

Kvælstofvirkning af ubehandlet og afgasset gylle efter overfladeudbringning og nedfældning

Nitrogen effect of raw and fermented slurry after surface spreading and direct injection

K. E. LARSEN, J. PETERSEN, J. F. HANSEN OG S. G. SOMMER

Resumé

Kvælstofvirkningen af stigende mængder ubehandlet og afgasset gylle fra biogasproduktion blev undersøgt i markforsøg på grov sandblandet lerjord og grovsandet jord i perioden 1987-1989. Der blev anvendt svinegylle til vårbyg og kvæggylle til bederoer. Gylle blev tilført forår før såning ved overfladeudbringning med nedharvning efter 8 timer og ved direkte nedfældning. Desuden blev gylle udbragt ad 2 gange med halvdelen nedfældet forår og halvdelen overfladeudbragt i vækstperioden. Virkningen af gylle blev sammenlignet med kalkammonsalpeter.

Der var ingen sikker forskel i kvælstofvirkning mellem de 2 gylletyper, når gyllen blev doseret efter ammoniumindholdet. Direkte nedfældning af gylle gav i sammenligning med overfladeudbringning en fordobling af kvælstofudnyttelsen i byg. For roer på lerjord blev udnyttelsen ligeledes fordoblet, mens der på sandjord var en forøgelse på 50 procent.

Virkning af delt udbringning af gylle var meget afhængig af årets klimatiske forhold.

Måling af ammoniakfordampning fra afgasset gylle ved forskellige udbringningsmåder viste, at ammoniaktabet var ubetydeligt, når gyllen blev nedfældet direkte eller blev nedbragt umiddelbart efter udbringning.

Nøgleord: Kvæggylle, svinegylle, ubehandlet gylle, afgasset gylle, udbringningsmåde, udbringningstidspunkt, vårbyg, bederoer.

Summary

The crop response to inorganic nitrogen in raw and anaerobic fermented slurry was studied in a sandy loam and a coarse sand soil from 1987 to 1989. The effect of fermented slurry applied to spring barley and fodder beet was compared with untreated pig slurry applied to spring barley and cattle slurry applied to fodder beet. In spring be-

fore sowing, the slurry was injected directly into the soil or was surface applied and incorporated after 8 hours. Split application was included with half the amount of slurry injected in spring and the other half surface applied during the growth season. The crop response to calciumammoniumnitrate was used as reference treatment.

Yield was unaffected by slurry type, when similar amounts of inorganic nitrogen was added in either raw or fermented slurry. On the sandy loam, the nitrogen uptake after direct injection of slurry was twice that found after surface application. Injection into the coarse sand soil increased the nitrogen uptake of fodder beets with 50%, compared to surface application.

Key words: Cattle slurry, pig slurry, raw slurry, fermented slurry, surface-spread, injection, application times, spring barley, fodder beet.

Indledning

Ved den mikrobielle omsætning i biogasproduktionen mineraliseres en del af gyllens organisk bundne kvælstof. I analyser af gødning fra danske biogasanlæg i perioden 1979-84 blev der fundet en stigning i ammoniumindholdet i den afgassede gylle på 10-14 pct. som følge af den mikrobielle omsætning.

Samtidig må det antages (15), at tab af kvælstof ved denitrifikation vil være lavere for biogasgylle, idet en stor del af de letomsættelige organiske forbindelser i ubehandlet gylle vil være omsat i forbindelse med biogasproduktion og derfor ikke vil kunne understøtte en denitrifikation efter gyllens udbringning.

Kvælstofvirkningen i afgasset gylle er tidligere blevet sammenlignet med ubehandlet gylle i markforsøg ved Askov Forsøgsstation. Forsøgene viste, at gødningsvirkningen af de 2 gylletyper var praktisk taget ens, når der blev doseret efter indholdet af ammoniumkvælstof (6, 7).

Gyllen blev i de tidligere forsøg overfladeudbragt og nedbragt ved harvning. Ved denne udbringningsmåde er gyllens indhold af ammonium udsat for fordampning, jo mere desto længere gyllen henligger på jordoverfladen (4, 14, 15). Generelt vil høj lufttemperatur og blæst øge fordampningstabt fra husdyrgødning (5, 13), mens direkte nedfældning af gylle kan reducere kvælstoftabet til meget lave værdier (8, 10).

Nærværende undersøgelser inddrager forskellige udbringningsmåder for gylle. I 1987-89 blev kvælstofvirkningen af ubehandlet og afgasset gylle undersøgt i markforsøg. I 1990 blev disse forsøg suppleret med direkte målinger af ammoniaktabet fra afgasset gylle.

The response to split application of slurry was related to the climate during growth period.

Ammonia volatilization based on wind tunnel measurements showed insignificant losses from injected slurry and from slurry immediately incorporated into the soil.

Materialer og metoder

Udbytteforsøg (1987-89)

Forsøgene blev gennemført som 1-årige markforsøg i vårbyg (1987-89) og bederoer (1988-89) på grov sandjord (JB1) og grov sandblandet lerjord (JB5) ved henholdsvis Lundgård og Askov Forsøgsstationer (tabel 1).

Delt udbringning af gylle indgik i forsøgsplanen for 1988 og 1989 (forsøgsled 12 og 13, tabel 1). Tidspunkter for gylletilførsel fremgår af tabel 2.

Kvælstofvirkningen blev målt efter tilførsel af svinegylle til vårbyg og kvæggylle til bederoer. Tildeling af gylle i forsøgene skete efter indholdet af ammonium. Gødningsmængden 1 N (tabel 1) svarer til tilførsel af 120 kg mineralsk-N (uorganisk-N) til vårbyg og 240 kg til bederoer. Mineralsk-N betyder for kalkkammonsalpeter (kas.) tilførsel af $\text{NH}_4\text{-N} + \text{NO}_3\text{-N}$ og for gylles vedkommende $\text{NH}_4\text{-N}$.

I forbindelse med tilførsel af kalkkammonsalpeter (kas.) i forsøgsled 1-3 blev der grundgødet med 25 kg fosfor (P) og 60 kg kalium (K) til vårbyg samt 40 kg P og 210 kg K til bederoer.

Tilførsel af ammoniumkvælstof med gylle blev foretaget på grundlag af en foreløbig analyse af ammoniumindholdet. I forbindelse med udbringning blev der udtaget prøver til endelig analyse, hvorfor de aktuelt udbragte mængder ammonium afviger lidt fra de i planen fastsatte mængder (tabel 1).

I tabel 3 er vist det gennemsnitlige, procentiske indhold af forskellige planteneringsstoffer samt aktuel tilførsel af næringsstoffer ved gødningsniveauet 1 N.

Tørstofindholdet i afgasset gylle var lavere end i ubehandlet gylle bl.a. som følge af den mikrobielle omsætning under biogasprocessen. For svi-

Tabel 1. Forsøgsplan. *Experimental design.*

Forsøgsled <i>Treatment</i>	Kvælstoftilførsel <i>Fertilization</i>	Gylleudbringning*) <i>Slurry application*)</i>
1	0 N	
2	½ N i kas., (CAN)	
3	1 N i kas., (CAN)	
4	½ N i ubehandlet gylle <i>in raw slurry</i>	Forårstilførsel. Overfladeudbragt og nedharvet efter 8 timer
5	1 N i ubehandlet gylle	<i>Spring application. Surface applied and</i>
6	½ N i afgasset gylle <i>in digested slurry</i>	<i>harrowed in after 8 hours</i>
7	1 N i afgasset gylle	
8	½ N i ubehandlet gylle <i>in raw slurry</i>	Forårstilførsel. Direkte nedfældning til 10-15 cm dybde
9	1 N i ubehandlet gylle	<i>Spring application. Injected</i>
10	½ N i afgasset gylle <i>in digested slurry</i>	<i>to 10-15 cm depth</i>
11	1 N i afgasset gylle	
12	1 N i ubehandlet gylle <i>in raw slurry</i>	Delt udbringning. 50% direkte nedfældet før såning og 50% i vækstperioden (**)
13	1 N i afgasset gylle <i>in digested slurry</i>	<i>Split application. 50% injected before sowing and 50% during growth period**)</i>

*) Svinegylle til vårbyg og kvæggylle til bederoer. *Pig slurry to spring barley and cattle slurry to fodder beet.*

***) Overfladeudbragt i vækstperioden. *Surface application during the period of growth.*

Vårbyg ved 10-15 cm plante højde og roer efter udynding. *Spring barley at 10-15 cm plant hight and fodder beet after thinning.*

ne- og kvæggylle faldt tørstofindholdet med henholdsvis 1,2 og 3,3 enheder.

Indholdet af totalkvælstof (N) var for begge gylletyper lidt højere i den ubehandlede end i den afgassede gylle. Med hensyn til ammoniumkvæ-

stof forårsagede biogasprocessen en mindre stigning i kvæggylle, mens der for svinegyllets vedkommende fandtes et mindre fald.

Udbringning af gylle blev foretaget med en specialbygget gyllevogn påmonteret et nedfæl-

Tabel 2. Dato for udbringning af gylle. *Date for application of slurry.*

Afgrøde, <i>Crop</i>	Udbringning <i>Application</i>	Dato <i>Date</i>		
		1987	1988	1989
Vårbyg <i>Spring barley</i>	Før såning, <i>before sowing</i>	2. april	13. april	3. april
	Vækstperioden, <i>growth period*)</i>		7. juni	6. juni
Bederoer	Før såning, <i>before sowing</i>	23. april	14. april	5. april
Fodder beet	Vækstperioden, <i>growth period*)</i>		9. juni	12. juni

*) Delt udbringning. Forsøgsled 12 og 13 i tabel 1. *Split application. Treatment no. 12 and 13 in table 1.*

Tabel 3. Næringsstofindhold i ubehandlet og afgasset gylle samt tilførsel af næringsstoffer med 1 N (tabel 1).
Nutrient content in raw and anaerobically digested slurry and fertilization with 1 N (Table 1).

	Pct. i foreliggende stof <i>Per cent in fresh slurry</i>		Næringsstofftilførsel (1 N), kg/ha <i>Supply of nutrient (1 N), kg/ha</i>	
	ubehandlet <i>raw slurry</i>	afgasset gylle <i>digested slurry</i>	ubehandlet <i>raw slurry</i>	afgasset gylle <i>digested slurry</i>
<i>Svinegylle til vårbyg Pig slurry to spring barley</i>				
Tørstof, DM	4,33	3,13		
pH	7,51	8,07		
Total-N	0,58	0,53	151	142
NH ₄ -N	0,46	0,43	123	117
P	0,13	0,10	31	25
K	0,39	0,37	105	100
<i>Kvæggylle til bederoer Cattle slurry to fodder beet</i>				
Tørstof, DM	9,56	6,24		
pH	7,18	7,77		
Total-N	0,51	0,47	427	353
NH ₄ -N	0,29	0,32	246	250
P	0,11	0,10	91	77
K	0,32	0,30	265	229

deraggregat med 5 gylleudløb. Afstanden mellem nedfælderskærene var 50 cm. Ved direkte nedfældning blev gyllen nedbragt til en dybde af 10-15 cm. Ved overfladeudbringning blev der påsat en plade under hvert nedfælderskær, hvorved gyllen blev bredspredt fra 20 cm's højde.

Forsøgene er gennemført som rækkeforsøg med 3 blokke. Ved alle statistiske analyser er der taget højde for årsvariationer og blokvariationer inden for årene. Indledningsvis er led 1-11 sammenlignet.

Ved beregning af udbyttekurverne er ledbetegnelsen erstattet af en kontinuert variabel, der angiver mængden af tilført mineralisk kvælstof. Herved er parametrene for et andengrads polynomium estimeret. Forsøgsleddene er herefter faktoriseret ud fra forsøgsplanen, hvilket giver mulighed for fortolkning af vekselvirkninger og mere sikker fortolkning af hovedvirkningerne: gylletype, udbringningsmetode og mængde.

Ammoniakfordampning (1990)

Der blev benyttet et vindtunnelsystem bestående af 4 vindtunneler til måling af ammoniaktabet (3). Med systemet bestemmes direkte mængden

af ammoniak, der fordamper fra forsøgsarealer på 0,5 × 2 m. En vindtunnel blev benyttet til bestemmelse af ammoniakindholdet i luften fra et ubehandlet areal (referenceareal), mens de 3 øvrige blev benyttet til måling af forsøgsbehandlinger.

I de 2 første døgn efter forsøgsstart blev den fordampede ammoniak opsamlet over 6 timers intervaller, mens der de følgende 4 døgn blev anvendt 24 timers intervaller. De registrerede ammoniaktab blev korigeret for ammoniakindholdet i luften fra referencearealet og for genfindelsesprocent. Ammoniakfordampningen er opgjort i procent af udbragt ammonium. Derved muliggøres en sammenligning af ammoniaktabet fra forskellige gødningstyper uden hensyntagen til forskelle i mængden af udbragt ammonium.

Målingerne blev alene gennemført på grov sandblandet lerjord (JB5). Jordens vandindhold i måleperioderne var i gns. 9,7 vægt pct., svarende til pF 3,4.

Der blev benyttet afgasset gylle med pH 8,15, tørstof 2,78 pct., total-N 0,465 pct. og ammonium-N 0,363 pct. (pct. af vådvægt).

Tabel 4. Lufttemperatur i forbindelse med gylleudbringning.
Air temperature in connection with application of slurry.

	Lufttemperatur°C, <i>air temperature°C</i>					
	Forår, <i>spring</i>			Vækstsæson, <i>growth season</i>		
	middel <i>mean</i>	max. <i>max.</i>	min. <i>min.</i>	middel <i>mean</i>	max. <i>max.</i>	min. <i>min.</i>
Vårbyg, <i>Spring barley</i>						
1987	10,2	11,0	6,1			
1988	3,7	7,8	-0,4	17,0	19,8	14,2
1989	-0,6	3,3	-3,4	10,2	15,7	15,5
Bederøer, <i>Fodder beet</i>						
1988	5,2	7,6	1,0	19,8	24,8	15,8
1989	3,1	6,5	1,5	16,5	23,6	10,2

Gyllen blev nedfældet til 5 cm's dybde med 24 cm mellem nedfælderskærene, nedfræset (5-10 cm) umiddelbart efter udbringning eller efter 8 timers henliggetid på jorden, eller gyllen blev overfladeudbragt uden efterfølgende nedbringning.

Der blev gennemført 3 undersøgelser i perioden fra 2.- 22. maj 1990 med gylle udbragt på ubevokset areal. I hver undersøgelse blev der udbragt gylle på jordoverfladen under én tunnel. I de 2 øvrige tunneler blev gyllen nedfræset eller nedfældet direkte (tabel 16).

Klimaforhold

Lufttemperatur på datoerne for gylleudbringning er anført i tabel 4.

Tabel 5 giver en oversigt over nedbør og beregnet vandbalance ved Askov 1987-89 for tidsrummet 1. april - 31. august. Lundgård Forsøgsstation ligger 5 km fra Askov, og nedbørsforholdene antages at være de samme for de 2 forsøgssteder.

Der blev ved Lundgård vandet med 40 mm ved nedbørsunderskud på 30 mm og derover. I 1988 blev bygafgrøden vandet henholdsvis den 14. og

Tabel 5. Nedbør og vandbalance ved Askov, 1987-89, mm.
Precipitation and water balance at Askov 1987-89, mm.

År, <i>year</i>	April	Maj	Juni	Juli	August
	Nedbør*), <i>precipitation</i>				
1987	28	60	105	54	106
1988	28	65	33	205	97
1989	62	18	36	64	48
Normal for 1931-60	46	43	50	89	102
	Vandbalance (nedbør - potentiel fordampning) <i>Water balance (precipitation - potential evaporation)</i>				
1987	-8	-3	51	-17	43
1988	-20	-14	-35	132	35
1989	26	-70	-65	-45	-36

*) Nedbør ved jordoverfladen. *Precipitation at the soil surface.*

Tabel 6. Vårbyg. Udbytte, hkg/ha (85 pct. tørstof).
Spring barley. Yield, dt/ha (85 per cent DM).

Sted, place Antal forsøg No. of trials	Kerne Grain			Halm Straw		
	Askov	Lundgård	gns. mean	Askov	Lundgård	gns. mean
	3	3	6	3	3	6
	Kalkammonsalpeter, CAN					
0 N	26,1	11,4	18,7	15,0	7,3	11,2
½ N	40,8	30,9	35,8	30,7	24,3	27,5
1 N	46,2	43,1	44,6	35,9	36,0	36,0
	Overfladeudbragt gylle Surface spread slurry					
½ N ubehandlet gylle *)	37,3	26,9	32,1	25,3	19,5	22,4
1 N ubehandlet gylle	42,6	36,4	39,5	30,9	26,8	28,9
½ N afgasset gylle **)	37,2	26,6	31,9	24,8	18,9	21,9
1 N afgasset gylle	43,4	35,0	39,1	30,5	28,1	29,3
	Direkte nedfældet gylle Injected slurry					
½ N ubehandlet gylle *)	42,9	37,2	40,1	32,7	31,3	32,0
1 N ubehandlet gylle	46,2	45,1	45,6	37,8	39,7	38,8
½ N afgasset gylle **)	44,8	38,9	41,8	32,3	31,3	31,8
1 N afgasset gylle	47,6	48,0	47,8	40,1	41,1	40,6
LSD _{.95}	5,3	6,8	4,0	4,0	5,8	3,4

*) Raw slurry.

***) Digested slurry.

24. juni, og i 1989 den 28. maj, 5., 13. og 23. juni, samt den 6. og 14. juli. I 1989 blev bederoer vandet den 13. og 23. juni, samt den 6., 14. og 26. juli.

Resultater

Gødningsvirkning

Vårbyg

Generelt blev der ikke fundet signifikante forskelle i kerne- og halmudbytte mellem de 2 gylletyper (tabel 6).

Ved direkte nedfældning af gylle blev der opnået 3,6-13,0 hkg kerne i merudbytte i forhold til overfladeudbringning med nedharvning efter 8 timers henliggetid. De største merudbytter blev opnået på sandjord ved Lundgård, hvor direkte nedfældning gav udbytteforøgelse fra 24-46 pct.

kerne mod 8-21 pct. ved Askov. Virkningen af nedfældet gylle og kalkammonsalpeter var dog ikke signifikant forskellig.

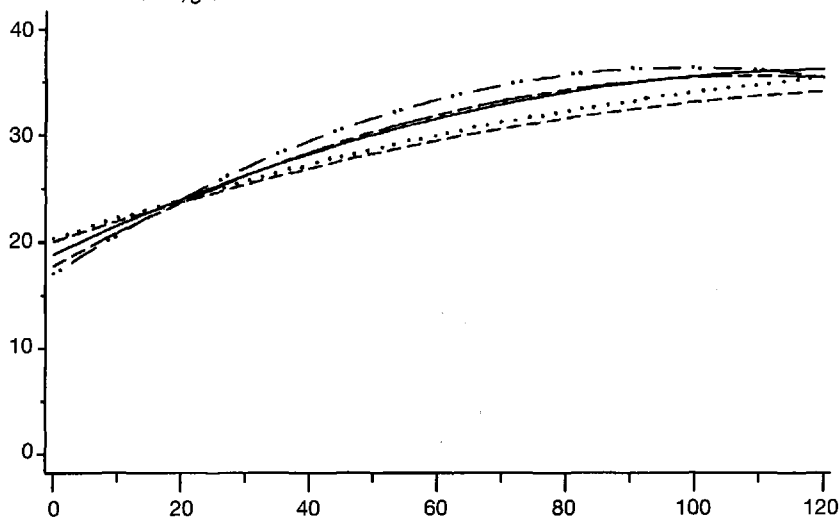
Der var ved Askov vekselvirkning mellem udbringningsmåde og kvælstoftilførsel med gylle. Udbytteforskellen mellem de 2 kvælstofniveauer var her 5,8 hkg pr. ha efter overfladeudbringning mod 3,0 hkg pr. ha ved direkte nedfældning.

Ved Lundgård gav direkte nedfældning af afgasset gylle det højeste kerneudbytte.

For at vurdere sammenhængen mellem udbytte (y) og tilført mineralsk-N (x) med gylle (NH₄-N) eller handelsgødning (NH₄-N og NO₃-N) blev der foretaget regressionsberegninger for kerne- og halmudbytter ved anvendelse af andengrads polynomiet, $y = a + bx + cx^2$ (tabel 7, fig. 1a og 1b).

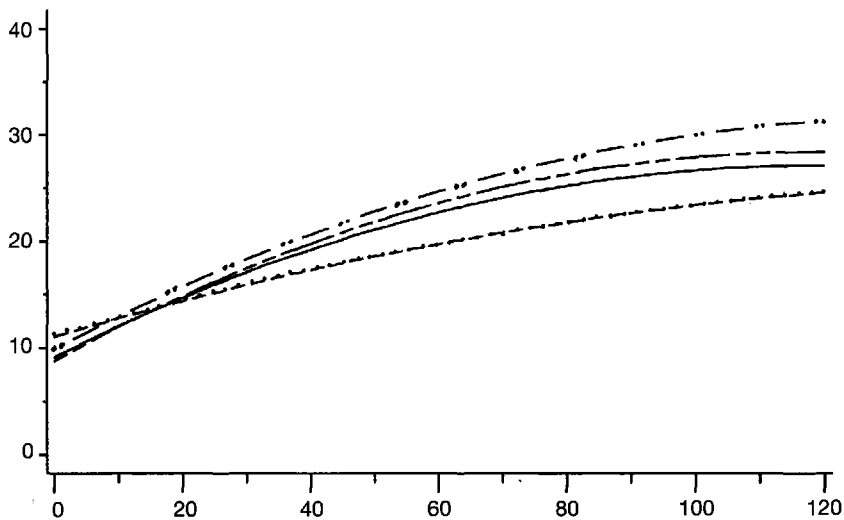
Tørstof, hkg/ha
DM, dt/ha

Askov
kerne, grain



Tørstof, hkg/ha
DM, dt/ha

Askov
halm, straw



Rågylle
Raw slurry

Overfladeudbragt
Surface spread

Nedfældet
Injected

— KAS
— CAN

Biogasgylle
Digested slurry

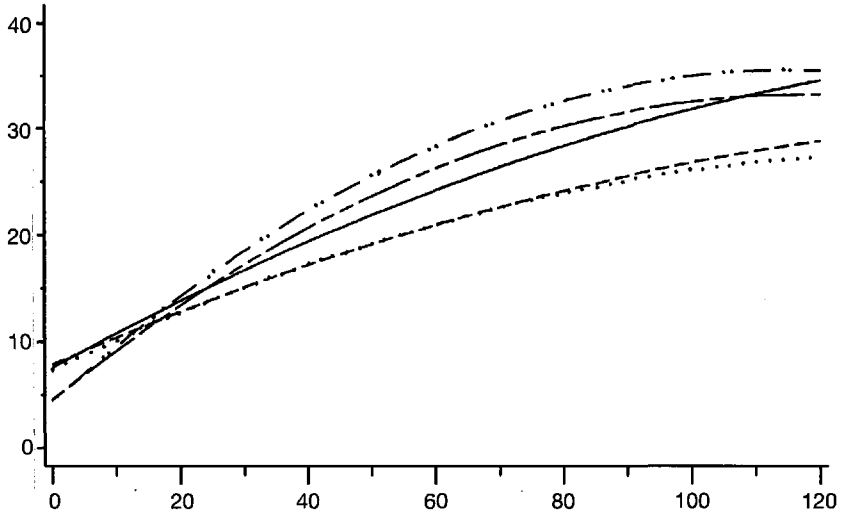
Overfladeudbragt
Surface spread

Nedfældet
Injected

Figur 1a. Vårbyg: Relation mellem udbytte og kvælstoftilførsel (mineralsk-N).
Spring barley: Relation between yield and supply of nitrogen (mineral-N).

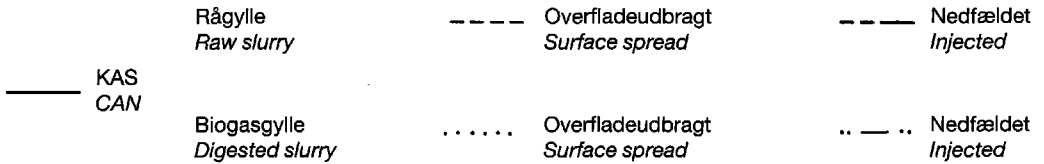
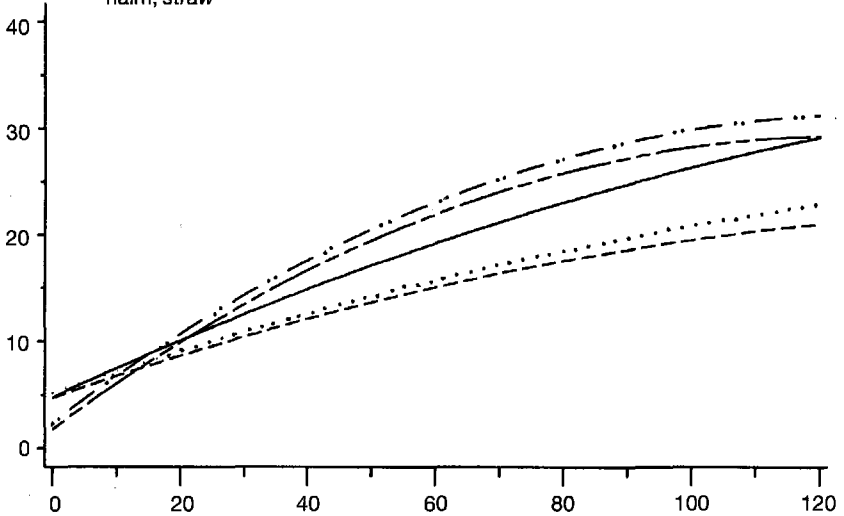
Tørstof, hkg/ha
DM, dt/ha

Lundgård
kerne, grain



Tørstof, hkg/ha
DM, dt/ha

Lundgård
halm, straw



Figur 1b. Vårbyg: Relation mellem udbytte og kvælstoftilførsel (mineralsk-N).
Spring barley: Relation between yield and supply of nitrogen (mineral-N).

Table 7. Vårbyg. Kerne- og halmudbyttets afhængighed af N-tilførsel. (mineralsk N).
 $y = a + bx + cx^2$. a = kerneudbytte uden N-tilførsel. r^2 = Korrelationskoefficient.

Spring barley. Yield of grain and straw as a function of N-supply (mineral-N).
a = yield without N-supply and r^2 = correlation coefficient.

	Kerne, grain			r^2	Halm, straw			
	a	b	$cx10^{-3}$		a	b	$cx10^{-3}$	r^2
	Askov							
Kas. CAN	31,6	0,279	-1,12	0,92	22,7	0,302	-1,27	0,94
Ubehandlet gylle								
Raw slurry								
1 *)	29,7	0,197	-0,66	0,92	19,9	0,176	-0,53	0,97
2 *)	32,1	0,324	-1,47	0,92	23,8	0,329	-1,39	0,97
Afgasset gylle								
Digested slurry								
1	29,8	0,197	-0,60	0,93	19,6	0,174	-0,51	0,94
2	33,1	0,391	-1,98	0,94	24,3	0,313	-1,12	0,98
	Lundgård							
Kas. CAN	24,2	0,328	-0,86	0,95	19,2	0,279	-0,63	0,97
Ubehandlet gylle								
Raw slurry								
1	21,1	0,260	-0,71	0,95	15,2	0,209	-0,61	0,91
2	26,5	0,484	-2,04	0,98	22,2	0,443	-1,78	0,96
Afgasset gylle								
Digested slurry								
1	20,6	0,288	-1,02	0,93	15,4	0,205	-0,48	0,90
2	27,8	0,539	-2,33	0,96	22,6	0,449	-1,75	0,93

*) 1 = overfladeudbragt, *surface spread*. 2 = nedfældet, *injected*.

Det ses af fig. 1a og b, at direkte nedfældet gylle har virket bedre end overfladeudbragt. Der er desuden en tendens til at afgasset gylle giver højere udbytte end ubehandlet gylle efter direkte nedfældning, mens dette ikke er tilfældet ved overfladeudbringning. Forskellene er dog ikke statistisk sikre.

Korrelationskoefficienten r^2 viser, at udbyttekurverne giver en god beskrivelse af de fundne udbytter (tabel 7).

Kvælstofindholdet i kerne og halm blev ikke påvirket af den anvendte gylletype. Derimod fandtes virkning af både udbringningsmåde og kvælstoftilførsel samt vekselvirkning mellem disse faktorer (tabel 8).

Ved begge kvælstofniveauer var kvælstofindholdet i kerne og halm af samme størrelse efter direkte nedfældning som efter anvendelse af han-

delsgødning. Ved overfladeudbringning og nedhævning af gyllen efter 8 timers henliggetid var kvælstofindholdet stort set upåvirket af stigende gødningstilførsel. Både direkte nedfældning af gylle og handelsgødning gav en forøgelse i kvælstofindholdet ved stigende kvælstoftilførsel.

På grundlag af kvælstofkoncentration og tørstofudbytter af kerne og halm blev afgrødernes kvælstofoptagelse beregnet (tabel 9). I det ugødede forsøgsled blev der ved Askov optaget 43,4 kg N og ved Lundgård 19,4 kg.

Beregningerne af kvælstofoptagelse viste ingen sikker forskel mellem de 2 gylletyper.

Direkte nedfældning af gylle gav betydelig større kvælstofoptagelse end overfladeudbringning og viste på begge forsøgssteder tendens til at give større kvælstofoptagelse end anvendelse af handelsgødningskvælstof. Efter overfladeud-

Table 8. Vårbyg. Kvælstofindhold i kerne og halm, pct. i tørstof.

Spring barley. N-content in grain and straw, p.c. in dry matter.

	Kas. CAN	Gylle, slurry		LSD _{.95}
		overflade surface	nedfældet injected	
Kerne, grain pct. N				
0	1,66			
½ N	1,56	1,47	1,55	
1 N	1,84	1,55	1,86	
Gns., mean	1,70	1,51	1,71	0,10
Halm, straw pct. N				
0	0,57			
½ N	0,51	0,47	0,50	
1 N	0,64	0,49	0,66	
Gns., mean	0,57	0,48	0,58	0,05

Table 9. Vårbyg. N-optagelse (kg N/ha) i kerne og halm ved stigende tilførsel af mineralsk-N.

Spring barley. N-uptake for grain and straw kg N/ha after application of mineral-N.

	Kas. CAN	Gylle, slurry		LSD _{.95}
		overflade surface	nedfældet injected	
Askov				
½ N	70,2	59,9	75,5	
1 N	94,1	74,0	101,4	
Gns., mean	82,1	67,0	88,4	14,9
Lundgård				
½ N	49,8	38,1	59,7	
1 N	81,3	53,1	88,4	
Gns., mean	65,6	45,6	74,0	15,8
Gns., mean	73,9	56,3	81,2	8,3

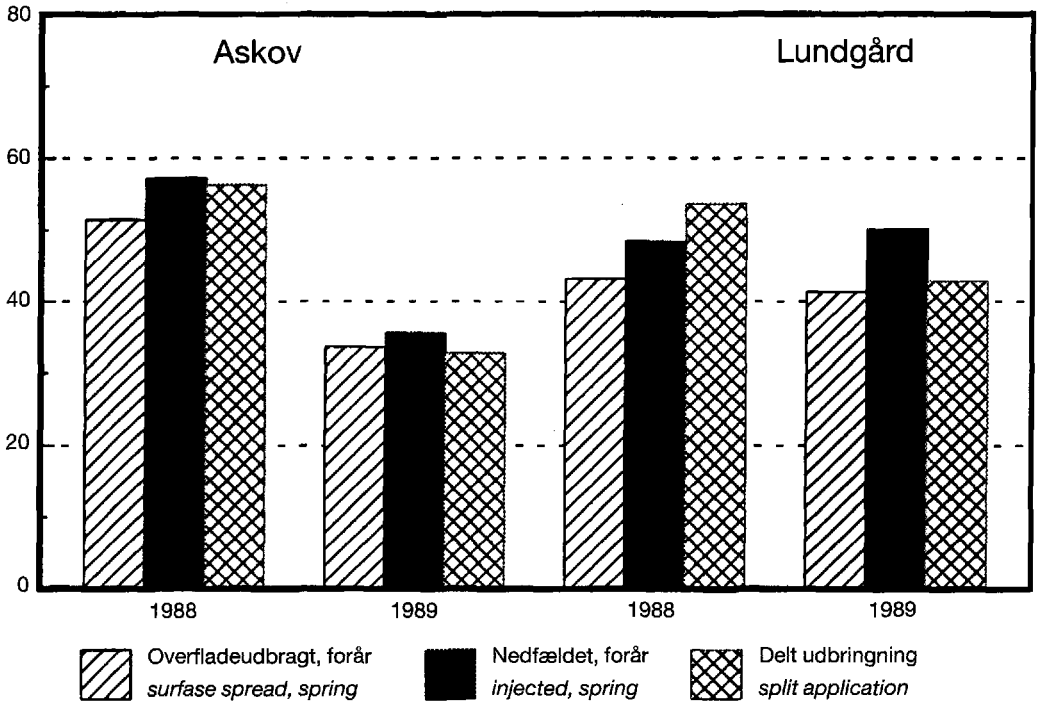
Table 10. Vårbyg. Kvælstofudnyttelse (kerne og halm) i procent af tilført N.

Spring barley. Uptake of nitrogen (grain and straw) expressed in percentage of supplied N.

Forsøgsled Treatment	N-tilført N-supply kg/ha		Udnyttelsesprocent Utilization in per cent			
	Total-N	Min.-N*)	Total-N		Min.-N	
			Askov	Lundgård	Askov	Lundgård
Kalkammonsalpeter, CAN						
	60	60	45	51	45	51
	120	120	42	52	42	52
Overfladeudbragt gylle, Slurry surface spread						
Ubehandlet gylle Raw slurry	76	61	23	25	29	31
Afgasset gylle Digested slurry	151	123	20	23	25	29
	71	59	21	29	26	32
	142	117	21	22	26	27
Direkte nedfældet gylle, Slurry injected						
Ubehandlet gylle Raw slurry	76	61	38	51	48	64
Afgasset gylle Digested slurry	151	123	38	44	47	54
	71	59	49	58	59	70
	145	117	40	49	49	60

*) Mineralsk-N: Kas, CAN = NH₃-N + NO₃-N. Gylle, slurry = NH₃-N.

hkg kerne/ha
dt grain/ha



Figur 2. Udbringningstider for svinegylle til vårbyg. Udbytte i kerne, hkg/ha m. 85 pct. tørstof efter tilførsel af 120 kg ammonium-N/ha.

Application times of pig slurry to spring barley. Grain yield, dt/ha (85 per cent DM) after application of 120 kg NH₄-N/ha.

bringning med 8 timers henliggetid inden nedharvning svarede kvælstofoptagelsen ved største kvælstofniveau til optagelsen ved det lave kvælstofniveau efter direkte nedfældning og handelsgødsning (tabel 9).

Kvælstofudnyttelsen er beregnet som kvælstofoptagelsen efter gødsning minus optagelsen i ugødet afgrøde i forhold til tilførslen af totalkvælstof eller mineralisk kvælstof:

$$\text{N-udnyttelse} = \frac{\text{N-optagelse} - \text{N-optagelse i ugødet}}{\text{N-tilført}} \times 100$$

Ved direkte nedfældning af gylle blev kvælstofudnyttelsen fordoblet i forhold til overfladeudbringning (tabel 10).

Delt udbringning af gylle med halvdelen af gyllemængden nedfældet direkte før såning og halv-

delen overfladeudbragt i vækstperioden afslørede ikke sikre forskelle i virkningen af de 2 gylletyper. Derimod var der vekselvirkning mellem udbringningsmåde og forsøgsår. Kerneudbyttet i vårbyg er i fig. 2 vist som gennemsnit af de 2 gylletyper på de 2 forsøgssteder for de enkelte forsøgsår.

Det ses, at der på lerjorden ikke var udbytte-mæssig fordel ved at dele gyllemængden ad 2 gange. På sandjorden ved Lundgård gav deling i 1988 det største kerneudbytte, hvorimod det året efter blev opnået klart den bedste virkning ved direkte nedfældning af gyllen før såning. Høje temperaturer i juni måned (tabel 4) samt ingen eller minimal nedbør i de nærmeste døgn efter udbringning gav grundlag for et stort ammoniakfordampningstab fra den i vækstperioden

Table 11. Bederoer. Tørstofdudbytte, hkg/ha. *Fodder beet. Yield, dt dry matter/ha.*

Sted, <i>place</i> Antal forsøg <i>No. of trials</i>	Rodtørstof <i>DM of roots</i>			Toptørstof*) <i>DM of leaves</i>		
	Askov 2	Lundgård 2	gns. <i>mean</i> 4	Askov 2	Lundgård 2	gns. <i>mean</i> 4
	Kalkammonsalpeter, <i>CAN</i>					
0 N	73,4	43,2	56,9	18,8	10,1	14,0
½ N	120,5	124,2	122,6	35,5	32,0	33,6
1 N	127,8	127,0	127,4	48,7	44,5	46,4
	Overfladeudbragt gylle <i>Surface spread slurry</i>					
½ N ubehandlet gylle **)	101,1	107,0	104,4	26,4	21,3	23,6
1 N ubehandlet gylle	115,1	136,5	126,8	33,6	30,9	32,0
½ N afgasset gylle ***)	92,5	98,5	95,5	25,8	20,6	23,2
1 N afgasset gylle	115,3	129,7	122,5	32,9	28,9	30,9
	Direkte nedfældet gylle <i>Injected slurry</i>					
½ N ubehandlet gylle **)	110,4	116,9	113,9	32,5	25,7	28,8
1 N ubehandlet gylle	123,0	141,5	133,0	44,7	37,7	40,9
½ N afgasset gylle ***)	114,8	110,6	112,5	32,1	24,6	28,0
1 N afgasset gylle	126,2	135,7	131,4	45,4	36,5	40,5
LSD ₉₅	13,1	19,7	14,6	7,2	9,2	4,7

*) Sandfrit tørstof, *dry matter without sand.*

**) *Raw slurry.*

***) *Digested slurry.*

udbragte gylle. I modsætning til Askov kunne der ved Lundgård vandes. Dette har sikkert været medvirkende til, at delt udbringning gav det bedste resultat i 1988. I 1989 har vandingen næppe kunnet opveje de dårlige vækstbetingelser med et voldsomt stort vandbalanceunderskud (tabel 5).

Bederoer

Tablet 11 viser kvælstofvirkningen af kalkammonsalpeter og af gylle udbragt om foråret før roernes såning.

Der har været god virkning af stigende mængde kvælstof efter anvendelse af begge gylletyper både i rod- og toptørstof, og der blev ikke fundet forskel mellem de 2 gylletyper. De vekselvirkninger mellem udbringningsmåde og kvælstoftilførsel, der blev fundet for byg, kunne ikke findes i roerne.

For begge gylletyper gælder, at den bedste

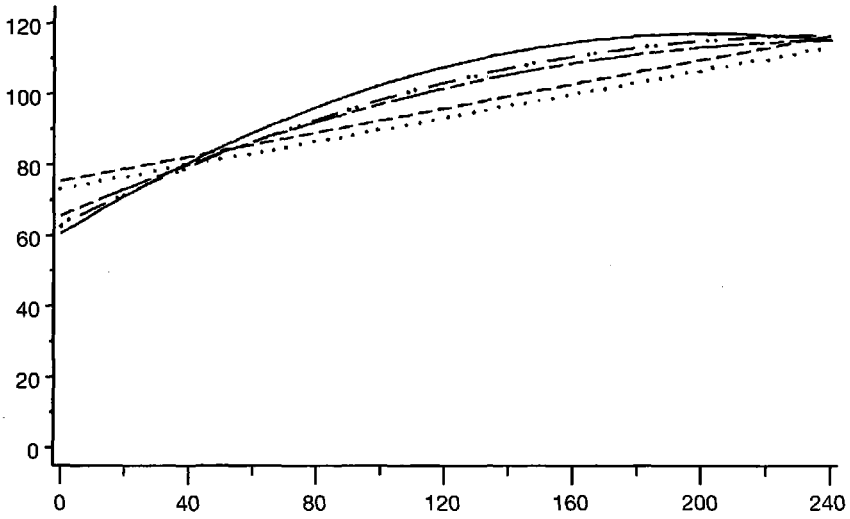
virkning blev opnået ved en direkte nedfældning. Udbytteforøgelsen ved denne udbringningsmåde varierede for rodudbyttets vedkommende fra 4-24 pct. og for toppen med 21-39 pct. i forhold til overfladeudbringning.

Sammenhængen mellem udbytte af rod- og toptørstof og tilført mængde mineralsk-N blev behandlet i en regressionsanalyse ved anvendelse af et andengrads polynomium ($y = a + bx + cx^2$). Hvor denne analyse ikke viste signifikant udslag for koefficienten c, blev der anvendt en lineær regressionsanalyse af typen $y = a + bx$ (tabel 12).

Sammenlignes kvælstofvirkningen af de 2 gylletyper ved tilførsel af samme mængde mineralsk-N var virkningen stort set ens (fig. 3a og 3b). En undtagelse er rod- og tørstofdudbyttet efter overfladeudbringning af gylle på sandjord (fig. 3b), hvor der med stigende kvælstoftilførsel er opnået større udbytte efter ubehandlet end efter afgasset gylle.

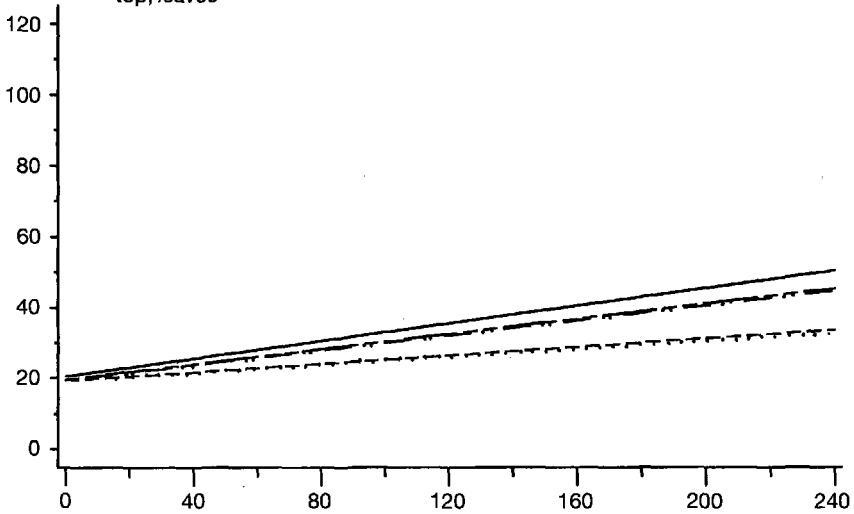
Tørstof, hkg/ha
DM, dt/ha

Askov
rod, root



Tørstof, hkg/ha
DM, dt/ha

Askov
top, leaves



Rågylle
Raw slurry

Overfladeudbragt
Surface spread

Nedfældet
Injected

KAS
CAN

Biogasgylle
Digested slurry

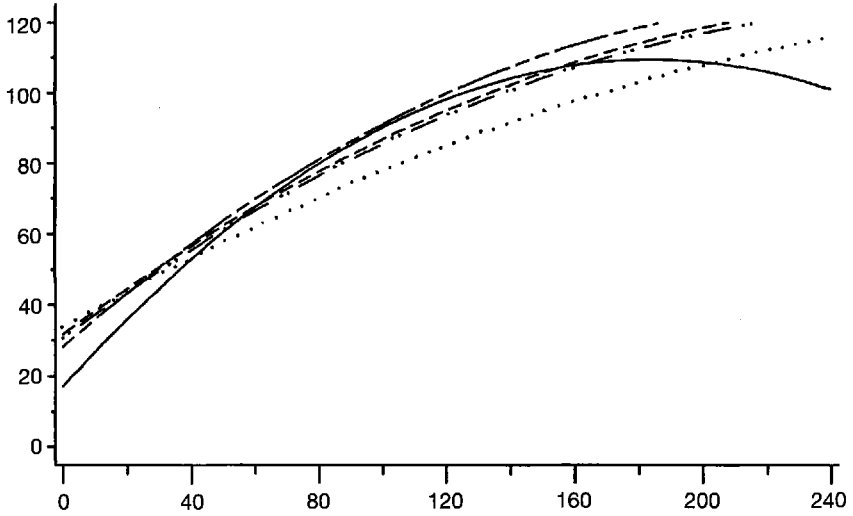
Overfladeudbragt
Surface spread

Nedfældet
Injected

Figur 3a. Bederoer: Relation mellem udbytte og kvælstoftilførsel (mineralsk-N).
Fodder beet: Relation between yield and supply of nitrogen (mineral-N).

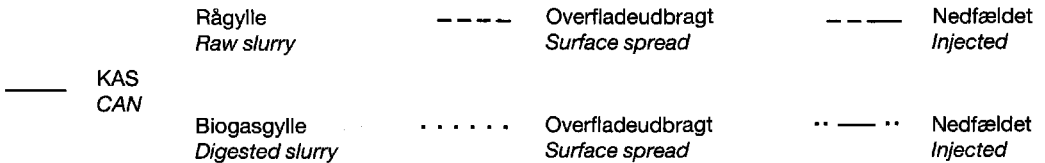
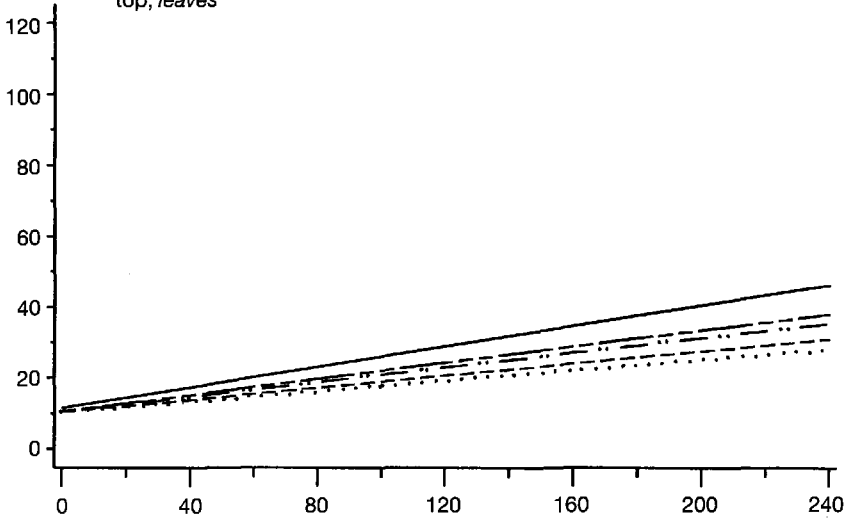
Tørstof, hkg/ha
DM, dt/ha

Lundgård
rod, root



Tørstof, hkg/ha
DM, dt/ha

Lundgård
top, leaves



Figur 3b. Bederoer: Relation mellem udbytte og kvælstoftilførsel (mineralsk-N).
Fodder beet: Relation between yield and supply of nitrogen (mineral-N).

Tabel 12. Bederoer. Tørstofudbyttets afhængighed af N-tilførsel (mineralsk N).a = tørstofudbytte uden N-tilførsel. r^2 = Korrelationskoefficient.*Fodder beet. Yield of dry matter as a function of N-supply (mineral-N).*a = without N-supply and r^2 = correlation coefficient.

	Rod, root				Top, top		
	a	b	$\text{cx}10^{-3}$	r^2	a	b	r^2
				Askov			
Kas. CAN	107,6	0,558	-1,38	0,92	35,3	0,125	0,94
Ubehandlet gylle							
Raw slurry							
1*)	96,1	0,295	-0,51	0,93	26,4	0,060	0,92
2*)	101,9	0,394	-0,78	0,93	32,5	0,107	0,97
Afgasset gylle							
Digested slurry							
1	94,0	0,106	-	0,94	26,1	0,055	0,96
2	104,7	0,445	-0,93	0,96	32,7	0,106	0,98
				Lundgård			
Kas. CAN	98,1	1,002	-2,72	0,96	28,8	0,143	0,92
Ubehandlet gylle							
Raw slurry							
1	95,6	0,668	-1,17	0,97	20,8	0,085	0,96
2	100,5	0,787	-1,57	0,97	24,5	0,113	0,93
Afgasset gylle							
Digested slurry							
1	86,7	0,511	-0,71	0,98	19,5	0,073	0,96
2	96,5	0,663	-1,16	0,96	23,7	0,103	0,92

*) 1 = overfladeudbragt, surface spread. 2 = nedfældet, injected.

Tabel 13. Bederoer. Kvælstofindhold i rod og top, pct. i tørstof.*Fodder beet. N-content in root and top, p.c. in dry matter.*

	Kas. CAN		Gylle, slurry			
			Overfladeudbragt		Nedfældet	
	rod, Root	top	Surface spread		Injected	
			rod root	top	rod root	top
			Askov			
0 N	0,56	2,16				
½ N	0,72	2,37	0,64	2,28	0,72	2,39
1 N	0,91	2,60	0,72	2,35	0,93	2,62
			Lundgård			
0 N	0,49	1,42				
½ N	0,49	1,33	0,47	1,34	0,48	1,35
1 N	0,71	1,60	0,51	1,39	0,59	1,44

Tabel 14. Bederoer. N-optagelse (kg N/ha) i rod og top ved stigende tilførsel af mineralsk-N.

Fodder beet. N-uptake (kg N/ha) for root and top after application of mineral-N.

	Kas. CAN	Gylle, slurry		
		overflade surface	nedfældet injected	
Askov				
0 N/ha	85,9			
½ N	179,3	125,7	164,2	
1 N	253,6	165,2	241,8	
Lundgård				
0 N/ha	39,6			
½ N	113,9	83,3	97,7	
1 N	178,4	116,6	148,8	LSD ₉₅
Gns.	181,3	122,7	163,1	30,6

Tilførsel af gylle har haft en meget varierende indflydelse på afgrødernes kvælstofindhold (tabel 13), men der blev ikke fundet statistisk sikre forskelle. Ved Askov gav direkte nedfældning et større kvælstofindhold i afgrøden i forhold til overfladeudbringning af gylle.

Derimod blev der ved Lundgård ikke fundet større forskelle i indhold af kvælstof efter tilførsel af forskellige mængder gylle og ved forskellige udbringningsmåder i forhold til ugødet.

Forskelle i meroptagelsen af kvælstof mellem de 2 forsøgssteder (tabel 14) skyldes det mindre toptørstofudbytte og det betydeligt lavere kvælstofindhold i både rod og top i forsøgene ved Lundgård (tabel 11 og 13). Det ses, at kvælstofoptagelsen ved overfladeudbringning med efterfølgende nedharvning efter 8 timer er betydelig mindre end kvælstofoptagelsen ved både direkte nedfældning og ved gødskning med handelsgødning.

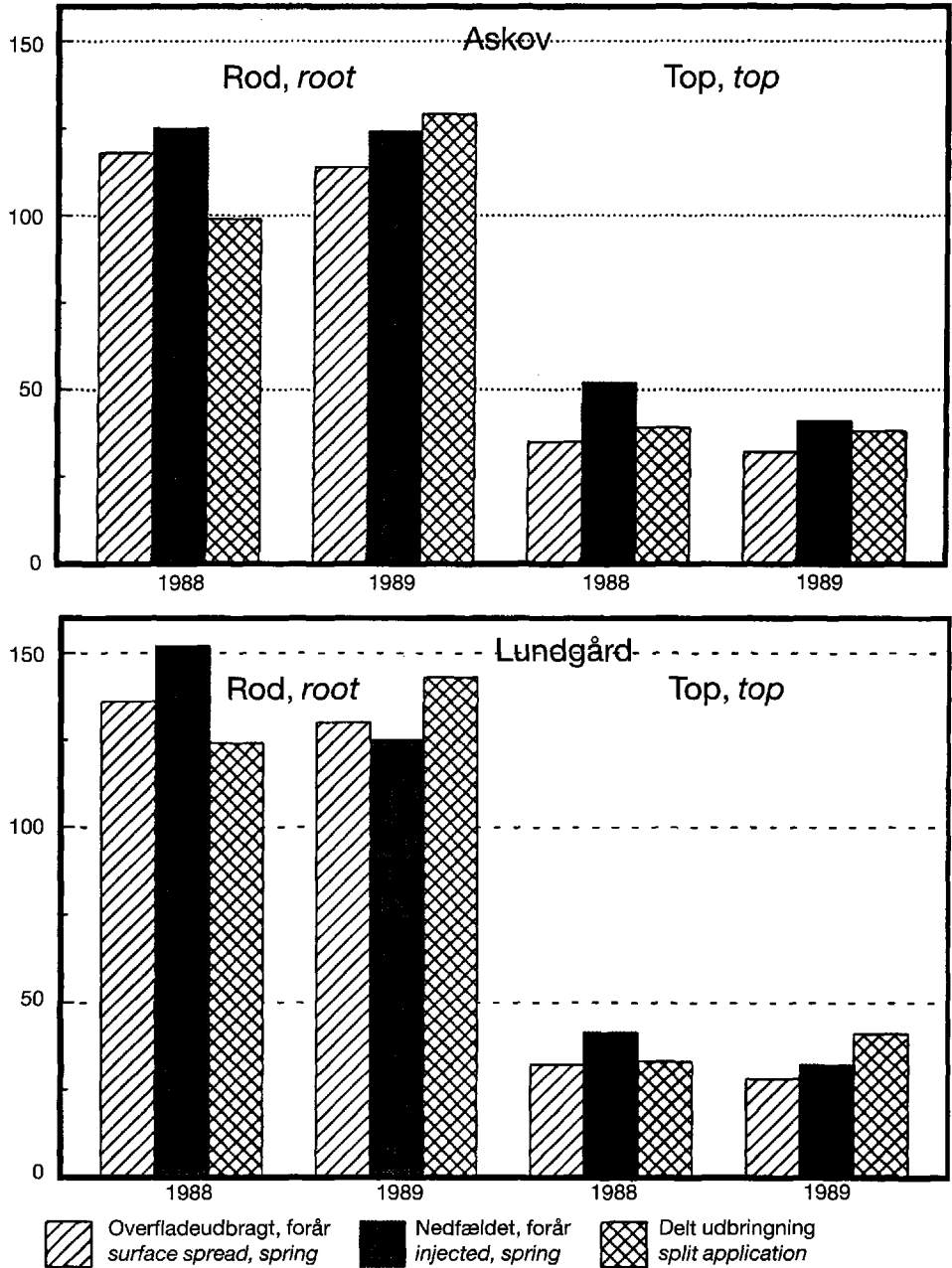
Tabel 15. Bederoer. Kvælstofudnyttelse (rod og top) i procent af tilført N.

Fodder beet. Uptake of nitrogen (root and top) expressed in percentage of supplied N.

Forsøgsled Treatment	N-tilførsel N-supply kg/ha		Udnyttelsesprocent Utilization in per cent			
	Total-N	Min-N*)	Total-N		Min-N	
			Askov	Lundgård	Askov	Lundgård
Kalkammonsalpeter, CAN						
	120	120	76	62	76	62
	240	240	68	57	68	57
Overfladeudbragt gylle Slurry surface spread						
Ubehandlet gylle Raw slurry	213	123	19	20	38	39
Afgasset gylle Digested slurry	427	246	20	19	35	33
	176	125	20	23	29	34
	353	250	21	20	30	29
Direkte nedfældet gylle Slurry injected						
Ubehandlet gylle Raw slurry	213	123	39	29	67	50
Afgasset gylle Digested slurry	427	246	40	27	68	46
	176	125	41	30	59	44
	353	250	40	29	57	41

*) Mineralsk-N = Kas, CAN = $\text{NH}_4\text{N} + \text{NO}_3\text{N}$. Gylle, slurry = NH_4N .

Tørstof, hkg/ha
dry matter, hkg/ha



Figur 4. Udbringningstider for kvæggylle til bederoer. Udbytte i rod og top, hkg tørstof/ha efter tilførsel af 240 kg ammonium-N/ha.

Application times of cattle slurry to fodder beet. Yield of root and top, dry matter/ha after application of 240 kg NH₄-N/ha.

Den beregnede kvælstofvirkning af gylle målt som udnyttelsesprocent af tilført kvælstof viser (tabel 15), at der i lighed med vårbyg opnås væsentlig større udnyttelse af kvælstoffet, såfremt gylle nedfældes direkte før såning af afgangrøden. På Askov har udnyttelsen været dobbelt så stor, mens den ved Lundgård var ca. 50 pct. bedre.

Resultaterne af forskellige udbringningstider for kvæggylle til bederoer (fig. 4) viser, at der i 1988 på begge forsøgssteder er opnået klart bedre virkning ved at nedfælde hele gyllemængden i foråret frem for udkørsel af samme gyllemængde ad 2 gange. Ligesom ved deling af gylle til byg har der været et stort potentiale for ammoniakfordampning som følge af vejforholdene ved den senere overfladeudbringning (tabel 4).

Roeafgrøden på Lundgård blev ikke vandet i 1988. Vanding i 1989 betød, at der trods de meget tørre vækstforhold (tabel 5) alligevel blev opnået større rod- og toptørstofudbytte ved delt udbringning end ved forårsudbringning.

Ammoniakfordampning

Ammoniaktabet fra den udbragte gylle var ubetydeligt efter nedfræsning og direkte nedfældning (figur 5). En udsættelse af nedfræsningen medførte et ammoniaktab på 14,4 pct. Til sammenligning var ammoniaktabet 2,9 pct. fra direkte nedfældet gylle.

Ammoniaktabet fra gylle nedfræset lige efter udbringning (tabel 16 nederst) udviste stor spredning. Derimod var der ringe spredning på de målte ammoniaktab fra gylle nedfræset efter 8 timer og fra nedfældet gylle.

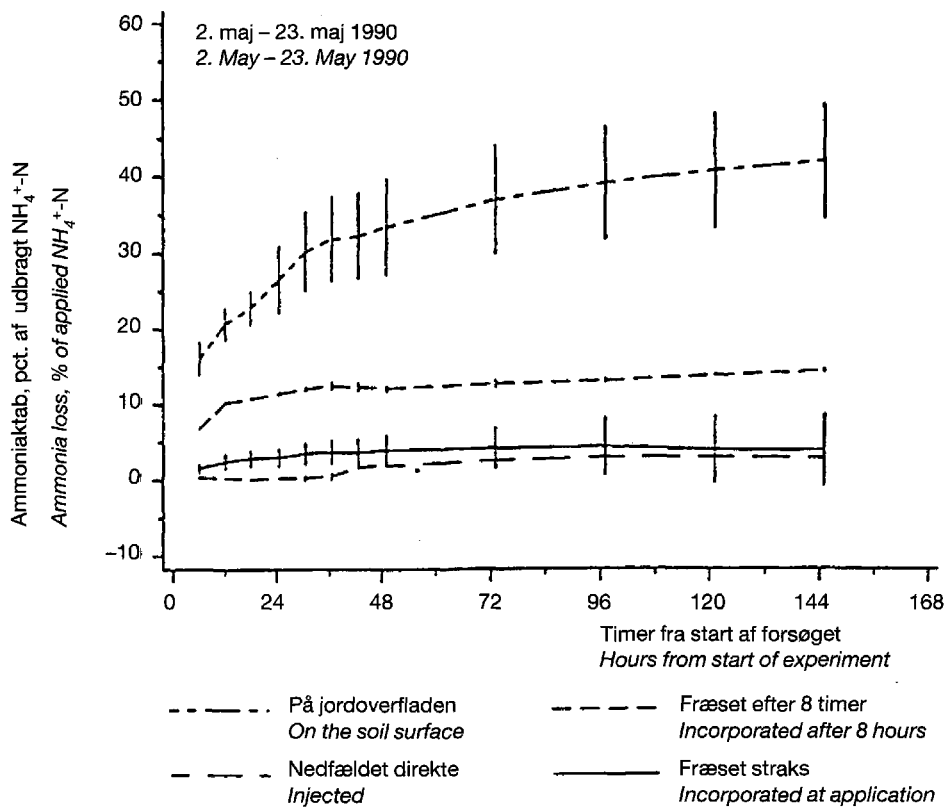
I forbindelse med denne undersøgelse var jorden tør, hvilket sikkert har medvirket til den effektive reduktion af ammoniaktabet ved nedfældning af gyllen. Andre målinger har vist betydelige tab, når nedfældning er foretaget i fugtig jord (12).

Lufttemperaturen faldt i forsøgsperioden fra 16,9°C til 10,7°C (tabel 16). Det er derfor mest sandsynligt, at det er de lavere temperaturer i måleperioden 16.-22. maj, der har begrænset ammoniaktabet fra den overfladeudbragte gylle.

Tabel 16. Ammoniakfordampning fra afgasset svinegylle efter overfladeudbringning og nedfældning.
Ammonia volatilization from fermented pig slurry after surface application and injection.

Forsøgsperiode <i>Experimental period</i>	Behandling <i>Treatment</i>	Vindhastighed <i>Windspeed</i> m s ⁻¹	Luft temp. <i>Air temp.</i> °C	Akkumuleret NH ₃ -tab, pct. af NH ₄ <i>Accumulated NH₃-loss p.c. of NH₄</i>		
				6 timer <i>6 hours</i>	12 timer <i>12 hours</i>	6 døgn <i>6 days</i>
1990 02.05-08.05	Overflade <i>Surface</i>	3,1 (0,2)	16,9 (4,4)*	15,7	21,4	39,4
	Fræset efter 8 timer <i>Rotary cultivated after 8 hours</i>	3,1 (0,2)	16,9 (4,4)	6,8 (0,1)	10,2 (0,3)	14,4 (0,3)
1990 08.05-14.05	Overflade <i>Surface</i>	3,0 (0,2)	13,4 (3,8)	20,0	24,0	55,9
	Nedfældet <i>Injected</i>	3,0 (0,2)	16,9 (4,4)	6,8 (0,1)	10,2 (0,3)	14,4 (0,3)
1990 16.05-22.05	Overflade <i>Surface</i>	2,5 (0,2)	10,7 (2,3)	12,4	16,6	30,3
	Fræset ved udbringning <i>Rotary cultivated immediately</i>	2,5 (0,2)	10,7 (2,3)	1,6 (0,9)	2,5 (1,4)	3,9 (6,7)

*) Standardafvigelser i parentes.
S.D. in brackets.



Figur 5. Akkumuleret ammoniaktab fra overfladeudbragt gylle, gylle nedfræset ved udbringning og efter 8 timer samt nedfældet gylle (33 tons pr. ha) i perioden 2.-22. maj 1990.
Accumulated loss of ammonia from surface applied slurry, slurry incorporated by a rotary cultivator at application and 8 hours after, and injected slurry (33 t per ha) during the period 2 - 22 May 1990.

Diskussion og konklusion

For at opnå den bedst mulige sammenligning af kvælstofeffekten af behandlet og ubehandlet gylle kræves, at der foreligger gylle fra samme kvæggælle svinebesætning, således at henholdsvis dyrenes fodring samt opbevaringsforhold for gyllen har været ens. I denne undersøgelse blev begge gylletyper leveret af Bigadan A/S fra deres anlæg på Højbogård, Nr. Åby, hvor udrådning af gylle blev foretaget ved en procestemperatur på 35-38°C (mesofil drift) og med en hydraulisk opholdstid på ca. 20 døgn.

Biogasprocessen medførte for den anvendte gylle, at andelen af ammonium i kvæggyllen steg fra 57 pct. af totalkvælstofindholdet i den ubehandlede til 68 pct. i den afgassede gylle. For svinegylle fandtes tilsvarende en stigning fra 79 til 81 pct. I de tidligere forsøg med afgasset gylle 1979-84 (7) var stigningen i ammoniumindholdet på 11-14 pct. som følge af den mikrobielle omsætning.

Direkte nedfældning af gyllen vil reducere det betydelige ammoniaktab, der ellers vil forekomme.

me i de første timer efter overfladeudbringning. Den akkumulerede fordampning 12 timer efter nedfældning af afgasset gylle var således under ½ procent af tilført ammoniumkvælstof. Ved tidligere målinger var ammoniaktabet ved direkte nedfældning af gylle i en ikke vandmættet jord efter 6 døgn mindre end 17 pct. af ammoniumindholdet. I våd jord var tabet ca. 50 pct. (12), fordi den nedfældede ammonium vil følge den opadgående vandbevægelse under udtørring af jorden (1).

Ved direkte nedfældning af gylle er der i nærværende forsøg med byg og bederoer ligeledes opnået et væsentligt større udbytte i forhold til overfladeudbringning. Den beregnede udnyttelsesprocent af tilført mineralsk kvælstof i gylle var også betydeligt større efter direkte nedfældning.

Gyllens viskositet/tørstofindhold, indhold af letnedbrydeligt kulstof samt udbringnings/nedbringningsteknik er bestemmende for denitrifikationstab efter tilførsel af gylle (16). Resultater fra disse forsøg med vårbyg syntes at bekræfte dette, idet der har været en tendens til, at direkte nedfældning af afgasset gylle har givet højere udbytte og kvælstofudnyttelse end ubehandlet gylle, mens det ikke har været tilfældet ved overfladeudbringning af de 2 gylletyper (figur 1a og 1b, samt tabel 10).

Kvælstofudnyttelse af overfladeudbragt gylle er i høj grad afhængig af vejrforholdene omkring udbringningstidspunktet. Overfladeudbringning i vækstperioden blev i disse forsøg foretaget ved temperaturer fra 23-25°C og uden nedbør i de nærmeste døgn. Disse klimatiske forhold med mulighed for stort ammoniakfordampningstab fra den udbragte gylle har utvivlsomt haft indflydelse på resultaterne af delt udbringning.

Vanding umiddelbart efter udbringning vil reducere tabet af ammoniak fra overfladeudbragt gylle (2, 12). I 1989 blev roerne på sandjord vandet med 40 mm dagen efter gylleudbringning i juni. Det har sikkert været medvirkende til, at der blev opnået væsentlig bedre gødningsvirkning efter delt gylletilførsel i 1989 i forhold til 1988, hvor afgrøden ikke blev vandet (fig. 4). Tidligere forsøg med sommerudbringning af gylle til roer har vist, at der både på ler- og sandjord kan opnås klart bedre virkning ved at placere gylle i en rende (fure) frem for udlægning mellem rækkerne (9). I roer og majs kan direkte nedfældning af gylle mellem planterækkerne umiddelbart gennem-

føres. Igangværende undersøgelser belyser, om denne udbringningsmåde også vil være mulig bl.a. til korn (11).

I overensstemmelse med tidligere forsøg (6, 7) viste nærværende forsøg, at planternes udnyttelse af gyllens kvælstofindhold stort set er den samme for ubehandlet og afgasset gylle, når kvæstoffildelingen styres efter gyllens indhold af ammonium.

Den bedste udnyttelse af kvælstof i både ubehandlet gylle og gylle fra biogasanlæg opnås ved at nedfælde gyllen direkte. Er muligheden for vanding til stede, vil dette også øge udnyttelsen i forbindelse med udbringning i vækstperioden.

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. Beauchamp, E. G.; Kidd, G. E. & Thurtell, G. 1982. Ammonia volatilization from liquid dairy cattle manure in the field. *Can. J. Soil Sci.* 62, 11-19.
3. Christensen, B. T. & Sommer, S. G. 1989. Fordampning af ammoniak fra udbragt gødning. Metode og ammoniaktab fra urea og ureaammoniumnitrat. *Tidsskr. Planteavl.* 93, 177-190.
4. Horlacher, D. & Marschner, H. 1990. Schätzzrahmen zur Beurteilung von Ammoniakverlusten nach Ausbringung von Rinderflüssigmist. *Z. Pflanzenernähr. Bodenk.* 153, 107-115.
5. Iversen, K. & Dorph-Petersen, K. 1949. Forsøg med staldgødnings opbevaring og anvendelse. *Tidsskr. Planteavl* 52, 70-110.
6. Kofoed, A. D. & Klausen, P. S. 1983. Gødningsvirkning af afgasset og ikke afgasset gylle. *Tidsskr. Planteavl* 87, 119-128.
7. Larsen, K. E. 1986. Fertilizer value of anaerobic treated cattle and pig slurry to barley and beet. I Red. A. Dam Kofoed et al.: *Efficient Land Use of Sludge and Manure.* Elsevier Applied Science Publishers, London and New York p. 56-60.
8. Larsen, K. E. & Keller, P. 1985. Nedfældning af kvæggylle til byg og bederoer. *Tidsskr. Planteavl* 89, 11-17.
9. Larsen, K. E. 1987. Gylle til roer i vækstperioden. *Tidsskr. Planteavl* 91, 215-222.
10. Larsen, K. E.; Kempainen, E. & Steineck, S. 1991. Husdyrgødnings udnyttelse i planteproduktionen ved intensiv husdyrproduktion. *Tidsskr. Planteavl, Beretning nr. S-2127.*
11. Petersen, J., Rasmussen, J. & Heidmann, T. 1992. Kan direkte nedfældning af gylle og ukrudtsbekæmpelse kombineres? *LandboNyt* januar 1992.

12. *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.
13. *Sommer, S. G.; Olesen, J. E. & Christensen, B. T.* 1991. Effects of temperature, wind speed and air humidity on ammonia volatilization from surface applied cattle slurry. J. Agric. Sci., Cambridge 117, 91-100.
14. *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.
15. *Thompson, R. B.; Ryden, J. C. & Lockyer, D. R.* 1990. Ammonia volatilization from cattle slurry following surface application to grassland. Plant and Soil 125, 109-117.
16. *Ørtenblad, H.; Hvelplund, K. & Henriksen, K.* 1991. Gødningsvirkning og tab af kvælstof fra almindelig og afgasset kvæggylle. Rapport fra Landbrugets Rådgivningscenter, Skejby.

Manuskript modtaget d. 24. maj 1992.