



Statens
Planteavlsforsøg

Planteværnscentret
Administrationen
Lottenborgvej 2 – DK-2800 Lyngby

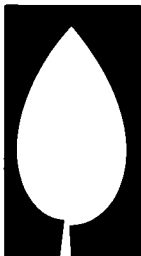
Beretning nr. S 1809

Husdyrgødning og dens anvendelse

Statens Forsøgsstation
Askov

Tidsskrift for Planteavls Specialserie

København 1985



Statens
Planteavlsvforsøg

Beretning nr. S 1809

Husdyrgødning og dens anvendelse

Statens Forsøgsstation
Askov

Tidsskrift for Planteavls Specialserie

København 1985

INDHOLDSFORTEGNELSE

	Side
FORORD	6
1. BAGGRUND OG AFGRÆNSNING ... (A. Dam Kofoed).....	7
2. HUSDYRENE'S GØDNINGSPRODUKTION ... (P. Søndergård Klausen)....	9
2.1 Mængden pr. dyr	9
2.2 Fordeling på dyreart	10
2.3 Geografisk fordeling	12
2.4 Opbevaring	13
3. NÆRINGSSTOFINDHOLD ... (P. Søndergård Klausen).....	17
3.1 Fast husdyrgødning	17
3.2 Ajle	21
3.3 Gylle	21
3.4 Andre næringsstoffer	27
3.5 Tungmetaller	29
4. NÆRINGSSTOFTAB ... (B. T. Christensen).....	30
4.1 Husdyrgødning og kvælstofomsætning i rodzonen	30
4.2 Ammoniakfordampning	34
4.2.1 Ammoniaktab fra staldanlæg	35
4.2.2 Ammoniaktab fra gødningslagre	35
4.2.3 Ammoniaktab ved gødningsudbringning	36
4.2.4 Ammoniaktab fra udbragt gødning	37
4.2.5 Ammoniaktabet på landsplan	40
4.3 Denitrifikation	42
4.3.1 Husdyrgødning og denitrifikation	43
4.4 N-tab ved nedsivning ... (V. Kjellerup).....	52
4.4.1 N-tab ved gødsning	52
4.4.2 N-tab fra markmødding	54
4.5 Overfladeafstrømning	55
5. INDFLYDELSE PÅ JORDBUNDEN ... (B. T. Christensen).....	56
5.1 Jordbunds fysiske parametre	56
5.2 Jordens mikrobielle biomasse	57
5.3 Regnorme	60
5.4 Jordens organiske stofindhold (humus)	65

6. VIRKNING ... (K. E. Larsen)	69
6.1 Kvalstof	69
6.1.1 Udbringningstidspunkt	70
Svinegylle til vintersød	72
Ajle til vintersød	74
6.1.2 Ubringningsmåde	74
Nedfældning af ajle	74
Nedfældning af kvæggylle til byg og bederoer	75
Nedfældning af kvæggylle til græs	76
Kvæggylle til majs i vækstperioden	78
6.1.3 Afgasset gylle	79
6.1.4 Beluftet gylle	81
6.2 Fosfor	81
6.3 Kalium	82
6.4 Eftervirkning	83
7. ANVENDELSE ... (K. E. Larsen)	85
7.1 Driftsform	85
7.2 Stigende mængder til forskellige afgrøder	85
7.2.1 Roer	85
7.2.2 Majs	88
7.2.3 Vårbyg	89
7.2.4 Vintersød	91
7.2.5 Industrikartofler	91
7.2.6 Græs	92
7.2.7 Raps	94
7.3 Periodisk anvendelse af husdyrgødning	94
7.4 Kombination af husdyr- og handelsgødning	95
7.5 Inhibitorer, nitrifikationshæmmere ... (V. Kjellerup)	98
7.5.1 Forskellige inhibitorer	99
7.5.2 Virkningen	100
7.5.3 Kvalstofudvaskning og inhibitorer	103
7.5.4 Kvalstofudvaskning efter anvendelse af gylle	104
7.6 Næringsstofbalancer ... (A. Dam Kofoed og K. E. Larsen) ..	105

8. SUNDHEDSMÆSSIGE RISICI ... (K. E. Larsen)	111
8.1 Patogene bakterier	111
8.2 Parasitter	112
8.3 Virus	113
8.4 Forebyggelse af smitterisici	113
8.5 Beluftning og afgangning af gylle	114
8.6 Giftige luftarter i gylle	116
9. REGLER FOR ANVENDELSE ... (K. E. Larsen)	117
9.1 Sverige	117
9.2 Norge	118
9.3 Vesttyskland	119
9.4 England	120
9.5 Danmark	121
10. SAMMENDRAG ... (A. Dam Kofoed)	123
11. LITTERATUR	128

FORORD

Interessen for husdyrgødningens opbevaring og anvendelse har påkaldt sig stærkt voksende opmærksomhed i de seneste år.

For 50 år siden var husdyrgødning den væsentligste kilde for plantenæringsstoftilførsel i landbruget. Nu er det sådan, at mange landbrug drives uden husdyrhold og dermed uden husdyrgødning, medens der i andre landbrug er betydelige mængder og i ikke så få endda mere husdyrgødning end nødvendigt for passende gødskning.

Hele denne udvikling har medført en række særlige problemer bl.a. med gylsystemets anvendelse og ændrede krav til opbevaring.

Det kan anslås, at 43% af den totale kvælstofmængde, 57% af fosformængden og 64% af det anvendte kalium i dansk landbrug hidrører fra husdyrgødning og udgør en gødningsværdi på ca. 3 milliarder kr.

Det er fortsat af største vigtighed, at de i husdyrgødningen værende plantenæringsstoffer anvendes og udnyttes bedst muligt. Til dette kommer de miljømæssige interesser, der er knyttet til såvel opbevaring som anvendelse.

Med baggrund heri er der i nærværende publikation samlet en række aktuelle forsøgsresultater og erfaringer angående disse spørgsmål. De i beretningen omtalte erfaringer og resultater er hovedsageligt fra danske undersøgelser og er oftest hentet fra forsøg og undersøgelser udført af institutter under Statens Planteavlsforsøg. Der er dog i en række tilfælde også anvendt udenlandske resultater, især på områder hvor der kun har været udført få danske undersøgelser.

Beretningen er skrevet af medarbejdere ved Statens forsøgsstation, Askov, og forfatternavne for de enkelte afsnit fremgår af indholdsfortegnelsen. Ren-skrivning og opstilling af manuskript er foretaget af Ulla Trentemøller og Dorte Nielsen.

Askov forsøgsstation i november 1985.

A. Dam Kofoed

1. BAGGRUND OG AFGRÆNSNING

Husdyrgødning er en værdifuld næringsstofkilde, der ikke bør betragtes som affaldsstof. Affald er principielt materiale, som skal deponeres eller fjernes, men da husdyrgødning indeholder værdifulde plantenæringsstoffer, skal den anvendes som gødning. Det skal ske på en økonomisk og miljømæssigt hensigtsmæssig og forsvarlig måde. Det vil sige, den skal anvendes i passende mængder til den pågældende afgrøde og udbringes på rette måde og til rette tid.

I tidligere traditionelle husdyrbrugslandbrug var husdyrgødningen en meget væsentlig del af selvforsyningen med plantenæringsstoffer. Der var tilstrækkeligt landbrugsareal til at anvende den på. Den faste staldgødning opbevarede i mødding, hvor en vis grad af gæring fandt sted, og ajlen opbevarede i beholdere.

Ved god håndtering og anvendelse var der praktisk taget ikke problemer med husdyrgødningen og dens udnyttelse.

Udviklingen har teknisk og prismæssigt i en årrække ikke givet tilstrækkeligt incitament til, at man har iagttaget de foran anførte krav til husdyrgødningens udnyttelse. I meget intensive husdyrproduktionsenheder med ganske andre produktionsforhold end tidligere og med indkøbt foder i stort omfang som grundlag for produktionen, prioriteres værdien af husdyrgødning ikke højt, og ændringen af det tekniske system fra fast husdyrgødning og ajle til gylle har øget problemerne, også hvad angår miljøet.

Baggrunden for den ændrede og ikke tilfredsstillende håndtering og anvendelse af husdyrgødningen er den teknisk-økonomiske udvikling, der har medført en væsentlig ændret driftsform i de sidste 20-25 år.

Medens der tidligere fandtes både kvæg og svin på langt de fleste landbrug, er dette nu kun tilfældet på 25%. For 15-20 år siden var mindre end 1% af købesætningerne med mere end 50 køer. Nu er dette tilfældet i en tredjedel af besætningerne. Tilsvarende udvikling er sket inden for svineproduktionen og andre grene af husdyrproduktionen, en udvikling der er båret frem af de øgede lønomkostninger, mangel på arbejdskraft og den tekniske udvikling.

I en samlet vurdering af hele denne udvikling må de gødnings- og miljømæssige forhold have en anderledes plads end tidligere, hvilket der også er voksende forståelse for.

I denne publikation er medtaget resultater fra offentliggjorte og fra i-gangværende forsøg. Gødningsproduktion og dens indhold belyses. Næringsstofftab

behandles og gødskningens indflydelse på jordbunden omtales. Endelig redegøres der for husdyrgødningens virkning, sundhedsmæssige risici og regler for anvendelse, og der afsluttes med et sammendrag.

2. HUSDYRENE'S GØDNINGSPRODUKTION

Gødningsproduktionen afhænger af dyreart og er mindre for ungdyr end for voksne dyr. Fodringen har stor betydning for såvel den producerede gødningsmængde som gødningens næringsstofindhold.

I nærværende redegørelse regnes med den producerede gødningsmængde, altså også den gødning, som efterlades på marken ved sommergræsning.

2.1 Mængden pr. dyr

Nedenstående mængder er skønnet, ud fra de mængder man har regnet med siden 1976 (15, 71). Der er dog foretaget følgende korrektioner:

Ajlemængden er sat ca. 20% højere end tidligere, da møgsaft ifølge miljøbestemmelserne skal opsamles.

Gyllens tørstof- og næringsstofindhold har i gennemsnit for 1980-erne været en del lavere end den var i første halvdel af 70-erne (tabel 14). Da faldet formodentlig skyldes øget tilledning af ensilagesaft samt vaskevand fra rengøring af stalde, malkerum m.v., vil "gyllemængden" øges i samme forhold som tørstofindholdet er faldet.

Tabel 1. Gødningsproduktion pr. "voksente" dyr. Anslåede årlige mængder.

	Fast gødning	Ajle	Gylle
		t/dyr	
Kvæg	11,2	9,0	25
Søer og smågrise	2,0	2,6	8
Slagtesvin ¹⁾	0,75	1,0	2
		kg/dyr	
Høns	25		
Slagtekyllinger ²⁾	6		
Andet fjerkræ	40		
Mink	22		

1) 3 hold/sti/år.

2) 5 1/2 hold/hus/år.

Da ungdyr har mindre gødningsproduktion end voksne, må der korrigeres herfor. Til efterfølgende beregninger er ungdyr omregnet til voksne efter følgende normer:

Kvæg : 1 dyr over 2 år = 2 dyr mellem 1 og 2 år = 3 dyr under 1 år. Der regnes endvidere med, at 2 heste producerer samme gødningsmængde som et voksent kreatur.

Svin : 1 voksent dyr = 3 polte til avl. Der regnes endvidere med, at et får's gødningsproduktion = 1 polt.

Slagtesvin: 1 dyr over 50 kg = 2 dyr mellem 20 og 50 kg.

Høns : 1 dyr over 1/2 år = 2 kyllinger under 1/2 år.

Begrundelsen for de valgte grupperinger er, at Danmarks statistik benytter disse ved de årlige juni-tællinger, og vil man beregne mængden af husdyrgødning i landets forskellige egne, er disse tællinger det bedste grundlag her til.

Danmarks statistik indeholder ikke oplysninger om, hvor stor del af husdyrgødningen, der opbevares som henholdsvis fast gødning + ajle og gylle. Ifølge opgørelse udført af Landboorganisationernes Landskontor for bygninger (6) bliver lidt over halvdelen af kvæggødningen og knap halvdelen af svinegødningen opbevaret som gylle. I de følgende beregninger forudsættes, at halvdelen af såvel kvæg- som svinegødning håndteres som gylle.

2.2 Fordeling på dyreart

Det er store mængder plantenæringsstof, som findes i husdyrgødningen. Beregnet på grundlag af husdyrbestande ved juni-tælling 1984 og forannævnte forudsætninger, indeholder husdyrgødningen i Danmark de i tabel 2 viste mængder af makronæringsstofferne N, P og K.

Tabel 2. Næringsstofindhold i husdyrgødning.

	Mio. kg i 1984			
	Kvælstof		Fosfor	Kalium
	Total-N	NH ₄ -N	P	K
Kvæg	179,6	94,9	34,7	167,7
Svin	122,4	80,9	30,7	58,9
Fjerkræ	8,4	2,6	4,5	5,8
I alt	310,4	178,4	69,9	232,4

Tabellen viser den totale næringsstofmængde, der kunne være til rådighed, dersom husdyrene var på stald hele året. Da den gødning, dyrene efterlader på marken, gødskningsmæssigt udnyttes dårligere end gødning, som ud- og nedbringes på den rigtige måde og på rette tidspunkt, har en del af ovennævnte næringsstofmængder ringere virkning end tilsvarende mængder i handelsgødning.

Planterne vil kunne udnytte fosfor og kalium i husdyrgødningen omtrent lige så godt i handelsgødning. En stor del af husdyrgødningens kvælstof er organisk bundet, og som sådan ikke umiddelbart tilgængelig for planterne. Den ringere virkning af kvælstof i husdyrgødning end i handelsgødning har været kendt siden forsøg med husdyrgødning og handelsgødning blev påbegyndt ved århundredskiftet. Til korrektion af den ringere gødningsvirkning af kvælstof i husdyrgødning benyttes derfor et værdital, en værdi der typisk ligger mellem 0,7 og 0,3. Da værditallet stor set er forholdet ammoniumkvælstof/totalkvælstof vil det imidlertid være mere rationelt at anvende indholdet af ammoniumkvælstof ved gødningsplanlægningen.

Som husdyrbestanden var sammensat i 1984, stammer lidt over halvdelen af det "effektive" kvælstof (NH₄-N) og fosfor, samt næsten 3/4 af kalium fra kvæggødning. I svinegødningen var der næsten lige så meget "effektivt" kvælstof og fosfor som i kvæggødning, men væsentligt mindre kalium. Fjerkrægødning, der har et højt indhold af plantenæringsstoffer, er en værdifuld gødning lokalt, men i forhold til de samlede mængder husdyrgødning udgør den kun lidt.

2.3 Geografisk fordeling

Indtil midten af dette århundrede var husdyrholdet nogenlunde jævnt fordelt landet over. Gennem de seneste 30-40 år er kvægbestanden indskrænket meget på Øerne, medens den er øget mange steder i Jylland. Da såvel besætningens størrelse som husdyrholdets sammensætning har indflydelse på hvilke gødningsmængder, der er til rådighed, er der store forskelle i næringsstoftilførsel pr. ha i landets forskellige egne (fig. 1).

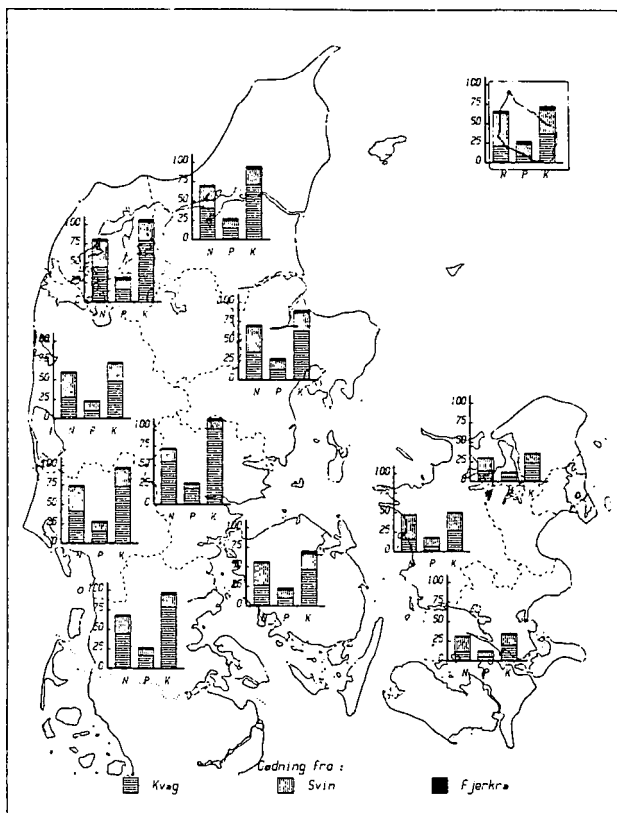


Fig. 1. Kvalstof ($\text{NH}_4\text{-N}$), fosfor og kalium i husdyrgødning. Gennemsnit, kg/ha/amt 1984.

Næringsstofftilførsel via husdyrgødning er i Jylland dobbelt så stor som på Sjælland, og medens det på Øerne er svinegødningen (lodret skravering), der bidrager til næringsstofftilførslen, er kvæggødningen (vandret skravering) den væsentligste i Jylland.

Bidraget fra fjerkrægødning kan anes øverst i søjlerne.

De større mængder husdyrgødning i Jylland end på Øerne er ikke ensbetydende med, at der i Jylland er behov for mindre næringsstofftilførsel i handelsgødning. Grovfoderafgrøderne, som i størst udstrækning dyrkes i Jylland, har behov for kraftigere gødskning end korn.

2.4 Opbevaring

Under opbevaring af husdyrgødning vil der være tab af plantenæringsstof. Tabets størrelse vil afhænge af opbevaringsmåde og opbevaringstid.

Gennemsnitsindhold i 640 prøver fra ældre undersøgelser af fast husdyrgødning var følgende (34):

Tabel 3. Næringsstoffindhold i fast husdyrgødning 1923-28.

Gødning opbevaret i:	Total-N	NH ₄ -N kg/t gødning	P	K
Møddinghus	5,5	1,6	1,6	4,5
Åben mødding	5,0	1,4	1,5	3,7

Disse resultater viser kun indirekte, at tabet er større i åben mødding end i møddinghus. Da der også er tab af næringsstof fra gødning, som opbevares under tag, vil det samlede tab fra åben mødding være større end differencen mellem de to former for gødningsopbevaring.

Opbevaringstabet ved vinteropbevaring af fast husdyrgødning i åben mødding og møddinghus er forsøgsmæssigt undersøgt ved Askov og Lyngby (46).

Tabel 4. Tørstof- og næringsstofftab ved vinteropbevaring af fast husdyrgødning 1938-44.

	Møddinghus	Åben mødding	
	Askov	Askov	Lyngby
	% tab		
Tørstof	10	11	4
Fordampning, Total-N	9	7	9
Udsivning, Total-N	5	15	7
- , P	1	5	2
- , K	12	37	21
Møgsaft, kg/t gødning	98	432	205

Ved at lægge tag over møddingen kunne næringsstoffudsvivningen ved Askov reduceres til 1/3 af, hvad den var i åben mødding. Tabet er større ved Askov end i Lyngby. I de 8 vintermåneder, hvor gødningen er opbevaret, var nedbøren 90 mm større ved Askov end ved Lyngby. Ved Askov kan et tag over møddingen reducere mængden af møgsaft til 1/4 og ved Lyngby halvere denne.

Tidligere var næringsstoffudsvivning det samme som næringsstofftab, idet møg-saften sjældent blev opsamlet. Da det nu er påbudt, at møg-saften skal opsamles, må der tages hensyn hertil ved beregning af opsamlingsbeholderens størrelse, og dette afhænger af, under hvilke forhold gødningen opbevares.

Fordampningstab (tabel 4), har været af næsten samme størrelse uanset opbevaringsform, men da disse undersøgelser er gennemført under forhold svarende til, hvad man i 1940-erne betegnede som velplejede møddinger, må det antages, at fordampningstab af kvælstof fra nutidens kegleformede møgstakke er større.

Fra begyndelsen af dette århundrede har man vidst, at tabet af ammoniak i ajle kan være meget stort. Det er vigtigt, at ajlebeholderen er tildækket (tabel 5).

Tabel 5. Kvalstofindhold i ajle ved forskellig tildækning af ajlebeholderen.

Tildækning	Prøver, %	Total-N, kg/t ajle
Særdeles god	18	6,2
God	42	5,2
Mindre god	22	4,1
Dårlig	18	2,9

Undersøgelsen (40) omfatter ajleprøver fra 72 ejendomme. Ved dårlig tildækning af ajlebeholder kan ajlens kvalstofindhold halveres.

En undersøgelse over 8 måneders ajleopbevaring ved Askov 1908-09 viser et kvalstoftab på 49%, når beholderen alene dækkes således, at der ikke skete fortynding med regnvand, 23% når ajlebeholderens lem stod på klem, og 6% når lemmen var lukket.

Da arbejdet med ajleudbringning er upåvirket af dennes kvalstofindhold, vil der være al mulig grund til at begrænse fordampningstab af kvalstof. Man skal være opmærksom på, at der selv ved små utætheder kan ske store tab.

Undersøgelser over fordampningstab fra gylle er ikke direkte belyst, men ved at opdele gylleprøver efter opbevaring i henholdsvis åbne og lukkede beholdere (59), fandtes der i gennemsnit ingen forskel i kvalstofindholdet. Svømmelaget over gyllen har tilsyneladende hæmmet ammoniakfordampningen.

Fra tætte ajle- og gyllebeholdere er der intet bortsivningstab, men hvis beholderen er utæt, kan der trænge betydelige vandmængder ind. En anden risiko ved utæt beholder er udsivning af ajle/gylle.

Da næringsstoffetab fra husdyrgødning i mødding øges med opbevaringsperiodens længde, vil det være nærliggende at afkorte denne, f.eks. ved tidligere udbringning i marken.

Et indirekte mål for, at opbevaringstab af kvalstof ikke bliver mindre ved at "opbevare" gødningen i marken, fås ved at betragte resultater af forskellig udbringningstid for ajle til vintersæd (44) (tabel 6).

Tabel 6. Udbringningstid for ajle til vintersød. Udbytte og merudbytte.

	Askov, hvede	Lundgård, rug
	hkg kerne/ha	
0 N	<u>15,8</u>	<u>10,2</u>
1/2 N i kalksalpeter	13,2	9,4
1 - - -	19,9	15,6
1 N i ajle, september	4,8	2,7
1 - - - , vinter, frost	12,9	9,3
1 - - - , - , tø	14,2	11,3
1 - - - , april	16,3	11,5

1 N = 100 kg/ha til hvede og 75 kg/ha til rug.

Merudbyttet for forårsudbragt ajle var ca. 4 gange så stort som for septemberudbragt. Resultater fra 1984 viser tilsvarende resultater for gylle til vintersød.

De mindste opbevaringstab fra husdyrgødning opnåes ved at opbevare denne i tætte beholdere, eller i en velpasset mødding.

3. NÆRINGSSTOFINDHOLD

Der er store variationer i husdyrgødningens indhold af plantenæringsstof, og i hvilken form næringsstofferne findes. I fast gødning er således en stor del af kvælstoffet organisk bundet, medens næsten alt kvælstof i ajle findes som ammoniumkvælstof.

Gødningens næringsstofindhold påvirkes af fodringen, og da der er stor forskel på, hvilke fodermidler, der anvendes til de enkelte dyrearter, findes der store forskelle i gødningens næringsstofindhold, eftersom gødningen er produceret af kvæg, svin eller fjerkræ.

3.1 Fast husdyrgødning

Indhold af plantenæringsstof i lagret fast husdyrgødning er vist i tabel 7. Gødningsprøverne er som regel udtaget i forbindelse med gødningsudbringningen. Prøverne er analyseret på laboratoriet ved Askov forsøgsstation.

Tabel 7. Næringsstofindhold i fast gødning 1965-85.

Gødning	Antal prøver	Tørstof %	Total-N <	NH ₄ -N kg/t gødning	P	K	Mg >	Cu <	Mn g/t >
Kvæg	43	20	6,0	1,5	1,9	3,7	0,9	15	42
Svin	57	22	7,2	2,5	3,3	3,4	1,0	43	58
Høns	69	28	13,9	5,3	7,9	8,2	1,7	31	145
Slagtekyll.	15	49	21,3	6,1	11,0	15,3	2,9	58	236
Ænder	8	15	5,9	1,4	3,1	2,7	0,7	10	64
Mink	46	10	6,6	3,4	4,2	1,3	0,7	6	25

Fra fjerkræ og mink indgår også gylleprøver, hvilket tydeligt fremgår af det lave tørstofindhold i gødning fra ænder og mink.

Svinegødning har højere kvælstof og fosforindhold og lavere kaliumindhold end kvæggødning. I svinegødning er 1/3 af kvælstoffet til stede som ammoniumkvælstof, medens kun 1/4 af kvælstoffet i kvæggødning er ammonium. Kvælstoffet

i svinegødning har således en højere gødningsværdi, men risikoen for større kvælstoftab ved ammoniakfordampning er derfor også større herfra end fra kvæg-gødning.

Fjerkrægødning har betydeligt højere næringsstofindhold end gødning fra kvæg og svin.

For alle dyrearter gælder, at der er meget store variationer i næringsstof-indholdet. I de følgende tabeller er variationen i kvæg- og svinegødning vist (tabel 8-11).

Tabel 8. Fast gødnings kvælstofindhold. Total-N, prøvernes fordeling i %.

Total-N kg/t gødning	1923-28		1958-59	1965-85		
	Mødding- hus	Åben mødding		Kvæg+svin	Kvæg	Svin
< 4	1	5	2	3		2
4 - 5	22	39	27	19	19	
5 - 6	43	44	45	34	26	14
6 - 7	29	10	19	25	39	28
7 - 8	5	2	6	15	16	18
> 8			1	4		38
Antal prøver	565		214	68	43	56

Disse analyseresultater illustrerer, hvorfor gødskning med handelsgødning er lettere end med husdyrgødning. Husdyrgødning er ikke deklareret, og som det ses, er husdyrgødningens indhold af kvælstof meget varierende.

Der har gennem tiden, som følge af kraftigere fodring, været stigende indhold af plantenæringsstoffer i gødningen.

Som før omtalt er en væsentlig del af husdyrgødningens kvælstof bundet som organisk kvælstof. Kun en lille del af dette kvælstof er plantetilgængeligt for den første afgrøde. En del kan tabes ved denitrificering, medens andet indgår i jordens humusforbindelser.

Den let tilgængelige del af kvælstoffet i husdyrgødningerne findes som ammoniumkvælstof, $\text{NH}_4\text{-N}$ (tabel 9).

Tabel 9. Ammoniumkvælstof i fast husdyrgødning 1965-85.

Prøvernes fordeling, %.

NH ₄ -N, kg/t	Kvæg+svin	Kvæg	Svin
<1,0	32	12	4
1,0-1,5	22	30	9
1,5-2,0	24	28	9
2,0-2,5	19	19	22
2,5-3,0	3	9	22
3,0-3,5		2	15
>3,5			19

Afgrøderne udnytter husdyrgødningernes ammoniumkvælstof lige så godt som kvælstof i handelsgødning, men da ammoniumkvælstof let tabes ved fordampning, er det vigtigt, at husdyrgødningen opbevares og behandles, således at dette tab bliver mindst muligt. Den bør nedbringes hurtigst muligt efter udbringning.

Kvælstoffet er det næringsstof, som afgrøderne reagerer kraftigst på, men med husdyrgødningerne tilføres også andre næringsstoffer. I adskillige tilfælde kan sædskiftets behov for disse dækkes alene af husdyrgødningen. Fra store svinebesætninger, set i forhold til jordtilliggende, kan der endog blive tilført væsentligt mere fosfor, end afgrøderne kan udnytte.

Tabel 10. Fosforindhold i fast husdyrgødning. Prøvernes fordeling, %.

P, kg/t	1958-59	1965-85	
		Kvæg	Svin
< 2	75	50	5
2 - 3	24	40	25
3 - 4	1	5	32
4 - 5		5	26
> 5			12

Tabel 11. Kaliumindhold i fast husdyrgødning. Prøvernes fordeling, %.

K, kg/t	1958-59	1965-85	
		Kvæg	Svin
< 2	1	2	5
2 - 3	30	16	25
3 - 4	51	47	33
4 - 5	14	21	24
5 - 6	2	7	9
> 6	2	7	4

Kaliumindholdet er steget lidt siden sidst i 50-erne og er lidt højere i kvæg- end svinegødning.

Næringsstofindholdet i fjerkræ- og minkgødning viser tilsvarende store variationer som vist for kvæg- og svinegødning.

3.2 Ajle

Der er så lidt fosfor i ajle, at det gødningsmæssigt ingen betydning har.

Tabel 12. Ajles kvælstof- og kaliumindhold. Prøvernes fordeling i %.

Næringsstof kg/t ajle	Total-N		K
	1924	1958/59	1958/59
< 2	11	8	2
2 - 3	20	25	1
3 - 4	19	28	6
4 - 5	23	24	10
5 - 6	16	11	17
6 - 7	7	3	25
7 - 8	4		18
> 8		1	21
Gns.	4,0	3,7	6,7

Med den store variation i ajlens næringsstofindhold, er gødningsværdien pr. t ajle meget varierende.

Hovedparten af ajlens kvælstof er til stede som ammoniumkvælstof og der kan tabes meget store kvælstofmængder ved en uhensigtsmæssig udbringningsmetode. Derfor er en betingelse for at opnå en god gødningsvirkning af ajlens kvælstof, at den nedbringes i jorden samtidig med udbringningen (se afsnit 6.1.2). Ajlen er den eneste form for husdyrgødning, hvori praktisk taget alt kvælstof er lige så lettilgængeligt for planterne som kvælstof i handelsgødning. Rigtigt anvendt kan gødningsværdien af kvælstof og kalium i ajle derfor sættes til samme værdi som i handelsgødning.

3.3 Gylle

I ældre tid var det stort set kun den faste husdyrgødning, der blev anvendt som plantenæringsstof. Sidst i forrige og i begyndelsen af dette århundrede byggedes ajlebeholdere ved næsten alle ejendomme, og ajlen anvendtes herefter

som gødning.

Gennem de seneste 25 år er det blevet stadig mere almindeligt at opbevare husdyrgødningen som gylle, og nu håndteres halvdelen af husdyrgødningen på denne måde.

Tabel 13. Næringsstofindhold i gylle. Gennemsnit 1965-85.

	Antal prøver	Tørstof %	Total-N <	NH ₄ -N kg/t gylle	P	K	Mg >	Cu < g/t	Mn >
Kvæg									
Voksne dyr	94	7,5	3,8	1,9	0,8	3,5	0,6	8	16
Ungdyr	118	8,2	4,1	2,2	0,8	3,7	0,5	5	16
Svin									
Søer + smågrise	65	2,2	2,9	2,1	0,7	1,4	0,2	9	8
Slagtesvin	83	4,0	4,6	3,3	1,1	2,2	0,4	17	14

Kvæggyllens tørstofindhold er væsentlig højere end svinegyilles, tørstofindholdet i gylle fra søer + smågrise er endog meget lav.

Trods de store forskelle i tørstofindhold er indholdet af plantenæringsstof i gylle fra slagtesvin højere end i kvæggylle, undtagen for kalium. Det lettilgængelige ammonium udgør i svinegyille en relativ større del af kvælstoffet end i kvæggylle.

Tabel 14. Tidsvariation i gylles næringsstofindhold.

	Antal prøver	Tørstof %	Total-N	NH ₄ -N kg/t gylle	P	K
Kvæggylle						
1971-75	191	8,6	4,4	2,4	0,6	3,9
1976-80	185	5,2	3,3	1,9	0,6	2,6
1981-85	533	7,3	4,0	2,2	0,8	3,7
Svinegyille						
1971-75	52	4,7	5,5	4,0	1,1	2,1
1976-80	78	3,0	3,7	2,6	0,8	1,8
1981-85	273	3,2	3,8	2,7	1,0	1,8

Indholdet af plantenæringsstoffer i kvæggylle har været lidt lavere i den sidste 5-års periode end i den første, men var væsentlig lavere i den midterste periode.

I svinegylle er indholdet faldet meget fra første til anden periode og har tilsyneladende stabiliseret sig på dette lavere niveau.

Af årsager til faldende næringsstofindhold kan nævnes ændrede staldd typer og skærpelsen af miljøkravene. Vand fra rensning af stalde og malkerum samt ensilagesaft ledes hyppigt til gyllebeholderen.

Da der er store forskelle i den vandmængde, der på de forskellige ejendomme ledes i gyllebeholderen, vil alene dette forhold være årsag til variation i gyllens tørstof- og næringsstofindhold.

Tabel 15. Gylles tørstofindhold, 1965-85. Prøvernes fordeling i %.

Tørstof, %	Kvæg	Svin
< 3	8	47
3 - 6	17	30
6 - 9	39	13
9 - 12	29	5
> 12	7	5

Som det kunne forventes (tabel 13), havde mange af svinegylleprøverne et lavt tørstofindhold, næsten halvdelen under 3%.

Tabel 16. Gylles kvælstof- og kaliumindhold. Prøvernes fordeling i %.

kg/t gylle	Total-N		NH ₄ -N		Kalium, K	
	Kvæg	Svin	Kvæg	Svin	Kvæg	Svin
< 2	3	5	35	14	7	54
2 - 3	13	21	51	41	20	33
3 - 4	28	26	12	29	33	9
4 - 5	35	21	2	9	26	3
5 - 6	17	12		4	10	1
> 6	4	15		3	4	

Det totale kvælstofindhold varierer i begge gylletyper fra 2 til 6 kg pr. t, ekstremt lave/høje indhold er dog hyppigst i svinegyllen.

Høje indhold af ammoniumkvælstof, over 3 kg pr. t gylle, er kun målt i 14% af kvæggyllen, men i næsten halvdelen af svinegyllen.

I over halvdelen af svinegyllen var der mindre end 2 kg K pr. t.

Tabel 17. Gylles fosforindhold. Prøvernes fordeling i %.

kg P/t gylle	Kvæg	Svin
< 0,5	15	15
0,5 - 1,0	60	31
1,0 - 1,5	22	25
1,5 - 2,0	3	15
> 2,0		14

De 2 gylleformer har i 15% af prøverne haft et lavt fosforindhold, men medens der kun i 1/4 af prøverne af kvæggylle var mere end 1 kg P pr. t, havde over halvdelen af svinegylleprøverne et fosforindhold på denne størrelse, i 14% endog mere end 2 kg pr. t svinegylle.

Når der ikke foreligger en egentlig analyse af gyllen eller kun en bestemmelse af ammoniumkvælstoffet, kan man udnytte det forhold, at der er en vis sammenhæng mellem tørstof og de forskellige plantenæringsstoffer, samt mellem plantenæringsstofferne indbyrdes. Afviger tørstofindholdet fra foreliggende tabelværdier, må det forventes, at næringsstofindholdet afviger tilsvarende. Dette gælder dog ikke ammoniumindholdet.

Der findes en rimeligt sikker og billig metode til bestemmelse af gyllens indhold af ammoniumkvælstof (Agros-måler), og et analyseresultat vil altid give bedre grundlag gødningsplanlægning end et skøn.

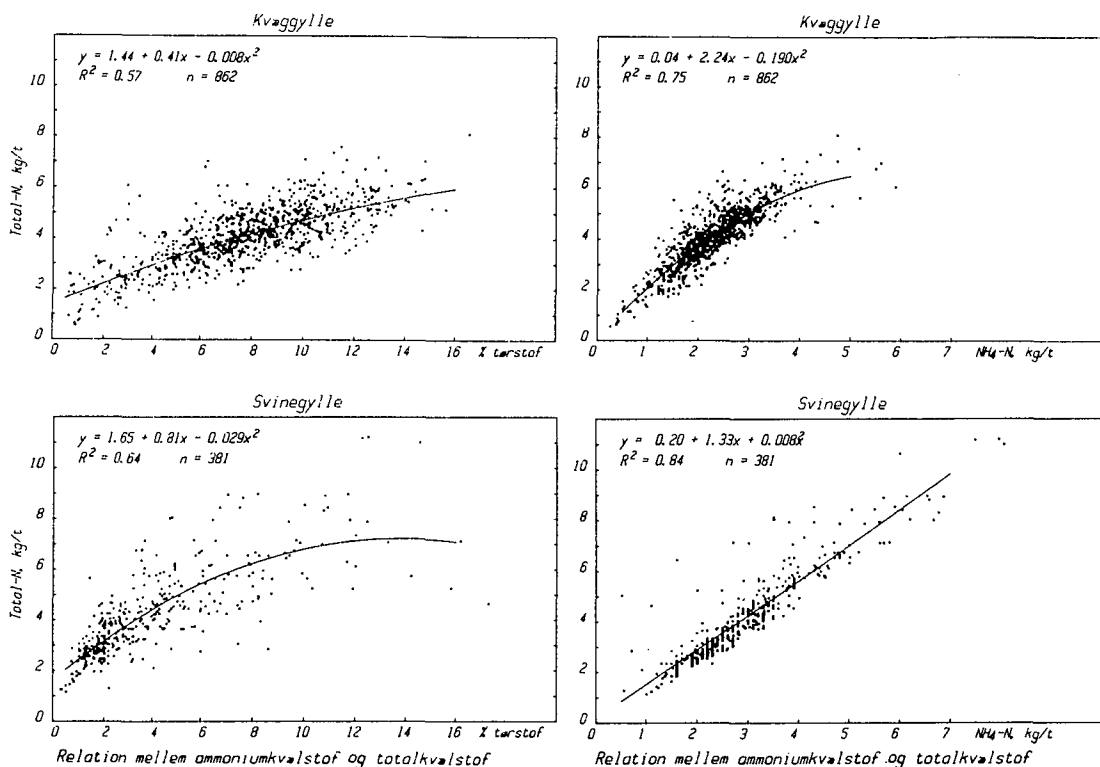


Fig. 2. Total-N indhold i relation til tørstof- eller ammoniumkvælstof.

Fig. 2 viser indholdet af total-N ved varierende tørstofindhold (venstre side) og ved varierende indhold af ammoniumkvælstof (højre side). Da ammoniumkvælstof udgør ca. halvdelen af det totale kvælstof i kvæggylle og næsten 2/3 af kvælstof i svinegylle, er det klart, at en ammoniumbestemmelse vil give et bedre skøn over gyllens totale kvælstofindhold end en tørstofbestemmelse.

Det ses i fig. 3, at regressionslinien er næsten parallel med grundlinjen, med andre ord er ammoniumindholdet så lidt påvirket af gylles tørstofindhold, at man ikke ud fra kendskab til tørstofindholdet kan få et rimeligt sikkert skøn over ammoniumindholdet.

Da ammoniumkvælstoffet er den for planter lettilgængelige del af kvælstoffet, og der er store variationer i gyllens indhold heraf, må konklusionen blive, at til effektiv kvælstofudnyttelse af gylle er en ammoniumbestemmelse nødvendig.

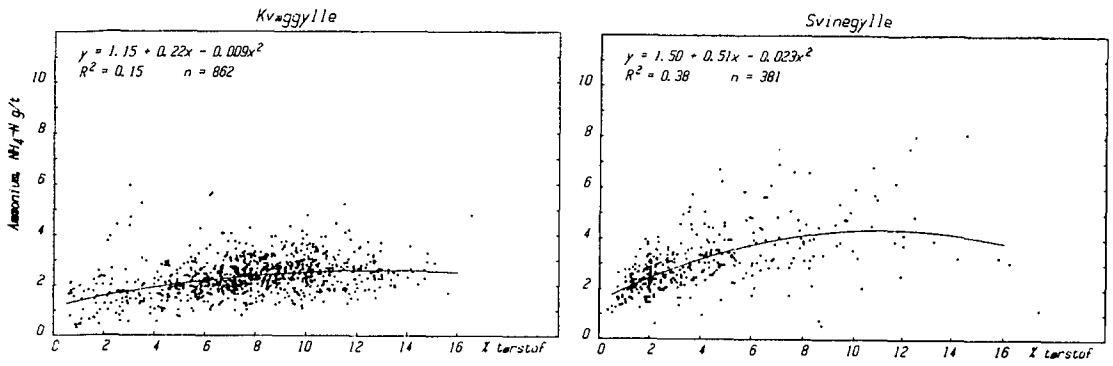


Fig. 3. Indhold af ammoniumkvælstof i relation til tørstofindhold.

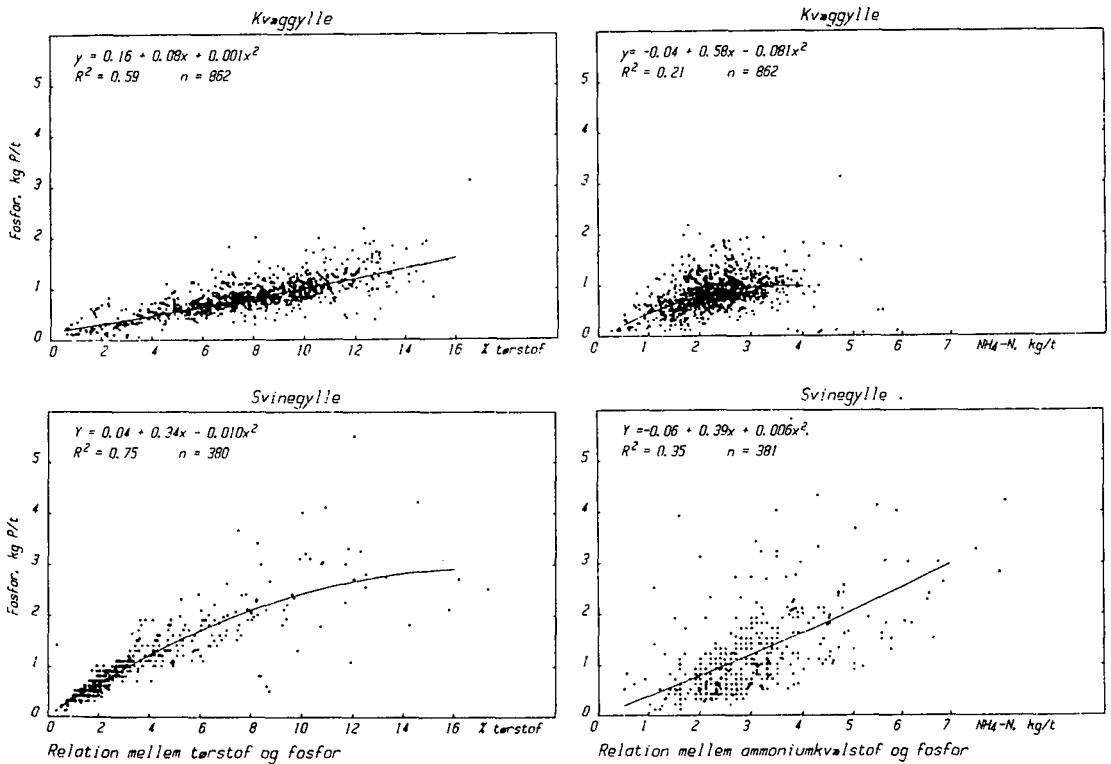


Fig. 4. Indhold af fosfor i relation til tørstof- eller ammoniumindhold.

Der er bedre korrelation mellem gyllens tørstof- og fosforindhold end mellem ammonium- og fosforindhold (fig. 4).

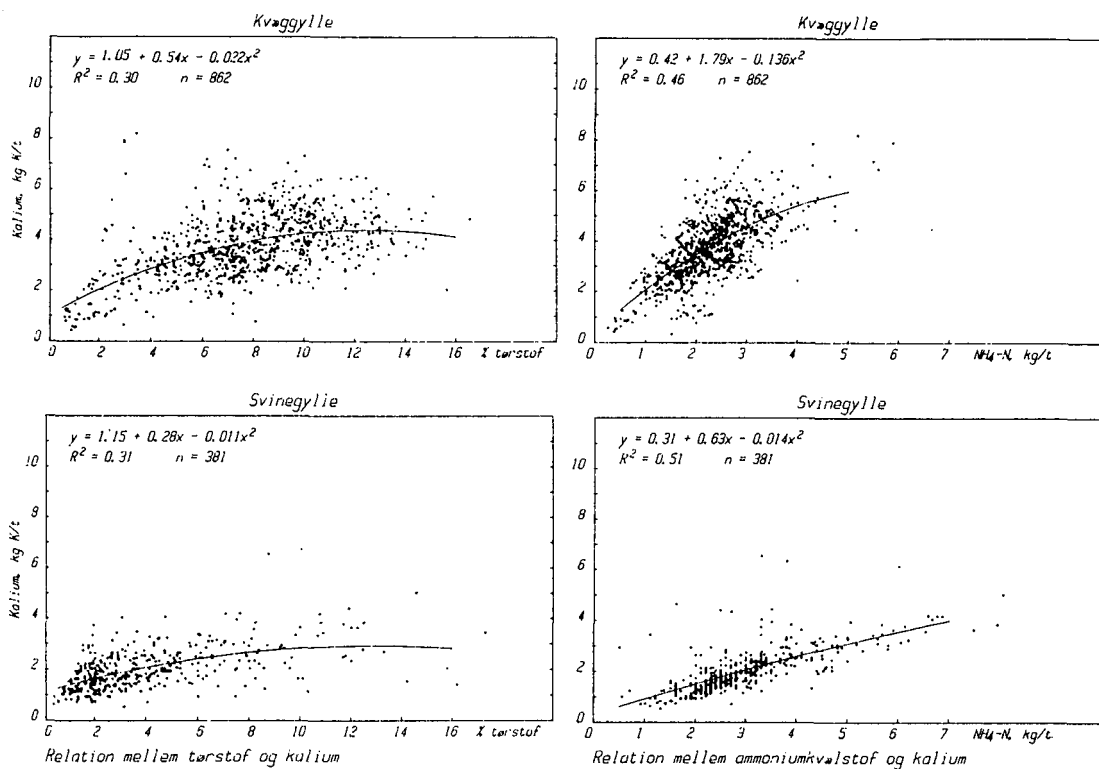


Fig. 5. Indhold af kalium i relation mellem tørstof- eller ammoniumindhold.

Hverken tørstof- eller ammoniumbestemmelse giver noget særligt sikkert skøn over gyllens kaliumindhold (fig. 5). Ammoniumbestemmelsen giver dog mere sikkert skøn end tørstofbestemmelsen.

3.4 Andre næringsstoffer

Udover makronæringsstofferne kvælstof, fosfor og kalium indeholder husdyrgødning en række andre stoffer, som er nødvendige for planternes vækst (tabel 18 og 19).

Tabel 18. Indhold af forskellige mineralstoffer i husdyrgødning. Gns. 1960-85.

	Tørstof	Ca	Mg	Cu	Mn	Zn
	%	kg/t			g/t	
Fast gødning						
Kvæg	20	3,0	0,9	15	42	35
Svin	22	4,1	1,0	43	58	99
Fjerkræ	32	17,9	1,8	32	154	178
Mink	10	4,7	0,7	6	25	91
Gylle						
Kvæg	1,7	1,1	0,5	5	16	12
Svin	3,3	1,0	0,3	13	11	30

Kalciumindholdet er meget stort i fjerkrægødning. Når der korrigeres for variation i tørstofindhold, er det omtrent ens i fast kvæggødning og kvæggylle. I svinegylle var kalciumindholdet pr. t tørstof godt 1,5 gange så højt som i fast gødning. Kalcium er der normalt tilstrækkeligt af i danske jorder, men der tilføres med husdyrgødning ikke ubetydelige mængder.

Mere interessante er mineralstofferne magnesium, kobber og mangan.

Selv om der i mange danske landbrugsjorder er tilstrækkeligt af magnesium, kobber og mangan til adskillige års normal planteproduktion, er der også jorder med så lavt et niveau, at tilførsel er nødvendig. På disse jorder vil gødsning med husdyrgødning i mange tilfælde kunne dække afgrødens behov.

Husdyrgødningernes zinkindhold har ingen gødningsmæssig betydning. Zinkmangel i forbindelse med landbrugets planteproduktion er ikke konstateret her i landet, og zinkforgiftning er kun iagttaget, hvor der er tilført store mængder stærkt zinkbelastet slam fra renseanlæg, slam som indeholder adskillige kg Zn pr. t.

I en del jorder er der så lidt bor, at der er behov for bortilførsel. På jorder med lavt borindhold bør man være opmærksom på bormangel, dersom roemarken ikke bliver tilført husdyrgødning (tabel 19).

Som for andre plantenæringsstoffer varierer også borindholdet meget i husdyrgødning.

Tabel 19. Husdyrgødningens borindhold.

	Antal prøver	B, g/t
Fast gødning	12	4
Ajle	10	4
Fjerkrægødning	4	7
Gylle	86	3

3.5 Tungmetaller

Interessen for tungmetaller skyldes først og fremmest deres giftighed. Nogle af dem er dog gavnlige i små mængder, medens andre er skadelige.

Indhold af tungmetaller i husdyrgødning er vist i tabel 20.

Tabel 20. Tungmetaller i husdyrgødning.

	Antal prøver	Pb	Cd	Ni	Cr	Co	Tørstof %
		g/t gødning					
Fast gødning							
Kvæg	9	0,50	0,07	1,04	0,42	0,13	19
Svin	3	0,74	0,06	1,29	1,56	0,29	23
Fjerkræ	5	0,96	0,37	5,46	1,82	0,23	44
Mink	6	0,86	0,07	0,61	0,42	0,23	19
Gylle							
Kvæg	47	0,27	0,04	0,52	0,20	0,12	6,3
Svin	31	0,13	0,02	0,55	0,41	0,05	3,8

Gyllens indhold af tungmetallerne nikkel og krom kan være påvirket af pumpe og omrøringsystemer i gyllebeholderen. Omregnes tungmetallindholdet til g pr. t tørstof, er indholdet af disse to stoffer da også højere i gylle end i fast gødning.

Gennemsnitstallene i tabel 20 dækker over store variationer. Værdier fra 1/5 til 5 gange tabelværdierne forekommer hyppigt.

4. NÆRINGSSTOFTAB

4.1 Husdyrgødning og kvælstofomsætning i rodzonen

I relation til næringsstofftab fra dyrket jord tilført husdyrgødning, påkalder kvælstoffets omsætning i jorden sig særlig interesse. Kvælstof kan via biologiske og kemiske omdannelser indgå i en række forskellige kemiske forbindelser, der med hensyn til plantetilgængelighed, udvaskningstab og gasformigt tab udviser vidt forskellige egenskaber. I modsætning til de andre makronæringsstoffer (fosfor og kalium) indgår der således i kvælstoffets kredsløb et betydeligt potentiale for næringsstoffudveksling mellem jord, luft og vand.

Dette potentiale skaber mulighed for en netto-transport af kvælstof fra dyrket jord til det omgivende miljø, hvilket kan skabe en utilsigtet eutrofiering af mere næringsfattige terrestriske, limniske og marine biotoper, samt medføre en kvælstofberigelse af grundvandsreservoirer. En størst mulig udnyttelse af den anvendte kvælstofgødning og en begrænsning af kvælstoftabene fra dyrket jord forudsætter kendskab til de kvalitative og kvantitative aspekter af de processer, der indgår i kvælstoffets kredsløb (atmosfærisk afsætning, biologisk kvælstofbinding, mineralisering af organisk bundet kvælstof, immobilisering af mineralsk kvælstof, nitrifikation af ammonium, denitrifikation af nitrat, udvaskning af nitrat, ammoniakfordampning, optagelse af ammonium og nitrat, tilgang og omsætning af organisk bundet kvælstof fra rødder, planterester og husdyrgødning) (fig. 6).

En af betingelserne for en korrekt tilførsel af husdyrgødning er et kendskab til gødningens kvælstofindhold, specielt indholdet af ammonium. Ofte vil der blive tilført en husdyrgødningsmængde, hvis ammoniumindhold svarer til den mængde kvælstof i handelsgødning, der ellers skulle være anvendt. Herved tilføres rodzonen en betydelig mængde organisk bundet kvælstof, der vil indgå i omsætningerne i rodzonen. En del af det organisk bundne kvælstof vil kunne omdannes til mineralsk kvælstof (mineraliseres) inden for 1 til 2 år efter tilførslen (labilt organisk N), men en betydelig del vil være mere langsomt omsætteligt og indgå i den stabiliserede organiske N pulje. Mængden af det tilførte organisk bundne kvælstof vil afhænge af husdyrgødningens art og oprindelse, som omtalt under afsnit 3. Mineraliseringen af det med husdyrgødningen tilførte organisk bundne kvælstof er kun lidt undersøgt under danske forhold (se også afsnit 6.4).

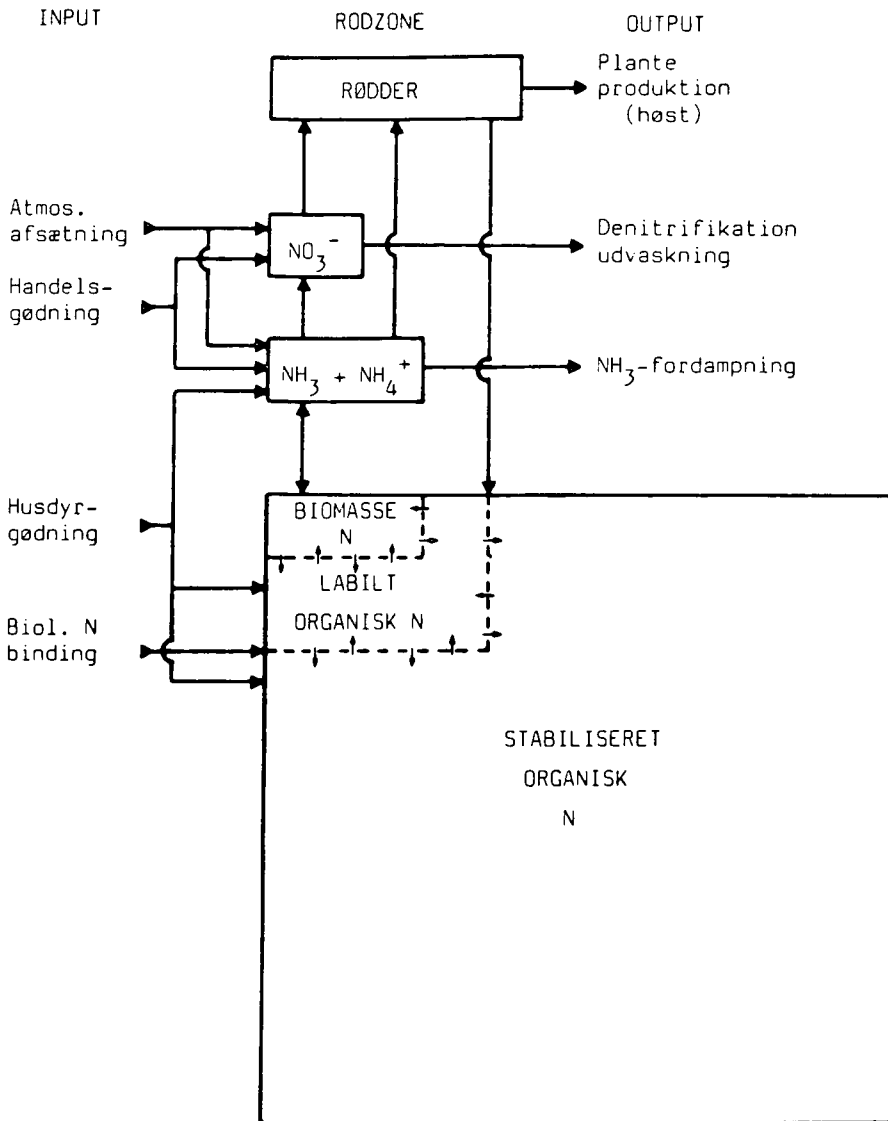


Fig. 6. Skematisk diagram over kvælstoffets omsætning i rodzonen.

Rodzonen's forskellige kvælstofpuljer (rødder, nitrat, ammoniak/ammonium, biomasse, labilt og stabiliseret organisk N) er i fig. 6 søgt afbildet, således at kassernes størrelsesforhold svarer til puljernes gennemsnitlige størrelsesforhold.

Den største kvælstofpulje i rodzonen udgøres af stabiliseret organisk bundet kvælstof. Denne pulje kan i jord, der har været dyrket gennem lang tid

(mere end 50-100 år), skønnes til 70 til 90% af rodzonens samlede kvæstofindhold, som for danske jorde er opgjort til 6-12 t N pr. ha.

Omsætningshastigheden af stabiliseret organisk bundet kvælstof er langsom. Det antages normalt, at den årlige mineralisering fra denne pulje andrager 1-3% af puljens størrelse, afhængig af blandt andet jordtype, temperatur og fugtighed. På baggrund af disse antagelser kan den årlige mineralisering fra denne pulje skønnes til mellem 30 og 300 kg N pr. ha.

Den labilt organisk bundne kvælstofpulje består af lettere omsættelige organiske kvæstofforbindelser hidrørende fra planterester, husdyrgødning og biologisk bundet kvælstof. Puljens størrelse vil derfor i høj grad være afhængig af driftsformen, især tilgangen af organisk materiale til rodzonen (f. eks. i form af husdyrgødning). Den årlige mineralisering fra denne pulje kan skønnes til mellem 10 og 100 kg N pr. ha.

Den tredie organisk bundne kvælstofpulje i jorden udgøres af den mikrobielle biomasse, der varetager nedbrydningen (mineraliseringen) af det organisk bundne kvælstof i jorden. Biomassens størrelse varierer med jordtype og driftsform. Såfremt tilgangen af lettere omsætteligt organisk stof til jorden øges, kan jordens biomasse øges. Er kvæstofindholdet i det tilførte organiske stof lille, vil biomassen ved nedbrydningen kunne fastlægge (immobilisere) mineralsk kvælstof og derved omdanne dette til organisk bundet kvælstof.

Ved nedbrydningen af organisk stof i jorden vil en del af det organisk bundne kvælstof (stabiliseret, labilt og biomasse N) frigøres som mineralsk kvælstof (ammoniak/ammonium). En del af dette mineralske kvælstof vil atter immobiliseres under nedbrydningsprocessen. Samtidigt vil en del blive indlejret i nye organiske forbindelser, der frigøres fra biomassen under nedbrydningen. Disse nydannede organiske kvæstofforbindelser kan i jorden blive stabiliseret og kan sammen med nedbrydningsrester (f. eks. delvis omdannet plantelignin og cellevægskomponenter fra bakterier og svampe) indgå i jordens stabiliserede organiske N pulje.

Ammonium dannet ved mineralisering eller tilført med husdyrgødning kan omdannes til nitrat. En stor del af jordens ammoniumpulje er bundet til jordkolloider. Ved højt pH i jorden eller ved tilførsel af ammonium/ammoniak (f. eks. ved anvendelse af husdyrgødning) kan der ske ammoniakfordampning fra jorden. Størrelsen af ammoniaktabet ved anvendelse af husdyrgødning er meget afhængig af udbringningsmåden og de klimatiske forhold, men kan udgøre mere end halvdelen af den tilførte ammoniakmængde. Ammoniumpuljen i jorden udviser store

svingninger i løbet af året og afhænger af mineralisering, nitrifikation, planteoptagelse og ammoniakfordampning.

Nitratpuljen udviser ligeledes stor svingninger over året. Puljens størrelse er stærkt afhængig af planteoptagelse og betingelserne for udvaskning og denitrifikation. Ved overskudsnedbør og nedadgående vandstrøm kan nitrat udvaskes fra rodzonen, idet nitrat i modsætning til ammonium ikke bindes nævneværdigt til jordens kolloider.

Mineraliseringen af organisk bundet kvælstof fortsætter, efter at planternes optagelse er ophørt, såfremt temperatur og fugtighedsforholdene i jorden er gunstige. Nitrat dannet efter vækstsæsonens afslutning kan ophobes i jorden og være udsat for udvaskning, medmindre der foregår en "forlængelse" af vækstsæsonen for eksempel ved anvendelse af en efterafgrøde. Anvendes afgrøder med en lang vækstperiode (f. eks. bederoer eller græs) kan ophobningen af nitrat i jorden mindskes, hvorved den potentielle udvaskning fra rodzonen nedsættes betydeligt.

Også i forårsperioden før vækstsæsonens begyndelse kan der foregå en mineralisering af organisk bundet kvælstof. Normalt vil det om foråret dannede nitrat være mindre udsat for udvaskning, idet den nedadgående vandstrøm i jorden (afstrømningen) sædvanligvis ophører i løbet af marts måned. Herefter vil nitrat og ammonium kunne ophobes i jorden, indtil planteoptagelsen begynder.

Jordens pulje af mineralsk kvælstof tilført med eller dannet ved mineralisering af organisk bundet kvælstof (f. eks. husdyrgødning) er udsat for denitrifikationstab. Dette tab afhænger af jordtype, jordens vandmætning, jordens temperatur, jordens indhold af nitrat og jordens pulje af lettilgængeligt organisk stof. Betingelserne for denitrifikation er ofte fundet at være optimale i forårs- og forsommerperioden, men tab ved denitrifikation kan udvise en betydelig variation fra år til år.

Kvælstofomsætningen i dyrket jord udgøres altså af en række forskellige processer, som gensidigt påvirker hinanden. Den kvantitative betydning af de enkelte processer og resultatet af deres samspil er betinget af såvel jordtype, klimaforhold som dyrkningssystem herunder anvendelse af husdyrgødning. Det er derfor vigtigt ved såvel undersøgelser som debat vedrørende en mere økonomisk og miljøvenlig anvendelse af husdyrgødningen at tage udgangspunkt i den betydning de biologiske, kemiske og klimatiske forhold har for kvælstofudnyttelsen og dermed også kvælstoftabet.

De følgende afsnit vil på ovenstående baggrund søge at belyse nogle aspek-

ter vedrørende kvælstoftab efter anvendelse af husdyrgødning.

4.2 Ammoniakfordampning

Ammoniaktabet fra husdyrproduktion og ved anvendelse af husdyrgødning kan udgøre et betydeligt tab af kvælstofgødning og samtidigt medføre en næringsstofberigelse af det omgivende miljø. Nyere danske, hollandske og belgiske opgørelser antyder, at der årligt udsendes henholdsvis 100.000, 130.000 og 70.000 t N til atmosfæren fra disse lande, hvoraf størstedelen tilskrives anvendelsen af husdyrgødning (85, 9, 81). Med stigende priser på kvælstof i handelsgødning og en øget miljøbevidsthed, samt en konstateret stigning i nedbørens ammoniumindhold (tabel 21), er der opstået en øget interesse for en mere sikker bestemmelse af ammoniaktabets størrelse og for foranstaltninger, der kan føre til en reduktion af tabet.

Tabel 21. Udviklingen i nedbørens indhold af NH_4^+ -N og NO_3^- -N ved Askov forsøgsstation. De målte værdier er baseret på "bulk sampling".

Kilde	Periode	Gennemsnit af den anførte periode		
		Nedbør (mm)	NH_4^+ kg N/ha/år	$\text{NH}_4^+ + \text{NO}_3^-$
Hansen (33)	1922-27	750	5,3	7,9
Jensen (55)	1955-61	673	5,0	7,6
Jørgensen (57)	1970-77	744	9,3	15,1

Ammoniak er tilstede i atmosfæren som gasformig ammoniak, ammonium i vandig opløsning og ammoniumsulfat. Opholdstiden for ammoniak i atmosfæren er sædvanligvis kort med opholdstider fra få timer til 1-2 uger og afhængig af vejrforholdene. I forhold til ammoniakfordampningens størrelse er omdannelsen af ammoniak til kvælstofoxider i atmosfæren af mindre betydning. På grund af ammoniaks korte opholdstid i atmosfæren og den ujævne fordeling af kilder til ammoniakudsendelsen er koncentrationen i atmosfæren meget variabel. En vurdering af afsætningen af den udsendte ammoniak forudsætter således målinger af afsæt-

ning både lokalt og regionalt. I forbindelse med større koncentrationer af dyr er der fundet en forhøjet afsætning af ammoniak i de nærmeste omgivelser (38, 78). En sådan forhøjet lokal afsætning af ammoniak kan påvirke nærliggende næringsfattige biotoper.

Ammoniaktabet fra husdyrproduktionen og husdyrgødningens anvendelse kan opdeles i fire faser: 1. Tab fra staldanlæg, 2. Tab fra gødningslagre, 3. Tab ved udbringning, og 4. Tab fra udbragt gødning. Disse tab vil blive omtalt i det følgende.

4.2.1 Ammoniaktab fra staldanlæg

Tabet af ammoniak fra staldanlæg er kun lidt undersøgt. Der foreligger imidlertid målinger af ammoniakindholdet i staldluft, som ved kendskab til luftskiftet i de pågældende staldanlæg kan omregnes til absolutte tab. Sådanne beregninger er udført af Statens jordbrugstekniske Forsøg i forbindelse med en nylig igangsat undersøgelse af ammoniaktab fra stalde og gødningslagre. Foreløbige beregninger antyder et samlet årligt ammoniaktab på 28.000 t N på landsbasis (95). Ammoniaktab kan hidrøre fra dyrene selv, men tabet fra gødning i staldanlægget bidrager med langt størsteparten af det samlede tab (77).

4.2.2 Ammoniaktab fra gødningslagre

Gødningslagre kan være af meget forskellig beskaffenhed og udformning, hvorfor ammoniaktabet fra disse må betragtes som meget variabelt. I relation til ammoniaktab kan opbevaringsbetingelserne karakteriseres som anaerobe (iltfri) eller aerobe. Kirchmann (58) angiver på baggrund af et omfattende litteraturmateriale, at anaerob opbevaring af fast gødning giver de laveste ammoniaktab (5-20% af det totale kvælstofindhold i gødningen), mens helt eller delvist aerob opbevaring resulterer i større ammoniaktab (op til mere end 40% af kvælstofindholdet). I de citerede forsøg var gødningens opbevaringstid sædvanligvis mellem 3 og 9 måneder.

Fordampningstabet af ammoniak fra husdyrgødningslagre afhænger også af opbevaringstemperaturen, gødningens vandindhold og indholdet af strøelse (f. eks. halm, savsmuld, sphagnum) (58). Fordampningstabet er større ved højere temperaturer (f. eks. sommer) og ved betingelser, hvor gødningen udsættes for

udtørring (58, 86). Tilsætning af strøelse giver sædvanligvis anledning til lavere ammoniakfordampning.

Den måde, hvorpå ny gødning tilføres lageret, påvirker fordampningstabet. Tilførsel af ny gødning til lagerets bund (f. eks. indpumpning af gylle i gyllebeholderens bund) giver således anledning til væsentlig lavere ammoniakfordampning (mindre end 15% af ammoniakindholdet) end tilførsel af ny gødning til lagerets top (f. eks. udmugningsanlæg med kegleformet gødningslager) (87). I sidstnævnte situation kan ammoniakfordampning udgøre op til 60% af gødningens ammoniakindhold, afhængig af temperatur, gødningens pH og størrelsen af den enkelte tilførsel af ny gødning til lageret. Det forholdsvis lave tab fra lagere, hvor gødningen tilføres i bunden af lageret, skyldes blandt andet, at der ved denne lagerudformning sikres mere anaerobe forhold, og at der dannes en ubrudt og fast skorpe på overgangen mellem gødningen og luften. I en sådan lagerudformning synes ammoniaktabet at være begrænset af ammoniakens diffusionshastighed i gødningen (87) (se også afsnit 2.4).

4.2.3 Ammoniaktab ved gødningsudbringning

Ammoniaktabet fra husdyrgødningen i udbringningsfasen (fra læsning ved lager til gødningen er udbragt i marken) er kun lidt undersøgt. Det er dog muligt ud fra kendskab til forhold, der generelt påvirker ammoniaktabet fra husdyrgødning, at angive nogle kvalitative aspekter ved dette tab.

Udbringning under forhold med lav temperatur, høj luftfugtighed (evt. regn) og lille vindhastighed vil generelt reducere ammoniaktabets størrelse. Gødningssprederens virkningsprincip og mekaniske indretning er formodentlig også af betydning for ammoniaktabets størrelse. Sker spredningen med udstyr, der afstedkommer en stærk findeling af gødningen, og spredes gødningen med stor kraft for at dække et større areal, vil ammoniakfordampningen være større, end hvis der anvendes udstyr, der sikrer en mere nansom behandling af gødningen. Direkte nedfældning af flydende gødning vil under optimale forhold kunne reducere ammoniaktabet til meget lave værdier, men også udlægning vil i forhold til udspreddning kunne medføre reducerede ammoniaktab.

Tabel 22. Ammoniaktab (udtrykt ved % udbyttenedgang) fra udbragt husdyrgødning efter forskellig henliggetid på marken inden nedbringning. Udbytteforsøg i korn, roer og kartofler til belysning af staldgødning og ajle's kvælstofeffekt (41, 42).

Behandling	% udbyttenedgang	
	Ajle	Staldg.
Nedbragt straks efter udbringning	0	0
- efter 6 timer	5-41	11-21
- - 24 -	17-43	21-35
- - 96 -	26-56	36-56

4.2.4 Ammoniaktab fra udbragt gødning

Efter udbringning af husdyrgødning på jordoverfladen vil nedbringning (nedharvning eller nedpløjning) umiddelbart efter give anledning til mindre ammoniaktab, end hvis gødningen henligger på jordoverfladen i længere tid. Ældre

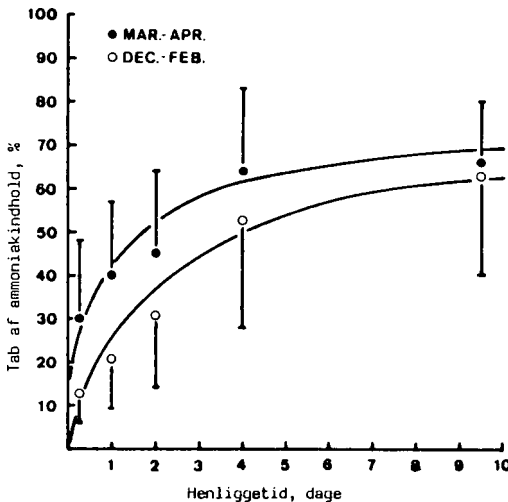


Fig. 7. Ammoniaktab fra fast gødning henlagt undendørs på metalbakker (31, 32)

danske forsøg (tabel 22) med ajle og fast staldgødning antyder betydelige gødningstab efter kun 6 timers forløb. I disse forsøg blev ammoniaktabet bestemt indirekte som en udbytteforskel mellem umiddelbar nedbringning af gødningen og nedbringning fra 6 til 96 timer efter udbringningen. Idet andre forhold end ammoniaktab kan påvirke de målte udbytteforskelle (10), og idet variationen i talmaterialet er betydelig, er der behov for bedre bestemmelser af ammoniaktabet. Fig. 7 viser ammoniaktabet fra fast gødning anbragt på metalbakker i det fri. Det med denne teknik målte tab er noget større end markforsøgene antyder (tabel 22), hvilket kan skyldes, at gødningen ikke var i kontakt med jord og var udsat for udtørring. Variationen i de målte tab var også i denne forsøgsrække betydelig og kan ligesom for markforsøgene blandt andet tilskrives variation i vejrforholdene i forsøgsperioden.

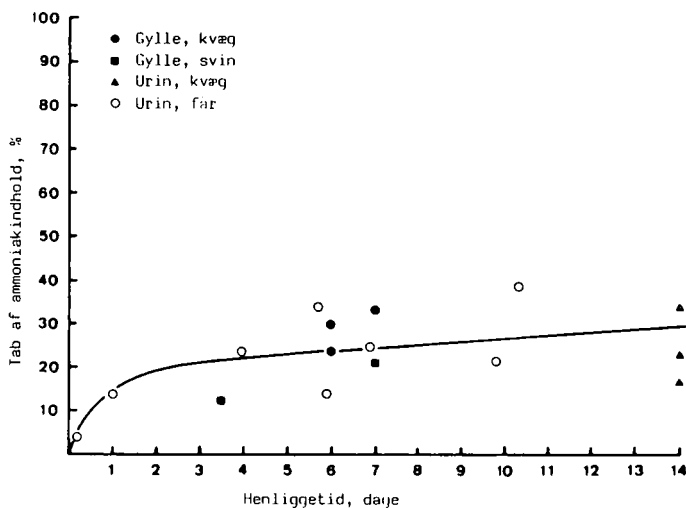


Fig. 8. Ammoniaktab fra flydende husdyrgødning udbragt på jordoverfladen bestemt ved direkte målinger (5, 36, 102, 107).

Ammoniaktabet fra udbragt gødning er blevet søgt bestemt med en række forskellige metoder (10). De fleste nyere metoder bestemmer ammoniaktabet direkte ved måling af ammoniakindholdet i luft, der forlader gødningen. Resultater fra forsøg, hvor der er anvendt direkte måling, er sammenstillet i fig. 8, og det ses, at de opnåede resultater for ammoniaktabet er cirka halvt så store, som tab bestemt ved indirekte metoder. Kontinuert måling af ammoniakindholdet i luften over overfladeudbragt gødning har vist en betydelig døgnvariation i am-

moniakfordampningen (100, 5, 36, 107). Ammoniaktabet er sædvanligvis størst midt på dagen og mindst i perioden efter midnat. Forskellen mellem samhørende tab på to efterfølgende dage er ofte mindre end den observerede døgnvariation. Typiske maksimumværdier for ammoniakfordampning strækker sig fra 0,05 til 3 kg N pr. ha pr. time.

Undersøgelser udført på forskellige årstider viser betydeligt lavere tab om vinteren end om sommeren (107, 102). Generelt vil høj lufttemperatur, lav luftfugtighed og blæst medvirke til et øget ammoniaktab fra overfladeudbragt husdyrgødning. De laveste tab finder sted i køligt og fugtigt vejr (evt. regn) og ved lave vindhastigheder. Efter nedbringningen af husdyrgødningen antages ammoniaktabet at være lille, medmindre nedbringningen er meget overfladisk. Såfremt nedbringningen sker i meget tør jord eller i jord med højt pH, kan der forekomme ammoniaktab efter nedbringningen.

Tabet af ammoniak fra overfladeudbragt gødning kan forventes at være lavere, hvis udbringningen sker under et plantedække (f. eks. udlægning i rækkeafgrøder som roer og majs). Et plantedække vil nedsætte vindhastigheden ved jordoverfladen og dermed betingelserne for fordampning af ammoniak fra gødningen. Desuden er den voksende afgrøde i stand til at absorbere ammoniak fra luften, hvorved en del af den fordampede ammoniak ikke afgår til atmosfæren (23, 37, 96).

Tabel 23. Ammoniakfordampningen i % af total-N ved lagring (inkl. tab fra staldanlæg) og udbringning (inkl. tab fra udbragt gødning) af ajle, fast staldgødning og gylle (85).

Lagring:	Gylle	5-10%
	Ajle	10-15%
	Fast staldgødning	10-20%
Udbringning:	Gylle	30%
	Ajle	30%
	Fast staldgødning	15-20%

Tabel 24. Den årlige ammoniakfordampning beregnet ud fra den procentuelle fordampning er angivet i tabel 23 og ud fra husdyrgødningsproduktionen, udregnet på baggrund af husdyrbestanden i Danmark i perioden 1978-1982 (85).

		Årlig ammoniak- fordampning t N/år
Lagring:	Gylle	6.600-13.200
	Ajle	8.600-12.900
	Fast staldgødning	11.200-22.400
Udbringning:	Gylle	29.700
	Ajle	19.200
	Fast staldgødning	12.600-16.800
I alt		87.100-114.200

4.2.5 Ammoniaktabet på landsplan

I forbindelse med udarbejdelsen af Miljøstyrelsens NPO-redegørelse (85) blev der opstillet et skøn over den samlede ammoniakfordampning fra produktion og anvendelse af husdyrgødning i Danmark. Dette skøn indeholder en betydelig usikkerhed på grund af manglende og usikre målinger af de forskellige tabsposter, men må anses for at være det for tiden bedste arbejdsgrundlag (tabel 23 og 24). Den årlige ammoniakudsendelse fra husdyrgødningsproduktion og anvendelse er beregnet til mellem 87.000 og 114.000 t N pr. år. Et skøn over ammoniakudsendelsen fra husdyrgødning i de forskellige kommuner er angivet i fig. 9 (104). Heraf fremgår, at ammoniakudsendelsen i en række jyske kommuner kan udgøre mere end 45 kg N pr. ha pr. år. Belgiske resultater fra områder med intensiv husdyrproduktion antyder tab på op til 150 kg N pr. ha pr. år (81).

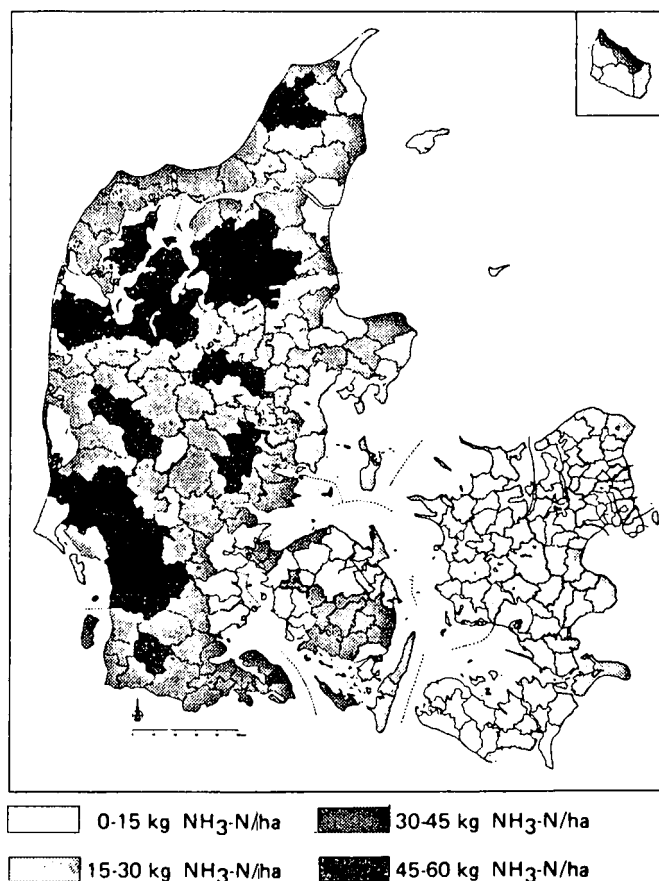


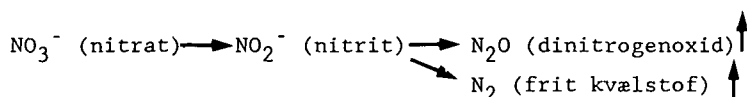
Fig. 9. Skøn over ammoniakudsendelse fra husdyrgødning i de forskellige kommuner (104).

Arbejdet med beregningen af ammoniakfordampningen i NPO-redegørelsen afdækkede et betydeligt behov for undersøgelser af de forskellige faser i ammoniaktabet fra husdyrproduktion og anvendelse af husdyrgødning. Der er derfor iværksat en række undersøgelser, dels af Miljøstyrelsen dels af Statens Plan-teavlsforsøg. Tabet af ammoniak fra stalde og gødningslagre undersøges af Statens jordbrugstekniske Forsøg, Bygholm og Center for Jordøkologi. Tabet fra selve udbringningen og tabet fra udbragt gødning undersøges af Askov forsøgsstation.

4.3 Denitrifikation

Omdannelsen af mineralsk kvælstof (nitrat) til luftformige kvælstofforbindelser (denitrifikation) er en af de kvantitativt mindst belyste processer i den dyrkede jords kvælstofomsætning. Idet processen kan medføre et betydeligt tab af værdifuld kvælstofgødning fra dyrkede arealer, knytter der sig en betydelig landøkonomisk og miljømæssig interesse til denne omsætning.

Tabet af kvælstof til luftform ved biologisk denitrifikation kan beskrives således:



hvor begge sidstnævnte luftformige kvælstofforbindelser kan tabes til atmosfæren.

I dyrkningslaget tilskrives omdannelsen af nitrat til dinitrogenoxid og frit kvælstof hovedsageligt den bakterielle denitrifikation. Skønsmæssigt er mellem 5 og 20% af jordbundens bakterier i stand til at denitrificere.

Nogle af de vigtigste forudsætninger, for at denitrifikation kan finde sted, er tilstedeværelsen af iltfri eller iltfattige forhold, let nedbrydeligt organisk stof og nitrat. Desuden er processen, som de fleste biologiske processer i jordbunden, påvirket af faktorer som jordtype, jordtemperatur og reaktions-tal (pH). Under markforhold er der således god grund til at antage, at de generelle dyrkningsbetingelser og ikke mindst gødskningspraksis øver en betydelig indflydelse på omfanget af denitrifikationsprocessen. En nærmere beskrivelse af denitrifikationsprocessen og de forskellige jordbundsfaktorerers indflydelse herpå findes i (27).

Ved anvendelse af husdyrgødning tilføres jorden betydelige mængder organisk stof samt kvælstof på såvel mineralsk som organisk form. En del af det organiske stof i husdyrgødningen er letomsætteligt og kan således levere energi til denitrifikationsprocessen, samtidigt med at der mineraliseres kvælstof. Da der også tilføres mineralsk kvælstof (i form af ammonium som i jorden omdannes til nitrat), kan anvendelsen af husdyrgødning, især i større mængder, antages at give gode betingelser for denitrifikation. Virkningen kan formodes at afhænge af husdyrgødningens art (fast staldgødning, gylle, ajle), indhold af letomsættelige organiske forbindelser, indhold af mineralsk kvælstof og endelig af

gødningens konsistens (tørstofindhold).

Imidlertid indeholder dyrkningslaget i forvejen betydelige mængder organisk stof (humus), og laget tilføres til stadighed også organisk stof i form af afgrøderester. Stabiliteten og størrelsen af de forskellige fraktioner af organisk stof, som findes i dyrkningslaget, er dog kun lidt kendt, og spørgsmålet om betydningen af det med husdyrgødningen tilførte organiske stof for omfanget af denitrifikation er derfor ikke afklaret tilfredsstillende.

Der er i de seneste år gennemført en række forsøg og undersøgelser, hvor denitrifikationen er søgt bestemt for såvel husdyrgødet (især gylle) som handelsgødet jord. Der er metodemæssigt betydelige vanskeligheder ved bestemmelse af den samlede denitrifikation under markforhold, blandt andet på grund af det store indhold af frit kvælstof i atmosfæren (ca. 78%), store døgn- og årstidsvariationer i denitrifikations-hastigheden samt på grund af den rumlige variation i jordens fysisk/kemiske og biologiske egenskaber. Det følgende vil derfor også belyse mere metodemæssige aspekter af spørgsmålet om denitrifikation efter anvendelse af husdyrgødning.

4.3.1 Husdyrgødning og denitrifikation

Fig. 10 viser denitrifikationstab fra forskellige jordtyper, hvor afgrøden er vårbyg, gødet med normale mængder handelsgødning. Det ses, at det luftformige kvælstoftab som følge af denitrifikationen er lavt på de sandede jorder (forsøgssted 1 og 2), mens tabene på lerjorderne 3 og 4 er fundet at være 30 til 60 kg N pr. ha pr. år. Tabet på marskjorden er lidt lavere.

Denitrifikationstabt på en lerjord med vårbyg dyrket ved to gødskningsniveauer er vist i fig. 11 sammen med jordens nitratinhold og nedbørsfordelingen. Der ses at være en sammenhæng mellem denitrifikationstabets størrelse og jordens nitratinhold i den forudgående periode, men at denitrifikationstabet først bliver betydeligt i forbindelse med store nedbørsmængder (slutningen af maj og begyndelsen af juni). Ved de store nedbørsmængder øges vandmætningen af jorden og dermed skabes større mulighed for anaerobe forhold. Efter at jordens nitratinhold er faldet til relativt lave værdier, bevirker store nedbørsmængder ikke en øget denitrifikation, formodentlig på grund af, at denitrifikationen på dette tidspunkt er begrænset af nitrattmangel.

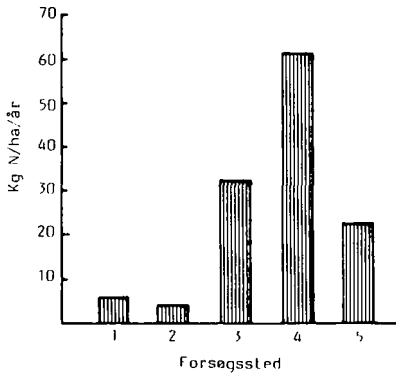


Fig. 10. Denitrifikationstab fra forskellige jordtyper med normalt gødet (handelsgødning) vårbyg som afgrøde. 1. Jydevad (vandet), 2. Tylstrup, 3. Roskilde, 4. Rønhave og 5. Højer (efter 4).

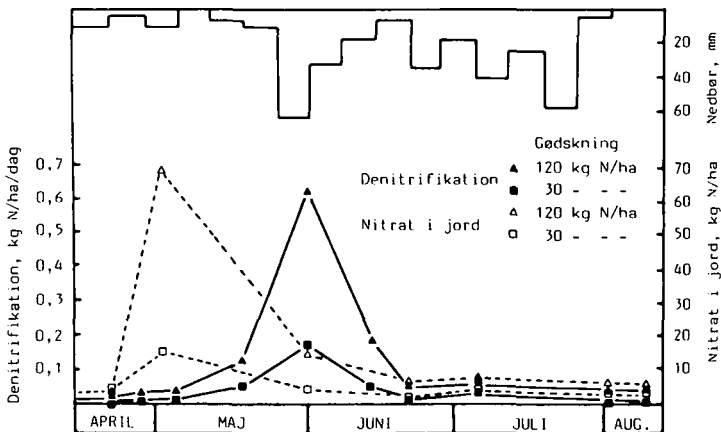


Fig. 11. Denitrifikationstab, nitrat-indhold i jord og nedbør i vårbyggs vækstperiode ved to gødskningsniveauer (30 kg N/ha og 120 kg N/ha). Forsøg på lerjord (Roskilde) (efter 109).

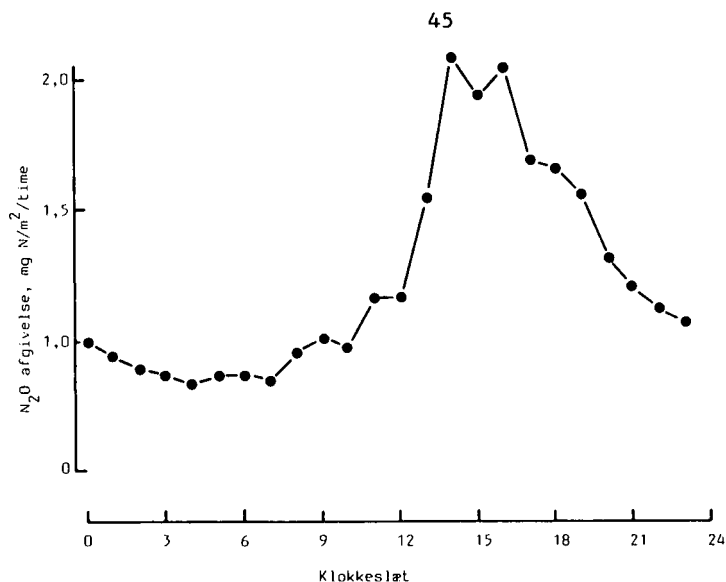


Fig. 12. Døgnvariationen i N_2O afgivelsen (16. juli 1981) en uge efter tilde-
 ling af kvæggylle (159 kg min.-N/ha og 119 kg org.-N/ha) til vedva-
 rende græs (efter 17).

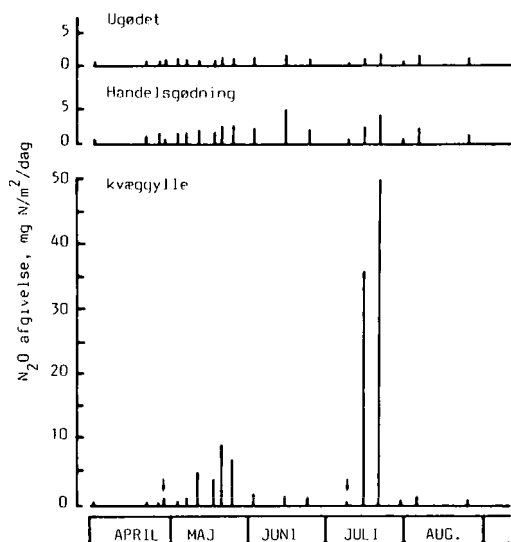


Fig. 13. N_2O afgivelse fra vedvarende græs der var ugødet eller gødet med en-
 ten handelsgødning (100 + 100 kg N/ha i $NH_4NO_3^-$) eller kvæggylle
 (103 + 159 kg min.-N/ha) den 30. april og den 10. juli 1981. (angi-
 vet med pile i figuren) (efter 17).

Tabet af kvælstof ved denitrifikation kan vise betydelige døgnvariationer. Fig. 12 viser døgnvariationen i N_2O afgivelsen fra en vedvarende græsmark, der en uge tidligere var blevet tildelt gylle. Den maksimale N_2O afgivelse målt i dette forsøg er ca. dobbelt så stor som afgivelsen fundet i perioden efter midnat, men andre målinger i samme forsøg (udført 12/13 maj) giver maksimumværdier, der er omkring otte gange højere end de laveste værdier, som også i denne måleserie blev fundet i natteperioden (17).

Afgivelsen af N_2O (taget som udtryk for den samlede denitrifikation) er fundet at være højere efter anvendelse af gylle sammenlignet med ugødet og handelsgødte parceller (fig. 13). Selvom de anvendte mængder af handelsgødning og husdyrgødning indeholdt sammenlignelige mængder mineralsk kvælstof ($NH_4^+ + NO_3^-$), er denitrifikationstabt op til 10 gange højere for den husdyrgødede parcel end for den handelsgødede parcel. Denitrifikationstabt fra sidstnævnte behandling svarede mere til tabet fundet for den ugødede parcel.

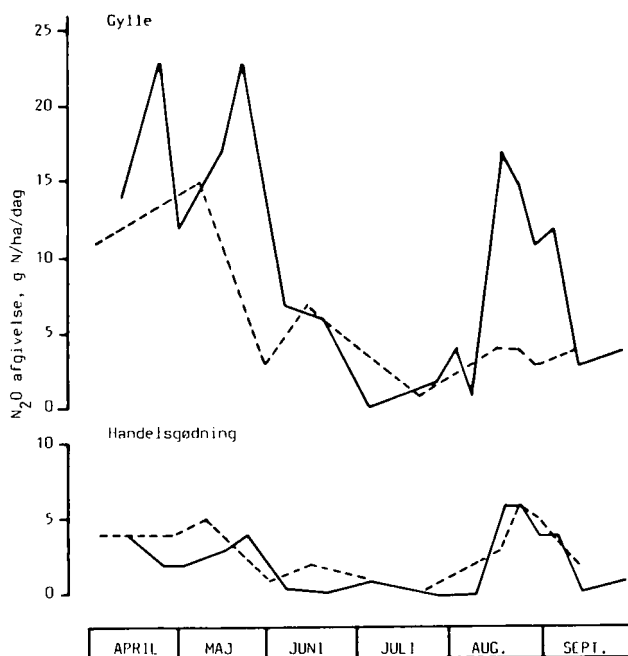


Fig. 14. N_2O afgivelsen fra jord (pH 5,6) bevoget med byg og gødet med handelsgødning (KNO_3 , 120 kg N/ha) eller gylle (96 kg min.-N/ha, 116 kg org.-N/ha). Afgivelsen blev målt to steder i hver behandling, og resultater fra de to steder er angivet ved stiplede og fuldt optrukne linier (efter 19).

I fig. 14 er illustreret den horisontale variation i denitrifikationstabset fra jord gødet med handelsgødning og husdyrgødning (gylle). I dette forsøg blev N_2O afgivelsen målt to steder i samme behandlingsparcel, og på fig. 14 er disse værdier angivet med henholdsvis stiplet og fuldt optrukken linie. Den største horisontale variation blev målt i den husdyrgødede parcel, mens variationen i den handelsgødede afdeling var mindre. Også her ses denitrifikationen at være større fra den husdyrgødede end fra den handelsgødede parcel.

Denitrifikationstabets størrelse afhænger af den udbragte mængde husdyrgødning (fig. 15), mens årstidsvariationen i dette forsøg blev fundet at være den samme for de to behandlinger, idet dog enkelte målinger i september og oktober giver forskelle i variationsmønstret. Årstidsvariationen ses at være betydelig i de ovenfor anførte undersøgelser (fig. 11, 14 og 15), og perioderne med høj denitrifikationsaktivitet ses at være forskellige i de forskellige undersøgelser. Generelt synes denitrifikationen dog at være lav i juli måned, mens der ofte findes stor denitrifikationsaktivitet i april/maj og igen i september/oktober. Sidstnævnte aktivitetsmaksimum er dog mindre hyppigt forekommende.

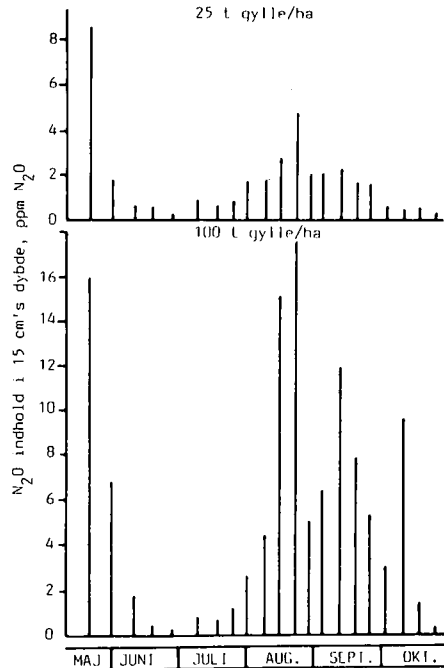


Fig. 15. Jordluftens indhold af N_2O i 15 cms dybde efter tilførsel af 25 eller 100 t gylle/ha til byg (Forsøgssted Askov, 1980) (efter 16).

Tabel 25. N_2O afgivelse fra jord efter 9 års gentagen gødskning med handelsgødning (40 kg N/ha, 160 kg N/ha) eller gylle (25 t/ha, 100 t/ha). Resultater fra 1982, afgrøde byg, forsøgssted Askov; gylle udbragt i februar og handelsgødning i april 1982 (efter 21)

kg min. N/ha udbragt	N_2O tab, kg N/ha/periode			
	Handelsgødning		Gylle	
	40	160	(25 t)	(100 t)
Periode 1982				
april-maj	2,3	4,6	4,1	46,8
juni-juli	0,3	0,3	0,1	2,0
aug.-okt.	0	0,3	0,3	0,9
Sum af 1982	2,6	5,2	4,5	49,7

N_2O afgivelsen fra handelsgødet og husdyrgødet jord er sammenlignet i tabel 25 for de tre perioder: april/maj, juni/juli, og august/september. For alle behandlinger ses den største denitrifikation at finde sted i perioden april/maj, mens de to andre perioder viser meget lav denitrifikationsaktivitet. N_2O afgivelsen fra behandlingen 100 t gylle pr. ha pr. år (9 års gentagen behandling) ses at være omkring 10 gange højere, end hvor der tilføres 25 t gylle pr. ha pr. år, mens tabet fra sidstnævnte behandling svarer til tabet fra jord tilført 160 kg N pr. ha pr. år i handelsgødning.

Som nævnt i indledningen er det samlede denitrifikationstab vanskeligt at måle direkte under markforhold, idet det ene denitrifikationsprodukt (N_2) i forvejen udgør ca. 78% af atmosfærisk luft. Under forsøg i marken måles som regel kun denitrifikationsproduktet N_2O , mens den samlede denitrifikation ($N_2 + N_2O$) kan måles på prøver inkuberet i laboratoriet. Det under disse betingelser målte forhold mellem denitrifikationsprodukterne N_2 og N_2O kan så anvendes til at omsætte de målte markværdier for N_2O til total denitrifikationstab. Imidlertid afhænger forholdet mellem N_2 og N_2O af blandt andet jordens nitratindhold og jordens fugtighed (tabel 26), og af tilstedeværelsen af planterødder (fig. 16 og tabel 27).

Tabel 26. Forholdet mellem denitrifikationsprodukterne N_2 og N_2O i relation til jordfugtighed og jordens nitratindhold (efter 20).

Jordens nitratindhold mg N/kg jord	Vandbinding, bar			
	0-10	10-20	20-40	40-80
	N_2/N_2O			
0-10	2,2	2,5	3,6	0,7
10-20	0,7	2,9	3,0	2,2
20-30	1,1	2,2	6,7	
30-40		0,6		
40-50		1,3	4,7	

Målingen i marken af N_2O afgivelsen og den efterfølgende bestemmelse i laboratoriet af forholdet mellem N_2O og N_2 bør altså bestemmes på jord, der er behandlet ens og udtaget samtidigt.

Tabel 27. Forholdet mellem $(N_2O + N_2)/N_2O$ under vækstforløbet af handelsgødet (30 og 120 kg N/ha) vårbyg. Prøver "-planter" er udtaget mellem planterækker, mens prøver "+planter" er udtaget i planterækken (efter 109).

kg N/ha udbragt	- planter		+ planter	
	30	120	30	120
Dage efter fremspiring				
4	1,2	1,1	3,3	1,9
18	3,0	1,3	3,0	3,9
31	6,5	4,9	4,2	7,2
45	4,0	2,0	2,4	3,4
52	2,3	1,4	2,5	4,3
67	2,0	1,0	-	2,8
94	2,8	1,4	2,1	3,0

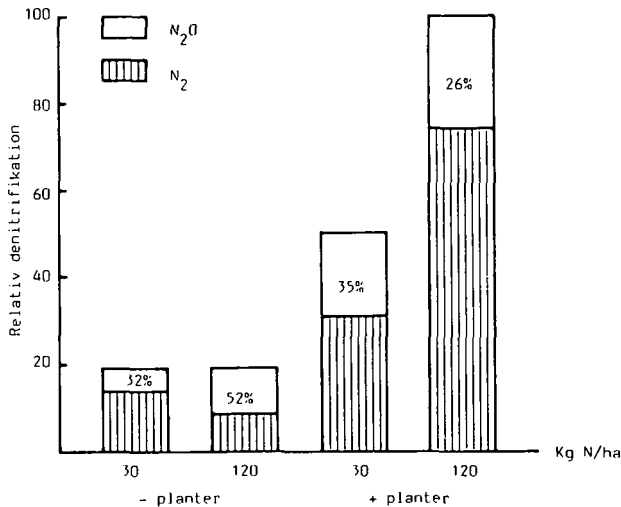


Fig. 16. Den relative denitrifikation fra handelsgødet jord (30 og 120 kg N/ha) dyrket med vårbyg, og forholdet mellem denitrifikationsprodukterne N_2O og N_2 . Prøver "-planter" er udtaget mellem planterækker, og prøver "+planter" er udtaget i planterækken (efter 109).

Tabel 28 viser den samlede denitrifikation fra lerjord gødet med handelsgødning og husdyrgødning under anvendelse af ovennævnte princip. Mens denitrifikationstabt fra behandlingen 100 t gylle pr. ha stort set er det samme i 1983 og 1984 (ca. 70 kg N pr. ha), er der betydelig forskel på tabet fra de øvrige behandlinger de to år. Forskellen mellem de sidstnævnte behandlings kvælstoftab de to år kan henføres til forskelle i nedbøren i perioden april/maj (220 mm i 1983, 50 mm i 1984), der de to år har givet betydelige forskelle i jodens vandmætning (18). I 1983 forekom størstedelen af denitrifikationstabt i perioden april/maj, mens der i 1984 også var betydelige denitrifikationstab i perioden fra august til oktober (20).

Tabel 28. Det totale kvælstoftab ved denitrifikation ($N_2 + N_2O$) fra lerjord (Roskilde forsøgsstation) tilført handelsgødning (NH_4NO_3) eller svinegylle. Resultater fra 1983 og 1984 (efter 20)

kg min. N/ha udbragt	Totalt N tab, kg N/ha/periode			
	Handelsgødning		Svinegylle	
	40	160	(25 t)	(100 t)
Periode 1983				
12. april - 11. maj	22,1	27,5	15,5	33,1
12. maj - 6. juni	21,0	35,1	11,3	25,4
7. juni - 19. juli	1,1	6,5	1,7	8,8
20. juli - 4. okt.	0,3	0,9	0,3	0,7
5. okt. - 15. nov.	0,8	0,6	0,8	1,7
Sum 1983	45,3	70,6	29,6	69,7
Periode 1984				
10. april - 14. maj	1,7	3,9	6,8	26,2
15. maj - 6. juni	0,1	0,2	0,2	0,8
7. juni - 2. juli	1,7	3,2	1,1	8,3
3. juli - 1. okt.	9,6	1,9	3,2	20,4
2. okt. - 1. dec.	1,7	2,5	2,5	13,7
Sum 1984	14,8	11,7	13,8	69,4

Det luftformige tab af kvælstof ved denitrifikation efter anvendelse af husdyrgødning kan være betydeligt. Ved anvendelse af 100 t gylle pr. ha er det målt til ca. 70 kg N pr. ha. Ved anvendelse af f. eks. 25 t gylle pr. ha er det fundet at være betydeligt mindre (mellem 14 og 30 kg N pr. ha). Disse værdier er opnået ved målinger på en enkelt jordtype (lerjord). Idet der er en betydelig indflydelse af såvel jordtype som klima på denitrifikationstab, er det ikke muligt generelt af angive denitrifikationstab i absolutte værdier. Der er således et behov for et større talmateriale, dækkende såvel andre jordtyper som flere år og andre typer husdyrgødning end gylle.

4.4 N-tab ved nedsivning

Nedsivning af kvælstof fra udbragt husdyrgødning afhænger af et samspil af flere faktorer. De vigtigste er nedbør og dermed afstrømning, jordtype, afgrødeart og tilført mængde N. Desuden vil betingelserne for mineralisering af det organisk bundet kvælstof i husdyrgødningen i afstrømningsperioden påvirke N-udvaskningen.

Undersøgelser over udvaskning efter anvendelse af husdyrgødning er gennemført i lysimeterforsøg ved Askov forsøgsstation fra 1974-83, med grovsandet jord fra Lundgård (JB1) og lerjord fra Rønhave (JB7).

Formålet med undersøgelserne har været at måle optagelse af plantenæringsstoffer og at undersøge sammenhæng mellem stigende gødskning og det nedsivede vands indhold af plantenæringsstoffer.

I lysimeterforsøg kan hele den gennemsviede vandmængde opsamles og derved kan den totale næringsstofudvaskning fra rodzonen bestemmes.

Til sammenligning med virkningen af stigende tilførsel af husdyrgødning indgik forsøgsled gødet med NPK i handelsgødning.

4.4.1 N-tab ved gødskning

Udvaskning af kvælstof påvirkes ikke alene af mængden af tilført kvælstof, men som nævnt også af gødningens art.

Det ses af fig. 17, at der i gennemsnit af et sædskifte med roer, byg, græs og byg er større kvælstofudvaskning efter tilførsel af husdyrgødning end efter handelsgødning.

Resultaterne viser, at kvælstofudvaskningen er størst efter vårbyg, som har en relativ kort vækstperiode, mindre efter roer og mindst efter græs. Den større udvaskning fra vårbyg skyldes, at kvælstofoptagelsen er tilendebragt i løbet af juli måned. Organisk bundet kvælstof tilført med husdyrgødning og mineraliseret i jorden efter høst er udsat for udvaskning i den efterfølgende afstrømningsperiode. Dette gælder også for kvælstof, der mineraliseres fra rodrester og fra jordens organiske kvælstofpulje.

Afgrøder med en længere vækstsæson som f. eks. rodfrugt optager kvælstof også i eftersommeren, hvorfor kvælstofudvaskningen herfra er væsentlig mindre. Når jorden er græsdækket vil det frigjorte kvælstof blive optaget af græsset, og udvaskningen bliver derfor lille også herfra.

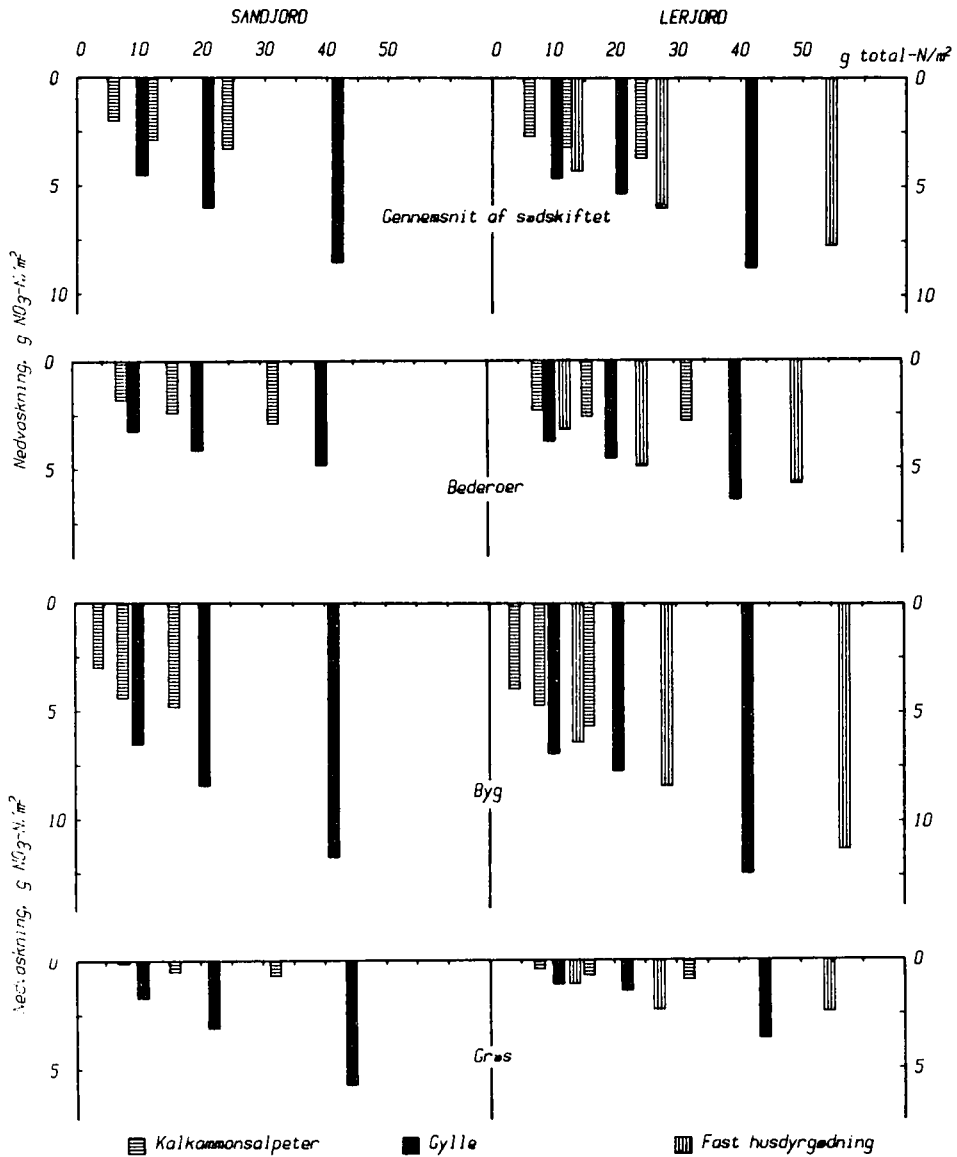


Fig. 17. Kvælstofnedvaskning, g NO₃-N/m². Askov forsøgsstation 1974-83.

Ovennævnte forhold er også vist i en svensk undersøgelse (7), hvor der er fundet udvaskning på 2 og 41 kg N pr. ha efter henholdsvis sukkerroer og vårhvede.

Mc Allister, Irland, (99) har i lysimeterforsøg vist, at udvaskning fra græsdækket jord er ca. 40 gange mindre end fra ubevokset jord.

Kvælstofudvaskningen efter byg på sandjord (fig. 17), hvor der er anvendt 8 og 16 g kvælstof pr. m^2 i kalkammonsalpeter har været 3-4 g N pr. m^2 .

Ved tilførsel af 2,5 kg gylle pr. m^2 (25 t pr. ha) udvaskes ca. 5 g N pr. m^2 . Fordobles gyllemængden, stiger udvaskningen til 6 g N pr. m^2 , men efter anvendelse af 10 kg husdyrgødning pr. m^2 er udvaskningen forøget til 10 g N pr. m^2 .

Efter roer har kvælstofudvaskningen været 1-2 g N pr. m^2 og udvaskningen er kun lidt påvirket af gødningsmængden.

Det fremgår endvidere af fig. 17, at der ikke har været forskel i kvælstofudvaskningen mellem lerjord og sandjord og heller ikke mellem fast staldgødning og gylle på lerjord (se også afsnit 7.6).

4.4.2 N-tab fra markmødding

N-tab ved nedsivning fra staldgødning kan forekomme fra markmøddinger uden fast bund.

For at kvantificere dette tab blev der fra Askov forsøgsstation foretaget en undersøgelse (82), hvor der i årene 1974-76 i det sydlige Jylland blev udtaget jordprøver fra sand- og lerjordsarealer, hvor der umiddelbart før havde ligget en markmødding uden fast bund. De fundne stigninger i jordens indhold af ammonium og nitrat umiddelbart efter tømning af markmødding er vist nedenfor:

Stigning i jordens ammonium- og nitratindhold, umiddelbart efter tømning af markmødding.

Jorddybde, cm	NH ₄ -N, mg/kg jord		NO ₃ -N, mg/kg jord	
	Lerjord	Sandjord	Lerjord	Sandjord
0- 20	136	134	10	47
50- 70	84	39	3	26
100-120	46	27	1	25
150-170	36	15	2	18
200-220	19	7	1	6

Undersøgelsen viste et forøget indhold af ammoniumkvælstof i jorden i indtil 2 m dybde, hvor der havde ligget en markmødding.

Selv 1 år efter, at møddingerne var fjernet, fandtes stadig et betydeligt indhold af ammoniumkvælstof. Efter 2 år var indholdet faldet til samme niveau som forekom i de omkringliggende ubelastede arealer.

For nitratkvælstoffets vedkommende var de fundne mængder gennemgående små.

4.5 Overfladeafstrømning

I bakket terræn kan der fra arealer med vinterudbragt gylle, ved snesmeltning bortføres organisk materiale, kvælstofforbindelser og fosfor fra arealer med vinterudbragt gylle, men også under andre forhold kan der ske overfladeafstrømning.

Norske undersøgelser (106) viser, at bortførsel af fosfor ved overfladeafstrømning efter spredning af husdyrgødning om vinteren eller om efteråret varierede fra 3,5 til 7% af den tilførte mængde. Et enkelt år med særlig kraftig overfladeafstrømning blev ca. 15% af den udbragte fosfor bortført.

For kvælstoffet varierede bortførslen mellem 2-9% af den tilførte mængde.

Under danske forhold findes der ikke direkte undersøgelser over tab ved overfladeafstrømning, men der bør ikke udbringes gylle på arealer, hvorfra overfladeafstrømning kan medføre forurening.

5. INDFLYDELSE PÅ JORDBUNDEN

Ved anvendelse af staldgødning og gylle tilføres jorden betydelige mængder af organisk materiale. Dette kan forventes at influere på en række af de jordbunds faktorer, der har betydning for, at jorden kan fungere som et godt planteproduktionsgrundlag.

I forbindelse med et forsøg til belysning af husdyrgødningens virkning, anlagt ved Askov i 1973 (belastningsforsøg, L-mark), er der udført en række specialundersøgelser med det formål at belyse husdyrgødningens indflydelse på jordbundens struktur, jordens mikrobielle biomasse og jordbundens fauna, specielt regnorme. I det efterfølgende vil resultater fra disse undersøgelser blive omtalt. Husdyrgødningens indflydelse på jordens indhold af organisk stof (humus) vil blive omtalt ved undersøgelser udført i de langvarige gødningsforsøg (anlagt 1894).

5.1 Jordbundsfysiske parametre

Fra Statens forsøgsstation, Højer, er der i 1976, 1980 og 1984 gennemført målinger af en række jordbundsfysiske parametre (97, 98, 101).

Tabel 29 viser resultater fra vådsigtningssanalyse til bestemmelse af stabile aggregater i jorden. De i tabellen angivne værdier viser procenten af aggregater (2-8 mm diameter), som efter 5 minutters sigtning ikke er blevet sønderdelt til en diameter mindre end 1 mm. Desuden er indekset ΔVGD angivet. Dette indeks angiver ændringen i den vejede gennemsnitlige aggregatdiameter under sigteprocessen. Jo mindre dette indeks er, desto større er stabiliteten af de vådstabile aggregater.

Det fremgår af tabellen, at de staldgødede led ved alle prøveudtagnings-tidspunkter har haft en større procent stabile aggregater end handelsgødede led (NPK). Samme billede fremgår af bestemmelsen af ændringen i den gennemsnitlige aggregatdiameter under sigtningen (ΔVGD). Der synes dog ikke at være entydige forskelle mellem forskellige staldgødningsmængder (25, 50 og 100 t pr. ha pr. år).

Tabel 30 viser jordens porevolumen. Anvendelse af staldgødning har som regel givet anledning til et større totalt porevolumen i jorden. Stigningen i jordens porøsitet har især fundet sted for porer større end 30 μm .

Tabel 29. Procent vådstabile aggregater i handelsgødede (NPK) og staldgødede (25, 50, 100 t/ha/år) parceller (L-mark, Askov), bestemt som mængden af aggregater (2-8 mm diameter) der ikke er sønderdelt til < 1 mm efter 5 min. vådsigtning. Δ VGD angiver ændringer i den gennemsnitlige aggregatdiameter under sigtningen (97, 98, 101).

Gødnings- behandling	% stabile aggregater			Δ VGD, mm		
	1976	1980	1984	1976	1980	1984
NPK	67,9	73,0	72,0	1,90	1,63	1,72
25 t	72,8	79,4	76,4	1,68	1,32	1,45
50 t	73,9	80,5	76,1	1,56	1,31	1,51
100 t	71,6	83,4	75,9	1,79	1,13	1,50

Tabel 30. Porevolumen i jord tilført handelsgødning (NPK) og staldgødning (25, 50 og 100 t/ha/år). L-mark, Askov (97, 98, 101).

Gødn. behand.	Totalt porevolumen			Porer > 30 μ m			Porer < 30 μ m		
	1976	1980	1984	1976	1980	1984	1976	1980	1984
NPK	44,3	40,0	41,8	13,9	6,6	9,3	30,4	43,3	32,5
25 t	46,8	40,4	44,7	18,0	8,1	11,8	28,8	32,2	32,9
50 t	46,4	45,2	46,0	15,7	11,5	13,5	30,7	33,7	32,5
100 t	47,4	45,3	48,9	16,8	11,0	14,4	30,6	34,3	34,5

I forhold til handelsgødet jord har anvendelse af staldgødning således givet en sikker forøgelse i stabiliteten af jordens aggregater (2-8 mm) i våd tilstand og har desuden øget jordens porøsitet, specielt de større porer, der er af betydning for jordens luftskifte og for bortledning af overskudsvand.

5.2 Jordens mikrobielle biomasse

Målinger af størrelsen og aktiviteten af jordens mikrobielle biomasse er udført af Statens Planteavlslaboratorium, Lyngby, i både L-marken (belastnings-

forsøg) og i B.2-marken (lermark, langvarigt gødningsforsøg).

I fig. 18 er vist den mikrobielle biomassestørrelse og aktivitet i jordprøver udtaget på tre tidspunkter i 1978. Mens der i B.2-marken er fundet en større mikrobiel biomasse efter anvendelse af gylle sammenlignet med ugødet og handelsgødet jord, er der i L-marken ikke fundet forskel mellem størrelsen af biomassen i handelsgødede og husdyrgødede parceller. Ved sammenligning af de to marker ses det, at biomassen i de to led med gylletildeling er stort set ens.

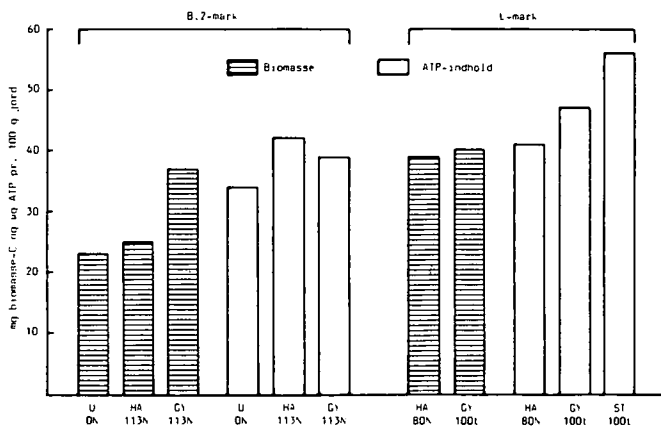


Fig. 18. Mikrobiel biomasse og ATP-indhold i jordprøver fra ugødet (U), handelsgødet (HA) og husdyrgødet (GY = gylle, ST = staldgødning) jord. Prøven udtaget 1978 (25/4, 15/8 og 3/10) og de anførte værdier er gennemsnit af fælles-parceller og udtagnings tidspunkter. N = kg N/ha/år og t = t gødning/ha/år (24, 25).

ATP-indholdet i jorden, taget som et udtryk for den mikrobielle biomasses aktivitet på prøveudtagnings tidspunktet, ses i L-marken at være større i husdyrgødede led sammenholdt med det handelsgødede led, mens anvendelse af gylle og handelsgødning i B.2-marken ikke har givet anledning til større forskelle i jordens ATP-indhold. Sammenholdes de to handelsgødede led fra L-mark og B.2-mark ses jordens ATP-indhold at være ens.

Tabel 31. Den mikrobielle biomasse og ATP-indholdet i jord fra ugødede (U), handelsgødede (HA, 144 kg N/ha/år), og staldgødede (ST, 35 t/ha/år) parceller (Broadbalk Continuous Wheat Experiment, Rothamsted) (52, 53, 8).

Gødnings- behandling	Mikrobiel biomasse				ATP indhold g ATP/g jord (ref. 52)
	mg C/100 g jord (ref. 53)	mg C/100 g jord (ref. 52)	mg P/100 g jord (ref. 8)	mg P/100 g jord (ref. 8)	
U	22	21	16	1,9	1,22
HA			19	1,4	
ST	56	52	34	4,2	3,14

Tabel 31 viser den mikrobielle biomasse og jordens ATP-indhold i et langvarigt gødningsforsøg ved Rothamsted, England. I de her citerede undersøgelser har anvendelsen af staldgødning givet anledning til en betydelig stigning i jordens mikrobielle biomasse og i jordens ATP-indhold.

Fig. 19 viser resultater fra en irsk undersøgelse af den mikrobielle biomasse i jord med vedvarende græs efter anvendelse af handelsgødning, svinegylle og kvæggylle. Mens det ugødede led ses at have næsten samme biomasse som det handelsgødede led og leddet med 50 m³ kvæggylle, giver de øvrige husdyrgødede led anledning til en stigning i jordens mikrobielle biomasse.

Tabel 32 viser et skøn over størrelsen af jordens mikrobielle biomasse baseret på jordprøver udtaget i 1980. I tabellen er biomassen udtrykt ved dens indhold af kulstof og kvælstof. Anvendelsen af 100 t husdyrgødning pr. ha pr. år ses at give anledning til en forøgelse af jordens biomasse på gennemsnitlig 170 kg C pr. ha og 26 kg N pr. ha.

Generelt synes anvendelsen af husdyrgødning at give anledning til en større mikrobiel biomasse i jorden, selv om de forskellige undersøgelser antyder en betydelig variation i virkningen af husdyrgødningen. Denne variation hænger formodentlig sammen med metodemæssige forhold, samt forskelle i jordtyper og årstidsvariation.

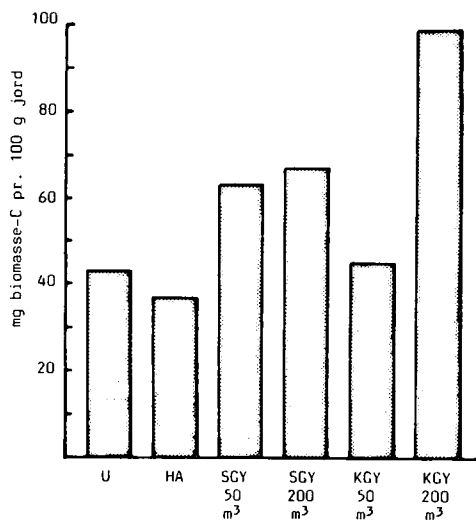


Fig. 19. Mikrobiel biomasse i jordprøver fra vedvarende græsmark (U = ugødet, HA = handelsgødet, SGY = svinegylle, KGY = kvæggylle, m³ = m³ gødning/ha/år) Irsk undersøgelse, prøver fra forår 1978, pH i jord 5,6 (1).

Tabel 32. Skøn over indholdet af C og N i jordens mikrobielle biomasse (0-20 cm dybde) (Askov, L-mark, prøver indsamlet 20. okt. 1980) (26).

Gødningsbehandling	kg/ha i biomasse	
	C	N
80 kg N i handelsgødning/ha/år	620	93
100 t gylle/ha/år	780	117
100 t fast staldgødning/ha/år	800	120

5.3 Regnorme

I perioden fra 1976 til 1980 er der udført en del målinger af regnorme populationens størrelse og sammensætning i husdyrgødningsforsøget i L-marken. Disse undersøgelser er udført fra Zoologisk Institut, Landbohøjskolen, der også har udført undersøgelser over andre grupper af jordbundsfaunaen i dette forsøg. Det følgende vil hovedsageligt omtale resultater fra regnormeundersøgelserne,

idet der også kort anføres resultater fra en undersøgelse af bestanden af mider og collemboler i jordbunden.

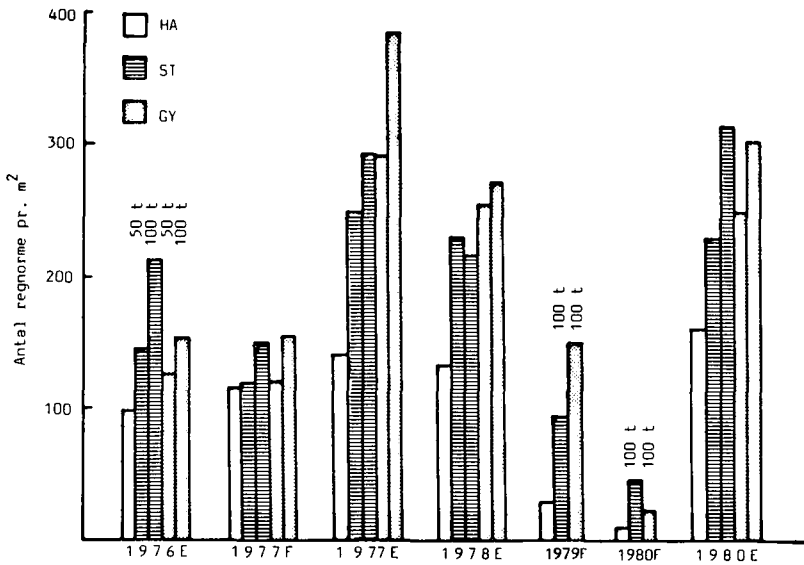


Fig. 20. Antal regnorme ved forårsindsamling (F) og efterårsindsamling (E) i jord (L-marken) tilført handelsgødning (HA), staldgødning (ST) eller gylle (GY). Værdier anført for 50 t og 100 t husdyrgødning/ha/år, undtagen for 1979F og 1980F (3).

Fig. 20 viser antallet af regnorme i jorden på forskellige tidspunkter. Generelt giver anvendelsen af husdyrgødning sammenlignet med handelsgødning anledning til en større regnormepopulation. Selvom anvendelsen af 100 t gødning pr. ha pr. år oftest giver det største antal regnorme i jorden, viser fig. 20 en stor variation i regnormepopulationen mellem de forskellige indsamlingstidspunkter. Specielt fandtes populationen ved indsamlingerne i foråret 1979 og 1980 (kun bestemt i led med 100 t gødning pr. ha pr. år) at være meget lille.

I fig. 21 er vist det gennemsnitlige antal af regnorme og deres vægt i perioden 1976-1978. Det gennemsnitlige antal af regnorme i denne periode var 123 pr. m² i det handelsgødede led (gennemsnitlig 120 kg N pr. ha pr. år). Ved anvendelse af henholdsvis 50 t og 100 t staldgødning pr. ha pr. år var antallet af regnorme 185 og 219 pr. m². Tilsvarende gyllemængder gav 197 og 237 regnorme pr. m².

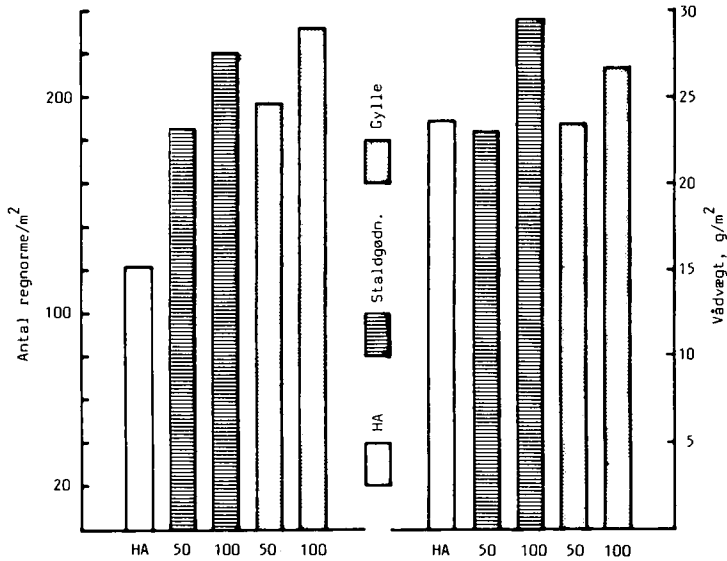


Fig. 21. Antal og vådvægt af regnorme efter anvendelse af handelsgødning (HA), staldgødning og gylle (50 og 100 t/ha/år). Anførte værdier er gennemsnit af indsamlingerne i L-marken i perioden 1976-1978 (3).

Sammenlignes antallet af regnorme i de forskellige behandlinger med vådvægten af ormene (fig. 21), ses vægten af regnorme at være den samme i det handelsgødede led og i led tilført 50 t husdyrgødning, hvilket giver et andet billede af husdyrgødningens indflydelse på regnormepopulationen end antallet af orme. Ved anvendelse af 100 t husdyrgødning pr. ha pr. år findes en forøget vådvægt af regnormene.

Fig. 22 viser husdyrgødningens indflydelse på artssammensætningen af regnormepopulationen (indsamlingsperiode efterår 1976 til efterår 1978). Anvendelse af staldgødning giver anledning til en forøgelse af vægten af Lumbricus terrestris, og ved 100 t pr. ha pr. år også en forøgelse af Allolobophora lon-

ga og *A. caliginosa*. Ved anvendelse af gylle ses specielt en stigning i vægten af *A. caliginosa*. For staldgødningens vedkommende er stigningerne i regnormepopulationen forholdsvis beskeden sammenholdt med det handelsgødede led, mens gylle tildeling gav anledning til en større stigning i regnormevægten.

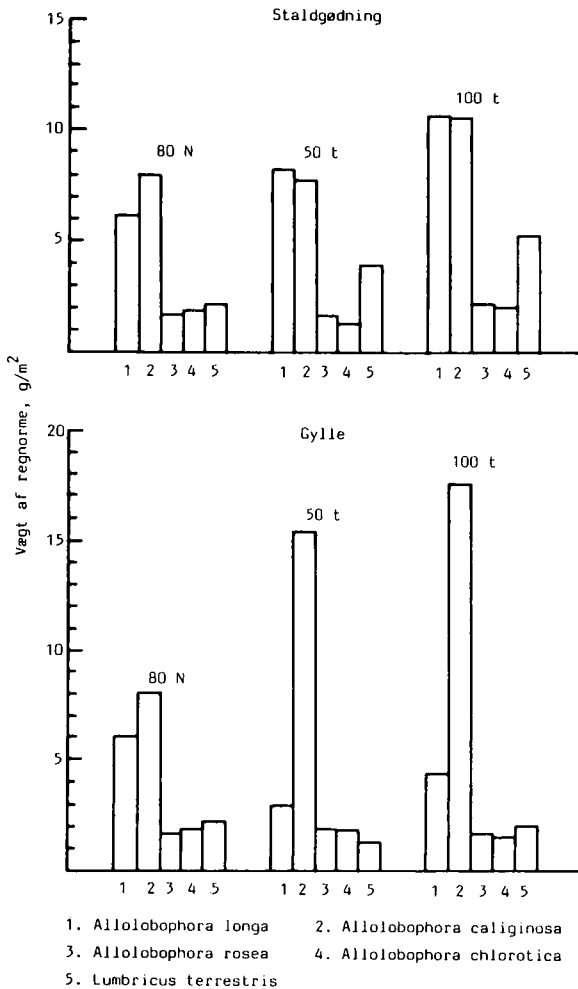


Fig. 22. Vådvægt af regnorme i jord tilført handelsgødning (80 N = 80 kg N/ha/år) eller husdyrgødning (staldgødning og gylle: 50 t og 100 t/ha/år) (2).

Sammenholdt med handelsgødning giver husdyrgødning anledning til et større antal regnorme i jorden. Den samlede vægt af regnormepopulationen ændres ikke væsentligt ved anvendelse af 50 t husdyrgødning pr. ha pr. år, mens tildeling af 100 t husdyrgødning pr. ha pr. år giver en større vådvægt end handelsgødning. Artssammensætning af regnormepopulationen ændres ved brug af husdyrgødning, idet gylleanvendelse giver en stigning i forekomsten af Allolobophora caliginosa og en mindre reduktion i mængden af A. longa. Staldgødning giver anledning til en større vægt af Lumbricus terrestris.

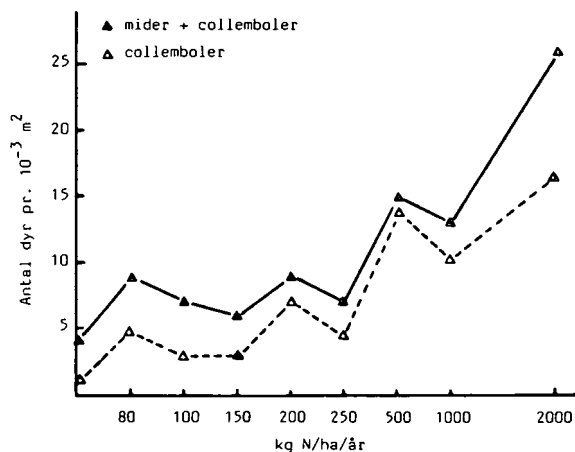


Fig. 23. Antal af mider og collemboler i L-marken som funktion af kvælstoftilførsel (39).

Fig. 23 viser antallet af mider og collemboler i jorden i L-marken. Denne undersøgelse viste ingen væsentlige forskelle mellem handelsgødning og husdyrgødning indflydelse på størrelse og artssammensætning af disse faunagrupper (39). Der blev derimod fundet en sammenhæng mellem mængden af tilført kvælstof og antallet af mider plus collemboler ved kvælstoftildelinger på mere end 250 kg N pr. ha pr. år. Ved større tildeling af kvælstof steg antallet af specielt collemboler.

5.4 Jordens organiske stofindhold (humus)

Udviklingen i indholdet af organisk stof i jorden i de langvarige gødningsforsøg er i fig. 24 vist for ugødede led og husdyrgødede led (led c: 1 staldgødning). De anførte værdier er gennemsnit af de fire forsøg anlagt på lerjord (Askov lermark). I forhold til ugødet har anvendelsen af husdyrgødning givet anledning til et højere C-indhold i jorden. Den tidsmæssige udvikling i jordens C-indhold i de to behandlinger ses at være næsten ens siden 1920'erne, idet niveauet i jordens C-indhold synes at holde sig nogenlunde konstant. Niveauet ved anvendelse af handelsgødning ligger mellem det ugødede og det husdyrgødede led (65).

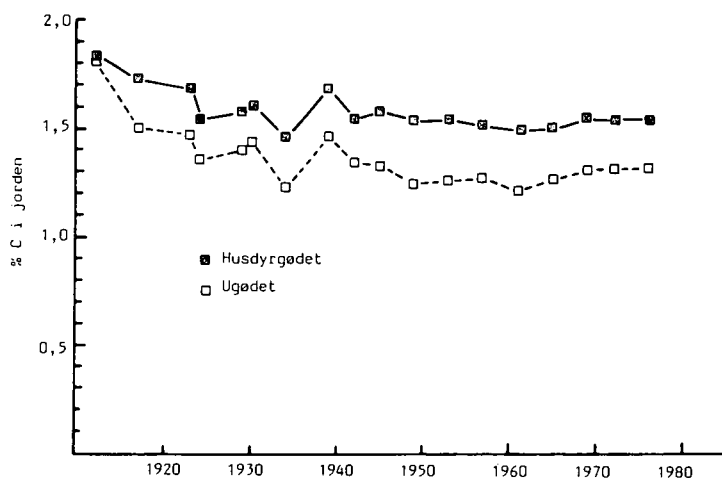


Fig. 24. Udviklingen i jordens C-indhold i de langvarige gødningsforsøg på lermark (anlagt 1894). Gennemsnit af ugødede og husdyrgødede led i fire forsøg (65).

Tabel 33 viser nogle foreløbige resultater fra en specialundersøgelse af det organiske stofindhold i B.2-marken, der udgør et af de fire langvarige gødningsforsøg på lerjord. Undersøgelsen påbegyndtes efteråret 1984 med det formål at undersøge fordelingen af jordens organiske stof på forskellige partikelstørrelsesfraktioner (11). En sådan opdeling af jordens organiske stof på ler, silt og sand fraktioner har ved tidligere undersøgelser af halmnedmuld-

ningens indflydelse på jordens organiske stofindhold (12, 13, 14) vist sig at være nyttig ved nærmere analyse af omsætningen og stabiliseringen af organisk materiale tilført dyrket jord.

Tabel 33. Jordens C-indhold og dets fordeling på ler, silt og sand fraktioner i ugødede (U), handelsgødede (HA) og husdyrgødede (HU) led i B.2-marken. Værdi anført i parentes angiver standardafvigelse.

Gødnings- behandling	mg C pr. g jord			Sum af fraktioner	Ufraktionere ret jord
	Ler	Silt	Sand		
U	6,89 (0,77)	3,40 (0,30)	1,10 (0,33)	11,4	11,9
HA	7,67 (0,95)	4,17 (0,25)	1,39 (0,36)	13,2	13,6
HU	9,14 (0,91)	4,72 (0,59)	1,43 (0,54)	15,3	15,4

Af tabel 33 og fig. 25 fremgår, at anvendelse af husdyrgødning (led d: 1 1/2 staldgødning) har givet anledning til en stigning i jordens indhold af organisk stof (i dette tilfælde udtrykt ved jordens C-indhold) i forhold til ugødet jord og også i forhold til handelsgødet jord (led r: 1 1/2 handelsgødning). Det ses desuden, at stigningen har fundet sted i alle partikelfraktioner. Tabel 34 viser stigningen i procent af indholdet i det ugødede led, og herfra fremgår, at anvendelse af husdyrgødning har givet en stigning på 29%, mens handelsgødning har medført en stigning på 14% i jordens organiske stofindhold.

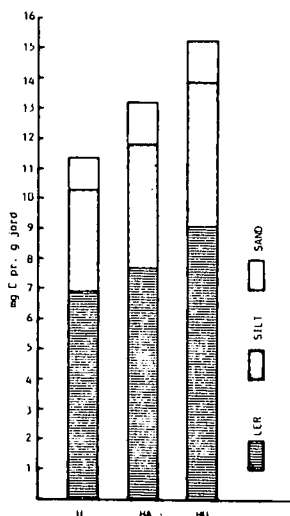


Fig. 25. Indholdet af C i ugødnet (U), handelsgødnet (HA) og husdyrgødnet (HU) jord og fordelingen af jordens C-indhold på ler, silt og sand fraktioner. Langvarigt gødningsforsøg i B.2-marken, prøver udtaget efterår 1984 efter bygafgrøde.

Tabel 34. Den relative forskel i jordens C-indhold mellem ugødede (U) og gødede (HA = handelsgødning, HU = husdyrgødning) led i B.2-marken. Baseret på prøver udtaget efterår 1984.

	Ler	Silt	Ufraktioneret jord
Handelsgødning:			
<u>(HA-U)100</u>			
U	11,3%	22,6%	14,3%
Husdyrgødning:			
<u>(HU-U)100</u>			
U	32,7%	38,8%	29,4%

For handelsgødningens vedkommende har den relative stigning i siltens organiske stofindhold været dobbelt så stor som stigningen i mængden af organisk stof knyttet til lerfraktionen, mens anvendelse af husdyrgødning har givet nogenlunde samme stigning i ler- og siltfraktionernes organisk stofindhold. Fra en række undersøgelser (se referencer og omtale i 11, 12, 13 og 14) af alderen, den kemiske sammensætning og den biologiske nedbrydelighed af organisk stof knyttet til forskellige partikelfraktioner fremgår det, at omsætteligheden af lerbundet organisk stof er større end omsætteligheden af organisk stof fundet i siltfraktionen. Med andre ord synes det organiske stof, der er knyttet til lerfraktionen, at udgøre en mere labil pulje end organisk stof knyttet til silt.

På denne baggrund, og sammenholdt ved resultaterne i tabel 34, synes anvendelsen af husdyrgødning ikke alene at give en større stigning i jordens totale indhold af organisk stof end anvendelsen af handelsgødning gør, men det synes også at fremgå, at anvendelse af husdyrgødning sammenlignet med handelsgødning giver en tre gange så stor stigning i den lettere omsættelige organiske stofpulje i jorden (lerbunden organisk stof). Da omsætningen af organisk stof i jorden er tæt forbundet med kvælstofs omsætning (14) er disse resultater af betydning for jordens kvælstofmineraliserende evne.

6. VIRKNING

Værdien af husdyrgødning beror først og fremmest på indholdet af de 3 hovednæringsstoffer, kvælstof, fosfor, og kalium, men også dens indhold af mikronæringsstoffer kan have betydning. Det vil sige, at husdyrgødning i virkeligheden er en form for NPK-gødning med indhold af mikronæringsstoffer.

I en særlig undersøgelse udført af Det danske Hedeselskab og Center for Jordøkologi under Miljøstyrelsen har man i en interviewundersøgelse i foråret 1985 søgt at få indtryk af den hyppigste udbringningstid for husdyrgødning. Undersøgelsen er et led i et forskningsprojekt vedrørende tilførsel af plantenæringsstoffer og organisk stof til vandløb fra landbrugsområder i Jylland og er endnu ikke publiceret, men medtages her efter tilladelse fra Miljøstyrelsen.

Tidspunkt for udbringning af husdyrgødning.

Område	Jordbundsforhold	% udbragt		
		Efterår	Vinter	Forår og sommer
1	Moræneler	45	10	45
2	Grovsand	40	15	45
3	Lerbl. sand	42	17	41
4	Grovsand	27	23	50
5	Lerbl. sand	38	21	41
6	Lerbl. sand	58	25	17
7	Moræneler	63	10	27

Det ses, at efterårsudbringning anvendes i betydeligt omfang og hyppigere på lerjord end på sandjord.

6.1 Kvælstof

Når husdyrgødning indgår i gødningsplanen, er det oftest kvælstofindholdet, som lægges til grund for den tilførte mængde.

Udbringningsmåde og -tid af husdyrgødningen er af afgørende betydning for virkningen navnlig af kvælstof og dermed også for kvælstoftabet.

Som nævnt i afsnit 3 er fra 30 til 70% af husdyrgødningens kvælstofindhold til stede på ammoniumform. Dette indebærer, at der er mulighed for et betydeligt kvælstoftab ved fordampning under udbringningen (se afsnit 4.2).

6.1.1 Udbringningstidspunkt

Forsøg med udbringning af staldgødning til forskellige tider i årene 1938-1944 (48) gav følgende resultat beregnet som forholdstal (udbringning i april = 100).

Udbringningstidspunkter	Oktober	December	Februar	April
Askov, lerjord	60	80	85	100
Lundgård, sandjord	70	90	90	100
Lyngby, lerjord	85	100	90	100

Af forsøgene fremgår det, at tabet ved at udbringe staldgødning om efteråret er større i de regnrige egne ved Askov forsøgsstation (350 mm), oktober-april 1938-44, end under de mere tørre klimaforhold i det østlige Danmark, Lyngby (262 mm).

Ved udbringning i oktober, december og april er staldgødningen nedpløjet straks, medens den ved udbringning i februar er nedpløjet snarest muligt. I gennemsnit af forsøgene har henliggetiden efter udbringning i februar ved Askov været 7 dage. Ved Lyngby var den 21 dage, og dette er årsagen til, at februarudbringningen ved Lyngby ligger lavere end udbringning i december og april.

Staldgødning kørt ud på frost og først nedpløjet tidligt om foråret er undersøgt i en forsøgsrække 1929-35 (43). Vinterudbringningen gav her såvel ved Askov som ved Lyngby kun 50-60% virkning. Der sker et stort tab, når staldgødning køres ud på frost og ligger på marken i længere tid inden nedpløjningen.

Svinegødningens kvælstofvirkning ved henholdsvis vinter- og forårsudbringning er belyst i forsøg ved Statens forsøgsstationer i årene 1975-78 med byg som forsøgsafgrøde (62), tabel 35.

Tabel 35. Udbringningstider for svinegødning til byg. Udbytte og merudbytte i hkg kerne pr. ha, 1975-78.

Tilførsel kg N/ha		Lerjord 6 fs.	Sandjord 4 fs.	Gns. 10 fs.
0		<u>35,2</u>	<u>7,5</u>	<u>24,1</u>
50	i kalkkammon-	8,4	12,3	10,0
100	salpeter	8,7	19,1	12,9
200	i fast	nov.-dec. nedpløjet	4,0	10,1
	svinegød-	mar.-apr. nedpløjet	6,9	13,7
	ning	mar.-apr. nedharvet	5,2	11,0
200	i	nov.-dec. nedpløjet	6,2	16,2
	svine-	mar.-apr. nedpløjet	6,7	18,1
	gylle	mar.-apr. nedharvet	9,9	18,4

Forårsudbringning af svinegødning var bedre end vinterudbringning. Ved forårsudbringning blev der opnået større virkning af den faste svinegødning ved nedpløjning end ved nedfældning med harve, hvorimod nedfældning ved harvning var fordelagtigst for svinegylle.

Udbringningstider for kvæggylle til vårbyg indgår fra 1982 i forsøg ved Askov forsøgsstation vedrørende forskellige inhibitorers virkning i forbindelse med gylleanvendelse (afsnit 7.5).

Kvæggylle udbringes og nedpløjes henholdsvis i september, december og april. Resultater af de 2 første forsøgsår ses i fig. 26.

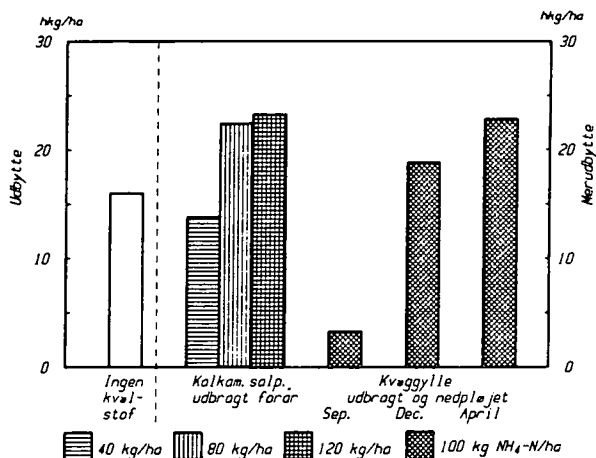


Fig 26. Kvæggylle til vårbyg. Udbytte og merudbytte, hkg kerne/ha.

Ved den meget tidlige gylleudbringning i september måned har der været en meget ringe gødningsvirkning. Jordtemperaturen og den mikrobielle aktivitet i jorden er på dette tidspunkt høj, hvilket resulterer i, at ammoniumkvælstof hurtigt omdannes til nitrat, som nedvaskes (afsnit 7.5.4).

Når gylleudbringning udsættes 3 måneder (til jordtemperaturen er væsentlig lavere), opnås en betydelig bedre gødningsvirkning. Bedst virkning er dog opnået ved forårsudbringning, hvor virkningen af ammoniumkvælstoffet har været på højde med handelsgødningskvælstof.

Anvendelse af husdyrgødning om foråret med omgående nedbringning giver normalt den bedste virkning. Tidspunktet for udbringning må dog afpasses efter jordtypen. Erfaringer fra praksis viser, at de stive lerjorder ikke tåler forårsplojning. Nedpløjning sent om foråret på let sandjord kan til tider være uheldig og medføre tørring af jorden.

Svinegylle til vintersæd

Udvidelse af vintersædsarealerne i de seneste år har bl.a. rejst spørgsmålet om udbringning af gylle til vintersæd i løbet af vinteren eller tidlig forår. Interessen for gylleanvendelse til vintersæd kommer hovedsaglig fra landbrug med stort svinehold og ensidig korndyrkning. Er der utilstrækkelig opbevaringskapacitet for gyllen, vil der være behov for tømning af gyllebeholderen i vinterperioden.

En forsøgsserie, til belysning af den gødningsmæssige værdi af svinegylle til vintersæd, samt om udbringning af gylle i vækstperioden kan medføre skadevirkning i afgrøden, er begyndt efterår 1983 på Askov/Lundgård forsøgsstationer.

Gylle i disse forsøg bringes ud før såning, i vinterperioden under forskellige klimaforhold og tidlig forår til afgrøderne vinterhvede, -byg og -rug. Resultater som gennemsnit af 2 forsøg i vinterhvede, 2 i vinterrug og ét i vinterbyg fra forsøgsåret 1983/84 er vist i fig. 27.

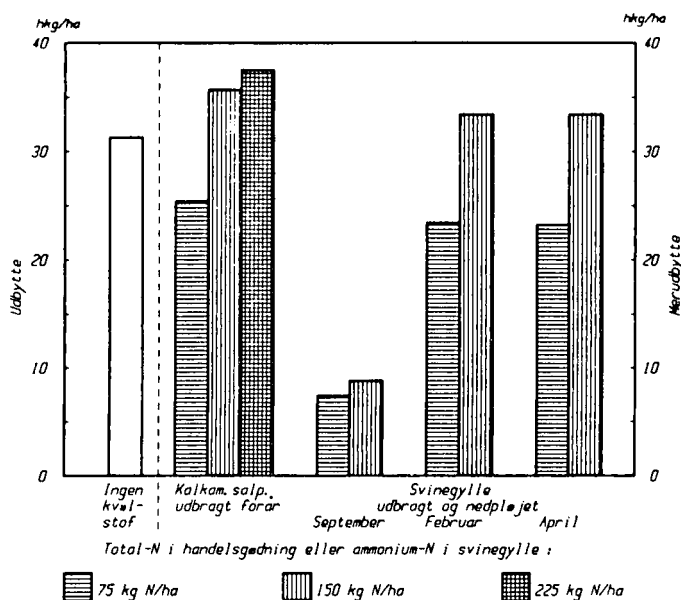


Fig. 27. Svinegylle til vintersæd, 1983/84. Gennemsnit af sandjord og lerjord. Udbytte og merudbytte hkg kerne/ha.

Merudbytterne for en given kvælstoftilførsel var i de enkelte forsøg så ensartede, at det ikke på grundlag af et enkelt års resultater vil være rimeligt at skelne mellem de 3 kornarter.

Ved udbringning af gylle i februar og i april har ammoniumkvælstof i svinegyllen virket næsten lige så godt som forårsudbragt kvælstof i handelsgødning.

Vinterudbringning af gylle til vintersød er dog ikke uden problemer. Der er risiko for køreskader, og svidningsskader kan ikke udelukkes. Der var ingen svidningsskader i ovennævnte forsøg, men fra ældre forsøg med vinterudbringning af ajle til vintersød ved man, at alvorlige svidningsskader kan forekomme.

Ajle til vintersød

Forsøg 1933-41 med udbringning af ajle til vintersød dels på barfrost og dels på optøet jord viste, at der navnlig ved udbringning på frost med snelæg kan være risiko for, at vintersæden tyndes stærkt eller helt ødelægges. Ved forsøg på Askov lermark gav udbringning på frost med snelæg i 1935 og 1937 således henholdsvis 7,3 og 4,9 hkg kerne mindre pr. ha end udkørsel i tø (47).

6.1.2 Udbringningsmåde

Nedfældning af ajle

Forsøg med nedbringning af ajle med nedfælder er udført på let lermuld ved Askov og på sandjord ved Lundgård og Studsgård forsøgsstationer 1933-36 (110).

Forsøgene blev udført i rodfrugt, hvor ca. 30 t ajle pr. ha ved Askov og Lundgård blev udbragt før såning og ved Studsgård imellem roerækkerne sidst i juni eller først i juli.

Der blev fundet følgende forholdstal for ajlens værdi, tabel 36.

Tabel 36. Nedbringning af ajle. Forholdstal. Gns. 1933-36.

	Nedfældet direkte	Nedharvet	Ikke nedbragt
Askov, runkelroer	100	69	50
Lundgård, kålroer	100	78	55
Studsgård, runkelroer	100	74	58

Ved nedharvning med kultivator eller som på Studsgård med radrenser tabes omkring en fjerdedel. Ved at undlade nedbringning tabes henvend halvdelen af ajlens kvælstofværdi.

Nedfældning af kvæggylle til byg og bederoer

Udbringning af gylle oven på jorden efterfulgt af nedpløjning eller nedharvning medfører, som følge af gylles store indhold af ammoniumkvælstof, et betydeligt fordampningstab af kvælstof, dersom nedbringning ikke foretages straks. Direkte nedfældning af gylle vil give en bedre udnyttelse af kvælstoffet og dertil mindre lugtgener.

Direkte nedfældning af kvæggylle med 30, 60 og 75 cm skærafstand er sammenlignet med nedharvning kort tid efter udbringning, ved Askov og Lundgård forsøgsstationer (1977-81) (75). Udbytter og merudbytter er vist i tabel 37 og tabel 38.

Tabel 37. Nedfældning af kvæggylle til vårbyg. Udbytte og merudbytte, hkg kerne/ha (gns. 8 forsøg).

Gødningsemængder ^{*)}	0	1	2
Ingen kvælstof	<u>21,6</u>		
Kalkammonsalpeter (kas)		10,9	13,3
Gylle:			
Nedharvet		5,9	10,2
Nedfældet, 30 cm skærafstand		10,8	15,7
- , 60 - -		9,7	14,8
- , 75 - -		7,8	14,4

^{*)} 1 gødning = 50 kg N/ha i kas. eller 40 kg $\text{NH}_4\text{-N}$ /ha i gylle.

Nedfældning af gylle ved 30 cm skærafstand i byg gav i gennemsnit af alle forsøg et merudbytte på 18% i forhold til nedharvning. Ved nedfældning på 60 cm og 75 cm skærafstand varierede merudbytterne for tilførsel af henholdsvis 40 og 80 kg $\text{NH}_4\text{-N}$ pr. ha fra 14-15% og 7-13%.

Nedfældning medfører en merudgift i forhold til udspreddning oven på jorden, og denne ekstraudgift må betales af merudbyttet. Bl.a. vil arbejdsbehovet i timer pr. ha være større, hvortil kommer udgifterne til investering i tankvogn med nedfælderaggregat.

Regnes med udkørsel og nedfældning ved hjælp af maskinstation viste en beregning på grundlag af maskinstationstakster 1984 og en bygpris på 140 kr. pr. 100 kg kerne, at merudgifterne vil være dækket ved et merudbytte på 3,1-3,4 hkg kerne.

Tabel 38. Nedfældning af kvæggylle til bederoer.

Udbytte og merudbytte, hkg tørstof/ha. Gns. 8 forsøg.

Gødningsmængde ^{*)}	Rod			Top		
	0	1	2	0	1	2
Ingen kvælstof	<u>74,7</u>			<u>27,4</u>		
Kalkammonsalpeter (kas)		21,3	26,8		8,5	16,1
Gylle:						
Nedharvet		6,2	14,9		2,1	6,5
Nedfældet, 30 cm skærafstand		17,9	29,1		7,5	12,0
- , 60 - -		12,1	24,7		5,5	9,6
- , 75 - -		13,2	24,7		4,7	10,3

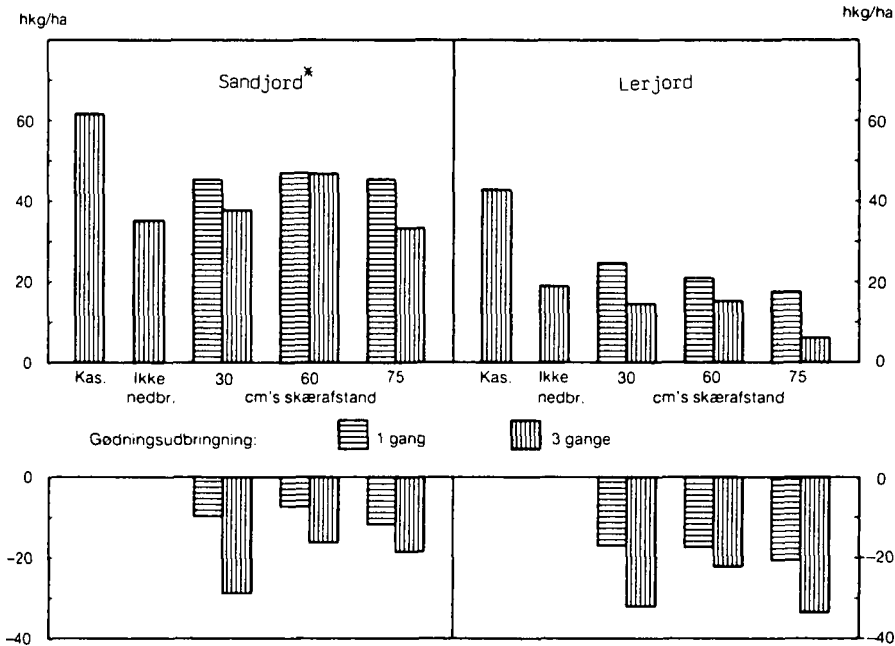
^{*)} 1 gødning = 90 kg N/ha i kas. eller 75 kg $\text{NH}_4\text{-N}$ /ha i gylle.

Direkte nedfældning af gylle til bederoer med nedfælderaggregat gav store merudbytter. Størst merudbytte blev opnået både i rod og top ved den mindste skærafstand (30 cm). En rentabilitetsberegning for nedfældning viste, at der ved merudbytter fra ca. 5 hkg rodtørstof pr. ha og derover var dækning for merudgifterne ved nedfældning.

Nedfældning af kvæggylle til græs

Udspreddning af gylle oven på græsafrøder er forbundet med visse ulemper som tilsmudsning af afgrøden med gylle, smitterisiko med hensyn til sygdomme og æg og larver af parasitter, samt en ringere kvælstofvirkning som følge af et stort fordampningstab. Nedfældning vil reducere disse gener væsentligt, men omvendt kan det ikke udelukkes, at der kan være en negativ virkning af nedfældningen i form af mekanisk skade på græsbestanden som følge af oprodning af jorden, overskæring af græsrodder m.m.

Spørgsmålet er belyst i en forsøgsserie på Askov forsøgsstation 1977-80 (76) (fig. 28).



*) Vanding efter behov

Fig. 28. Merudbytte for kvælstof til græs ved 200 kg N/ha i kalkammonsalpeter og 200 kg $\text{NH}_4\text{-N}$ /ha i gylle (øverste halvdel), samt udbyttenedgang som følge af skadevirkning ved nedfældning (nederste halvdel).

Direkte nedfældning af kvæggylle med nedfælderaggregat i græsmark ad én gang om foråret er sammenlignet med tilførsel af samme mængde gylle nedfældet eller spredt oven på afgrøden ad 3 gange henholdsvis med 50% forår og 25% efter 1. og 2. slæt. Nedfældning er foretaget med 2 typer nedfælderudstyr, med henholdsvis 3,5 cm brede nedfælderskær ved 30 og 60 cm skærafstand og 37,5 cm vingeskær ved 75 cm skærafstand. Arealet blev tromlet efter gyllenedfældning.

Den mekaniske skade på græsbestanden efter kørsel med de anvendte nedfælderskær blev målt. På sandjord var der en udbyttenedgang i græstørstof på 8-10% efter én gangs kørsel med gyllenedfælder og 14-26% ved 3 gange kørsel.

På lerjord var skadevirkningerne henholdsvis 15-19% og 20-30%.

Nedfældning af 80 t gylle pr. ha ad én gang i foråret gav på sandjorden et merudbytte på 10-12 hkg tørstof pr. ha i forhold til udspreddning oven på afgrøden ad 3 gange, medens der på lerjorden kun blev målt merudbytter ved anvendelse af nedfælderudstyr med 3,5 cm brede skær. (30 og 60 cm skærafstand). Nedfældning af gyllen ad 3 gange har kun været fordelagtig på sandjorden, og kun hvor der er anvendt nedfælderaggregat med smalle skær.

Forskellene i resultaterne fra de 2 jordtyper (forsøgssteder) må navnlig tilskrives den kendsgerning, at der kunne vandes efter behov på sandjorden, medens lerjorden ikke kunne vandes.

En forudsætning for, at nedfældning af gylle i græsmarker kan få interesse, vil være udvikling af nedfælderudstyr, der medfører mindre skadevirkning på afgrøden, større arbejdskapacitet også under hensyntagen til det store trækraftforbrug, der kræves.

Kvæggylle til majs i vækstperioden

Tilførsel af gylle til majs i løbet af vækstperioden for dermed bl.a. at dække et behov for at udbringe gylle i sommerperioden på grund af utilstrækkelig lagerkapacitet er undersøgt i forsøg 1980-83 ved Askov og Lundgård forsøgsstationer (83).

Til en færdiggødet majsmark, dvs. en mark tilført 180 kg N, 80 kg P og 84 kg K samt 300 kg kieserit pr. ha før såning, blev der på forskellige tidspunkter i væksten tilført 60 t kvæggylle pr. ha. Gyllen blev dels udsprøjtet fra almindelig gyllevogn, nedfældet direkte med nedfælderudstyr eller udlagt mellem rækkerne med en specialudlægger.

Forsøgene viste (tabel 39), at gylle kan bringes ud umiddelbart efter majsens såning, eller efter at planterne er blevet 15-20 cm høje, idet skadevirkning på majsens herved undgås, men nedfældning virkede bedst.

Tabel 39. Kvæggylle til majs i vækstperioden.

Udbytte og merudbytte på færdiggødet mark, a.e./ha^{*)}

Udbringningstid ^{**)}	Sandjord			Lerjord		
	1	2	3	1	2	3
Udbytte, uden gylle		<u>104,7</u>			<u>66,9</u>	
60 t/ha, udsprøjtet	3,1	7,7	3,5	3,6	6,5	2,1
- - , udl. mel. rækkerne	12,3	15,4	14,6	3,9	2,7	4,6
- - , nedfældet mel. ræk.	14,9	26,3	18,2	6,1	11,4	9,0

^{*)} 1 a.e. (afgrødeenhed) = 100 f.e. (foderenheder). 1 f.e. = 1 kg tørstof i kolbe og 1,3 kg i stængler og blade.

^{**) 1.} Ved majsens fremspiring
^{2.} Ved 15 cm plantehøjde
^{3.} Ved 40 cm plantehøjde

6.1.3 Afgasset gylle

I forbindelse med produktion af biogas fra husdyrgødning er spørgsmålet om afgasset gylles gødningsværdi rejst ud fra overvejelser om, at kvælstof i den afgassede gylle skulle være mere plantetilgængeligt end kvælstof i ikke afgasset gylle.

Ved gæringen mineraliseres dele af det organisk bundne kvælstof og omdannes til mere lettilgængeligt kvælstof. Analyser af gødning fra danske biogasanlæg 1979-84 viser således, at ammoniumkvælstofindholdet i den afgassede gylle forøges med 10-14% som følge af den mikrobielle omsætning.

Gødningsvirkningen af afgasset gylle er undersøgt i ved Statens forsøgsstationer Askov, Lundgård, Rønhave og Roskilde i markforsøg 1979-81 med kvæggylle, (67), samt for kvæg- og svinegylle i årene 1982-84 (tabel 40 og 41).

Tabel 40. Ikke afgasset og afgasset gylle til byg.
Udbytte, hkg kerne/ha.

	1979-81	1982-84	
	gns. 17 forsøg	gns. 9 forsøg	
	Kvæggylle	Kvæggylle	Svinegylle
Ikke afgasset gylle:			
80 kg total-N/ha	34,1	35,8	40,5
160 - -	37,3	42,0	48,0
Afgasset gylle:			
80 kg total-N/ha	34,3	37,9	40,5
160 - -	38,4	44,1	47,6

Tabel 41. Ikke afgasset og afgasset gylle til roer.
Udbytte af rod- og toptørstof, a.e./ha^{*)}.

	1979-81	1982-84	
	gns. 12 forsøg	gns. 6 forsøg	
	Kvæggylle	Kvæggylle	Svinegylle
Ikke afgasset gylle:			
120 kg total-N/ha	101,0	109,0	112,1
240 - -	112,1	121,0	125,9
Afgasset gylle:			
120 kg total-N/ha	104,4	115,3	113,9
240 - -	117,6	120,0	121,1

^{*)} 1 a.e. = 1,1 hkg rodtørstof og 1,3 hkg toptørstof.

De anførte forsøgsresultater viser, at der ikke er nogen sikker forskel i kvælstofvirkning mellem de to gyllearter. Hvor der er tendens til, at den afgassede gylle har haft en bedre gødningsvirkning, er udslagets størrelse ikke signifikant.

6.1.4 Beluftet gylle

Ved at belufte gylle under opbevaringen gennem tilførsel af ilt, skabes der betingelser for en aerob gæringsproces, hvorved fremkomsten af ildelugtende luftarter forhindres eller nedsættes.

Forsøg til belysning af kvælstofvirkningen af beluftet gylle i forhold til gylle opbevaret på normal måde er for tiden i gang ved Askov forsøgsstation. De foreløbige resultater viser ingen forskel.

Analysering af gylleprøver har vist, at beluftning af gyllen reducerer indholdet af ammoniumkvælstof og nedsætter totalkvælstofindholdet.

6.2. Fosfor

Fosforvirkning af husdyrgødning sammenlignet med virkning af handelsgødning-fosfor er undersøgt i forsøg ved Statens forsøgsstationer i årene 1933-39 (45).

1. års virkning samt virkning i forskellige afgrøder de efterfølgende år er vist i tabel 42.

Tabel 42. Fosforvirkning af fast husdyrgødning og handelsgødning.
Gns. 16 forsøg.

P-tilførsel til	Husdyrgødning		Handelsgødning	
1. års afgrøde, kg P/ha	44	88	44	88
Afgrøde	Optagelse i % af tilført			
1. år rodfrugt	14,2	12,2	14,4	11,4
2. - byg	2,1	2,5	1,0	0,9
3. - bederoer	6,9	5,6	6,5	4,7
4. - byg	0,8	0,8	0,2	0,3
Sum af 1.-4. år	24,0	21,1	22,1	17,3
Sum af 2.-4. år	9,8	8,9	7,7	5,9

I 1. afgrøde, rodfrugt, var P-optagelsen i % af P tilført med staldgødning og kunstgødning meget nær ens, men i de efterfølgende afgrøder, hvor der ikke

blev tilført fosfor, var P-optagelsen efter staldgødning tydeligvis større.

For så vidt angår fosforvirkning, er det imidlertid vanskeligt at generalisere, da afgrødeart og jordens fosforstatus i høj grad øver indflydelse. Det er medvirkende til forskellige angivelser og vurderinger også i udlandet.

I den af Landskontoret for Planteavl udarbejdede EDB-baserede gødningsplanlægning regnes der med en første års fosforvirkning af gylle på 70% i forhold til fosfor i handelsgødning. Ved forårsudbringning er virkningen dog nok lidt højere.

6.3 Kalium

Kalium i husdyrgødning er lettilgængeligt. Der regnes normalt med samme effekt af kalium i husdyrgødning som i handelsgødning.

Resultaterne af 8 forsøg i årene 1933-38 ved Statens forsøgsstationer (45), viste følgende optagelse af kalium for samme tilførsel med staldgødning og kunstgødning (tabel 43).

Tabel 43. Kaliumvirkning af fast husdyrgødning og handelsgødning. Gns 8 forsøg.

K-tilførsel til 1. års afgrøde kg K/ha	Staldgødning		Handelsgødning	
	100	200	100	200
Afgrøde	Optagelse i % af tilført			
1. år rodfrugt	56,9	52,3	57,2	51,0
2. - byg	3,7	4,7	1,7	2,4
3. - bederoer	17,9	21,0	19,7	17,4
4. - byg	1,2	1,3	0,4	1,0
Sum af 1.-4. år	79,7	79,3	79,0	71,8
Sum af 2.-4. år	22,8	21,8	27,0	20,8

Der kan regnes med samme værdi af kalium i husdyrgødning som i handelsgødning ved forårsudbringning. I den EDB-baserede gødningsplanlægning fra Landsskontoret for Planteavl regnes der med 80% virkning.

6.4 Eftervirkning

En del af husdyrgødningskvælstoffet er bundet i organiske forbindelser af forskellige art. Den del, som er til stede som ammoniumkvælstof, kan som flere gange omtalt vurderes til at have samme tilgængelighed som handelsgødningskvælstof. Kvælstof i organiske forbindelser skal derimod mineraliseres, inden planterne kan udnytte det. Dette betyder, at husdyrgødningen kan have flerårig virkning. Dette er undersøgt i forsøg ved Statens forsøgsstationer 1955-61 (66) (tabel 44).

Tabel 44. Eftervirkning i byg og rug, af 40 t fast husdyrgødning udbragt til roer. Merudbytte i hkg kerne/ha.

N i kalksalpeter, kg/ha	0	31	62	93	124
1. eftervirkningsår, byg	4,2	3,3	1,9	0,8	0,4
2. - , rug	1,5	1,3	1,9	1,5	0,9

Der var størst eftervirkning i bygafgrøden, som fulgte efter roer tilført husdyrgødning ved laveste tilførsel af handelsgødning. Ved anvendelse af den økonomisk optimale kvælstofmængde til byggen var 1. års eftervirkningen på 1/2 hkg kerne pr. ha.

I 2. eftervirkningsår var udbyttet i rug 1-1 1/2 hkg højere, hvor der 2 år tidligere var tilført husdyrgødning.

Ved normal kvælstofgødskning i de 2 eftervirkningsår havde 40 t fast husdyrgødning en samlet eftervirkningsværdi på 2-3 hkg kerne pr. ha.

I igangværende forsøg ved Askov forsøgsstation belyses 1. års eftervirkningen af store mængder gylle og fast husdyrgødning (tabel 45).

Tabel 45. 1. års eftervirkning af stigende mængder kvæggødning.
Udbytte i byg, hkg kerne/ha.

Husdyrgødning, t/ha	50	100	200
Gylle	19,0	22,8	28,5
Fast gødning	21,8	26,7	33,4

Til sammenligning bestemmes i samme forsøgsserie udbyttet ved stigende kvælstoftilførsel i handelsgødning, hvor der ikke tilføres husdyrgødning (tabel 46).

Tabel 46. Stigende kvælstoftilførsel i handelsgødning.
Udbytte i byg, hkg kerne/ha.

N-tilførsel, kg/ha	40	80	160
Kerneudbytte, hkg/ha	30,9	40,2	37,1

Der har, som det ses af tabel 45, været større eftervirkning efter fast gødning end efter gylle. Det skyldes dels en større kvælstoftilførsel med fast gødning, men i endnu højere grad, at ca. 40% af gyllens kvælstof er organisk bundet, medens ca. 70% af kvælstof i den faste gødning er organisk bundet. Da afgrøden, der er tilført fast gødning, kun kan have udnyttet en mindre del af det organisk bundne kvælstof, vil der, i de år fast gødning udbringes, ved høst være efterladt væsentlig mere organisk kvælstof i jorden, end hvor der tilføres gylle.

Selv så urimeligt store mængder husdyrgødning som 200 t pr. ha til roer, græs eller majs efterlader ikke tilstrækkeligt med kvælstof til optimal produktion i en efterfølgende afgrøde.

1. års eftervirkning af 200 t gylle pr. ha har svaret til virkningen af 30-35 kg N pr. ha i kalkammonsalpeter og virkningen af 200 t fast husdyrgødning til ca. 50 kg N pr. ha i kalkammonsalpeter.

Vedrørende eftervirkning af fosfor og kalium med husdyrgødning henvises til afsnit 6.2 og 6.3.

7. ANVENDELSE

7.1 Driftsform

Den tidligere alsidige driftsform i landbruget er i dag i udstrakt grad afløst af en mere specialiseret drift. Dette kan være en driftsform, som er baseret på et større eller mindre svinehold og kornavl med enkelte vekselafgrøder som raps, frøgræs og i de senere år også ærter. En anden specialiseret driftsform, som har vundet stor udbredelse - især på de lettere jorde i Jylland - er baseret på et stort kvæghold, undertiden større end det tilliggende jordareal giver basis for, hvorfor der må indkøbes foder.

I det traditionelle sædskifte, hvor husdyrhold og markdrift er afstemt efter hinanden, er der normalt ikke sædskifteproblemer eller problemer med udnyttelse af husdyrgødningen. Anderledes stiller sagen sig med de mere specialiserede driftsformer. Hvor driften er baseret på svinehold og kornavl må husdyrgødningen nødvendigvis anvendes til korn eller vekselafgrøder, som ofte har en forholdsvis kort vækstperiode og derfor ikke i stand til at udnytte husdyrgødningen i samme grad som f. eks. roer og majs. I landbrug med stort husdyrhold i forhold til jordtilliggende kan forholdene være sådan, at mængden af husdyrgødning er så stor, at den ikke med rimelighed kan anvendes på egne arealer.

7.2 Stigende mængder til forskellige afgrøder

7.2.1 Roer

Foderroer har altid været regnet som en god afgrøde i forbindelse med anvendelse af husdyrgødning. Det skyldes dels, at denne afgrøde kan udnytte store mængder husdyrgødning, og at den kan udnytte det kvælstof, der sidst på sommeren frigøres ved omsætningen af organisk bundet i husdyrgødningen.

Ved Askov/Lundgård forsøgsstationer indgår foderroer i sædskiftet i de i-gangværende forsøg med belastning af jorden med meget store mængder kvæggødning. Gødningen udbringes i december-januar måned og nedpløjes straks efter udbringningen.

De udbyttømæssige resultater i afgrødeenheder pr. ha (rod+top tørstof) fremgår af tabel 47.

Tabel 47. Stigende mængder husdyrgødning til bederoer.
 Udbytte i a.e./ha gns. 3 forsøg.

	Lerjord		Sandjord	
	Gylle	Fast gødn.	Gylle	Fast gødn.
Husdyrgødning				
25 t/ha	94	77	75	73
50 -	100	89	109	97
100 -	115	100	135	125
200 -	134	113	144	145
400 -	150	120	142	148
Handelsgødning^{*)}				
1/2 NPK/ha		106		96
1 -		133		105
2 -		153		112

^{*)} 1 NPK = 160 kg N/ha. P og K som ved 50 t husdyrgødning/ha.

Der har været stigende udbytter for alle de tilførte mængder husdyrgødning, men med anvendelse af så urimeligt store mængder som 200-400 t pr. ha er der snarere tale om deponering end gødsning.

Sammenlignes udbytterne efter gylle og fast gødning ved tilførsel af samme mængde i t pr. ha, er der på lerjorden opnået de største udbytter efter gylle. I fig. 29 er udbytteforholdene vist dels ud fra den totale kvælstoftilførsel og dels ud fra tilførsel af mineralsk-N. Mineralsk-N betyder i dette tilfælde for kalkammonsalpeter tilførsel af $\text{NH}_4\text{-N}$ + $\text{NO}_3\text{-N}$ og for husdyrgødningens vedkommende $\text{NH}_4\text{-N}$ pr. ha.

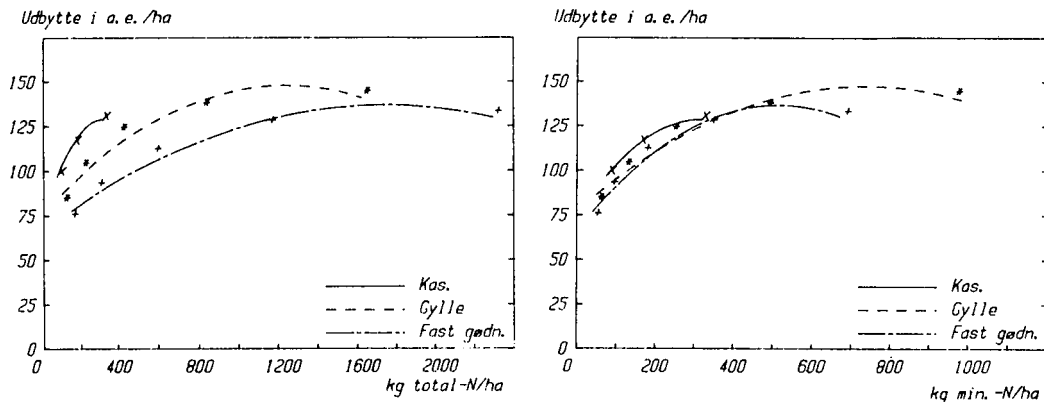


Fig. 29. Udbytte for kvælstoftilførsel i husdyrgødning og kalkammonsalpeter til roer. Gns. 6 forsøg ved Askov/Lundgård forsøgsstationer.

Sammenlignes virkningen af gylle og fast gødning på grundlag af totalkvælstof, har gylle givet et større udbytte end fast gødning som følge af, at en større del af kvælstoffet i gylle er tilstede som ammonium (se afsnit 3).

Optagelse af kvælstof, fosfor og kalium i afgrøderne samt tilførsel af de samme næringsstoffer med kvæggylle er vist i tabel 48.

Ved anvendelse af 100 t gødning pr. ha og derover er der tale om en væsentlig overskudstilførsel af næringsstoffer. Dette vil være uheldigt af flere grunde. Dels vil det, som det tidligere er anført, give en dårlig udnyttelse af plantenæringsstofferne, og dels medfører det risiko for forurening ved nedslivning til dybere liggende jordlag (se afsnit 4.4).

Vedrørende anvendelse af gylle suppleret med kvælstof i handelsgødning henvises til afsnit 7.4. Resultater fra forsøg med stigende N-tilførsel i gylle kombineret med direkte nedfældning af gylle er omtalt i afsnit 6.1.2.

Tabel 48. Tilførsel og optagelse af plantenæringsstoffer i bederoer.
Gns. af ler- og sandjord, 6 forsøg 1973-82.

	Tilførsel			Optagelse		
	kg/ha					
	N	P	K	N	P	K
	i kvæggylle					
25 t/ha	102	18	82	103	20	180
50 - -	204	36	164	139	24	232
100 - -	408	72	328	203	31	319
200 - -	816	144	656	257	36	413
400 - -	1632	288	1312	302	40	541

7.2.2 Majs

Majs har i de senere år haft voksende interesse.

På sandjord ved Lundgård forsøgsstation har husdyrgødning til majs i igangværende forsøg givet følgende resultat (tabel 49).

Tabel 49. Stigende mængder kvæggødning til majs. Udbytte i a.e./ha.
Gns. 3 forsøg på sandjord.

	Gylle	Fast gødning
Kvæggødning*)		
25 t/ha	56	72
50 -	76	98
100 -	95	112
200 -	108	126
Handelsgødning**)		
1/2 NPK		66
1 -		81
2 NPK		88

*) 50 t kvæggylle = 193 kg N/ha, 50 t fast kvæggødning = 252 kg N/ha

**) 1 NPK = 160 kg N/ha. P og K som ved 50 t husdyrgødning/ha

Der har været god virkning for anvendelse af såvel gylle som fast husdyrgødning til majs, og for begge gødningstyper gælder, at der er stigende udbytter med stigende tilførsel af gødning.

Fast gødning har givet et større udbytte end gylle for samme tilførte mængde.

Resultater fra forsøg med udbringning af gylle på forskellige tidspunkter i vækstperioden er omtalt under afsnit 6.1.2.

7.2.3 Vårbyg

Svinehold er ofte kombineret med kornavl uden grovfoderafgrøder, og svinegødning anvendes da til kornmarkerne.

Fast svinegødning og svinegylles gødningsværdi er belyst gennem forsøg i årene 1975-78 (92a) (tabel 50).

Tabel 50. Fast svinegødning og gylle til byg.
Udbytte og merudbytter, hkg kerne/ha.

Kvælstoftilførsel ^{*)}	0 N	1 N	2 N	3 N
		kg total-N/ha		
Kalkammonsalp.	<u>22,2</u>	14,0	17,4	17,2
Fast svinegødn.		7,6	13,0	15,6
Svinegylle		10,4	14,1	16,7

^{*)} 1 N = 50 kg/ha i kas. eller 100 kg total-N/ha i svinegødning.

Husdyrgødningen er udbragt i december-januar og nedpløjet straks efter udbringningen.

Der er i forsøgene målt merudbytter for alle 3 mængder svinegødning. Den bedre virkning af svinegylle hænger sammen med større tilførsel af ammoniumkvælstof med denne gødningstype.

Virkningsgraden af det med husdyrgødningen tilførte kvælstof beregnet på grundlag af tilførsel af total-N har i disse forsøg været 0,25 for fast svinegødning og 0,35 for svinegylle. Det betyder, at virkningen af 100 kg total-N

tilført i de to gødningstyper har kunnet erstattes af henholdsvis 25 og 35 kg N i kalkammonsalpeter.

Forsøg med stigende mængder fast husdyrgødning og kvæggylle til byg udbragt i december-januar og nedpløjet straks har i forsøg 1973-1984 på Askov/Lundgård forsøgsstationer givet følgende resultater (tabel 51).

Tabel 51. Stigende mængder kvæggødning til byg. Udbytte i a.e./ha^{*)}.

Gns. 6 forsøg på lerjord, og 5 forsøg på sandjord.

	Lerjord		Sandjord	
	Gylle	Fast gødn.	Gylle	Fast gødn.
Kvæggødning				
25 t/ha	50	47	20	21
50 -	60	58	30	34
100 -	61	61	35	47
Handelsgødning ^{**)}				
1/2 NPK/ha		46		27
1 -		57		39
2 -		55		42

*) 1 a.e. = 1 hkg kerne eller 4 hkg halm.

**) 1 NPK = 80 kg N/ha. P og K som ved 50 t husdyrgødning/ha.

Der har ikke for byg på lerjord været udbyttmæssig baggrund for at tilføre mere end 25-50 t husdyrgødning pr. ha.

På sandjord har der været fortsat udbyttetstigning op til 100 t pr. ha, men af hensyn til miljøbelastning er anvendelse af så store mængder pr. ha ikke acceptabelt.

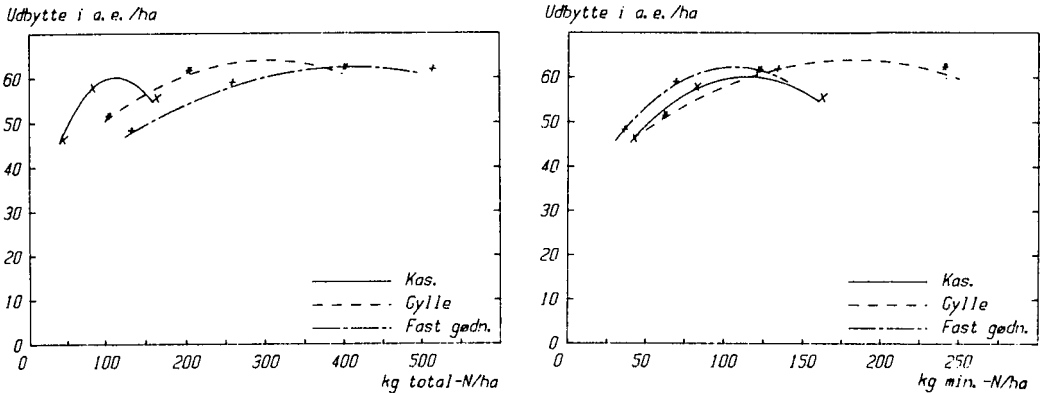


Fig. 30. Relation mellem udbytte og kvælstoftilførsel til byg.
Gns. 6 forsøg ved Askov.

Sættes de opnåede udbytter i relation til tilførsel af total-N pr. ha (fig. 30), har gylle virket bedst. Når virkningen belyses som funktion af den med husdyrgødningen tilførte mængde mineralsk-N (dvs. for husdyrgødningens vedkommende mængden af tilført ammoniumkvælstof), har fast gødning virket lige så godt eller lidt bedre.

Som det er anført i afsnit 7.4, vil der ved gødning med store mængder gylle ikke være økonomi i at supplere med handelsgødning.

I afsnit 6.1 er omtalt forsøgsresultater vedrørende udbringningstidspunkter for svinegødning og svinegylle samt kvæggylle til byg, og i afsnit 6.1.2 Virkningen af forårsudbragt kvæggylle ved direkte nedfældning af gylle.

Tilsætning af inhibitorer, nitrifikationshæmmere, i gylle til byg er belyst i afsnit 7.5.

7.2.4 Vintersæd

Virkningen af husdyrgødning udbragt før såning til vintersæd er meget dårlig, hvilket fremgår af afsnit 6.1.1 og 2.4.

7.2.5 Industrikartofler

Til produktion af kartoffelmel dyrkes der i Danmark 12.000 ha med industrikartofler, en afgrøde hvortil gylle også anvendes.

Ved denne produktion er det ønskeligt med et højt tørstofindhold og dermed stivelsesindhold.

I igangværende forsøg på Lundgård forsøgsstation (sandjord) undersøges virkningen af stigende mængder gylle, og foreløbige resultater fra denne forsøgsserie er vist i tabel 52.

Table 52. Kvæggylle til industrikartofler, Kaptah.

	hkg knolde	%	hkg	%	hkg
			tørstof		stivelse
30 t gylle/ha	342	25,2	95,9	19,4	66,3
60 t - -	382	24,7	94,4	19,0	72,5
90 t - -	418	24,5	102,8	18,8	78,7

Anvendelse af stigende mængder gylle har sænket tørstofindholdet og dermed stivelsesindholdet, men gyllens uheldige indflydelse herpå modsvares af, at gyllen giver en stor udbyttestigning af knolde.

7.2.6 Græs

Husdyrgødning anvendes i betydeligt omfang til græs udbragt oven på afgrøden.

Den gødningsmæssige værdi af husdyrgødningen til denne afgrøde er belyst i en forsøgsserie 1968-73 ved forsøgsstationerne Askov, Lundgård, Rønhave og Ødum med tilførsel af henholdsvis fast kvæggødning og gylle til kløvergræs og rent græs. Gødningen blev givet efterår eller forår og for gyllens vedkommende fordelt på forskellige tidspunkter (90).

Tabel 53. Fast kvæggødning til græs udbragt oven på afgrøden.

Udbytte og merudbytte, hkg tørstof pr. ha.

	Kløvergræs	Rent græs
	5 fs.	7 fs.
Ingen gødning	<u>104,2</u>	<u>32,2</u>
200 N i fast staldg., november	8,5	8,2
200 N - - - , forår	9,1	6,4

Uanset udbringningstid er det små merudbytter, der er opnået for 200 N i fast gødning (tabel 53). Forårsudbringningen er foretaget, så snart jorden har været optøet og egnet til at kunne køres på uden risiko for skade på afgrøden. Disse betingelser har været til stede i sidste halvdel af marts og først i april måned.

Tabel 54. Gylle til græs udbragt ovenpå afgrøden.

Udbytte og merudbytte, hkg tørstof pr. ha.

	Kløvergræs 5 fs.	Rent græs 7 fs.
Ingen gylle	<u>104,2</u>	<u>32,2</u>
200 N i gylle, november	9,6	11,4
200 N - - , forår	11,2	20,0
200 N - - , efter 1. slæt	- 9,3	10,2
100 N - - , nov. og 100 N efter 1. slæt	5,3	15,8
100 N - - , forår og 100 N efter 1. slæt	7,2	15,6

Ved anvendelse af gylle opnåes den bedste virkning ved udbringning om foråret (tabel 54).

Tilførsel af gylle efter 1. slæt kan medføre udbyttenedgang som følge af svidningsskader på planterne i forbindelse med udbringningen. Denne ulempe mindskes ved at tilføre under 15-20 t gylle pr. ha pr. gang og ved endvidere i vækstsæsonen kun at tilføre gylle på kort stub.

Direkte nedfældning af gylle vil kunne reducere svidningsskader samt den smitterisiko fra bakterier og parasitter, der kan være forbundet med udbringning af gylle oven på græsafgrøder, men mekanisk skade på afgrøden ved selve nedfældningen kan dog være meget betydelig (se afsnit 6.1.2).

7.2.7 Raps

Af sædskiftemæssige årsager er landbrug med intensivt svinehold interesseret i en vekselafgrøde, og raps indgår i stigende grad i sædskiftet. Også til denne afgrøde er der interesse for at anvende gylle bl.a. i vækstperioden. Forsøg vedrørende dette er iværksat i vårraps.

De foreløbige resultater efter anvendelse af 20, 40 og 60 t svinegylle pr. ha lige før såning samt de samme mængder gylle ved 5 og 15 cm plantehøjde, og når rapsen begynder at strække sig, tyder på, at anvendelse af gylle til vårraps har god virkning, når den nedharves eller nedpløjes forud for såning. Dog er der ved anvendelse af den store gyllemængde umiddelbart forud for rapsens såning iagttaget spiringsvanskeligheder. Det kan eventuelt have sammenhæng med tilstedeværelse af store mængder ammoniak i spiringszonen.

Udbringning af svinegylle, efter at rapsen er kommet op, kan være af interesse, såfremt det er nødvendigt at tømme gyllebeholderen i vækstperioden. Det vil her være forsvarligt at udbringe ca. 20 t pr. ha ved 5 cm plantehøjde, men ved senere udbringning er gødningsvirkningen mindre og faren for svidningsskade større.

7.3 Periodisk anvendelse af husdyrgødning

Spørgsmålet om anvendelse af meget store mængder husdyrgødning f. eks. én gang med års mellemrum sammenlignet med tilførsel af moderate mængder hvert år indgår, som det tidligere er anført, i den ved Askov og Lundgård forsøgsstationer siden 1973 gennemførte forsøgsrække til belysning af virkningen af store mængder husdyrgødning til forskellige afgrøder (afsnit 7.2).

I tabel 55 er vist udbytter som gennemsnit af sædskifte med roer, byg, forårssået ital. rajgræs (majs på sandjord) og byg. For Askov er anført gennemsnit af 3 rotationer af sædskiftet i årene 1973-1984 og for Lundgård 2 rotationer.

En sammenligning mellem tilførsel af 25 t husdyrgødning pr. ha hvert år, 50 t pr. ha hvert 2. år og 100 t pr. ha hvert 4. år (samlet tilførsel på 100 t pr. ha i løbet af 4 år) viser, at husdyrgødning tilført i forholdsvis mindre mængder hvert eller hvert andet år giver større udbytte end tilførsel af større mængder med 4 års mellemrum. Gennemsnitsudbyttet for en 4 års periode lægges til grund for sammenligningen. Samme tendens ses, hvor mængderne er forøget 2 og 4 gange.

Tabel 55. Udbytter, a.e./ha (gns. af sædskifte).

Husdyrgødning pr. ha	Askov		Lundgård	
	Gylle	Fast gødn.	Gylle	Fast gødn.
25 t hvert år	55,6	48,5	40,8	39,8
50 - - 2. år	46,6	47,9	48,8	43,2
100 - - 4. -	46,3	46,2	51,8	48,6
50 t hvert år	66,2	59,4	61,7	57,6
100 - - 2. år	58,9	58,8	61,6	57,5
200 - - 4. -	56,0	53,3	56,0	64,3
100 t hvert år	73,6	68,1	76,9	81,4
200 - - 2. år	72,0	70,5	72,6	75,2
400 - - 4. -	65,5	63,2	60,1	74,2

Tilføres der større mængder ad gangen med års mellemrum, bør det ske til afgrøder med en lang vækstperiode for at sikre en god udnyttelse af husdyrgødningen.

7.4 Kombination af husdyr- og handelsgødning

I forbindelse med gødningsplanlægning vil det ofte være sådan, at et areal er tilført en del husdyrgødning, og spørgsmålet er så, hvor meget kvælstof i handelsgødning der skal suppleres med. I forsøg, der i 1982-84 blev gennemført ved samarbejde mellem de landøkonomiske foreninger og Askov forsøgsstation, er dette belyst (tabel 56). Der er gennemført 10 forsøg i roer og 9 forsøg i byg.

De største merudbytter i roer er opnået ved en kombination af gylle og handelsgødningskvælstof. Med en kvælstofpris på 6 kr. pr. kg N og en udnyttelsespris på 1 kr. pr. f.e., var den økonomisk optimale kvælstofmængde 180-190 kg N pr. ha, når der ikke blev anvendt gylle. Blev der gødet med 46 t gylle pr. ha var der økonomisk basis for anvendelse af ca. 90 kg N pr. ha i handelsgødning, medens der ved anvendelse af større gyllemængder ingen fortjeneste var ved at supplere med handelsgødning.

I forsøgsserien blev gyllen ud- og nedbragt umiddelbart før roernes såning.

Tabel 56. Kvæggylle til foderbederoer. Udbytte og merudbytte, a.e./ha.

Total-N	NH ₄ -N	Gylle	0	40	80	120	240
kg/ha i gylle		t/ha			kg N/ha i kas.		
0	0	0	<u>102,3</u>	(11,2)*	(19,5)*	26,1	34,3
200	109	46	29,6	35,7	39,8		
400	218	92	46,8	48,9	51,8		
600	327	138	51,5	52,5	53,3		

*) Beregnede merudbytter.

Der kan på sandjord være behov for suppleringsgødskning med handelsgødning, selv hvor der er nedpløjet betydelige mængder husdyrgødning. Det øverste jordlag vil ofte være så kvælstoffattigt, at roerne i begyndelsen savner kvælstof nok til en hurtig rodudvikling. Varer det for længe for rødderne at nå ned til husdyrgødningen, vil dette resultere i for lille produktion.

Resultaterne fra forsøg med svinegylle til byg, er vist i tabel 57.

Der er opnået omtrent ens udbytte ved tilførsel af 49 t gylle pr. ha eller 120 kg N pr. ha i kalkammonsalpeter. Hvor der blev gødet med 24,5 t gylle pr. ha, var der økonomi i at supplere med en mindre mængde kvælstof i handelsgødning.

Ved gødskning med større mængder svinegylle var der ikke økonomi i at supplere med handelsgødning.

Tabel 57. Svinegylle til vårbyg. Udbytte og merudbytte, hkg kerne/ha.

Total-N kg/ha i gylle	NH ₄ -N kg/ha i gylle	Gylle t/ha	0 kg N/ha i kalkammonsalpeter	40	80	120
0	0	0	<u>23,1</u>	(6,5)*	11,0	13,4
100	72	24,5	9,3	11,7	12,8	
200	144	49	13,5	13,7	13,1	
300	216	73,5	12,4	12,4	11,6	

*) Beregnet merudbytte.

En forsøgsserie med stigende mængder kvæggylle kombineret med tilførsel af kvælstof i kalkammonsalpeter er udført i majs på sandjord ved Lundgård forsøgsstation i årene 1978-84 (tabel 58).

Tabel 58. Kvæggylle til majs, udbytte og merudbytte hkg tørstof.

Gns. 8 forsøg, 1977-84.

	0	50	100	150
	t gylle pr. ha			
	<u>Kolbe, hkg tørstof pr. ha</u>			
Ingen kalkammonsalpeter	<u>42,2</u>	12,4	19,6	25,7
50 N/ha i kalkammonsalpeter	5,4	17,7	26,7	31,0
100 N/ha - -	10,9	24,5	25,6	27,7
	<u>Stängel, hkg tørstof pr. ha</u>			
Ingen kalkammonsalpeter	<u>38,5</u>	15,7	23,3	28,0
50 N/ha i kalkammonsalpeter	6,0	19,9	25,4	29,1
100 N/ha - -	11,3	19,1	29,0	31,3

Der har været stigende udbytter for alle gyllemængder. Det ses endvidere, at når der er tilført 100 t gylle pr. ha eller mere, er der ingen stigning i kolbeudbyttet ved at anvende mere end 50 kg N pr. ha i kalkammonsalpeter.

Da grovfoderafgrøder som roer og majs udnytter husdyrgødning bedre end korn, bør husdyrgødningen fortrinsvis anvendes hertil. Man bør være opmærksom på, at hvor der anvendes store mængder husdyrgødning, er der tilført overskud af fosfor og undertiden også kalium.

7.5 Inhibitorer, nitrifikationshæmmere

Ammoniumkvælstof, der tilføres i såvel handels- som husdyrgødning og ligeledes dannes ved omsætning af plante- og rodrester, omdannes ved bakteriers aktivitet til nitratkvælstof i jorden.

Adskillige udenlandske forsøg (29, 30, 103) har vist, at en del kemiske forbindelser, inhibitorer (nitrifikationshæmmere), er i stand til at hæmme de mikroorganismer i jorden, der omdanner ammonium til nitrat.

Dette er særdeles mobilt og kan let nedvaskes, hvis betingelserne herfor er tilstede, hvorimod ammoniumkvælstof ikke nedvaskes i væsentlig grad. Det er derfor af betydning, at kvælstoffet kan forblive på ammoniumform længst muligt, og det er dette, inhibitorer kan medvirke til.

Der er således tale om "jordmidler", der forsinker omdannelsen af ammonium i f. eks. udbragt gylle, men det samme gælder ammonium dannet ved mineralisering af andet organisk materiale eller fra handelsgødning.

Omdannelse af ammonium i jorden forløber i to trin ved bakteriernes hjælp på følgende måde:

Nitrosomonas ilter ammonium til nitrit, som derefter af Nitrobacter ret hurtigt iltes til nitrat. Inhibitorerne virker hæmmende på bakterieslægten Nitrosomonas således, at omsætning af ammonium til nitrit forsinkes (fig. 31).

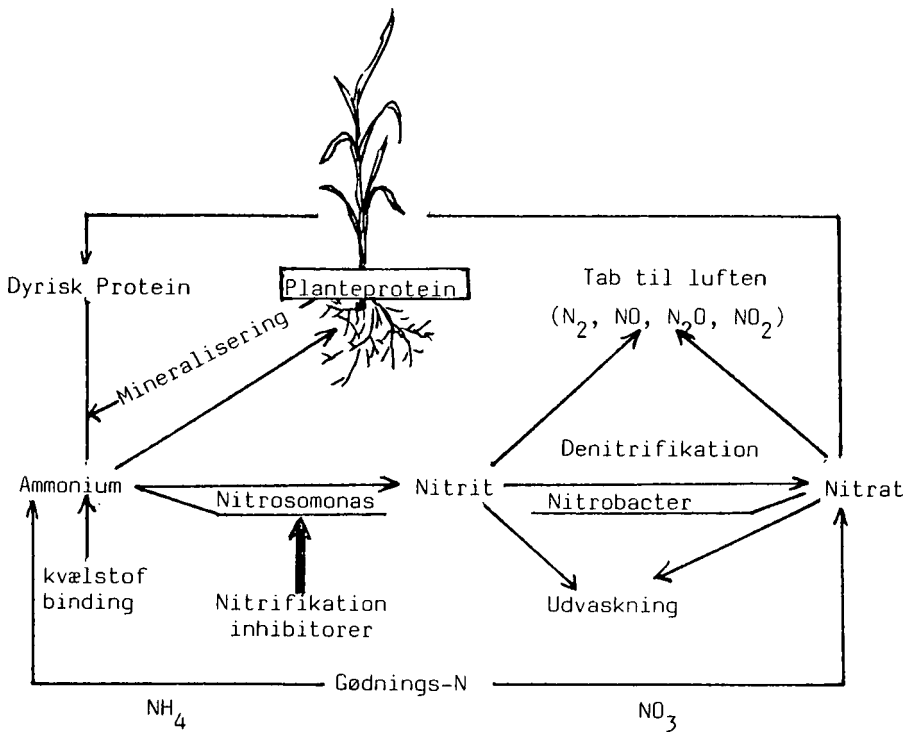


Fig. 31. Nitrifikationsinhibitorers virkning på kvælstofcyklus.

7.5.1 Forskellige inhibitorer

Didin er et fint krystallisk pulver med et kvælstofindhold på 66%. Stoffet er ubegrænset holdbart i tør tilstand og opløseligt i vand med 34 g pr. l. Dosering opgives til 15-25 kg pr. ha.

N-Serve 240 E er en lys gullig væske, der kan blandes i vandige opløsninger. Efter blanding skal den nedbringes i jorden for at undgå tab ved fordampning. Tab kan også opstå, hvis den ikke anvendes hurtigt efter blanding. Doseringen angives til 1-5 l pr. ha afhængig af forholdene.

Dwell er en gullig væske, der kan blandes i vandige opløsninger og gylle.

Med Dwell er man lidt mere frit stillet end med N-Serve 240 E, da fordampning af midlet er væsentlig lavere. Dosering 1,0-2,0 l pr. ha.

7.5.2 Virkning

Med det formål at undersøge inhibitorernes virkning på kvælstofudnyttelse af gylle gennemføres forsøg og undersøgelser på Askov forsøgsstation med de tre ovennævnte midler.

Tabel 59. Mængde af inhibitorer.

	September	December	April
Didin, kg/ha	25	20	15
Dwell, l/ha	2,0	1,5	1,0
N-Serve 240 E, l/ha	2,5	2,0	1,5

Midlerne blev blandet i gyllen umiddelbart før udbringningen, og gyllen er straks nedpløjet. I forsøgene med forskellig udbringningstid, som er gennemført, i byg og bederoer, blev anvendt de i tabel 59 viste mængder.

Der blev anvendt 50 t kvæggylle pr. ha til byg og 100 t til roer, indeholdende henholdsvis 100 og 200 kg NH_4^+ -N pr. ha. Til sammenligning blev om foråret tilført stigende mængder kalkammonsalpeter uden inhibitorer.

Lufttemperaturen blev målt fra september og fremefter indtil døgnets middeltemperatur var under 0 i mindst en uge. Fig. 32 viser summen af varmeanheder. (En varmeanhed er lig gennemsnit af døgnets maks. og min. temperatur).

For nærværende foreligger resultater for to år (fig. 33).

Forsøgene bekræfter, hvad også udenlandske undersøgelser har vist (108), at midlernes holdbarhed og virkning i jorden er stærkt afhængig af temperaturen. Jo højere temperatur, desto hurtigere nedbrydes inhibitorerne med deraf følgende tab af virkning.

I 1983 var der relativ god effekt af alle inhibitorerne på udbyttet i vårbyg, hvor gyllen var udbragt i december 1982.

Varmeenheder

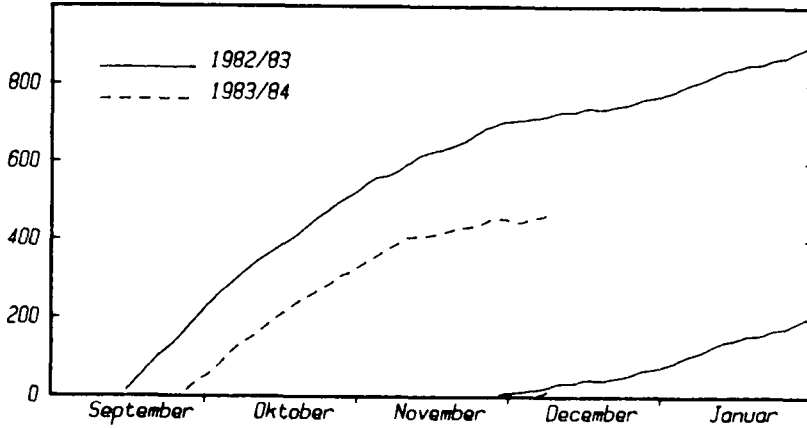


Fig. 32. Sum af varmeeenheder på de forskellige udbringningstider for gylle, Askov 1982/83 og 1983/84.

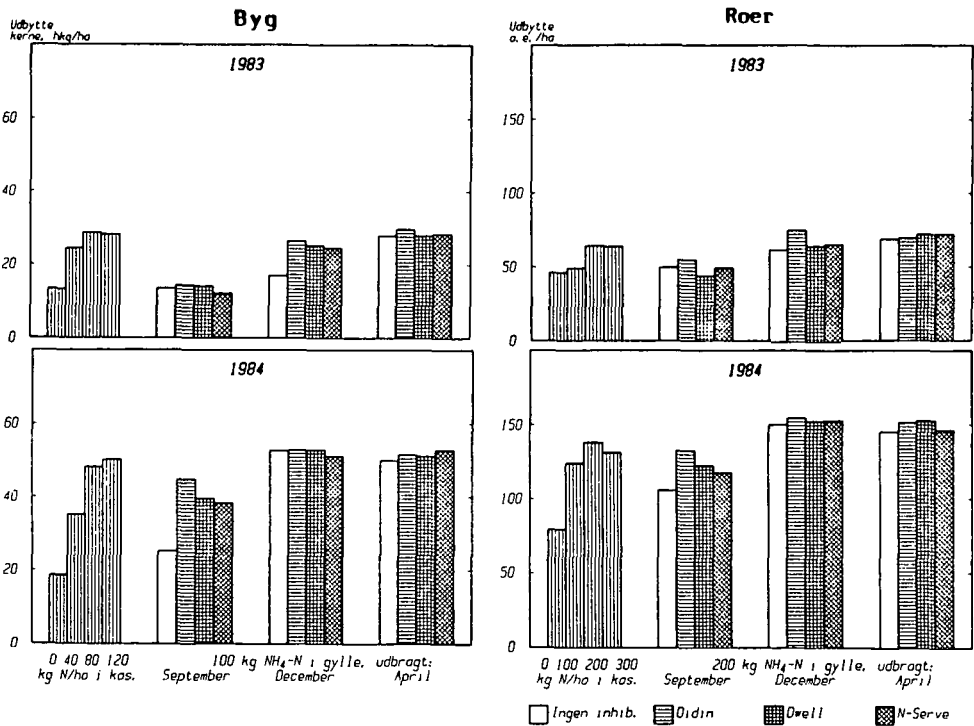


Fig. 33. Udbytte af vårbyg og bederoer efter tilførsel af gylle med og uden inhibitorer. Askov forsøgsstation 1983-1984.

Der er i 1983 målt et merudbytte på 10 hkg kerne pr. ha efter anvendelse af gylle tilsat inhibitorer i december 1982 ved sammenligning med ingen tilførsel af inhibitorer, men anvendt i september 1982 og april 1983 var der ingen effekt ved brug af inhibitorer.

I 1984 var der efter septemberudbringning af gylle 1983 med inhibitorer et merudbytte på 16 hkg kerne pr. ha, men ingen effekt efter udbringning i december og april. Udbyttet 1984 var på samme niveau som efter tilførsel af 120 kg N pr. ha i kas. om foråret 1984.

Grunden til den gode virkning af inhibitorer i 1984 efter septemberudbringningen i 1983 var, at temperaturen dette år generelt var lavere end i efteråret 1982 (fig. 32), hvorfor inhibitorerne ikke blev nedbrudt.

Summen af varmeeenhederne i 1982-83 var højere og steg stærkere end 1983-84, så omkring 1. april var forskellen mellem de to år ca. 300 enheder.

Ved decemberudbringning i 1983 var jordtemperaturen så lav ($< 5^{\circ}\text{C}$), at uden anvendelse af inhibitorer har der antagelig været meget begrænset nitrifikation af ammonium.

Sammenligner man virkningen af de anvendte inhibitorer i de 4 forsøg i vårbyg, ved de udbringningstider, hvor der har været udslag for anvendelsen, december 1983 og september 1984, fås de i tabel 60 viste resultater.

Tabel 60. Udbytte i hkg bygkerne/ha. Gns. 4 fs. ved Askov og Lundgård 1983-84.

	Vårbyg
Ingen inhibitorer	21,0
Didin	35,5
Dwell	32,3
N-Serve 240 E	31,3

Til roer har inhibitorerne virket omtrent som til vårbyg.

7.5.3 Kvalstofudvaskning og inhibitorer

Foreløbige resultater fra ét års lysimeterforsøg ved Askov forsøgsstation 1984/85 over kvalstofnedvaskning efter anvendelse af inhibitorer til kvæggylle fremgår af fig. 34.

Det ses, at ved udbringning i september måned på sandjord (JB1), har der været meget stor kvalstofudvaskning, og der har stort set ikke været forskel på den samlede N-udvaskning, hvad enten der er anvendt inhibitorer eller ikke. På lerjorden (JB7) er kvalstofudvaskningen mindre, og der har været en vis inhibitorvirkning.

Ved decemberudbringning var N-udvaskningen generelt lavere, og anvendelsen af inhibitorer har på begge jordtyper reduceret udvaskningen fra udbragt gylle.

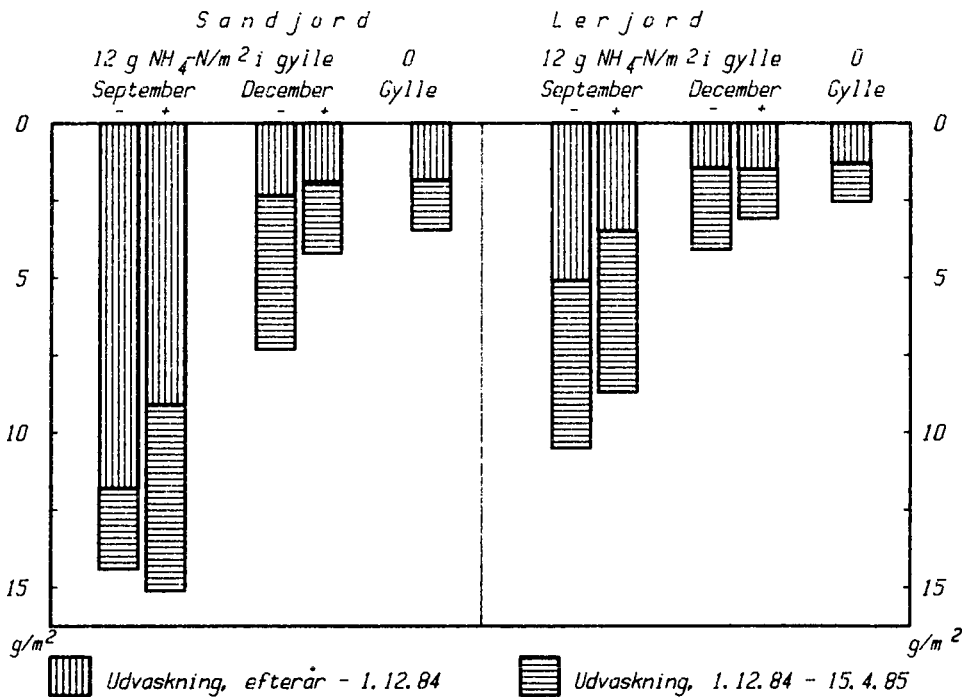


Fig. 34. Nitratnedvaskning efter udbringningstid for gylle +/- inhibitor, g NO₃-N/m². Lysimeterforsøg ved Askov forsøgsstation.

En foreløbig opgørelse af resultaterne viser, at nitrifikationsinhibitorer iblandet gylle anvendt under danske klimaforhold kan forøge kvælstofvirkningen af efterårsudbragt gylle. To års resultater viser, at hvor midlerne har virket, er der i vårbyg opnået et merudbytte på 10-16 hkg kerne pr. ha og for roernes vedkommende 5-20 a.e pr. ha. Endvidere viser forsøgene, at virkningen af midlerne er stærkt afhængig af jordtemperaturen. Der er ikke ved anvendelse til vårbyg fundet nogen sikker forskel i virkning mellem de tre midler, medens Didin tilsyneladende har virket bedst ved roerne. Der er grund til at bemærke den store årsvariation i resultaterne.

7.5.4 Kvælstofudvaskning efter anvendelse af gylle

Ved Askov forsøgsstation er kvælstofudvaskning efter anvendelse af kvæggylle yderligere søgt belyst i mark- og lysimeterforsøg på svær lerjord (JB7). Gylle med 0,47% total kvælstof og 0,29% ammoniumkvælstof blev udbragt og nedpløjet den 17. november 1983 på et areal, hvor der dette år havde været roer. I 1984 har der derefter været vårbyg.

Det vand, der er sivet ned fra nedsivningsperiodens begyndelse i oktober 1983 til 24. april 1984, er for markforsøget målt gennem dræn og i lysimeterforsøget ved opsamling af det gennemsivede vand.

Af fig. 35 til venstre ses, at kvælstofudvaskningen var stigende med tilførslen. I lysimeterforsøget, hvor alt gennemsivningsvandet blev opsamlet, var afstrømningen 372 mm, medens der i markforsøget var en afstrømning på 128 mm med drænvandet. Denne forskel i vandmængde er en væsentlig årsag til forskellen i de målte mængder udvasket kvælstof.

Figuren til højre viser kerneudbytte, hvor det ses, at uden kvælstofgødskning var kerneudbyttet undtagelsesvis lidt højere i markforsøget end i lysimeterforsøget, men i begge forsøgstyper blev der høstet merudbytte for gylletilførsel. Udbyttet er omtrent fordoblet ved tilførsel af 225 kg $\text{NH}_4\text{-N}$ pr. ha.

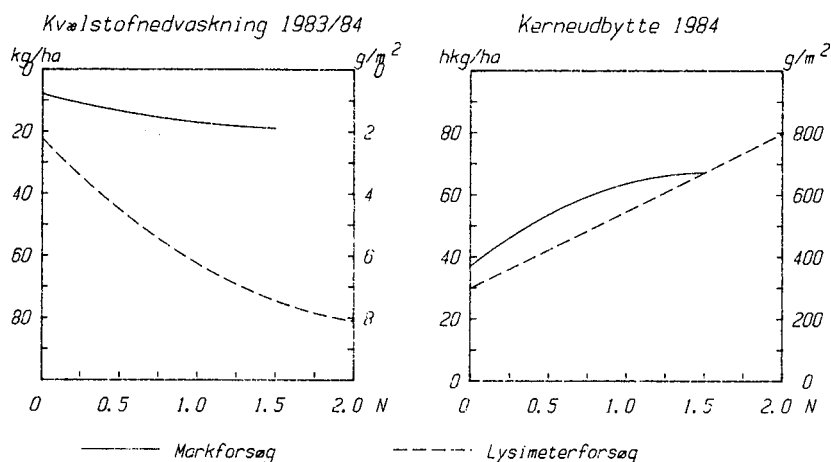


Fig. 35. Stigende mængder kvæggylle til vårbyg 1983/84.
Kvælstofudvaskning og udbytte.

1 N svarer i markforsøget til 150 kg $\text{NH}_4\text{-N/ha}$ eller 240 kg total-N/ha
i lysimeterforsøget 15 g - /m² - 24 g - /m²
10 * g/m² svarer til kg/ha.

7.6 Næringsstofbalancer

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

I tabel 61 er vist eksempler på balancer for tilført og bortført kvælstof, når der årligt gennem en årrække tilføres gødning til samme areal. Balancerne er beregnet på grundlag af resultaterne fra fastliggende markforsøg ved Askov og Lundgård forsøgsstationer, hvor virkningen af årlig tilførsel af op til 100 t kvæggødning pr. ha er sammenlignet med anvendelse af handelsgødning. Forsøgene er gennemført i et 4 marks sædskifte med roer, byg, forårsudlagt ital. rajgræs (majs på Lundgård) og byg. Opgørelserne omfatter henholdsvis 12 år (3 sædskifterotationer) på lerjord ved Askov og 8 år på sandjord ved Lundgård forsøgsstation.

Hvor der i gennemsnit af sædskiftet er anvendt 1 NPK pr. ha i handelsgødning, er der på lerjorden omtrent balance mellem tilført og bortført kvælstof.

Med 50 t vinterudbragt kvæggylle (200 kg N pr. ha) årlig pr. ha nedpløjet omgående er der en positiv balance på 85 kg N pr. ha på lerjorden og 112 kg N pr. ha på sandjorden. Ved vurdering af disse mængder skal der imidlertid tages hensyn til, at tab ved udvaskning og denitrifikation ikke er medregnet. Efter 100 t kvæggylle er der efterladt en betydelig kvælstofmængde.

Tabel 61. N-balance, optaget og tilført kg N/ha. Markforsøg med stigende mængder kvæggødning, 1973-84.

	1/2	1	2	25	50	100	25	50	100
	NPK i handelsg.			t gylle/ha/år			t fast gødn./ha/år		
Lerjord, Askov, 1973-84									
<u>Optagelse</u>									
Bederøer, gns. 3 år	132	182	251	119	146	184	103	124	159
Byg, gns. 6 år	59	82	116	69	104	134	70	95	126
It. rajg. gns. 3 år	80	144	249	71	108	157	62	102	155
<u>Sædskifte-gns.</u>									
Optaget	82	123	183	82	115	152	76	101	142
Tilført	60	120	240	100	200	400	137	275	549
Tilført-optaget	-22	-3	57	18	85	248	61	174	407
Sandjord, Lundgård, 1974-81									
<u>Optagelse</u>									
Bederøer, gns. 2 år	138	161	239	83	158	282	83	130	221
Byg, gns. 4 år	34	55	91	35	62	83	34	58	93
Majs, gns. 2 år	57	71	91	51	70	104	56	87	133
<u>Sædskifte-gns.</u>									
Optaget	66	86	128	51	88	138	52	83	135
Tilført	60	120	240	100	200	400	136	272	544
Tilført-optaget	-6	34	112	49	112	262	84	189	409

Tilførsel af tilsvarende mængder fast staldgødning har medført en større positiv balance, da fast staldgødning har højere kvælstofindhold end gylle, og tilgængeligheden er mindre.

I lysimeterforsøg ved Askov forsøgsstation er udvaskningen af kvælstof undersøgt efter samme plan som anvendt i det foran omtalte markforsøg. Kvælstofbalancer beregnet på grundlag af resultater fra dette forsøg er vist i tabel 62.

Tabel 62. N-balance. Tilført, optaget og udvasket kvælstof. Lysimeterforsøg, Askov forsøgsstation 1974-81.

	1/2	1	2	2,5	5	10	2,5	5	10
	NPK i handelsg.			kg gylle/m ² /år			kg fast gødn./m ² /år		
	Lerjord, g/m ²								
Tilførsel	6	12	24	11	22	44	14	27	54
Optagelse	11	15	23	11	14	21	11	14	18
Udvaskning	3	3	4	4	5	8	4	6	7
Tilført-opt. og udv.	-8	-6	-3	-4	3	15	-1	7	29
	Sandjord, g/m ²								
Tilførsel	6	12	24	11	22	44			
Optagelse	7	12	20	7	10	16			
Udvaskning	2	3	3	4	6	8			
Tilført-opt. og udv.	-3	-3	1	0	6	20			

Med de i den benyttede sædfølge anvendte afgrøder er der praktisk taget balance efter anvendelse af den største mængde handelsgødningskvælstof.

Efter anvendelse af 5 kg kvæggylle pr. m² (50 t pr. ha) er der en mertilførsel af kvælstof i lysimeterforsøget på 3-6 g pr. m² (30-60 kg N pr. ha).

I markforsøget (tabel 61) var der efter tilførsel af 50 t gylle pr. ha,

"akkumuleret" 85 kg N pr. ha på lerjord og 112 kg N pr. ha på sandjord, når der ikke tages hensyn til udvaskningstab eller denitrifikation. Dersom man vil overføre de i lysimeterforsøget fundne tal for udvaskning til markskala, må det erindres, at kvælstofoptagelsen i lysimeterforsøget har været større end i markforsøget som følge af større udbytter, hvorfor udvaskningen af kvælstof i marken antagelig vil være lidt større.

Tabel 63. P-balance, optaget og tilført kg P/ha. Markforsøg med stigende mængder kvæggødning.

	1/2	1	2	25	50	100	25	50	100
	NPK i handelsg.			t gylle/ha/år			t fast gødn./ha/år		
Lerjord, Askov, 1973-84									
<u>Optagelse</u>									
Bederøer, gns. 3 år	24	29	36	21	22	26	18	21	25
Byg, gns. 6 år	15	19	23	16	20	22	17	21	25
It. rajg. gns. 3 år	12	22	33	12	16	25	10	15	26
<u>Sædskifte-gns.</u>									
Optaget	16	22	29	16	20	24	16	20	26
Tilført	18	36	72	18	36	72	48	96	192
Tilført-optaget	2	14	43	2	16	48	32	76	166
Sandjord, Lundgård, 1974-81									
<u>Optagelse</u>									
Bederøer, gns. 2 år	23	23	27	17	26	32	16	23	33
Byg, gns. 4 år	8	11	15	7	11	13	8	13	19
Majs, gns. 2 år	13	15	17	11	15	21	15	18	27
<u>Sædskifte-gns.</u>									
Optaget	13	15	18	11	16	21	12	18	27
Tilført	18	36	72	18	36	72	48	96	192
Tilført-optaget	5	21	54	7	20	51	36	78	165

Tager man hensyn hertil og til den udvaskning og denitrifikation, der forekommer i jorden, vil der med 50 t kvæggylle eller 200 kg N pr. ha årligt i den anvendte sædfølge på langt sigt ikke være tale om nogen afgørende, betydningsfuld akkumulering af kvælstof, men med meget store mængder vil dette være tilfældet.

Tabel 64. K-balance, optaget og tilført kg K/ha. Markforsøg med stigende mængder kvæggødning.

	1/2	1	2	25	50	100	25	50	100
	NPK i handelsg.			t gylle/ha/år			t fast gødn./ha/år		
Lerjord, Askov, 1973-84									
<u>Optagelse</u>									
Bederoer, gns. 3 år	249	342	469	212	232	293	166	207	260
Byg, gns. 6 år	45	75	129	49	75	104	51	77	117
It. rajg. gns. 3 år	130	242	400	119	161	262	95	135	241
<u>Sædsifte-gns.</u>									
Optaget	117	183	282	107	144	197	90	126	187
Tilført	84	168	336	84	168	336	83	166	331
Tilført-optaget	-33	-15	54	-23	24	139	-7	40	144
Sandjord, Lundgård, 1974-81									
<u>Optagelse</u>									
Bederoer, gns. 2 år	251	264	351	146	252	382	133	201	316
Byg, gns. 4 år	19	32	52	16	28	41	17	26	43
Majs, gns. 2 år	81	120	155	62	94	139	67	95	138
<u>Sædsifte-gns.</u>									
Optaget	93	112	152	60	106	159	58	93	151
Tilført	77	154	308	77	154	308	76	152	304
Tilført-optaget	-16	42	156	17	48	149	18	59	153

Opstiller man på tilsvarende måde balancer for tilført og bortført fosfor og kalium på grundlag af resultaterne fra markforsøgene ved Askov og Lundgård forsøgsstationer, finder man følgende, som er vist i tabel 63 og 64.

Af opgørelsen for fosfor (tabel 63) fremgår det, at der er balance mellem tilført og optaget P, hvor der i sædskiftet gennemsnitlig er tilført 18 kg P pr. ha enten med handelsgødning eller kvæggylle.

Overskudstilførsel af fosfor vil indgå som reserve i jorden, der delvis vil være til rådighed de følgende år. Det tilførte fosfor er mindre tilgængeligt for planterne, men dog mere tilgængeligt end det oprindelige jordfosfat. Udvaskningen af fosfor har i lysimeterforsøget været mindre, end hvad der svarer til 200 g P pr. ha og ens for alle de anvendte gødningsmængder. I lignende markforsøg med kvæggylle har udvaskningen været af størrelsesordenen 100 g P pr. ha.

For kalium, hvor der her også er positive balancer for 50 t kvæggylle pr. ha, ville det ved anvendelse af svinegylle have været omvendt, da denne har et lavt kaliumindhold. Der har været nogen kaliumudvaskning på sandjord og mindre end 10 kg på lerjord selv ved den store gyllemængde .

Meget store årlige mængder husdyrgødning eller tilsvarende med års mellemrum vil, som det er vist, resultere i en forøget positiv næringsstofbalance. På kort sigt er dette af værdi for landbrug i mindre god gødningskraft, men på længere sigt må det betragtes som overgødskning, hvor der ikke opnås tilstrækkelig god udnyttelse af de tilførte plantenæringsstoffer med øget risiko for uønskede økologiske konsekvenser.

50 t kvæggylle af almindelig kvalitet anvendt årligt og på rette måde i et sædskifte med de foran omtalte afgrøder er forsvarligt. Til enkeltafgrøder med stor produktion som f. eks. roer og majs kan anvendes større mængder, men til korn eller andre afgrøder med kortere vækstperiode bør anvendes mindre mængder.

Husdyrgødning anvendes oftest i kombination med handelsgødning, og man må da afbalancere næringsstofftilførslen med den indkøbte gødning.

8. SUNDHEDSMÆSSIGE RISICI

I husdyrgødning er der mange forskellige arter af bakterier, vira og parasitter. Nogle af disse organismer kan være sygdomsfremkaldende for såvel dyr som mennesker.

Traditionel gødningsopbevaring i alm. halmrig gødning og i ajlebeholdere yder rimelig sikkerhed for, at det meste smitstof hurtigt bliver dræbt. Ved normal halmiblanding i fast gødning og dermed mulighed for tilgang af luft vil der som regel på grund af gæring opnås så høje temperaturer ($40-70^{\circ}$), at de fleste smitteemner går til grunde i løbet af få uger. Tilsvarende har ajle kunnet betragtes som fri for smitstoffer, som følge af den pH-stigning de urinstofspaltende bakterier fremkalder i ajlebeholdere, pH i ajle er 8-9.

Driftsomlægningen i husdyrbruget med overgang til anvendelse af gyllesystemet og koncentration af husdyrholdet i større enheder, har resulteret i en ændring af de epidemiologiske forhold og dermed også de sundheds- og miljømæssige risici knyttet til gødningshåndteringen.

Ved håndtering af flydende gødning vil der kunne opstå smittefare, da de fleste smitstoffer og parasitter har en længere overlevelsestid under de anaerobe (iltfrie) forhold i gylle. Dertil kommer, at gylle i lagertanken kontinuerligt tilføres frisk gødning og dermed også mulighed for nye smitstoffer. Endvidere fordi gylle jævnlige spredes på græsmarker, der anvendes til afgræsning eller produktion af frisk græs til staldfodring.

Foruden en længere overlevelse af smitstoffer resulterer de anaerobe omsætninger i gylle også i dannelse af toksiske luftarter, der ved flere lejligheder har forårsaget sygdom og dødsfald blandt dyr og mennesker.

8.1 Patogene bakterier

De smitstoffer, som især er aktuelle i forbindelse med forekomst i husdyrgødning, har deres naturlige tilholdssted i syge dyr eller i sunde smittebærere og udskilles med ekskreter og sekreter. Det er først og fremmest mikroorganismer med reservoir i tarmkanalen, som kan optræde i store mængder i frisk husdyrgødning (72).

Flertallet af animalske og humane smitstoffer er værtsafhængige, således at de ikke eller kun lejlighedsvis er i stand til at formere sig uden for den dyriske organisme. Patogene bakterier udskilt til omgivelserne havner i et fremmed miljø, hvor de blot overlever i kortere eller længere tid bestemt af en

række miljøfaktorer samt af bakteriens egne egenskaber (73).

Som eksempel på sådanne faktorer kan nævnes:

1. Arten af pågældende mikroorganisme.
2. Begyndelseskimtallet.
3. Omgivelsernes temperatur.
4. Fugtighedsforhold.
5. Gyllens tørstofindhold.
6. pH. Længere overleven ved pH 6-8.
7. Redoxpotentiale.
8. Biocide stoffer.
9. Mikrobielle antagonister.
10. Ultraviolet lys.

8.2 Parasitter

For zooparasitter gør sig gældende, at de med fæces udskilte ormeæg eller larver kræver et fritlevende stadium i deres livscyklus for at blive infektionsdygtige. Denne udvikling stiller bestemte krav til temperatur, ilt, fugtighed, pH m.m.

Løbetarmorm frembyder formentlig det største problem i relation til gylle, bl.a. fordi den forekommer i alle besætninger, hvor den især hos ungdyrene kan volde betydelige tab (88, 89).

Løbetarmormens overlevelsessevne i henholdsvis fast komposteret gødning, gylle ved 20°C og gylle ved 3°C er vist i fig. 36.

Lignende forhold finder man i princippet for andre frygtede kvægparasitter som leverikter og lungeorm. Det gælder således, at overlevelsessevnen i gylletankene er stor om vinteren og lavere i sommerhalvåret.

I parasitologisk henseende indebærer anvendelse af svinegylle til græsmarker ikke større risici. Det skyldes parasitternes værtsspecifitet. Ingen af vore betydelige svineparasitter kan udvikle sig fuldt ud i kvæget.

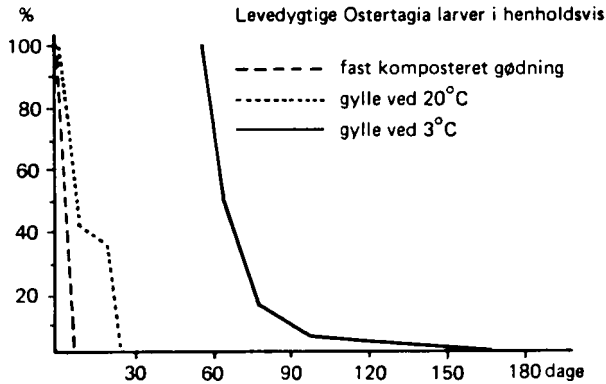


Fig. 36. Overlevelsessevne for løbetarmorm i forskellige gødningsformer (efter 88).

8.3 Virus

Spørgsmålet om virus i gylle og konsekvenserne heraf er kun belyst i begrænset omfang. Forsøg over holdbarheden af kvæg-, svin-, og human vira i gylletanke, har vist, at enterovirus og parvovirus holder sig infektionsdygtige i lange perioder i gylle, og at inaktiveringshastigheden er stærkt afhængig af processer, som kræver ilt. Der er fundet en tydelig forskel mellem beluftet og ikke beluftet gylle. Inaktiveringens hastighed er stærkt temperaturafhængig under anaerobe betingelser (79, 80).

8.4 Forebyggelse af smitterisici

I forbindelse med anvendelse af husdyrgødning indtager spørgsmålet om smitteoverføring via afgrøder en central plads. Medvirkende hertil er i første række den omstændighed, at gylle ofte udbringes direkte på græsmarker og undertiden også på andre grønafrøder. Dette indebærer umiddelbart betragtet en øget smitterisiko for dyr og evt. også mennesker.

Det er derfor væsentligt, at udbringning af gylle sker under behørig iagttagelse af forholdsregler, som tager sigte på at nedsætte smitterisikoen.

En række foreløbige "minimumsretningslinier" for hygiejnisk forsvarlig gyllehåndtering er foreslået i EF-regi. Disse kan sammenfattes i følgende (74):

1. Gylleanvendelse bør så vidt muligt begrænses til korn, frø og lignende afgrøder, undtaget sådanne der fortæres rå.
2. Hvis gyllespredning på græs er uundgåelig:
 - a) bør der så vidt muligt kun anvendes gylle til slætafgrøder, til konservering (hø, eller anden form for tørring, ensilage).
 - b) Hvis gylle anvendes til græsningsarealer:
 - 1) bør der kun udbringes gylle, der har været lagret i mindst 30 dage i sommerperioden og midst 60 dage i vinterperioden.
 - 2) Afgræsning bør ikke begynde før mindst 30 dage efter gyllespredning.
 - 3) Kun voksne eller uimodtagelige dyr bør afgrasse de gyllebehandlede arealer.

Det anses, at såfremt disse retningslinier følges, vil det bidrage til at nedsætte den potentielle smitterisiko i forbindelse med gyllehåndtering til et acceptabelt niveau.

Hvor der er tale om gylle fra besætninger med kliniske udbrud af infektionssygdomme, vil de ovennævnte lagringstider for gylle ikke kunne anses for tilstrækkelige under danske forhold (74).

8.5 Beluftning og afgang af gylle

En kraftig luftgennembobling af gyllen vil nedsætte dens indhold af smitstoffer og parasitter.

Når gylle forrådnede i biogasanlæg, accelererer drabshastigheden af bakterier og parasitter. Resultater af danske undersøgelser over forskellige parasiters og -larvers overlevelse i biogasanlæg er vist i tabel 65.

Tabel 65. Inaktivering af parasitter i gylle under biogasudrødning (94).

Temperatur	Tid	Parasit
53°C	1-4 timer	Alle æg (løbe-tarmorm) (knudeorm) (spolorm)
35°C	2 døgn	Æg af løbe-tarmorm (kvæg)
	< 2 døgn	Æg af bændelorm (kat)
	6-8 døgn	Æg af knudeorm (svin)
	> 21, < 35 døgn	Æg af spolorm (svin)
	< 7 døgn	Larver af lungeorm (kvæg)

Generelt kan følgende sammenfattes om smitstofdrab i biogasgeneratorer (94):

Termofil udrødning af gylle (50°-60°C) med opholdstider på mindst 12-24 timer i reaktoren synes på basis af de foreliggende resultater at medføre en reduktion af ikke alene patogene vegetative bakterier, men også af parasitter og vira, til hygiejnisk acceptable niveauer.

Mesofil udrødning (30°-38°C) er kun med meget lange opholdstider for gylle (portionsudrødning) i stand til at yde tilnærmelsesvis samme smitstofreduktion som termofil behandling.

Kontinuerte mesofile udrødninger i biogasanlæg, hvor tilførsel af frisk gylle sker med 1-2 dages mellemrum, sikrer ikke, hvad der vil kunne betegnes som acceptable hygiejniseringsmuligheder. Dette gælder såvel bakterier og vira som parasitter.

8.6 Giftige luftarter i gylle

Som følge af det anaerobe miljø i gylletanken vil mikrofloraen, der herved fremmes, producere en række forskellige luftarter, hvoraf flere er ildelugtende og nogle stærkt giftige. Det er først og fremmest svovlbrinte, som frembyder forgiftningsfare ved gyllehåndtering (74).

Svovlbrinte (H_2S) er lidt tungere end luft. Når gylle er i ro, er luftarten ligeledes i ro, men sættes gyllen i bevægelse ved pumpning eller omrøring, bliver svovlbrinten frigjort. I praksis betyder det, at jo længere man opbevarer gylle i gyllekanaler eller kældre, desto større sandsynlighed er der for, at ilten i den er forbrugt, og at der er dannet svovlbrinte. Den største risiko for dannelse af svovlbrinte er i den tynde gylle i de dybe lag af gyllekældre. Ved påvirkning af selv lave koncentrationer af svovlbrinte opstår syns- og åndedrætsbesvær. Ved koncentrationer på 180-200 ppm lammes lugtesansen og endnu højere koncentrationer vil være dødelig.

Kuldioxid kan i koncentrationer over 20% medføre kvælning som følge af, at luftens ilt er fortrængt og tilsvarende gælder for metan i koncentrationer på 5%.

Ammoniak er for farligt ved høje koncentrationer. Dødelige forgiftninger er iagttaget ved koncentrationer på 0,5%. Lave koncentrationer irriterer øjne og åndedrætsorganer.

For at undgå ulykker, som følge af de giftige luftarter i gylle, bør man altid ved arbejdet med gylle være forberedt på, at det kan indebære en risiko for både dyr og mennesker og derfor følge de af Direktoratet for Arbejdstilsynet og Arbejdsmiljøfonden udarbejdede anvisninger om sikkerhedshensyn i forbindelse med gyllehåndtering.

9. REGLER FOR ANVENDELSE

Husdyrgødning skal behandles som gødning og ikke som affald. Desværre har gødningsværdien ikke været tilstrækkelig værdsat i de senere år. Det kommer til udtryk ved husdyrgødningens opbevaring og ved håndteringen af den, ved tidspunkt for udbringning og anvendte mængder.

Tages der ikke hensyn til dette, opnås der mindre gødningsværdi og uønsket miljøpåvirkning.

I en række lande har man fastsat regler for husdyrgødningsanvendelse. Man har gjort det under hensyn til såvel tekniske som planteproduktions- og miljømæssige forhold.

Som eksempler herpå anføres:

9.1 Sverige

Der har i Sverige siden 1969 været love og regulativer vedrørende intensiv husdyrproduktion. Efter en revision af miljøbeskyttelsesloven i 1981 foreskrives nu, at de amtskommunale myndigheder fører kontrol med nyetablering og med udvidelse af ældre bedrifter med mere end 100 dyreenheder (84). Som en enhed regnes: 1 hest, 1 ko, 2 stk. ungkvæg, 3 søer eller 10 slagtesvin, 10 pelsdyr og 100 stk. fjerkræ.

En tilladelse til bedrift med mere end 100 dyreenheder er kombineret med forskellige regler angående størrelse og placering af arealer til udbringning af husdyrgødningen, opbevaringskapacitet for husdyraffald, afstand til søer og vandløb, maksimum mængder gødning pr. ha, møddingsplads og gyllebeholdere.

For så vidt angår arealbehov i forbindelse med husdyrgødningsproduktionen, gælder følgende retningslinier:

Flydende staldgødning (gylle)

- 0,50 ha pr. malkeko med 12 mdr. staldperiode.
- 0,35 - - - - 8 - -
- 0,16 - for ungkvæg og kødkvæg med 8 mdr. staldperiode.
- 0,05 - pr. slagtesvinplads i stalden.
- 0,20 - - so inkl. smågrise.
- 7,5 - - 1.000 stk. æglæggende høns.
- 3,5 - - 1.000 stk. slagtekyllinger.

Såfremt det drejer sig om fast gødning, kan de anførte arealstørrelser sædvanligvis blive reduceret med ca. 10%.

Basiskrav til opbevaring af både fast og flydende gødning er 6 måneder. I visse forureningsmæssigt følsomme områder kan kravet til opbevaring øges til 8 til 10 måneder, men i sådanne tilfælde ydes der tilskud til at dække denne ekstra opbevaringsperiode.

Retningsgivende lagerbehov af gødning og ajle pr. dyreenhed for 6 måneders opbevaringstid er:

	Gylle	Ajle	Fast gødning (1,5 m høj)
	< m ³	>	m ²
Malkekøer	10,5	3,0	4,7
Ungkvæg	5,0	1,2	2,3
Slagtesvin	0,8	0,4	0,27
Søer i produktion	3,0	1,8	1,6

9.2 Norge

Regler er fastsat af Landbrugsdepartementet i lov af 13. juni 1975 om regulering af erhvervsmæssigt husdyrhold.

Ifølge denne skal producenter, som ønsker at udvide eller etablere anlæg for svine- og fjerkræhold, søge om koncession. Grænser for koncessionspligt er fastsat til:

500 slagtesvin pr. år, 2.000 høns eller 3.500 slagtekyllinger pr. år.

I ansøgningen om koncession skal der gives oplysninger om dyrket areal, driftsplan og driftsforhold, driftsbygninger, gødningshåndtering samt areal til spredning af gødningen.

Vedrørende lagerkapacitet hedder det i loven, at lagerkapaciteten for gødning og andet affald fra husdyrhold skal være så stor, at den med god margin svarer til produktionen af gødning m.v. i det længste tidsrum, hvor det ikke er muligt at køre gødning ud, eller hvor der på grund af særlig stor fare for forurening ikke bør deponeres gødning m.v. på markerne. Det vil sige, at ved nyetablering bør der ikke bygges til mindre end 6 måneders lagringstid.

Gødning må ikke spredes på snedække og frosne marker, hvor det kan forårsage

ge forurening som følge af overfladeafstrømning.

Vedrørende husdyrhold og areal til spredning af gødning er der i loven givet vejledende normer. Disse må i hvert enkelt tilfælde vurderes ud fra forholdene på stedet med hensyn til forureningsbelastning m.v. Som vejledende normer for arealbehov til deponering af gødningsproduktion gælder følgende:

0,40	ha	pr.	malkeko	med	12	mdr.	staldperiode.
0,27	-	-	-	-	8	-	-
0,20	-	for	ungkvæg	over	1	år	med 12 mdr. staldperiode.
0,13	-	-	-	-	-	-	8 - -
0,05	-	-	slagtesvin	(10	mdr.	belægning).	
0,16	-	-	søer	inkl.	smågrise.		
0,6	-	pr.	100	æglæggende	høns	uden	strøelse.
0,3	-	-	-	-	-	med	strøelse.
0,25	-	-	-	kyllinger	til	opdræt	uden strøelse.
0,10	-	-	-	-	-	med	strøelse.
0,08	-	-	-	slagtekyllinger.			

9.3 Vesttyskland

I den tyske forbundsrepublik er der lovmæssige regler for anvendelse af gylle og fjerkrægødning. Disse er indeholdt i paragraf 15 i loven om Abfallbeseitigungsgesetzes fra 1977, revideret i marts 1982. Ifølge denne kan de respektive myndigheder i individuelle tilfælde forbyde eller begrænse spredning af gødning på land-, skov- og havebrugsjord.

Som maksimumgrænse for anvendelse af husdyrgødning er valgt en gødningsmængde svarende til 3 gødningsenheder pr. ha pr. år. Denne grænse kan nedsættes afhængig af lokale forhold under iagttagelse af forskellige faktorer som f. eks. jordtype, jordstruktur, humusindhold, kulstof/kvælstofforhold, klimaforhold, sædskifte, afgrøders næringsstofforbrug og tilførsel af næringsstoffer i handelsgødning. Hvor meget gødning, der må anvendes i så tilfælde, bestemmes af den respektive myndighed i samarbejde med de lokale landbrugskonsulenter.

En gødningsenhed er den af et bestemt antal dyr fra en dyreart i løbet af året producerede gødningsmængde.

Beregning af gødningsenheder er baseret på følgende antal dyr, som er ind-

gået i ejendommens besætning i et helt år.

Dyreart	Antal dyr pr. gødningsenhed
Malkekøer (ældre end 2 år)	1,5
Ungkvæg (fra 3 mdr. til 2 år)	3,0
Kalve (op til 3 mdr.)	9,0
Søer med smågrise op til 20 kg	3,0
Svin over 20 kg	7,0
Æglæggende høns	100
Unghøns	200
Slagtekyllinger	300
Ænder	150
Kalkuner	100

Beregningen af en gødningsenhed er baseret på en mængde gylle eller fjerkrægødning, som ikke indeholder mere end 80 kg total-kvælstof eller mere end 70 kg total-fosfor. Disse værdier skal tages i betragtning, såfremt tabellen skal anvendes til at omfatte andre dyrearter.

Hvis et dyr ikke har været i besætningen et helt år, eller når dyr overgår til andre grupper inden for tabellen f. eks. ungvæg til malkekøer, anvendes gennemsnitstal for antal dyr som basis for beregningen af en gødningsenhed. Når ejendommen har flere slags dyr, sammentælles gødningsenhederne, der er beregnet på hver dyreart.

Gylle og fjerkrægødning må ikke udbringes i perioden fra slutningen af oktober til slutningen af februar.

Et sådant forbud, som sidst anført er nu indført i delstaterne Niedersachsen og Hessen.

9.4 England

Retningslinier for husdyrgødningsanvendelse i Storbritanien indgår i loven "The Control of Pollution Act 1974" del 2 "Pollution of Water" afsnit 31.

Loven fastslår, at enhver landbrugsmæssig praksis, som er anbefalet i et sæt godkendte retningslinier, skal anerkendes som "god landbrugsmæssig prak-

sis".

Retningslinierne er baseret på de særlige vejledninger vedrørende opbevaring og tilførsel af gødning, som løbende er udsendt i publikationer fra det britiske landbrugsministerium.

9.5 Danmark

I Danmark er der i den handlingsplan til nedbringelse af nitratforurening, som Folketinget har vedtaget i foråret 1985 (28), indeholdt bestemmelser om at:

- møddingsforholdene skal bringes i orden.
- landbrug med mere end 20 storkreaturer skal have møddingsteder, ajle- og gyllebeholdere og møddingssaftbeholdere med en kapacitet til mindst 6 måneders produktion.
- flydende husdyrgødning må ikke bringes ud på markerne i perioden fra høst til 15. oktober, fra 1987 dog 1. november med mulighed for en regional dispensation. Det gælder dog ikke på bevoksede arealer og på arealer, hvor der er afgrøder den følgende vinter. For visse jordbundstyper kan forbudet mod udbringning af flydende husdyrgødning ophæves, hvis der foretages nedmuldning af tilstrækkelige mængder halm. Flydende husdyrgødning må endvidere under nærmere af ministeren fastsatte regler ikke udbringes på frossen jord. Flydende husdyrgødning, der bringes ud på ubevoksede arealer, skal nedfældes hurtigst muligt inden for 24 timer.
- store husdyrbrug skal miljøgodkendes på linje med andre produktionsvirksomheder. Det fastlægges i bekendtgørelsesform, hvilke husdyrbrug der er omfattet af dette krav. Ved fastlæggelse kan bl.a. følgende kriterier tænkes anvendt: Antal af husdyr, ejendommens beliggenhed i forhold til anden bebyggelse og i forhold til særligt forureningsfølsomme områder.
- anvendelsen af markmøddinger afvikles inden den 31. december 1989. De kan dog tillades bl.a. for ejendomme i landsbyer, når det godtgøres, at der ikke kan etableres en lovlig "gårdmødding" med tilstrækkelig kapacitet. Det kan også tillades for kompost med højt tørstofindhold. Foranstaltningerne udmøntes i miljøreglementet.
- der fastsættes generelle regler, som sikrer harmoni mellem husdyrhold og jordtilliggende. Herved forstås indtil 2 storkreaturer pr. ha (hvilket svarer til ca. 170 kg N pr. ha pr. år). Har man større husdyrhold, skal der fo-

religge længerevarende skriftlige aftaler, der sikrer, at overskydende gødning kan afsættes til andre ejendomme, til fællesanlæg eller biogasanlæg. Foranstaltningerne udmøntes i miljøreglementet i en særlig bekendtgørelse, som for tiden (november 1985) er under udarbejdelse.

10. SAMMENDRAG

Husdyrgødning som affald fra husdyrproduktionen skal betragtes som værdifuld gødning og behandles og håndteres som sådan, hvilket vil sige, at den skal anvendes på økonomisk og miljømæssig forsvarlig måde.

Værdien af den samlede husdyrgødningsproduktion i Danmark beregnet ud fra priser på handelsgødning (for kvælstof på grundlag af husdyrgødningens indhold af ammoniumkvælstof og uden tab ved opbevaring og udbringning) er af størrelsesordenen 3 milliarder kroner.

Da husdyrbestanden er større pr. ha i Jylland, navnlig i Vestjylland, er det her, man finder de største mængder.

Der er betydelig forskel i næringsstofindholdet i gødning fra forskellige dyrearter. Således er indholdet i fjerkrægødning væsentlig højere end i gødning fra svin og kvæg. Svinegødning har et højere kvælstof- og fosforindhold, men lavere kaliumindhold end kvæggødning. Svinegylle har ofte lavt tørstofindhold.

Husdyrgødningens indhold af mikronæringsstoffer er af betydning for planteproduktionen og medvirker til at vedligeholde en passende balance i jorden.

Det er for den enkelte landmand vigtigt at have kendskab til disse forhold, når gødningsplanen lægges, idet næringsstofindholdet kan variere betydeligt. Der findes en rimeligt sikker og hurtig metode til bestemmelse af gylles og ajles ammoniumindhold, der har afgørende betydning for husdyrgødningens 1. års virkning.

Husdyrgødningens omsætning i jorden er af stor interesse. I ganske særlig grad gælder det for kvælstof, men naturligvis også for andre næringsstoffer. Som følge af de kemiske og biologiske omdannelser indgår kvælstof i en række kemiske forbindelser, der er meget forskellige, hvad angår plantetilgængelighed, udvaskningstab og gasformigt tab.

Nettotransport af kvælstof fra jorden til det omgivende miljø kan medføre uønsket miljøpåvirkning og belaste grundvandet. Derfor er det afgørende nødvendigt, at gødskning sker på en sådan måde, at der opnås størst mulig udnyttelse, og at tab begrænses mest muligt.

Ammoniakkvælstof i husdyrgødning er udsat for fordampning. Et skøn over fordampningstabets størrelse angiver ca. 100.000 t ammoniak-N årlig under lagring og udbringning. Måling af ammoniakindhold i nedbør viser en ret betydelig stigning i luftens ammoniakindhold i de sidste 20 år. Tab ved fordampning bør

begrænses mest muligt ved hensigtsmæssig opbevaring og udbringning.

Tab af kvælstof i form af kvælstofilter eller som frit kvælstof ved denitrifikation sker i jorden under forhold, hvor der er let nedbrydeligt organisk stof og nitrat til stede og samtidig iltfrie eller iltfattige forhold. Trods metodemæssige vanskeligheder ved bestemmelse af denitrifikation under markforhold er der i de seneste år opnået interessante resultater, som har vist ganske betydelige kvælstoftab som følge af denitrifikation. Det er vist, at ved stigende mængder husdyrgødning øges denitrifikationstab, men flere undersøgelser er nødvendige for at opnå et sikkert grundlag for vurdering heraf.

Tab af kvælstof ved udvaskning varierer meget afhængig af afstrømning, afgrødeart, udbringningstid og anvendt gødningsmængde.

I en omfattende forsøgsrække med stigende mængder gødning er vist stigende kvælstofudvaskning ved stigende tilførsel. Dette gælder for anvendelse af såvel fast husdyrgødning som gylle og handelsgødning. Ved anvendelse af samme kvælstofmængde er udvaskningen større ved gødsning med husdyrgødning end med handelsgødning. Det er samtidig vist, at kvælstofudvaskningen er væsentlig større efter afgrøder, der høstes tidligt som korn end efter roer og græs, der slutter væksten senere.

Under opbevaring af fast gødning vil der sive møgsaft ud fra møddingen. Mængden afhænger af nedbørens størrelse og kan begrænses væsentligt ved at overdække møddingen med et let tag. At ajlebeholderen skal være tæt er en selvfølge. Tab af kvælstof fra åbne gyllebeholdere med svømmelag er tilsyneladende af begrænset størrelse.

I forbindelse med bestræbelserne på at mindske udvaskningstab af kvælstof ved efterårsudbringning har der i de seneste år været megen interesse for inhibitorer, stoffer der hæmmer omsætningen af ammoniak til nitrat i jorden.

Resultaterne fra danske forsøg har vist, at midlernes virkning påvirkes af jordtemperaturen, idet de nedbrydes i jorden ved relativt højere temperatur. Inhibitorer blandet i kvæggylle udbragt i september 1984 har ikke nedsat udvaskningen på sandjord 1984/85, hvor udvaskningen i øvrigt har været betydelig. På lerjord er udvaskningen mindre. Ved udbringning i december var der væsentlig mindre samlet udvaskning, og der har været god virkning af den anvendte inhibitor. Virkning på udbyttet af såvel vårbyg som roer har været god, når jordtemperaturen i løbet af 1-2 måneder efter udbringningen er faldet til 5°C eller derunder.

Husdyrgødningens indflydelse på jordens struktur, biomasse og fauna er gen-

stand for megen interesse. Blandt jordfysiske forhold er aggregatstabiliteten af betydning.

Undersøgelser i forsøg med husdyrgødning på lerjord har vist, at efter anvendelse af husdyrgødning er der større aggregatstabilitet end efter handelsgødning, og jordens porøsitet er øget, specielt de store porer, som har betydning for luftskifte og nedsivning. For så vidt angår biomasse, er den fundet at være større efter anvendelse af gylle end efter handelsgødning i ugødet jord i de langvarige forsøg i Askov. I en anden forsøgsrække fandtes ikke forskel efter gylle og handelsgødning. Ved bestemmelse af ATP er der ikke fundet de samme forskelle, men generelt sker der en forøgelse af jordens mikrobielle biomasse efter anvendelse af husdyrgødning.

Husdyrgødningens indflydelse på jordens fauna er belyst på grundlag af regnormeundersøgelser. Anvendelse af husdyrgødning, som tilfører jorden organisk stof, har medført en større regnormepopulation i forhold til handelsgødning, og størst forøgelse er fundet efter store husdyrgødningsmængder.

En undersøgelse af mider og collemboler i jorden viste ingen forskel i antal og artssammensætning efter anvendelse af husdyrgødning og handelsgødning.

Husdyrgødningens betydning for jordens humusindhold viser, at i de langvarige forsøg i Askov er dette højere efter husdyrgødning end efter ugødet og efter handelsgødning. Opdeles jordens organiske stof på jordens fraktioner af ler, silt og sand, finder man, at stigning i jordens kulstofindhold efter anvendelse af husdyrgødning har fundet sted i alle partikelfraktioner. Efter husdyrgødning er der omtrent samme stigning i ler- og siltfraktionens organiske stofindhold, men for handelsgødning har den relative stigning i siltens organiske stofindhold været dobbelt så stor som i lerfraktionens. Dette er særlig interessant, da det antages, at det organiske stof knyttet til lerfraktionen er mere labil, end det der er knyttet til silt. Da omsætning af organisk stof i jorden er nøje forbundet med kvælstofomsætningen, er dette forhold af betydning for jordens kvælstofmineraliserende evne.

Den tidligere form for håndtering og anvendelse af husdyrgødning gav yderst sjældent anledning til sundhedsmæssige risici, da opbevaringsformen medførte, at patogener og parasitter blev dræbt.

Med indførelse af gyllesystemet er også de sundhedsmæssige risici ændret, da patogener og parasitter har længere overlevelsestid under de anaerobe forhold, der er i gylle. Spredes gylle indeholdende patogener og parasitter på græs til afgræsning eller staldfoder, er der risiko for, at dyrene smittes.

Salmonellabakterier er blandt de patogener, der har medført alvorlige sygdoms-udbrud.

For parasitter gælder, at ormeæg eller larver udskilt med gødning kræver, at de i en periode af deres livscyklus er i et fritlevende stadium for at blive infektionsdygtige. Deres overlevelsessevne i gyllebeholdere er stor, navnlig i vinterperioden. Det er parasitter som løbeorm, lungeorm, leverikter og bændelorm, man frygter, den sidste først og fremmest i forbindelse med slamanvendelse. Svinegylle kan uden større risiko anvendes til græsmarker, da ingen af de betydende svineparasitter kan udvikle sig fuldt ud i kvæg.

I forbindelse med sundhedsrisici er det meget nødvendigt at være opmærksom på navnlig svovlbrinte i gylle. Denne luftart dannes under anaerobe forhold i gylletank eller gødningskældre. De af Direktoratet for Arbejdstilsynet udarbejdede anvisninger i forbindelse med sikkerhed ved gyllehåndtering skal følges. Under omrøring frigøres svovlbrinte, og større koncentrationer kan medføre lammelse af centralnervesystemet med besvimelse og deraf følgende konsekvenser.

Anvendelse af husdyrgødning i det traditionelle sædskifte skabte tidligere ingen problemer. Den ofte mere ensidige drift man nu finder i mange landbrug, har medført større vanskeligheder med hensigtsmæssig udnyttelse.

.Meget store årlige mængder husdyrgødning eller tilsvarende med års mellemrum vil resultere i en forøget positiv næringsstofbalance. På kort sigt er det af værdi for landbrug i mindre god gødningskraft, men på længere sigt må det betragtes som overgødskning, hvor der ikke opnås tilstrækkelig god udnyttelse af de tilførte plantenæringsstoffer med øget risiko for uønskede konsekvenser. 50 t kvæggylle af almindelig kvalitet anvendt årligt og på rette måde i et sædskifte med afgrøder som korn, roer og græs er forsvarligt. Til enkeltafgrøder med stor produktion som f. eks. roer og majs kan anvendes større mængder, men til korn eller andre afgrøder med kortere vækstperiode bør anvendes mindre mængder.

Anden husdyrgødning kan på grundlag af næringsstofindhold vurderes i forhold hertil.

Husdyrgødning anvendes i stort omfang til kløvergræs eller græsmarker. Udbragt om foråret i passende mængder er der opnået pæne merudbytter, men anvendt om sommeren uden vanding er kløvergræsset skadet. Nedfældning reducerer svidningsskader, men medfører mekanisk skade på afgrøder, en skade der dog mindskes ved vanding umiddelbart efter.

Vil man anvende en større mængde husdyrgødning ad én gang, bør det ske til afgrøder med lang vækstperiode.

Anvendes både husdyrgødning og handelsgødning, bør planlægningen ske dels ud fra tilført mængde fosfor og for kvælstoffets vedkommende under hensyn til den samlede tilførsel af mineralsk kvælstof.

Husdyrgødning bør håndteres og anvendes på en sådan måde, at der opnås den største nyttevirkning af den under hensyntagen til det omgivende miljø.

Husdyrgødning skal derfor:

- opbevares omhyggeligt, med mindst muligt tab.
- anvendes i de rigtige mængder.
- udbringes til afgrøder, der i særlig grad kan udnytte den.
- nedbringes straks efter eller samtidig med udbringningen.
- udbringes og fordeles ensartet så nær vækstperioden som muligt under hensyntagen til jordbundsforhold og jordstruktur.
- ved udbringning i vinterperioden, anvendes på en sådan måde, at overfladeafstrømning af organisk stof og plantenæringsstoffer undgås.

Med baggrund i de senere års voksende interesse for miljøbeskyttelse er landbrugets gødningsanvendelse inddraget. Generelle bestemmelser om husdyrgødningens opbevaring, håndtering og anvendelse fastsættes i bekendtgørelse fra miljøministeriet.

11. LITTERATUR

1. Adams, T. McM. & Laughlin, R. J. 1981. The effects of agronomy on the carbon and nitrogen contained in the soil biomass. *J. Agric. Sci.* 97, 319-327.
2. Andersen, N. C. 1980. The influence of farmyard manure and slurry on the earthworm population (Lumbricidae) in arable soil. p. 325-334 i Red. D. L. Dindal: *Soil Biology as Related to Land use Practises*, Proc. VIIth Int. Soil Zool. Coll, EPA, Washington DC.
3. Andersen, N. C. 1983. Nitrogen turnover by earthworms in arable plots treated with farmyard manure and slurry. Kap. 11 i Red. J. E. Satchell: *Earthworm Ecology*. Chapman & Hall, London.
4. Andersen, N. C., Eiland, F. & Vinther, F. 1983. Økologiske undersøgelser af jordbundens mikroflora og fauna i dyrkningssystemer med reduceret jordbehandling, vårbyg og efterafgrøde. *Tidsskr. Planteavl* 87, 257-296.
5. 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.
6. Borup, J. 1985. Pers. medd. vedrørende gødningsopbevaring.
7. Brink, N. 1978. Kvæveutlakning från odlingsmark. *Ekohydrologi* 2, 31-39. Sveriges Lantbruksuniversitet.
8. Brookes, P. C., Powlson, D. S. & Jenkinson, D. S. 1984. Phosphorus in the soil microbial biomass. *Soil Biol. Biochem.* 16, 169-175.
9. Buijsman, E. 1983. Ammoniakemissie in Nederland. Instituut voor Meteorologie en Oceanografie, Rijksuniversiteit Utrecht, Rapport V-83-3.
10. Christensen, B. T. 1985. Ammonia volatilization loss from surface applied animal manure. Indlæg ved EF-symposium: Efficiency of Land Use of Sludge and Manure. Askov (DK), 25-27 June 1985.
11. Christensen, B. T. 1985. Carbon and nitrogen in particle size fractions isolated from Danish arable soils by ultrasonic dispersion and gravity-sedimentation. *Acta Agric. Scand.* 35, 175-187.
12. Christensen, B. T. 1986. Straw incorporation and soil organic matter in macro-aggregates and particle size separates. *J. Soil Sci.* 37, (under trykning).

13. Christensen, B. T. & Sørensen, L. H. 1985. The distribution of native and labelled carbon between soil particle size fractions isolated from long-term incubation experiments. *J. Soil Sci.* 36, 219-229.
14. Christensen, B. T. & Sørensen, L. H. 1986. Nitrogen in particle size fractions of soils incubated for five years with ^{15}N -ammonium and ^{14}C -hemicellulose. *J. Soil Sci.* 37, (under trykning).
15. Christensen, J. 1976. Grunddata, Modelsynteser, Resultatoversigter. Bilag til rapport om: Håndtering af affald fra husdyrhold. Landbrugsministeriets Driftsøkonomiudvalg, Århus 1976.
16. Christensen, S. 1981. Vandring af kvælstof fra jord til atmosfære. Bilag til Statens Planteavlsmøde 1981, 49-52.
17. Christensen, S. 1983. Nitrous oxide emission from a soil under permanent grass: Seasonal and diurnal fluctuations as influenced by manuring and fertilization. *Soil Biol. Biochem.* 15, 531-536.
18. Christensen, S. 1984. Tab af kvælstof til luftform ved denitrifikation. Statens Planteavlsforsøg. Meddelelse nr. 1803.
19. Christensen, S. 1985. Denitrification i an acid soil: Effects of slurry and potassium nitrate on the evolution of nitrous oxide and on nitrate reducing bacteria. *Soil Biol. Biochem.* (under trykning).
20. Christensen, S. 1985. Denitrification in a sandy loam soil as influenced by climatic and soil conditions. *Tidsskr. Planteavl* 89, 351-365.
21. Christensen, S. 1985. N_2O formation during soil cropping. NATO Workshop on denitrification, May 24-26 1983, Braunschweig, FRG. Plenum Press. (under trykning).
22. Danmarks Statistik: Landbrugsstatistik fl. årgange.
23. Denmead, O. T., Freney, J. R. & Simpson, J. R. 1976. A closed ammonia cycle within a plant canopy. *Soil Biol. Biochem.* 8, 161-164.
24. Eiland, F. 1980. The effects of manure and NPK-fertilizers on the soil microorganisms in a Danish long-term field experiment. *Tidsskr. Planteavl* 84, 447-454.
25. Eiland, F. 1981. The effects of high doses of slurry and farmyard manure on microorganisms in soil. *Tidsskr. Planteavl* 85, 145-152.
26. Eiland, F. 1981. Organic manure in relation to microbiological activity in soil. p. 174-156 i Proc. 16th Coll. Int. Potash Institute, Bern: Agricultural Yield Potentials in Continental Climates.

27. Fillery, I. R. P. 1983. Biological denitrification. I Red. J. R. Reney & J. R. Simpson: Gaseous Loss of Nitrogen from Plant-Soil Systems. Martinus Nijhoff/Dr. W Junk Publichers, The Haag. p. 33-64.
28. Folketingsbeslutning om nedbringelse af forureningen med næringssalte og organisk stof. Beslutningsforslag nr. B. 65. Blad nr. 937.
29. Goring, C. A. J. 1962. Control of nitrification by 2-chloro-6-(trichloromethyl) pyridine. Soil Sci. 93, 211-218.
30. Goring, C. A. J. 1962. Control of nitrification of ammonium fertilizer and urea by 2-chloro-6-(trichloromethyl) pyridine. Soil Sci. 93, 431-439.
31. Hansen, F. 1927. Staldgødningsundersøgelser I. Tidsskr. Planteavl 33, 753-780.
32. Hansen, F. 1929. Staldgødningsundersøgelser II. Tidsskr. Planteavl 35, 81-110.
33. Hansen, F. 1931. Undersøgelser af regnvand. Tidsskr. Planteavl 37, 123-150.
34. Hansen, F. 1941. Analyser af staldgødning. Tidsskr. Planteavl 45, 389-400.
35. Hansen, J. & Kyllingsbæk, A. (red.) 1983. Kvalstof og planteproduktion. Statens Planteavlsforsøg, Beretning nr. S 1669, 55-58.
36. Hoff, J. D., Nelson, D. W. & Sutton, A. L. 1981. Ammonia volatilization from liquid swine manure applied to cropland. J. Environ. Qual. 10, 90-95.
37. Hutchinson, G. L., Millington, R. J. & Peters, D. B. 1972. Atmospheric ammonia: Absorption by plant leaves. Science 175, 771-772.
38. Hutchinson, G. L., Mosier, A. R. & Andre, C. E. 1982. Ammonia and amine emissions from a large cattle feedlot. J. Environ. Qual. 11, 288-293.
39. Haarlov, N. 1979. Mites from plots supplied with different qualities of manures and fertilizers. Recent Advances in Acarology 1, 125-128.
40. Iversen, K. 1924. Undersøgelser vedrørende ajlens opbevaring. Tidsskr. Planteavl 31, 149-168.
41. Iversen, K. 1932. Kvalstoftabet ved staldgødningens udbringning 1925-1930. Tidsskr. Planteavl 38, 1-74.
42. Iversen, K. 1934/35. Fordampningstab ved ajlens udbringning 1928-33. Tidsskr. Planteavl 40, 169-234.

43. Iversen, K. 1937. Forskellige opbevarings- og udførselstider for staldgødning 1929-35. Tidsskr. Planteavl 42, 471-518.
44. Iversen, K. 1938. Forsøg med ajlens anvendelse. Tidsskr. Planteavl 43, 112-144.
45. Iversen, K. 1943. Staldgødningens og kunstgødningens kvælstof, fosforsyre og kaliumvirkning. Tidsskr. Planteavl 47, 1-93.
46. Iversen, K. 1943. Staldgødningens vinter-opbevaring. Åbent møddingsted og møddinghus. Tidsskr. Planteavl 47, 651-667.
47. Iversen, K. 1944. Forskellig udførselstid for ajle 1929-41. Tidsskr. Planteavl 48, 337-357.
48. Iversen, K. 1956. Staldgødningens opbevaring og udbringning. Tidsskr. Planteavl 60, 1-19.
49. Iversen, K. & Dorph-Petersen, K. 1948. Forsøg med staldgødningens opbevaring og anvendelse. Tidsskr. Planteavl 52, 69-110.
50. Iversen, K. & Dorph-Petersen, K. 1949. Undersøgelser over produktion af staldgødning og ajle. Askov 1942-47. Tidsskr. Planteavl 52, 628-652.
51. Iversen, K. & Dorph-Petersen, K. 1952. Konservering af staldgødning med superfosfat. Tidsskr. Planteavl 55, 282-302.
52. Jenkinson, D. S., Davidson, S. A. & Powlson, D. S. 1979. Adenosine triphosphate and microbial biomass in soil. Soil Biol. Biochem. 11, 521-527.
53. Jenkinson, D. S. & Ladd, J. N. 1981. Microbial biomass in soil: Measurement and turnover. Kap. 10 i Red. E. A. Paul & J. N. Ladd: Soil Biochemistry vol. 5. Marcel Dekker Inc., New York & Basel.
54. Jensen, H. L. 1952. Om staldgødningens mikrobielle sønderdeling. Tidsskr. Planteavl 55, 237-264.
55. Jensen, J. 1962. Undersøgelser over nedbørens indhold af plantenæringsstoffer. Tidsskr. Planteavl 65, 894-906.
56. Jensen, S. T. 1928. Undersøgelser over ammoniakfordampning i forbindelse med kvælstoftab ved udbringning af naturlige gødninger. I Ajle. Tidsskr. Planteavl 34, 117-147.
57. Jørgensen, V. 1979. Luftens og nedbørens kemiske sammensætning i danske landområder. Tidsskr. Planteavl 82, 633-656.
58. Kirchmann, H. 1985. Losses, plant uptake and utilization of manure nitrogen during a production cycle. Acta Agric. Scand. Suppl. 24, 77 pp.

59. Kjellerup, V. & Klausen, P. S. 1975. Gyllens indhold af plantenæringsstoffer. Statens Planteavlsforsøg. Meddelelse nr. 1212.
60. Kjellerup, V. & Lindhard, J. 1977. Minkgødningens indhold af plantenæringsstof. Statens Planteavlsforsøg. Meddelelse nr. 1333.
61. Kjellerup, V. & Munch, Bente 1981. Husdyrgødningens indhold af kobber og bor. Statens Planteavlsforsøg. Meddelelse nr. 1614.
62. Klausen, P. Søndergård & Nemming, O. 1982. Udbringningstider for svinegødning til byg. Tidsskr. Planteavl 86, 189-192.
63. Klausen, P. S. 1985. Udbringningstider for gylle til korn. Agrolog. Tidsskrift Marken 3, 7-8.
64. Kofoed, A. Dam 1980. Belastning af jorden med husdyrgødning. Ugeskr. for Jordbrug 125, 40-43.
65. Kofoed, A. Dam 1982. Humus in long term experiments in Denmark. p. 241-258 i Red. D. Boels et al.: Soil Degradation. A. A. Balkema, Rotterdam.
66. Kofoed, A. Dam & Klausen, P. S. 1964. Forsøg med stigende mængder kvælstof til staldgødet og ikke staldgødet jord. Tidsskr. Planteavl 68, 23-58.
67. Kofoed, A. Dam & Klausen, P. S. 1983. Gødningsvirkningen af afgasset og ikke afgasset gylle. Tidsskr. Planteavl 87, 119-128.
68. Kofoed, A. Dam & Nemming, O. 1979. Experiments on heavy applications of animal manure. Proceeding of EEC workshop: Effluent from Intensive Livestok. Bad Zwischenahn. W. Germany. Oct. 2-5, 1979. p. 184-212. Applied science publishers LTD, Ripple Road, Barking, Essex, England.
69. Kristensen, R. K. 1907. Staldgødning og ajle. Tidsskr. Planteavl 14, 515-507.
70. Landbrugets Informationskontor 1984. Gylle - håndtering og anvendelse.
71. Landbrugets Informationskontor 1985. Håndbog for planteavl, s. 124.
72. Larsen, H. E. 1980. Sundhedsfaren ved brug af gylle. Ugeskr. Jordbrug 125, 43-47.
73. Larsen, H. E. 1982. Sygdoms og miljømæssige problemer i forbindelse med behandling af spredning og affald. Husdyrgødning. Miljøforvaltning. DSR forlag 1982, p. 205-221.

74. Larsen, H. E. & Munch, B. 1981. Sygdoms og miljømæssige problemer i forbindelse med behandling og spredning af flydende husdyrgødning. Institut for Veterinær Mikrobiologi og Hygiejne. Den Kgl. Veterinær og Landbohøjskole. DSR-forlag.
75. Larsen, K. E. & Keller, P. 1985. Nedfældning af kvæggylle til byg og bederøer. Tidsskr. Planteavl 89, 11-17.
76. Larsen, K. E. & Keller, P. 1985. Nedfældning af kvæggylle til græs. Tidsskr. Planteavl 89, 19-24.
77. Lindhard, J. 1954. Undersøgelser over tabet af ammoniakkvælstof fra gødningsprøver udtaget i kostalden. Tidsskr. Planteavl 57, 108-120.
- 77a. Lindhard, J. & Kjellerup, V. 1979. Fjerkrægødning, sammensætning og mængde fra forskellige produktioner. Tidsskr. Planteavl 83, 194-200.
78. Luebs, R. E., Davis, K. R. & Laag, A. E. 1974. Diurnal fluctuation and movement of atmospheric ammonia and related gases from dairies. J. Environ. Qual. 3, 265-269.
79. Lund, E. 1980. Overlevelse af virus i gylle. Ugeskr. Jordbrug 125, 27-49.
80. Lund, E. & Nissen, B. 1983. The survival of enteroviruses in aerated and unaerated cattle and pig slurry. Agric. Wastes 7, 221-233.
81. Meeus-Verdinne, K., Scokart, P. O. & Guns, M. 1985. L'ammoniac émis par les déchets animaux et la pollution atmosphérique. Rev. Agric. 38, 239-251.
82. Meincke, J. 1979. Nedsivning fra markmødding og ensilagestakke. Tidsskr. Planteavl 83, 441-449.
83. Meincke, J. 1985. Kvæggylle til majs i vækstperioden. Tidsskr. Planteavl 89, 25-29.
84. Miljöskydd ved djurhållning - allmänna råd. Statens Naturvårdsverk. Råd og Riklinjer. 1983. ASBN 91-38-06833-8.
85. Miljøstyrelsen 1984. NPO-redegørelsen. Miljøstyrelsen, København, p. 1-218.
86. Molloy, S. P. & Tunney, H. 1983. A laboratory study of ammonia volatilisation from cattle and pig slurry. Irish J. Agric. Res. 22, 37-45.
87. Muck, R. E. & Steenhuis, T. S. 1982. Nitrogen losses from manure storages. Agric. Wastes 4, 41-54.

88. Nansen, P. 1980. Gyllespredning på græsmarker. Ugeskr. Jordbrug 125, 49-51.
89. Nansen, P. & Jørgensen, M. 1977. Øgede problemer med løbetarmstrongylider som følge af flydende gødningshåndtering i kvægbesætninger. Dansk Vet. Tidsskr. 60, 249-254.
90. Nemming, O. 1976. Husdyrgødning til kløvergræs og rent græs. Tidsskr. Planteavl 80, 239-257.
91. Nemming, O. 1977. Staldgødnings anvendelse og forurening. Bilag til Statens Planteavlsmøde 1977, 49-62.
92. Nemming, O. 1978. Belastning af jorden med stigende mængder husdyrgødning. Statens Planteavlsforsøg, Meddelelse nr. 1446.
- 92a. Nemming, O. 1982. Stigende mængder fast svinegødning og gylle til byg. Tidsskr. Planteavl 86, 127-132.
93. Olesen, J., Ullerup, B. & Hedegård, J. 1961. Beretning om fællesforsøg i Landbo- og Husmandsforeningerne 1960, 174-178.
94. Olsen, J. E., Larsen, H. E. & Nansen, P. 1985. Smitstofreduktion ved biogasproduktion i husdyrbruget. STUB-rapport nr. 20, 1-275.
95. Pedersen, S. 1985. Pers. medd., Statens jordbrugstekniske Forsøg, Bygholm.
96. Porter, L. K., Viets, F. G. Jr. & Hutchinson, G. L. 1972. Air containing nitrogen-15 ammonia: Foliar absorption by corn seedlings. Science 175, 759-761.
97. Rasmussen, K. J. 1977. Pers. medd. Statens Forsøgsstation, Højer.
98. Rasmussen, K. J. 1981. Pers. medd. Statens Forsøgsstation, Højer.
99. Royal Society, The 1983. The Nitrogen Cycle of the United Kingdom. Report of a Royal Society Study Group. The Royal Society, London, p. 171-172.
100. Ryden, J. C. & McNeill, J. E. 1985. Application of the micrometeorological mass balance method to the determination of ammonia loss from a grazed sward. J. Sci. Food Agric. 35, 1297-1310.
101. Schjønning, P. 1985. Pers. medd. Statens Forsøgsstation, Højer.
102. Sherlock, R. R. & Goh, K. M. 1984. Dynamics of ammonia volatilization from simulated urine patches and aqueous urea applied to pasture I. Field experiments. Fert. Res. 5, 181-195.

103. Sommer, K. 1970. Beeinflussung der Nitrifikation und der Stickstoffhaushaltes im Böden durch verschiedene Pflanzenschutzmittel.
Landwirtschaftl. Forsch., Sonderheft 25, 22-30.
104. Sommer, S. 1985. Kvalstofkredsløbet via atmosfæren. Miljøstyrelsens Center for Jordøkologi, rapport cj2-85.
105. Steenbjerg, F. 1940. Mangan, kobber og bor i staldgødning og ajle.
Tidsskr. Planteavl 44, 313-387.
106. Uhlen, G. 1978. Nutrient leaching and surface runoff in field lysimetres on a cultivated soil. Meldinger fra Norges Landbrukshøgskole, Vol. 57, nr. 28.
107. Vallis, I., Harper, L. A., Catchpoole, V. R. & Weier, K. L. 1982. Volatilization of ammonia from urine patches in a subtropical pasture.
Aust. J. Agric. Res. 33, 97-107.
108. Vilsmeier, K. 1980. "Dicyandiamidabbau im Boden in Abhängigkeit von der Temperatur." Z. Pfl.ernähr. Bodenkd. 143, 113-118.
109. Vinther, F. P. 1984. Total denitrification and the ratio between N_2O and N_2 during growth of spring barley. Plant & Soil 76, 227-232.
110. Wedsted. J. & Iversen, K. 1938. Ajlens nedbringning med ajlenedfælder 1933-36. Tidsskr. Planteavl 43, 145-158.

Institutter m.v. under Statens Planteavlfsforsøg

Sekretariatet

Statens Planteavlfskontor, Kongevejen 83, 2800 Lyngby	(02) 85 50 57
Informationstjenesten, Lottenborgvej 2, 2800 Lyngby	(02) 87 53 27
Dataanalytisk Laboratorium, Lottenborgvej 24, 2800 Lyngby	(02) 87 06 31
Sekretariatet for Sortsafprøvning, Tystofte, 4230 Skælskør	(03) 59 61 41
Statens Bisygdomsnævn, Kongevejen 83, 2800 Lyngby	(02) 85 62 00
Jordbrugsmeteorologisk Tjeneste, Forsøgsanlæg Foulum, 8833 Ørum Sønderlyng	(06) 65 25 00

Landbrugscentret

Statens Forsøgsstation, Ledreborg Allé 100, 4000 Roskilde	(02) 36 18 11
Statens Forsøgsareal, Bornholm, Rønnevej 1, 3720 Åkirkeby	(03) 97 53 10
Statens Biavlfsforsøg, Ledreborg Allé 100, 4000 Roskilde	(02) 36 18 11
Statens Forsøgsstation, Rønhave, 6400 Sønderborg	(04) 42 38 97
Statens Forsøgsstation, Tylstrup, 9380 Vestbjerg	(08) 26 13 99
Statens Forsøgsstation, Tystofte, 4230 Skælskør	(03) 59 61 41
Institut for Grovfoder, Forsøgsanlæg Foulum, 8833 Ørum Sønderlyng . .	(06) 65 25 00
Statens Forsøgsstation, Borris, 6900 Skjern	(07) 36 62 33
Statens Forsøgsstation, Silstrup, 7700 Thisted	(07) 92 15 88
Statens Forsøgsstation, Askov, 6600 Vejen	(05) 36 02 77
Statens Forsøgsstation, Lundgård, 6600 Vejen	(05) 36 01 33
Statens Forsøgsstation, 6280 Højer	(04) 74 21 04
Statens Forsøgsstation, St. Jyndeved, 6360 Tinglev	(04) 64 83 16
Statens Planteavlfs-Laboratorium, Lottenborgvej 24, 2800 Lyngby	(02) 87 06 31
Centrallaboratoriet, Forsøgsanlæg Foulum, 8833 Ørum Sønderlyng . . .	(06) 65 25 00

Havebrugscentret

Institut for Grønsager, Kirstinebjergvej 6, 5792 Årslev	(09) 99 17 66
Institut for Væksthuskulturer, Kirstinebjergvej 10, 5792 Årslev	(09) 99 17 66
Institut for Frugt og Bær, Kirstinebjergvej 12, 5792 Årslev	(09) 99 17 66
Institut for Landskabsplanter, Hornum, 9600 Års	(08) 66 13 33

Planteværnscentret

Institut for Pesticider, Lottenborgvej 2, 2800 Lyngby	(02) 87 25 10
Institut for Plantepatologi, Lottenborgvej 2, 2800 Lyngby	(02) 87 25 10
Planteværnsafdelingen på »Godthåb«, Låsbyvej 18, 8660 Skanderborg . .	(06) 52 08 77
Institut for Ukrudtsbekæmpelse, Flakkebjerg, 4200 Slagelse	(03) 58 63 00
Analyselaboratoriet for Pesticider, Flakkebjerg, 4200 Slagelse	(03) 58 63 00