



Husdyrgødningens udnyttelse i planteproduktionen ved intensiv husdyrproduktion Et fællesnordisk projekt

*Efficient use of animal manure in plant
production systems*

Knud E. Larsen (Danmark), Staffan Steineck (Sverige)
og Erkki Kemppainen (Finland)
Afdeling for Planteernæring og -fysiologi, Askov
DK-6600 Vejen



Statens
Planteavlscenter
Løgstevnvej 2
2800 Lyngby, Denmark 10

Husdyrgødningens udnyttelse i planteproduktionen ved intensiv husdyrproduktion Et fællesnordisk projekt

*Efficient use of animal manure in plant
production systems*

Knud E. Larsen (Danmark), Staffan Steineck (Sverige)
og Erkki Kemppainen (Finland)
Afdeling for Planteernæring og -fysiologi, Askov
DK-6600 Vejen

INDHOLDSFORTEGNELSE

1. RESUME.....	4
2. SUMMARY.....	6
3. INDLEDNING, INTRODUCTION.....	8
3.1. Baggrund. <i>Background</i>	8
3.2. Målsætning. <i>Object</i>	9
3.3. Projektets gennemførelse. <i>Experimental</i>	9
4. FORSØG. <i>EXPERIMENT</i>	11
4.1. Jordbundsforhold. <i>Basic soil data</i>	11
4.2. Sædskifte. <i>Crop rotations</i>	12
4.3. Forsøgsplaner. <i>Experimental layouts</i>	14
4.4. Gødskning. <i>Fertilization</i>	16
4.5. Afgrøde- og jordanalyser. <i>Crop and soil analysis</i>	19
4.6. Vækstbetingelser. <i>Growing conditions</i>	20
5. RESULTATER, <i>RESULTS</i>	24
5.1. Efterårs- og forårsudbringning af gylle.....	24
<i>Application of slurry in autumn and spring.</i>	
5.2. Udbringningsmåder for gylle.....	27
<i>Alternative methods of slurry applications.</i>	
5.3. Forårsudbragt gylle og handelsgødning.....	29
<i>Spring application of slurry and mineral fertilizer.</i>	
5.4. Næringsstofbalancer. <i>Nutrient balances</i>	43
5.4.1. Balancer for de enkelte afgrøder.....	43
<i>Balances for individual crops.</i>	
5.4.2. Balance for sædskifte.....	53
<i>Balance for rotation of crops.</i>	
6. NÆRINGSSTOFFORHOLD I JORD. <i>PLANT NUTRIENTS IN SOIL</i>	58
7. DISKUSSION. <i>DISCUSSION</i>	64
8. KONKLUSION. <i>CONCLUSION</i>	67
9. LITTERATUR. <i>LITERATURE</i>	68

1. RESUME.

I de nordiske lande, Danmark, Finland og Sverige er der i årene 1985-88 gennemført fastliggende markforsøg på tre forsøgssteder, Askov, Jokioinen og Uppsala med det formål at undersøge, hvorledes gylle kan anvendes på en økonomisk og miljømæssig forsvarlig måde i planteproduktionen i intensive svine- og kvægbedrifter. Virkning af svinegylle blev undersøgt i vårbyg som monokultur. Kvæggylle indgik i to forskellige 3-markssædskifter: I Askov med vårbyg, græs og bederoer, og i Jokioinen og Uppsala med vårbyg, kløvergræs 1. år og kløvergræs 2. år. Tilførslen af gylle varierede i henhold til en produktion fra 1, 2, og 4 dyreenheder pr. ha pr. år, dvs. 50, 100 og 200 kg $\text{NH}_4\text{-N}$ pr. ha pr. år i gylle. Desuden blev efterårs- og forårsudbringning af gylle sammenlignet, samt overfladeudbringning og direkte nedfældning. Gyllens virkning blev endvidere sammenlignet med kalkamonsalpeter.

Den bedste udnyttelse af gyllens plantenæringsstoffer blev på alle tre forsøgssteder opnået ved forårsudbringning. I forhold til forårsudbringning gav efterårsudbringning følgende reduktion af udbytterne: Svinegylle (100 kg $\text{NH}_4\text{-N}$ pr. ha) til byg: 16-48 pct. Kvæggylle (60 kg $\text{NH}_4\text{-N}$ pr. ha) til byg: 1-43 pct. Kvæggylle (120 kg N pr. ha) til bederoer: 34 pct. i rod og 41 pct. i top. For samme mængde kvæggylle til græs: 9-24 pct. Størst reduktion fandtes på Askov med de mildeste og vådeste vintre.

Direkte nedfældning af gylle til 10-15 cm dybde ved 50 cm skærafstand forøgede ved Askov og Jokioinen merudbyttet af byg, bederoer og græs med gennemsnitlig 7-24 pct. sammenlignet med overfladeudbringning. Jordpakningsskader i bygafgrøder og mekanisk skade på rodnettet i kløvergræs medførte meget varierende virkning af gyllenedfældningen ved Uppsala.

Sammenlignet på grundlag af den tilførte mængde mineralsk-N (ammonium i gylle og total-N i kalkamonsalpeter) gav gylle og kalkamonsalpeter stort set samme udbytte af kerne i vårbyg og tørstof af rod og top i bederoer. I ren græsafgrøde ved Askov var der bedre virkning efter kalkamonsalpeter end ved nedfældning af gylle ad tre gange. Begge gødningstyper havde ringe virkning ved overfladeudbringning ad to gange til kløvergræs ved Jokioinen og Uppsala. Kløverbestanden blev reduceret i takt med stigende kvælstoftilskud. Forsøgene blev gennemført uden mulighed for vanding.

Forskellen mellem tilført og optaget kvælstof viste, at der blev efterladt en betydelig kvælstofmængde ved tilførsel af gylle fra mere end to dyreenheder pr. ha. For fosfor var der balance efter tilførsel af svinegylle fra en dyreenhed pr. ha til vårbyg og med kvæggylle fra to dyreenheder tilført til vårbyg, bederoer, græs og kløvergræs. Overskudstilførsel af fosfor og kalium resulterede i en forøgelse af jordens indhold af disse stoffer.

Nøgleord: Kvæggylle, svinegylle, udbringningstidspunkt, udbringningsmåde, sædskifter, vårbyg, bederoer, græs, kløvergræs, næringsstofbalancer, jordbundsforhold.

2. SUMMARY.

The utilization of plant nutrients in slurry for plant production in intensive animal farming systems was studied during four years, 1985-1988, in Denmark at Askov, in Finland at Jokioinen and in Sweden at Uppsala.

The aim was to investigate how plant production in such systems can be based on the plant nutrients in slurry from pigs and dairy cows in an economical way and without causing environmental hazards. The effects of plant nutrients in pig slurry were tested in barley in monoculture. Dairy cow slurry was applied to a three-year crop rotations consisting of barley, grass and fodder beets in Denmark and barley, ley 1st year and ley 2nd year in Finland and Sweden. All crops in the dairy farming system were grown each year in three rotations at each experimental site. The application rates corresponded to a slurry production of 1, 2 and 4 livestock units $\text{ha}^{-1} \text{yr}^{-1}$, i.e. about 50, 100 and 200 $\text{kg NH}_4\text{-N ha}^{-1} \text{yr}^{-1}$ in slurry. On all sites were compared slurry applied in spring and autumn as well as surface-spreading and injection of slurry. Furthermore, comparisons were made of slurry and commercial fertilizers.

On all three experimental sites slurry application in the spring proved to give the most efficient use of the ammonia nitrogen in the slurry. Relative to spring application autumn application reduced the yields: Pig slurry (100 $\text{kg NH}_4\text{-N per ha}$) to spring barley: 16-48 per cent. Cattle slurry (60 $\text{kg NH}_4\text{-N per ha}$) to spring barley: 1-43 per cent. Cattle slurry (120 $\text{kg NH}_4\text{-N per ha}$) to fodder beet: 34 per cent in root and 41 per cent in top. Cattle slurry to grass (120 $\text{kg NH}_4\text{-N per ha}$): 9-24 per cent. The greatest reduction was found at Askov because of the milder and wetter winters at Askov than at Jokioinen and Uppsala.

Compared to surface application injection of slurry, to a depth of 10-15 cms, at 40-50 cm tine distance, increased yields of barley, fodder beet and grass at Askov and Jokioinen by 7-24 per cent. Soil compaction in barley and damage from the tines to roots of the clovergrass when injecting slurry gave very variable results at Uppsala.

When compared on the basis of mineral-N, slurry and commercial fertilizer were equally effective in terms of yield increase of barley grain and root and top of fodder beet.

Injection of the slurry to the grass sward at three times at Askov yielded less than comparable applications of commercial fertilizers. Both slurry and fertilizer surface spread at two times to ley at Jokioinen and Uppsala had small effects. The amount of red clover was reduced concurrently by an increasing contribution of nitrogen. The experiments were not irrigated.

From the difference between the amounts of nitrogen applied and removed by the crops it was seen that slurry from more than two livestock units caused a surplus of nitrogen.

Phosphorus balance was achieved in spring barley by application of pig slurry from one livestock unit and by cattle slurry to spring barley, fodder beets, grass and ley from two units. Surplus of phosphorus and potassium resulted in increasing P and K-contents in the soil.

Key words: Cattle slurry, pig slurry, application times, injected and surface-spread, crop rotations, spring barley, fodder beets, grass, ley, nutrient balances, soil tests.

3. INDLEDNING

3.1 Baggrund

De sidste 25-30 års tekniske og økonomiske udvikling i landbruget har ændret den tidligere alsidige driftsform mod mere specialiseret drift med svine eller kvægproduktion med dertil hørende specialisering i planteproduktion. Denne strukturudvikling har samtidig medført en betydelig koncentration af husdyrene på færre og større brug. Samtidigt har det tekniske system for håndtering af husdyrgødningen i stort omfang ændret sig fra fast staldgødning og ajle til gylle.

På grund af husdyrgødningens særlige karakter har der altid været knyttet problemer til den korrekte udnyttelse af dens plantenæringsstoffer. Medens problemerne tidligere var af relativt beskedent omfang, hvor husdyrhold og markdrift var afstemt efter hinanden, stiller sagen sig anderledes med de mere specialiserede driftsformer.

I bedrifter med stor husdyrbestand og lille jordtilliggende vil anvendelse af meget store årlige mængder husdyrgødning give en positiv næringsstofbalance. På kort sigt kan det være af værdi, hvor jorden har en dårlig næringstilstand, men på længere sigt er det at betragte som overgødsning. Overgødsning giver dårlig udnyttelse af de tilførte plantenæringsstoffer og øget risiko for uønskede miljømæssige konsekvenser.

Hvor driften er baseret på svinehold med kornavl og salgsafgrøder, må husdyrgødningen nødvendigvis anvendes til afgrøder, der alle har en relativt kort vækstperiode og et mindre gødningsbehov.

Den ændrede og ikke tilfredsstillende håndtering og anvendelse af husdyrgødning medførte, at man indenfor Nordiske Jordbrugsforskeres Forening (NJF) tog spørgsmålet om bedre udnyttelse af husdyrgødningen op.

På et NJF-symposium: "Stallgödsel som växtnäringskälla og miljörisk" i Danmark december 1980, blev husdyrgødningsproduktionen i de skandinaviske lande, dens sammensætning, omsætning, nedbrydning, håndtering og virkning på forskellige afgrøder og jorde behandlet (20). Seminaret gav anledning til udarbejdelse af et forslag til en fællesnordisk forsøgsrække om "Studium af husdjuravfallens udnyttjande i växtproduktionen vid intensiv animalieproduktion - et jordbrugsekologisk basprojekt". Ansøgning om forskningsbidrag blev i 1983 indsendt til Nordisk Kontaktorgan for Jordbrugsforskning (NKJ).

3.2 Målsætning

Eftersom det største problem for en hensigtsmæssig udnyttelse af husdyrgødning findes på de intensive husdyrproduktionsenheder, hvor gødningen håndteres i flydende form som gylle, er projektets formål at finde frem til:

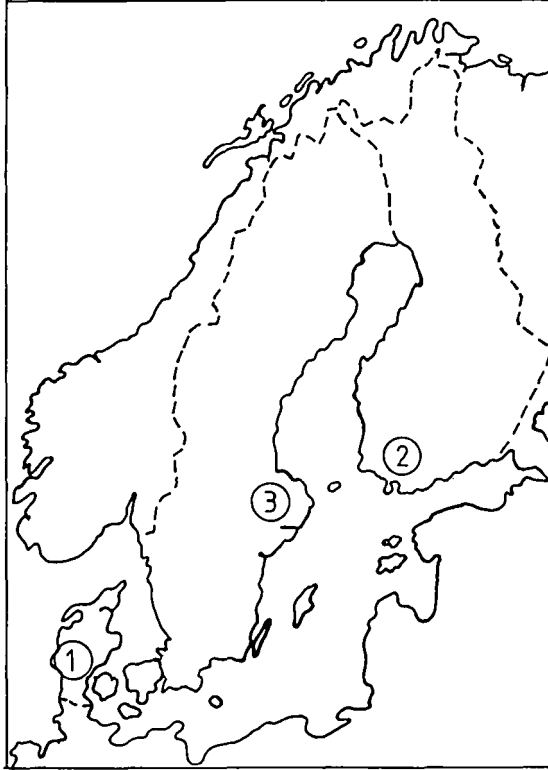
Hvorledes gyllen ved intensiv animalsk produktion kan anvendes på en miljømæssig rigtig måde i planteproduktionen, således at der opnås balance mellem plantenæringsstofftilgang og afgrødernes næringsbehov i et til husdyrholdet tilpasset vækstsysteem.

Det sker ved at undersøge:

1. Mulighederne for høj planteproduktion ved anvendelse af flydende husdyrgødning (gylle) som eneste vækstnæringskilde
2. Største årlig tilførsel af gylle uden negativ virkning på udbytte og kvalitet eller det omgivende miljø.
3. Gødningsvirkning af gylle sammenlignet med handelsgødning.
4. Direkte nedfældning af gylle sammenlignet med overfladeudbringning
5. Udbringningstidspunkter for gylle, efterår eller forår.
6. Langtidsvirkning af gylleanvendelse på jordens næringsstofindhold og balance.
7. Passende sædskifteplan ved intensiv husdyrproduktion.

3.3 Projektets gennemførelse

Efter tilsagn om bidrag fra de nationale forskningsråd efter anbefaling fra Nordisk Kontaktorgan for jordbrugsforskning blev projektet igangsat 1985 i Danmark, Finland og Sverige på 3 forsøgssteder, som vist i figur 1.



1. Danmark: Afdeling for Planteernæring og -fysiologi,
Askov Forsøgsstation DK-6600 Vejen
Forsøgsleder: Knud Erik Larsen
2. Finland: Lantbrukets Forskningscentral.
Afdeling för Agrikulturkemi og -fysik
SF-31600 Jokioinen
Forsøgsleder: Erkki Kempainen
3. Sverige: Sveriges Lantbruksuniversitet
Institutionen för Markvetenskap
Forsöksavd. för Växtnäringslära
S-750 07 Uppsala
Forsøgsleder: Staffan Steineck

I projektet indgik på hvert forsøgssted to dyrkningssystemer tilpasset henholdsvis intensiv svineproduktion og intensiv mælkeproduktion.

Projektet blev gennemført som fastliggende markforsøg fra 1985 til og med 1988.

4. FORSØG

4.1 Jordbundsforhold

I forbindelse med anlæggelse af forsøgene blev der udtaget jordprøver til texturanalyse (tabel 1) og bestemmelse af jordenes indhold af mineralstoffer (tabel 2). De kemiske analyser blev foretaget i henhold til de respektive landes egne analysemetoder. Disse analysemetoder adskiller sig ved anvendelse af forskellige ekstraktionsmetoder.

I Danmark blev fosforbestemmelse udført ved anvendelse af svovlsyremetoden, og resultatet benævnes som fosfortallet, Ft., og for kalium, Kt, ved brug af ammoniumacetat. I Finland er der til analysering af både fosfor og kalium anvendt ammoniumacetat, mens ekstraktionen i Sverige er sket med ammoniumlaktat, og resultaterne anført som P-AL og K-AL.

Af hensyn til en sammenligning af analysedataerne mellem landene blev et antal jordprøver fra hvert af forsøgsstederne analyseret i Sverige. Som det fremgår af tabel 2, hvor resultaterne af både den danske og svenske analysemetode for karakterisering af jordens P- og K-tilstand er anført, ses det, at syre anvendt som ekstraktionsmiddel i Danmark frigør en større del af jordens uorganiske fosforreserve end ved P-ekstraktion med ammoniumlaktat i Sverige.

Tabel 1. *Textur og humus i pct. ved anlæg af forsøg.
Texture and humus, per cent at the start of the
experiments.*

	Dybde i cm <i>Depth in cm</i>	mm				Humus <i>humus</i>
		<0,002 <i>Ler clay</i>	0,002- 0,02 <i>Silt silt</i>	0,02- 0,2 <i>Fin- sand fine- sand</i>	0,2- 2,0 <i>Grov- sand coarse- sand</i>	
Askov	0 - 20	11,3	11,4	39,4	35,2	2,5
	20 - 40	15,2	11,1	37,9	34,7	1,7
	40 - 60	19,7	10,9	36,5	32,3	0,7
Jokioinen	0 - 20	50,6	17,3	22,8	9,2	5,7
	20 - 40	60,1	14,8	19,6	5,5	2,9
	40 - 60	71,5	12,6	14,2	1,7	1,1
Uppsala	0 - 20	32,6	66,2	1,1	-	5,1
	20 - 40	32,3	66,9	0,9	-	3,3
	40 - 60	37,0	62,5	0,5	-	0,9

Tabel 2. Kemisk analyse.
Chemical analysis.

	Dybde i cm Depth in cm	pH (H ₂ O)	Ft	P-AL	Kt	K-AL	Mg-AL	Ca-AL
Åskov	0 - 20	6,2	6,2	5,8	7,1	7,1	3,9	106
	20 - 40	6,3	3,6	2,2	6,4	6,9	4,7	117
	40 - 60	6,2	2,2	1,1	8,0	7,8	5,4	120
Jokioinen	0 - 20	6,1		13,4		27,0	53,0	284
	20 - 40	6,2		3,5		24,7	87,0	239
	40 - 60	6,2		1,7		22,2	144,0	243
Uppsala	0 - 20	6,3		6,2		8,3	12,7	256
	20 - 40	6,2		3,5		6,4	15,1	197
	40 - 60	6,3		0,4		5,8	35,3	186

Fosfortal, P-index:

Ft. = 3 mg P/100 g jord, soil. (P-sulphuric acid extraction).

P-AL = 1 mg P/100 g jord, soil. (P-ammonium lactate extraction).

Kaliumtal, K-index:

KT. = 1 mg K/100 g jord, soil. (K-ammonium acetate extraction).

K-AL = 1 mg P/100 g jord, soil. (K-ammonium lactate extraction).

4.2 Sædskifter

Forsøgene er gennemført som fastliggende markforsøg i to sædskifter tilpasset planteproduktionen i henholdsvis et intensivt svine- og kvæglandbrug (tabel 3).

Tabel 3. Sædskifter.
Crop rotation.

Driftsform Farming system	Forsøgssted experimental site	Afgrøder crops
A. Svineproduktion Pig production	Åskov	Vårbyg, spring barley
	Jokioinen	Monokultur, monoculture
	Uppsala	
B. Mælkeproduktion Dairy farming	Åskov	Roer, fodder beet
		Vårbyg, spring barley
		Græs, grass
	Jokioinen og Uppsala	Vårbyg, spring barley
		Kløvergræs 1. år, ley 1st year
	Kløvergræs 2. år, ley 2nd year	

Ved valg af sædskifte B, der er baseret på mælkeproduktion (3 marks), er der taget hensyn til forskellige klimaforhold i de tre lande og den lokale praksis.

Forsøgene i sædskifte B blev anlagt i tre afdelinger, hvorved alle tre afgrøder dyrkedes hvert forsøgsår. (tabel 4).

Forsøgene i sædskifte B blev anlagt i tre afdelinger, hvorved alle tre afgrøder dyrkedes hvert forsøgsår. (tabel 4).

Tabel 4. Markplan og afgrøder i driftform B. Mælkeproduktion.
Plan showing fields and crops in farming system B. Dairy farming.

År/mark Year/field	Askov			Jokioinen og Uppsala		
	B1	B2	B3	B1	B2	B3
1985	Græs *) <i>grass</i>	Byg <i>barley</i>	Bederøer <i>fodder beet</i>	Byg <i>barley</i>	Græs **) <i>ley</i>	Græs <i>ley</i>
1986	Bederøer	Græs	Byg	Græs	Byg	Græs
1987	Byg	Bederøer	Græs	Græs	Græs	Byg
1988	Græs	Byg	Bederøer	Byg	Græs ***)	Græs

*) Ren græsblanding, *grass only*.
 **) Kløvergræs, *clover grass (ley)*.
 ***) Jokioinen 1988 = Byg. Jokioinen 1988 *barley instead of clover grass*.

Ved Askov blev alle afgrøder til høstning i 1. forsøgsår sået om foråret, 1985, idet græs-afgrøden var italiensk rajgræs (*Lolium multiflorum* Lam) i renbestand. De følgende forsøgsår blev græsset udlagt i byg som dæksæd med en blanding af 50 pct. alm rajgræs (*Lolium perenne* L) og 50 pct. italiensk rajgræs (*Lolium multiflorum* Lam.).

Ved Jokioinen og Uppsala blev forsøgsarealerne i 1984 tilsået med byg for dels at etablere en 1. års græsmark til høst 1985 og dels at undersøge arealernes egnethed til forsøgsformål.

Kløvergræsafgrøden var i det finske og svenske forsøg en blanding af 20 pct. rødkløver (*Trifolium pratense* L), 30 pct. timothe (*Phleum pratense* L), 25 pct. alm. rajgræs (*Lolium perenne* L) og 25 pct. engsvingel (*Festuca pratensis* Huds).

4.3 Forsøgsplaner

Forsøgsplanen omfattede i det danske forsøg ni forsøgsled med to fællesparceller og en parcelstørrelse på 100 m², hvoraf der forsøgsmæssigt blev høstet 50 m². Gødningsmængder, samt udbringningstider og -måder fremgår af tabel 5.

Tabel 5. Gødningsplan for forsøg ved Askov.
Fertilization in the experiments at Askov.

Forsøgsled <i>treatment</i>	Gødning <i>fertilization</i>	N-tilførsel i <i>sædskitte</i> N- supply in <i>crop rotation</i> A* B** <u>kg/ha</u>		
1. Ugødet,	control	0	0	
2. Gylle, forår, <i>Slurry, spring,</i>	nedfældet <i>injected</i>	50	60	NH ₄ -N
3. - -	-	100	120	- -
4. - -	overfladeudbragt <i>surface applied</i>	100	120	- -
5. - -	nedfældet <i>injected</i>	200	240	- -
6. - efterår <i>autumn</i>	-	100	120***	- -
Handelsgødning <i>mineral fertilizer</i>				
7. N i kas. <i>N in CAN,</i>	P og K, som i led 2 <i>P and K equals no. 2</i>	67	80	N
8. - -	- - - - - 3	133	160	-
9. - -	- - - - - 5	200	240	-
*) A. Svineproduktion, <i>pig production.</i>				
**) B. Mælkeproduktion, <i>dairy farming.</i>				
Halv mængde N til byg, <i>half amount of N to barley.</i>				
***) Græs.: 60 kg NH ₄ -N efterår og 30 kg efter 1. og 2. slæt. <i>Grass.: 60 kg NH₄-N autumn and 30 kg after 1st and 2nd cut.</i>				

Forsøgene i Finland og Sverige var anlagt med ti forsøgsled og to fællesparceller (tabel 6). Parcelstørrelserne var henholdsvis 72 og 100 m², hvoraf der blev høstet 36 og 50 m² som forsøg.

I modsætning til det danske forsøg, hvor hovedvægten for gylleanvendelse var lagt på direkte nedfældning af gylle (tabel 5), blev tilførslen af gylle i de finske og svenske forsøg foretaget ved overfladeudbringning med undtagelse af forsøgsled fem (tabel 6).

Tabel 6. Gødningsplan for forsøg ved Jokioinen og Uppsala.
Fertilization in the experiments at Jokioinen and Uppsala.

Forsøgsled <i>treatment</i>	Gødning <i>fertilization</i>	N-tilførsel i <i>sædskifte</i> N- supply in <i>crop rotation</i>		
		A*	B**	kg/ha
1. Ugødet,	(control)	0	0	
2. Gylle, forår, Slurry, spring,	overfladeudbragt surface applied	50	60	NH ₄ -N
3. - -	- -	100	120	- -
4. - -	- -	200	240	- -
5. - -	nedfældet injected	100	120	- -
6. - efterår autumn	overfladeudbragt surface applied	100	120	
Handelsgødning <i>mineral fertilizer</i>				
7. N i kas. N in CAN,	P og K, som i led 2 P and K equals no. 2	50	60	N
8. - -	- - - - - 3	100	120	-
9. - -	- - - - - 2 + 3	150	180	-
10. - -	- - - - - 4	200	240	-

*) A. Svineproduktion, *pig production*.
 **) B. Mælkeproduktion, *dairy farming*.
 Halv mængde N til byg, *half amount of N to barley*.

4.4 Gødskning

Den anvendte gylle blev ved hver udbringning analyseret for indhold af plantenæringsstoffer (tabel 7 og 8).

Tabel 7. Næringsstofindhold i svinegylle.
Nutrient content in pig slurry.

	Askov		Jokioinen		Uppsala	
	Gns. *) Mean	Variation Range	Gns. *) Mean	Variation Range	Gns. *) Mean	Variation Range
	% i foreliggende stof per cent in fresh manure					
Tørstof. Dry matter	5,3	4,4 - 7,6	1,6	0,8 - 2,0	5,8	3,7 - 10,9
Total-N	0,48	0,43 - 0,52	0,26	0,20 - 0,35	0,49	0,39 - 0,60
NH ₄ -N	0,33	0,29 - 0,37	0,21	0,15 - 0,25	0,34	0,28 - 0,42
P	0,17	0,15 - 0,22	0,04	0,03 - 0,05	0,12	0,05 - 0,24
K	0,27	0,25 - 0,32	0,13	0,09 - 0,19	0,33	0,29 - 0,36
Mg	0,05	0,04 - 0,07	0,01	0,01 - 0,02	0,04	0,01 - 0,06
Ca	0,15	0,13 - 0,21	0,04	0,02 - 0,06		
	ppm i foreliggende stof ppm in fresh manure					
Mn	17	13 - 25				
Cu	37	35 - 43				
Zn	49	40 - 62				

*) Antal prøver Askov = 7, Jokioinen = 6 og Uppsala = 7.
No of samples.

Husdyrgødningens indhold af plantenæringsstoffer er meget varierende, og dette gælder også den gylle, der blev anvendt i de her gennemførte forsøg. Det procentiske indhold af tørstof og de enkelte næringsstoffer var betydeligt lavere ved Jokioinen end ved de to øvrige forsøgssteder. Der var ikke større forskel i næringsstofindholdet ved Askov og Uppsala, med undtagelse af at kaliumindholdet i kvæggyllen ved Uppsala var mindre (tabel 8).

Tabel 8. Næringsstofindhold i kvæggylle.
Nutrient content in cattle slurry.

	Askov		Jokioinen		Uppsala	
	Gns.*) Mean	Variation Range	Gns.*) Mean	Variation Range	Gns.*) Mean	Variation Range
	% i foreliggende stof per cent in fresh manure					
Tørstof. Dry matter	6,7	4,3 - 11,1	4,0	1,7 - 7,4	6,1	3,4 - 9,7
Total-N	0,40	0,27 - 0,51	0,22	0,14 - 0,31	0,40	0,32 - 0,46
NH ₄ -N	0,23	0,16 - 0,31	0,15	0,08 - 0,18	0,25	0,19 - 0,31
P	0,08	0,05 - 0,13	0,04	0,02 - 0,07	0,09	0,07 - 0,14
K	0,38	0,30 - 0,45	0,27	0,13 - 0,33	0,20	0,17 - 0,26
Mg	0,06	0,04 - 0,10	0,03	0,02 - 0,04	0,04	0,02 - 0,06
Ca	0,13	0,08 - 0,22	0,08	0,04 - 0,13		
	ppm i foreliggende stof ppm in fresh manure					
Mn	18	11 - 31				
Cu	8	3 - 17				
Zn	15	9 - 23				

*) Antal prøver Askov = 14, Jokioinen = 15 og Uppsala = 11.
No of samples.

Med tilførsel af gylle på grundlag af ammoniumkvælstof har forskellen i næringsstofindhold betydet, at der er udbragt de største gyllemængder ved Jokioinen. Ammoniumkvælstof (NH₄-N) i svinegylle, som anført i tabel 7, svarer ved en mængde på 100 kg NH₄-N pr. ha til, at der i gennemsnit er udbragt 30 t gylle pr. ha ved Askov, 48 t pr. ha ved Jokioinen og 29 t pr. ha ved Uppsala. For kvæggylle er de tilsvarende mængder ved tilførsel af 120 kg NH₄-N pr. ha henholdsvis 52, 80 og 48 t gylle pr. ha.

Udbringningen af gylle blev foretaget med en specialbygget gyllevogn påmonteret et nedfælderaggregat med 5 gylleudløb. Afstanden mellem nedfælderskærene var 50 cm i Danmark og Finland i Sverige 40 cm. Ved direkte nedfældning blev gyllen nedbragt til en dybde af 10-15 cm. Ved overfladeudbringning blev nedfælderaggregatet hævet nogle få cm over jordoverfladen, hvorved gyllen blev udlagt i bånd med samme afstand som ved direkte nedfældning.

Efter planen skulle der være foretaget efterårsudbringning af gylle i 1984, men på grund af meget fugtige vejrforhold kunne udbringningen ikke gennemføres, tabel 9.

Tabel 9. Dato for udbringning af gylle.
Date for application of slurry.

	1984/85	1985/86	1986/87	1987/88
<u>Askov</u>				
Efterår, autumn		29/10	13/11	02/12
Forår, spring				
Byg og bederoer	08/05	24/04	29/04	11/04
Barley and fodder beet				
Græs, grass	08/05	24/04	29/04	07/04
Efter 1. slæt, cut	03/07	01/06	02/06	13/06
- - 2. slæt, cut		01/07	01/07	04/07
<u>Jokioinen</u>				
Efterår, autumn				
A*		17/09	17/12	09/12
B*		07/10	12/12	09/12
Forår, spring				
Byg, barley	25/05	19/05	26/05	16/05
Kløvergræs, ley	15/05	09/05	20/05	16/05
Efter 1. slæt, cut	20/06	23/06	01/07	28/06
<u>Uppsala</u>				
Efterår, autumn		02/10	25/09	17/09
Forår, spring				
Byg, barley	15/05	18/05	11/05	11/05
Kløvergræs, ley	16/05	15/05	11/05	11/05
Efter 1. slæt, cut	01/07	24/06	07/07	30/06
A* Driftsform: Svineproduktion, farm system pig production.				
B* Driftsform: Mælkeproduktion, farm system dairy farming.				

Efterårsudbringningen af gylle ved Askov (direkte nedfældning) blev efterfulgt af pløjning af hele forsøgsarealet i december måned. Ved Jokioinen og Uppsala blev den overfladeudbragte gylle nedpløjet samme dag.

Forårsudbringning af gylle til afgrøderne byg og bederoer blev foretaget umiddelbart før såning. Overfladeudbragte gylle blev nedharvet snarest efter udbringning.

Gylle til rent græs blev ved Askov givet ad tre gange, med 50 pct. efterår eller forår og 25 pct. efter henholdsvis 1. og 2. slæt. I 1985 hvor græsafrøderne ved Askov var forårsudlagt italiensk rajgræs i renbestand blev 2/3 af gødningsmængden givet ved såning og 1/3 efter 1. slæt.

Ved Jokioinen og Uppsala blev gyllemængden til kløvergræs ved efterårsudbringning i forsøgsled seks (tabel 6), tilført samlet men om foråret blev den fordelt med 2/3 tidligt

og 1/3 efter 1. slæt.

Efter direkte nedfældning af gylle i græsafgrøderne blev der foretaget en tromling af forsøgsarealerne med en cementtromle.

Handelsgødning

Kvælstof i handelsgødning (kalkkammonsalpeter, kas.) blev udbragt ad én gang til byg og be-deroer før såning. Til græsafgrøder blev gødningen delt forår og sommer som anført for gylle, dvs. ad tre gange i Askov og ad to gange ved Jokioinen og Uppsala.

P og K i handelsgødning er udbragt til alle afgrøder ad én gang om foråret. De tilførte mængder P i superfosfat og K i kaliumgødning modsvarede de med gylle tilførte mængder (tabel 5 og 6).

4.5 Afgrøde- og jordanalyser

Afgrøderne er analyseret for tørstof, total-N, P, K, Mg og Ca samt ved Askov og Uppsala tillige for Mn og Cu.

Jordprøver blev udtaget parcelvis hvert forår i dybderne 0-20, 20-40 og 40-60 cm, første gang før såning 1985 og efter afslutningen af forsøgene i foråret 1989.

I jordlaget 0-20 cm er prøverne analyseret for pH (H₂O), P, K, Mg og Ca i henhold til de tre landes jordanalyseforskrifter - samt for tørstof, NH₄-N og NO₃-N-indhold.

For dybderne 20-40 og 40-60 cm har analyserne kun omfattet tørstof, NH₄-N og NO₃-N.

4.6 Vækstbetingelser

I tabellerne 10-15 er der givet en oversigt over de meteorologiske forhold, (lufttemperatur, nedbør) samt datoer for høst af de forskellige afgrøder på de tre forsøgssteder.

Tabel 10. Askov.: Meteorologiske forhold,
Meteorological conditions.

	Vinter <i>winter</i> dec.-febr.	Forår <i>spring</i> marts-maj	Sommer <i>summer</i> jun.-aug.	Efterår <i>autumn</i> sept.-nov.	Ialt <i>total</i> dec.-nov.
Lufttemperatur (middel), °C. <i>Air temperatur (mean) °C</i>					
1984/85	- 2,4	5,8	14,6	7,9	
1985/86	- 1,6	5,7	14,8	8,9	
1986/87	- 1,0	4,9	13,4	9,0	
1987/88	2,8	6,6	14,9	8,4	
Gns. 1931/60 <i>mean 1931/60</i>	0,5	6,3	15,3	8,7	
Nedbør, mm. <i>Precipitation, mm.</i>					
1984/85	134	172	259	257	822
1985/86	274	168	148	309	899
1986/87	181	119	277	327	904
1987/88	305	197	336	280	1118
Gns. 1931/60 <i>mean 1931/60</i>	181	125	241	243	790

Det ses, at Askov har en væsentligt større årlig nedbørmængde end de to øvrige forsøgssteder. Det gælder især for perioderne efterår og vinter (tabel 10). Forsøgsarbejdet forår 1985 blev forsinket på grund af stor nedbør i marts og april. Udbringning af gylle kunne derfor først foretages den 8. maj (tabel 9) med såning af de forskellige afgrøder umiddelbart derefter. Trods det sene såtidspunkt blev der alligevel høstet pæne udbytter.

Rigelig nedbørmængde det meste af sommeren 1987, (juni ialt 117 mm mod normalt 50 mm), betød for roernes vedkommende, at planterne efterhånden kom til at lide af iltmangel i den vandmættede jord, og det resulterede i en ringe rodudvikling.

Vinteren 1987/88 var meget nedbørsrig. I januar var nedbørmængden således 130 mm mod normalt 66 mm og i februar 108 mm mod 48 mm. Dertil kom 119 mm i marts mod normalt 36 mm. Disse store nedbørmængder var årsag til forøget kvælstofudvaskning.

Tabel 11. Askov.: Høstdatoer,
Harvesting time.

	1985	1986	1987	1988
Byg, barley	01/09	13/08	02/09	09/08
Roer, fodder beet	21/10	14/10	26/10	25/10
Græs, gras				
1. slæt, cut	01/07	04/06	24/05	06/06
2. slæt, cut	07/08	30/06	01/07	04/07
3. slæt, cut	01/10	28/07	06/08	08/08
4. slæt, cut			28/10	10/10

I 1985, hvor græsafgrøden var forårsudlagt italiensk rajgræs, blev kun høstet tre slæt. I 1986 Blev der ligeledes kun høstet tre slæt af græs, på grund af ringe genvækst efter lille nedbør i august måned, hvorfor høstning af et fjerde slæt måtte opgives.

Tabel 12. Jokioinen.: Meteorologiske forhold,
Meteorological conditions.

	Vinter <i>winter</i> dec.-febr.	Forår <i>spring</i> marts-maj	Sommer <i>summer</i> jun.-aug.	Efterår <i>autumn</i> sept.-nov.	Ialt <i>total</i> dec.-nov.
Lufttemperatur (middel), °C <i>Air temperatur (mean) °C</i>					
1984/85	- 11,7	2,2	14,7	4,4	
1985/86	- 9,5	3,8	15,1	5,0	
1986/87	- 11,7	1,1	12,9	4,7	
1987/88	- 4,2	2,9	16,5	3,9	
Gns. 1931/60	- 6,2	2,1	14,9	4,6	
mean 1931/60					
Nedbør, mm. <i>Precipitation, mm.</i>					
1984/85	99	105	215	142	561
1985/86	104	118	185	269	676
1986/87	97	56	232	201	586
1987/88	126	135	232	193	686
Gns. 1931/60	103	97	186	173	559
mean 1931/60					

Tabel 13. Jokioinen.: Høstdatoer,
Harvesting time.

	1985	1986	1987	1988
Byg, barley	03/09	08/09	22/09	15/08
Kløvergræs ley				
1. slæt, cut	18/06	12/06	23/06	25/06
2. slæt, cut	06/08	20/08	19/08	25/08
3. slæt, cut	17/09			

Forårsarbejdet i Jokioinen kom alle forsøgsår sent igang, 1985, 87 og 88 på grund af frost i jorden helt hen til begyndelsen af maj måned, og i 1986 forsinket på grund af rigelig nedbør i maj, (tabel 12 og 13). Gylleudbringning forud for såning af byg blev foretaget i perioden 16.-26. maj og på græs fra 9.-20. maj, (tabel 9).

Sommeren 1985 var vejrmæssigt næsten normal, men nedbøren i august 60 pct. højere end normalt. I 1986 var forsommeren meget varm, med gennemsnitstemperaturer i både maj og juni på ca. 2-3 °C højere end det normale. Imidlertid var nedbøren i juni betydelig under det normale (11 mm mod 42 mm), hvilket gav sig udslag i en ringe gødningsvirkning af den overfladeudbragte gylle.

Hele vækstperioden 1987 var yderst kold og nedbørsrig, således faldt der i juni 81 mm nedbør. Græshøsten blev i 1987 dårlig på grund af udvintring af kløverbestanden. Vækstforhold var gode i 1988, hvor temperaturen var over det normale og nedbørmængderne tilpas.

På grund af ringe græsbestand blev 1. års kløvergræs (mark B2 tabel 4) ompløjet i efteråret 1987, og der blev sået vårbyg forår 1988. Udbyttet af bygafgrøder er medtaget i opgørelserne af resultater (afsnit 5).

Forsøgene blev ved Uppsala i alle forsøgsår sået sent dels på grund af lave temperaturer og dels på grund af rigelige nedbørmængder i foråret 1985 og 1986 (tabel 14). Forårsudbringning af gylle blev foretaget i perioden 11.-18. maj (tabel 9).

Temperaturen var i sommeren 1985 og 1986 forholdsvis høj, og da der samtidig faldt tilpas nedbør, medførte det en god udvikling af byggen og kløvergræsset. På grund af nedbør, over det normale for juli måned, kom genvæksten i græsafgrøderne hurtigt igang efter høst af 1. slæt.

1987 afveg i vækstperioden maj-september vejrmæssigt helt fra det normale. Maj måned var ekstremt kold med en middeltemperatur på 7,7 °C mod normal 9,9 °C (1931-60). Det kolde vejr fortsatte siden gennem hele sommeren med lav middeltemperatur og megen nedbør. Disse forhold medførte en kraftig vegetativ udvikling, der resulterede i, at bygafgrøderne gik i leje allerede ved midsommertid. Høst af byggen blev gennemført selvom stråene stadig var

grønne, og vandindholdet i kernen var højt. Lejesæden kvalte det nye græsudlæg, hvilket in-
debar omsåning forår 1988 uden dæksæd og kun høst af et høslæt i første års kløvergræsmark-
ken.

Udbyterne af de to bygforsøg i 1987 og kløvergræs 1988 (mark B3 tabel 4) er derfor på
grund af ovennævnte vækstbetingelser ikke nedtaget i opgørelserne af resultater (afsnit
5).

Tabel 14. Uppsala.: Meteorologiske forhold.
Meteorological conditions.

	Vinter <i>winter</i> dec.-febr.	Forår <i>spring</i> marts-maj	Sommer <i>summer</i> jun.-aug.	Efterår <i>autumn</i> sept.-nov.	Ialt <i>total</i> dec.-nov.
Lufttemperatur (middel), °C air temperatur (mean) °C					
1984/85	- 7,6	3,2	15,1	5,2	
1985/86	- 7,4	4,9	15,2	6,2	
1986/87	- 7,0	2,3	12,7	6,3	
1987/88	- 1,0	4,3	15,6	4,9	
Gns. 1931/60 <i>mean 1931/60</i>	- 3,4	4,0	15,8	6,2	
Nedbør, mm. <i>Precipitation, mm.</i>					
1984/85	139	108	145	165	557
1985/86	102	159	318	124	703
1986/87	113	65	235	123	536
1987/88	130	96	266	116	608
Gns. 1931/60 <i>mean 1931/60</i>	107	87	179	153	526

Tabel 15. Uppsala.: Høstdatoer,
Harvesting time.

	1985	1986	1987	1988
Byg, <i>barley</i>	10/09	09/09	10/09	31/08
Kløvergræs ley				
1. slæt, <i>cut</i>	20/06	16/06	23/06	14/06
2. slæt, <i>cut</i>	14/08	06/08	13/08	12/08

5. RESULTATER

5.1 Efterårs- og forårsudbringning af gylle.

Tabel 16. Udbringningstider for gylle til vårbyg. Kerneudbytte (85 pct. tørstof) og forholdstal (forår = 100).
Time of application of slurry to spring barley. Grain (85 per cent DM) and proportional (spring =100).

	Forsøg experi- ments	Forår, spring kg/ha	rel.	Efterår, autumn kg/ha	rel.
Svinegylle, pig slurry. 100 kg NH ₄ -N/ha					
Askov *)	3	4270	100	2240	52
Jokioinen **)	3	2970	100	1890	64
Uppsala **)	3	3630	100	3060	84
Kvæggylle, cattle slurry. 60 kg NH ₄ -N/ha					
Askov	3	3950	100	2260	57
Jokioinen	4	2790	100	1980	71
Uppsala	3	3710	100	3620	98

*) Efterår og forår: Nedfældet, injection.
 **) Efterår: Nedpløjning, ploughed in.
 Forår: Nedharvning, harrowed in.

Tabel 17. Udbringningstider for kvæggylle til bederoer.
 Gns. af 3 forsøg ved Askov.
*Time of application of cattle slurry to fodder beet.
 Average of 3 experiments by Askov.*

	Rødtørstof DM of roots		Toptørstof*) DM of leaves	
Gylle, slurry 120 kg NH ₄ -N/ha	kg/ha	rel.**)	kg/ha	rel.
Forår, spring	8860	100	3400	100
Efterår, autumn	5610	66	1910	56

*) Sandfrit tørstof, DM in leaves without sand.
 **) Forholdstal, proportional.

Resultaterne viser, at den bedste udnyttelse af gyllens plantenæringsstoffer ved anvendelse til byg og bederoer fås ved forårsudbringning umiddelbart før såning af afgrøderne (tabel 16 og 17). Sammenlignes virkningen af efterårsudbragt gylle ved de tre forsøgssteder, ses det, at nedgang i udbytte ved dette udbringningstidspunkt har været større ved Askov og Jokioinen end ved Uppsala. Årsagen hertil skyldes uden tvivl forskel i jordbunds- og nedbørsforhold.

Af oversigten over forsøgsarealernes texturforhold (tabel 1) fremgår det, at pløjelaget (0-20 cm) ved Uppsala har et samlet ler- og siltindhold på ca. 99 pct. mod henholdsvis ca. 23 og 68 pct. ved Askov og Jokioinen. Risikoen for kvælstofudvaskning i løbet af vinterperioden vil derfor være mindre ved Uppsala.

Når udbyttenedgangen for efterårsudbragt gylle har været størst ved Askov hænger det dels sammen med jordtypen (tabel 1), men endnu i højere grad, at nedbørsmængden om vinteren er væsentlig større ved Askov end på de andre forsøgssteder (tabel 10, 12 og 14). I gennemsnit af tre forsøg (to i vårbyg og et i bederoer) blev der i forsøgsårene 1986 - 87 og 88 målt henholdsvis 29, 36, og 63 pct. lavere udbytte end ved forårsudbringning. Grunden til, at nedgangen i udbyttet blev så meget større efter gylle tilført i efteråret 1987 var, at vinteren blev meget mild med middeltemperatur på plus 2,8 °C for perioden december-februar mod normal plus 0,5 °C (tabel 10). Dertil kom, at der i samme periode faldt 305 mm nedbør eller 124 mm over det normale, og at marts måned samtidig var meget regnfuld, 199 mm mod normal 36 mm. Disse vejrforhold har uden tvivl været stærkt medvirkende til et større kvælstoftab ved udvaskning, end det har været tilfældet i de foregående forsøgsår.

Efterårsudbragt gylle til græs har haft ringere virkning end den forårsudbragte. (tabel 18) Enkelttallene bag gennemsnitsudbytterne varierer imidlertid meget som følge af vækstbetingelserne i de enkelte forsøgsår.

Ved Askov blev der i 1986 høstet 37 pct. mindre tørstof ved at udbringe halvdelen af gyllemængden om efteråret og den resterende om foråret efter 1. og 2. slæt. I 1987 og 88 var udbytteforskellen på de to udbringningstider på 2 procent. Når udbyttenedgangen var så meget større i 1986, var årsagen, at nedbørsmængderne efter gylleudbringning den 29 oktober 1985 for november, december og januar var væsentlig over det normale (tabel 10). Det medførte øget kvælstofudvaskning, som resulterede i, at udbyttet i 1. slæt efter gylleudbringning i efteråret 1985 kun var halv så stort i forhold til forårsudbragt gylle.

I resultaterne fra Jokioinen indgår to forsøg i 1986 og to i 1987. Der blev i begge forsøg fra 1986 høstet 18 procent mindre tørstofudbytte ved at tilføre hele gyllemængden om efterår, mens det i 1987 var 40 og 45 procent lavere i forhold til forårsudbringning. Som det fremgår af tabel 9, var der stor forskel i tidspunkterne for udbringning, idet gyllen efterår 1985 allerede blev udbragt midt i september måned mod midt i december 1986.

Sen udbringning samtidig med en hård vinter 86/87 har skadet afgrøderne. Efterårsudbringning af gylle blev i 1987 ligeledes først foretaget i begyndelsen af december, og selvom vinteren 87/88 var meget mild efter finske forhold, blev udbyttet alligevel 21 procent lavere end ved forårsudbringning.

Tabel 18. Udbringningstider for kvæggylle til græs og kløvergræs. Tørstofudbytte og forholdstal (forår = 100).
Time of application of cattle slurry to grass and ley. Yield of dry matter and proportional (spring =100).

Gylle, slurry 120 kg NH ₄ -N/ha	Forsøg experi- ments	Forår, *) spring		Efterår, **) autumn	
			rel.	kg/ha	rel.
Græs, grass					
Askov	3	6100	100	5550	91
Kløvergræs, ley					
Jokioinen	5	6020	100	4510	75
Uppsala	5	7890	100	7510	95

- *) Askov: Nedfældning af tre gange (60 + 30 + 30 kg NH₄-N/ha).
Jokioinen og Uppsala: Overfladeudbringning ad to gange (80 + 40 kg).
Askov, injection at three times.
Jokioinen and Uppsala by surface application twice.
- **) Askov: Nedfældning med 60 kg NH₄-N/ha efterår og 30 kg efter 1. og 2. slæt.
Jokioinen og Uppsala : Overfladeudbringning af 120 kg efterår.
Askov: Injection of 60 kg NH₄-N/ha in autumn and 30 kg after 1st and 2nd cut.
Jokioinen and Uppsala: 120 kg/ha in autumn and no slurry in spring.

Ved Uppsala blev efterårsudbringning af gylle foretaget i sidste halvdel af september og i begyndelse af oktober (tabel 9). Resultaterne af de enkelte forsøg viser, at gyllevirkning har været afhængig af om gyllen er tilført til en førsteårs eller en andenårs afgrøde. Efterårsudbringning til førsteårs afgrøde har i disse forsøg været identisk med tilførsel til nyt kløverudlæg kort tid efter høst af bygdæksæden (tabel 15). Dette har haft en negativ indflydelse på tørstofudbyttet, som sammenlignet med forårsudbringning af gylle var 8 til 23 procent lavere. Den negative virkning ved tilførsel af gylle i efteråret hænger sikkert sammen med indvirkning på kløverbestanden og dels på kløverens vækst.

Derimod blev der ved anvendelse af gylle til andenårs afgrøde opnået samme eller lidt bedre virkning (0-7 procent). i forhold til gylle udbragt om foråret.

5.2 Udbringningsmåder for gylle

Selvom hovedvægten for gylletilførsel i de danske forsøg var lagt på en direkte nedfældning af gyllen og i de finske og svenske forsøg ved overfladeudbringning, blev der ved planlægning af forsøgsplanerne taget hensyn til at gødningsvirkningen ved to udbringningsmåder for at gyllen kunne sammenlignes (tabel 19-21).

Tabel 19. Udbringningsmåder for gylle til vårbyg. Kerneudbytte (85 pct. tørstof) og forholdstal. *Alternative methods of slurry application to spring barley. Grain yield (85 per cent dry matter) and proportional.*

	Forsøg experi- ments	Overfladeudbragt surface application kg/ha	rel.	Nedfældet injection kg/ha	rel.
<i>Svinegylle, pig slurry. 100 kg NH₄-N/ha</i>					
Askov	4	4380	100	4700	107
Jokioinen	3	2970	100	3700	124
Uppsala	4	3400	100	3720	109
<i>Kvæggylle, cattle slurry. 60 kg NH₄-N/ha</i>					
Askov	4	3170	100	3860	122
Jokioinen	3	2690	100	2980	111
Uppsala	4	3440	100	3260	95

Der blev i de danske forsøg ved Askov med vårbyg i alle forsøg både med svine- og kvæggylle opnået bedre virkning ved at nedfælde gyllen direkte til 10-15 cm dybde med 50 cm skærafstand. Nedfældning af svinegylle (100 kg NH₄-N pr. ha) gav i kerne fra 1-11 pct. merudbytte, og med kvæggylle (60 kg NH₄-N pr. ha) varierede merudbyttene fra 7-55 pct (tabel 19).

Ved Jokioinen, hvor skærafstanden ligeledes var 50 cm, blev der for svinegylle opnået betydelige merudbytter for nedfældning, 18-34 pct. Med kvæggylle til byg blev der i fire ud af de fem gennemførte forsøg målt fra 5-24 pct. bedre virkning ved denne udbringningsmåde. I 1988, hvor der blev udført to forsøg med kvæggylle til byg (tabel 4), var der imidlertid stor forskel i virkning af nedfældet gylle. Medens nedfældning af gylle i det ene forsøg gav 4 pct. mindre udbytte end overfladeudbragt gylle, blev der opnået 24 pct. bedre udnytelse af gyllens kvælstof for nedfældning i det andet forsøg. Årsagen til denne forskel i virkning må sikkert tilskrives jordbunds- og nedbørsforholdene.

For gennemsnitsresultaterne af nedfældet gylle til vårbyg i forsøgene ved Uppsala gæl-

der, at disse dækker over store variationer i de fire forsøgsår. Der blev i 1985 opnået god virkning for nedfældning af både svine- og kvæggylle og i 1988 ligeledes for svinegylle. Derimod medførte denne udbringningsmåde i 1986 henholdsvis 2 og 15 pct. lavere udbytte end overfladeudbringning og ingen forskel i virkning i 1987. Grunden til så forskellig virkning var jordens beskaffenhed i forbindelse med gylleudbringning, idet kørsel med gyllenedfælder på denne jordtyper med højt lerindhold gav jordpakningskader ved høj markfugtighed. Nedfældning blev foretaget ved 40 cm skærafstand.

Tabel 20. Udbringningsmåder for kvæggylle til bederoer.
Gennemsnit af 4 forsøg ved Askov.
*Alternative methods of cattle slurry application
to fodder beet. Average of 4 experiments at Askov.*

	Rodtørstof		Toptørstof ^{*)}	
	DM of roots		DM of leaves	
Gylle, slurry 120 kg NH ₄ -N/ha	kg/ha	rel. ^{**)}	kg/ha	rel.
Overfladeudbragt <i>surface spread</i>	8720	100	2980	100
Nedfældet <i>injected</i>	9370	107	3590	120

^{*)} Sandfrit tørstof, DM in leaves without sand.
^{**)} Forholdstal, proportional.

Direkte nedfældning af gylle til bederoer (50 cm skærafstand) gav i de to første forsøgsår (1985 og 86) merudbytter på 7 og 19 pct., hvorimod gødningsvirkningen i de to sidste forsøgsår var nogenlunde ens for de to udbringningsmåder. For toppens vedkommende varierede udbytteforøgelsen fra 1-47 pct. (tabel 20).

Når direkte nedfældning af gylle til græs og kløvergræs har givet bedre virkning ved Askov i forhold til Jokioinen og Uppsala (tabel 21) kan årsagen være, at græsafgrøden ved Askov bestod af rent græs, mod kløvergræs på de to andre forsøgssteder. Resultaterne tyder på, at nedfælderskærene forårsager større skade på rodsystemet af kløvergræs, idet rødderne af kløver (rødkløver) syntes at være mere følsomme og ikke på samme måde som græsårer i stand til at genoprette rodsystemet, når skaden først er sket.

Ved Jokioinen blev der i gennemsnit af syv forsøg opnået 6 pct. højere udbytte ved at nedfælde gyllen i kløvergræsafgrøden. Virkningen af nedfældning var imidlertid meget forskellig fra forsøg til forsøg, idet denne udbringningsmåde i fire af forsøgene gav et merudbytte fra 7 til 23 pct. medens der i tre forsøg blev målt fra 1 til 7 pct. mindre udbytte

end ved overfladeudbringning af gyllen.

Ved Uppsala har det ikke været fordelagtigt af nedfælde gyllen i kløverafgrøden idet der kun i et enkelt af de syv forsøg blev målt en beskedent udbytte forøgelse på 2 pct.

Tabel 21. Udbringningsmåder for gylle til græs og kløvergræs. Tørstofudbytte og forholdstal. *Alternative methods of slurry application to grass and ley. Yield of dry matter and proportional.*

Gylle, <i>slurry</i> 120 kg NH ₄ -N/ha	Forsøg <i>experi- ments</i>	Overfladeudbragt <i>surface application</i>		Nedfældet <i>injection</i>	
		kg/ha	rel.	kg/ha	rel.
<i>Græs, grass</i>					
Askov	4	5170	100	5855	113
<i>Kløvergræs, ley</i>					
Jokioinen	7	5580	100	5900	106
Uppsala	7	7540	100	6820	90

5.3 Forårsudbragt gylle og handelsgødning.

Det gennemsnitlige kerne- og halmudbytte pr. ha uden gødskning og merudbytte for stigende kvælstoftilførsel med svinegylle og kalkammonsalpeter til vårbyg er vist i tabel 22.

Ved Askov gav stigende tilførsel af svinegylle nedfældet umiddelbart før såning henholdsvis 113, 153 og 180 pct. større kerneudbytte end uden gødskning. Med et gennemsnitsindhold på 0,33 pct. annoniumkvælstof i foreliggende stof (tabel 7) har de tilførte kvælstofmængder i gylle svaret til udbringning af ca. 15,30 og 60 t gylle pr. ha.

Af tabel 22 ses det, at udbyttet af kerne og halm uden tilførsel af gødning var væsentligt lavere ved Jokioinen end ved de to øvrige forsøgssteder. Som følge heraf var der ved Jokioinen god overensstemmelse mellem kvælstofbehov og de opnåede merudbytter, idet jo lavere udbytter der høstes uden kvælstofgødskning desto større merudbytter opnås ved kvælstofgødskning. Med tilførsel af gennemsnitlig 24, 48 og 96 t gylle pr. ha overfladeudbragt og efterfulgt af en snarlig nedharvning blev udbyttet i kerne på 200, 345 og 488 pct.

Tabel 22. Svinegylle til vårbyg.

Udbytte og merudbytte, kg pr. ha. (85 pct. tørstof). Gns.
*Application of pig slurry to spring barley, yield and
 increased yield, kg per ha (85 per cent DM). Average.*

	Askov ^{*)}		Jokioinen ^{**)}		Uppsala ^{**)}	
	4 fs. exp.		3 fs. exp.		4 fs. exp.	
	Kerne grain	Halm straw	Kerne grain	Halm straw	Kerne grain	Halm straw
O N	<u>1860</u>	<u>1400</u>	<u>670</u>	<u>130</u>	<u>1680</u>	<u>710</u>
Svinegylle, pig slurry ^{*)}						
50 kg NH ₄ -N/ha	2110	1900	1340	370	1130	450
100 - - - -	2840	2660	2310	1000	1720	680
200 - - - -	3340	3470	3270	1290	1800	1080
Kas., CAN						
50 kg N/ha			1770	690	1500	740
67 - - - -	2290	2020				
100 - - - -			2670	1290	1460	470
133 - - - -	3380	3210				
150 - - - -			3140	1480	2000	690
200 - - - -	3130	2960	3340	1370	2000	930

^{*)} Askov = nedfældning, *injected*.
^{**)} Jokioinen og Uppsala = overfladeudbragt og nedharvet straks,
surface application and harrowed in.

Ved Uppsala, hvor de tilførte gyllemængder svarede nogenlunde til de samme som ved Askov, blev der ved overfladeudbringning af gyllen høstet 67, 102 og 107 pct. mere kerne end uden gødskning.

Resultaterne med kvælstoftilførsel af handelsgødningskvælstof til vårbyg viser, at der ved Askov og Uppsala ikke har været udbyttmæssig baggrund for at anvende 200 kg N pr. ha.

Med kvæggylle blev der ved Askov efter tilførsel af 30, 60 og 120 kg NH₄-N (13,26 og 52 t gylle nedfældet pr. ha.) opnået en forøgelse af kerneudbyttet med 40,85 og 127 pct. (tabel 23).

Ved Jokioinen, hvor gyllemængderne tilsvarende var 20,40 og 80 t pr. ha, gav overfladeudbringning med efterfølgende snarlig nedharvning en udbyttestigning på 8,63 og 83 pct.

Ved Uppsala var gyllemængderne 12,24 og 48 t pr. ha og merudbytte i kerne på 19,39 og 55 pct. i forhold til ugødet.

Tabel 23. Kvæggylle til vårbyg.
 Udbytte og merudbytte, kg pr. ha. (85 pct. tørstof). Gns.
*Application of cattle slurry to spring barley, yield and
 increased yield, kg per ha (85 per cent DM). Average.*

	Askov*)		Jokioinen**)		Uppsala**)	
	4 fs. exp.		5 fs. exp.		3 fs. exp.	
	Kerne grain	Halm straw	Kerne grain	Halm straw	Kerne grain	Halm straw
0 N	<u>2080</u>	<u>1440</u>	<u>1650</u>	<u>650</u>	<u>2480</u>	<u>820</u>
Gylle, slurry						
30 kg NH ₄ -N/ha	840	1050	140	70	470	340
60 - - - -	1770	2140	1040	470	970	710
120 - - - -	2650	2970	1380	560	1360	1200
Kas., CAN						
30 kg N/ha			740	320	540	420
40 - - -	1280	1620				
60 - - -			1370	540	1080	520
80 - - -	2240	2780				
90 - - -			1522	850	1490	740
120 - - -	2770	3450	1720	1030	1690	830

*) Askov = nedfældning, injected.
 **) Jokioinen og Uppsala = overfladeudbragt og nedharvet straks,
 surface application and harrowed in.

Stigende gylletilførsel har givet stigende halmudbytte, og de opnåede merudbytter er i overensstemmelse med det, som er anført vedrørende kerneudbytte.

For af undersøge sammenhæng mellem de fundne udbytter (y) og tilførsel af mineralsk-N med gylle (NH₄-N) og handelsgødning (NH₄-N plus NO₃-N) er der foretaget regressionsberegninger for alle afgrøder ved anvendelse af et andet grads polynomium, $y = a + bx + cx^2$, hvor x er tilført kvælstof. Denne analyse viste kun signifikant udslag for koefficienten c med hensyn til kerneudbytte i forsøg med monokultur af vårbyg ved Askov og Jokioinen. Da det ikke var tilfældet i alle de øvrige forsøg, er udbytteværdierne i disse istedet for behandlet i en liniær regressionsanalyse af typen $y = a + bx$. Resultaterne af analyserne er anført i tabel 24 og de beregnede udbyttekurver i figurene 2 og 3.

Korrelationskoefficienten r^2 er udtryk for, hvor god overensstemmelse, der er mellem de fundne udbytter og de beregnede udbyttekurver. En stor r^2 -værdi betyder, at de beregnede udbyttekurver beskriver de fundne udbytter godt.

Tabel 24. Vårbyg. Kerneudbyttets afhængighed af N-tilførsel. (mineralsk-N).
 $y = a + bx + cx^2$ og $y = a + bx$.
Spring barley. Yield of grain as a function of N-supply (mineral-N).

a*)	Gylle, slurry			r ² **)	Kalkammonsalpeter, CAN			r ²
	b	c			a	b	c	
Sædskifte A. med svinegylle, crop rotation A with pig slurry.								
Askov	1943	42,4	-0,131	0,67	1850	44,1	-0,142	0,73
Jokioinen	677	29,8	-0,067	0,97	735	36,5	-0,102	0,97
Uppsala	2116	8,3		0,29	2173	9,0		0,35
Sædskifte B. med kvæggylle, crop rotation B with cattle slurry.								
Askov	2249	22,0		0,77	2267	23,2		0,75
Jokioinen	1544	14,8		0,56	1654	16,0		0,62
Uppsala	2587	11,2		0,38	2570	14,4		0,51

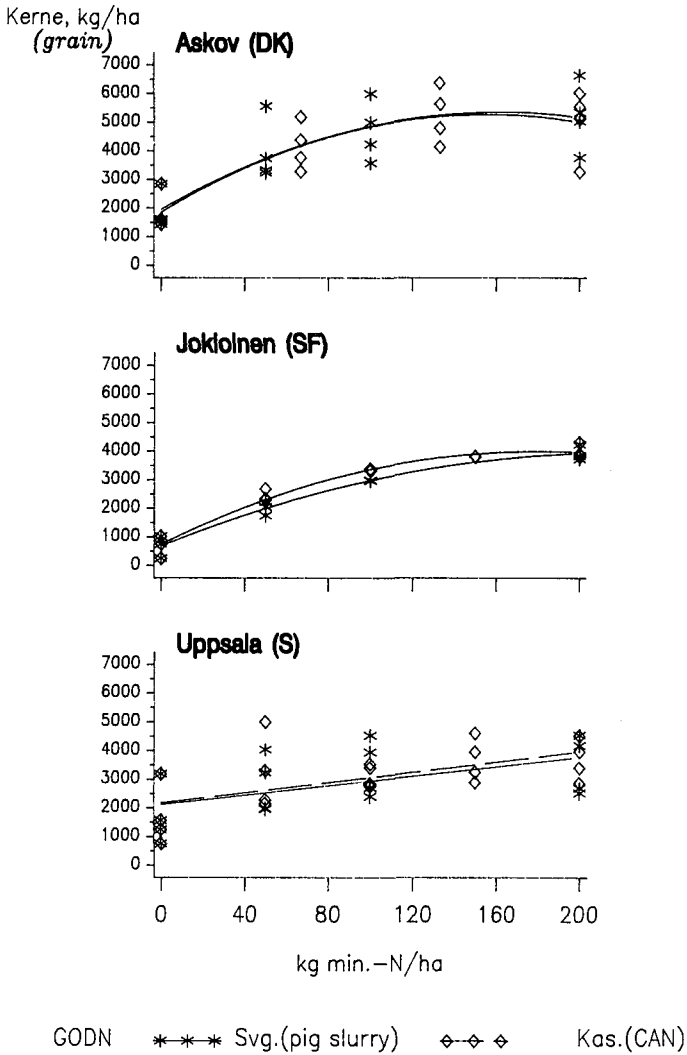
*) a = beregnet kerneudbytte uden N-tilførsel,
calculated grain yield without N-supply.

**) r² = Korrelationskoefficient, *correlation coefficient.*

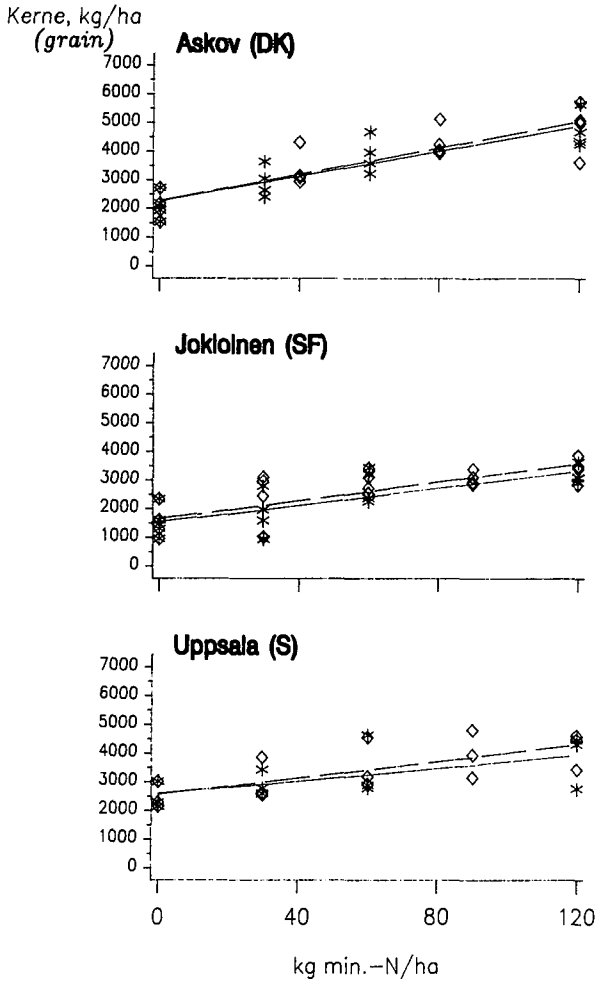
Som det fremgår af tabel 24 er koefficienterne for vårbyg ved Askov og Jokioinen af en størrelsesorden, der giver grund til at formode, at der er sammenhæng til stede ved at øget kvælstoftilførsel øger kerneudbyttet. Ved Uppsala, har beregningerne generelt vist lave r²-værdier.

Det ses af figur 2 og 3 samt tabel 24, at virkningen af de to gødningsformer på kerneudbyttet i vårbyg ved sammenligning på grundlag af tilført mineralsk-N har været stort set ens.

En anden måde at udtrykke kvælstofvirkningen på er udnyttelsesgraden i procent af tilført kvælstof. Kvælstofudnyttelsen er mængden af høstet kvælstof efter kvælstofgødskning minus høstet kvælstof i ugødet afgrøde, i forhold til tilført kvælstof (mineralsk-N eller total-N). Eksempler på kvælstofudnyttelse beregnet på tilført mineralsk-N efter udbringning af gylle og handelsgødning til vårbyg er vist i tabel 25.



Figur 2. Vårbyg: Relation mellem kornudbytte og kvælstof-tilførsel i sædskifte A (svineproduktion)
Spring barley: Relation between yield of grain and supply of nitrogen in crop rotation A (pig production).



GODN *-*-* Kvæggylle ◇-◇-◇ Kas.(CAN)
(Cattle Slurry)

Figur 3. Vårbyg: Relation mellem kornudbytte og kvælstof-tilførsel i sædskifte B (mælkeproduktion)
Spring barley: Relation between yield of grain and supply of nitrogen in crop rotation B (dairy farming).

Tabel 25. Kvælstofudnyttelse af tilført mineralsk-N til vårbyg.
Uptake of nitrogen expressed in percentage of supplied mineral-N to spring barley.

Mineralsk-N <i>mineral-N</i>			Udnyttelsesprocent <i>Utilization in per cent</i>		
			Overflade- udbragt <i>surface spread</i>	Gylle <i>slurry</i>	Handelsgødning <i>fertilizer</i>
Gylle, Kas. <i>slurry, CAN.</i>		Nedfældet <i>injected</i>		Kas. <i>CAN.</i>	
A. Svinegylle, <i>pig slurry</i>					
Askov	100	133	48	59	63
Jokioinen	100	100	46	65	56
Uppsala	100	100	41	59	43
B. Kvæggylle, <i>cattle slurry</i>					
Askov	60	80	31	54	56
Jokioinen	60	60	40	48	62
Uppsala	60	60	56	57	52

Dersom der foretages en direkte nedfældning af gyllen er der, som det ses af tabel 25, opnået højere kvælstofudnyttelse. Ved Askov har denne udbringningsmåde således resulteret i en merudnyttelse i forhold til overfladeudbringning på 11 og 23 pct. og ved Jokioinen tilsvarende fra 19 og 8 pct. I forsøgene med svinegylle til vårbyg ved Uppsala var dette også tilfældet, idet der har været 18 pct. højere udnyttelse, hvorimod der med kvæggylle til samme afgrøde kun var 1 pct. Årsagen hertil har formodentlig sammenhæng med de skadevirkninger forud for nedfældning af kvæggylle til vårbyg, som er anført i afsnit 5.2. Udbringningsmåder for gylle.

Bederøer indgik i sædskifte B ved Askov (tabel 4), og udbytte samt merudbytte af rod- og toptørstof er anført i tabel 26.

Tabel 26. Kvæggylle til bederoer.
 Udbytte og merudbytte, kg tørstof pr. ha.
*Application of cattle slurry to fodder beet
 yield and increased yield kg, DM per ha.*

	Askov	
	4 fs. exp.	
	Rødtørstof DM of roots	Topørstof *) DM of leaves
0 N	4650	1660
Gylle, slurry **)		
60 kg NH ₄ -N/ha	2460	760
120 - - -	4720	1920
240 - - -	6400	3390
Kas., CAN		
80 kg N/ha	3240	1490
160 - - -	5170	2910
240 - - -	5410	3580

*) Sandfrit tørstof,
 DM in leaves without sand.

**) Nedfældet, injected.

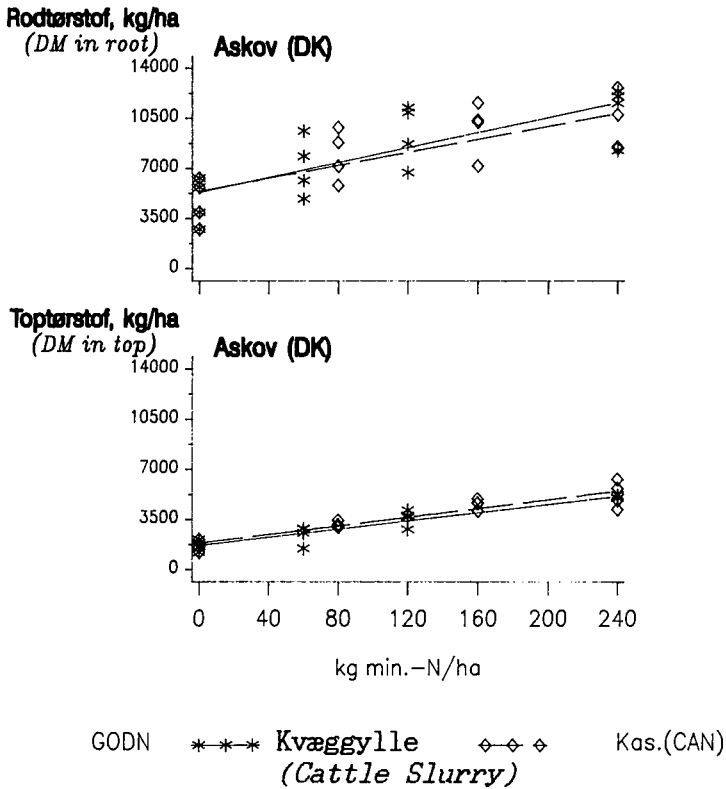
Der har været stigende virkning af stigende mængder kvælstof både efter anvendelse af gylle og kalkammonsalpeter (tabel 26). I forhold til ugødet gav gylle merudbytter af tørstof på henholdsvis 53, 102 og 138 pct. i rod og 46, 116 og 204 pct. i top.

Tabel 27. Bederoer. Tørstofudbyttets afhængighed af
 N-tilførsel (mineralsk-N). $y = a + bx$.
*Fodder beet. Yield of dry matter as function of
 N-supply (mineral-N).*

	Gylle, slurry			Kalkammonsalpeter, CAN		
	a*)	b	r ² **)	a	b	r ²
Askov						
Rod, root	5296	26,2	0,63	5380	22,7	0,97
Top, top	1676	14,4	0,90	1834	15,2	0,87

*) a = beregnet tørstofudbytte uden N-tilførsel,
 calculated DM without N-supply.

**) r² = Korrelationskoefficient, correlation coefficient.



Figur 4. Bederoer: Relation mellem udbytte og kvælstof-tilførsel i sædskifte B (mælkeproduktion).
Fodder beet: Relation between yield of dry matter and supply of nitrogen in crop rotation B (dairy farming).

De i roeforsøgene fundne udbytter og anvendte mængder af mineralsk-N er behandlet i en lineær regressionsanalyse af typen $y = a + bx$ (tabel 27). Korrelationskoefficienterne (r^2) viser at de fundne sammenhænge er sandsynlige.

Sammenlignes kvælstofvirkningen af gylle og kalkammonsalpeter i relation til tilførsel af samme mængde mineralsk-N har virkningen på dette sammenligningsgrundlag været stort set ens (figur 4).

Tabel 28. Kvælstofudnyttelse af tilført mineralsk-N til bederoer
Uptake of nitrogen expressed in percentage of supplied mineral-N to fodder beet.

	Mineralsk-N <i>mineral-N</i> Gylle, Kas. <i>slurry, CAN.</i>		Udnyttelsesprocent <i>Utilization in per cent</i>		
			Overflade- udbragt <i>surface</i> <i>spread</i>	Gylle <i>slurry</i> Nedfældet <i>injected</i>	Handelsgødning <i>fertilizer</i> Kas. <i>CAN.</i>
Åskov	120	160	43	66	76

Den beregnede gødningsvirkning af gyllen målt som udnyttelsesprocent af tilført mineralsk-N (tabel 28) viser, at der i lighed med vårbyg opnås væsentlig større udnyttelsesgrad af kvælstoffet såfremt gyllen nedfældes direkte før såning af roeafgrøden.

I tabel 29 er vist det gennemsnitlige udbytte og merudbytte efter tilførsel af kvæggylle og handelsgødning (kas.) til rent græs ved Askov og kløvergræs ved Jokioinen og ved Uppsala.

Tabel 29. Kvæggylle til græs.
 Udbytte og merudbytte, kg tørstof/ha.
*Application of cattle slurry to grass,
 yield and increased yield of kg DM/ha.*

	Askov*) 4 fs. exp.	Jokioinen**) 7 fs. exp.	Uppsala**) 7 fs. exp.
0 N	3540	4940	6590
Kvæggylle, cattle slurry			
60 kg NH ₄ -N/ha	1070	30	360
120 - - -	2310	640	950
240 - - -	4250	1560	900
Kas., CAN			
60 kg N/ha		520	1250
80 - - -	2760		
120 - - -		1520	1370
160 - - -	4460		
180 - - -		2320	1700
240 - - -	6210	2300	1530

*) Askov: græs, nedfældning af gylle.
Grass, injection of slurry.

***) Jokioinen og Uppsala:
 Kløvergræs, overfladeudbringning af gylle.
Clovergrass (ley) surface application of slurry.

I forhold til ugødet blev der for tilførsel af 60, 120, og 240 kg NH₄-N med kvæggylle ved Askov i gennemsnit af fire forsøg opnået 30, 65 og 120 pct. højere udbytter. Ved Jokioinen med syv forsøg, var stigningen 1, 13 og 31 pct. og ved Uppsala i gennemsnit af syv forsøg henholdsvis 5, 14 og 14 pct., men udbyttet uden kvælstoftilførsel var væsentlig højere ved Uppsala.

Den medvirkende årsag, til at gylle har virket bedre ved Askov skal ses i relation til udbringningsmåden af gylle, idet gyllen blev nedfældet direkte, hvorimod den ved Jokioinen og Uppsala blev overfladeudbragt. Ved udbringning oven på græsafgrøden vil ammoniak kunne tabes ved fordampning, og plantebestanden kan beskadiges, hvis planternes fotosyntese ned-sættes på grund af skorpebelægning af udtørret gylle. Det skal anføres, at der ikke var mulighed for vanding af forsøgsarealerne.

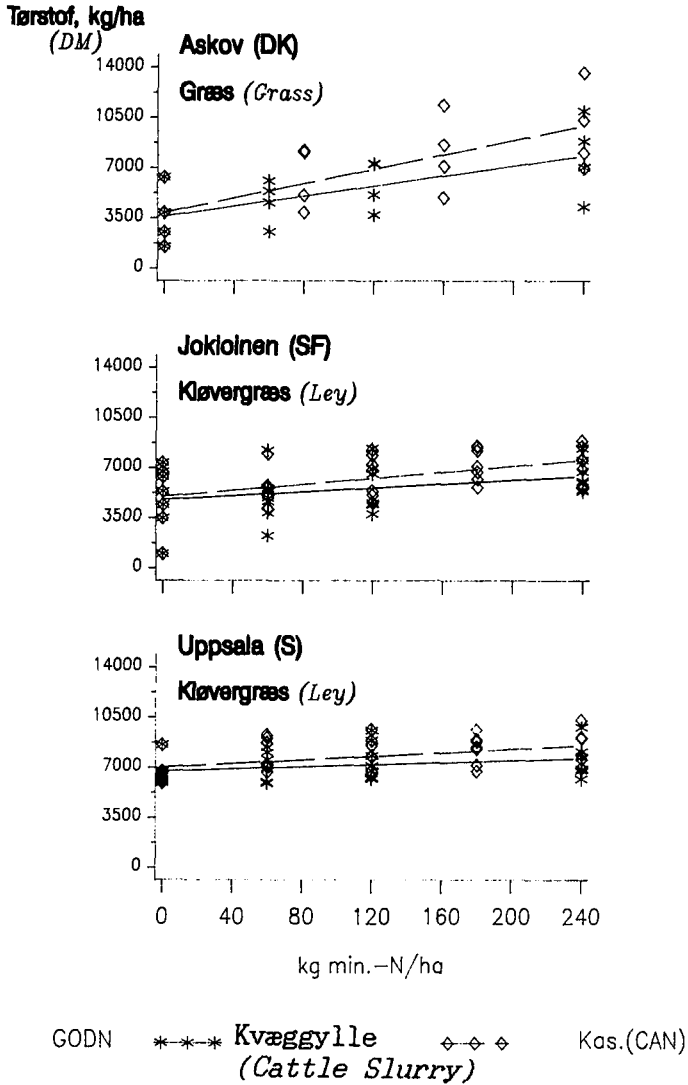
Botaniske analyser foretaget ved Jokioinen og Uppsala af slætafgrøder viste, at rødkløverandelen blev reduceret i takt med stigende kvælstoftilførsel.

Tabel 30. Græs og kløvergræs. Tørstofudbyttets afhængighed af N-tilførsel (mineralsk-N). $y = a + bx$.
Grass and clovergrass. Yield of DM as a function of N-supply (mineral-N).

	Gylle, slurry			Kalkammonsalpeter, CAN		
	a *)	b	r ² **)	a	b	r ²
Græs, grass						
Askov	3584	17,8	0,43	3851	25,4	0,52
Kløvergræs, ley						
Jokioinen	4770	6,9	0,12	4992	10,7	0,29
Uppsala	6742	3,8	0,09	7028	6,3	0,20

*) a = beregnet tørstofudbytte uden N-tilførsel,
calculated DM without N-supply.
**) r² = Korrelationskoefficient, correlation coefficient.

Regressionsanalysen for sammenhæng mellem tørstofudbytte og tilførsel af mineralsk-N i gylle og kalkammonsalpeter i græsafgrøderne viste, som det fremgår af tabel 30, at der er opnået meget dårlig overensstemmelse mellem de målte og beregnede udbytter. Beregningen gav generelt lave r²-værdier og især meget lave korrelationsværdier for gylle til kløvergræs ved Jokioinen og Uppsala, (0,09 og 0,12) og med koefficienter (b) der giver beregnede udbyttekurver, som næsten er parallelle med X-aksen (mineralsk-N tilførsel), figur 5.



Figur 5. Græs og kløvergræs: Relation mellem tørstofudbytte og kvælstoftilførsel i sædskifte B (mælkeproduktion).
Spring barley: Relation between yield of dry matter and supply of nitrogen in crop rotation B (dairy farming)

Tabel 31. Kvælstofudnyttelse af tilført mineralsk-N til græs og kløvergræs.
Uptake of nitrogen expresses in percentage of supplied mineral-N to grass and clovergrass.

	Mineralsk-N <i>mineral-N</i>		Udnyttelsesprocent, <i>Utilization in per cent</i>		
			Overflade- udbragt <i>surface spread</i>	Gylle <i>slurry</i> Nedfældet <i>injected</i>	Handelsgødning <i>fertilizer</i> Kas. <i>CAN.</i>
Græs, <i>grass</i>					
Askov	120	160	32	52	61
Kløvergræs, <i>ley</i>					
Jokioinen*)	120	120	10	34	39
Uppsala	120	120	32	27	28

*) 1 Forsøg, *one experiment.*

En beregning af optagelsesprocenterne for kvælstof i græsafgrøderne ved Askov på grundlag af tilført mineralsk kvælstof med gylle og kalkkammonsalpeter viser, at der kan opnås en meget bedre udnyttelse af gyldens ammoniumkvælstof såfremt gylle nedfældes direkte. Denne udbringningsmåde har resulteret i en merudnyttelse på 20 procent i forhold til overfladeudbringning.

Ved Jokioionen har udnyttelsen af tilført kvælstof til kløvergræs både hvad angår gylle og handelsgødning, været afhængig af kløverbestanden. Der blev således kun i et af forsøgene opnået positiv udnyttelse af det tilførte kvælstof (tabel 31).

I forsøgene ved Uppsala har der, som det ses af tabel 31, været fem procent større gennemsnitlige udnyttelse ved overfladeudbringning. Når det er tilfældet skyldes det, at de anførte gennemsnitsværdier dækker over stor variation mellem forsøgsårene. I 1985 og 86 gav nedfældning 3-7 procent bedre udnyttelse, mens der i 1987 blev opnået mellem 20-28 procent højere for en overfladeudbringning af gylle.

5.4. Næringsstofbalancer

Opstilling af et næringsstofregnskab i form af en næringsstofbalance kan give gode holdepunkter i forbindelse med tilrettelæggelsen af gødningsplanen.

I det følgende er opstillet næringsstofbalancer efter anvendelse af husdyrog handelsgødning udfra følgende ligning: Tilført - høstet = difference.

Tilført omfatter udelukkende de med gødningerne tilførte mængder. Med hensyn til bortførsel af næringsstoffer er kun inkluderet de mængder, som er fjernet fra marken med indhøstede afgrøder. Bortførselen er således beregnet på grundlag af udbytter og afgrødeanalyser af de indhøstede afgrødedele (vårbyg: kerne og halm, bederoer: rod og top, samt græstøstof).

Ved vurdering af balancerne skal der imidlertid også tages hensyn til, at der sker en tilførsel af næringsstoffer ved atmosfærisk tør og våd afsætning, og at luftformig N-tab ved ammoniakfordampning og denitrifikation ikke indgår i differencen mellem tilført og bortført N-mængde.

5.4.1. Balancer for de enkelte afgrøder

Vårbyg

En opgørelse over tilførsel og bortførsel af N, P og K efter anvendelse af svinegylle og handelsgødning til vårbyg i monokultur er vist i tabel 32-34.

Af kvælstofbalancerne fremgår det, at en kvælstoftilførsel på 100 kg ammoniumkvælstof pr. ha (130-165 kg totalkvælstof) må anses for at være tilstrækkelig, når der tages hensyn til tab ved denitrifikation og udvaskning af kvælstof. Det har i de danske og svenske forsøg svaret til en gennemsnitlig anvendelse af ca. 30 t svinegylle pr. ha, i de finske til ca. 44 t pr. ha på grund af denne gylles lave tørstof- og kvælstofindhold.

Når afgrøderne ved Askov har optaget mere kvælstof end ved Jokioinen og Uppsala er det i overensstemmelse med udbytteresultaterne, idet den beregnede kvælstofoptagelse er mest afhængig af udbytternes størrelse (tabel 22).

Sammenlignes overfladeudbringning af gylle med direkte nedfældning ses, at kvælstofoptagelsen har været 10-19 kg større ved nedfældning af gyllen. Denne forskel beror på en bedre udnyttelse af det tilførte kvælstof, (tabel 25).

Balancerne for fosfor og kalium viser ikke større forskelle i afgrødernes optagelse af disse næringsstoffer for tilført gylle og handelsgødning.

Tabel 32. N, P og K-balance efter tilførsel af svinegylle og handelsgødning til vårbyg ved Askov. Gns. af 4 forsøg.
N, P, and K balance after application of pig slurry and fertilizer to spring barley at Askov. Average of 4 experiments.

	Ugødet control	Svinegylle pig slurry				Handelsgødning fertilizer		
		udbringning, nedfældet injected		application overfladeudb. surface				
Gylle t/ha slurry		15	30	60	30			
		Total-N, kg/ha						
Tilført, <i>applied</i>	0	72	145	289	145	67	133	200
Høstet, <i>harvested</i>	31	66	88	131	78	72	115	131
Difference	-31	6	57	158	67	- 5	18	69
		P, kg/ha						
Tilført, <i>applied</i>	0	26	53	100	53	26	53	100
Høstet, <i>harvested</i>	7	15	18	22	17	15	19	21
Difference	-7	11	35	78	36	11	34	79
		K, kg/ha						
Tilført, <i>applied</i>	0	39	78	155	78	39	78	155
Høstet, <i>harvested</i>	21	48	59	85	51	50	65	72
Difference	-21	- 9	19	70	27	-11	13	83

Tabel 33. N, P og K-balance efter tilførsel af svinegylle og handelsgødning til vårbyg ved Jokioinen. Gns. af 3 forsøg.
N, P, and K balance after application of pig slurry and fertilizer to spring barley at Jokioinen. Average of 3 experiments.

	Ugødet control	Svinegylle pig slurry				Handelsgødning fertilizer			
		udbringning, overfladeudb. surface		application nedfældet injected					
Gylle t/ha slurry		22	44	88	44				
		Total-N, kg/ha							
Tilført, <i>applied</i>	0	65	130	260	130	50	100	150	200
Høstet, <i>harvested</i>	14	36	60	92	79	45	70	91	105
Difference	-14	29	70	168	51	- 5	30	59	97
		P, kg/ha							
Tilført, <i>applied</i>	0	10	19	39	19	10	19	29	39
Høstet, <i>harvested</i>	3	9	13	17	16	11	15	17	17
Difference	-3	1	6	22	3	- 1	4	12	22
		K, kg/ha							
Tilført, <i>applied</i>	0	29	57	115	57	29	57	86	115
Høstet, <i>harvested</i>	8	15	22	29	25	18	26	29	31
Difference	- 8	14	35	86	32	11	31	57	84

Tabel 34. N, P og K-balance efter tilførsel af svinegylle og handelsgødning til vårbyg ved Uppsala. Gns. af 4 forsøg.
N, P, and K balance after application of pig slurry and fertilizer to spring barley at Uppsala. Average of 4 experiments.

	Ugødet control	Svinegylle pig slurry				Handelsgødning fertilizer			
		udbringning, overfladeudb. surface		application nedfældet injected					
Gylle t/ha slurry		15	31	62	31				
		Total-N, kg/ha							
Tilført, <i>applied</i>	0	83	165	330	165	50	100	150	250
Høstet, <i>harvested</i>	33	59	75	98	93	65	76	97	104
Difference	-33	24	90	232	72	-15	24	53	96
		P, kg/ha							
Tilført, <i>applied</i>	0	24	49	98	49	24	49	73	98
Høstet, <i>harvested</i>	8	13	14	16	15	13	14	16	17
Difference	-8	11	35	82	34	11	35	57	81
		K, kg/ha							
Tilført, <i>applied</i>	0	51	102	204	102	51	102	153	204
Høstet, <i>harvested</i>	13	25	29	40	33	29	29	36	42
Difference	-13	26	73	164	69	22	73	117	162

Tilførsel af mindste mængde gylle har kunnet dække afgrødernes P-behov. I de danske og svenske forsøg har tilførsel af P næsten været det dobbelte af, hvad planterne har optaget. Hvorimod der i de finske forsøg på grund gyllens lave fosforindhold lige har været balance. For kalium har der ved Jokioinen og Uppsala for alle anvendte gyllemængder været positiv balance, medens der som følge af afgrødernes større K-optagelse ved Askov først har været positiv balance ved anvendelse af 30 t svinegylle.

Tabel 35. N, P og K-balance efter tilførsel af kvæggylle og handelsgødning til vårbyg ved Askov. Gns. af 4 forsøg.
N, P, and K balance after application of cattle slurry and fertilizer to spring barley at Askov. Average of 4 experiments.

	Ugødet control	Kvæggylle cattle slurry				Handelsgødning fertilizer		
		udbringning, nedfældet injected		application overfladeudb. surface				
Gylle t/ha slurry		13	26	52	26			
		Total-N, kg/ha						
Tilført, <i>applied</i>	0	53	105	209	105	40	80	120
Høstet, <i>harvested</i>	34	48	66	100	52	58	79	117
Difference	-34	5	39	109	53	-18	1	3
		P, kg/ha						
Tilført, <i>applied</i>	0	10	19	38	12	10	19	38
Høstet, <i>harvested</i>	8	11	15	20		13	16	20
Difference	-8	-1	4	18	7	-3	3	18
		K, kg/ha						
Tilført, <i>applied</i>	0	52	103	205	103	52	103	205
Høstet, <i>harvested</i>	23	36	57	87	46	45	72	101
Difference	-23	16	46	118	57	7	31	104

I tabel 35-37 er vist balancer for henholdsvis kvælstof, fosfor og kalium efter tilførsel af enten kvæggylle eller handelsgødning til vårbyg.

Der har efter tilførsel af gennemsnitlig 26 t kvæggylle pr. ha ved Askov og 29 t ved Uppsala samt 46 t ved Jokioinen været en mertilførsel af kvælstof på 22-39 kg N pr ha. Ved disse mængder vil der ikke være tale om nogen væsentlig akkumulering af kvælstof i jorden, når der også tages hensyn til tab ved denitrifikation og udvaskning af kvælstof. Ved dobbelt så stor mængde gylle har der været en overskudstilførsel på 105-120 kg N pr. ha.

Med anvendelse af handelsgødningskvælstof har der været balance efter anvendelse af 80-100 kg N pr. ha.

Af opgørelserne for P fremgår, at der ved tilførsel af de mængder gylle som anført ovenfor er blevet tilført lidt større mængder P, end bygafgrøderne har kunnet udnytte. Anvendelse af endnu større gyllemængder vil give en betydelig overskudstilførsel af fosfor.

For kalium har der for de anvendte gyllemængder været positiv balance.

Tabel 36. N, P og K-balance efter tilførsel af kvæggylle og handelsgødning til vårbyg ved Jokioinen. Gns. af 5 forsøg.
N, P, and K balance after application of cattle slurry and fertilizer to spring barley at Jokioinen. Average of 5 experiments.

	Ugødet control	Kvæggylle cattle slurry				Handelsgødning fertilizer			
		udbringning, overfladeudb. surface		nedfældet injected					
Gylle t/ha slurry		23	46	92	46				
		Total-N, kg/ha							
Tilført, <i>applied</i>	0	48	96	189	96	30	60	90	120
Høstet, <i>harvested</i>	38	41	58	68	64	52	70	82	90
Difference	-38	7	38	121	32	-22	-10	8	30
		P, kg/ha							
Tilført, <i>applied</i>	0	9	17	35	17	9	17	26	35
Høstet, <i>harvested</i>	9	9	13	15	14	12	14	15	16
Difference	-9	0	4	20	3	- 3	3	11	19
		K, kg/ha							
Tilført, <i>applied</i>	0	66	131	262	131	66	131	197	262
Høstet, <i>harvested</i>	19	19	23	26	27	22	26	31	34
Difference	-19	47	108	236	104	44	105	166	228

Tabel 37. N, P og K-balance efter tilførsel af kvæggylle og handelsgødning til vårbyg ved Uppsala. Gns. af 3 forsøg.
N, P, and K balance after application of cattle slurry and fertilizer to spring barley at Uppsala Average of 3 experiments.

	Ugødet control	Kvæggylle cattle slurry				Handelsgødning fertilizer				
		udbringning, application overfladeudb. surface		nedfældet injected						
Gylle t/ha slurry		15	29	58	29					
		Total-N, kg/ha								
Tilført, <i>applied</i>	0	53	105	210	105	30	60	90	120	
Høstet, <i>harvested</i>	48	66	83	105	84	65	79	94	109	
Difference	-48	-13	22	105	21	-35	-19	-4	11	
		P, kg/ha								
Tilført, <i>applied</i>	0	11	23	46	23	11	23	34	46	
Høstet, <i>harvested</i>	11	13	15	16	13	13	15	16	17	
Difference	-11	-2	8	30	10	-2	8	18	29	
		K, kg/ha								
Tilført, <i>applied</i>	0	27	54	108	54	27	54	81	108	
Høstet, <i>harvested</i>	17	25	30	41	28	25	28	31	36	
Difference	-17	2	24	67	26	2	26	50	72	

Bederoer

Opgørelse over tilførsel og bortførsel af N, P og K efter anvendelse af kvæggylle og handelsgødning til bederoer er vist i tabel 38.

Efter tilførsel af 100 t gylle pr. ha bliver der efterladt betydelige mængder organisk bundet kvælstof i jorden.

Balancerne efter anvendelse af handelsgødningskvælstof viser, at roernes kvælstofbehov først har været dækket ind ved gødskning med 240 kg N pr. ha.

Tilførsel af ca. 50 t gylle pr. ha har kunnet dække afgrødernes P-behov, hvorimod det for kalium først har været tilfældet efter 100 t pr. ha.

Tabel 38. N, P og K-balance efter tilførsel af kvæggylle og handelsgødning til bederoer ved Askov. Gns. af 4 forsøg.
N, P, and K balance after application of cattle slurry and fertilizer to fodder beet at Askov. Average of 4 experiments.

	Ugødet control	Kvæggylle cattle slurry				Handelsgødning fertilizer		
		udbringning, nedfældet injected		application overfladeudb. surface				
Gylle t/ha slurry		26	52	104	56			
		Total-N, kg/ha						
Tilført, <i>applied</i>	0	105	209	419	209	80	160	240
Høstet, <i>harvested</i>	59	87	137	220	110	114	180	237
Difference	-59	18	72	199	99	-34	-20	3
		P, kg/ha						
Tilført, <i>applied</i>	0	19	38	76	38	19	38	76
Høstet, <i>harvested</i>	12	18	24	33	22	20	27	30
Difference	-12	1	14	43		-1	11	46
		K, kg/ha						
Tilført, <i>applied</i>	0	103	205	410	205	103	205	410
Høstet, <i>harvested</i>	111	168	251	385	226	199	311	423
Difference	-111	-65	-46	25	-21	-96	-106	-13

Græs og kløvergræs

N, P og K-balancer for græs og kløvergræs er vist i tabellerne 39-41.

Af kvælstofbalancerne fremgår det, at der er væsentlig forskel i balancerne eftersom afgrøden har været rent græs, som det var tilfældet ved Askov (tabel 39) eller kløvergræs ved Jokioinen og Uppsala (tabel 40-41).

Uden anvendelse af gødning (O N) er der med kløvergræsset høstet (optaget) mellem 2-3 gange så meget kvælstof som med den rene græsafgrøde. Ved tilførsel af gylle har 25 t kvæg-gylle pr. ha eller mere medført positiv N-balance i græs ved Askov, medens dette først har været tilfældet for kløvergræssets vedkommende efter gødskning med større gyllemængder, henholdsvis 84 og 48 t pr. ha ved Jokioinen og Uppsala.

Tabel 39. N, P og K-balance efter tilførsel af kvæg-gylle og handels-gødning til græs ved Askov. Gns. af 4 forsøg.
N, P, and K balance after application of cattle slurry and fertilizer to grass at Askov. Average of 4 experiments.

	Ugødet <i>control</i>		Kvæg-gylle <i>cattle slurry</i>		Handelsgødning <i>fertilizer</i>			
			udbringning, <i>application</i> nedfældet <i>injected</i>		overfladeudb. <i>surface</i>			
Gylle t/ha <i>slurry</i>			25	50	100	50		
	Total-N, kg/ha							
Tilført, <i>applied</i>	0	103	206	412	206	80	160	240
Høstet, <i>harvested</i>	58	82	112	166	85	103	142	226
Difference	-58	21	94	246	121	-23	18	14
	P, kg/ha							
Tilført, <i>applied</i>	0	21	42	84	42	21	42	84
Høstet, <i>harvested</i>	11	14	20	28	17	20	26	35
Difference	-11	7	22	56	25	1	16	49
	K, kg/ha							
Tilført, <i>applied</i>	0	100	199	398	199	100	199	398
Høstet, <i>harvested</i>	77	111	159	241	133	162	234	341
Difference	-77	-11	40	157	66	-62	-35	57

Ved anvendelse af handelsgødning til græs har der været balance mellem tilført og optaget for anvendelse af 160 kg N pr. ha, medens det for kløvergræs har været ved 240 kg N pr. ha.

Balancerne for tilført og optaget (høstet) fosfor viser tilsvarende, at mindste gyllemængde til græs ved Askov har kunnet dække afgrødernes P-behov, hvorimod en større gylletilførsel har været nødvendig til kløvergræs.

For kaliums vedkommende har der været betydelig forskel mellem de tre forsøgssteder. I de danske forsøg med ren græsafgrøde (tabel 39) har afgrødens behov været dækket ind efter tilførsel af 50 t gylle pr. ha eller 240 kg K i handelsgødning. Balance mellem tilført og optaget K er i de finske forsøg er opnået med anvendelse af 84 t gylle og 120 kg K i handelsgødning. I de svenske forsøg ved Uppsala har kaliumbortførslen været større end de med gylle eller handelsgødning tilførte mængder (tabel 41). Årsagen hertil skal ses i relation til, at der med gyllen og dermed også med handelsgødning blev givet halv så meget kalium i forhold til de to øvrige forsøgssteder.

Tabel 40. N, P og K-balance efter tilførsel af kvæggylle og handelsgødning til kløvergræs ved Jokioinen. Gns. af 7 forsøg.
N, P, and K balance after application of cattle slurry and fertilizer to ley at Jokioinen. Average of 7 experiments.

	Ugødet control		Kvæggylle cattle slurry		Handelsgødning fertilizer				
			udbringning, application overfladeudb nedfældet surface injected						
Gylle t/ha slurry	42		84	168	84				
	Total-N, kg/ha								
Tilført, applied	0	88	176	340	176	60	120	180	240
Høstet, harvested	137	118	133	153	145	130	152	191	210
Difference	-137	-30	43	187	31	-70	-32	-11	30
	P, kg/ha								
Tilført, applied	0	14	29	57	29	14	29	44	57
Høstet, harvested	15	15	18	22	19	17	21	24	25
Difference	-15	-1	11	35	10	-3	8	20	32
	K, kg/ha								
Tilført, applied	0	122	239	459	239	122	239	361	459
Høstet, harvested	157	157	194	241	210	177	222	269	281
Difference	-157	-35	45	218	29	-55	17	92	178

Tabel 41 N, P og K-balance efter tilførsel af kvæggylle og handelsgødning til kløvergræs ved Uppsala. Gns. af 7 forsøg.
N, P, and K balance after application of cattle slurry and fertilizer to ley at Uppsala. Average of 7 experiments.

	Ugødet control		Kvæggylle cattle slurry		Handelsgødning fertilizer					
			udbringning, application overfladeudb. nedfældet surface injected							
Gylle t/ha slurry	24		48		96				48	
	Total-N, kg/ha									
Tilført, <i>applied</i>	0	104	209	418	209	60	120	180	240	
Høstet, <i>harvested</i>	158	162	197	202	182	181	184	195	201	
Difference	-158	-58	12	216	27	-121	-64	-15	39	
	P, kg/ha									
Tilført, <i>applied</i>	0	21	42	84	42	21	42	63	84	
Høstet, <i>harvested</i>	19	24	29	29	23	25	27	30	29	
Difference	-19	-3	13	55	19	-4	15	33	55	
	K, kg/ha									
Tilført, <i>applied</i>	0	47	95	190	95	47	95	142	190	
Høstet, <i>harvested</i>	125	175	224	248	195	196	200	228	255	
Difference	-125	-128	-129	-58	-100	-149	-105	-86	-65	

5.4.2. Balance for sædskifte

På grundlag af næringsstofbalancerne for de enkelte afgrøder ved Askov (tabellerne 35, 38 og 39) er der i tabel 42 opstillet en næringsstofbalance for kvælstof, fosfor og kalium, såfremt der årligt anvendes henholdsvis kvæggylle eller handelsgødning til et 3-marks sædskifte med afgrøderne bederoer, byg med udlæg og rent græs.

Tabel 42. Næringsstofbalance, N, P og K efter årlig tilførsel af kvæggylle eller handelsgødning i et sædskifte med bederoer, vårbyg med udlæg og græs ved Askov.
Balance between applied and removed N, P, and K after yearly application of cattle slurry and fertilizer in a crop rotation with fodder beet, spring barley and grass at Askov.

	Ugødet control	Gylle t/ha slurry t/ha			Handelsgødning fertilizer		
Roer, beet		26	52	104			
Byg, barley		13	26	52			
Græs, grass		25	50	100			
		Total-N, kg/ha					
Tilført, applied *)	0	261	520	1040	200	400	600
Høstet, harvested *)	-151	217	315	486	275	401	580
Difference	-151	44	205	554	-75	-1	20
		P, kg/ha					
Tilført, applied *)	0	50	99	198	50	99	198
Høstet, harvested *)	31	43	59	81	53	69	85
Difference	-31	7	40	117	-3	30	113
		K, kg/ha					
Tilført, applied *)	0	255	507	1013	255	507	1013
Høstet, harvested *)	211	315	467	713	406	617	865
Difference	-221	-60	40	300	-151	-110	148
*) Beregnet på gns. af 4 forsøg i bederoer, 4 i byg og 4 i græs. <i>Calculated on a average of 4 experiments in fodder beet, 4 in spring barley and 4 in grass.</i>							

Af kvælstofbalancen i tabel 42 ses det, at der efter tilførsel af 25 t kvæggylle pr. ha til byg og ca. 50 t til roer og græs har været en overskudstilførsel på 205 kg total-N pr. ha, eller i gennemsnit for sædskiftet ca. 68 kg N årligt. Som det tidligere er anført, skal der ved vurdering af disse tal imidlertid tages hensyn til, at tab ved denitrifikation og udvaskning ikke er medregnet. Med tilførsel af ovennævnte gyllemængder vil der derfor ikke blive tale om nogen væsentlig akkumulering af kvælstof i jorden.

Hvor der i handelsgødning ialt er tilført 400 kg N pr. ha (80 kg til byg og 160 kg til roer og græs) har der været balance mellem tilført og optaget kvælstof.

Opgørelsen for fosfor viser balance, hvor der gennemsnitlig i sædskiftet er tilført 17

kg P pr. ha enten i gylle eller handelsgødning.

For kalium har der været en positiv balance af 40 kg K efter tilførsel af ialt 507 kg K med 25 t gylle til byg og ca. 50 t til roer og græs. Når det ikke er tilfældet efter tilførsel af K med handelsgødning, skal det ses i relation til afgrødernes større kaliumoptagelse på grund af højere udbytter særlig i græsafgrøden efter anvendelse af handelsgødning.

Tabel 43. Næringsstofbalance, N, P og K efter årlig tilførsel af kvæggylle eller handelsgødning i et sædskifte med vårbyg med udlæg, kløvergræs 1. og 2. år ved Jokioinen.
Balance between applied and removed N, P, and K after yearly application of cattle slurry and fertilizer in a crop rotation with spring barley, ley 1st and 2nd year at Jokioinen.

	Ugødet control	Gylle, t/ha slurry, t/ha			Handelsgødning. fertilizer.			
Byg, barley		20	40	80				
Kløvergræs, 1. år ley 1st year		44	88	164				
Kløvergræs, 2. år ley 2nd year		37	73	145				
					Total-N, kg/ha			
Tilført, applied *)	0	224	445	872	150	300	450	600
Høstet, harvested *)	290	259	311	371	298	365	459	564
Difference	-290	-35	134	501	-148	-65	-9	96
					P, kg/ha			
Tilført, applied *)	0	38	77	151	38	77	115	151
Høstet, harvested *)	37	37	49	59	45	56	64	68
Difference	-37	1	28	92	-7	21	51	83
					K, kg/ha			
Tilført, applied *)	0	305	599	1169	305	599	904	1169
Høstet, harvested *)	307	310	400	509	361	463	567	597
Difference	-307	-5	199	660	-56	136	337	572
*) Beregnet på gns. af 5 forsøg i byg, 5 i 1. års kløvergræs og 2. års kløvergræs. <i>Calculated on a average of 5 experiments in spring barley, 5 in 1st year and in 2nd year ley.</i>								

Tabel 44. Næringsstofbalance, N, P og K efter årlig tilførsel af kvæggylle eller handelsgødning i et sædskifte med vårbyg med udlæg, kløvergræs 1. og 2. år ved Uppsala.
Balance between applied and removed N, P, and K after yearly application of cattle slurry and fertilizer in a crop rotation with spring barley, ley 1st and 2nd year at Uppsala.

	Ugødet control	Gylle, t/ha slurry, t/ha			Handelsgødning fertilizer			
Byg, barley		15	29	58				
Kløvergræs, 1. år ley 1st year		24	48	96				
Kløvergræs, 2. år ley 2nd year		25	50	100				
					Total-N, kg/ha			
Tilført, applied *)	0	263	524	1049	150	300	450	600
Høstet, harvested *)	368	396	478	503	429	448	483	508
Difference	-368	-133	46	546	-279	-148	-33	139
					P, kg/ha			
Tilført, applied *)	0	53	108	215	53	108	160	215
Høstet, harvested *)	50	61	74	73	64	70	76	76
Difference	-50	-8	34	142	-11	38	84	139
					K, kg/ha			
Tilført, applied *)	0	117	235	469	117	235	352	469
Høstet, harvested *)	271	381	482	536	419	429	489	546
Difference	-271	-264	-247	-67	-302	-194	-137	-77

*) Beregnet på gns. af 3 forsøg i byg, 4 i 1. års kløvergræs og 3 i 2. års kløvergræs.
Calculated on a average of 3 experiments in spring barley, 4 in a 1th year ley and 3 in 2nd year ley.

På lignende måde er der opstillet næringsstofbalancer for 3-marks sædskifte med vårbyg med kløvergræsudlæg samt kløvergræs 1. og 2. år, (tabel 43 og 44). Det er sket på grundlag af balancerne i tabel 36 og 40 for Jokioinen og tabel 37 og 41 for forsøgene ved Uppsala.

I Jokioinen har der efter tilførsel af ialt 445 kg total-N i sædskiftet (40 t gylle til vårbyg og 88 samt 73 t til kløvergræs) været en positiv balance på 134 kg N pr. ha (tabel 43).

Tilsvarende har der i forsøgene ved Uppsala efter tilførsel af ialt 524 kg total-N med

24 t gylle til byg og ca. 50 t til kløvergræsset været en mertilførsel på 46 kg N pr. ha (tabel 44). Tages der hensyn til denitrifikation og udvaskningstab vil der med ca. 50 t gylle pr. ha årligt i den anvendte sædfølge ikke blive tale om nogen afgørende betydningsfuld akkumulering af kvælstof, mens dette vil være tilfældet ved anvendelse af dobbelt så stor gyllemængde.

Med handelsgødningskvælstof vil der være balance mellem tilført og bortførsel af kvælstof i dette sædskifte ved tilførsel af ialt 500 kg kvælstof.

For fosfor og kalium fremgår det af tabel 43 og 44, at der er væsentlig forskel i balancerne for Jokioinen og Uppsala. Det skyldes overvejende forskellig tilførsel af de to næringsstoffer med gyllen, men også i nogen grad på grund af forskel i de med afgrøderne optagne mængder, som følge af de større udbytter der blev høstet ved Uppsala.

Ved Jokioinen har der ved mindste tilførte gyllemængde været nogenlunde balance, både hvad angår fosfor og kalium. Det vil sige en gennemsnitlig tilførsel i sædskiftet på ca. 15 kg P og ca. 120 kg K.

Ved Uppsala vil det samme være tilfældet med ca. 22 kg P og ca. 180 kg K pr. ha. Mineralisering af kaliumrige lerminerale svarer derved for ca. 90 kg K pr. ha.

6. NÆRINGSSTOFFORHOLD I JORD

Som anført i afsnit 4.5 blev der udtaget jordprøver før anlæg i 1985 og efterfølgende hvert år i foråret. I det følgende er omtalt analyseresultater af pH (H₂O), N, P og K.

pH(H₂O)

Der har på ingen af forsøgsstederne kunnet påvises signifikante pH-forandringer i jorden i løbet af den fireårige forsøgsperiode. pH har i samtlige forsøg ligget på noget over seks, hvilket indebærer, at stærkere fosforbinding ikke foreligger.

Kvælstof

Afhængig af kvælstofmineraliseringen i efterårsmånederne og kvælstofudvaskningen i samme periode samt i den efterfølgende vinter findes en større eller mindre mængde plantetilgængeligt kvælstof i rodzonen om foråret ved vækstperiodens begyndelse.

I tabel 45 er vist resultater fra bestemmelse af indholdet af ammonium- plus nitratkvælstof lig med mineralsk kvælstof i 0-60 cm dybde på de tre forsøgssteder om foråret, hvor der til foregående års afgrøder enten ikke blev gødet med kvælstof eller tilført gylle.

Jordens indhold af mineralsk kvælstof (ammonium og nitratkvælstof) om foråret har varieret fra år til år på samme forsøgsareal (tabel 45). Det ses endvidere, at kvælstofindholdet om foråret har været størst ved Uppsala. Årsvariationen og forskel mellem, 0 N og 1 N i gylle var lang større på denne jord, antagelig fordi jorden ved Uppsala har et meget højt ler- og siltindhold, hvilket giver en mindre kvælstofudvaskning end på de øvrige forsøgssteder.

Som anført betyder nedbørsmængden efterår og vinter meget for hvor stor en pulje af plantetilgængeligt kvælstof, der vil være tilstede det følgende forår. Når der i foråret 1988 ved Askov i jordprøver fra sædskifte A med monokultur i byg blev målt lavere kvælstofindhold end de foregående år, skyldes det uden tvivl, at vinteren 1987/88 var meget nedbørsrig (tabel 10), og at marts måned havde en nedbørsmængde på tre gange det normale. Omvendt betød en særdeles mild vinter 1988/89 med nedbørsmængde under det normale, at der i prøver fra begge sædskifter var et højere mineralkvælstof indhold i forår 1989.

Sammenlignes kvælstofmålingerne i jorden uden og med gylletilførsel, forskellig udbringningsmåde af gylle samt mellem sædskifter tyder de fundne forskelle i kvælstofindhold på, at andre årsager har været af større betydning på indholdet af lettilgængeligt kvælstof om foråret på denne jordtyper.

Ved Jokioinen har forskellen i mineralkvælstofindhold i jorden om foråret, hvor der det foregående år blev gødet med gylle og ikke tilført kvælstof, ligesom ved Askov været lille,

ligesom variationen mellem årene har været større end mellem de to udbringningsmåder af gylle. Derimod har kvælstofindholdet været lidt højere i jordprøverne fra sædskiftet med byg og efterfølgende kløvergræs i to år.

Tabel 45. Mineralsk-N i jorden i 0-60 cm dybde, om foråret ved
 Aaskov (DK), Jokioinen (SF) og Uppsala (S).
*Mineral-N in top-soil 0-60 cm, in the spring at
 Askov (DK) Jokioinen (SF) and Uppsala (S).*

År year	Afgroede crop	O N			1 N i gylle, slurry *)					
		DK	SF	S	Nedfældet injected			Overfladeudbragt surface spread		
		DK	SF	S	DK	SF	S	DK	SF	S
Sædskifte A.										
Svineproduktion										
<i>crop rotation A</i>										
<i>pig production</i>										
1985	Byg, barley	18		36	20		33	21		36
1986	Byg, barley	19	21	50	19	30	69	18	26	61
1987	Byg, barley	18	24	65	19	21	100	18	19	80
1988	Byg, barley	13	20	29	14	19	54	15	21	46
1989		22		31	28		58	31		47
Sædskifte B.										
Mælkeproduktion										
<i>crop rotation B</i>										
<i>Dairy farming</i>										
1985	Roer, beet	18			19			17		
1986	Byg, barley	16			17			16		
1987	Græs, grass	15			14			18		
1988	Roer, beet	15			18			14		
1989		26			33			31		
1985	Byg, barley			40			48			46
1986	Kløver 1. år ley 1st year		24	35		25	37		29	29
1987	Kløver 2. år ley 2nd year		29	47		29	81		26	71
1988	Byg, barley		23	90		26	76		28	88
1989				19			24			30

*) 1 N i gylle, sædskifte A. = 100 kg NH₄-N pr. ha.

- - - - - B. = 60 - - - - til Byg.

- - - - - B. = 120 - - - - til Roer og Kløvergræs.

1 N in slurry crop rotation A. = 100 kg NH₄-N per ha.

- - - - - B. = 60 - - - - to barley.

- - - - - B. = 120 - - - - fodder beet and ley.

Resultaterne fra Uppsala viser, at der forår 1988 blev målt højere mineralkvælstofindhold i jorden i forhold til de foregående år. Når det var tilfældet, skyldtes det, at vinteren 1986/87 kom tidligt og var meget kold og langvarig. Jorden blev allerede i oktober/november frostbundet. Dertil kom, at nedbørsmængden i perioden marts-maj (tabel 14) var lille. Begge disse forhold forhindrede restkvælstof fra vækstsæsonen i at blive udvasket.

Efter ompløjning af kløvergræsafgrøden efterår 1987 i sædskifte B var der meget restkvælstof i jorden, men selvom vinteren 1987/88 var varmere end det foregående år, blev der som følge af kvælstofudvaskning ikke målt højere mineralkvælstofindhold i jorden i foråret 1988 i forhold til 1987. Sædskiftets indvirkning viste sig dog ved, at kvælstofindholdet var højere i sædskifte B end i A med monokultur i byg.

I efteråret 1988 begyndte vinteren med sne og kulde i november og december uden jorden dog var frostbundet under sneen. Efter smeltning af sneen sidst i december var vinteren særdels mild og som følge deraf var der en kraftig kvælstofudvaskning i perioden januar til marts 1989. De højere kvælstofværdier i sædskifte A med monokultur i byg må antagelig tilskrives, at jorden på dette forsøgsareal indeholder mere ler end forsøgsarealet for sædskifte B, og at lave afgrødeudbytter i 1988 i sædskifte A gav meget restkvælstof i efteråret.

Fosfor

De nordiske lande Danmark, Finland og Sverige anvendes forskellige ekstraktionsmetoder ved bestemmelse af jordens fosfortilstand. I jordprøverne udtaget i de danske forsøg er der som ekstraktionsmiddel anvendt 0,1 M svovlsyre, og resultatet opgives som fosforsyretal, Ft, der svarer til 3 mg P pr. 100 g jord. I Finland er indholdet bestemt ved ammoniumacetatopløsning og angives som mg P pr. liter. I Sverige er anvendt ammoniumlaktat, og P-indholdet anføres som P-AL lig med mg P pr. 100 g lufttørret jord.

I tabel 46 er vist resultater for fosfor i jordprøver udtaget om foråret i de enkelte forsøgsår, hvor der årligt er tilført gylle i forhold ugødet (kontrol).

Ved den i tabel 45 anførte kvælstoftilførsel med svinegylle til monokultur i byg (sædskifte A) var der i henhold til de beregnede næringsstofbalancer (tabel 32-34) en gennemsnitlig overskudstilførsel af fosfor på 35 kg pr. ha og år ved Askov og Uppsala samt 6 kg ved Jokioinen. Som det ses har dette overskud af P på alle tre forsøgssteder forårsaget en stigning af mængden af plantetilgængeligt fosfor i jorden. Når der ved Jokioinen efter en forholdsvis lille overskudstilførsel af fosfor alligevel er fundet stigning i jordens P-indhold, kan årsagen være, anvendelse af den milde ekstraktionsmetode i Finland. I sæd-

skifte B for mælkeproduktion var der et overskud i fosforbalancerne fra 9 til 13 kg pr. ha pr. år (tabellerne 42-44). Det har betydet en mindre stigning i jordens indhold af letopløseligt fosfor.

Når jordbundsanalyserne viser større udsving ved Jokioinen og Uppsala end ved Askov skyldes det formentlig, at den finske og svenske metode anvender mildere ekstraktionsmiddel end den danske metode.

Tabel 46. Fosfor i jord 0-20 cm om foråret ved Askov (DK), Jokioinen (SF) og Uppsala (S).
Phosphorus in soil 0-20 cm in spring at Askov (DK), Jokioinen (SF) and Uppsala (S).

År year	Ugødet unmanured			Gylle nedfældet * slurry injected		
	DK **	SF ***	S ****	DK	SF	S
Sædskefte A.						
Svineproduktion <i>crop rotation A</i> pig production						
1985	9,4	13,6	5,8	9,1	13,6	6,7
1986	9,0	10,4	6,2	9,2	15,1	7,4
1987	10,0	9,2	5,2	10,8	13,9	7,1
1988	9,4	11,0	6,2	9,9	16,4	9,8
1989	10,0		5,6	10,8		10,5
Sædskefte B.						
Mælkeproduktion <i>crop rotation B</i> dairy farming						
1985	7,6	13,6	4,8	7,0	13,6	5,2
1986	7,4	11,4	5,3	7,6	10,6	6,5
1987	7,8	8,0	4,2	7,3	11,6	7,0
1988	7,0	8,8	4,0	7,3	10,8	6,3
1989	7,7		3,9	8,2		5,7

- *) Sædskefte A. = 100 kg $\text{NH}_4\text{-N}$ pr. ha i gylle til Byg.
 - - - B. = 60 - - - - - til Byg.
 - - - B. = 120 - - - - - til Roer og græs.
crop rotation A. = 100 kg $\text{NH}_4\text{-N}$ per ha slurry to barley.
 - B. = 60 - - - - - to barley.
 - B. = 120 - - - - - to beet and grass.
- **) Fosforsyretil, Ft = 3 mg P/100 g jord.
P-index = 3 mg P/100 g soil (sulphuric acid extration).
- ***) mg P/l ammoniumacetat-opløsning. *ammoniumacetat-solution.*
- ****) P-AL, mg/100 g lufttør jord. *air-dried soil.*

Kalium

Til vurdering af en jords kaliumindhold benyttes i Danmark en bestemmelse af det ombyttelige kalium, det vil sige den kaliummængde, der kan ekstraheres med ammoniumacetat. Resultatet udtrykt i mg K pr. 100 g jord benævnes kaliumtallet, Kt. Samme ekstraktionsmiddel anvendes i Finland, men indholdet af kalium angives her som mg K pr. l. I Sverige gennemføres analysen ligesom for fosfor med ammoniumlaktat og anføres som K-AL, mg pr. 100 g lufttør jord.

Tabel 47. Kalium i jord 0-20 cm om foråret ved Askov (DK), Jokioinen (SF) og Uppsala (S).
Potassium in soil 0-20 cm in spring at Askov (DK), Jokioinen (SF) and Uppsala (S).

År year	Ugødet unmanured			Gylle nedfældet * slurry injected		
	DK **	SF ***	S ****	DK	SF	S
Sædskefte A.						
Svineproduktion <i>crop rotation A</i> pig produktion						
1985	8,2	300	5,4	7,5	300	5,8
1986	8,4	346	4,1	8,5	368	5,3
1987	7,5	406	5,3	9,4	458	6,5
1988	7,8	389	5,6	6,4	376	6,9
1989	7,6		6,0	9,5		9,5
Sædskefte B.						
Mælkeproduktion <i>crop rotation B</i> dairy farming						
1985	8,7	300	7,9	7,2	300	7,1
1986	6,1	295	7,1	7,7	291	6,1
1987	4,5	271	8,0	4,8	336	10,0
1988	3,9	264	4,6	7,9	349	8,3
1989	5,4		7,5	11,0		9,0

- *) Sædskefte A. = 100 kg NH₄-N pr. ha i gylle til Byg
 - - - - B. = 60 - - - - til Byg
 - - - - B. = 120 - - - - til Roer og græs
crop rotation A. = 100 kg NH₄-N per ha slurry to barley
 - - - - B. = 60 - - - - to barley
 - - - - B. = 120 - - - - to beet and grass
- **) Kaliumtallet, Kt = mg P/100 g jord.
K-index = mg Kt /100 g soil
- ***) mg K/l ammoniumacetat-opløsning. *ammoniumacetat-solution*
- ****) K-AL, mg/100 g lufttør jord. *air-dried soil*

I tabel 47 er vist resultater af kaliumsbestemmelser i jordprøver udtaget i samme forsøgsparceller som anført under fosfor.

Der blev med svinggylle i sædskifte A ved Askov, Jokioinen og Uppsala tilført henholdsvis 19, 35 og 73 kg mere kalium pr. ha og år, end der blev bortført med kornafgrøderne (tabellerne 32-34). Ved tilførsel af kvæggylle var der ved Askov og Jokioinen en overskudstilførsel på 13 og 66 kg pr. ha og år, medens der ved Uppsala var et underskud på 82 kg (tabellerne 42-44).

Overskudstilførsel af kalium viser sig på alle tre forsøgssteder tydeligt i jordbundsanalyserne om foråret. (tabel 47).

Når kaliumtallene ved Askov varierer fra år til år skal det ses i relation til at udvaskning af kalium er større på denne jordtype med et væsentligt lavere ler og siltindhold end ved de to andre forsøgssteder.

Ved Uppsala kompenseres underskuddet af kalium i sædskifte B ved frigørelse af kalium fra jordens reserve ved forvitring. Som det fremgår af tabel 47, hvor der ikke er gødet med kalium, er kalitallet ikke faldet, hvilket tyder på at forvitringen derfor er tilstrækkelig for produktionen på dette gødningsniveau.

7. DISKUSSION

Et af problemerne ved gyllehåndtering var tidligere på mange landbrugsbedrifter manglende opbevaringskapacitet. Konsekvensen heraf blev, at gyllen ikke kunne anvendes på den mest hensigtsmæssige måde, hvad angik udbringningstid og afgrødevalg. Dette medførte både en dårlig udnyttelsesgrad og risiko for miljømæssige problemer.

For at hindre uønskede virkninger ved håndtering og anvendelse af husdyrgødning har man i flere vesteuropæiske lande bl.a. Danmark og Sverige indført lovmæssige retningslinier om, at der skal være harmoni mellem husdyrholdets størrelse og det areal hvorpå husdyrgødningen udbringes. For gylle omfatter reglerne tillige opbevaringskapacitet samt udbringningstider (8,18). Hermed er der mulighed for, at gyllen kan udbringes på de mest optimale tidspunkter og i passende mængde til de enkelte afgrøder i sædskiftet.

En betingelse for korrekt udnyttelse af husdyrgødninger i relation til såvel driftøkonomiske som miljømæssige forhold kræver kendskab til gødningens indhold af plantenæringsstoffer.

På de enkelte landbrugsbedrifter kan mængderne af kvælstof, fosfor og kalium bestemmes gennem en analyse af gødningen eller ved produktion pr. dyr beregnet på indholdet i foderet minus produktion af mælk, kød og æg. (5, 17, 29).

Normalt sker der ingen større tab af fosfor og kalium under lagringen af gødninger, hvorimod kvælstoffet er udsat for tab på grund af ammoniakfordampning (25).

For husdyrgødning hidrører kvælstofvirkningen det første år primært fra ammoniumindholdet. Da ammoniumkvælstof udgør 50-60 pct. af totalkvælstoffet i kvæggylle og 60-70 pct. i svinegyille er det klart, at en ammoniumbestemmelse vil give et bedre skøn ved gyllens anvendelse i marken. Ved hjælp af Agros Nitrogen Meter foreligger en rimelig sikker og hurtig analysemetode til bestemmelse af ammoniumindholdet i forbindelse med udbringning af gylle (10).

Under opbevaringen i lagertanken sker der en separation af gyllen med dannelse af svømmelag og bundfald. Undersøgelser har vist, at det for at få oplysninger om indholdet af ammoniumkvælstof og kalium i den samlede gyllemængde er tilstrækkeligt blot at udtage prøver af den flydende del. En opblanding af det tørstofrige svømmelag og bundlag, er derimod nødvendig for at få et mål for gyllens fosforindhold og for at kunne dosere fosforet ensartet (12, 29).

På grund af gyllens høje ammoniumindhold, vil der såvel under som efter udbringning være mulighed for betydelig ammoniakfordampning. Dette tab vil mindske gødningsværdien og medføre en uønsket påvirkning af miljøet.

Det er vist, at følgende parametre er af betydning for ammoniakfordampningen: gyllens pH

og tørstofindhold, jordens pH, lufttemperatur, vindhastighed og luftfugtighed (1, 6, 7, 19, 21, 26). Ammoniaktabet øges med den tid gyllen henligger på jordoverfladen inden nedbringning, men tabet vil være stærkt begrænset, såfremt gyllen nedfældes direkte med gyllenedfælder (21, 27, 28, 30) og dermed opnås bedre gødningsvirkning (9, 14, 15).

Ved direkte nedfældning af gylle er der i nærværende forsøg ligeledes opnået en væsentlig bedre virkning i forhold til overfladeudbringning til byg og bederoer. Undtagelsen var nedfældning ved høj markfugtighed. Foruden risiko for jordpakningsskader, som det var tilfældet ved Uppsala, vil en nedfældning i vandmættet jord give et relativt stort ammoniaktab, fordi den nedfældede ammonium følger den opadgående vandbevægelse under udtørring af jorden (1, 19, 28).

Overfladeudbringning af gylle på græsmark indebærer foruden en risiko for et betydeligt kvælstofstab, at udbyttet påvirkes negativt ved kvælnings og svidningsskader (2, 22, 23, 24, 31). Nedfældning vil reducere disse gener væsentligt, men omvendt kan det ikke udelukkes, at der kan være negativ effekt af nedfældningen i form af mekanisk skade på græsbestanden som følge af en vis opharvning af jorden, og overskæring af græsrødder m.m. (15). Når nedfældning af gylle til græs har været mere fordelagtigt i de danske og finske forsøg, 9-20 pct. og 7-23 pct højere udbytte end overfladeudbringning, er det i overensstemmelse med tidlige danske forsøg, som viste, at der var mindre skadevirkning i græs ved nedfældning på sandjord end på lerjord (15).

Gyllens gødningsværdi i marken er i høj grad afhængig af udbringningstidspunktet. Resultaterne af efterårs- og forårsudbringning i disse forsøg bekræfter overensstemmende med andre undersøgelser (4, 11, 13), at den bedste udnyttelse af gyllens kvælstofindhold fås ved udbringning så nær vækstperiodens begyndelse som muligt.

Ved udbringning af gylle på frossen jord om vinteren kan der på hældende arealer ske en overfladeafstrømning, der medfører tab af næringsstoffer (3, 32, 33). I ovennævnte danske og svenske regler for anvendelse af husdyrgødning er der taget højde for dette gennem fastsættelse af, at husdyrgødning kun må udbringes under disse forhold, såfremt gødningen kan nedbringes samme dag (8, 18). Derimod er udbringning af gylle tilladt på bevoksede arealer både efterår og vinter, og for praksis vil det især være til græsmarker.

Resultaterne af udbringning af gylle på kløvergræs i september og december ved Jokioinen samt september/oktober ved Uppsala, viser imidlertid at udkørsel af gylle på disse tidspunkter kan medføre skadevirkning dels på væksten og bestanden af kløver, og dermed giver nedgang i udbyttet i forhold til forårsudbringning.

Ved planlægning af nærværende nordiske projekt blev det fastlagt, at der i begge driftssystemer/sædskifter skulle indgå tre intensitetsniveauer af gylle, basseret på et dyrehold svarende til 1. 2. og 4 dyreenheder (malkekvæg og svin) pr. ha. Under den antagelse at am-

moniumkvælstofmængden i gylle produceret af en dyreenhed er 50 kg modsvarer gødningsintensiteterne henholdsvis 50, 100 og 200 kg $\text{NH}_4\text{-N}$ pr. ha. Disse tre intensitetsniveauer skulle afklare, hvor stor en gødningsmængde der på økologisk forsvarlig måde kunne anvendes i planteproduktionen under de givne forudsætninger for at opnå den relativt mindste forureningsrisiko.

Hvis husdyrgødningens indhold af kvælstof lægges til grund for tilførsel til de enkelte afgrøder, vil der i reglen ske en overskudstilførsel af fosfor. De opstillede balancer for tilført og bortført fosfor viser, at anvendelse af gylle svarende til en dyreenhed pr. ha ved de opnåede udbytter har været nok til at kompensere for fosforbortførelsen i vårbyg, bederoer og græs (Askov). For kløvergræs krævedes en til to enheder pr. ha ved Jokioinen og Uppsala.

Med hensyn til kalium er der større forskel på de enkelte afgrøders optagelse af dette næringsstof. Byg kræver kun en mindre mængde gylle til at opveje kornets bortførsel af kalium. I bederoerne ved Askov har der først været balance efter tilførsel af 100 t gylle, svarende til fire dyreenheder pr. ha. På grund af varierende kaliumindhold i den anvendte gylle er der betydelig forskel på kaliumbalancerne for græs og kløvergræs mellem forsøgsstederne. Medens der ved Askov og Jokioinen har været balance efter anvendelse af gylle fra to dyreenheder, har gylletilførsel ikke kunnet dække afgrødernes bortførsel ved Uppsala på grund af gyllens lave kaliumindhold.

For de øvrige plantenæringsstoffer i gylle er der ikke opstillet næringsstofbalancer. Danske forsøg viste, at en tilførsel af 25-50 t kvæggylle var nok til at dække bortførslen med hensyn til natrium, magnesium, mangan og kobber i byg, græs og majs. For bederoer gælder noget lignende, med undtagelse af natrium, hvor tilførsel af 100 t pr. ha ikke kunne dække bortførslen (16).

I modsætning til handelsgødning indeholder husdyrgødning organisk bundet kvælstof, og uanset til hvilken afgrøde gødningen anvendes vil der være en rest af gødningskvælstoffet tilbage i jorden. Dele af denne rest vil efterhånden blive mineraliseret, og sker det uden for vækstperioden, er der risiko for udvaskning. Kvælstofudvaskningen er afhængig af hvilken afgrøde gødningen udbringes til. Udvasningen er størst for afgrøder med kort vækstperiode som for eksempel byg, mindre for roer og mindst for græs (16).

For at undgå en uheldig overskudstilførsel af gylle bør der, på baggrund af næringsstofbalancerne fra de omtalte forsøg højst tilføres gylle fra op til 2 dyreenheder pr. ha.

8. KONKLUSION

Resultaterne af de gennemførte forsøg har vist, at udbringningstidspunkt, klimaforhold og udbringningsmåde er af stor betydning for gyllens gødningsværdi i marken.

I overensstemmelse med andre undersøgelser vedrørende efterårs- og forårsudbringning af gylle er der opnået den bedste udnyttelse af kvælstof i gyllen ved udbringning om foråret. Det vil sige, at den til vårbyg og bederoer udbringes umiddelbart før såning og til græs og kløvergræs tidligt om foråret ved vækstens start. Efterårstilførsel til kløvergræs har i flere tilfælde resulteret i udvintringsskader.

Direkte nedfældning af gylle har givet en bedre virkning end overfladeudbringning, men ved kørsel på jord med højt vand- og lerindhold er der forekommet jordpakningsskader ved nedfældning til forårssåede afgrøder med nedgang i udbytte til følge.

Med den type nedfælderaggregat, der blev benyttet, har mekanisk skadevirkning i græsafgrøder som følge af opharvning, overskæring af rødder m.m. ikke kunnet undgås. I rent græs har skadevirkning efter nedfældning ikke været større, end at der alligevel er opnået en bedre gødningsvirkning end ved overfladeudbringning. I kløvergræs har effekten både været positiv og negativ, antagelig fordi kløverens rødder er mere følsomme og ikke genopretter rodsystemet, som græs kan, når skaden først er sket. En videre udvikling af udstyr til direkte nedfældning af gylle i blandt andet græs forventes at kunne reducere skade på afgrøden ganske betydeligt.

Sammenlignes virkningen af gylle og handelsgødningskvælstof på basis af mineralsk-N, dvs. ammonium-N i gylle og ammonium- plus nitrat-N i handelsgødning, har kerneudbyttet af vårbyg og tørstofudbyttet af rod og top i bederoer stort set været ens. I græs blev der imidlertid høstet større tørstofudbytte efter handelsgødning. Tilførsel af gylle og handelsgødningskvælstof til rødkløvergræs havde ringe virkning på udbyttet.

Næringsstofbalancer beregnet på de med gødning tilførte og de med afgrøderne fjernede mængder næringsstoffer viste, at svinegylle fra en dyreenhed svarede til fosforoptagelsen i vårbyg. Med kvæggylle til vårbyg, bederoer, græs og kløvergræs var der først balance efter en til to dyreenheder.

Med hensyn til kaliumdækning ved gylleanvendelse kan der på grund af forskellig kaliumindhold i gylle på de tre forsøgssteder kun konkluderes, at gylle fra en til to dyreenheder vil være nok til vårbyg. For bederoer vil der først være positiv balance efter tilførsel af 100 t gylle pr. ha eller fra ca. fire dyreenheder.

For at undgå risiko for uønskede miljømæssige konsekvenser bør der højst tilføres en kvælstofsmængde i gylle pr. ha fra op til to dyreenheder.

9. LITTERATUR

1. *Adriano, D. C., Chang, A. C. & Sharpless, R.* 1974. Nitrogen loss from manure as influenced by moisture and temperature. *J. Environ Qual.* 3, 258-261.
2. *Arnold, G. H.* 1981. Beobachtungen von negativen Nebenwirkung von Gülle auf Dauergrünland. Bericht über die 7. Arbeitstagung "Frage der Güllerei", Gumpenstein, 29. sep.-2. okt. 1981. Verlag Bundesversuchsanstalt für alpenländische Landwirtschaft, Gumpenstein, 627-632.
3. *Brink, N., Gustavson, S. & Ulén, B.* 1983. Yttransport av växtnäring från stallgödselad åker. *Ekohydrologi* 13, 3-14.
4. *Baadsgaard, A.* 1989. Svinegylle til vintersæd i vækstperioden. *Tidsskr. Planteavl.* 91, 223-227.
5. *Ericsson, J.* 1985. Tag vara på stallgødseln. *Lantbruksinformation.* L/S 10, Jönköping.
6. *Hoff, J. D., Nelson, D. W. & Sutton, A. L.* 1981. Ammonia volatilization from liquid pig manure applied to cropland. *J. Environ. Qual.* 10, 90-95.
7. *Horlacher, D. & Marschner, H.* 1990. Schätzrahmen zur Beurteilung von Ammoniakverlusten nach Ausbringung von Rinderflüssigmist. *Z. Pflanzener-nähr. Bodenk.* 153, 107-115.
8. *Jacobsson, C.* 1989. Regler för stallgødsel. *Lantbruksstyrelsen Lantbruks-information.* 8, 1989.
9. *Kemppainen, E.* 1989. Nutrient content and fertilizer value of livestock manure with special reference to cow manure. *Annales Agricultura Fenniae.* Vol. 28, 163-284.
10. *Kjellerup, V.* 1986. Agros Nitrogen Meter for estimation of ammonium nitrogen in slurry and liquid manure. I. Red. A. Dam Kofoed et al.: *Efficient Land Use of Sludge and Manure.* Elsevier Applied Science Publishers, London & New York 216-223.
11. *Kjellerup, V.* 1991. Tørstofudbytte, kvælstofoptagelse og -udvaskning ved anvendelse af gylle iblandet nitrifikationshæmmere. *Tidsskr. Planteavl, Beretning nr. S xxx i trykken.*
12. *Kjellerup, V. & Petersen, J.* 1989. Rumlig variation i gyllens tørstof og næringsstofindhold under opbevaring. *Tidsskr. Planteavl* 93, 299-306.

13. Klausen, P. S. og Nemming, O. 1982. Udbringningstider for svinegødning til byg. Tidsskr. Planteavl 86, 189-192.
14. Larsen, K. E. & Keller, P. 1985. Nedfældning af kvæggylle til byg og bederoer. Tidsskr. Planteavl 89, 11-17.
15. Larsen, K. E. & Keller, P. 1985. Nedfældning af kvæggylle til græs. Tidsskr. Planteavl 89, 19-24.
16. Larsen, K. E. & Kjellerup, V. 1989. Årlig og periodisk tilførsel af kvæggødning i sædskifte. Tidsskr. Planteavl. S. 1979, 1-99.
17. Laursen, B. 1987. Normtal for husdyrgødning. Statens Jordbrugsøkonomiske institut. Rapport nr. 28. Landhusholdningsselskabets Forlag.
18. Miljøministeriet, (DK): Bekendtgørelse om husdyrgødning og ensilage m.v. 22. september 1988.
19. Molloy, S. P. & Tunney, H. 1983. A laboratory study of ammonia volatilization from cattle and pig slurry. I. J. Agric. Res. 22, 37-45.
20. Nordisk Jordbrugsforskning. 1981. NJF-seminar i Stallgødsel som vækstnæringskälla og miljørisk. Tune Landboskole, Danmark. 15.-17. december 1990. Årgang 63, nr. 2, 1981.
21. Pain, B. F., Phillips, V. R., Clarkson, C. R. & Klarenbeek, J. V. 1989. Loss of nitrogen through ammonia volatilization during and following the applications of pig or cattle slurry to grassland. J. Sci. Food Agric. 47, 1-12.
22. Prins, W. H. & Snijders, P. J. 1987. Negative effects of animal manure on grassland due to surface spreading and injection. Proc. of Int. Symp. European Grassland Federation on animal manure on grassland and fodder crops. Fertilizer or Waste?. Martinus Nijhoff Publishers, 119-135.
23. Schechtner, G. 1980. Nährstoffwirkung und Sonderwirkungen der Gülle auf dem Grünland. 7. Arbeitstagung "Frage der Güllerei", Gumpenstein, 29. sep.-2. okt. 1981. Verlag Bundesversuchsanstalt für alpenländische Landwirtschaft, Gumpenstein, 135-196.
24. Schechtner, G., Tunney, H., Arnold, G. H. & Keuning, J. A. 1980. Positive and negative effects of cattle manure on grassland with special reference to high rates of application. Proc. Int. Symp. Eur. Grassland Fed. on the role of nitrogen in intensive grassland production. Wageningen 1980 Pudoc Wageningen 1980, 77-93.

25. *Sommer, S. G.* 1989. Fordampning af ammoniak. Husdyrgødning og dens anvendelse. 2. reviderede udgave. Tidsskr. Planteavl. Beretning nr. S 1809, 40-46.
26. *Sommer, S. G.* 1990. Ammoniakfordampning fra svinegylle på nykalket jord. Statens Planteavlsforsøg. Grøn Viden nr. 51. Landbrug. Maj 1990.
27. *Sommer, S. G. & Christensen, B. T.* 1989. Fordampning af ammoniak fra svinegylle udbragt på jordoverfladen. Tidsskr. Planteavl 93, 307-321.
28. *Sommer, S. G. & Christensen, B. T.* 1990. Ammoniakfordampning fra fast husdyrgødning samt ubehandlet, afgasset og filtreret gylle efter overfladeudbringning, nedfældning, nedharvning og vanding. Tidsskr. Planteavl. 94, 407-418.
29. *Steineck, S., Djurberg, L. & Ericsson, J.* 1989. Stallgødsel. Sveriges Lantbruksuniversitet. Konsulentavdelingen Mark - växter.
30. *Thompson, R. B., Ryden, J. C. & Lockyer, D. R.* 1987. Fate of nitrogen in cattle slurry following surface application or injection to grassland. J. Soil Sci. 38, 689-700.
31. *Tunney, H.* 1975. Fertilizer value of livestock wastes. In: Managing Livestock Wastes. 3rd International Symposium on Livestock Wastes. ASAE Publ., 594-597.
32. *Uhlen, G.* 1978. Nutrient leaching and surface runoff in field lysimeters on a cultivated soil. II. Effect of farmyard manure spread on a frozen ground and mixed in the soil on water pollution. Meldinger fra Norges Landbrukshøgskole 57, nr. 28.
33. *Uhlen, G.* 1981. Overflateavrenning av næringsstoffer og muligheter for å redusere slik stofftransport. Institut for Jordkultur, Norges Landbrukshøgskole Serie B6/81



Afdelinger mv. under Statens Planteavlsvforsøg

Direktionen

Direktionssekretariatet, Skovbrynet 18, 2800 Lyngby.....	45 93 09 99
Informationstjenesten, Skovbrynet 18, 2800 Lyngby.....	45 93 09 99
Afdeling for Biometri og Informatik, Lottenborgvej 24, 2800 Lyngby.....	45 93 09 99

Landbrugscentret

Centerledelse, Fagligt Sekretariat, Forskningscenter Foulum, Postbox 23, 8830 Tjele.....	86 65 25 00
Afdeling for Grovfoder og Kartofler, Forskningscenter Foulum, Postbox 21, 8830 Tjele.....	86 65 25 00
Afdeling for Industriplanter og Frøavl, Ledreborg Allé 100, 4000 Roskilde.....	42 36 18 11
Afdeling for Sortsafprøvning, Teglværksvej 10, 4230 Skælskør.....	53 59 61 41
Afdeling for Kulturteknik, Flensborgvej 22, 6360 Tinglev.....	74 64 83 16
Afdeling for Jordbiologi og -kemi, Lottenborgvej 24, 2800 Lyngby.....	45 93 09 99
Afdeling for Planternærings og -fysiologi, Vejervej 55, 6600 Vejen.....	75 36 02 77
Afdeling for Jordbrugsmeteorologi, Forskningscenter Foulum, Postbox 25, 8830 Tjele.....	86 65 25 00
Afdeling for Arealdata og Kortlægning, Enghavevej 2, 7100 Vejle.....	75 83 23 44
Borris Forsøgsstation, Vestergade 46, 6900 Skjern.....	97 36 62 33
Lundgård Forsøgsstation, Kongeåvej 90, 6600 Vejen.....	75 36 01 33
Rønhave Forsøgsstation, Hestehave 20, 6400 Sønderborg.....	74 42 38 97
Silstrup Forsøgsstation, Oddesundvej 65, 7700 Thisted.....	97 92 15 88
Tylstrup Forsøgsstation, Forsøgsvej 30, 9382 Tylstrup.....	98 26 13 99
Ødum Forsøgsstation, Amdrupvej 22, 8370 Hadsten.....	86 98 92 44
Laboratoriet for Biavl, Lyngby, Skovbrynet 18, 2800 Lyngby.....	45 93 09 99
Laboratoriet for Biavl, Roskilde, Ledreborg Allé 100, 4000 Roskilde.....	42 36 18 11

Havebrugscentret

Centerledelse, Fagligt Sekretariat, Kirstinebjergvej 10, 5792 Årslev.....	65 99 17 66
Afdeling for Grønsager, Kirstinebjergvej 6, 5792 Årslev.....	65 99 17 66
Afdeling for Blomsterdyrkning, Kirstinebjergvej 10, 5792 Årslev.....	65 99 17 66
Afdeling for Frugt og Bær, Kirstinebjergvej 12, 5792 Årslev.....	65 99 17 66
Afdeling for Landskabsplanter, Granlidevej 22, Hornum, 9600 Års.....	98 66 13 33
Laboratoriet for Forædling og Formering, Kirstinebjergvej 10, 5792 Årslev.....	65 99 17 66
Laboratoriet for Gartneriteknik, Kirstinebjergvej 10, 5792 Årslev.....	65 99 17 66
Laboratoriet for Levnedsmiddelforskning, Kirstinebjergvej 12, 5792 Årslev.....	65 99 17 66

Planteværnscentret

Centerledelse, Fagligt Sekretariat, Lottenborgvej 2, 2800 Lyngby.....	42 87 25 10
Afdeling for Plantepatologi, Lottenborgvej 2, 2800 Lyngby.....	42 87 25 10
Afdeling for Jordbrugszoologi, Lottenborgvej 2, 2800 Lyngby.....	42 87 25 10
Afdeling for Ukrudtsbekæmpelse, Flakkebjerg, 4200 Slagelse.....	53 58 63 00
Afdeling for Pesticidanalyser og Økotoksikologi, Flakkebjerg, 4200 Slagelse.....	53 58 63 00
Bioteknologigruppen, Lottenborgvej 2, 2800 Lyngby.....	42 87 25 10

Centrallaboratoriet

Centrallaboratoriet, Forskningscenter Foulum, Postbox 22, 8830 Tjele.....	86 65 25 00
---	-------------