveden i 1995 og 96, hvor der blev anvendt oprenset og stinkbrandtestet såsæd af egen avl. I 1997 måtte brugen af egen såsæd imidlertid droppes som følge af for højt indhold af stinkbrandsporer.

Tabel 2.9 Sortsvalg. Variety choice.

	1994	1995	1996	1997
Vårbyg (sortsblanding)	Alexis, Ariel, Lenka, Etna	Marina, Maud, Nevada, Etna	Marina, Heron, Maresi, Melton	Alexis, Lamba, Henni, Goldie
Kløvergræs-blanding	Sisu (midd.tidl., D) , Merlinda (midd.tidl., T), Borvi (sildig, D), Tivoli (sildig, T), Milkanova			
Helsæd:				
Byg	Sortsblanding	Sortsblanding	Sortsblanding	Sortsblanding
Ært	Solare	Odin	Odin	Odin
Ital. Rajgræs	Tonga	Bl. 32	Bl. 32	Bl. 32
Vinterhvede	Obelisk	Obelisk	Obelisk	Terra
Foderroer	Magnum	Magnum	Magnum	Magnum

I vårbyg blev der alle fire år anvendt sortsblandinger sammensat af fire sorter med forskelligt resistensgrundlag. Blandingerne var sammensat med 25% af hver sort. I foderroerne blev hvert år anvendt ubejdset genetisk monogermt frø af sorten Magnum. Kløvergræsset var sammensat af lige mængde middeltidlig og sildig almindelig rajgræs hver fordelt på 60% tetraploide og 40% diploide typer. Herved blev der taget hensyn til både slæt og afgræsning. Der blev iblandet hvidkløver.

Roerne blev udsået med dobbelt udsædsmængde svarende til 210.000 frø/ha (ved brug af dobbelt udsædsmængde øges mulighederne for at opnå en passende blivende plantebestand, selvom der skulle optræde angreb af skadedyr eller rodbrand). Ved roernes 2-4 bladstadie blev de udtyndet til 20-25 cm mellem planterne svarende til 80-100.000 planter. I vårbyg blev der ved såning tilstræbt en plantebestand på 350 planter/m^2. Umiddelbart efter byggens såning blev der tromlet og efterfølgende sået 25-26 kg/ha kløvergræsfrø, hvoraf de 5 kg var hvidkløver. I vårbyg/ært til helsæd

blev der tilstræbt 35 ærteplanter/m^2 plus 200 bygplanter/m^2 samt 10 kg /ha af ital. rajgræs. Ærterne blev sået først efterfulgt af byg og rajgræs sået i samme arbejdsgang. I vinterhveden blev der tilstræbt 375 planter/m^2 ved såning omkring 1. oktober.

2.7.6 *Tidspunkter for såning og høst*

Vårsæden og foderroerne blev sået sidst i april. Vinterhveden blev sået fra sidst i september til start af oktober. I kløvergræsset blev 1. slæt høstet i starten af juni . I tabel 2.10 findes en oversigt over tidspunkter for såning og høst i de fire forsøgsår. I 1994 blev der taget et ekstra slæt i 1. års kløvergræsset i oktober, da kvierne ikke havde afgræsset marken tilstrækkeligt.

Tabel 2.10 Tidspunkter for såning og høst. Time of sowing and harvest.

		1994	1995	1996	1997
Byg med udlæg	Såning	22/4	28/4	29/4	23/4
	Høst	10/8	16/8	5/9	14/8
1.års kløvergræs	Slæt	2/6	2/6	6/6	12/6
	Ekstra slæt	10/10	-	-	-
2. års kløvergræs	Høst	2/6	2/6	6/6	11/6
Byg/ært-helsæd	Såning	21/4	27/4	25/4	22/4
	Høst	28/7	2/8	5/8	31/7
Vinterhvede	Såning	30/9 (93)	5/10 (94)	3/10 (95)	27/9 (96)
	Høst	16/8	16/8	23/8	20/8
Foderroer	Såning	25/4	28/4	29/4	28/4
	Optagning	25/10	23/10	13/11	23/10

2.7.7 *Afgræsning*

Kløvergræsmarkerne blev afgræsset af drægtige kvier efter høst af første slæt. Kvierne var opdelt i to adskilte hold pr. mark. Det ene hold afgræssede behandlingerne med høj husdyrintensitet (1,4 G og 1,4 DG) og det andet hold afgræssede behandlingerne med lav husdyrintensitet (0,9 G og 0,9 DG) (se fig. 2.1). Udlægsmarken med kløvergræs blev afgræsset skånsomt i efteråret af kvier i én storfold. Kvierne blev vejet ved udsætning og hjemtagning. I perioder med mangelfuld græsproduktion

eller vanding af markerne blev kvierne overført til en nabo-kløvergræsmark (bufferareal) uden for forsøgsarealet.

2.8 Databehandling og præsentation

Data er primært analyseret ved hjælp af en simpel variansanalyse. I tabellerne er statistisk sikre forskelle på 5% niveau angivet ved forskellige bogstaver og den mindste signifikante forskel ($LSD_{0,95}$) er angivet på samme niveau.

Da N-udvasknings dataene ikke var normalfordelte, som følge af den uensartede afsætning af urinpletter fra kvierne, blev disse data logtransformeret og der blev anvendt en generel lineær model i den statistiske analyse.

3 Klima

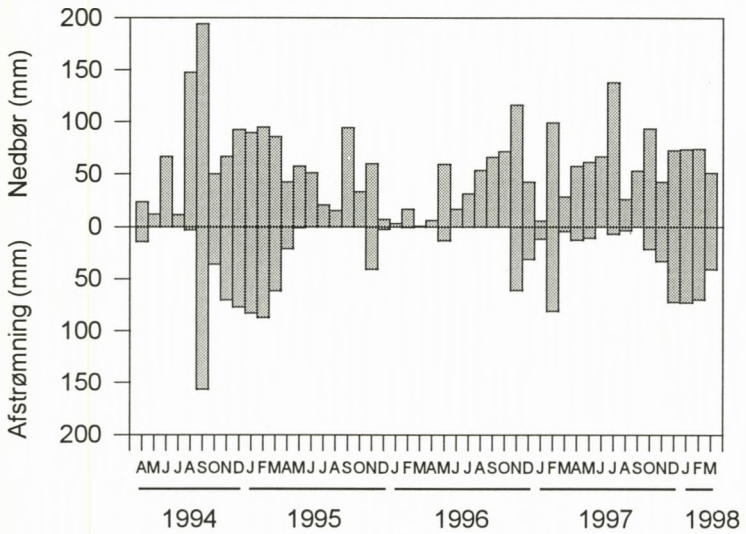
I forsøgsperioden 1994-98 var der markante forskelle imellem årene med hensyn til nedbørsmængden (tabel 3.1). Året 1994 må således betegnes som meget vådt med stor nedbørsmængde i sensommer og efterår, mens 1996 og især vinteren 1995-96 var ekstremt tør. Ud over betydningen af disse forskelle for planteproduktionen, har nedbørsmængderne stor betydning for afstrømningen og dermed for udvaskningen af næringsstoffer. Mængden af vand i afstrømningen blev beregnet ved hjælp af edb-modellen Evacrop (Olesen og Heidmann, 1990) ud fra lokale målinger af nedbør, lufttemperatur og fordampning. Den beregnede afstrømning fra rodzonen (tabel 3.2) varierede meget mellem årene og lidt imellem de forskellige afgrøder. Afstrømningen i 1994-95 var i gennemsnit ni gange større end i det ekstremt tørre år 1995-96. Forskelle i afstrømning fra afgrøder hidrører fra forskelle i fordampning og forskelle i vanding. I fig. 3.1 er vist samhørende værdier af nedbør og afstrømning for vårbyg med udlæg gennem hele forsøgsperioden. Afstrømningen skete hovedsageligt i perioden september til april og hang sammen med nedbørsmængden. Efter den meget tørre vinter 1995-96 var det tydeligt, at der krævedes en stor nedbørsmængde i det følgende efterår før afstrømningen indtraf.

Tabel 3.1 Nedbør ved jordoverfladen og globalstråling i forsøgsperioden. Precipitation and global radiation.

	1994	1995	1996	1997	1998
			Nedbør (mm)		
Januar-marts	218	270	21	133	198
April-juni	102	151	83	185	
Juli-september	353	130	151	217	
Oktober-december	209	100	230	208	
Total	882	651	484	743	
			Globalstråling (MJ/m^2)		
Januar-marts	399	398	398	449	409
April-juni	1527	1533	1447	1558	
Juli-september	1394	1520	1444	1524	
Oktober-december	277	276	245	253	
Total	3597	3727	3534	3784	

Tabel 3.2 Beregnet afstrømning fra rodzonen (1 m dybde). Afstrømingsåret gik fra 1. april til 31. marts. Calculated drainage from root zone (1 m).

	1994-95	1995-96	1996-97	1997-98
Byg med udlæg	589	66	203	345
1. års kløvergræs	613	78	238	340
2. års kløvergræs	617	77	236	338
Byg/ært-helsæd	561	30	181	307
Vinterhvede	545	44	180	359
Foderroer	545	89	208	339
Gennemsnit	578	64	208	338



Figur 3.1 Nedbør og afstrømning for vårbyg med udlæg i forsøgsperioden. Precipitation and drainage in barley.

Med hensyn til en nærmere beskrivelse af vækstbetingelserne i de enkelte forsøgsår henvises til Friis et al. (1994), Mikkelsen et al. (1995), Friis et al. (1996), Jensen et al. (1997) og Hansen et al. (1998).

4 Planteproduktion og næringsstofindhold

4.1 Vårbyg

Vårbyggen blev godt etableret i alle fire forsøgsår. Plantetallet lå relativt stabilt på 350 planter/m^2. Der var svage symptomer på K-mangel i vårbyggen hvert forår i 1995, 96 og 97. Planterne voksede dog hurtigt fra symptomerne. Der var hvert år uens vækst i parcellerne med dybstrøelse som følge af, at dybstrøelse ikke kunne spredes fuldstændig ens. Forskellen i plantevæksten var tydeligvis forårsaget af forskelle i N-forsyning. Disse forskelle forsvandt i løbet af kornets strækningsfase. Som følge af en korrektion i gødningsplanen i de to behandlinger med dybstrøelse blev byggen gødet lidt anderledes i 1994 end i de øvrige tre forsøgsår (se tabel 2.3). Vårbyggen var dækafgrøde for udlæg af kløvergræs. Se om kløvergræs i afsnit 4.2.

4.1.1 Udbytter

I vårbyg blev der som gennemsnit af de tre år 1995-97 opnået et merudbytte på 4,7 hkg tørstof/ha i kerne (svarende til 12%) ved at øge tildelingen af total-N i gylle fra 70 kg/ha (0,9G) til 100 kg/ha (1,4G) (tabel 4.1). Ved at supplere de 175 kg total-N/ha i dybstrøelse (0,9DG) med 50 kg total-N i gylle (1,4DG) blev der høstet et merudbytte på 7,9 hkg tørstof/ha i kerne (svarende til 21%). I begge tilfælde kunne beregnes en udbytterespons på 16 kg tørstof/ha for hvert kg total-N tildelt.

Der blev ikke fundet forskelle mellem de to gødningssystemer. Tilførsel af 70 kg total-N i gylle i 0,9G-systemet gav et udbytte på samme niveau som tilførsel af 175 kg total-N/ha i dybstrøelse i 0,9DG-systemet. Ligeledes har tilførsel af 100 kg total-N/ha i gylle i 1,4G-systemet givet udbytte på niveau med tilførsel af 175 kg total-N/ha i dybstrøelse plus 50 kg total-N/ha i gylle i 1,4DG-systemet.

Ved det lave gødningsniveau (0,9 de/ha) gav tilførsel af 175 kg total-N/ha i dybstrøelse i stedet for 70 kg total-N/ha i gylle et sikkert merudbytte i halm på 3,3 hkg/ha. Der blev ikke fundet sikre forskelle mellem de øvrige behandlinger med hensyn til halmproduktionen.

I 1994 blev byggen gødet med 50 kg total-N/ha i gylle plus 90 kg total-N/ha i dybstrøelse i 0,9DG-behandlingen. I 1,4DG-behandlingen blev der gødet med 80 kg total-N/ha i gylle plus 90 kg total-N/ha i dybstrøelse. På trods af en anden gødskning

blev der fundet samme sikre forskel på kerneudbytter mellem gødningsniveauerne som i perioden 1995-97 (se appendiks B). I halmudbytterne fandtes størst produktion i de to behandlinger med højt gødningsniveau og lavest produktion i 0,9G-systemet. Resultaterne for 1994 og de øvrige år var så ens, at resultaterne for de fire år efterfølgende vil blive behandlet samlet.

Der var store årsvariationer i udbytterne (tabel 4.2). Største kerneudbytter blev opnået i 1996 og 1997 og mindste i 1994. Med hensyn til halmen var produktionen størst i 1995 og mindst i 1994.

Tabel 4.1 Udbytter i vårbyg (hkg tørstof/ha). Gennemsnit af perioden 1995-97. Yields in spring barley (100 kg DM/ha). Average of 1995-97.

Behandling	Total-N (kg/ha)	Kerne	Halm
0,9G	70	$39,0^{b}$	$42,3^{b}$
1,4G	100	$43,7^{a}$	$44,4^{ab}$
0,9DG	175 (D)	$37,3^{b}$	$45,6^{a}$
1,4DG	175 (D) + 50 (G)	$45,2^{a}$	$46,8^{a}$
$LSD_{0,95}$		2,0	2,9

D=dybstrøelse, G=gylle

Tabel 4.2 Udbytter i vårbyg (hkg tørstof/ha). Årsvariation. Yields in spring barley (100 kg DM/ha). Average of treatments.

År	Kerne	Halm
1994	$36,9^{c}$	$29,5^{d}$
1995	$40,5^{b}$	$56,3^{a}$
1996	$42,2^{a}$	$36,8^{c}$
1997	$41,3^{ab}$	$41,2^{b}$
$LSD_{0,95}$	1,5	2,2

Kerneudbyttet kan opgøres som produktet af aksantal, kerner pr. aks og kernevægten. Værdier for de angivne komponenter ses i tabel 4.3. Værdien for kerner pr. aks blev beregnet udfra det samlede tørstofudbytte korrigeret til 15% vand. Det ses, at behandlingerne påvirkede alle tre udbyttekomponenter. Aksantallet var signifikant lavere i 0,9DG-behandlingen hvor der udelukkende var gødet med dybstrøelse,

mens tusindkornsvægten derimod var en smule højere ved det lave gødningsniveau. Antal kerner pr. aks var størst ved det høje gødningsniveau (1,4G og 1,4 DG).

Tabel 4.3 Udbyttekomponenter i vårbyg, gennemsnit af perioden 1994-97. Yield components in spring barley. Average of 1994-97.

Behandling	Total-N kg/ha	Aksantal antal/m^2	Kerner Antal/aks	Kornvægt g/1000 kerner
0,9G	70	591^{a}	16,9^{c}	45,0^{ab}
1,4G	100	619^{a}	18,1^{ab}	44,8^{b}
0,9DG	175 (D)	561^{b}	17,2^{bc}	45,4^{a}
1,4DG	175 (D) + 50 (G)	616^{a}	18,6^{a}	44,8^{b}
$LSD_{0,95}$		28	1,0	0,4

D=dybstrøelse, G=gylle

4.1.2 Næringsstofindhold

Som det fremgår af tabel 4.4 blev der fundet højest N-koncentration i kerne i behandlingerne med højt gødningsniveau (1,4G og 1,4DG).

Tabel 4.4. Indhold af næringsstoffer i vårbyg kerne og halm (% af tørstof). Gennemsnit af perioden 1994-97. Nutrient concentrations in spring barley grain and straw (% of DM). Average of 1994-97.

Behandling	Total-N kg/ha		%N	%P	%K	%S	%Mg
0,9G	70	Kerne	1.35^{cb}	0.34^{b}	0.52^{b}	0.11	0.11
1,4G	100		1.38^{b}	0.34^{b}	0.51^{b}	0.11	0.11
0,9DG	175 (D)		1.34^{c}	0.35^{a}	0.54^{a}	0.10	0.11
1,4DG	175 (D) + 50 (G)		1.42^{a}	0.36^{a}	0.53^{a}	0.11	0.11
$LSD_{0,95}$			0.035	0.008	0.01	-	-
0,9G	70	Halm	0.91^{b}	0.10^{b}	1.22^{c}	0.12	0.09
1,4G	100		0.78^{c}	0.08^{c}	1.22^{c}	0.12	0.08
0,9DG	175 (D)		1.06^{a}	0.12^{a}	1.52^{a}	0.13	0.09
1,4DG	175 (D) + 50 (G)		0.81^{c}	0.10^{b}	1.46^{b}	0.12	0.08
$LSD_{0,95}$			0.058	0.006	0.055	-	-

D=dybstrøelse, G=gylle

I halmfraktionen var forholdet omvendt, idet N-koncentrationen var højest i behandlingerne med lavt gødningsniveau (0,9G og 0,9DG). Indholdet af P og K i både kerne og halm var højest i behandlingerne med både dybstrøelse og gylle (0,9G og 0,9DG). Næringsstofferne S og Mg blev kun analyseret på behandlingsniveau uden gentagelser og dermed uden mulighed for statistisk behandling. S-koncentrationen syntes dog at variere meget lidt. Koncentrationen af Mg var ensartet i kernefraktionen, men varierede noget i halmfraktionen.

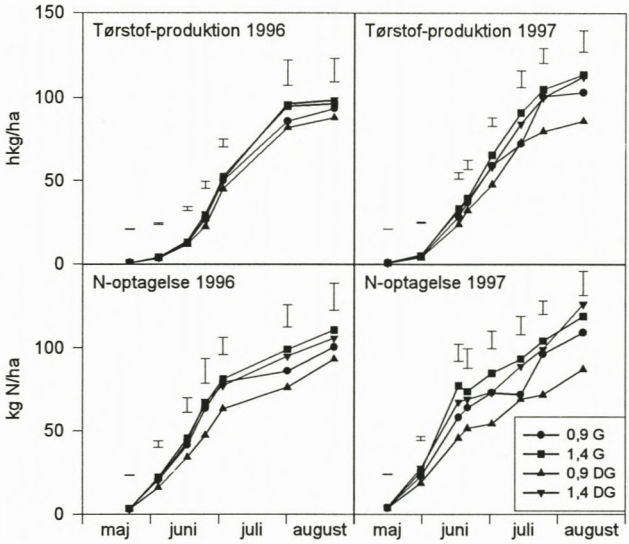
4.1.3 Forløb i vækst og næringsstofoptagelse

I årene 1996 og 1997 blev der udtaget planteprøver 7-8 gange i løbet af vækstsæsonen. Fig. 4.1 viser tilvæksten i tørstof og optagelsen af N for hver af de fire behandlinger. Der blev målt på den samlede overjordiske plantemasse (stængler + blade + aks). Den sidste udtagning var 14 dage før høst i 1996 og 3 dage før høst i 1997.

Tørstofproduktionen i de to behandlinger med høj husdyrintensitet (1,4G og 1,4DG) fulgtes tæt ad i begge år. Dette var i overensstemmelse med høstudbytterne i kerne og halm som begge år var på samme niveau. Tørstofproduktionen i de to behandlinger med lav husdyrintensitet viste begge år det samme forløb med størst tilvækst, hvor der blev gødet med 70 kg total-N/ha i gylle (0,9G) og lavest tilvækst, hvor der blev gødet med 175 kg total-N/ha i dybstrøelse (0,9DG). Forskellen var mest udtalt i 1997. Dette var i god overensstemmelse med høstudbytterne i 1997, hvor 0,9DG-behandlingen gav et signifikant mindre udbytte i forhold til de øvrige behandlinger.

Det ses af fig. 4.1, at optagelsen af N følger den samme udvikling som tørstofproduktionen. N-optagelsen var forsinket helt fra start af vækstsæsonen, hvor der udelukkende blev gødet med dybstrøelse (0,9DG). Indholdet af ammonium-N i gødningen udgør den umiddelbart plantetilgængelige N-fraktion. Dybstrøelsen indeholdt kun 6% ammonium-N ud af det totale N-indhold mod gyllens 50% ammonium-N. I 0,9DG-behandlingen tilførtes således kun omkring 10 kg ammonium-N/ha mod 34 kg/ha i 0,9G-systemet, 48 kg/ha i 1,4G-systemet og 34 kg/ha i 1,4DG-systemet.

Optagelsesforløbet af P og K er ikke vist. Ligesom optagelsen af N steg optagelsen af P helt frem mod høsttidspunktet, hvorimod nettooptagelsen af K toppede cirka 70 dage efter såning omkring byggens skridning. I øvrigt var billedet nogenlunde det samme som for N.



Figur 4.1 Tørstofproduktion (kg TS/ha) og N-optagelse (kg N/ha) i vårbyg som funktion af behandling og tid. De lodrette bjælker angiver $LSD_{0,95}$ for den pågældende prøveudtagning. Dry matter production (kg DM/ha) and N-uptake (kg N/ha) in spring barley as a function of treatment and time.

4.1.4 Diskussion

Udbytter

På trods af en forsinkelse i N-optagelsen helt fra vækststarten i 0,9DG-systemet, hvor der alene blev gødet med dybstrøelse og på trods af et mindre aksantal, blev der ikke fundet sikre forskelle i udbytterne mellem 0,9DG- og 0,9G-systemerne som gennemsnit af forsøgsårene. Det tyder derfor på, at 175 kg total-N i dybstrøelse har haft samme effekt som 70 kg total-N i gylle. Det samme kan uddrages ved det højeste gødningsniveau, hvor 100 kg/ha total-N i gylle (1,4G) gav samme udbytte som 175 kg/ha total-N i dybstrøelse plus 50 kg/ha total-N i gylle (1,4DG).

Forskellene i udbytteniveauer mellem årene stemte godt overens med de gennemsnitlige kerneudbytter på landsplan i konventionelt dyrket vårbyg (Pedersen, 1997). Det tyder derfor på, at de målte forskelle mellem årene primært er forårsaget af forskelle i klimabetingelserne.

Koncentration af næringsstoffer

Bygkernens indhold af N er en vigtig kvalitetsfaktor, idet det samtidig angiver indholdet af råprotein. Selv om der ikke blev fundet sikre forskelle i udbytterne mellem de to gødningssystemer ved det høje gødningsniveau, er der målt et højere indhold af N i kerner i 1,4DG-systemet end i 1,4G-systemet. Det tyder derfor på, at der i 1,4DG-systemet inklusiv virkning af forfrugt frigives lidt mere N til plantevæksten end i 1,4G-systemet. I systemerne med lav husdyrintensitet blev der ikke fundet forskel i hverken kerneudbytter eller N-indhold i kerne. Derimod blev der fundet forskelle i halmens N-indhold, idet der var et sikkert større indhold af N i halmen i 0,9DG-systemet end i 0,9G-systemet. Ved at sammenholde udbytter og koncentrationer findes, at andelen af N i kerne i forhold til den samlede mængde i kerne plus halm varierede fra omkring 65% N ved det høje gødningsniveau (1,4G og 1,4DG) til 53-59% ved det lave gødningsniveau (0,9G og 0,9DG).

Koncentrationerne af P og K i både kerne og halm var ifølge tabel 4.4 større i de to behandlinger, hvor der blev gødet med dybstrøelse. Dette hænger sandsynligvis sammen med en betydelig større mængde af disse næringsstoffer i kvægdybstrøelse i forhold til kvæggylle. I modsætning til N regnes størstedelen af P og K i husdyrgødningen for at være plantetilgængeligt. I gennemsnit af årene modtog byggen i gyllesystemerne henholdsvis 70 kg K/ha (0,9G) og 100 kg K/ha (1,4G). I de to systemer med dybstrøelse var K-tilførslen betydelig større, henholdsvis 200 kg/ha (0,9DG) og 245 kg/ha (1,4DG). Det samme forhold om end i mindre skala gør sig gældende for P. Her var tilførslen af P til byggen 15 kg/ha i 0,9G-systemet og 21 kg/ha i 1,4G-systemet mod 32 kg/ha og 42 kg/ha i henholdsvis 0,9DG- og 1,4DG-systemet.

Ved beregning af næringsstofbalancer på økologiske bedrifter er det normalt at anvende standardværdier for indhold af næringsstoffer i de høstede afgrøder. I tabel 4.5 er foruden de målte værdier også angivet værdier for indhold af N, P, K, S og Mg i vårbyg kerne og halm fra "Fodermiddeltabellen" (Strudsholm et al., 1997). Ved sammenligning af tabelværdierne med de målte værdier fandtes store forskelle i N-indholdet i både kerne og halm. De målte værdier i kerne lå 24-34% under tabelværdien, mens indholdet i halmen lå 14-69% over tabelværdien. Indholdet af P i kerne lå 10-20% under tabelværdien og indholdet i halmen lå 0-75% over. K-indholdet i kerne var nogenlunde på niveau med tabelværdien, mens K-indholdet i halmen lå fra 50% under til 12% over tabelværdien. De målte S- og Mg-koncentrationer lå på samme niveau som tabelværdierne.

Tabel 4.5 Årsvariation i næringsstofindhold (% af tørstof) i vårbyg og værdier fra fodermiddeltabel (Strudsholm et al., 1997). Nutrient content (% of DM) in spring barley and corresponding values from a feed table.

Næringsstoffer	Kerne		Halm	
	Min.-maks.	*Fodermiddeltabel*	Min.-maks.	*Fodermiddeltabel*
N	1,27-1,46	*1,92*	0,73-1,08	*0,64*
P	0,33-0,37	*0,41*	0,08-0,14	*0,08*
K	0,44-0,59	*0,50*	0,87-1,91	*1,70*
S	0,10-0,12	*0,11*	0,10-0,15	-
Mg	0,11	*0,12*	0,07-0,10	*0,09*

4.1.5 Konklusion

- Der blev fundet et større udbytte ved den høje husdyrintensitet (1,4 de/ha) i forhold til den lave (0,9 de/ha). Merudbyttet ved at gå fra 0,9 til 1,4 de/ha var 6,3 hkg tørstof (16,5%) i kerne og 1,6 hkg tørstof/ha (3,6%) i halm.
- Hvor der udelukkende blev tilført dybstrøelse, var N-optagelsen forsinket helt fra start af vækstsæsonen. På trods af forsinket N-optagelse, blev der ikke fundet udbytteforskelle mellem behandlingerne med henholdsvis dybstrøelse og gylle, hverken ved høj (1,4 de/ha) eller lav (0,9 de/ha) husdyrintensitet.
- De højeste N-koncentrationer i kerne blev målt ved den høje husdyrintensitet (1,4 de/ha) hvorimod det højeste N-indhold i halmen blev målt ved lav husdyrintensitet (0,9 de/ha). De højeste koncentrationer af P og K i både kerne og halm blev målt i behandlingerne med dybstrøelse.

4.2 Kløvergræs

Efter høst af vårbyg blev kløvergræsudlægget afgræsset af kvier om efteråret, og i de to følgende år blev der taget et slæt i begyndelsen af juni, hvorefter kvier afgræssede kløvergræsset resten af sæsonen. Udlægget blev afgræsset af ét hold kvier, som gik over hele arealet. I 1. og 2. års kløvergræs blev kvierne opdelt i to hold, som afgræssede henholdsvis det lave og det høje gødningsniveau. Kvierne afgræssede 1. og 2. års markerne fra sidst i juni til midt i oktober. I det første forsøgsår, 1994, blev det erfaret, at kvierne vragede nogle af foldene/parcellerne, når græstilbuddet var højt. Dette skyldes sandsynligvis, at kvierne skulle finde vej i den lidt labyrintagtige ind-

hegning (jf. kap. 2.4), som var nødvendig på grund af forsøgsbehandlingernes tilfældige placering. Erfaringerne fra 1994 gjorde, at afgræsningen i de øvrige forsøgsår blev forholdsvis hård for at få en mere ensartet afgræsning. Selv om der blev afgræsset hårdt, var der meget lidt ukrudt i markerne. Belægningsgraden og afgræsningsperioden ses i tabel 4.6. Udlægget blev ikke afgræsset i 1996, da væksten ikke var tilstrækkelig, og kvierne i 1. og 2. års markerne blev af samme grund indbundet tidligere. De førnævnte problemer i 1994 med undergræsning i visse parceller afspejles i en lavere belægning dette år. Vraggræsset blev høstet om efteråret i 1994. Den forholdsvis hårde afgræsning bevirkede, at afgrødemængden faldt kraftigt gennem afgræsningssæsonen. Reguleringen af afgræsningen foregik ved, at kvierne blev flyttet væk fra parcellerne til et bufferareal, når der ikke var tilstrækkelig afgrødemængde. Antallet af kvier (belægningsgraden) faldt naturligvis gennem afgræsningssæsonen, efterhånden som tilvæksten blev mindre. Afgrødehøjden målt med pladeløfter faldt i gennemsnit (1995-97) fra 5,2 cm i begyndelsen af juli til 2,5 cm midt i oktober. Tilbuddet faldt ligeledes gennem afgræsningssæsonen fra 551 FE/ha i begyndelsen af juli til 85 FE/ha midt i oktober. Tilbuddet blev defineret som afgrødemængden over 3 cm. En nedgang i afgrødemængden gennem afgræsningssæsonen er normal, men nedgangen er oftest ikke så kraftig, som her beskrevet.

Tabel 4.6 Belægningsgrad udtrykt som det gennemsnitlige antal kvier/ha samt afgræsningsperioden for de enkelte år og marker. Mean grazing intensity (heifers/ha) and grazing period for single year and pasture.

	1994		1995		1996		1997	
	Kvier	Periode	Kvier	Periode	Kvier	Periode	Kvier	Periode
Udlæg	3,4	2/9-20/10	4,9	18/9-18/10	0	-	3,5	19/8-26/9
1. år	3,5	27/6-20/10	5,9	26/6-18/10	6,4	27/6-20/9	5,6	9/7-23/10
2. år	3,9	27/6-20/10	5,1	26/6-18/10	6,8	27/6-20/9	5,8	9/7-23/10

4.2.1 *Resultater af hovedbehandlinger*

Udbytte og kvalitet i udlæg

Om efteråret blev der frahegnet parceller, som ikke blev græsset, til måling af kløvergræsproduktionen. Disse parceller blev høstet til normal stubhøjde på 7 cm. I 1996 var der som nævnt ingen afgræsning og dermed ingen parcelhøst på grund af ringe produktion. I 1997 blev der afgræsset med kvier, men produktionen var så lille, at der praktisk talt ikke var noget afgrøde over stubhøjde, hvorfor parcellerne heller ik-

ke blev høstet i 1997. Resultaterne fra 1994-95, som således var de eneste år med produktionsresultater, er vist i tabel 4.7.

I vårbyg med udlæg blev der kun gødet om foråret og ikke efter høst af dæksæd. Forskelle i udlægget om efteråret var således et resultat af dæksædens gødningstilførsel. Kløvergræsproduktionen og kløverandelen efter dæksædshøst var mindst ved højeste gødningsniveau, mens udbyttet af vårbyg som ventet var højest ved det højeste gødningsniveau (jf. tabel 4.7). Årsagen til det lavere kløvergræsudbytte ved højeste gødningsniveau skal sandsynligvis findes i to forhold. For det første har vårbyggen skygget udlægget mere ved det højeste gødningsniveau, og udlægget har derfor været tyndere. For der andet har det højere gødningsniveau sammen med mindre lystilgang bevirket, at kløverandelen har været mindre, da kløveren er konkurrencesvag ved lav lysmængde og ved N-tilførsel.

Koncentrationen af råprotein var den eneste kvalitetsparameter, som blev påvirket af dæksædens gødskning. Koncentrationen var højest ved laveste gødningsniveau, hvilket må tilskrives den større kløverandel, jf. tabel 4.7. En højere kløverandel forøger normalt koncentrationen af råprotein.

Tabel 4.7 Udbytte og indhold af råprotein i kløvergræsudlægget, 1994-95, samt kløverandel i 1995. Totaludbyttet for vårbyg, kerne+halm, er vist for 1994-95. Yield and crude protein concentration of grass-clover in autumn after establishment in spring barley, 1994-95, and the clover content in 1995. Total yields of spring barley (grain + straw) is shown for 1994-95.

Behand-ling	Vårbyg	Kløvergræsudlæg		
	kg TS/ha	Kg TS/ha	% råprotein	% kløver
0,9G	7.576	831^{b}	26,4^{a}	59,4^{a}
1,4G	8.224	707^{b}	24,6^{b}	49,4^{ab}
0,9DG	8.066	1.004^{a}	26,0^{a}	64,4^{a}
1,4DG	8.761	748^{b}	24,4^{b}	48,2^{b}
$LSD_{0,95}$		134	1,3	11,9

Høstparcellerne blev ikke afgræsset.

Udbytte og kvalitet i 1. års kløvergræs

Der blev, som hovedbehandling, ikke tilført gødning til 1. års kløvergræs. I første forsøgsår, 1994, var der derfor ingen forskel mellem forsøgsbehandlingerne. Fra 1995

og fremefter kunne der være eftervirkninger efter forsøgsbehandlingerne i udlægsåret, hvor dæksæden blev gødet forskelligt. Resultater fra 1994 er derfor ikke medtaget i tabel 4.8, men kan ses i Appendiks B. Hvor der var tilført dybstrøelse til udlægsmarken, var der en lille positiv eftervirkning på forårsproduktionen i 1. års kløvergræs i forhold til gylletilførsel, hvorimod gødningsniveauet ikke medførte forskel i eftervirkning (tabel 4.8). Tilførslen af næringsstoffer i udlægsåret var også betydelig større i DG-parcellerne. Der blev således i gennemsnit tilført 184 kg N og 222 kg K i DG-behandlingerne, mens der til G-parcellerne kun blev tilført 83 kg N og 83 kg K/ha. Senere i vækstsæsonen havde den største mængde dybstrøelse (1,4 DG) stadigvæk en positiv eftervirkning på vækstraten (tabel 4.8).

Tabel 4.8 Udbyttet af 1. slæt (AE/ha) og vækstraten (kg TS/ha/dag) under afgræsning sidst i august, 1995-97. Yield of cut 1 (100 feed units for cattle/ha) and growth rate (kg DM/ha/day) under grazing in late August (1995-97).

Behandling	Udbytte af 1. slæt		Vækstrate	
	1. brugsår	2. brugsår	1. brugsår	2. brugsår
0,9G	34,7^{b}	42,4^{a}	14,8^{b}	15,6
1,4G	34,5^{b}	42,9^{a}	16,8^{b}	16,2
0,9DG	35,8^{ab}	39,7^{b}	17,5^{b}	18,4
1,4DG	36,7^{a}	38,2^{b}	24,3^{a}	14,6
$LSD_{0,95}$	1,8	2,1	6,6	n.s.

I 1. brugsår blev der ikke tilført gødning. I 2. brugsår fik 0,9G og 1,4G tilført hhv. 70 og 140 kg total-N pr. ha i gylle om foråret.

Der var en tendens til, at i de parceller, hvor dæksæden var gødet efter det høje gødningsniveau, var kløverandelen gennem hele 1. års kløvergræs mindre både ved 1. slæt og derefter under afgræsning (tabel 4.9). Den førnævnte mindre kløverandel i udlægsårets efterår ved højeste gødningsniveau til dæksæden har således fortsat i 1. brugsår, og den mindre kløverandel blev også afspejlet i en lavere koncentration af råprotein.

Tabel 4.9 Kløverandel og afgrødekvalitet ved 1. slæt i begyndelsen af juni og under afgræsning sidst i august, 1995-97. Content of clover and herbage quality at cut 1 at the beginning of June and under grazing in late August, 1995-97.

1. slæt	Kløverandel % af TS		Foderenhedskonc. FE/kg TS		Råprotein %		K %	
	1.år	2.år	1.år	2.år	1.år	2.år	1.år	2.år
0,9G	46,4	19,1	0,92	0,88^{b}	15,9^{a}	14,9^{b}	2,26	2,20^{b}
1,4G	42,9	19,8	0,91	0,87^{b}	15,0^{b}	15,7^{a}	2,32	2,48^{a}
0,9DG	47,1	19,2	0,92	0,90^{a}	16,2^{a}	15,1^{ab}	2,37	1,82^{c}
1,4DG	38,9	22,5	0,92	0,90^{a}	14,6^{b}	15,0^{b}	2,40	1,90^{c}
$LSD_{0,95}$	n.s.	n.s.	n.s.	0,02	0,9	0,6	n.s.	0,22

Afgræsning*	Kløverandel % af TS		Råprotein %		K %	
	1.år	2.år	1.år	2.år	1.år	2.år
0,9G	57,3^{a}	40,4^{ab}	33,3	30,6^{ab}	2,23^{ab}	1,87
1,4G	53,0^{ab}	43,8^{a}	32,0	31,4^{a}	2,09^{b}	1,95
0,9DG	50,2^{bc}	33,5^{c}	33,5	28,9^{b}	2,31^{ab}	1,84
1,4DG	47,8^{c}	37,8^{bc}	32,8	30,0^{ab}	2,36^{a}	1,79
$LSD_{0,95}$	5,0	4,7	n.s.	2,3	0,24	n.s.

I 1. brugsår blev der ikke tilført gødning. I 2. brugsår fik 0,9G- og 1,4G-behandlingerne tilført hhv. 70 og 140 kg total-N pr. ha i gylle om foråret.

*) Registreringen er foretaget i perioden 21/8-5/9.

Udbytte og kvalitet i 2. års kløvergræs

Det var kun muligt i 1996-97 at teste eventuelle eftervirkninger af forsøgsgødskningen i udlægsmarken på produktionen i 2. års kløvergræs. Der var ingen målelige eftervirkninger, hvorfor resultaterne fra 2. brugsår også er vist for 1995-97. G-behandlingerne fik tilført gylle ved begyndende vækst i 2. brugsår, hvilket bevirkede at udbyttet steg med i gennemsnit 3,7 AE/ha (tabel 4.8). Den største mængde gylle (140 kg total-N/ha i 1,4 G-behandlingen) forøgede ikke udbyttet i forhold til den mindste mængde (70 kg total-N/ha i 0,9 G-behandlingen). Senere i vækstsæsonen under afgræsning var der ingen forskel i vækstraten mellem forsøgsbehandlingerne (tabel 4.8).

I kløvergræssets 2. år fandtes effekter på kløverandele, som var meget overraskende. I 1. slæt blev udbyttet som omtalt større ved gylletilførsel om foråret (tabel 4.8), men kløverandelen var upåvirket af gylletilførslen (tabel 4.9). Der var på grund af udbyttestigningen forventet en betydelig reduktion af kløverandelen ved gylletilførsel. Senere i vækstsæsonen var kløverandelen endda højere, hvor der var tilført gylle om foråret. Gylletilførsel bevirkede, at foderenhedskoncentrationen blev mindre, hvilket også må forventes da udbyttet var større. K-koncentrationen var også positivt påvirket af gylletilførslen, primært ved 1. slæt.

1. år kontra 2. år

Forårsproduktionen i 2. brugsår var noget større end i 1. brugsår. Første slæt blev taget på sammen tidspunkt, og der blev høstet over 10% mere i 2. brugsår (tabel 4.10).

Tabel 4.10 Produktion og kvalitet i 1. og 2. brugsår, dels ved 1. slæt og dels i afgræsningssæsonen. Gennemsnit af alle behandlinger (1995-97). Desuden er vist tabelværdier fra fodermiddeltabellen. Production and quality of herbage in harvest year 1 and 2, at cut 1 and in the grazing period. Mean of all treatments, 1995-97.

	1. slæt				Afgræsningssæsonen			
	1. år	2. år	LSD	*Fo.mid.tab*[1)]	1. år	2. år	LSD	*Fo.mid.tab.*[2)]
FE/ha	3.687	4.063	108		276	199	34	
Vækstrate (kg TS/ha/dag)					13,3	16,0	n.s.	
Højde (cm)					3,7	3,7	n.s.	
% kløver	39,4	21,1	3,3	*30*	54,3	40,6	2,7	
% råprotein	15,4	15,2	n.s.	*17*	29,2	28,1	n.s.	*25*
% K	2,45	2,02	0,11	*3,00*	2,13	1,86	0,09	*3,00*
% Ca	0,98	0,82	0,09	*0,80*				
% Mg	0,13	0,13	n.s.	*0,19*				
% Na	0,17	0,29	0,03	*0,25*				
% P	0,31	0,32	0,01	*0,35*				
% S	0,15	0,15	n.s.	*0,32*				
% NDF	33,9	36,9	0,4	*50*	30,9	33,1	1,4	*29*
% FK in vitro	78,3	77,2	0,6	*76*	74,6	73,6	n.s.	*78*

1) Fodermiddeltabel 1997 (Strudsholm et al., 1997), slæt, gens. af 10-30 og 30-50 % kløver

2) Fodermiddeltabel 1997 (Strudsholm et al., 1997), storfold, gens. af midt og sen.

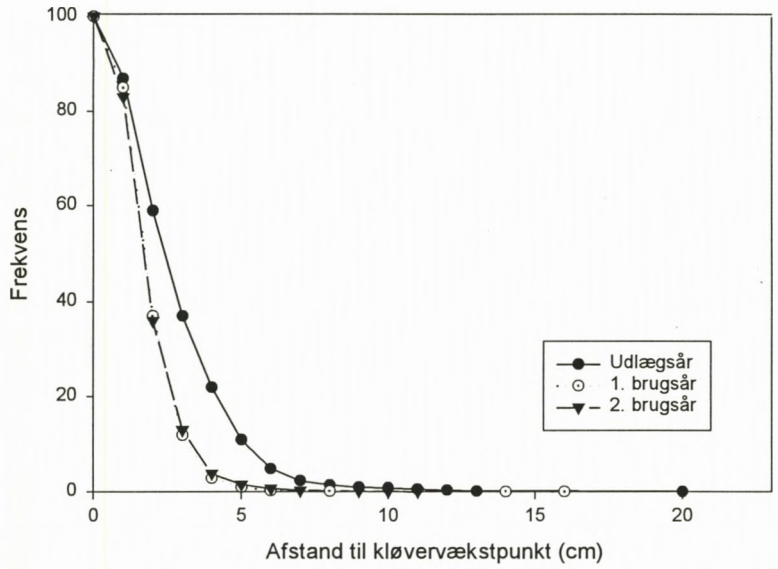
Produktionsforskellen var synlig gennem hele forårsperioden. Dels var 2. års marken mere grøn og dels var afgrøden højere i 2. års marken gennem hele forårsvæksten (tabel 4.11). Ved slæt var kløvergræsset over 3 cm højere i 2. års end i 1. års marken. I afgræsningssæsonen var afgrødehøjden målt med pladeløfter til gengæld som gennemsnit den samme i 1. som i 2. års marken, mens der var en tendens til at tilbuddet var højere i 1. års marken. Samme højde og større tilbud i 1. års marken er ensbetydende med en større afgrødetæthed. Kløverandelen ved 1. slæt blev næsten halveret i 2. brugsår i forhold til 1. brugsår (tabel 4.10). Senere i vækstsæsonen var kløverandelen stadigvæk noget mindre, selv om den rettede sig lidt. Netop den højere kløverandel i 1. års marken kan være skyld i, at afgrøden har været mere tæt.

Tabel 4.11 Afgrødehøjde (cm) målt med pladeløfter gennem forårsvæksten. Sward height (cm) measured with plate raising meter throughout spring growth.

	22/4-2/5	17/5-23/5	30/5-3/6
1. brugsår	5,2[b]	15,2[b]	28,5[b]
2. brugsår	5,9[a]	17,2[a]	31,9[a]
$LSD_{0,95}$	0,2	0,5	0,9

Råproteinkoncentrationen var den samme i de to brugsår (tabel 4.10). Der kunne ellers forventes en lavere koncentration i 2. års marken, da den meget lavere kløverandel sammen med den større produktion i foråret i sig selv skulle have sænket råproteinkoncentrationen. Når det ikke var tilfældet, må det skyldes en betydelig eftervirkning efter 1. brugsår, idet gylletilførsel i 2. brugsår ikke ændrede koncentrationen af råprotein (se senere, tabel 4.12). Indholdet af cellevægge (NDF) var derimod som forventet noget større i 2. brugsår. Dette er sandsynligvis forårsaget af det lavere kløverindhold, samt ved 1. slæt ligeledes af den større afgrøde. Normalt mindskes NDF-koncentrationen ved et højere kløverindhold og ved en mindre afgrødemængde.

K-koncentrationen var 13-16% lavere i 2. end i 1. brugsår og var desuden lavere i afgræsningssæsonen end ved 1. slæt. K-koncentrationen faldt således fra ca. 2,5% ved 1. slæt i 1. brugsår til ca. 1,9% i afgræsningssæsonen i 2. brugsår. De øvrige næringsstoffer blev kun analyseret ved 1. slæt og her var koncentrationen af Ca størst i 1. brugsår, mens Na og P var lavest. Koncentrationerne af Mg og S var den samme i 1. som i 2. brugsår.



Figur 4.2 Hulfrekvens. Gennemsnit af alle forsøgsbehandlinger 1994-97. Absence frequency of white clover growing points. Mean of all treatments, 1994-97.

Kløvergræsset bestod af hvidkløver og alm. rajgræs. Hvidkløveren kan, på grund af sine udløbere, hurtigt invadere et kløverfrit område, som kan være opstået efter en gødningsklat, optrædning eller lignende. Rajgræsset har ingen udløbere og har således ingen mulighed for at lappe huller i bestanden. Omfanget af huller i kløverbestanden om efteråret blev beskrevet ved hjælp af hulfrekvens-metoden. Efter afgræsningssæsonen, sidst i oktober til først i november, blev hulfrekvensen bestemt for kløvervækstpunkterne. Afstanden fra et tilfældigt punkt og til nærmeste kløvervækstpunkt blev målt 30 steder pr. parcel. Der var ingen forskel mellem forsøgsbehandlingerne. Den gennemsnitlige afstand til et kløvervækstpunkt var den samme i 1. og 2. brugsår, 1,4 cm, mens afstanden i udlægsåret var 2,3 cm. Kløveren har således været meget tæt i både 1. og 2. brugsår. Kløverandelen over afgræsningshøjde var i gennemsnit 14 procentenheder mindre i 2. brugsår (tabel 4.10), hvilket er ensbetydende med, at der ikke har været overensstemmelse mellem den synlige kløvertæthed og så kløverandelen i afgrøden. I fig. 4.2 ses hulfrekvensen for udlægsår, 1. og 2. brugsår. I figuren ses for eksempel at i 37% af tilfældene har der været mere end 3 cm til nærmeste kløvervækstpunkt i udlægsmarkerne, mens der i 1. og 2. brugsår kun i 12-13% af tilfældene var mere end 3 cm. Når der var 3 cm til nærmeste vækstpunkt, er det ensbetydende med, at der har været en kløverfri plet med minimum 6 cm i diameter. Kløvergræsset blev således ikke mere hullet med alderen, og der var således i 2. brugsår kun i 0,7% af tilfældene over 7 cm til nærmeste vækst-

punkt. I disse få pletter kan der have stået græs, men da alm. rajgræs kun kan buske sig og ikke brede sig ved udløbere, har disse huller ikke været fyldt helt ud. Resultaterne viser, at ukrudt kun har haft begrænset muligheder for etablering.

4.2.2 *Gylletilførsel 1. kontra 2. år*

I kløvergræsmarkernes parceller med 0,9G- og 1,4G-behandling var der indføjet en delundersøgelse, hvor gylletilførsel til 1. års marken blev sammenlignet med 2. års marken. Hovedformålet var at undersøge, om gylle i sådanne økologiske sædskifter skal tilføres 1. eller 2. års markerne, og om der overhovedet skal tilføres gylle. Gylletilførsel ved begyndende vækst om foråret hævede udbyttet af 1. slæt begge år, men udbyttestigningen var noget større i 1. brugsår end i 2. brugsår. Udbyttet steg i gennemsnit 18% i 1. brugsår og 6% i 2. brugsår (tabel 4.12). Denne betydelige forskel skyldes sandsynligvis, at den føromtalte positive eftervirkning af 1. år på 2. års marken har mindsket gødningsvirkningen. Summen af udbyttet af 1. slæt i 1. og 2. brugsår var således 385 FE/ha højere, når gyllen var tilført 1. brugsår og ikke 2. brugsår end omvendt. I afgræsningssæsonen var der ingen effekt af gylletilførslen hverken på tilbuddets størrelse eller vækstraten (tabel 4.12). Det upåvirkede tilbud antyder også, at kvierne har ædt lige meget af alle parceller, dvs. gylletilførslen i foråret har ikke påvirket kviernes ædelyst efter 1. slæt. Lugten af gylle har således sandsynligvis været væk, da afgræsning startede .

Gylletilførsel reducerede kløverandelen noget mere i 1. brugsår, fra 39 til 26% kløvertørstof, end i 2. brugsår, fra 23 til 19% (gennemsnit af 0,9G og 1,4 G). Dette bekræfter, at der var en betydelig positiv eftervirkning af 1. brugsår. I afgræsningssæsonen var der i 2. brugsår en tendens til en højere kløverandel, hvor der var tilført gylle om foråret.

Den største effekt på planternes kemiske sammensætning fandtes begge brugsår i K-koncentrationen (tabel 4.12), hvor tilførsel af gylle medførte en øget K-koncentration i afgrøden. Gylletilførsel havde tilsyneladende samme effekt 1. som 2. brugsår selv om K-koncentrationen var lavere 2. år. Der var en tendens til, at den højere K-koncentration også var gældende senere i afgræsningsperioden i begge brugsår.

Koncentrationen af råprotein blev kun påvirket ubetydeligt af gylletilførslen i begge brugsår. I 1. brugsår må dette skyldes at gylletilførsel i sig selv hæver N-koncentrationen og at denne stigning har udlignet effekten af den reducerede kløverandel. I 2. brugsår var råproteinkoncentrationen forholdsvis højere end i 1. brugsår, udbytteni-

veauet taget i betragtning. Det skyldes sandsynligvis den positive eftervirkning af 1. brugsår. Denne eftervirkning har sandsynligvis også været årsag til, at gylletilførsel i 2. brugsår har haft ringe indvirkning på koncentrationen af råprotein, selvom kløverandelen kun blev svagt påvirket. I afgræsningsperioden var der ingen forskelle.

Tabel 4.12 Gylletilførsel til enten 1. eller 2. brugsår. Produktion og kvalitet ved hhv. 1. slæt og i afgræsningssæsonen. Application of slurry at either year 1 or 2. Production and quality of herbage at cut 1 and in the grazing period.

				1. slæt					
	Gylle 1. år	Gylle 2. år		Udbytte a.e./ha	% kløver	% råprot.	% K	% Fkin vitro	% NDF
0,9G	**0 N**		1. år (94-97)	34,5^{c}	40,5^{a}	14,9^{a}	2,17^{c}	79,1^{a}	33,1^{c}
	70 N			39,6^{b}	30,5^{b}	14,6^{ab}	2,48^{b}	77,8^{b}	34,4^{b}
1,4G	**0 N**			33,9^{c}	37,1^{ab}	14,1^{b}	2,18^{c}	78,6^{ab}	33,1^{c}
	140 N			41,5^{a}	20,5^{c}	14,1^{b}	2,74^{a}	77,6^{b}	36,1^{a}
$LSD_{0,95}$				1,9	7,3	0,8	0,14	1,2	1,0
0,9G	0 N	**70 N**	2. år (95-97)	42,4^{a}	19,1^{b}	14,9^{b}	2,20^{b}	76,8^{ab}	37,5^{a}
	70 N	**0 N**		41,0^{ab}	21,6^{ab}	15,1^{ab}	1,76^{c}	77,3^{ab}	36,3^{b}
1,4G	0 N	**140 N**		42,9^{a}	19,8^{b}	15,7^{a}	2,48^{a}	76,4^{b}	37,9^{a}
	140 N	**0 N**		39,5^{b}	24,5^{a}	15,2^{ab}	1,97^{bc}	77,6^{a}	36,3^{b}
$LSD_{0,95}$				2,4	4,3	0,7	0,23	1,1	1,0
				Afgræsningssæsonen					
	Gylle 1. år	Gylle 2. år		Tilbud FE/ha*	Vækstrate hkg TS/ha/dag		% kløver	% råprot.	% K
0,9G	**0 N**		1. år (94-97)	405	14,9		57,3	28,6	2,10^{b}
	70 N			411	14,6		52,8	28,6	2,14^{ab}
1,4G	**0 N**			339	14,2		53,0	28,2	2,04^{b}
	140 N			399	16,0		54,1	27,8	2,26^{a}
$LSD_{0,95}$				n.s.	n.s.		n.s.	n.s.	0,15
0,9G	0 N	**70 N**	2. år (95-97)	287	13,5		40,4^{ab}	28,4	1,83^{b}
	70 N	**0 N**		278	15,2		36,3^{b}	28,3	1,79^{b}
1,4G	0 N	**140 N**		274	18,3		43,8^{a}	27,8	1,95^{a}
	140 N	**0 N**		266	15,4		42,0^{a}	28,0	1,89^{ab}
$LSD_{0,95}$				n.s.	n.s.		4,8	n.s.	0,12

*) Tilbuddet er udtrykt i FE/ha over 3 cm.

4.2.3 *Diskussion*

Kalium og kløver

Hvert forår kunne der iagttages forbigående symptomer på K-mangel i kløveren, hvilket ikke er usædvanligt i danske kløvergræsmarker. Dette skyldes sandsynligvis mere kulde end egentlig K-mangel. Senere i vækstsæsonen var der især i 1996 tydelige mangelsymptomer (jf. kap. 9). Resultaterne antyder, at K i visse tilfælde har været begrænsende for kløvervæksten, og at det primært har været i 2. brugsår. Denne konklusion bygger på flere forhold. For det første bevirkede stigende tilførsel af dybstrøelse eller gylle i udlægsåret, at kløverandelen var lidt mindre til og med 1. brugsår, og at råproteinkoncentrationen var mindre, samtidig med at K-koncentrationen ikke blev påvirket (jf. tabel 4.9). Det tyder således på, at effekten mere har været en effekt af N end af K i gødningen, og K dermed ikke har været begrænsende i starten af kløvergræsperioden i sædskiftet. For det andet hævede gylletilførsel i 2. brugsår kløverandelen i afgræsningsperioden og sænkede kun kløverandelen i begrænset omfang i 1. slæt (jf. tabel 4.9 og tabel 4.12). Den normale negative effekt af gødningstilførsel på kløverandelen, som primært skyldes N-tilførsel, er således ikke indtruffet, men er blevet overskygget af en anden parameter, som kunne være en positiv effekt af K-tilførsel. Det støttes af, at K-koncentrationen blev påvirket forholdsvis meget af gylletilførsel. For det tredje faldt kløverandelen forholdsvis meget fra 1. til 2. brugsår, selv om kløveren var meget tæt i 1. brugsårs efterår (jf. fig. 4.2), og K-koncentrationen faldt samtidig med 0,4 procentenheder (jf. tabel 4.9), hvilket også antyder en sammenhæng mellem kløverandel og K-tilgængelighed. På tre økologiske kvægbedrifter blev der registreret en meget mindre nedgang i kløverandelen, i gennemsnit en nedgang fra ca. 42% i 1. brugsår til 34% i 2. brugsår (Nielsen, 1995).

Det er velkendt, at hvidkløver generelt konkurrerer dårligere om næringsstofferne end græs, når et næringsstof er begrænsende. I en oversigtsartikel har Dunlop og Hart (1987) fundet et kritisk niveau i hvidkløver på 1,8-2,3% K, når hvidkløver vokser sammen med rajgræs. Resultaterne i nærværende undersøgelse er imidlertid for hele afgrøden, det vil sige både alm. rajgræs og hvidkløver. K-koncentrationen lå i intervallet 1,0 - 3,5% med en hovedvægt under 2,3% K. Hvidkløver indeholder altid en større mængde mineraler end græs, og koncentrationen af K findes oftest lig med eller højere end i græs (Søegaard, 1994). Selv om kløver ikke er analyseret særskilt i denne undersøgelse, tyder det på, at K-koncentrationen i kløveren har været kritisk lav.

Tilgængeligt K i jorden varierede meget, og Kt blev i pløjelaget på parcelniveau målt mellem 3,0 og 22,0. Ved 1. slæt var der ingen sammenhæng mellem kløverandelen og

Kt. Sidst i august under afgræsning var der imidlertid en svag sammenhæng, og kløverandelen var signifikant positiv relateret til Kt. I ovennævnte registreringer på tre økologiske brug, blev denne sammenhæng også fundet (Nielsen, 1995). Kt var mindre i 2. brugsår end i 1. brugsår, i gennemsnit var Kt målt om efteråret 8,0 i 1. brugsår og 6,1 i 2. brugsår (se kap. 7.1). Disse forhold er med til at støtte, at K i visse tilfælde har været begrænsende for kløvervæksten, og at det især var i 2. brugsår, det kom til udtryk.

Øvrige mineraler og kløver

I forhold til fodermiddeltabellen 1997 (Strudsholm et al., 1997) var koncentrationen af K, S og Mg meget lavere (jf. tabel 4.10). S blev kun analyseret i 1. slæt, hvor det viste sig, at forsøgsbehandlinger og brugsår ikke havde nogen indvirkning på S-koncentrationen. Koncentrationen af S varierede mellem 0,13 og 0,18, hvilket er lavt og ifølge Dunlop og Hart (1987) under kritisk grænse. Men da koncentrationen varierede meget lidt og var upåvirket, formodes S ikke at have været begrænsende for væksten.

Koncentrationen af de divalente kationer (Ca og Mg) stiger ofte med kløveriblanding, hvilket også var tilfældet i dette forsøg, hvor Ca og Mg blev bestemt ved 1. slæt:

% Ca = 0,63 + 0,009% kløver (r^2=0,72; n=44),

% Mg = 0,10 + 0,001% kløver (r^2=0,48; n=44).

Ca-koncentrationen, som var på niveau med fodermidddeltabellen, var således især påvirket af kløverandelen. Mg-koncentrationen var mindre afhængig af kløverandelen, og det lave niveau i forhold til fodermiddeltabellen kunne også tyde på at andre betydende faktorer har begrænset indholdet.

Koncentrationen af K, P og Na bestemt ved 1. slæt var ikke relateret til kløverindhold. I afgræsningsperioden fandtes en svag sammenhæng mellem K og kløverandel:

% K = 1,2 + 0,016% kløver (r^2=0,26; n=108).

Selv om K som beskrevet syntes at have været begrænsende for kløvervæksten, var relationen mellem kløverandel og K-koncentration ringe. En af årsagerne kan være det forhold, at K-optagelsen er meget afhængig af K-tilgængeligheden.

Na steg kraftigt fra 1. til 2. brugsår. Årsagen til dette er sandsynligvis den mindre tilgængelighed af K, hvilket støttes af Jacobsen og Bentholm (1979), som fandt at et højt indhold af K i græs blev fulgt af et tilsvarende lavt indhold af Na og omvendt.

Gylletilførsel til 1. års kontra 2. års kløvergræs

Der var mere vækst i 2. brugsår end i 1. brugsår, hvilket sandsynligvis primært skyldes en positiv eftervirkning efter afgræsning, hvor den største del af næringsstofferne bliver i marksystemet og kun en meget begrænset del fjernes via kviernes tilvækst. Desuden akkumuleres N fra N_2-fiksering gennem sæsonen. På samme jordtype er der i kløvergræs fundet, at afgræsning med malkekøer i forhold til slæt hævede udbyttet i det efterfølgende års 1. slæt med 25% (Søegaard et al., 1999). Denne positive eftervirkning af græsning er sandsynligvis også årsag til, at effekten af gylletilførsel var betydeligt større i 1. brugsår end i 2. brugsår. Udbytteforøgelsen i 1. slæt ved gylletilførsel samt nedgangen i kløverandel i 1. brugsår svarer næsten til resultater fra et tilsvarende forsøg med handelsgødning på samme jordtype (Søegaard, 1996). I forsøg, som ikke blev afgræsset, havde forårsgødskning af kløvergræs næsten samme effekt fra 1. til 5. brugsår (Frame, 1996), hvilket antyder, at afgræsningen i dette forsøg har været afgørende for den lille effekt af gødningstilførsel i 2. brugsår. Ved forårstilførsel af handelsgødning findes ofte en effekt af forårstilførslen frem til midt i vækstsæsonen. I dette forsøg var der imidlertid ingen målelig effekt i afgræsningssæsonen, hvilket kan skyldes recirkuleringen af næringsstoffer under afgræsning. Dette støttes af Johnson (1996), som ved afgræsning gennem hele vækstsæsonen med kødkvæg fandt en positiv effekt af 50 N i handelsgødning til midt i juni, svarende til 1. slætperiode i dette forsøg og ingen effekt i den resterende afgræsningssæson svarende til dette forsøg.

4.2.4 *Konklusion*

- Dybstrøelse tilført i udlægsmarken havde i forhold til gylle en lille positiv indvirkning på forårsproduktionen i 1. brugsår. Ved dybstrøelse var udbyttet ved 1. slæt 1,7 AE/ha (5%) højere.
- Det højeste gødningsniveau i udlægsmarken nedsatte kløverandelen til og med 1. brugsår. I gennemsnit blev kløverandelen nedsat med 6 procentenheder ved 1. slæt i 1. brugsår.
- Afgræsning i 1. brugsår havde en betydelig positiv eftervirkning på væksten i 2. brugsår.
- Tilførsel af gylle om foråret forøgede udbyttet ved 1. slæt noget mere i 1. brugsår end i 2. brugsår. I gennemsnit blev udbyttet forøget med 6,4 AE/ha (19%) i 1. brugsår og kun 2,4 AE/ha (6%) i 2. brugsår.
- Resultaterne antydede at K i visse tilfælde, især i 2. brugsår, var begrænsende for kløvervæksten. K-tilførsel via gylle kunne tilsyneladende hæve kløverandelen.

4.3 Helsæd

Helsæden blev etableret godt alle år. Der blev anvendt halv normal udsædsmængde af henholdsvis vårbyg og ært for at få et foder med høj fordøjelighed. Der blev hvert forår efter fremspiring observeret gnav af bladrandbiller. Fra 1995 blev der hvert år i foråret observeret K-mangel i større eller mindre grad. Helsæden blev høstet på det tidspunkt, hvor man lige netop med to fingre kunne klemme bygkernen flad som valset korn, og ærterne var grønlige med hovedparten af bælgene udviklede.

4.3.1 Udbytte og kvalitet

I helsædsmarken blev der kun tilført husdyrgødning til de to behandlinger med højt gødningsniveau, henholdsvis 60 kg total-N/ha i gylle (1,4G) og 90 kg total-N/ha i dybstrøelse (1,4DG). På trods af den gode forfrugt, den nedpløjede 2. års kløvergræs, blev der opnået merudbytte for tilførsel af husdyrgødning. Det højeste udbytte på 57 AE/ha blev opnået ved tilførsel af 90 kg total-N/ha i dybstrøelse mod 51 AE/ha, hvor der ikke blev tilført husdyrgødning (tabel 4.13).

Helsæden bestod i alle behandlinger af en blanding af 10-13% ærter, 80-85% byg, 1% rajgræs og 4-5% ukrudt beregnet udfra den samlede mængde tørstof ved høst. Optælling af planter efter fuld fremspiring lå i alle årene på omkring 30 ærteplanter/m^2 og 200 bygplanter/m^2 hvilket vil sige en ærtebestand på 14% under det tilstræbte. Den manglende etablering af ærteplanterne kan dog ikke forklare den lille ærteandel på kun 10-13% i den høstede helsæd.

Tabel 4.13 Udbytter og kvalitet af helsæd. Gennemsnit af perioden 1994-1997.
Yield and quality of barley/pea wholecrop. Mean of 1994-97.

Behandling	Kg total-N/ha	Tørstof hkg/ha	AE/ha	% råprotein	FE/kg ts	NDF	FK-In vitro
0,9 G	0	81^{b}	51,3^{b}	10,0	0,63^{ab}	46,7	64,2^{ab}
1,4 G	60 (G)	91^{a}	54,6^{ab}	9,6	0,60^{b}	48,1	62,8^{b}
0,9 DG	0	80^{b}	51,3^{b}	9,7	0,64^{a}	46,9	64,9^{a}
1,4 DG	90 (D)	88^{a}	57,1^{a}	9,4	0,65^{a}	46,7	65,4^{a}
$LSD_{0,95}$		3,3	4,0	n.s.	0,04	n.s.	2.0

D=dybstrøelse, G=gylle

Kvaliteten af helsæden var dårlig med kun 0,6 FE/kg (tabel 4.13). Hovedårsagen var et meget lavt og uforklarligt indhold af in vitro opløselighed (FK-in vitro) i den høstede afgrøde. Der blev ikke fundet forskelle mellem behandlingerne i indholdet af råprotein og cellevægge (NDF).

Som det ses af tabel 4.14 var der store årsvariationer i udbytte og kvalitet i helsæden. Det største udbytte på i gennemsnit 61 AE/ha og den bedste kvalitet blev høstet i 1997. Det mindste udbytte på i gennemsnit 47 AE/ha blev høstet i 1995.

Tabel 4.14 Udbytter og kvalitet af helsæd. Årsvariation. Yield and quality of barley/pea wholecrop. Mean of treatments.

År	AE/ha	% råprotein	FE/kg ts	NDF	FK-In vitro
1994	51,2^{b}	8,2^{b}	0,58^{c}	49,8^{a}	63,0^{b}
1995	47,1^{c}	10,1^{a}	0,60^{bc}	46,2^{c}	62,8^{b}
1996	54,5^{b}	10,1^{a}	0,63^{b}	47,6^{b}	63,8^{b}
1997	61,4^{a}	10,3^{a}	0,70^{a}	44,9^{c}	67,8^{a}
$LSD_{0,95}$	4,0	0,6	0,04	1,4	2,0

4.3.2 *Indhold af næringsstoffer*

Der blev kun fundet sikre forskelle mellem behandlingerne med hensyn til indholdet af K i det høstede materiale (tabel 4.15).

Tabel 4.15 Indhold af næringsstoffer (N, P, K, S og Mg) i procent af tørstof i den høstede helsæd. Concentrations of N, P, K, S and Mg (% of DM) in harvested barley/pea wholecrop.

Behandling	Kg total-N/ha	N	P	K	S	Mg
0,9 G	0	1,61	0,23	0,94^{b}	0,15	0,11
1,4 G	60 (gylle)	1,53	0,22	1,11^{a}	0,14	0,10
0,9 DG	0	1,54	0,23	0,93^{b}	0,15	0,11
1,4 DG	90 (dybstr.)	1,51	0,23	1,13^{a}	0,14	0,10
$LSD_{0,95}$		n.s.	n.s	0.05	-	-

K-indholdet var omkring 20% højere i den høstede helsæd, hvor der var tilført husdyrgødning (1,4G og 1,4DG) i forhold til behandlingerne, som ikke var tilført gødning (0,9G og 0,9DG). Denne forskel blev fundet i både ærte- og kornfraktionen.

4.3.3 Diskussion

Der eksisterer en klar sammenhæng mellem helsædens ærteandel og jordens N-niveau (Hostrup, 1990). Et højt N-niveau i jorden efter 2. års kløvergræs er sandsynligvis årsagen til den lave ærteandel.

Det kan undre, at der opnås så store merudbytter ved at tilføre husdyrgødning til helsæden, når forfrugten er en 2. års kløvergræsmark med en formodet høj N-frigivelse. Responsen i tørstofudbytte pr. kg tilført ammonium-N er meget forskellig mellem gylle og dybstrøelses-systemet (33 kg ts/kg NH_4-N i gyllesystemet og 89 kg ts/kg NH_4-N i dybstrøelsessystemet). Selvom en vis del af det organiske N i husdyrgødningen kan nå at blive frigivet, synes den store forskel ikke at kunne forklares udfra N alene. Det tyder på, at kalium spiller en rolle i de målte udbytteforskelle. For det første blev der målt signifikant højere K-indhold i helsæden i de to gødede behandlinger. For det andet blev de laveste kalital i sædskiftet, ned til 4,4, målt i efteråret efter helsæd (se kap. 7.1). Dette stemmer overens med, at der i 1995-97 blev registreret tydelige K-mangelsymptomer i vårbyg i helsæden (se kap. 9).

En sammenligning af K-koncentrationen i kornfraktionen ved klip i helsæden og i vårbyggen i bygmarken foretaget lige efter fuld skridning omkring maksimal K-optagelse (vækststadie 59) viste tydelige forskelle mellem de to ugødede behandlinger i helsæden og de øvrige behandlinger i helsæd og vårbygmark (data ikke vist). K-koncentrationen i byg-fraktionen i 1,4G- og 1,4DG-behandlingerne i helsæden samt i alle fire behandlinger i vårbygmarken lå i området 1,8-2,0% af tørstof. I de behandlinger i helsæden som ikke fik husdyrgødning (0,9G og 0,9DG), lå K-koncentrationen i kornfraktionen omkring 1,4% af tørstof. En K-koncentration omkring 2% af tørstof vil ifølge Ward et al. (1973) og Woodhouse et al. (1978) være tilstrækkelig til at opretholde optimal plantevækst i vårbyg. Det tyder derfor på, at K har været begrænsende for plantevæksten i de to ikke gødede behandlinger i helsæden.

Ved sammenligning af de målte næringsstofkoncentrationer med tabelværdier for frisk byg og ærtehelsæd (tabel 4.16) fandtes store forskelle i både kvalitet og indhold

af næringsstoffer. Foderværdien (FE/kg ts og råprotein) var klart dårligere i forsøget. Indholdet af både P, K, S og Mg lå under tabelværdierne.

Tabel 4.16 Data fra fodermiddeltabel (Strudsholm et al., 1997) samt beregnet indhold ved 13% ært og 87% byg sammenlignet med forsøgsresultaterne.
Quality of barley/pea wholecrop. Data from a feed table compared to the experimental results.

	FE/ kg ts	Råprotein	P	K	S	Mg
		Procent af tørstof				
Frisk byghelsæd	0,77	10,5	0,25	1,4	0,15	0,12
Frisk ærtehelsæd	0,87	16,5	0,27	2,0	0,20	0,23
13% ært, 87% byg	0,78	11,3	0,25	1,5	0,16	0,13
Forsøgsresultater	0,63	9,7	0,23	1,0	0,15	0,11

4.3.4 Konklusion

- Der blev opnået et merudbytte på i gennemsnit 9 hkg tørstof/ha (11%) for tilførsel af husdyrgødning til byg/ært-helsæd efter 2. års kløvergræs. Det tilsvarende merudbytte i foderenheder var 180 fe/ha (3,4%).
- Effekten af husdyrgødningen på udbyttet skyldes sandsynligvis en effekt af både N og K.
- Andelen af ærter var lav (10-13% af samlet tørstofmængde) sandsynligvis som følge af, at forfrugten var en 2. års kløvergræsmark med høj frigivelse af N.

4.4 Vinterhvede

Vinterhveden blev i alle fire år sået omkring 1. oktober. Dette sene tidspunkt blev valgt for at begrænse udviklingen af efterårsfremspiret ukrudt. Planteetableringen forløb tilfredsstillende og plantetal optalt efter fuld fremspiring i de fire efterår lå på 300-400 planter/m^2. Overvintringen forløb alle årene uden problemer. Der var ikke synlige symptomer på næringsstofmangel i forsøgsperioden.

4.4.1 *Udbytter*

Ændringen af gødningsplanen i 1995 bevirkede, at vinterhveden blev gødet efter forskellige planer i 1994, 1995 og 1996-97. I tabel 4.17 ses resultaterne for 1996-97. Som gennemsnit af de to år 1996 og 1997 blev der opnået et sikkert merudbytte i kerne og halm ved at gå fra 0,9de/ha til 1,4 de/ha svarende til ekstra 30-40 kg total-N/ha. I kerne var merudbyttet på 3-4 hkg/ha tørstof (6-8%) og halmmængden blev øget med 5-7 hkg/ha tørstof (10-13%).

Den eneste forskel mellem behandlingen af vinterhveden i 1995 i forhold til 1996-97 var, at der i efteråret 1994 før såning blev tilført 90 kg/ha total-N i dybstrøelse til 0,9DG- og 1,4DG-behandlingerne. Dette udgjorde tilsyneladende så lille en forskel, at der blev opnået de samme merudbytter i kerne og halm ved at gå fra det lave til det høje gødningsniveau. Der var ikke forskelle mellem de to gødningssystemer. I 1994 var det kun 0,9DG-behandlingen som skilte sig ud fra de øvrige behandlinger med lavere udbytte i både kerne og halm (se appendiks B).

Tabel 4.17 Udbytter i vinterhvede (hkg/ha). Gennemsnit af perioden 1996-97. Yields of winter wheat (100 kg DM/ha). Mean of 1996-97.

Behandling	Total-N kg/ha	Hkg tørstof/ha	
		Kerne	Halm
0,9G	140	54,8[b]	52,2[b]
1,4G	170	58,1[a]	57,2[a]
0,9DG	130 (gylle)	53,8[b]	52,2[b]
1,4DG	170 (gylle)	58,1[a]	58,8[a]
$LSD_{0,95}$		3,1	3,6

Der var en betydelig årsvariation i høstudbytter (tabel 4.18) med 1996 som absolut topscorer og 1994 og 1995 som de ringeste år. Det høje udbytte i 1996 skal ses på baggrund af den meget lille N-udvaskning der var i vinteren 1995/96. Som følge heraf blev der målt et meget højt indhold af N-min på i gennemsnit 114 kg/ha i rodzonen i det tidlige forår (se kap. 7.2). Det høje indhold af plantetilgængeligt N i jorden forårsagede en markant mørkere grøn farve i vinterhveden i forhold til de øvrige forsøgsår.

Tabel 4.18 Udbytter i vinterhvede (hkg/ha). Årsvariation. Yields of winter wheat (100 kg DM/ha). Mean of treatments.

	Hkg tørstof/ha	
År	Kerne	Halm
1994	45,6^{c}	39,6^{d}
1995	44,8^{c}	45,9^{c}
1996	60,3^{a}	59,5^{a}
1997	52,1^{b}	50,7^{b}
$LSD_{0,95}$	1,6	2,1

4.4.2 *Næringsstofindhold*

Næringsstofkoncentrationen i kerne af N, P, K, S og Mg var meget ensartet for de fire behandlinger (tabel 4.19). I halmfraktionen var det samme tilfældet for N, P, S og Mg. K-koncentrationen i halmen blev påvirket af gødningsniveauet med 9% højere koncentration ved den høje husdyrintensitet (1,4 de/ha) i forhold til den lave (0,9 de/ha).

Tabel 4.19 Indhold af næringsstoffer i vinterhvede kerne og halm (% af tørstof). Gennemsnit af perioden 96-97. Nutrient content in winter wheat grain and straw (% of DM). Mean of 1996-97.

Behandling	Kg Total-N/ha		%N	%P	%K	%S	%Mg
0,9G	140	Kerne	1,67	0,32^{ab}	0,47^{ab}	0,13	0,11
1,4G	170		1,72	0,32^{ab}	0,47^{ab}	0,13	0,11
0,9DG	130 (gylle)		1,71	0,32^{a}	0,47^{a}	0,13	0,11
1,4DG	170 (gylle)		1,69	0,31^{b}	0,46^{b}	0,13	0,11
$LSD_{0,95}$			n.s.	0,007	0,01	-	-
0,9G	140	Halm	0,64	0,070	1,30^{b}	0,11	0,08
1,4G	170		0,66	0,073	1,42^{a}	0,11	0,08
0,9DG	130 (gylle)		0,64	0,067	1,28^{b}	0,11	0,08
1,4DG	170 (gylle)		0,65	0,071	1,38^{a}	0,11	0,08
$LSD_{0,95}$			n.s.	n.s.	0.07	-	-

Der var en betydelig variation i næringsstofindholdet imellem årene. Største N-, P- og K-indhold blev målt i 1995, hvor der blev høstet små udbytter og mindst i 1996, hvor der blev høstet de største udbytter (se Appendiks D). Samme tendens ses for S-indholdet i kerne. Mg-indholdet i kerne var ligeledes lavest i 1996.

4.4.3 Diskussion

Vinterhvede er den mest N-krævende kornart i det økologiske dyrkningssystem (Lampkin, 1992). På trods af dette, har der ikke været signifikante forskelle i kerneudbytterne mellem 0,9G-behandlingen (140 kg total-N/ha) og 1,4G-behandlingerne (170 kg total-N/ha) i 1994 og 1997. I 1997 var der heller ikke forskel i kerneudbyttet mellem 0,9DG-behandlingen (130 kg total-N/ha) og 1,4DG-behandlingen (170 kg total-N/ha). Den manglende respons på N-tilførslen i de to år kunne skyldes en "overdøvende" N-effekt fra det nedpløjede kløvergræs. Dette synes dog ikke at være tilfældet i lyset af resultatet fra 1996, hvor N-min indholdet i jorden i foråret var meget højt og alligevel optrådte der signifikante merudbytter for N-tilførsel. Årsagen til den manglende respons på gyllen i de pågældende år og behandlinger skal sandsynligvis findes i et kompleks af flere forhold herunder vandbalance, timing af N-frigivelse fra forfrugt og gylle samt angreb af sygdomme og skadedyr.

I konventionel dyrket vinterhvede blev det højeste udbytte på landsplan høstet i 1995 i perioden 1994-1997 (Pedersen, 1997). Dette stemmer dårligt med de opnåede udbytter i forsøget, hvor 1995 var et år med lavt udbytte. Årsagen til de lave udbytter var sandsynligvis en kombination af mangel på kvælstof og vand på kritiske tidspunkter.

Ved en sammenligning mellem gennemsnit for indholdet af næringsstoffer i kerne og halm og værdier i fodermiddeltabellen (Strudsholm et al., 1997) blev det fundet, at koncentrationen af N i kerne lå 13-16% under tabelværdierne (tabel 4.20). De øvrige værdier fra fodermiddeltabellen lå inden for variationsområdet. Det tyder derfor ikke på at K har været begrænsende for udbyttet som det var tilfældet i 2. års kløvergræs og i helsæd.

Tabel 4.20 Årsvariation i næringsstofindhold i vinterhvede (% af tørstof) og værdier fra fodermiddeltabel (Strudsholm et al., 1997). Nutrient content (% of DM) in winter wheat and corresponding values from a feed table.

Næringsstoffer	Kerne		Halm	
	Min.-maks.	*Fodermiddeltabel*	Min.-maks.	*Fodermiddeltabel*
N	1,70-1,76	*2,02*	0,48-0,67	*0,53*
P	0,29-0,40	*0,38*	0,06-0,10	*0,08*
K	0,45-0,51	*0,50*	0,76-1,48	*1,00*
S	0,11-0,13	-	0,10-0,16	-
Mg	0,10-0,12	*0,12*	0,07-0,90	*0,10*

4.4.4 *Konklusion*

- Der blev som gennemsnit af de fire år opnået et højere udbytte ved den høje husdyrintensitet (1,4 de/ha) i forhold til den lave (0,9 de/ha). Merudbyttet ved at gå fra 130/140 kg total-N/ha til 170 kg total-N/ha var 3,8 hkg tørstof/ha (7%) i kerne og 5,8 hkg tørstof/ha (11%) i halm.
- Koncentrationen af N, P, S og Mg i kerne og halm var næsten ikke påvirket af behandlingerne. K-koncentrationen i halmen var højest ved det høje gødningsniveau (1,4 de/ha).

4.5 Foderroer

Foderroerne blev godt etableret i alle fire forsøgsår. Roerne blev renset for ukrudt ved håndhakning, brænding og radransning (se afsnit 2.7.2). Der blev ikke vandet, og i alle år optrådte perioder med tørkestress, hvor roerne "sov". Dette må især i 1996 have nedsat produktionen. Der var kun begrænsede problemer med angreb af sygdomme og skadedyr. Plantetallet ved optagning af roerne lå i forsøgsperioden fra 67.000 til 76.000 planter pr. ha.

4.5.1 *Resultater og diskussion*

Udbytte

Rodudbyttet blev hverken påvirket af gødningstype eller gødningsmængde, hvorimod topudbyttet blev påvirket i begrænset omfang (tabel 4.21). Topudbyttet steg med 7% ved at øge gødningstilførslen fra 0,9 til 1,4 de/ha, og steg ligeledes med 4% ved at gøde med gylle fremfor gylle og dybstrøelse. Det er normalt forekommende ved forholdsvis høje gødningsniveauer, at stigende gødningstilførsel øger topudbyttet, mens rodudbytte kun i begrænset omfang påvirkes. Dette er gældende for både handelsgødning (Augustinussen & Christensen, 1981) og gylle (Kofoed & Nemming, 1970; Larsen 1987). Selv om forsøgsbehandlingerne havde ringe effekt på udbyttet, varierede udbyttet meget mellem årene (tabel 4.21). Samme roesort, Magnum, dyrket konventionelt gav i de tilsvarende år i Landsforsøgene noget højere udbytte i 1994-95, mens udbyttet var næsten det samme i 1996-97 (tabel 4.21). I gennemsnit var udbyttet i forsøget 82% af udbyttet i Landsforsøgene. Roerne i Landsforsøgene er "gødet efter behov". Gødningsmængden til foderroerne var i forsøget forholdsvis højt (200-300 kg total N/ha), og må derfor forventes ikke at have været væsentlig forskelligt fra Landsforsøgene. Ukrudt har ikke været udbyttebegrænsende, da roerne blev holdt helt rene. Angreb af sygdomme og skadedyr var ligeledes begrænsede, dog optrådte virusgulsot med moderate angreb i alle forsøgsår.

Tabel 4.21 Udbytter i foderroer (hkg tørstof/ha) dels i forsøgsbehandlingerne (1994-97) og dels i de enkelte år, hvor udbytteresultater fra Landsforsøgene er angivet. Yields of fodder beet (100 kg DM/ha) in treatments and in single years together with yields from applied research throughout DK.

	Rod	Top		Rod	Top	Landsforsøg Rod [1]
0,9 G	112,2	32,2^{bc}	1994	85,8^{c}	30,0^{b}	130
1,4 G	111,0	34,1^{a}	1995	90,5^{c}	26,8^{c}	138
0,9 DG	112,4	31,0^{c}	1996	129,1^{b}	36,9^{a}	135
1,4 DG	114,4	33,2^{ab}	1997	144,6^{a}	36,7^{a}	144
$LSD_{0,95}$	n.s.	1,8		6,8	1,8	

1) Udbytteresultater fra sorten Magnum (Nielsen & Mikkelsen, 1994,1995,1996,1997)

Kvalitet

Afgrødekvaliteten blev kun påvirket i meget begrænset omfang i betragtning af, at næringsstoftilførslen var meget forskellig mellem behandlingerne (tabel 4.22). For-

døjeligheden af organisk stof blev ikke påvirket, hvilket heller ikke kunne forventes, når udbyttet var næsten upåvirket. NDF koncentrationen blev heller ikke påvirket (data ikke vist). At kvaliteten af det organiske stof er meget stabil bekræftes af Møller & Søegaard (1998), som fandt, at selv store udsving i udbytte samt lagring ikke påvirkede kvaliteten. Råproteinkoncentrationen steg med gødningsniveauet i både top og rod, hvilket også kunne forventes. Samtidig var råproteinkoncentrationen større ved gylletilførsel end ved dybstrøelse og gylle. Selv om den totale N-tilførsel var større ved DG-behandlingerne, har N-virkningen åbenbart ikke været så god som i G-behandlingerne. Dette bekræftes af Larsen (1985), som fandt at N i fast staldgødning ikke udnyttes så godt af foderroer som N i gylle. K-koncentrationen var noget højere ved 1,4 DG end i de øvrige behandlinger. I denne behandling blev der tilført 308 kg K/ha, mens de øvrige behandlinger fik tilført 207-248 kg K.

I forhold til fodermiddeltabellen var afgrødekvaliteten ikke væsentlig forskellig (tabel 4.23). Kun K-koncentrationen i roden var væsentlig lavere, men da K-koncentrationen i toppen ikke var forskellig, og da K-tilførslen var forholdsvis stor, synes forskellen til fodermiddeltabellen ikke at være et tegn på anderledes næringsstofrelationer i forsøget.

Tabel 4.22 Kvaliteten af rod og top. Quality of fodder beet top and fodder beet.

Behandling		% Råprotein	FK in vitro	% K	% Ca
0,9 G	Rod	6,0^{b}	94,9	1,05^{bc}	0,20
1,4 G		6,7^{a}	95,6	1,09^{b}	0,20
0,9 DG		5,6^{c}	94,8	1,05^{c}	0,19
1,4 DG		6,1^{b}	95,0	1,19^{a}	0,19
$LSD_{0,95}$		0,3	n.s.	0,04	n.s.
0,9 G	Top	17,3^{b}	80,5	3,12^{b}	1,26^{ab}
1,4 G		18,0^{a}	81,4	3,20^{b}	1,19^{b}
0,9 DG		16,8^{c}	80,9	3,21^{b}	1,33^{a}
1,4 DG		17,4^{b}	81,1	3,59^{a}	1,18^{b}
$LSD_{0,95}$		0,4	n.s.	0,19	0,11

Tabel 4.23 Kvaliteten af rod og top i forsøget og i fodermiddeltabellen (Strudsholm et al., 1997). Quality of fodder beet top and fodder beet as mean of the treatments and in the feed table.

	Rod		Top	
	Forsøg	Fodermid.tab.	Forsøg	Fodermid.tab.
% råprotein	6,1	7,4	17,4	16,4
% K	1,10	1,90	3,28	3,00
% Na	0,10	0,16	1,00	0,97
% Mg	0,10	0,11	0,36	0,41
% Ca	0,20	0,18	1,24	1,30
% P	0,15	0,17	0,26	0,27
% S	0,05	0,07	0,27	-

4.5.2 *Konklusion*

- Både udbyttet og kvaliteten af foderroer blev påvirket meget lidt af forsøgsbehandlingerne, hvilket sammen med det høje udbytte tyder på, at de valgte gødningsniveauer til roerne i sædskiftet har været i overkanten.

5 Udvaskning af nitrat og sulfat

Igennem forsøgsperioden blev der 82 gange udtaget prøver af jordvæsken i 1 m dybde ved hjælp af sugeceller. Prøveudtagningen var kun afbrudt af perioder uden afstrømning om sommeren og perioder med frost. Der tegnede sig allerede den første udvaskningssæson et klart billede af betydelige forskelle i udvaskningen imellem afgrøderne i sædskiftet, som oversteg betydningen af både gødningstype og mængde. Dette mønster blev bekræftet i de følgende år uanset at disse bød på meget varierede forhold med hensyn til afstrømning (se kap. 3 om klima).

5.1 Nitrat

5.1.1 Koncentrationer

I fig. 5.1 er vist nitratkoncentrationer i afstrømningsvand fra markerne i det økologiske sædskifte i årene 1994-95 til 1997-98 (afstrømningsåret gik fra 1. april til 31. marts). Nitratkoncentrationen varierede fra under 1 mg NO_3-N/l i 1. års kløvergræs til 20-40 mg NO_3-N/l i efteråret efter helsæd og vinterhvede. Desuden blev der i visse tilfælde i kløvergræsmarkerne målt nitratkoncentrationer på over 50 mg NO_3-N/l. Alle rækkefølger af afgrøder, som var repræsenteret inden for forsøgsperioden (se fig. 5.1), havde på mindst ét tidspunkt nitratkoncentrationer over den tilladte grænseværdi for drikkevand (11,3 mg NO_3-N/l).

Nitratkoncentrationen var kraftigt påvirket af de klimatiske forhold. I 2. forsøgsår (1995-96), hvor afstrømningen var ekstrem lav (i gennemsnit 64 mm), blev nitratkoncentrationen ikke forøget i efterårs- og vintermånederne som de øvrige år. Gødningsbehandlingerne viste generelt ikke forskelle i nitratkoncentration med undtagelse af byg/ært-helsæd i 1996-97, hvor tilførsel i foråret af 60 kg N/ha som gylle (1,4G) og 90 kg N/ha som dybstrøelse (1,4DG) i en periode fra november til februar fordoblede nitratkoncentrationerne i forhold til parceller uden gødningstilførsel. Forklaringen herpå skal sikkert findes i et højt niveau af uorganisk plantetilgængeligt N i foråret 1996 på grund af den lave udvaskning den foregående vinter.

5.1.2 *Effekt af afgræsning med kvier*

I alle 2. års kløvergræsmarker var der i perioder toppe med meget høje koncentrationer. I alle tilfælde var toppen forårsaget af kun én af de fire gentagelser i forsøget. For eksempel var der koncentrationer på 200 mg NO_3-N/l i én af gentagelserne i en kort periode, mens der på samme tid i de øvrige gentagelser var ca. 10 mg NO_3-N/l (fig. 5.2). Disse observationer skyldes med stor sandsynlighed urinpletter afsat af græssende kvier efterfulgt af en periode med stor nedbørsintensitet. Fra andre undersøgelser ved man, at der i tilfældigt afsatte urinpletter kan deponeres mængder svarende til 400-1200 kg N/ha (Hack-ten Broeke et al., 1996). På trods af at 1. års kløvergræsmarken blev afgræsset med samme intensitet, blev der her ikke observeret tilsvarende ekstemt høje toppe i nitratkoncentrationen. Forklaringen skal sikkert findes i kløvergræsmarkens større evne til at optage store mængder N umiddelbart efter etablering end i en ældre mark, hvor mere N er akkumuleret (se diskussion).

5.1.3 *Nitratudvaskning*

Nitratudvaskningen afhang ikke kun af nitratkoncentrationerne, men også af mængden af afstrømning, som varierede betydeligt i forsøgsperioden (se kap. 3). For eksempel var udvaskningen fra kløvergræsmarkerne i 1994-95 i gennemsnit 50 kg NO_3-N/ha på grund af en stor afstrømningsmængde og kun moderate nitratkoncentrationer. Omvendt var der i den meget tørre vinter 1995-96 kun udvaskning af ganske få kg nitrat, selv hvor nitratkoncentrationerne var høje.

Der var forskelle i udvaskningen fra de forskellige gødningsbehandlinger (tabel 5.1). Udvaskningen var størst fra systemer med 1,4 de/ha, mens der ikke var forskel imellem brugen af gylle alene eller kombinationen af dybstrøelse og gylle. Forskellen i udvaskning imellem de to dyretætheder var dog kun 6 kg NO_3-N/ha, hvilket må siges at have begrænset betydning. Til gengæld var der store forskelle imellem udvaskningen efter de forskellige afgrøder. Som gennemsnit af de fire forsøgsår var udvaskningen størst i den anden afgrøde, som fulgte efter omløjning af kløvergræsmarkerne, nemlig vinterhvede (tabel 5.2). Her var den i gennemsnit 61 kg NO_3-N/ha. Udvaskningen var lavest i 1. års kløvergræs (20 kg NO_3-N/ha).

Der var stor forskel på de fire forsøgsår med hensyn til udvaskning (tabel 5.2). Som gennemsnit af hele sædskiftet varierede udvaskningen fra kun 4 kg NO_3-N/ha i 1995-96 til 67 kg NO_3-N/ha i 1997-98. Denne forskel skyldes i stort omfang forskelle i nedbør og afstrømning de aktuelle år.

Tabel 5.1 Nitratudvaskning som gennemsnit af de fire forsøgsår (kg NO_3-N/ha). Nitrate leaching as average of years.

Behandling	Udvaskning
0,9G	34[b]
1,4G	42[a]
0,9DG	36[b]
1,4DG	39[a]
Gennemsnit	38

Tabel 5.2 Nitratudvaskning pr. afgrøde og år. Gennemsnit af behandlinger (kg NO_3-N/ha). Nitrate leaching as average of treatments.

	1994-95	1995-96	1996-97	1997-98	Gns.
Byg med udlæg	28[c]	7[b]	15[c]	22[c]	27[d]
1. års kløvergræs	17[d]	2[c]	13[cd]	53[bc]	20[e]
2. års kløvergræs	83[ab]	1[c]	9[d]	90[ab]	28[c]
Byg/ært-helsæd	77[ab]	1[c]	53[a]	89[a]	43[b]
Vinterhvede	87[a]	5[b]	44[a]	80[a]	61[a]
Foderroer	57[b]	11[a]	21[b]	48[b]	48[b]
Gennemsnit	57	4	24	67	38

Alle tal er baseret på estimater fra analyse af log-transformerede værdier, hvorfor gennemsnit for hele perioden ikke er identiske med gennemsnit af enkelte afgrøde/år kombinationer.

5.1.4 Diskussion

I danske grundvandsboringer er det ikke ualmindeligt at nitratindholdet overskrider det fælleseuropæiske drikkevands-direktivs øvre grænse på 50 mg NO_3/l, som omregnet til NO_3-N er 11,3 mg/l (Duus Børgesen et al., 1997). En reduktion i nitratkoncentrationen i grundvandet kræver at nitratkoncentrationen i vand, som afstrømmer fra rodzonen til grundvandet, sænkes. Kilden for udvasket nitrat fra landbrugsjord er overskydende N fra gødning eller mineralisering af planterester og jordens organiske stof.

I nærværende forsøg var nedbørsforholdene i forsøgsperioden meget varierede, hvilket i høj grad påvirkede udvaskningen. I den meget tørre vinter 1995-96 var den gennemsnitlige udvaskning fra sædskiftet 4 kg NO_3-N/ha, mens den i vinteren 1997-

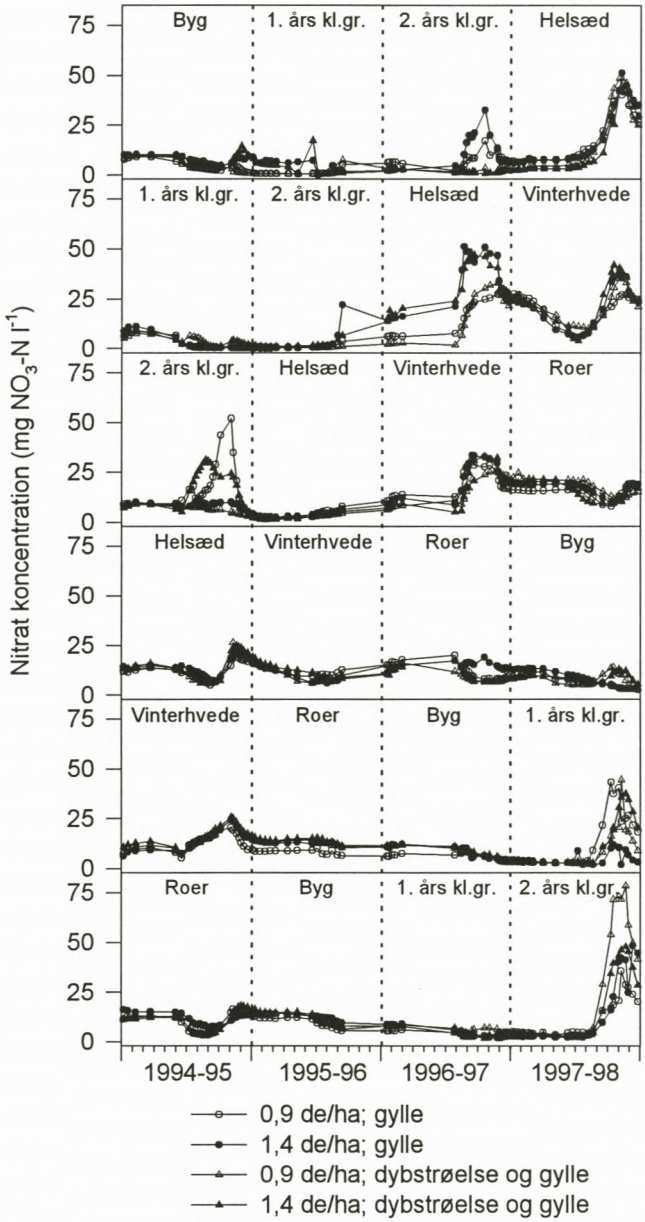
98 nåede op på 67 kg NO_3-N/ha. Udvaskningen var kun i ringe grad påvirket af husdyrtæthed og slet ikke af gødningstype. Dette skyldes sandsynligvis at udvaskningstabene fra husdyrgødning var minimale i alle systemerne dels på grund af forårsudbringning og dels på grund af, at gødningsniveauet generelt lå under afgrødernes N-optimum (Lord og Mitchell, 1998). Resultaterne er sammenlignelige med tal fra Johnson et al. (1997), som i et 5-marks-sædskifte (byg - raps - hvede - ært - hvede) kun fandt begrænset effekt af at reducere N-tilførslen med 50% i forhold til den anbefalede mængde.

Udvaskningstabene var i høj grad relaterede til ompløjningen af kløvergræsmarker, og de største tab var i de første tre år efter ompløjning. Årsagen er, at der i kløvergræsmarkerne sker en væsentlig opbygning af kvælstof (se kap. 4.2 vedr. kløvergræs), som ved ompløjning af marken frigives med efterfølgende risiko for udvaskning. Det er tidligere vist, at efterårspløjning af kløvergræsmarker kan forøge udvaskningstabene i forhold til vinter- eller forårspløjning (Francis et al., 1992; Djurhuus og Olsen, 1997). Vores resultater har vist, at selvom kløvergræsset forårspløjes er der stadig risiko for udvaskning i de følgende år. For at minimere udvaskningstabet er det derfor afgørende at indregne forfrugtsværdien af græsmarken i gødningsplanen for den efterfølgende afgrøde, samt at etablere effektive efterafgrøder efter græsompløjningen (Francis, 1995).

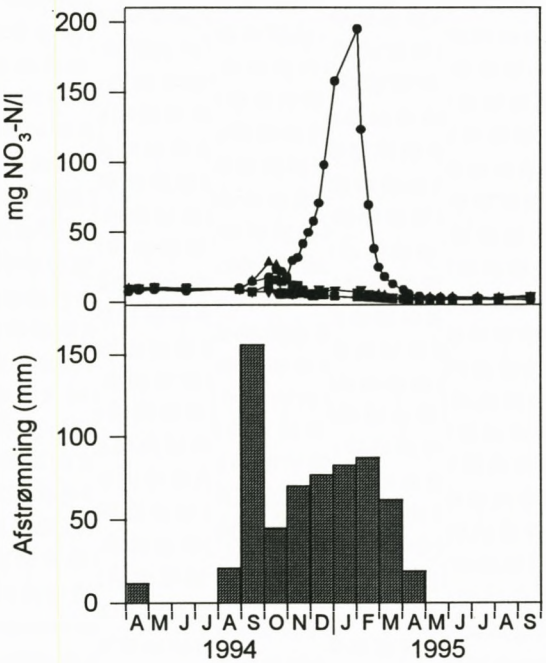
En forholdsvis stor nitratudvaskning fra 2. års kløvergræs hænger hovedsageligt sammen med afgræsningen og med opbygningen af jordens organiske pulje med deraf følgende mineralisering. I afgræsningssituationen fjernes kun en mindre del fra marken, mens størsteparten recirkuleres igennem dyrene og leveres som gødning tilbage på marken. Især når gødningen afsættes ved efterårsafgræsningen, kan det give anledning til udvaskning (Cuttle og Scholefield,1995).

5.1.5 Konklusion

- Nitratudvaskningen fra det økologiske sædskifte var lav uanset dyretæthed og gødningstype. Som gennemsnit af fire år var udvaskningen 38 kg NO_3-N/ha.
- Udvaskningstabene af nitrat var relaterede til ompløjningen af kløvergræsmarker, og de største tab var i de første tre år efter ompløjning.



Figur 5.1 Nitratkoncentrationer i afstrømningsvand i 1 m dybde fra markerne i det økologiske sædskifte. Nitrate concentrations in drainage water at 1 m depth.



Figur 5.2 Øverst: En top med meget høje nitratkoncentrationer i én ud af fire gentagelser i parceller i 2. års kløvergræsmarken, formentlig forårsaget af urinafsætning af græssende kvier. Nederst: Den månedlige afstrømning i perioden. Top: A peak of high nitrate concentrations in 2nd year grass-clover due to animal grazing. Bottom: Monthly drainage.

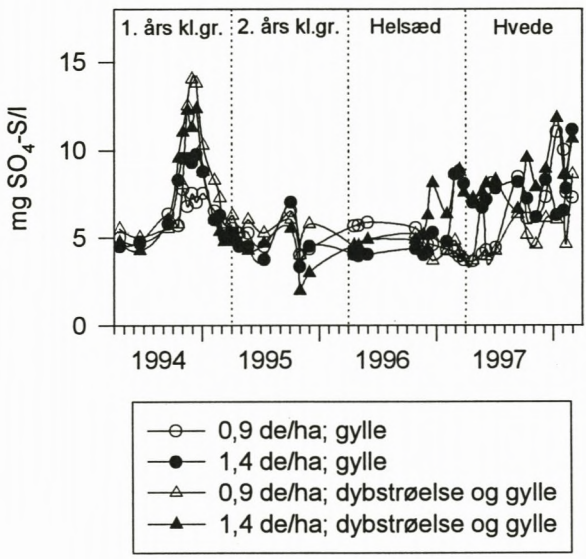
5.2 Sulfat

Sulfat er den plantetilgængelige form af svovl. I jorden bindes sulfat (SO_4^{2-}) almindeligvis kun svagt til jordpartiklerne (Tisdale et al., 1984) og kan således udvaskes ved nedadgående vandbevægelser i jorden på samme måde som nitrat.

Der er i hele forsøgsperioden bestemt sulfat-indhold i sugeceller under det økologiske sædskifte og parallelt til beregningerne af nitratudvaskningen er der beregnet sulfatudvaskning. Bestemmelserne af sulfatkoncentrationen var mindre hyppige end af nitrat (i gennemsnit blev der udtaget prøver til sulfatbestemmelse 13 gange pr. år). Beregningen af S-udvaskningen er derfor mere usikker end N-udvaskningen. På fig. 5.3 ses udviklingen i sulfat-koncentrationen i én af de seks marker igennem forsøgsperioden.

Som for nitratudvaskningen var der også store forskelle i sulfatudvaskningen mellem de enkelte år (tabel 5.3), hvilket hang tæt sammen med forskelle i afstrømning. Korrelationen mellem den gennemsnitlige afstrømning og den gennemsnitlige sulfatudvaskning for hele sædskiftet var således usædvanlig god (r^2=0,991) sammenlignet med den tilsvarende sammenhæng for nitratudvaskningen (r^2=0,720).

Der var ingen effekt af gødningstyper eller dyretæthed på sulfatudvaskningen, men til gengæld var der signifikante forskelle på udvaskningen fra de forskellige afgrøder i sædskiftet (tabel 5.3).



Figur 5.3 Sulfatkoncentrationer i afstrømningsvand i 1 m dybde fra én mark i det økologiske sædskifte. Sulphate concentrations in drainage water at 1 m depth.

Tabel 5.3 Sulfatudvaskning pr. afgrøde og år. Gennemsnit af behandlinger (kg SO_4-S/ha). Sulphate leaching as average of treatments.

	1994-95	1995-96	1996-97	1997-98	Gns.
Byg med udlæg	44[a]	3[c]	15[b]	37[a]	25[a]
1. års kløvergræs	45[a]	4[b]	20[a]	29[b]	24[a]
2. års kløvergræs	41[ab]	4[b]	15[b]	22[c]	21[b]
Byg/ært-helsæd	35[b]	2[d]	10[cd]	14[d]	15[c]
Vinterhvede	44[a]	3[cd]	7[d]	26[bc]	20[b]
Foderroer	22[c]	7[a]	12[c]	23[c]	16[c]
Gennemsnit	38	4	13	25	20

5.2.1 Diskussion

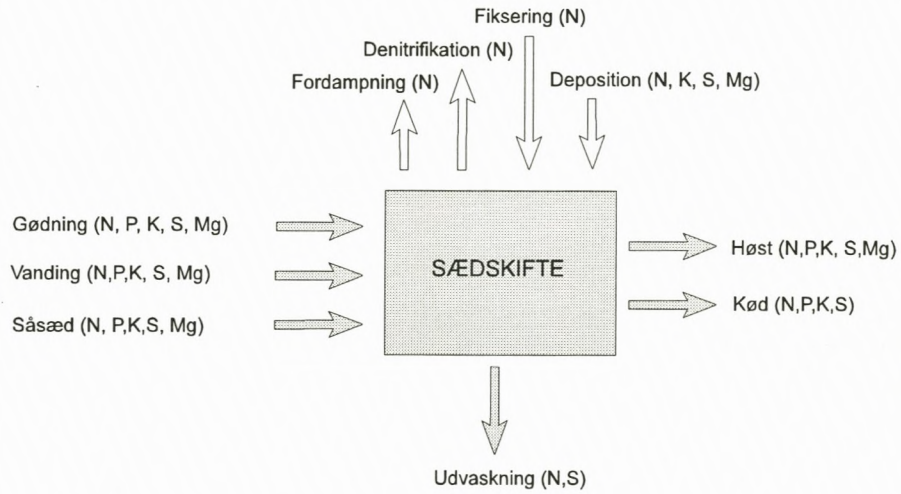
Igennem hele forsøgsperioden var sulfatkoncentrationen mindre variabel end nitratkoncentrationen og generelt var der under 20 mg/l sulfat i afstrømningsvandet. Den beskedne variation i sulfatkoncentrationerne er årsag til den meget direkte sammenhæng som blev fundet imellem det enkelte års afstrømning og sulfatudvaskningen. Forskelle i sulfatudvaskning mellem de enkelte afgrøder i sædskiftet skyldes hovedsageligt forskelle i svovltilførslen. Af den samlede svovltilførsel, som består af atmosfærisk deposition samt S i husdyrgødning og vandingsvand, giver kun bidraget fra S i vandingsvand anledning til forskelle i udvaskning. Den atmosfæriske deposition er naturligvis den samme overalt og bidraget fra husdyrgødningen til jordens sulfatpulje forventes at være meget lille på grund af en kraftig binding af S i organiske forbindelser i husdyrgødningen (Eriksen et al., 1995). Sulfatudvaskningen var således størst, hvor der er vandet mest (græsmarkerne og korn til modenhed) og mindst i de uvandede grovfoderafgrøder (se kap. 6.4 vedr. svovlbalancer).

5.2.2 Konklusion

- Sulfatudvaskningen var som gennemsnit af de fire forsøgsår 20 kg SO_4-S/ha.
- Udvaskningens størrelse varierede med årene og hang meget tæt sammen med afstrømningens størrelse.
- Forskelle i udvaskning fra de forskellige afgrøder i sædskiftet afhang især af forskelle i svovltilførsel i vandingsvand.

6 Næringsstofbalancer

Næringsstofbalancer for de enkelte marker og behandlinger er opstillet som et simpelt input-output regnskab, hvor alle målte værdier indgår. Posterne i regnskabet fremgår af fig. 6.1.



Figur 6.1 Poster i næringsstofbalancerne for sædskiftet. De fyldte pile angiver de poster der blev registreret i forsøget. I parentes er angivet de aktuelle næringsstoffer. Nutrient input and output in the crop rotation. Arrows with filling indicate measured elements in the nutrient balance.

De enkelte poster i balanceregnskabet blev fastlagt på baggrund af følgende målinger og beregninger :

Husdyrgødning: De tilførte mængde husdyrgødning blev vejet og analyseret for indhold af N, P, K, S og Mg.
Vandingsvand: De aktuelle vandingsmængder blev registreret og vandingsvandet der stammer fra en dyb boring blev analyseret for indhold af N, P, K, S og Mg (12,7 ppm NO_3-N, 0,07 ppm P, 2,1 ppm K, 18 ppm S og 5,2 ppm Mg)
Såsæd: Den anvendte udsædsmængde var kendt for de enkelte år. Der blev anvendt værdier for næringsstofindhold fra fodermiddeltabellen (Strudsholm et al., 1997) til at udregne de absolutte værdier for tilførsel af N, P, K, S og Mg.

Høstet plantemateriale: Alt bortført plantemateriale blev vejet og analyseret for indhold af N,P, K, S og Mg.
Kødtilvækst: Hver enkelt kvies vægt blev bestemt ved start og slut af afgræsningsperioden. Indholdet af N, P og K i kød blev hentet fra Sibbesen (1990) og indholdet af S blev hentet fra Anonym (1988). Der er ikke taget højde for et eventuelt andet næringsindhold i de drægtige kviers fostervand.
Udvaskning: Udvaskningen af N og S blev beregnet udfra målte N- og S-koncentrationer i jordvandet samt en beregnet afstrømning (se kapitel 5).

Ud over de nævnte balanceposter indgår N_2-fiksering, denitrifikation og deposition fra luften tillige i den samlede næringsstofbalance for sædskifterne. Disse faktorer er dog ikke medtaget i de efterfølgende balancer, da de ikke blev målt i tilknytning til behandlingerne. Skønnede data for disse poster medtages i diskussionen.

For at give et indtryk af størrelsen på de enkelte balanceposter, er der for hver post udregnet en gennemsnitsværdi på tværs af sædskifte, behandlinger og år. Det ses af tabel 6.1, at de dominerende poster var tilført husdyrgødning og bortført høstet plantemateriale. For N spillede også udvaskningen en rolle og for S indgik vandingen som en vigtig kilde. Tilførsel af næringsstoffer gennem såsæd og bortførsel af næringsstoffer gennem kødtilvækst spillede en ubetydelig rolle i regnskabet. Den samlede balance for hvert næringsstof dækkede over store forskelle som det vil fremgå efterfølgende.

Tabel 6.1 N-, P-, K-, S- og Mg-balancer for hele sædskiftet, input minus output (kg/ha). Nutrient balances for the whole crop rotation, input minus output.

		N	P	K	S	Mg
Input	Gødning	105	22	111	12	13
	Vanding	6,7	0	1,1	9,5	2,8
	Såsæd	2,0	0,9	0,5	0,1	0,1
Output	Høst	122	18	107	9,8	6,6
	Udvaskning	38	-	-	20	-
	Kød	4,7	1,3	0,4	0,3	-
Balance		-51	4	5	-8,5	9

6.1 N-balancer

N-balancerne blev beregnet udfra følgende seks målte poster:

$$N_{bal} = N_{husdyrgødning} + N_{vanding} + N_{såsæd} - N_{høst} - N_{udvaskning} - N_{kød}$$

Der optrådte som forventet store forskelle i N-balancerne mellem både afgrøder og behandlinger (tabel 6.2). De største negative balancer blev fundet i de N_2-fikserende afgrøder, som blev tilført ingen eller kun en lille mængde husdyrgødning. N-underskuddet var størst i 0,9G-systemet (65 kg N/ha) og mindst i 1,4DG-systemet (23 kg N/ha).

Tabel 6.2 N-balance (kg/ha). Gns. 1994-1997. N-balances as average of years.

Behand-ling		Byg m. udlæg	1. års kl.græs	2. års kl.græs	Helsæd	Vinter-Hvede	Foder-roer	Gns.
0,9G	Input	79	12	81	7	149	199	88
	Output	114	132	144	172	121	235	153
	Balance	-35	-120	-63	-165	28	-36	-65
1,4G	Input	107	12	150	68	178	238	125
	Output	124	128	155	189	161	264	170
	Balance	-17	-116	-5	-121	17	-26	-45
0,9DG	Input	173	12	12	7	171	222	100
	Output	121	135	136	166	151	224	156
	Balance	52	-123	-124	-159	20	-2	-56
1,4DG	Input	217	12	12	102	212	300	142
	Output	129	132	132	180	171	248	165
	Balance	88	-120	-120	-78	41	52	-23

N-input= $N_{husdyrgødning} + N_{vanding} + N_{såsæd}$ N-output= $N_{høst} + N_{udvaskning} + N_{kød}$

6.1.1 Diskussion

Det totale input af N til sædskiftet bestod af husdyrgødning, N i vandingsvand, atmosfærisk deposition og N_2-fiksering i kløver og ærter. De første kan bestemmes med stor analytisk præcision, hvorimod N_2-fikseringen er meget vanskelig at be-

stemme – især i afgræssede marker. Inputtet i vandingsvand var op til 17 kg N/ha (135 mm med 12,7 mg NO_3-N/l) og den atmosfæriske deposition er tidligere blevet bestemt til 14 kg N/ha/år i Foulum (Grundahl og Hansen, 1990).

Kvælstoffikseringen i sædskiftet blev bestemt ved hjælp af en isotopfortyndingsmetode i områder af markerne, som hverken blev gødet eller afgræsset (Vinther og Jensen, 1998). Kløverindholdet i de områder i marken, hvor N_2-fikseringen blev bestemt var især i 2. års marken højere end i den afgræssede del af marken. Når der tages højde for den reduktion, der sker i N_2-fiksering som følge af afgræsning (Vinther, 1998; Eriksen og Høgh-Jensen, 1998), blev nettofikseringen i 1. års kløvergræs anslået til 185 kg N/ha og i 2. års kløvergræs til 254 kg N/ha. Hvis N_2-fikseringen i ærter og alle græsmarker inkluderes, så var N-input til sædskiftet 85, 91 og 69 kg N/ha/år i 1994-96. Der blev ikke målt N_2-fiksering i 1997. Det skal bemærkes, at kløverprocenterne i undersøgelsen af N_2-fikseringen var højere end i vores forsøg.

Output fra sædskiftet var hovedsagelig N i plantemateriale og nitratudvaskning. Afgræssende dyrs tilvækst blev også regnet for et output. Hvis det antages, at kvæg indeholder 2,61% N (Sibbesen, 1990), blev der fraført op til 13 kg N/ha fra kløvergræsmarkerne i form af tilvækst.

Ved at summere N-indholdet i alle in- og output, som blev eksperimentelt bestemt, (husdyrgødning, vanding, såsæd, plantemateriale, tilvækst af kvier og udvaskningstab), får man balancen i tabel 6.2. Hvis de øvrige N-input i form af N_2-fiksering og atmosfærisk deposition (totalt 96 kg N/ha/år) inkluderes, fås et balanceoverskud på 31-73 kg N/ha/år. Tilbage er så kun at tage hensyn til de gasformige tab. Under tilsvarende forhold estimerede Jarvis *et al.* (1989) at ammoniakfordampningen fra afgræsningsmarker var 3 og 11% af N afsat i henholdsvis gødningsklatter og urinpletter. I vores forsøg svarer det til en ammoniakfordampning på 8-18 kg N/ha/år. Denitrifikationstab er blevet estimeret til 8-13 kg N/ha/år (Ledgard *et al.*, 1996; Ruz-Jerez *et al.*, 1994; Colbourn, 1993; Klein *et al.*, 1994). Det vil sige, at det totale gasformige tab fra afgræsningsmarkerne må forventes at være i størrelsesordenen 16-31 kg N/ha/år. Desuden må gylleudbringning til græsmarker forventes at forårsage gasformige tab (Whitehead, 1995).

Det følger af ovenstående, at overskuddet på N-balancen sandsynligvis bliver reduceret betydeligt af de gasformige tab. Det er desuden sandsynligt, at forskelle imellem behandlingerne bliver reduceret, idet de gasformige tab både ved gylleudbringning (Sommer og Olesen, 1991) og ved afgræsning (Petersen *et al.*, 1998) må forventes til en vis grad at afhænge af henholdsvis gødningsniveau og dyrenes N-indtagelse.

Under antagelse af, at estimaterne for N_2-fiksering og gasformige tab er rimelige, vil der i det pågældende sædskifte således kun ske en meget lille opbygning af N i jordens organiske pulje (overskuddet på balancen). Det skal imidlertid påpeges, at vores viden om tidsmæssige variationer i N_2-fikseringen og de gasformige tab er begrænset, og at der ikke kan drages nogen endelig konklusion med hensyn til sædskiftets opbygning af den organiske N-pulje.

6.1.2 *Konklusion*

- Der er et mindre overskud i N-balancen i alle fire systemer. Det skønnes dog, at den eventuelle opbygning af N i jordens organiske pulje er meget lille.

6.2 P-balancer

P-balancerne blev beregnet udfra følgende fem målte poster:

$$P_{bal} = P_{husdyrgødning} + P_{vanding} + P_{såsæd} - P_{høst} - P_{kød}$$

De beregnede P-balancer for hver afgrøde og behandling fremgår af tabel 6.3. Størrelsen på P-balancerne fulgte i høj grad det aktuelle input fra husdyrgødningen med størst underskud i de afgrøder og behandlinger, som ikke modtog husdyrgødning. Som gennemsnit af sædskifterne fandtes en svag negativ balance i 0,9G-systemet og positive balancer i de øvrige behandlinger med størst overskud på 9 kg P/ha i 1,4DG-systemet.

6.2.1 *Diskussion*

De målte data giver et godt indtryk af den aktuelle situation for sædskiftet. Udvaskningen af fosfor er normalt kun nogle få hundrede g/ha (Windolf, 1995) og tilførslen gennem atmosfæren kan sættes til 0,1 kg P/ha (Hovmand et al., 1994). Det tyder på, at P-status i jorden i de to systemer med lavt gødningsniveau (0,9G og 0,9DG) vil forblive tilnærmelsesvis uændret, medens P-status i de to systemer med højt gødningsniveau (1,4G og 1,4DG) vil øges, hurtigst i systemet med dybstrøelse (1,4DG).

Tabel 6.3 P-balance (kg/ha). Gns. 1994-1997. P-balances as average of years.

Behand-ling		Byg m. udlæg	1. års kl.græs	2. års kl.græs	Helsæd	Vinter-Hvede	Foder-roer	Gns.
0,9G	Input	15,4	0,1	13,3	3,9	29,2	43,6	17,6
	Output	17,0	16,1	18,3	18,3	17	24,5	18,5
	Balance	-1,6	-16	-5,0	-14	12,1	19,1	-1,0
1,4G	Input	21,4	0,1	26,7	17,1	35,9	52,2	25,6
	Output	18,2	15,7	19,5	19,6	21,9	25,1	20
	Balance	3,2	-16	7,2	-2,6	14,1	27,1	5,6
0,9DG	Input	32,3	0,1	0,1	3,9	39,9	45,4	20,3
	Output	18,3	16,6	15,9	18,2	20,1	24,3	18,9
	Balance	14,0	-16	-16	-14	19,7	21,1	1,4
1,4DG	Input	42,6	0,1	0,1	21,4	49,7	60,8	29,1
	Output	20,5	16,3	15,4	19,8	22	26,1	20
	Balance	22,1	-16	-15	1,6	27,7	34,7	9,1

P-input = $P_{husdyrgødning} + P_{vanding} + P_{såsæd}$ P-output = $P_{høst} + P_{kød}$

6.2.2 *Konklusion*

- Det skønnes, at fosfor ikke vil blive begrænsende for plantevæksten i de fire systemer. Dog kan 0,9G-systemet på meget langt sigt få problemer med P-mangel.

6.3 K-balancer

K-balancerne blev beregnet udfra følgende fem målte poster:

$$K_{bal} = K_{husdyrgødning} + K_{vanding} + K_{såsæd} - K_{høst} - K_{kød}$$

K-balancer for hver afgrøde og hver behandling fremgår af tabel 6.4. Det ses, at der var tale om en situation med tæring på jordens K-ressourcer tre år i træk i markerne med 1. og 2. års kløvergræs og helsæd. I de efterfølgende tre år, hvor der blev dyrket vinterhvede, foderroer og vårbyg foregik en opbygning af jordens K-pulje som følge af en betydelig større gødningstilførsel. Som gennemsnit af sædskiftet fandtes en negativ balance på -12 kg K/ha i 0,9G-systemet. I 1,4G- og 0,9DG-systemerne var de til-

førte og fraførte K-mængder af samme størrelsesorden. I 1,4DG-systemet var der som gennemsnit af sædskiftet et betydeligt K-overskud på 30 kg K/ha. Det skal bemærkes, at underskuddet i 0,9G-systemet blev begrænset af, at halmen fra vinterhveden blev nedmuldet i modsætning til de øvrige behandlinger, hvor halmen blev bortført.

Tabel 6.4 K-balance (kg/ha). Gns. 1994-1997. K-balances as average of years.

Behand-ling		Byg m. udlæg	1. års kl.græs	2. års kl.græs	Helsæd	Vinter-Hvede	Foder-roer	Gns.
0,9G	Input	71	2	72	2	142	207	83
	Output	67	96	99	76	24	208	95
	Balance	4	-94	-27	-74	119	-1	-12
1,4G	Input	100	2	142	63	173	248	121
	Output	73	94	114	100	92	221	116
	Balance	27	-92	28	-37	82	27	6
0,9DG	Input	202	2	2	2	172	227	101
	Output	84	101	74	74	79	210	104
	Balance	119	-99	-72	-72	94	18	-2
1,4DG	Input	245	2	2	115	211	308	147
	Output	88	104	73	99	92	247	117
	Balance	157	-102	-71	16	119	61	30

K-input = $K_{husdyrgødning} + K_{vanding} + K_{såsæd}$ K-output= $K_{høst} + K_{kød}$

6.3.1 Diskussion

Den negative K-balance i 0,9G-systemet vil medføre tæring på jordens K-pulje. Ved vurdering af omfanget af tæring, må bidraget fra deposition og tab gennem udvaskning imidlertid også inddrages. Ifølge (Hovmand *et al.*, 1994) afsættes 1,3 kg K/ha gennem deposition.

Fra litteraturen vides, at udvaskningen af K spænder fra næsten ingenting på lerjorde til betydelige mængder på sandjorde (Bertsch & Thomas, 1985). I rapporten "Næringsstofbalancer og energiforbrug i økologisk jordbrug" (Olesen & Vester, 1995) blev der med udgangspunkt i lysimeterforsøg og drænvandsundersøgelser anvendt udvaskningstab på 5 kg/ha på lerjorde (JB6-JB8), 25 kg/ha på lerblandet sandjord (JB4) og 30 kg/ha på grov sandjord (JB1), når der var tale om velgødede danske jor-

de. Disse størrelser er sandsynligvis overvurderet i forbindelse med nærværende forsøg. Samtidig med måling af nitrat-N og sulfat-S i jordvand blev også K-koncentrationen målt. K-koncentrationen lå typisk på under 1 mg/l. Der var ingen sammenhæng med hverken år, behandlinger eller afgrøde i sædskiftet. Tabet af K fra rodzonen har sandsynligvis været begrænset til nogle få kilo pr. ha, og uden væsentlig betydning for den samlede K-balance. Årsagen til det lille udvaskningstab skal sandsynligvis findes i en moderat K-gødskning i kombination med lerfraktionens evne til at binde K så stærkt at udvaskning blev hindret.

6.3.2 *Konklusion*

- K-balancen var negativ i 0,9G-systemet og der må på længere sigt forventes problemer med at opretholde udbytteniveauet i dette system, i modsætning til de tre andre systemer.

6.4 S-balancer

S-balancerne blev beregnet udfra følgende seks målte poster:

$$S_{bal} = S_{husdyrgødning} + S_{vanding} + S_{såsæd} - S_{høst} - S_{udvaskning} - S_{kød}$$

Der blev som gennemsnit af sædskiftet fundet et mindre underskud i S-balancen på 6-11 kg S/ha (tabel 6.5). Input via vanding udgjorde i gennemsnit 9,5 kg S/ha eller 44% af det totale S-input. Denne størrelse er markant, når man sammenligner med en gennemsnitlig S-bortførsel i høstet plantemateriale på 9,8 kg S/ha.

I tillæg til den målte balance kan der regnes med et S-input fra atmosfærisk deposition på 10-12 kg S/ha (Hovmand *et al.*, 1994). Denne tilførsel gør, at den samlede S-balance bliver positiv. I betragtning af, at vanding og atmosfærisk deposition, som begge er umiddelbart plantetilgængelige kilder, klart overstiger S-indholdet i høstet plantemateriale, undrer det ikke, at sulfatudvaskningen udgør en stor del af balancens output (66% i gennemsnit).

Svovlmangel kan ikke umiddelbart forventes i sædskiftet, idet en reduktion i den atmosfæriske deposition af S eller S i vandingsvand sandsynligvis vil modsvares af en tilsvarende reduktion i udvaskningen. På grund af den meget beskedne bortførsel

af S i det høstede plantemateriale vil det formentlig kræve en betydelig reduktion i S-input, før underskud og mangelsymptomer vil optræde.

Tabel 6.5 S-balance (kg/ha). Gns. 1994-1997. S-balances as average of years.

Behand-ling		Byg m. udlæg	1. års kl.græs	2. års kl.græs	Helsæd	Vinter-Hvede	Foder-roer	Gns.
0,9G	Input	17	24	18	3	21	25	18
	Output	29	29	31	27	30	26	29
	Balance	-12	-5	-13	-23	-9	-1	-11
1,4G	Input	17	31	20	10	26	28	22
	Output	30	27	34	28	31	32	30
	Balance	-13	5	-13	-18	-5	-4	-8
0,9DG	Input	17	17	34	3	26	29	21
	Output	33	26	35	26	29	29	30
	Balance	-16	-9	-1	-23	-3	-1	-9
1,4DG	Input	17	17	39	17	35	33	26
	Output	33	30	36	28	32	33	32
	Balance	-16	-13	3	-10	3	-0	-6

S-input = $S_{husdyrgødning} + S_{vanding} + S_{såsæd}$ S-output= $S_{høst} + S_{udvaskning} + S_{kød}$

6.4.1 Konklusion

- Under forudsætning af, at der fortsat tilføres svovl med vandingsvand, kan der ikke forventes problemer med S-mangel i de afprøvede dyrkningssystemer.

6.5 Mg-balancer

Mg-balancerne blev beregnet udfra følgende fire målte poster:

$$Mg_{bal} = Mg_{husdyrgødning} + Mg_{vanding} + Mg_{såsæd} - Mg_{høst}$$

Balancerne for Mg var generelt positive (tabel 6.6), bortset fra en mindre negativ balance i helsæden i 0,9G- og 0,9DG-behandlingerne, som ikke fik tilført husdyrgødning. Foruden de poster, som indgår i balancen, skal de to poster udvaskning og deposition inddrages i systemets totale balance. Depositionen er ifølge Hovmand et al. (1994) 2,1 kg/ha. Udvaskningen af magnesium er ikke målt. Mg-mangel formodes

dog ikke at blive et problem, da der ved kalkning kan anvendes magnesiumholdige kalktyper.

Tabel 6.6 Mg-balance (kg/ha). Gns. 1994-1997. Mg-balances as average of years.

Behand-ling		Byg m. udlæg	1. års kl.græs	2. års kl.græs	Helsæd	Vinter-Hvede	Foder-roer	Gns.
0,9G	Input	11,0	4,9	12,8	1,1	19,1	23,3	12,0
	Output	3,8	4,7	6,5	8,8	5,5	11,4	6,8
	Balance	7,2	0,2	6,3	-7,7	13,6	12,00	5,2
1,4G	Input	14,2	4,9	20,8	8,0	22,7	28,0	16,4
	Output	4,1	4,5	6,4	8,9	4,8	11,8	6,8
	Balance	10,1	0,4	14,3	-0,9	17,9	16,2	9,7
0,9DG	Input	26,9	4,9	4,8	1,1	20,9	27,1	14,3
	Output	4,0	4,0	6,0	8,7	4,4	11,1	6,3
	Balance	22,9	1,0	-1,1	-7,5	16,5	16,00	7,9
1,4DG	Input	32,1	4,9	4,8	14,4	25,9	36,5	19,8
	Output	4,1	4,7	5,3	8,8	4,9	11,6	6,6
	Balance	28,0	0,2	-0,5	5.6	21,1	24,9	13,2

Mg-input = $Mg_{husdyrgødning}$ + $Mg_{vanding}$ + $Mg_{såsæd}$ Mg-output = $Mg_{høst}$

6.5.1 Konklusion

- Magnesium forventes ikke at blive begrænsende for plantevæksten i de afprøvede dyrkningssystemer.

7 Jordens næringsstofindhold

7.1 Ombytteligt kalium

Jordens indhold af ombytteligt kalium (udtrykt ved Kt eller kalital) i pløjelaget blev målt i 1995-1997 hvert forår før udbringning af husdyrgødning og hvert efterår efter høst af afgrøden. Der blev tillige analyseret for ombytteligt K ved forsøgets anlæggelse i efteråret 1993. Kt-niveauet dette efterår lå på 5,8, hvilket var relativt lavt og forårsaget af en netto-bortførsel af kalium fra markerne i vækstsæsonen 1993 (Mikkelsen, 1998).

I tabel 7.1 ses kalitallets udvikling fra 1995, hvor der endnu ikke var effekt af behandlingerne og frem til efteråret 1997, hvor der var samlet fire års behandlingseffekt. I 0,9G-behandlingen var ikke væsentlige forskelle mellem Kt-niveauerne ved efterårsudtagningerne i årene 1995 til 1997. I de øvrige tre behandlinger steg kalitallene fra efteråret 1995 til efteråret 1996. Der skete endvidere en differentiering i kalitallene mellem behandlingerne, således at 1,4DG-behandlingen ved udtagningen i efteråret 1996 og 1997 lå på et højere niveau end de øvrige tre behandlinger.

Tabel 7.1 Udvikling i kalital (Kt), 1995-97. Development of the exchangeable potassium level, 1995-97.

Behandling	1995		1996		1997	
	Forår	Efterår	Forår	Efterår	Forår	Efterår
0,9G	7,1^{ab}	7,1	7,7	7,5^{b}	9,9	7,4^{b}
1,4G	7,9^{a}	7,5	7,8	8,4^{ab}	10,9	8,6^{b}
0,9DG	6,6^{b}	7,3	8,1	8,8^{ab}	10,1	8,4^{b}
1,4DG	7,1^{ab}	7,5	8,2	10,5^{a}	11,7	10,1^{a}
$LSD_{0.95}$	1,0	n.s.	n.s.	2,1	n.s.	1,5

I tabel 7.2 er kalitallene om efteråret angivet for hver afgrøde og behandling. Kalitallene var højest i vårbygmarken. Herefter faldt det i kløvergræsmarkerne og nåede laveste værdier i helsæden for igen at stige i vinterhvede og foderroer. Forskellene i kalitallet inden for sædskiftet var op til 7,7 Kt-enheder (0,9DG). Der var effekt af behandlingerne i alle afgrøder undtagen i 1. års kløvergræsmarken, hvor ingen af de fire behandlinger fik tilført gødning. Som gennemsnit af sædskiftet havde 1,4DG-behandlingen et sikkert højere kalital end de øvrige tre behandlinger. Et Kt-niveau i området 7-11 regnes for middelhøjt niveau.

Tabel 7.2 Afgrødernes indflydelse på kalitallet (Kt). Gennemsnit af efterår 1995-97. Influence of crops on exchangeable potassium as an average of autumns 1995-97.

Behandling	Byg m. udlæg	1. års kl.græs	2. års kl.græs	Helsæd	Vinterhvede	Foderroer	Gens.
0,9G	7,9[b]	7,6	5,7[b]	4,4[c]	7,8[b]	8,5[b]	7,0[b]
1,4G	8,9[b]	7,7	6,9[a]	5,1[b]	8,3[ab]	9,0[b]	7,6[b]
0,9DG	12,2[a]	8,1	6,1[b]	4,5[c]	7,4[b]	8,5[b]	7,6[b]
1,4DG	12,9[a]	8,4	5,8[b]	5,7[a]	8,8[a]	10,4[a]	8,6[a]
$LSD_{0.95}$	1,9	n.s.	0,8	0,6	0,9	0,6	0,8

7.1.1 Diskussion

Kalitallet angiver den ombyttelige K-fraktion i jordens pløjelag som er umiddelbar plantetilgængelig. En enhed i kalitallet svarer typisk til 25 kg K/ha. Ifølge K-balancerne i tabel 6.4 svingede den summerede balance for de fire år fra -50 kg/ha i 0,9G-systemet til +120 kg K/ha i 1,4DG-systemet. Ses alene på den ombyttelige K-fraktion i jorden, skulle der i teorien været opstået en forskel i kalitallene imellem de to systemer på i alt 7 enheder i løbet af de fire år. Den målte forskel i kalital var imidlertid på kun 1,6 enheder. Årsagen til dette skal sandsynligvis findes i jordens "ikke ombyttelige" pulje af kalium. Analysemetoden, der anvendes ved bestemmelse af ombytteligt K, medtager ikke denne pulje. Puljen af "ikke ombytteligt" K eksisterer i et ligevægtsforhold med den ombyttelige K-pulje.

Det bemærkes, at kalitallene steg fra efterår til følgende forår i 1995-96 og 1996-97 med henholdsvis 0,6 og 1,9 enheder som gennemsnit af behandlingerne (tabel 7.1). Dette må primært være et udslag af en frigørelse af K fra den "ikke ombyttelige" til den ombyttelige pulje.

Kalitallene i tabel 7.2 og K-balancerne i tabel 6.4 udviser en vis sammenhæng. I for eksempel kløvergræs, hvor 1,4G-behandlingen i 2. brugsår havde positiv K-balance i modsætning til de øvrige behandlinger, fandtes også det højeste kalital målt i efteråret. Sammenhængen mellem K-balancer for den enkelte afgrøde og det tilhørende kalital var imidlertid dårlig, bortset fra i vårbyggen. I vårbyggen, som var kendetegnet ved de højeste kalital i sædskiftet, fandtes følgende sammenhæng mellem kalitallet i efteråret og tilhørende K-balance for året: $Kt_{efterår} = 7,99 + 0,03 \times K_{balance}$ (r^2= 0,64 n=48). Dette vil sige at ved et Kt-niveau på omkring 8, vil en positiv K-balance

på f.eks 25 kg/ha øge Kt med 0,75 enheder. Ved lavere Kt-niveauer og negative K-balancer var sammenhængen mellem K-balance og det målte kalital meget dårlig.

7.1.2 *Konklusion*

- Kalitallene varierede meget igennem sædskiftet som følge af forskelle i afgrødernes K-balancer.
- Kt-niveauet for sædskiftet var højere i 1,4DG-behandlingen end i de øvrige tre behandlinger.
- Der var dårlig sammenhæng mellem kalital og K-balancer i marker med K-tæring, hvilket må skyldes K-frigivelse fra den "ikke ombyttelige" K-pulje.

7.2 N-min

N-min angiver den mængde ammonium-N og nitrat-N i kg pr. ha som er tilstede i jorden på udtagningstidspunktet. N-min kan hurtigt ændre sig som følge af planteoptagelse, mikrobiel omsætning og udvaskning. I forsøget blev der udtaget N-min-prøver i 0-1 m dybde (opdelt på fire fraktioner á 0,25 m) i marts/april før begyndende vækst og udbringning af husdyrgødning.

Der blev ikke fundet forskelle imellem behandlingerne. Derimod var der signifikante forskelle mellem både afgrøder og år. Det gennemsnitlige N-min-niveau for årene 1994-1997 varierede fra 30-60 kg/ha (tabel 7.3). Det ses, at forskellene i ammonium-N kun varierede lidt, fra 12-16 kg/ha, hvorimod der blev registreret betydelig større forskelle i nitrat-N fra 16 til 47 kg/ha. De højeste indhold af N-min blev målt om foråret i vinterhvede- og foderroermarkerne, svarende til henholdsvis et og to år efter nedpløjning af kløvergræsset. Det laveste N-min-indhold blev målt om foråret i 1. års kløvergræsmarken.

Som det fremgår af tabel 7.4, var der store årsvariationer i N-min-niveauet i forsøgsperioden. Det laveste indhold i jorden blev målt i foråret 1995 med N-min-værdier ned til 15 kg/ha. Det højeste indhold på 110-114 kg N-min/ha blev målt i foråret 1996 forud for foderroer og vinterhvede.

Tabel 7.3 N-min (kg/ha) målt i marts/april. Gens. af 1994-97.
Mineral N content measured March/April (0-1 m) as average of 1994-97.

Afgrøde samme år som N-min-måling	N-min	NH_4-N	NO_3-N
		Kg/ha	
Byg m. udlæg	39^{bc}	13^{cb}	27^{b}
1.års kløvergræs	30^{d}	14^{b}	16^{c}
2.års kløvergræs	43^{b}	16^{a}	27^{b}
Helsæd	35^{cd}	12^{c}	24^{b}
Vinterhvede	60^{a}	14^{b}	47^{a}
Foderroer	57^{a}	14^{b}	43^{a}
$LSD_{0,95}$	6	1,7	5,9

Tabel 7.4 . Årsvariationer i N-min-indhold (kg/ha) i forsøgsperioden 1994-97. Mineral N content measured March/April (0-1 m) as average of treatments.

År	1. års kl.-græs	2. års kl.-græs	Vårbyg m. udlæg	Helsæd	Foder-Roer	Vinter-hvede
1994	44^{a}	34^{b}	31^{c}	30^{b}	50^{b}	52^{b}
1995	15^{d}	17^{b}	34^{c}	21^{b}	28^{d}	31^{c}
1996	36^{b}	87^{a}	52^{a}	59^{a}	110^{a}	114^{a}
1997	24^{c}	34^{b}	40^{b}	32^{b}	41^{c}	45^{b}
$LSD_{0,95}$	8	24	5	20	8	8

7.2.1 *Konklusion*

- Der var ikke forskelle i N-min-niveauerne mellem behandlingerne.
- Indholdet af N-min om efteråret var størst henholdsvis 1. og 2. år efter nedpløjning af kløvergræsset og mindst i 1. års kløvergræsset.
- Der var store årsvariationer i markernes N-min-indhold.

8 Sygdomme og skadedyr

Der blev ikke registreret forskelle i forekomsten af sygdomme og skadedyr mellem de fire behandlinger i forsøgsperioden. Efterfølgende vil angreb derfor kun blive vist og kommenteret på markniveau. Registreringstider er angivet ved afgrødernes vækststadier efter BBCH-skalaen (Lancashire et al., 1991). Variationer i vækststadier i efterfølgende tabeller viser, i hvilket tidsrum registreringerne er foretaget hen over årene. Der vises kun resultater fra de tidspunkter, hvor forekomsten af skadevolderne var størst.

8.1 Vårbyg med udlæg

I alle forsøgsår var angrebsniveauet af meldug lavt (tabel 8.1), hvilket sansynligvis skyldes, at der blev anvendt sortsblandinger. Angreb af bladlus blev bedømt omkring 10. juli. Største angreb blev registreret i 1995, hvor 57% af de undersøgte planter i vårbygmarken var besat med bladlus. Angreb af kornbladbiller og dens larver forekom i alle år, men kun i meget lille udstrækning.

Tabel 8.1 Meldug og bladlus i byg med udlæg. Mildew and aphids in spring barley.

Skadevolder	Angreb	Vækststadium	1994	1995	1996	1997
Meldug	% dækning, 3. blad	50-61	1	-	2	0
Bladlus	% planter	59-83	5	57	26	0

8.2 Helsæd

Bedømmelse af meldugangreb i vårbyg-fraktionen blev foretaget først i juli, og angreb af bladlus blev bedømt omkring 10. juli. Angrebene i 1994 i vårbyg var bemærkelsesværdigt høje i sammenligning med vårbyggen i den rene vårbygmark (tabel 8.2).

Tabel 8.2 Meldug og bladlus i bygfraktionen i byg/ært-helsæd. Mildew and aphids in the barley fraction of barley/pea- wholecrop.

Skadevolder	Angreb	BBCH	1994	1995	1996	1997
Meldug	% dækning, 3. blad	50-59	11	-	4	0
Bladlus	% planter	62-83	100	53	25	0

Tabel 8.3 Rodbrand, bladrandbiller, ærtebladlus og ærteviklere i ærtefraktionen i byg/ært-helsæd. Root rot, pea aphids and pea moths in the pea fraction of barley/pea-wholecrop.

Skadevolder	Angreb	BBCH	1997	1996	1995	1994
Rodbrand	% rødder	33-34	0,8	3,5	-	-
Bladrandbillelarver i						
Jord	antal pr. plante	53-55	-	1,3	3,6	6,4
Rodknolde	% rodknolde	53-55	-	80	44	38
Ærtebladlus	% topskud	71-81	0	19	100	2
Ærteviklerens larve	% bælge	79-81	15	4	36	32
Ærteviklere i feromonfælder	antal akkumuleret	51-75	-	10	76	-

Planter til registrering af rodbrand blev udtaget midt i maj. Bedømt på symptomer alene vurderedes det, at rodbrand skyldtes Rhizoctonia solani eller Pythium spp. Angrebsniveauet var lavt og sandsynligvis uden betydning (tabel 8.3).

Larver af bladrandbiller i jorden og beskadigede eller ødelagte rodknolde på ærterne blev registreret ca. 1. juli, hvor hovedparten af larverne var i 3.- 4. udviklingsstadium og ganske få i puppestadiet. Der var ingen sammenhæng mellem larvetæthed af bladrandbillens larve i jorden og angrebne rodknolde. Den høje andel af rodknolde med bladrandbillelarver kan have forårsaget udbyttetab i ærterne. Ifølge Jørgensen et al. (1998) regner man med, at bladrandbillen og dens larver forårsager en skade på 2-3 hkg/ha i en ren ærtemark. Dette betyder, at den samlede indflydelse på udbyttet i byg/ært-helsæden sandsynligvis har været begrænset.

Ærtebladlus blev bedømt midt i juli inden tæthed af lusene var aftagende. Angreb af ærtebladlus nåede i 1995 op på 100 %. Her var tale om en meget hurtig opformering som følge af den høje temperatur.

Ærteviklere fanget i feromonfælder blev akkumuleret i perioden 15/6-15/7, hvor den væsentligste flyvning normalt finder sted. Angreb af ærteviklerens larve i ærtebælge

blev bedømt i sidste halvdel af juli, hvor angrebene var etableret. Der var sammenhæng mellem tæthed af ærtevirklere i feromonfælder og angrebsgrad af larver i ærtebælge. Angreb af ærteviklerens larve i foderært er sædvanligvis uden betydning.

8.3 Vinterhvede

Angrebsniveau af såvel goldfodsyge som knækkefodsyge lå på et meget lavt niveau (tabel 8.4). Angreb af knækkefodsyge blev bedømt ca. 1. maj og angreb af goldfodsyge blev bedømt på planternes rodnet midt i juli. Der kunne forventes et større angreb af goldfodsyge end det registrerede, idet vårbyg indgik med en stor andel i helsæden, der var forfrugt. Brugen af dybstrøelse til forfrugten og til vinterhveden de to første år forøgede ikke angrebet af knækkefodsyge. Dette stemmer overens med Deboer (1993) og andre, som angiver, at halm/dybstrøelse ikke øger angreb af knækkefodsyge.

Angreb af meldug og septoria spp. var i alle år svage til moderate. I tabel 8.4 er angrebsgrad på 3. blad vist for bladsygdommene. Angreb på dette blad giver normalt en god indikation for, hvor kraftige angrebene er. Angreb på 2. og 1. blad (faneblad) er sædvanligvis mindre end på 3. blad især for septorias vedkommende.

Angreb af bladlus blev registreret i aks og på tilhørende faneblade i perioden 10.-15. juli inden tæthed af bladlus var aftagende. Angreb af bladlus i vinterhvede var moderat i alle år (tabel 8.4). Efter midten af juli blev bladlusene fjernet af især svirrefluelarver og i mindre grad af voksne mariehøns og dens larver. Tæthed af bladlus nåede ikke op på niveau med skadetærsklen i konventionel hvede, som er bladlus på mindst 60-80% planter (Hansen, 1995). Bladlus paraciteret af snyltehvepse forekom især ved de tidlige registreringer på op til 6% af de planter, der i forvejen havde levende bladlus. Paracitering af bladlus forekom lige hyppigt i hvede og byg, og der kunne ikke iagttages stigende frekvens igennem registreringsforløbet.

Angreb af græsfluer blev bedømt ca. 1. maj, hvor symptomerne er tydelige. Angrebsfrekvens af græsfluer i vinterhvede var relativ lille og svarede til, hvad der almindeligt forekommer i økologiske hvedemarker og i konventionel 1. års hvede (Holm, 1994). De lave angrebsniveauer medfører sædvanligvis ikke udbyttetab.

Tabel 8.4 Sygdomme og skadedyr i vinterhvede. Diseases and pests in winter wheat.

Skadevolder	Angreb	Vækst-Stadium	1994	1995	1996	1997
Knækkefodsyge	% planter	30-31	4	1	1	4
Goldfodsyge	% rodnet	80-85	-	0,4	0,7	0,2
Meldug	% dækning, 3. blad	69-76	15	0	7	0
Septoria spp.	% dækning, 3. blad	69-76	0	0	4	5
Bladlus	% aks/faneblad	75-83	15	40	33	63
Græsfluer	% planter	30-31	12	5	10	7

8.4 Foderroer

Angreb af sygdomme og skadedyr lå på et lavt niveau alle årene. Eventuelt synlige angreb af rodbrand kunne fravælges ved udtynding af roerne. I tabel 8.5 ses resultater af registreringer af angreb af rodbrand og trips. Planterne blev udtaget sidst i maj, lige inden udtynding af roerne. Bedømt på baggrund af symptomerne vurderedes det, at rodbrand var forårsaget af Phoma betae eller Pythium spp. Der blev observeret angreb af virusgulsot i alle år.

Tabel 8.5 Sygdomme og skadedyr i foderroer. Diseases and pests in fodder beet.

Skadevolder	Angreb	BBCH	1997	1996	1995	1994
Rodbrand	% rødder	10-11	8	6	11	-
Trips	% planter	10-11	7	4	2	-

8.5 Diskussion

I forsøget var der ikke mulighed for at kvantificere betydningen af de enkelte skadevoldere. Som et forsigtigt forsøg på at vurdere betydningen af nogle centrale skadevoldere er der foretaget beregninger i PC-planteværn (Anonym, 1997) med udgangspunkt i de aktuelle registreringer. I vårbyg med udlæg ville PC-planteværn have udløst bekæmpelse af bladlus i 1995. I vækststadium 53-65 er kriteriet for bekæmpelse af bladlus mere end 51% planter med forekomst af lus. Angrebene af meldug i vårbyggen udløste ikke bekæmpelse. Angreb af meldug/septoria spp. i vinter-

hvede ville i tre ud af fire år have udløst bekæmpelse i konventionel hvede. Bladlus i hvede nåede ikke op på skadetærskelniveau i konventionel hvede.

8.6 Konklusion

- Der var i ingen af afgrøderne forskel mellem de fire behandlinger med hensyn til forekomst af de registrerede skadevoldere.
- Angrebene af sygdomme og skadedyr lå overvejende på et lavt niveau, og det vurderes, at den udbyttebegrænsende effekt har været moderat.

9 Mangelsymptomer

Der blev i forsøgsperioden kun observeret visuelle symptomer på mangel af ét næringsstof, nemlig kalium. Der var ikke synlige tegn på mangel af hverken kvælstof, fosfor, mangan eller øvrige næringsstoffer. Kaliummangel blev første gang observeret i 1995 i vårbyg i helsæd og i vårbyg med udlæg. Symptomerne på K-mangel i vårbyggen var alle årene 1995-97 et forårsfænomen, der forsvandt relativt hurtigt igen. Udover vårbyggen (vårbyg og helsæd) blev der observeret K-mangel i hvidkløveren i kløvergræsset i perioden 1996-97, hvor der sås de karakteristiske små hvidlige visne pletter på bladrandene.

Bedømmelserne af K-mangel ses i tabel 9.1. I vårbyggen fandt bedømmelserne sted i maj måned i 2-4 bladstadiet. Kløvergræsset blev i 1996 bedømt på genvæksten efter 1. slæt og i 1997 blev bedømmelsen foretaget i slutningen af maj. K-mangel var mere udbredt i 2. års end i 1. års kløvergræs. I 2. års marken blev der desuden fundet sikre forskelle mellem systemerne, hvilket må skyldes, at kun kløvergræs i de to rene gyllesystemer blev gødet (se kap. 4.2). I alle fire systemer fik 1.års kløvergræsset ingen husdyrgødning, hvilket forklarer det ensartede niveau i K-mangelsymptomer. Det bemærkes, at de mest udtalte K-mangelsymptomer blev fundet på vårbyggen i helsædsmarken (se kap 4.3).

Tabel 9.1 Karakter for K-mangel efter skala 0-10. Gns. af 2-3 år. K-deficiency character according to a 0-10 scale as an average of 2-3 years.

System	Byg m. udlæg	1.års kl.græs		2.års kl.græs		Byg i Helsæd
	1995-97	*1996-97*		*1996-97*		*1995-97*
		- gylle	+ gylle*	+ gylle	-gylle*	
0,9G	0,3	1,9	1,4	2,6[b]	5,0	4,2
1,4G	0,8	1,5	1,3	2,4[b]	4,1	4,0
0,9DG	0,7	1,5		5,5[a]		5,3
1,4DG	1,0	1,6		5,0[a]		4,5
$LSD_{0,95}$	n.s.	n.s.		1.6		n.s.

*) Ekstraundersøgelse i kløvergræs (jf. kap.2.2 og 4.2.2)

Konklusion

- Der blev observeret visuelle symptomer på mangel af kalium i sædskiftet.
- Kaliummangel var mest udpræget i 2. års kløvergræs i 0,9DG og 1,4DG-systemerne samt i vårbyg i byg/ært-helsæd.

10 Ukrudt

Ukrudtsmængden blev opgjort som procent ukrudtstørstof af den samlede plantemasse. Der blev fundet sikre forskelle i forekomsten af ukrudt mellem de fire behandlinger ved ét tidspunkt i hver afgrøde (tabel 10.1). I vårbyg med udlæg blev der primo juli fundet en større procentvis forekomst af ukrudtstørstof i 0,9G-behandlingen end i 0,9DG-behandlingen. I helsæd blev der primo juli målt størst ukrudtsforekomst i behandlingerne med det høje gødningsniveau (1,4 de/ha). Det ser ud til, at ukrudtet har reageret positivt på gødningstilførsel, men at konkurrencen fra afgrøden efterfølgende har udlignet denne forskel. Samme forhold gjorde sig gældende i vinterhvede. Her blev der ved det første klip i maj målt størst procentvis mængde af ukrudtstørstof i 1,4G- og 1,4DG-behandlingerne. Denne forskel blev dog ligeledes udlignet senere i vækstsæsonen. Den største procentvise andel af ukrudt blev registreret i helsæd og den mindste i vinterhvede. Ved sidste prøveudtagning lå andelen af ukrudtstørstof på under 6% af den samlede tørstofmængde i alle tre afgrøder.

Tabel 10.1. Andel af ukrudt (% af total mængde plantetørstof) på forskellige tidspunkter, 1994-1997. Weed fraction (% of total plant DM) as an average of year and time of season.

Behandling	Vårbyg		Helsæd			Vinterhvede		
	Medio juni	Primo juli	Medio juni	Primo Juli	Primo August	Maj	Medio juni	Primo juli
0,9G	9,6	5,8^{a}	12,0	7,8^{b}	5,0	2,9^{b}	4,1	3,8
1,4G	10,9	4,8^{ab}	13,0	11,5^{a}	4,1	4,5^{a}	6,1	4,5
0,9DG	7,5	4,3^{b}	12,4	7,5^{b}	4,0	4,0^{ab}	3,9	4,6
1,4DG	8,9	4,8^{ab}	9,4	8,5^{ab}	3,7	4,7^{a}	5,6	4,6
$LSD_{0.95}$	n.s.	1,3	n.s.	3,4	n.s.	1,4	n.s.	n.s.

Forekomsten af ukrudt kan være stærkt knyttet til den enkelte mark. I tabel 10.2 findes en oversigt, hvor ukrudtsmængden på den enkelte mark kan følges. Her findes data fra 1 til 3 år afhængig af sædskiftet. Der er ikke noget, der tyder på en opformering af ukrudt på de enkelte marker.

Tabel 10.2 Ukrudtstørstof (% af samlet plantemasse) i de enkelte marker. Weed dry matter (% of total plant DM) in individual fields.

Mark-nr.		S1			S2		S3		S4			S5				S6			
Tid *		2	3	4	2	3	2	3	1	2	3	1	2	3	4	1	2	3	4
Vårbyg	1994				2,3	1,7													
Helsæd	1994												17	13	10				
Vinterhv.	1994								0,0	4,6	1,8								
Vårbyg	1995						7,0	11											
Helsæd	1995																3,3	8,8	1,6
Vinterhv.	1995											0,0	2,0	1,6					
Vårbyg	1996									25	4,4								
Helsæd	1996	17	8,4	2,9															
Vinterhv.	1996															3,3	3,5	4,1	
Vårbyg	1997												1,9	2,5					
Helsæd	1997				9,2	5,3													
Vinterhv.	1997	10	10																

*) 1: maj, 2: medio juni, 3: primo juli og 4: ultimo juli til primo august.

På to af markerne i sædskiftet, mark S2 og S5 blev der talt ukrudtsplanter i vårsæd i 1994 og i 1997. I 1994 blev der dyrket vårbyg i mark S2 og helsæd i mark S5. I 1997 var det omvendt. Optællingerne blev foretaget i fire flader á 0,25 m^2 pr. parcel 4-6 uger efter kornets fremspiring. Resultater ses i tabel 10.3. De dominerende ukrudtsarter var i alle fire år markærenpris, rød tvetand og fuglegræs. I 1997 optrådte endvidere større mængder af hyrdetaske, spergel og kamille. Der ser umiddelbart ud til at være tale om en stigning af antallet af spirevillige ukrudtsfrø i de to marker. Sammenlignes med tørstofmængderne i tabel 10.2 ser det imidlertid ikke ud til at have haft effekt på mængden af ukrudtstørstof i afgrøden.

Der blev i forsøgsperioden ikke registreret forekomst af hverken kvik eller tidsler. Agerkål/agersennep forekom i alle fire forsøgsår i vårsædsmarkerne i et omfang, så markerne i en periode af sommeren havde et gult skær i store områder. Ved optællingen af plantetal i 1994 og 1997 lå antallet af de to korsblomstrede arter på mellem 4 og 28 planter pr. m^2.

De to kløvergræsmarker og roemarken var næsten helt fri for ukrudt. I kløvergræsset havde ukrudtet ikke chance for at etablere sig på grund af tæt plantebestand og afgræsning. Roemarken blev holdt fri for ukrudt hele vækstsæsonen ved hjælp af afbrænding, hakning og radrensning.

Tabel 10.3 Antal ukrudtsplanter pr. m^2 i to marker med vårsæd i 1994 og 1997.
Number of weeds per m^2 in two fields in 1994 and 1997.

Mark	1994	1997
	Antal/m^2	Antal/m^2
S2	189	429
S5	258	722

Hvorvidt der er sket en opformering af ukrudt og/eller en ændring af ukrudtssammensætningen i forsøgsperioden, kan ikke afgøres på baggrund af de eksisterende registreringer. Meget tyder dog på, at det aktuelle sædskifte, hvor flerårige kløvergræsmarker veksler med vintersæd, vårsæd samt en mekanisk renholdt rækkeafgrøde, har været i stand til at regulere forekomsten af ukrudt.

Det er ikke muligt udfra forsøget at sige noget om ukrudtets betydning for udbyttet. Dog vil en ukrudtsmængde, der udgør over 5% af den samlede tørstofmængde, sandsynligvis påvirke udbyttet i negativ retning. Endvidere er en ukrudtsart som kamille klart udbyttesænkende i vintersæd, og de korsblomstrede forventes at være udbyttesænkende i vårsæd (Rasmussen, 1998).

10.1 Konklusion

- Der var en moderat mængde ukrudt i kornafgrøderne i sædskiftet hvilket sandsynligvis har påvirket udbyttet i negativ retning.
- Der var ikke forskelle af betydning i forekomsten af ukrudt mellem de fire behandlinger.

11 Sammenfattende vurdering af de fire dyrkningssystemer

De fire behandlinger tog udgangspunkt i konstruerede modelbedrifter (se Appendiks A). Der indgik således ingen besætninger i forsøget. Den anvendte husdyrgødning blev importeret udefra og havde derfor ikke nogen direkte sammenhæng med det foder, der blev produceret på forsøgsarealet.

Der var god overensstemmelse mellem de opnåede udbytter i forsøget og de udbytter som blev anvendt i de konstruerede modelbedrifter. Proteinindholdet var derimod for lavt i forhold til normen for malkekøer, der ligger på omkring 130 g fordøjeligt råprotein/FE (Poulsen og Kristensen, 1997). Som et eksempel anvendes modelbedriften med gylle og 1,4 de/ha. Når de opnåede resultater fra forsøget blev overført til denne modelbedrift, kunne der som gennemsnit af året produceres 116 g fordøjeligt råprotein/FE. I sommerfoderplanen var indholdet af fordøjeligt råprotein højt på omkring 200 g/FE, mens indholdet i vinterfoderplanen lå alt for lavt på omkring 100 g/FE. Der er i beregningerne ikke taget hensyn til indhold af AAT og PBV. For at få et foder med tilstrækkeligt indhold af fordøjeligt råprotein skal modelbedrifterne derfor justeres i retning af et større indhold af proteinafgrøder. Dette vil typisk være 3 års kløvergræsmarker og helsæd med stor andel af bælgplanter.

De fire økologiske dyrkningssystemer, som blev sammenlignet, viste sig at have indbygget en stor stødpudeevne og stabilitet. Ved planlægningen af forsøget var forventningen:

1) at systemerne med høj husdyrintensitet ville give større udbytter end systemerne med lav husdyrintensitet som følge af en større mængde tilført husdyrgødning.
2) at systemerne med dybstrøelse ville medføre mindre udbytter end de rene gyllesystemer som følge af en mindre plantetilgængelighed af N i dybstrøelse.
3) at N-udvaskningen ville være størst i systemerne med høj husdyrintensitet som følge af en mindsket N-udnyttelse.

Resultatet af de fire års forsøg er imidlertid, at vi kun delvis fik bekræftet den første og den tredje antagelse. Der blev som forventet opnået højere udbytter ved den høje husdyrintensitet end ved den lave. De opnåede merudbytter var dog små. Der blev ikke fundet forskelle i udbytterne mellem de to gødningssystemer. Forskellen i N-udvaskning mellem de to husdyrintensiteter var lille.

Den manglende forskel i udbytteniveauet mellem de to gødningssystemer må fortrinsvis tilskrives forfrugtsvirkningen af kløvergræs. Tidsmæssigt dækkede kløvergræsmarkerne godt 40% af sædskiftet regnet fra høst af dæksæden til nedpløjning. Kløvergræssets forfrugtsværdi skyldes dets ukrudts- og sygdomssanerende egenskaber og opbygning af organisk N fra N_2-fiksering. Opbygningen af N-puljen i kløvergræsmarken viste sig som en stigning i N-udvaskningen fra 1. års til 2. års kløvergræsmarken efterfulgt af størst N-udvaskning den anden vinter efter nedpløjning af kløvergræsset. Udvaskningen var imidlertid ikke stor og udgjorde mængdemæssigt kun en mindre del af den skønnede N_2-fiksering.

De små forskelle i N-udvaskningen mellem de to husdyrintensiteter kan skyldes:
1) at mertilførslen af N i gødning blev indbygget i merudbyttet.
2) en større opbygning af organisk bundet N i jorden i systemerne med det høje gødningsniveau.
3) stødpudeevne i systemet, som er i stand til at udligne de nævnte forskelle gennem reguleringer af N_2-fikseringen, denitrifikationen og ammoniakfordampningen.

Med hensyn til punkt 1 var bortførslen af total-N i merudbyttet i forhold til mertilførslen af total-N i gødning som gennemsnit kun 29% i gyllesystemet og 14% i det kombinerede dybstrøelses- og gyllesystem. En stor del af forklaringen skal derfor findes i punkt 2 og/eller punkt 3.

En vigtig årsag til sædskiftets udbyttemæssige stabilitet var, at problemerne med ukrudt, sygdomme og skadedyr var begrænsede. Der var ingen år, hvor en afgrøde svigtede som følge af ukrudt, sygdomme eller skadedyr. En væsentlig del af afgrødernes vækstpotentiale er derfor blevet udnyttet med, efter økologiske forhold, høje udbytter til følge. En central faktor, som ikke må overses i denne sammenhæng, er, at der i alle år har været udført en omhyggelig driftsledelse.

11.1 Udbytter og næringsstofudnyttelse

I tabel 11.1 er vist en række udbytteparametre for de fire systemer beregnet som gennemsnit af sædskifte og de fire forsøgsår. I de to DG-systemer fordelte andelen af total-N sig i den tilførte husdyrgødning på 40% i gylle og 60% i dybstrøelse. Udbyttet ved den høje husdyrintensitet (1,4 de/ha) var signifikant højere end udbyttet ved den lave husdyrintensitet (0,9 de/ha). Forskellene var imidlertid ikke store, idet der kun blev opnået et merudbytte på 2,2 AE/ha (3,4%) i gylle-systemet ved at tildele

ekstra 38 kg total-N/ha. Dette svarer til en respons på 5,8 FE/kg total-N. I systemet med dybstrøelse og gylle var merudbyttet 4,4 AE/ha (6,9%) for en ekstra tildeling på 43 kg total-N/ha svarende til 9,5 FE/kg total-N. Det kan umiddelbart undre, at vi opnår så høj udbytterespons i DG-systemet. Årsagen til dette kan være, at der kræves en vis mængde start-gylle i foråret til at sætte planterne i stand til efterfølgende at udnytte den langsommere omsættelige dybstrøelse. Årsagen til, at kombinationen af dybstrøelse og gylle mod forventning virker lige så godt som gylle alene, kan være 1) at dybstrøelsen bidrog med større mængder af kalium end gyllen, 2) at fordelingen af gødningen i DG-systemet var mere optimal end i G-systemet, og 3) at dybstrøelsen øgede jordfrugtbarheden mere end gyllen.

Tabel 11.1 Udbytteparametre for de fire systemer (gns. af år og sædskifte). Yield parameters of the four systems as an average of year and crop rotation.

	Gødning kg total-N/ha	Udbytte* AE/ha	Råprotein Hkg/Ha	Merudbytte** FE/kg total-N	Merudbytte** kg råprot/kg total-N
0,9G	79	64,5^{b}	7,5^{bc}		
1,4G	117	66,7^{a}	8,0^{a}	5,8	1,3
0,9DG	91	63,4^{b}	7,3^{c}		
1,4DG	134	67,5^{a}	7,7^{b}	9,5	0,9
$LSD_{0,95}$	-	1,7	0,3	-	-

*) Afgræsning er ikke medtaget. Al halm, også den der nedmuldes, er medtaget. I kerne og halm er der ved omregningen fra tørstof til AE anvendt værdier fra Fodermiddeltabellen (Strudsholm et al., 1997).

**) Merudbytte opnået ved at gå fra 0,9 de/ha til 1,4 de/ha.

Udbyttet af råprotein (tabel 11.1) var højest i gyllesystemerne inden for hver af de to husdyrintensiteter. Dette hænger sandsynligvis sammen med den større mængde af plantetilgængeligt N, som blev tilført med gyllen i forhold til dybstrøelsen. Det skal bemærkes, at mens det største merudbytte i råprotein blev opnået i gylle-systemet, fik vi det største merudbytte i foderenheder i det kombinerede system med dybstrøelse og gylle.

Det ses af tabel 11.2 at forholdet mellem næringsstoffer høstet i afgrøde og næringsstoffer tilført i husgødning varierede mellem systemerne. I 0,9G-systemet blev der høstet mere af både N, P og K end der blev tilført i husdyrgødning. I 1,4DG-systemet var situationen modsat. Her blev der høstet mindre mængder af N, P og K end der blev tilført i gødning. I 0,9G-systemet var der således tale om en tæring på jordens P

og K indhold og en tilsyneladende høj N-udnyttelse, mens der var tale om en opbygning af næringsstofreserverne i 1,4DG-systemet.

Tabel 11.2 Forholdet mellem output i høstet afgrøde og input i husdyrgødning for N, P og K (gns. af år og sædskifte). The relation between output in harvested crop and input in manure for N, P and K as an average of year and crop rotation.

	N-høst/N-gødn.	P-høst/P-gødn.	K-høst/K-gødn.
0,9G	1,5	1,1	1,3
1,4G	1,1	0,8	1,0
0,9DG	1,3	0,9	1,0
1,4DG	0,9	0,7	0,8

Det vurderes, at udbytterne kun i mindre grad har været begrænset af angreb af sygdomme og skadedyr samt af ukrudt. Kun i kløvergræsset blev der vandet optimalt, hvilket sandsynligvis har påvirket udbytteniveauet i de øvrige afgrøder. Vi har i forsøget opnået merudbytter for at øge tilførslen af gødning til alle afgrøder (fra 0,9- til 1,4-niveau), bortset fra foderroerne og kløvergræsset. Kvælstof udgør sandsynligvis hovedårsagen til de opnåede merudbytter. Det tyder dog på, at kalium også har spillet en rolle som vækstbegrænsende faktor i både kløvergræs og helsæd.

Med den eksisterende dyrkningspraksis tyder det på, at 1,4G-, 0,9DG- og 1,4DG-systemerne alle vil kunne opretholde stabile udbytter på langt sigt. I 0,9G-systemet sker derimod en tæring af jordens K-pulje og det må forventes, at det eksisterende udbytteniveau ikke kan opretholdes på langt sigt.

11.2 Sammenligning af forsøgets udbytter med udbytter på økologiske kvægbedrifter

En sammenligning mellem udbytterne i forsøget og udbytteniveauet på økologiske bedrifter er vanskelig, både på grund af forskelle i klima og jordtyper og på grund af forskelle mellem udbytter høstet i markforsøg og udbytter opfodret på stald. Med baggrund i tabelværdier for marktab og svind under lagring har vi tilnærmet os et "normaludbytte" (tabel 11.3). Der regnes med 5% tab i roerod og 13% tab i helsæd og græs til ensilage (Østergaard & Hinhede, 1986). Tabet i roetop sættes til 55% (Jacobsen og Bentholm, 1987). I korn og halm regnes med 5% tab i kerneudbytte og 30%

tab i halmudbytte (Anonym, 1998). Udbytterne i kerne og halm er omregnet til 15% vandindhold. Til sammenligning med de omregnede udbytter i forsøget findes i tabellen en opgørelse af nettoudbytter fra 17 økologiske ejendomme (Kristensen & Halberg, 1995). Sammenligningen kan alene anvendes til at påvise eventuelle områder, hvor vi i forsøget afviger fra det normale udbytteniveau på økologiske bedrifter. Det ses af tabel 11.3, at udbytteniveauet i forsøget lå lidt over middel i forhold til de gennemsnitlige udbytter på de 17 økologiske kvægbrugsbedrifter.

Tabel 11.3 Sammenligning af beregnede nettoudbytter i forsøget med udbytter fra 17 økologiske bedrifter (Data fra Kristensen & Halberg, 1995). Comparison of estimated net yields with yields from 17 organic dairy farms.

Afgrøde	Fraktion	Gns. af de 4 behandlinger og år		Gns. af 17 økologiske bedrifter	
		N-tilførsel kg total-N/ha	AE el. hkg/ha	N-tilførsel kg total-N/ha	AE el. hkg/ha
Vårbyg	Kerne	133	45	126	33
	Halm		34		18
	Udlæg		5		5
Vinterhvede	Kerne	167	57	151	51
	Halm		40		36
Helsæd		39	47	81	35
Foderroer	Rod	240	107	202	97
	Top		11		7
1. års kl.græs	1. slæt	0	30	69	27*
	Afgræsning	0	31**		30*
2. års kl.græs	1. slæt	52	33	69	27*
	Afgræsning	0	31**		30*

*) De angivne udbytter er gennemsnit af forskellige brugsår.

**) beregnet udfra kvietilvæksten i hele sæsonen, antal græsningsdage, 100% fodereffektivitet og maksimalt 800 g daglig tilvækst (Strudsholm et al., 1992).

11.3 Forbedringer af sædskifte og dyrkningspraksis

Det overordnede mål ved indretningen af sædskifte og fordelingen af husdyrgødningen var, at optimere udbytterne og minimere tabene af næringsstoffer til omgivelserne. På denne baggrund kan nævnes flere punkter, hvor systemerne sandsynligvis

kunne forbedres, både med hensyn til produktion af afgrøder og tab af næringsstoffer til omgivelserne.

- Det eksisterende sædskifte var ikke optimalt med hensyn til N-udvaskning. Den første vinter efter kløvergræs blev der dyrket vinterhvede. Vinterhvede er kun i stand til at optage meget begrænsede N-mængder i efterår og vinter (Kyllingsbæk & Hansen, 1994). Den anden vinter efter nedpløjning af kløvergræs var jorden ubevokset. Ved at erstatte vinterhvede med vårsæd kunne arealet holdes fuldt bevokset med efterafgrøder de to første vintre efter kløvergræssets nedpløjning om foråret.

- Husdyrgødningen kunne fordeles bedre i sædskiftet. Foderroerne fik for stor en del af husdyrgødningen. Foderroerne gav ikke merudbytte når gødningsmængderne blev øget fra 0,9- til 1,4-niveauet, hvilket tyder på, at vi kunne mindske tilførslen til niveauet i 0,9-systemet eller en smule lavere. Tilførsel af gylle kunne tildeles 1. års kløvergræsmarken i stedet for 2. års kløvegræsmarken, da 1. års kløvergræs gav et større samlet udbytte end tilførsel til 2. års kløvergræsmarken. Endvidere var merudbyttet for at gå fra 70 til 140 kg total-N/ha i kløvergræs meget begrænset.

- Proteinproduktionen i sædskiftet var lav, blandt andet som følge af en meget lav ærteandel i helsæden. Årsagen til den lave ærteandel var en høj forfrugtsværdi fra kløvergræs, som favoriserede byg i helsædsblandingen. Ærter kunne placeres længere væk fra kløvergræsset i sædskiftet.

Udbringningsmetode og tidspunkt for udbringning af husdyrgødningen er to andre faktorer, som påvirker afgrødernes udnyttelse af de tilførte næringsstoffer. En optimering af husdyrgødningens håndtering ville uden tvivl bidrage til en forbedret næringsstofudnyttelse.

12 Litteraturliste

Anonym, 1988. Sulfur. I Nutrient Requirements of Dairy Cattle. Subcommittee on Dairy Cattle Nutrition. Commitee on Animal Nutrition. National Academy Press. Washington, D.C., pp. 28-29.

Anonym, 1997. A description of the recommendation models in PC-Plant Protection - Pests and Diseases. Danish Institute of Agricultural Science.

Anonym, 1998. Håndbog til driftsplanlægning. Landbrugets Rådgivningscenter.

Anonym, 1999. Hjemmeside: www.lr.dk, Landbrugets Rådgivningscenter.

Askegaard, M. & Vester, J., 1995. Udbyttebegrænsende faktorer i økologisk planteproduktion. I: E.S. Kristensen (red.) Økologisk landbrug med udgangspunkt i kvægbedriften. Statens Husdyrbrugsforsøg. Intern Rapport nr. 42, 53-68.

Augustinussen, E. & Christensen, S.P.L., 1981. Indvirkning af plantebestandens størrelse og fordeling på udbytte og kvalitet af bederoer. Tidsskr. Planteavl 85, 209-233.

Bertsch, P.M. & Thomas, G.W. 1985. Potassium status of temperate region soils. In: Munson, R.D. (Ed.), Potassium in agriculture, 131-162.

Colbourn, P., 1993. Limits to denitrification in two pasture soils in a temperate maritime climate. Agriculture, Ecosystems and Environment 43, 49-68.

Cuttle, S.P. & Scholefield, D. 1995. Management options to limit nitrate leaching from grassland. Journal of Contaminant Hydrology 20, 299-312.

Deboer, R.F., Steed, G.R., Kollmorgen, J.E. & Macauley, B.J. 1993. Effects of rotation, stubble retention and cultivation on take-all and eyespot of wheat in northeastern Victoria, Australia. Soil Till. Res. 25, 263-280.

Djurhuus, J. & Olsen, P. 1997. Nitrate leaching after cut grass/clover leys as affected by time of ploughing. Soil Use Management 13, 61-67.

Dunlop, J. & Hart, A.L., 1987. Mineral nutrition. I: M.J. Barker & W.M.Williams (eds.) White clover, 153-183.

Duus Børgesen, C., Kyllingsbæk, A. & Djurhuus, J. 1997. Model simulations of nitrogen leaching from Danish agriculture. SP-report no. 19. The Danish Institute of Agricultural Sciences, Tjele.

Eriksen, J. & Høgh-Jensen, H., 1998. Variations in the natural abundance of 15N in ryegrass/white clover shoot material as influenced by cattle grazing. Plant and Soil, 205, 67-76

Eriksen, J., Mortensen, J., Kjellerup, V.K. & Kristjansen, O., 1995. Forms and availability of sulfur in cattle and pig slurry. Zeitschrift für Pflanzenernährung und Bodenkunde 158, 113-116.

Frame, J., 1996. The effect of fertilizer nitrogen application in spring and/or autumn on the production from a perennial ryegrass/white clover sward. Reu Technical Series 42, 88-91.

Francis, G.S. 1995. Management practices for minimising nitrate leaching after ploughing temporary leguminous pastures in Canterbury, New Zealand. Journal of Contaminant Hydrology 20, 313-327.

Francis, G.S., Haynes, R.J., Sparling, G.P., Ross, D.J. & Williams, P.H. 1992. Nitrogen mineralization, nitrate leaching and crop growth following cultivation of a temporary leguminous pasture in autumn and winter. Fertilizer Research 33, 59-70.

Friis, E., Mikkelsen, H.E. & Olesen, J.E., 1994. Vækståret september 1993 - august 1994. Grøn Viden, Landbrug nr. 143.

Friis, E., Mikkelsen, H.E. & Olesen, J.E., 1996. Vækståret september 1995 - august 1996. Grøn Viden, Landbrug nr. 173.

Grundahl, L. & Hansen, J.G., 1990. Atmosfærisk nedfald af næringssalte i Danmark. NPo-forskning fra Miljøstyrelsen, Nr. A6.
Hack-ten Broeke, M.J.D., De Groot, W.J.M. & Dijkstra, J.P. 1996. Impact of excreted nitrogen by grazing cattle on nitrate leaching. Soil Use Management 12,
Halberg, N., Kristensen, E.S. & Kristensen, I.S., 1994. Expected yield loss when converting to organic farming in Denmark. NJF-seminar: Converting to organic agriculture. Mikkeli, Finland. March 22-24.
Hansen, B. & Sørensen, N.K., 1996. Metodereferencer til Centrallaboratoriets analyser. Statens Husdyrbrugsforsøg. Intern rapport, Nr. 79.
Hansen, J.G., Jensen, T. & Sørensen, B., 1998. Vækståret september 1997 - august 1998. Grøn Viden nr. 198.
Hansen, L.M., 1995. Bladlus - det nationale skadedyr i Danmark. 12. Danske Planteværnskonference. SP rapport nr. 4, 115-128.
Heidmann, T., 1989. Startkarakterisering af arealerne til systemforskning. II. Resultater fra arealet ved Foulum. Tidskrift for Planteavls Specialserie. Beretning nr. S2007.
Holm, S., 1994. Sygdomme og skadedyr i økologisk planteavl. Statens Planteavlsforsøg. SP rapport nr. 17.
Hostrup, S.B., 1990. Kløvergræs i ærter og byg. II Halvt bladløs ært og vårbyg til helsæd 1986-1988. Tidskrift for Planteavls Specialserie. Beretning nr. S2063, pp 27.
Hovmand, M.F., Andersen, H.V., Bille-Hansen, J. & Ro-Poulsen, H., 1994. Atmosfærens stoftilførsel til danske skovsystemer. Faglig rapport fra DMU nr. 98. 66 pp.
Jacobsen, A. & Bentholm, B.R., 1979. Grovfoderproduktion. Oversigt over Landsforsøgene, 165-194.
Jacobsen, A. & Bentholm, B.R., 1987. Grovfoderproduktion. Oversigt over Landsforsøgene, 204-234.
Jarvis, S.C., Hatch, D.J. & Lockyer, D.R., 1989. Ammonia fluxes from grazed grassland: Annual losses from cattle production systems and their relation to nitrogen inputs. Journal of Agricultural Science, Cambridge 113, 99-108.
Jensen, T., Hansen, J.G. & Sørensen, B., 1997. Vækståret september 1996 - august 1997. Grøn Viden nr. 188.
Johnson, R.H., 1996. Effects of spring fertilizer nitrogen and sward height on production from grass/white clover swards grazed by beef cattle. Reu Technical Series 42, 139-141.
Johnson, P.A., Shephard, M.A. & Smith, P.N. 1997. The effect of crop husbandry and nitrogen leaching from a shallow limestone soil growing a five course combinable crop rotation. Soil Use Management 13, 17-23.
Jørgensen, L.N., Mikkelsen, G., Kristensen, I.S., Holm, S. & Jensen, P.K. 1998. Sædskiftemodeller, som skal danne baggrund for vurdering af produktion og økonomi ved nuværende og ingen anvendelse af pesticider. DJF-rapport. In prep.
Klein, C.A.M. de, Logtestijn, R.S.P. van, 1994. Denitrification and N_2O emission from urine-affected grassland soil. Plant and Soil 163, 235-241.
Koefoed, A.D. & Nemming, O., 1970. Forsøg med forskellige udbringningstider for staldgødning. Tidsskr. Planteavl 73, 12-24.
Kristensen, E.S. & Kristensen, I.S., 1992. Analyse af kvælstofoverskud og -effektivitet på økologiske og konventionelle kvægbrug. Statens Husdyrbrugsforsøg. Beretning 710.
Kristensen, I.S., 1995. Markens nettoudbytte, næringsstofforsyning og afgrødetilstand på økologiske og konventionelle kvægbrug. I: E.S. Kristensen (Ed) Økologisk landbrug med udgangspunkt i kvægbedriften. Intern Rapport nr. 42, 33-51.
Kristensen, I.S., 1998. Personlig meddelelse.

Kristensen, I.S. & Halberg, N. 1995. Markens nettoudbytte, næringsstofforsyning og afgrødetilstand på økologiske og konventionelle kvægbrug. I: E.S. Kristensen (red.) Økologisk landbrug med udgangspunkt i kvægbedriften. Statens Husdyrbrugsforsøg. Intern Rapport nr. 42, 33-51.

Kyllingsbæk, A. & Hansen, J.F., 1994. Grønne marker, en oversigtsrapport. Landbrugsministeriet. 80 pp.

Lampkin, N., 1992. Organic farming. Farming Press Books, United Kingdom.

Lancashire, P.D., Bleiholder, H., van den Boom, T., Langelüddeke, P., Strauss, R., Weber, E. & Witzenberger, A., 1991. A uniform decimal code for the growth stage of crops and weeds. Ann. Appl. Biol. 119, 561-601.

Larsen, K.E., 1985. Anvendelse. I: Husdyrgødning og dens anvendelse. Tidsskr. Planteavls Specialserie S1809, 85-110.

Larsen, K.E., 1987. Gylle til roer i vækstperioden. Tidsskr. Planteavl 91, 215-222.

Ledgard, S.F., Sprosen, M.S., Brier, G.J., Nemaia, E.K.K. & Clark, D.A., 1996. Nitrogen inputs and losses from New Zealand dairy farmlets, as affected by nitrogen fertilizer application: year one. Plant and Soil 181, 65-96.

Lord, E.I. & Mitchell, R.D.J. 1998 Effect of nitrogen inputs to cereals on nitrate leaching from sandy soils. Soil Use Management 14, 78-83.

Lord, E.I. & Shepherd, M.A., 1993. Developments in use of porous ceramic cups for measuring nitrate leaching. Journal of Soil Science 44, 435-449.

Mikkelsen, G., 1998. Personlig meddelelse.

Mikkelsen, H.E., Friis, E. & Olesen, J.E., 1995. Vækståret september 1994 - august 1995. Grøn Viden, Landbrug nr 158.

Møller, E., Andersen, P.E. & Witt, N., 1989. En sammenligning af in vitro opløselighed og in vivo fordøjelighed af organisk stof i grovfoder. 13. Beretning fra Fællesudvalget for Statens Planteavls- og Husdyrbrugsforsøg, 23 pp.

Møller, E. & Søegaard, K. 1998. Fodder beet (Beta vulgaris L.) harvested at different times. DJF-rapport nr. 7, 23 pp.

Neuteboom, J.H.; Lantinga, E.A. & van Loo, E.N. 1992. The use of frequency estimates in studying sward structure. Grass and Forage science 47, 358-365.

Nielsen, K.A. & Mikkelsen, M., 1994, 1995, 1996, 1997. Grovfoderproduktion. Oversigt over Landsforsøgene.

Nielsen, L., 1995. Planteproduktion på tre økologiske kvægbedrifter. SP-rapport nr. 17, 93 pp.

Olesen, J.E. & Heidmann, T., 1990. EVACROP. Et program til beregning af aktuel fordampning og afstrømning fra rodzonen. Version 1.01. AJMET arbejdsnotat no. 9, 65 pp. Statens Planteavlsforsøg.

Olesen, J.E. & Vester, J. 1995. Næringsstofbalancer og energiforbrug i økologisk jordbrug - fokus på kvægbedrifter og planteavl. SP-rapport, nr. 9. 143 pp.

Pedersen, C.Å., 1997. Oversigt over Landsforsøgene. Landsudvalget for Planteavl.

Petersen, S.O., Sommer, S.G., Aaes, O. & Søegaard, K., 1998. Ammonia losses from urine and dung of grazing cattle: effect of N intake. Atmospheric Environment 32, 295-300.

Plauborg, F., Andersen, M.N., Heidmann, T. & Olesen, J.E. 1996. Markvand: A decision support system for irrigation scheduling. In: Camp, C.R., Sadler, E.J. & Yoder, R.E. (Eds.). Evaporation and Irrigation Scheduling. Proceedings of the International Conference, Nov. 3-6, 1996, San Antonio, Texas. ASAE. p. 527-535.

Poulsen, H. D. og Kristensen V.F. Normtal for husdyrgødning. En revurdering af danske normtal for husdyrgødningens indhold af kvælstof, forsfor og kalium. DJF-beretning nr. 736, 165 pp.

Rasmussen, I.R., 1998. Personlig meddelelse.

Ruz-Jerez, B.E., White, R.E. & Balls, P.R., 1994. Long-term measurements of denitrification in three contrasting pastures grazed by sheep. Soil Biology and Biochemistry 26, 29-39.
Sibbesen, E., 1990. Kvælstof, fosfor og kalium i foder, animalsk produktion og husdyrgødning i dansk landbrug i 1980-erne. Tidsskr. Planteavls Specialserie S2054, 21 pp.
Sommer, S.G. & Olesen, J.E., 1991. Effects of dry matter content and temperature on ammonia loss from surface-applied cattle slurry. Journal of Environmental Quality 20, 679-683.
Stopes, C., Forde, G., Millington, S. & Woodward, L., 1988. Nitrogen mineralisation in organic ley/ arable farming systems. Research notes no. 7. Elm Farm Research Center.
Strudsholm, F., Nielsen, E.S., Flye, J.C., Kjeldsen, A.M., Weisbjerg, M.R., Søegaard, K., Kristensen, V.F., Hvelplund, T. & Hermansen, J.E. 1997. Fodermiddeltabel 1997. Sammensætning og foderværdi af fodermidler til kvæg. Landbrugets Rådgivningscenter. Rapport nr. 69. 53 pp.
Strudsholm, F., Nielsen, E.S., Madsen, J., Foldager, J., Hermansen, J.E., Kristensen, V.F., Aaes, O & Hvelplund, T. 1992. Danske fodernormer til kvæg. Landsudvalget for kvæg. Rapport nr. 18, 51 pp.
Søegaard, K., 1994. Nutritive value of white clover. REUR Technical Series 29, 17-23.
Søegaard, K., 1996. Forårs- og efterårsgødskning af græsmarker. Grøn Viden nr. 166, 6 pp.
Søegaard, K., Lund, P. Vinther, F. & Petersen, S.O. 1999. Afgræsning med malkekøer. DJF-rapport. Under publisering.
Tilley, J.M.A. & Terry, R.A. 1963. A two stage technique for in vitro digestion of forage crops. J. Br. Grassld. Soc. 18, 104-111.
Tisdale, S.L., Nelson, W.L. & Beaton, J.D., 1984. Soil fertility and fertilizers. Macmillan Publishing Company, New York.
Van Soest, P.J. 1963. Use of detergents in the analysis of fibrous feeds. J. AOAC 46, 825-835.
Vinther, F.P., 1998. Biological nitrogen fixation in grass-clover affected by animal excreta. Plant and Soil 203, 207-215.
Vinther, F.P. & Jensen, E.S., 1998. Symbiotic N_2-fixation in an organic cropping system. (in preparation).
Ward, R.C., Whitney, D.A. & Westfall, D.G., 1973. Plantanalysis as an aid in fertilizing small grains. I: Walsh, L.M. & Beaton, J.D. (Ed.) Soil testing and plant analysis. Soil Science Society of America, Madison, 329-348.
Whitehead, D.C., 1995. Grassland nitrogen. CAB International, UK. 397 pp.
Windolf, J., 1995. Vandmiljøplanens Overvågningsprogram 1995. Ferske vandområder. Vandløb og kolder. Faglig rapport fra DMU nr. 177.
Woodhouse, P.J., Wild, A. & Clement, C.R. 1978. Rate of uptake of potassium by three crop species in relation to growth. J. Exp. Bot. 29, 885-894.
Østergaard, V. & Hinhede, J., 1986. Studier i kvægbrugssystemer. 615 beretning fra Statens Husdyrbrugsforsøg. 255 pp.

Appendiks

A. Beskrivelse af modelejendomme
B. Tørststofudbytter i alle afgrøder
C. Tilførte mængder husdyrgødning
D. N-, P- og K-koncentrationer i plantemateriale

Appendiks A

Beskrivelse af de fire modelbedrifter

Som udgangspunkt for de fire forsøgsbehandlinger blev der konstrueret fire økologiske modelbedrifter med to niveauer i husdyrintensitet henholdsvis 0,8 og 1,4 de/ha og med to forskellige staldtyper henholdsvis en spaltestald med opsamling af ren gylle og en dybstrøelsesstald med opsamling af gylle ved foderbord og i malkestald. Konstruktionen af modelbedrifterne blev foretaget med henblik på at fastlægge nogle realistiske niveauer i tildelingen af husdyrgødningen til markerne. I denne tildeling blev der tillige taget højde for den mængde gødning som dyrene afsætter under afgræsning af kløvergræsmarkerne.

Processen fra konstruktion af modelejendommene til udarbejdelse af gødningsplanen for forsøgsbehandlinger fulgte følgende trin:

1. Fastlæggelse af husdyrintensitet og gødningstype for de fire økologiske kvægbrugsbedrifter.
2. Fastlæggelse af foderbehov for de fire modelbedrifter.
3. Konstruktion af sædskifter der indeholdt det aktuelle 6- marks sædskifte, basissædskifte, hvor forsøget skulle etableres. Her foruden måtte inddrages parallelsædskifter for at tilgodese en afbalanceret fodring af køerne.
4. Fordelingen af husdyrgødningen mellem basissædskifte og parallelsædskifte skete udfra en simpel beregning af PK-balancer hvor balancerne blev udregnet som PK i tilført husdyrgødning minus PK i bortført afgrøde. Fordelingen blev foretaget således, at PK-balancerne var ens for basissædskifte og parallelsædskifte.
5. Efter fastlæggelse af de aktuelle gødningsmængder, angivet i ton/ha, blev omregnet til gødningsmængder angivet i kg total-N/ha. Disse gødningsmængder blev efterfølgende anvendt i forsøget (se kapitel 2.2).

I det følgende er angivet nogle af de forudsætninger som indgik i beregningerne.

Besætning
De to besætningsstørrelser på henholdsvis 0,8 og 1,4 de/ha svarerede til to realistiske niveauer inden for økologiske malkekvægsbedrifter. En husdyrintensitet på 1,4 de/ha udgjorde, ifølge de økologiske regler, den maksimalt tilladte besætningsstørrelse. Kvierne blev ikke medtaget i modelberegningerne, da de normalt opholder sig

på varige græsmarker i sommerhalvåret og da inddragelse af varige græsmarker ville komplicere de efterfølgende beregninger unødigt.

Foderbehov og fodersammensætning

I foderbudgettet blev regnet med et foderforbrug på 5500 FE/ko/år hvilket var et oprundet gennemsnit blandt de økologiske forsøgsværter ved helårsforsøgene (Kristensen, pers. medd.). En række krav til fodersammensætningen (Kristensen, pers. medd.) blev søgt opfyldt i de udarbejdede modelfoderplaner (se tabel A.1)

Tabel A.1. Køernes foderkrav ved 5500 FE/ko/år.
Feed requirements of milking cows at 5500 feed units/cow/year.

	Gns. FE/ko/dag	
	Sommer	Vinter
Foderroer	0	3-4
Helsæd	0	2-3*
Græsensilage	1	4-6*
Afgræsning	8-10	0
Korn	0-6	0-6
Kraftfoder	1	2
i alt	15	15

*) Helsæd + græsensilage bør maks. udgøre 8 FE/ko/dag i vinterfoderplanen.

Udbytter

De anvendte udbytteniveauer, som blev anvendt i beregningerne, blev fastlagt udfra målte udbytter i det økologiske kvægbrugssædskifte på Foulumgård hvor forsøget skulle anlægges (Mikkelsen, pers. medd.). Manglende udbyttedata blev hentet fra "Håndbog for driftsplanlægning 93/94" og fra målte udbytter ved helårsforsøgene (Kristensen, pers. medd.). Der blev anvendt samme udbytteniveauer på alle fire modelbedrifter, da udgangspunktet var ens. De anvendte nettoudbytter fremgår af tabel A.2.

Sædskifter

Markdriften på hver af de fire modelbedrifter indeholdt et 6-markssædskifte svarende til det aktuelle 6-markssædskifte på forsøgsarealet. Foruden det aktuelle 6-markssædskifte var det i modelberegningerne nødvendigt at inddrage et til to parallelle sædskifter med en justeret afgrødesammensætning. Dette skete for at imøde-

komme det forskellige foderbehov der eksisterede ved de to belægningsgrader. Spisekartofler blev valgt som en parallel afgrøde til foderroerne i systemerne med 0,8 de/ha, da køerne ikke kunne æde så mange roer. Kartofler blev valgt, da det er en rækkeafgrøde som roer. En 3. års græsmark blev anvendt som "parallelafgrøde" i systemerne med 1,4 dyreenheder for at få græsfoder nok. I tabel A.3 og A.4 ses de anvendte sædskifter (sædskiftet med grå farve svarer til forsøgsarealets sædskifte).

Husdyrgødningsmængder

Til værdisættelse af gødningsmængder og indhold af N, P og K blev anvendt tal fra "Normtal for husdyrgødning" (Rapport nr. 28, SJI, 1987). Der blev foretaget en forholdsmæssig justering af gødningsmængderne udfra foderforbruget således, at produktionen pr. årsko blev 113,6 kg total-N/år i det rene gyllesystem, og 124 kg total-N/år i det kombinerede system med dybstrøelse og gylle. Det højere N-indhold i dybstrøelsessystemet svarer omtrent til N-indholdet i den anvendte dybstrøelseshalm.

Det blev antaget, at fordelingen af den animalske N-produktion mellem afgræsning og fodring på stald i forbindelse med de to daglige malkninger var den samme som fordelingen mellem optagelsen af foderenheder (710 beretning, SH, 1992). Dette medførte, at der ved 150 dages afgræsning pr. år blev opsamlet 33% af gødningen på stald i afgræsningsperioden i systemerne med 0,8 de/ha og 39% af gødningen blev opsamlet på stald i systemerne med 1,4 de/ha. Der skulle således fraregnes omkring 25% af den totale gødningsproduktion fra køerne når den opsamlede mængde af husdyrgødning skulle opgøres.

Tabel A.2 Anvendte nettoudbytter (hkg/ha el. AE/ha) ved beregningerne på modelbedrifterne. Net yields (100 kg/ha or 100 feed units/ha) used for calculations on model farms

Afgrøde/fraktion	Udbytte	Afgrøde/fraktion	Udbytte
Vårbyg, kerne	45	Byg/ært-helsæd	45
Vårbyg, halm	35	Foderroer, top (20%)	450
Vinterhvede, kerne	55	Foderroer, rod (80%)	115
Vinterhvede, halm	40	Vinterhvede-helsæd	55
1. års kløvergræs, 1. slæt	33	Spisekartofler	250
2. års kløvergræs 1. slæt	30	3. års kløvergræs 1. slæt	28
Kløverudlæg	8		

Tabel A.3 Forsøgssædskifte og parallelsædskifte i systemerne med 0,8 de/ha. Experimental and parallel crop rotation in systems with 0,8 LU/ha.

Forsøgssædskifte	Parallelsædskifte	*Andel afgrøder*
Byg m. udlæg	Byg m. udlæg	*16,7% byg med udlæg*
1. års kløvergræs	1. års kløvergræs	*16,7% 1. års kl.græs*
2. års kløvergræs	2. års kløvergræs	*16,7% 2. års kl.græs*
Byg/ært-helsæd	Byg/ært-helsæd	*16,7 % helsæd*
Vinterhvede	Vinterhvede	*16,7% vinterhvede*
Foderroer	Spisekartofler	*5,6% roer /11,1% spisekartofler*

Tabel A.4. Forsøgssædskifte og parallelsædskifte i systemerne med 1,4 de/ha. Experimental and parallel crop rotation in systems with 1,4 LU/ha.

Forsøgssædskifte	Parallelsædskifte 1	Parallelsædskifte 2	*Andel afgrøder*
Byg m. udlæg	Byg m. udlæg	Byg m. udlæg	*16,7% byg med udlæg*
1. års kløvergræs	1. års kløvergræs	1. års kløvergræs	*16,7% 1. års kl.græs*
2. års kløvergræs	2. års kløvergræs	2. års kløvergræs	*16,7% 2. års kl.græs*
Byg/ært-helsæd	3. års kløvergræs	3. års kløvergræs	*11% 3. års kl.*
Vinterhvede	Byg/ært-helsæd	Byg/ært-helsæd	*16,7 % helsæd*
Foderroer	Foderroer	Vinterhvede	*11% roer/11% vinterhvede*

Beskrivelse af modelbedrifter

Basisoplysninger om de fire konstruerede modelbedrifter fremgår af tabellerne A.5-A.8.

Gødningsplan

For at kunne udarbejde en realistisk gødningsplan til forsøget, blev der foretaget en afbalancering af gødningstilførslen mellem forsøgssædskifte og de 1-2 parallelsædskifter. Afbalanceringen blev foretaget således, at beregnede PK-balancer, PK i tilført gødning minus PK i høstet afgrøde, var ens for henholdsvis forsøgssædskiftet og for parallel-sædskifterne. De anvendte P- og K-værdier for husdyrgødningen blev hentet i "Normtal for husdyrgødning"(Laursen et al.,1987). Anvendte værdier for indhold af P og K i afgrøder blev hentet i "Håndbog for driftsplanlægning 93/94" samt fra tidligere data fra forsøgsarealet (Mikkelsen, pers. medd.). Herefter blev det beregnet hvor meget total-N pr. ha der ialt skulle tilføres forsøgssædskiftet i de fire model-

bedrifter. Som følge af en relativ stor andel roer i forsøgssædskiftet betød dette, at der måtte tilføres mere husdyrgødning end der svarer til 0,8 de/ha for at opretholde ens PK-balancer mellem forsøgssædskiftet og parallelsædskifterne. Resultatet blev, at der i stedet blev tilført en husdyrgødningsmængde svarende til en belægningsgrad på 0,9 i stedet for 0,8 de/ha. Årsagen til denne nødvendige justering var, at roerne bortfører en større mængde næringsstoffer end parallelafgrøden kartofler.

Fra modelberegninger til forsøg
Modelbedrifterne blev anvendt til sikring af, at de valgte husdyrgødningsmængder var realistiske for de fire systemer. Det kunne dog af forsøgsmæssige og praktiske årsager ikke lade sig gøre at overføre hele konceptet til forsøgsbehandlingerne.

Da der i forsøget var ønske om at anvende en stor mængde dybstrøelse, blev der foretaget en efterfølgende justering mellem gylle og dybstrøelse fra 14,8 tons gylle/10,8 tons dybstrøelse til 11,1 tons gylle/13,5 tons dybstrøelse. Denne fordeling er ikke urealistisk på økologiske bedrifter, da kvierne typisk går på en dybstrøelsesmåtte i vinterperioden.

I modelbedrifterne med 1,4 de/ha blev vinterhveden høstet som helsæd. I forsøget blev alt vinterhveden af praktiske årsager høstet til modenhed og bortset fra systemet med 0,9 de/ha og gylle blev halmen bortført. Dette medførte en mindre, men ubetydelig ændring i PK-balancerne.

I modelbedrifterne med 1,4 de/ha blev der kun taget et første slæt på 68% af kløvergræsmarkerne, mens der i forsøgssædskiftet høstes et første slæt på begge kløvergræsmarker. Dette medførte en ændring i PK-balancerne mod et lidt større PK underskud i forsøget end på den tilhørende modelbedrift.

Afgræsningen i forsøget blev af praktiske hensyn foretaget ved brug af store drægtige kvier i stedet for malkekøer. Dette betød umiddelbart ændringer i forhold til planen, da kvierne 1) ikke var inde og aflevere gødning på stald i afgræsningsperioden og 2) ikke havde samme foderoptagelse som køerne. Ved brug af kvier anvendtes færre de/ha, men der blev kompenseret for dette, da kvierne lagde al gødningen i marken. En grovberegning viste, at afsætningen af P og K i marken ved brug af henholdsvis store kvier og malkekøer var tilnærmelsesvis ens.

Tabel A.5. Modelbedrift: 0,8 de/ha og gylle. Model farm: 0,8 LU/ha and slurry.

Besætning	0,8 årskøer/ha af stor race
Staldsystem	Spaltestald med strøede sengebåse
Gødningstype	Gylle
Afgræsning	150 dage/år
Sædskifte	Se tabel A.3.
Foderplan	*Vinter:* 5,5 FE græsensilage,3,5 FE roer,2,5 FE helsæd, 1,5 FE byg og 2 FE rapskager. *Sommer:* 9 FE afgræsningsgræs, 2 FE helsæd, 2 FE byg,1 FE kløvergræsudlæg, 1 FE rapskage
Import af foder	Indkøb af rapskager svarende til 11% af foderet.
Salg af afgrøder	Alt hvede sælges som brødhvede. Herudover sælges 33% af vårbyggen og 15% af byg/ært-helsæden sælges (står til modenhed)
Halm	Halmen fra vinterhveden snittes

Tabel A.6. Modelbedrift: 1,4 de/ha og gylle. Model farm: 1,4 LU/ha and slurry.

Besætning	1,4 årskøer/ha af stor race
Staldsystem	Spaltestald med strøede sengebåse
Gødningstype	Gylle
Afgræsning	150 dage/år
Sædskifte	Se tabel A.4.
Foderplan	*Vinter:* 3 FE græsensilage, 4,3 FE roer,4,4 FE helsæd, 1,3 FE byg og 2 FE rapskager. *Sommer:* 8,5 FE afgræsningsgræs, 3 FE helsæd, 2,5 FE byg, 0,6 FE kløvergræsudlæg, 1 FE rapskage
Import af foder	Indkøb af byg og rapskager svarende til 18% af foderet. Da grænsen for import af konventionel foder er 15% må 3% således indkøbes som økologisk foder.
Salg af afgrøder	Alle afgrøder opfodres. Vinterhveden høstes som helsæd.
Halm	Al halmen anvendes i stalden

Tabel A.7 Modelbedrift: 0,8 de/ha og dybstrøelse/gylle. Model farm: 0,8 LU/ha and deep litter/slurry.

Besætning	0,8 årskøer/ha af stor race
Staldsystem	Dybstrøelsesstald med gødningsmåtte og spalter ved foderbord.
Gødningstype	Dybstrøelse og gylle
Afgræsning	150 dage/år
Sædskifte	Se tabel A.3.
Foderplan	*Vinter:* 5,5 FE græsensilage,3,5 FE roer,2,5 FE helsæd, 1,5 FE byg og 2 FE rapskager. *Sommer:* 9 FE afgræsningsgræs, 2 FE helsæd, 2 FE byg,1 FE kløvergræsudlæg, 1 FE rapskage
Import af foder	Indkøb af rapskager svarende til 11% af foderet.
Salg af afgrøder	Alt hvede sælges som brødhvede. Herudover sælges 33% af vårbyggen og 15% af byg/ært-helsæden sælges (står til modenhed)
Halm	Alt halmen anvendes som dybstrøelse.

Tabel A.8. Modelbedrift: 1,4 de/ha dybstrøelse/gylle. Model farm: 1,4 LU/ha and deep litter/slurry.

Besætning	1,4 årskøer/ha af stor race
Staldsystem	Dybstrøelsesstald med gødningsmåtte og spalter ved foderbord.
Gødningstype	Dybstrøelse og gylle
Afgræsning	150 dage/år
Sædskifte	Se tabel A.4.
Foderplan	*Vinter:* 3 FE græsensilage, 4,3 FE roer,4,4 FE helsæd, 1,3 FE byg og 2 FE rapskager. *Sommer:* 8,5 FE afgræsningsgræs, 3 FE helsæd, 2,5 FE byg, 0,6 FE kløvergræsudlæg, 1 FE rapskage
Import af foder	Indkøb af byg og rapskager svarende til 18% af foderet. Da grænsen for import af konventionel foder er 15% må 3% således indkøbes som økologisk foder.
Salg af afgrøder	Alle afgrøder opfodres. Vinterhveden høstes som helsæd.
Halm	Der importeres halm svarende til 1,7 tons/ha.

Appendiks B. Tørstofudbytte (hkg TS/ha) i høstede fraktioner for enkeltår og som gennemsnit af hele forsøgsperioden.
Yield (100 kg DM/ha).

År	Behand-ling	Byg		1. års kl.gr.	2. års kl.gr.	Helsæd	Vinterhvede		Foderroer	
		Halm	Kerne	1.slæt	1. slæt		Halm	Kerne	Rod	Top
1994	0,9G	27,6 c	34,3 b	36,1 a	35,8 a	82,2 b	38,9 ab	46,4 a	88,1 a	30,9 a
	1,4G	30,4 ab	38,5 a	35,0 a	36,0 a	94,5 a	40,2 ab	46,9 a	85,3 a	31,1 a
	0,9DG	28,3 bc	35,3 b	33,8 a	30,5 b	82,5 b	36,5 b	41,6 b	83,1 a	27,5 b
	1,4DG	31,6 a	39,6 a	36,8 a	27,2 b	92,4 a	42,8 a	47,6 a	84,9 a	29,7 a
	$LSD_{0,95}$	2,3	1,7	5,4	4,2	6,0	4,5	4,1	14,3	1,8
1995	0,9G	52,6 c	37,1 c	40,1 a	49,8 a	76,0 bc	43,2 b	42,3 b	91,0 a	26,2 a
	1,4G	53,8 bc	41,8 b	40,3 a	51,0 a	83,7 a	48,6 a	46,0 a	88,1 a	27,2 a
	0,9DG	60,1 a	37,6 c	41,8 a	44,8 b	71,0 c	42,8 b	42,8 b	91,5 a	26,5 a
	1,4DG	58,6 ab	45,4 a	42,2 a	42,2 b	81,4 ab	49,1 a	47,9 a	91,2 a	27,2 a
	$LSD_{0,95}$	5,9	2,2	3,1	2,7	5,6	2,8	2,5	15,5	2,5
1996	0,9G	35,6 a	40,5 b	31,4 b	39,4 a	84,7 b	55,8 ab	59,0 ab	125,8 a	36,4 a
	1,4G	37,2 a	44,4 a	33,9 a	38,3 a	93,2 a	61,9 ab	63,5 a	121,7 a	38,5 a
	0,9DG	36,4 a	39,6 b	33,5 ab	35,9 a	83,8 b	55,0 b	55,0 b	131,9 a	34,4 a
	1,4DG	37,9 a	44,1 a	34,1 a	31,1 b	87,6 ab	65,2 a	63,6 a	137,0 a	38,2 a
	$LSD_{0,95}$	3,3 a	2,8	2,3	4,4	6,4	9,5	6,6	16,7	5,1
1997	0,9G	38,7 b	39,5 b	42,4 ab	56,4 a	81,8 b	48,6	50,6	144,1 ab	35,2 b
	1,4G	42,1 b	44,9 a	39,6 b	59,7 a	92,5 a	52,4	52,7	148,8 a	39,4 a
	0,9DG	40,2 ab	34,7 c	43,7 a	53,1 a	82,8 b	49,4	52,6	141,6 b	34,9 b
	1,4DG	43,9 a	46,1 a	44,0 a	52,9 a	92,2 a	52,4	52,5	144,0 ab	37,4 ab
	$LSD_{0,95}$	2,9	4,6	4,1	8,0	8,6	n.s.	n.s.	6,9	3,6
1994-97	0,9G	38,6 c	37,9 c	37,5 ab	45,3 a	81,2 b	46,6 b	49,6 b	112,3 a	32,2 bc
	1,4G	40,9 b	42,4 b	37,2 b	46,3 a	91,0 a	50,8 a	52,3 a	111,0 a	34,0 a
	0,9DG	41,3 ab	36,8 c	38,2 ab	41,1 b	80,0 b	45,9 b	48,0 b	112,0 a	30,8 c
	1,4DG	43,0 a	43,8 a	39,3 a	38,4 c	88,4 a	52,4 a	52,9 a	114,3 a	33,1 ab
	$LSD_{0,95}$	2,1	1,4	1,8	2,3	3,3	4,5	2,4	7,0	1,7

Appendiks C. Tilførte mængder husdyrgødning (ton/ha) og husdyrgødningens indhold af næringsstoffer (% af tørstof).
Applied animal manure (tonne/ha) and the nutrient content (% of DM).

Afgrøde	Perio-de	Behand-ling	Gød-ning	Ton /ha	Total-N kg/ha	Tørstof %	Aske	Total-C	Total-N	NH4-N	P	K	S	Mg	Na
Vårbyg m. udlæg	1994	0,9 G	GY	21	62.16	6.84	17.79	41.50	4.39	2.50	0.90	4.70	0.40	0.51	0.48
		1,4 G	GY	31	91.88	6.84	17.79	41.50	4.39	2.50	0.90	4.70	0.40	0.51	0.48
		0,9 DG	DY	11	83.77	31.34	40.72	31.20	2.43	0.51	0.38	2.42	0.30	0.29	0.19
			GY	25	39.51	4.37	17.37	42.60	3.66	2.19	1.12	3.20	0.41	0.55	0.47
		1,4 DG	DY	11	83.77	31.34	40.72	31.20	2.43	0.51	0.38	2.42	0.30	0.29	0.19
			GY	44	70.85	4.37	17.37	42.60	3.66	2.19	1.12	3.20	0.41	0.55	0.47
	1995-97	0,9 G	GY	21	70.43	7.38	19.43	42.85	4.56	2.25	1.00	4.49	0.50	0.52	0.44
		1,4 G	GY	29	98.19	7.38	19.43	42.85	4.56	2.25	1.00	4.49	0.50	0.52	0.44
		0,9 DG	DY	25	175.23	28.22	37.85	36.08	2.55	0.15	0.49	3.30	0.39	0.38	0.25
		1,4 DG	DY	25	175.23	28.22	37.85	36.08	2.55	0.15	0.49	3.30	0.39	0.38	0.25
			GY	14	48.14	7.38	19.43	42.85	4.56	2.25	1.00	4.49	0.50	0.52	0.44
1. års kl.græs	1994-97	Alle		Ingen tilførsel af husdyrgødning											
2. års kl.græs	1994-97	0,9 G	GY	21	68.72	7.36	18.61	42.18	4.48	2.38	0.87	4.52	0.47	0.52	0.45
		1,4 G	GY	42	137.86	7.36	18.61	42.18	4.48	2.38	0.87	4.52	0.47	0.52	0.45
Helsæd	1994-97	1,4 G	GY	18	60.28	7.37	18.61	42.18	4.53	2.32	0.99	4.56	0.47	0.52	0.45
		1,4 DG	DY	13	94.59	29.01	39.29	34.86	2.57	0.26	0.47	3.04	0.37	0.36	0.23

Appendiks C (fortsat). Tilførte mængder husdyrgødning (ton/ha) og husdyrgødningens indhold af næringsstoffer (% af tørstof). Animal manure continued.

Afgrøde	Perio-de	Behand-ling	Gød-ning	Ton/ ha	Total-N kg/ha	Tørstof %	Aske	Total-C	Total-N	NH4-N	P	K	S	Mg	Na
Vinterhvede	1994	0,9 G	GY	45	143.49	7.21	17.79	41.50	4.44	2.50	0.90	4.70	0.40	0.51	0.48
		1,4 G	GY	54	174.51	7.21	17.79	41.50	4.44	2.50	0.90	4.70	0.40	0.51	0.48
		0,9 DG	DY	10	109.34	26.80	.	36.90	4.25	0.09	1.60	5.78	0.97	0.68	.
			GY	41	74.21	4.15	17.37	42.60	4.34	2.19	1.12	3.20	0.41	0.55	0.47
		1,4 DG	DY	10	109.34	26.80	.	36.90	4.25	0.09	1.60	5.78	0.97	0.68	.
			GY	69	123.38	4.15	17.37	42.60	4.34	2.19	1.12	3.20	0.41	0.55	0.47
	1995	0,9 G	GY	46	138.20	6.90	.	.	4.36	2.64	1.01	4.80	0.40	0.49	0.31
		1,4 G	GY	55	165.26	6.90	.	.	4.36	2.64	1.01	4.80	0.40	0.49	0.31
		0,9 DG	DY	12	77.49	31.08	.	25.30	2.12	.	0.48	2.63	.	.	.
			GY	43	128.68	6.90	.	.	4.36	2.64	1.01	4.80	0.40	0.49	0.31
		1,4 DG	DY	12	77.49	31.08	.	25.30	2.12	.	0.48	2.63	.	.	.
			GY	55	165.26	6.90	.	.	4.36	2.64	1.01	4.80	0.40	0.49	0.31
	1996-97	0,9 G	GY	38	134.45	7.87	19.43	42.85	4.51	2.15	0.90	4.27	0.55	0.53	0.50
		1,4 G	GY	47	165.03	7.87	19.43	42.85	4.51	2.15	0.90	4.27	0.55	0.53	0.50
		0,9 DG	GY	36	126.00	7.87	19.43	42.85	4.51	2.15	0.90	4.27	0.55	0.53	0.50
		1,4 DG	GY	47	165.03	7.87	19.43	42.85	4.51	2.15	0.90	4.27	0.55	0.53	0.50
Foderroer	1994-97	0,9 G	GY	62	198.55	7.28	18.61	42.18	4.41	2.35	0.97	4.58	0.47	0.52	0.45
		1,4 G	GY	75	237.92	7.28	18.61	42.18	4.41	2.35	0.97	4.58	0.47	0.52	0.45
		0,9 DG	DY	15	121.48	27.42	39.29	34.86	2.90	0.33	0.53	3.15	0.37	0.36	0.23
			GY	38	100.99	6.56	18.40	42.73	4.37	2.28	1.02	4.21	0.48	0.53	0.44
		1,4 DG	DY	22	171.17	27.42	39.29	34.86	2.90	0.33	0.53	3.15	0.37	0.36	0.23
			GY	48	129.07	6.56	18.40	42.73	4.37	2.28	1.02	4.21	0.48	0.53	0.44

Appendiks D.1 N-indhold (%) i høstede fraktioner for enkeltår og som gennemsnit af hele forsøgsperioden. N-content (% of DM).

År	Behand-ling	Byg		1. års kl.gr.	2. års kl.gr.	Helsæd	Vinterhvede		Foderroer	
		Halm	Kerne	1.slæt	1. slæt		Halm	Kerne	Rod	Top
1994	0,9G	1,03 ab	1,27 a	1,92 a	2,87 b	1,34 a	0,47 a	1,74 a	1,09 b	2,80 ab
	1,4G	0,87 c	1,25 a	1,82 ab	2,92 b	1,28 a	0,50 a	1,74 a	1,19 a	2,92 a
	0,9DG	1,10 a	1,28 a	1,74 b	3,00 ab	1,32 a	0,48 a	1,72 a	0,98 c	2,72 b
	1,4DG	0,94 bc	1,27 a	1,89 ab	3,19 a	1,33 a	0,49 a	1,69 a	1,06 bc	2,74 b
	$LSD_{0,95}$	0,12	0,03	0,15	0,22	0,09	0,06	0,05	0,09	0,13
1995	0,9G	0,74 ab	1,28 b	2,65 a	2,49 a	1,62 a	0,52 a	1,74 a	0,99 b	2,79 a
	1,4G	0,68 b	1,31 b	2,65 a	2,51 a	1,59 a	0,51 a	1,76 a	1,14 a	2,92 a
	0,9DG	0,83 a	1,31 b	2,54 a	2,47 a	1,64 a	0,53 a	1,75 a	0,97 b	2,76 a
	1,4DG	0,67 b	1,39 a	2,62 a	2,48 a	1,60 a	0,54 a	1,80 a	1,08 ab	2,91 a
	$LSD_{0,95}$	0,12	0,06	0,21	0,16	0,11	0,05	0,11	0,14	0,18
1996	0,9G	0,81 a	1,47 a	2,72 a	2,49 b	1,84 a	0,66 a	1,65 b	1,05 b	2,96 a
	1,4G	0,66 b	1,50 a	2,34 b	2,80 a	1,59 a	0,68 a	1,71 ab	1,17 a	3,08 a
	0,9DG	0,89 a	1,38 b	2,80 a	2,61 ab	1,57 a	0,68 a	1,73 a	0,94 c	2,92 a
	1,4DG	0,68 b	1,50 a	2,26 b	2,49 b	1,46 a	0,67 a	1,69 ab	0,99 bc	2,98 a
	$LSD_{0,95}$	0,13	0,08	0,22	0,22	0,41	0,08	0,06	0,09	0,26
1997	0,9G	1,07 b	1,39 b	2,27 b	2,16 a	1,63 a	0,62 a	1,69 a	0,74 bc	2,45 bc
	1,4G	0,91 c	1,45 ab	2,20 bc	2,23 a	1,66 a	0,63 a	1,74 a	0,80 a	2,59 a
	0,9DG	1,41 a	1,39 b	2,44 a	2,18 a	1,65 a	0,60 a	1,69 a	0,70 c	2,37 c
	1,4DG	0,96 bc	1,52 a	2,10 c	2,22 a	1,66 a	0,62 a	1,69 a	0,78 ab	2,56 ab
	$LSD_{0,95}$	0,12	0,10	0,13	0,10	0,09	0,08	0,10	0,05	0,13
1994-97	0,9G	0,91 b	1,35 bc	2,39 a	2,50 b	1,61 a	0,57 a	1,71 a	0,97 b	2,75 bc
	1,4G	0,78 c	1,38 b	2,25 b	2,62 a	1,53 a	0,58 a	1,74 a	1,07 a	2,88 a
	0,9DG	1,06 a	1,34 c	2,38 a	2,57 ab	1,54 a	0,57 a	1,72 a	0,90 c	2,69 c
	1,4DG	0,81 c	1,42 a	2,22 b	2,59 ab	1,51 a	0,58 a	1,72 a	0,98 b	2,80 b
	$LSD_{0,95}$	0,06	0,03	0,10	0,09	0,10	0,02	0,04	0,05	0,08

Appendiks D.2 P-indhold (%) i høstede fraktioner for enkeltår og som gennemsnit af hele forsøgsperioden. P-content (% of DM).

År	Behandling	Byg		1. års kl.gr.	2. års kl.gr.	Helsæd	Vinterhvede		Foderroer	
		Halm	Kerne	1.slæt	1. slæt		Halm	Kerne	Rod	Top
1994	0,9G	0,099 ab	0,335 a	0,241 a	0,286 a	0,225 b	0,064 a	0,362 a	0,156 a	0,240 ab
	1,4G	0,078 c	0,323 b	0,229 a	0,296 a	0,210 c	0,068 a	0,355 a	0,154 a	0,248 a
	0,9DG	0,105 a	0,340 a	0,241 a	0,281 a	0,235 a	0,073 a	0,367 a	0,156 a	0,232 b
	1,4DG	0,092 b	0,335 a	0,245 a	0,286 a	0,230 ab	0,070 a	0,355 a	0,156 a	0,235 b
	$LSD_{0,95}$	0,013	0,009	0,015	0,016	0,008	0,012	0,014	0,011	0,009
1995	0,9G	0,089 ab	0,347 a	0,313 a	0,337 a	0,234 a	0,094 a	0,403 a	0,160 a	0,260 a
	1,4G	0,084 b	0,352 a	0,307 a	0,351 a	0,218 a	0,096 a	0,405 a	0,161 a	0,268 a
	0,9DG	0,103 a	0,361 a	0,310 a	0,309 b	0,239 a	0,095 a	0,401 a	0,166 a	0,261 a
	1,4DG	0,094 ab	0,367 a	0,310 a	0,305 b	0,224 a	0,096 a	0,404 a	0,166 a	0,269 a
	$LSD_{0,95}$	0,017	0,022	0,019	0,015	0,026	0,011	0,011	0,010	0,014
1996	0,9G	0,070 bc	0,308 b	0,288 ab	0,342 b	0,189 a	0,058 a	0,288 a	0,128 b	0,252 a
	1,4G	0,063 c	0,311 b	0,270 c	0,379 a	0,184 a	0,060 a	0,297 a	0,131 b	0,262 a
	0,9DG	0,086 a	0,341 a	0,299 a	0,309 c	0,184 a	0,063 a	0,299 a	0,133 ab	0,249 a
	1,4DG	0,081 ab	0,339 a	0,275 bc	0,296 c	0,179 a	0,059 a	0,291 a	0,143 a	0,256 a
	$LSD_{0,95}$	0,010	0,023	0,016	0,021	0,018	0,013	0,012	0,011	0,027
1997	0,9G	0,125 c	0,368 bc	0,285 b	0,327 a	0,262 a	0,082 a	0,342 a	0,160 b	0,260 a
	1,4G	0,112 d	0,364 c	0,314 a	0,328 a	0,259 a	0,087 a	0,337 a	0,162 b	0,262 a
	0,9DG	0,172 a	0,376 ab	0,294 ab	0,301 a	0,259 a	0,070 a	0,342 a	0,160 b	0,251 a
	1,4DG	0,135 b	0,384 a	0,281 b	0,310 a	0,268 a	0,082 a	0,335 a	0,173 a	0,263 a
	$LSD_{0,95}$	0,010	0,012	0,024	0,034	0,025	0,023	0,008	0,010	0,020
1994-97	0,9G	0,096 b	0,340 b	0,282 a	0,323 b	0,227 a	0,074 a	0,349 ab	0,151 b	0,253 ab
	1,4G	0,084 c	0,337 b	0,280 a	0,339 a	0,218 b	0,078 a	0,348 ab	0,152 b	0,260 a
	0,9DG	0,117 a	0,354 a	0,286 a	0,300 c	0,229 a	0,075 a	0,352 a	0,154 b	0,248 b
	1,4DG	0,100 b	0,356 a	0,277 a	0,299 c	0,225 ab	0,077 a	0,346 b	0,160 a	0,255 ab
	$LSD_{0,95}$	0,007	0,008	0,009	0,009	0,009	0,007	0,005	0,005	0,008

Appendiks D.3 K-indhold (%) i høstede fraktioner for enkeltår og som gennemsnit af hele forsøgsperioden. K-content (% of DM).

År	Behand-ling	Byg		1. års kl.gr.	2. års kl.gr.	Helsæd	Vinterhvede		Foderroer	
		Halm	Kerne	1.slæt	1. slæt		Halm	Kerne	Rod	Top
1994	0,9G	1,178 b	0,485 b	1,884 a	2,007 b	1,213 bc	0,733 a	0,480a	1,174 a	2,874 a
	1,4G	1,120 b	0,475 b	1,779 a	2,334 a	1,316 ab	0,778 a	0,480 a	1,204 a	3,062 a
	0,9DG	1,330 a	0,503 a	1,792 a	1,621 c	1,135 c	0,758 a	0,473 a	1,148 a	2,877 a
	1,4DG	1,323 a	0,483 b	1,862 a	1,571 c	1,374 a	0,770 a	0,473 a	1,241 a	3,092 a
	$LSD_{0,95}$	0,069	0,016	0,147	0,175	0,117	0,050	0,0151	0,130	0,323
1995	0,9G	1,236 b	0,578 b	1,984 a	2,327 a	0,992 bc	1,433 ab	0,511 a	1,053 ab	3,782 a
	1,4G	1,333 b	0,585 ab	2,024 a	2,477 a	1,210 a	1,523 ab	0,505 ab	1,042 ab	3,511 a
	0,9DG	1,512 a	0,601 ab	2,044 a	1,886 b	0,921 c	1,416 b	0,507 ab	1,007 b	3,536 a
	1,4DG	1,528 a	0,608 a	2,098 a	1,865 b	1,131 ab	1,534 a	0,502 b	1,123 a	3,784 a
	$LSD_{0,95}$	0,108	0,027	0,215	0,208	0,158	0,110	0,009	0,083	0,4271
1996	0,9G	0,774 c	0,420 b	2,357 a	2,133 ab	0,778 c	1,252 ab	0,446 a	0,993 c	3,156 c
	1,4G	0,732 c	0,425 b	2,528 a	2,537 a	0,980 ab	1,370 a	0,448 a	1,074 b	3,326 bc
	0,9DG	1,048 a	0,455 a	2,424 a	1,783 bc	0,858 bc	1,189 b	0,455 a	0,994 c	3,479 b
	1,4DG	0,937 b	0,451 a	2,419 a	1,580 c	1,103 a	1,265 ab	0,442 a	1,157 a	3,830 a
	$LSD_{0,95}$	0,093	0,020	0,526	0,451	0,163	0,135	0,016	0,062	0,173
1997	0,9G	1,697 b	0,583 a	2,435 bc	2,158 ab	0,771 b	1,356 b	0,490 a	0,990 b	2,646 c
	1,4G	1,682 b	0,575 a	2,397 c	2,426 a	0,926 a	1,464 a	0,482 a	1,054 b	2,917 bc
	0,9DG	2,198 a	0,587 a	2,629 ab	1,800 b	0,807 b	1,374 b	0,494 a	1,041 b	2,975 b
	1,4DG	2,058 a	0,589 a	2,675 a	2,249 ab	0,920 a	1,496 a	0,482 a	1,226 a	3,659 a
	$LSD_{0,95}$	0,164	0,018	0,194	0,460	0,110	0,078	0,015	0,091	0,326
1994-97	0,9G	1,221 c	0,516 b	2,165 a	2,156 b	0,940 b	1,193 b	0,483 a	1,052 bc	3,115 b
	1,4G	1,217 c	0,515 b	2,182 a	2,443 a	1,108 a	1,284 a	0,479 ab	1,093 b	3,204 b
	0,9DG	1,522 a	0,536 a	2,222 a	1,773 c	0,930 b	1,184 b	0,482 a	1,047 c	3,216 b
	1,4DG	1,462 b	0,533 a	2,263 a	1,816 c	1,132 a	1,266 a	0,475 b	1,187 a	3,591 a
	$LSD_{0,95}$	0,055	0,009	0,140	0,150	0,066	0,051	0,007	0,041	0,167

Blad 7401 HRC 50466 685
Danmarks Jordbrugsforskning
afd. for plantebiologi
Flakkebjerg
4200 Slagelse

DJF Foulum

Postboks 50, 8830 Tjele
Tlf. 89 99 19 00. Fax 89 99 19 19

Direktion
Direktionssekretariat, Økonomisekretariat

Afdeling for Animalske Fødevarer
Afdeling for Husdyravl og Genetik
Afdeling for Husdyrernæring og Fysiologi
Afdeling for Husdyrsundhed og Velfærd
Afdeling for Jordbrugssystemer
Afdeling for Plantevækst og Jord

Afdeling for Markdrift
Afdeling for Stalddrift
Centrallaboratoriet
Informationsenhed
IT-funktion
Biblioteksfunktion
International Enhed

DJF Årslev

Kirstinebjergvej 10, 5792 Årslev
Tlf. 63 90 43 43. Fax 63 90 43 90

Afdeling for Prydplanter
Afdeling for Vegetabilske Fødevarer
Afdeling for Infrastruktur

DJF Flakkebjerg

Flakkebjerg, 4200 Slagelse
Tlf. 58 11 33 00. Fax 58 11 33 01

Afdeling for Plantebiologi
Afdeling for Plantebeskyttelse
Afdeling for Infrastruktur

DJF Bygholm

Postboks 536, 8700 Horsens
Tlf. 75 60 22 11. Fax 75 62 48 80

Afdeling for Jordbrugsteknik
Driftsfunktion

Enheder på andre lokaliteter

Afdeling for Sortsafprøvning
Teglværksvej 10, Tystofte
4239 Skælskør
Tlf. 58 16 06 00. Fax 58 16 06 06

Askov Forsøgsstation
Vejenvej 55, 6600 Vejen
Tlf. 75 36 02 77. Fax 75 36 62 77

Bioteknologigruppen
(Afd. f. Plantebiologi)
Thorvaldsensvej 40, 1.
1871 Frederiksberg C
Tlf. 35 28 25 88. Fax 35 28 25 89

Borris Forsøgsstation
Vestergade 46, 6900 Skjern
Tlf. 97 36 62 33. Fax 97 36 65 43

Den Økologiske Forsøgsstation
Rugballegård
Postboks 536, 8700 Horsens
Tlf. 75 60 22 11. Fax 75 62 48 80

Foulumgård, Postboks 50
8830 Tjele
Tlf. 89 99 19 00. Fax 89 99 19 19

Jyndevad Forsøgsstation
Flensborgvej 22, 6360 Tinglev
Tlf. 74 64 83 16. Fax 74 64 84 89

Rønhave Forsøgsstation
Hestehave 20, 6400 Sønderborg
Tlf. 74 42 38 97. Fax 74 42 38 94

Silstrup Forsøgsstation
Højmarken 12, 7700 Thisted
Tlf. 97 92 15 88. Fax 97 91 16 96

Tylstrup Forsøgsstation
Forsøgsvej 30, 9382 Tylstrup
Tlf. 98 26 13 99. Fax 98 26 02 11

ISSN 1397-9884