

Mindre kväveförluster i foderodling, foderomvandling och gödselhantering!

Konferens den 22 oktober 2001
i samarbete med Stiftelsen Svensk Växtnäringsforskning



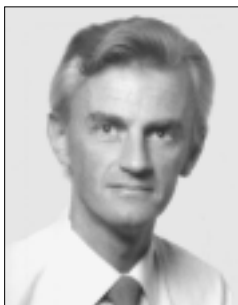
Respektive författare ansvarar för sitt inlägg

Redovisningen sammanställd under medverkan av
akademiagronom Tord Eriksson

Innehåll

Förord	
<i>Bruno Nilsson</i>	7
Näringsläckage i samband med användning av stallgödsel i olika delar av Sverige samt miljöregler kring stallgödsel i Europa	
<i>Markus Hoffmann</i>	9
Hvad gør man for at reducere kvælstofudvaskningen i Danmark?	
<i>Leif Knudsen</i>	15
Åtgärder inom animalieproduktionen i Jordbruksverkets program för att minska växtnäringsförlusterna	
<i>Bertil Albertsson</i>	23
Extensiv vall för att minska kväveutlakningen – effekter på kort och lång sikt	
<i>Thord Karlsson</i>	27
Vägar till mindre kväveförluster i mjölkproduktionen	
<i>Anders H Gustafsson, Marie Salomonsson & Margareta Emanuelsson</i>	35
Utfodring av grisar – med fokus på miljön	
<i>Leif Göransson</i>	41
Teknik för minskade kväveförluster vid stallgödselhantering	
<i>Lena Rodhe</i>	43
Kväveavskiljning i våtmarker. Effektivitet och regionala skillnader	
<i>Hans Bertil Wittgren, Berit Arheimer & Karin S Tonderski</i>	53
Förluster av lustgas förknippade med animalieproduktionen	
<i>Christel Cederberg</i>	63
Teknik för mindre kväveförluster och lokalisering för mindre miljöstörningar från animalieproduktionen	
<i>Karl-Ivar Kumm</i>	71
Diskussion	81
Deltagarlista	93

Förord



BRUNO NILSSON

Sekreterare och VD
KSLA
Stockholm

Till akademien hör ett antal stiftelser och donationer som har etablerats under de gångna åren. Det finns också en och annan stiftelse som inte är anknuten till akademien, men som ändå har sin hemmabas på akademien och Stiftelsen Svensk Växtnäringsforskning är ett exempel på en sådan stiftelse. Denna stiftelse finansierar olika forskningsprojekt och tar initiativ till olika projekt. Det forskningsprojekt som diskuteras här heter "Kvävehushållning och kväveförluster – förbättringsmöjligheter i praktiskt jordbruk". Projektet är baserat på den forskning och de forsknings-

resultat som finns, men även praktisk erfarenhet som man har i näringen kommer med i en lista på förslag till åtgärder om hur man kan gå till väga i det praktiska jordbruket för att om möjligt förbättra kvävehushållningen. Vid detta tillfälle koncentrerar vi oss på animalieproduktionen, hela kedjan från foderodlingen via foderomvandlingen till stallgödselhanteringen. Avsikten är också att detta engagemang skall bli ett led i hela projektets syfte att komma fram till en lista på lämpliga åtgärder att vidta i det praktiska jordbruket.

Näringsläckage i samband med användning av stallgödsel i olika delar av Sverige samt miljöregler kring stallgödsel i Europa



MARKUS HOFFMANN

Agr. dr
LRF
Stockholm

Näringsläckage i samband med användning av stallgödsel i olika delar av Sverige

Sverige är ett av länderna som ingår i det som kallas Helsingforskommissionen, HELCOM och har förbundit sig att minska utsläppet av bl.a. kväve till Östersjön. Vart femte år gör HELCOM en sammanställning över hur de olika ländernas utsläpp förändrats och förhoppningsvis minskat. Man kallar det för en Pollution Load Compilation och nu 2001 pågår beräkningar för PLC4 som görs av avd. för vattenvård på Inst. för Markvetenskap, SLU.

I dessa Sverigeberäkningar som görs för andra gången har man delat in Sverige i 22 områden. Områden man använt är en finare indelning av SCB:s åtta produktionsområden för jordbruk. I varje område har man beräk-

nat kväveutlakning för 10 olika jordarter, för upp till 10 olika grödor. Vädet det enskilda året påverkar utlakningen mycket och därför har man använt sig av en väderserie på 20 år för varje region och beräknat medelutlakningen för denna 20 års period.

Utlakningen har beräknats för varje enskild gröda. Eftersom förfrukten har betydelse för vilken utlakning en gröda har, har för varje gröda beräknats med olika förfrukter. T.ex. blir det olika utlakning för vårkorn om den föregåtts av betor, vårvallbrott eller höstvallbrott.

Alla uppgifterna är hämtade ur SCB:s statistik om hur jordbruk bedrivs i Sverige. För stallgödsel samlas uppgifter in om hur ofta den sprids till varje gröda, vid vilken tidpunkt och hur mycket i ton/ha. I beräkningarna har man inte skiljt på fast- och flytgödsel utan räk-

nat på en medelsammansättning av ammoniumkväve och organiskt kväve.

Dessa kombinationer av grödor med och utan stallgödsel har man modellerat i en tidsserie om tusentals år för att varje gröda skall få förekomma med många års olika väder och med olika förfrukter m.m. och därmed ge ett tillräckligt underlag för att beräkna ett medelvärde.

Beräkningssystemet som man byggt upp kallas TRK – Transport – Retention – Källfördelning. Arbetet är ett samarbete mellan SLU, SMHI och Naturvårdsverket. Beräkningsresultaten som är omfattande kan studeras på projektets hemsida.

Inledningsvis nämndes att alla länder inom HELCOM skall beskriva situationen för sina utsläpp till Östersjön. Det är dock svårt att jämföra resultaten som de olika länderna rapporterar in. En svårighet är att man använder olika metoder i de olika länderna. I Sverige används en s.k. mekanistisk modell som beskriver de olika processerna i kvävet kretslopp medan andra kanske använder empiriska (erfarenhetsbaserade) modeller eller kanske kvävebalanser som metod för att uppskatta läckage av t.ex. kväve.

En annan svårighet för att jämföra är att även om samma metod användes samlas data till beräkningarna in på olika sätt i olika länder. T.ex. samlas uppgifter om gödning i Sverige in genom att fråga lantbrukarna hur mycket de gödsla till sina olika grödor i intervjuundersökningar. I andra länder utgår man från försäljningsstatistik och har svårt att bryta ner den på grödnivå.

Miljöregler för stallgödsel i några europeiska länder

I alla länder i Europa har man mer eller mindre problem med förluster av näringsämnen till luft och vatten. Övergödning och igenväxning av sjöar och vattendrag är ett vanligt problem. Diskussionen i alla länder är dock

inte riktigt lika fokuserad på omgivande hav som i Sverige. Det är naturligt eftersom inte alla länder gränsar till instängda hav som Östersjön. Däremot är man desto mer bekymrad över kväveläckaget för förorening av grundvattnet med nitrat.

De åtgärder som används är i stora drag desamma för alla länder. D.v.s. man arbetar för högre utnyttjande av näringen i stallgödsel genom att minska ammoniakavgången, genom bättre spridningstidpunkter och genom att ha krav på en viss areal att sprida på m.m. Det som skiljer är sättet att få olika åtgärder genomförda där man skiljer på:

1. Utbildning och rådgivning
2. Ekonomiska styrmedel som miljöersättningar och skatter
3. Lagar och regler

Texten nedan beskriver i grova drag hur regler kring stallgödsel skiljer mellan länder.

Förbud mot spridning under vintern

Eftersom Europa sträcker sig långt från norr till söder är naturligt vinterperioden olika lång. Därmed är grödans behov av t.ex. kväve sent på hösten och tidigt på våren olika och därför varierar perioden för spridningsförbud. Norge och Finland har den längsta perioden för spridningsförbud under vintern och skiljer också på vall respektive obevuxen mark i regelverket. Nederländerna och Belgien tillåter spridning av fastgödsel hela vintern men inte av flytgödsel. Sverige har en relativt kort period för totalt spridningsförbud då spridning i december i teorin är tillåten men förekommer i blygsam omfattning i praktiken.

Lagringskapacitet för stallgödsel

Det är i stort sett bara de nordiska länderna som har direkta regler för lagringskapacitet

av stallgödsel dvs. krav på hur många månader man skall kunna lagra gödseln (tabell 1). Allmänna regler om att behållare inte får läcka osv. har alla länder men inte regler för minsta lagringstid. I de länder som inte har dessa krav blir reglerna för tillåtna spridningstider, som beskrivits ovan, styrande för hur länge man måste kunna lagra. För att ge något exempel har Finland numera stränga regler för lagring av stallgödsel. Man ställer krav på 12 månaders lagring men man får undanta den period djuren går på bete. Har man grisar har man dock ingen betesperiod och lagringstiden som behövs blir större. Ett land där man har mindre krav är Storbritannien där lagkrav på lagring bara ställs inom utpekade nitratkänsliga områden som ännu utgör en liten del av åkerarealen.

Tid för nedbrukning av stallgödsel

Att bruka ner stallgödsel snabbt vid spridning på obebodden mark är viktigt för att minska avgången av ammoniak. Reglerna för tillåten tid mellan spridning och nedbrukning är en av de delar av regelverken som skiljer allra mest länderna emellan. Länder med hög djurtäthet och därmed mycket stallgödsel och många tillfällen till spridning av stallgödsel bör ha strängare krav på snabb nedbrukning än andra. Det stämmer också då Holland och Belgien har de strängaste kraven. Sverige har förhållandevis stränga regler för nedbrukning i relation till djurtätheten i de övriga länderna och även med tanke på det något kallare klimatet.

Tabell 1. Krav på lagringskapacitet i antal månader.

Sverige	Danmark	Finland	Norge	Tyskland	Storbritannien	Holland	Belgien
6/8/10	6	8/12	8	—	—	—	—

Tabell 2. Exempel på regler för djurtäthet. Tillåtet antal kor/ha spridningsareal för gödseln.

Sverige	Danmark	Finland	Norge	Tyskland	Storbritannien	Holland	Belgien
1,6	2,1	N D	2,5	N D	N D	N D	N D

Djurtäthet

Att mängden näringsämnen som finns i stallgödseln på gården och som sprids ut inte skall överskrida grödornas behov är fundamentet för god hushållning med stallgödsel. Därför har vissa länder infört regler för djurtäthet eller s.k. harmoniregler. Man har definierat en relation mellan den mängd gödsel som produceras på gården och den tillgängliga arealen för spridning. Sverige, Norge och Danmark har regler för djurtäthet (tabell 2). Länder som inte har uttalat hur många djur per hektar som är tillåtet reglerar detta med det s.k. Nitratdirektivet. I direktivet finns ett tak för hur mycket kväve från stallgödsel som får tillföras per hektar. Det begränsar också hur många djur som kan finnas på gården. Varje land har fått identifiera områden i landet som är känsliga för kväveutlakning och där direktivets villkor skall gälla. Vissa länder som Danmark, Finland, Tyskland, Nederländerna och Österrike har utpekat hela landet. Övriga länder har endast identifierat delar av landet. För Sverige är Skåne, Halland och Blekinge samt kustområdet från gränsen till Norge till Stockholm identifierat.

Sammanfattning

Det finns både likheter och olikheter mellan länderna och det bör också skilja då problemets omfattning med näringsläckage till luft och vatten också skiljer stort mellan länderna. Reglerna är i vissa avseenden stränga i Danmark och Nederländerna och just dessa

länder har också den högsta angivna genomsnittliga kväveutlakningen. Ett land som avviker från detta samband är Finland. Finland har förhållandevis låg kväveutlakning p.g.a. landets nordliga läge med kalla vintrar men också p.g.a. stor andel lerjordar. Trots detta har man stränga regler kring användning av stallgödsel. Man har relativt stora fosforförluster från åkermark vilket också kan minska med klok spridning av stallgödsel.

För framtiden är det sannolikt att reglerna kommer att skärpas i flera länder. T.ex. i Storbritannien är reglerna ännu förhållandevis milda och kraven kommer förmodligen öka. För Storbritannien planeras också för en omfattande utvidgning av det område där nitratdirektivet skall gälla. I vissa avseenden är man framme vid vägs ände med regelverket. T.ex. i Nederländerna där kravet ställs på omedelbar nedbrukning och då finns inget utrymme för att skärpa just det kravet. Ett annat exempel kan vara kravet på 12 månaders lagring för stallgödsel som i Finland. Om man efter lång tids arbete med att förbättra hushållningen med stallgödsel inte når önskad miljö-kvalitet återstår att minska omfattningen på djurproduktionen som man också börjat göra i Belgien och Nederländerna.

Frågor till Markus Hoffmann

Agr. dr Anders H. Gustafsson: Jag undrar i vilken mån det genomförs analys av stallgödsel i olika länder, och om det är krav på analyser av t.ex. kväve och fosfor?

Agr. dr Markus Hoffmann: När det gäller krav så vet jag att i några få länder står det i föreskrifterna att det skall analyseras.

Agronom Bertil Albertsson: Jag undrar när det gäller utlakningsberäkningarna om de nya koefficienterna är applicerbara på gamla arealer för att få jämförbarhet bakåt i tiden?

Agr. dr Markus Hoffmann: Ja, för 1995-års arealer. Det var en specialbeställning från Else-Marie Majesjö på Jordbruksverket, så det är gjort.

Herr Sigvard Thomke: Hur hanterar man fastläggning av kväve och fosfor i form av ogräs? Jag förmodar att problemet kommer att öka framöver. Har man beaktat detta i sina beräkningar?

Agr. dr Markus Hoffmann: I beräkningarna finns inget ogräs. Det är helt rent. Det finns bara nyttogrödor i den världen.

Agronom Stina Olofsson: LRF ger ut en rapport när det gäller olika länder. Vad kommer ni att säga om Sverige? Är vi stränga eller snälla?

Agr. dr Markus Hoffmann: Man kan säga som så att vi har strängare regler i en del avseenden men inte i andra.

Herr Karl-Ivar Kumm: Dagens konferens handlar mycket om proteinutfodring och hur den påverkar gödselns kvävehalt och därmed risken för ammoniakavgång och utlakning. Hur beaktas proteinutfodringen i de moderna beräkningarna?

Agr. dr Markus Hoffmann: Indata till kväveläckeberäkningarna kommer från SCB och deras beräkningar om vad stallgödseln innehåller av ammoniumkväve och organiskt kväve, så förändringar i utfodring och förändringar i lagring skall beaktas i deras statistiska underlag. Hur exakt vet jag inte, men du kan vända dig till Solveig Danell SLU så kan hon svara på det.

Agronom Arne Joelsson: Två miljoner utlakningskoefficienter låter betryggande och skulle nästan kunna göra alla undersökningar framöver överflödiga. Hur verifierar ni åtminstone några tusen av de här utlakningskoefficienterna? Jag kollade i förra veckan

och fick beskedet att några gräsvallar fanns inte med t.ex. varför min fråga inte kunde besvaras när det gäller vallbrott och sådant. Hur verifierar ni detta?

Agr. dr Markus Hoffmann: Man får jämföra siffrorna med de försök som finns. Försök görs på ett begränsat antal platser i Sverige. Det finns fyra rutförsök och femton observationsfält så det blir nitton platser. På de nitton plat-

serna skulle man kunna jämföra. Det är dessa man måste använda sig av. Men det är inte helt enkelt för att på de här platserna påverkas utlakningen av vädret det enskilda året, t.ex. korn på moränlätterna utanför Lund odlades kanske 1996 och 1999. Det är två bra väderår. Det skall jämföras med den modellerade utlakningen. Man får ta de mätningarna som finns och hålla till godo med dem!

Hvad gør man for at reducere kvælstofudvaskningen i Danmark



LEIF KNUDSEN
Landskonsulent
Landbrugets Rådgivningscenter
Danmark

Baggrund

Kvælstofudvaskningen fra landbruget i Danmark har været til debat i Danmark siden begyndelsen af 1980'erne. Kvælstofudvaskningen fra landbrugsjorden påvirker først og fremmest vandmiljøet i de indre danske farvande. I vandløb og i langt de fleste af søerne betyder kvælstofudvaskningen ikke noget for miljøtilstanden. I det åbne havmiljø overskygges effekten af kvælstofudvaskning af kvælstoftilførsel fra andre kilder (atmosfærisk deposition og udenlandske bidrag). En stor kvælstofudvaskning kan i områder med lav reduktion af nitrat til frit kvælstof under strømmingen fra

rodzonen til grundvandsmagasinerne give anledning til en stigning i nitratkoncentrationen i grundvandet. Det gælder specielt i områder, hvor jorden i rodzonen er sandet, og der er kalk i undergrunden. Det skønnes, at grundvandet er sårbart overfor stigninger i nitratkoncentrationen under 4 pct. af landbrugsarealet i Danmark – primært i de nordlige dele af Jylland.

For at reducere kvælstofudvaskningen er der gennemført en række politiske tiltag siden midt i 80'erne. Samtidig er der sket en stor informations- og rådgivningsindsats i landbrugserhvervet. En oversigt over disse tiltag er vist i tabel 1.

Tabel 1. Oversigt over politiske tiltag til reduktion af kvælstofudvaskningen.

1985: NPO-handlingsplan	Stop for direkte udledninger, harmonikrav, begrænsninger af udbringningstider for husdyrgødning.
1987: Vandmiljøplan I	Krav til opbevaringskap., grønne marker, obligatoriske mark- og gødningsplaner.
1990: Handlingsplan for bæredygtigt landbrug	Maks. N-normer, gødningsregnskaber, krav til udnyttelse af kvælstof i husdyrgødning.
1998: Vandmiljøplan II	Våde enge, skovrejsning, ekstra efterafgrøder, nedsatte N-normer, øgede krav til udnyttelse af husdyrgødning.
2001: Konsekvenser af evaluering af Vandmiljøplan II	Stramning af regler for fastsættelse af kvælstofkvote.

I 1987 var målsætningen i vedtagelsen af Vandmiljøplan I, at kvælstofudvaskningen skulle reduceres fra i alt 260.000 ton til 133.000 ton. Det betød, at kvælstofudvaskningen fra landbrugsjorden skulle reduceres med i alt 100.000 ton kvælstof. De senere politiske tiltag har alle haft til formål, at målsætningen fra 1987 skulle nås.

Forudsætningerne for Vandmiljøplan II

Baggrunden for Vandmiljøplan II i 1998 var, at beregninger af udviklingen i udvaskningen af kvælstof viste, at kvælstofudvaskningen ikke ville blive reduceret med 100.000 ton. Beregningen af udviklingen i kvælstofudvaskningen var baseret på indsamlinger af data for udviklingen i afgrødevalg, mængden af husdyrgødning, udbringningstidspunkter for husdyrgødning og den anvendte kvælstofmængde i handelsgødning fra 1989 til 1997 af Danmarks Miljøundersøgelser i 7 landovervågningsoplande. Beregningen af udviklingen blev oprindeligt foretaget med en simpel empirisk udvaskningsmodel baseret på ovennævnte parametre. Resultatet af beregningerne viste, at udvaskningsreduktionen af de eksisterende

tiltag kun ville svare til ca. 63.000 ton, hvilket ville sige, at der manglede 37.000 ton kvælstof i at nå målsætningen på en udvaskningsreduktion på 100.000 ton. Landbrugserhvervet og herunder Landbrugets Rådgivningscenter var uenige i denne beregning, bl.a. fordi den simple empiriske model ikke tager højde for, at der i den 8–10 årige periode er sket en stigning i udbytterne, en stor stigning i arealet med halmnedmuldning og en mindre intensiv jordbehandling.

Vandmiljøplan II blev vedtaget politisk i februar 1998, og bestod af følgende elementer (tabel 2).

Ikke landbrugsrelatede tiltag

En række af tiltagene har ingen eller kun begrænset virkning på det konventionelle landbrug. Man skal dog være opmærksom på, at landbrugsarealet for konventionelt landbrug med de skitserede ordninger bliver reduceret med 294.000 ha eller ca. 11 pct. af landbrugsarealet. Det kan skærpe problemet med at få tilstrækkeligt udspretningsareal for husdyrgødning. De ikke landbrugsrelaterede tiltag omfatter våde enge, SFL-områder, skovrejsning og omlægning til økologisk jordbrug.

Tabel 2. Oversigt over tiltag, effekter og estimerede omkostninger pr. kg fjernet kvælstof.

	<i>Reduktion i udvaskning Tons N ¹⁾</i>	<i>Ha omfattet af ordningen</i>	<i>Reduktion i handelsgødningsforbrug, Tons</i>	<i>Pris pr. kg N fjernet Kr/kg N ²⁾</i>
Våde enge	5.600	16.000	1.100	5
SFL-områder	1.900	88.000	10.000	76
Skovrejsning	1.100	20.000	2.440	23
Bedre foderudnyttelse	2.400		-13.400	0
Skærpede harmonikrav	300		600	110
Øgede udnyttelsesprocenter for husdyrgødning (5+5+5 pct. enh.)	10.600		26.000	5
Økologisk Jordbrug	1.700	170.000	17.600	146
Ekstra efterafgrøder	3.000	(120.000)	3.000	21
Nedsat kvælstofnorm	10.500		40.000	25
I alt	37.100	294.000	87.140	

¹⁾ Fra Iversen et. al 1998

²⁾ Fra Jacobsen, 2000

Våde enge består i, at udnytte vådområders denitrificerende evne. Der regnes med en kvælstoffjernelse på 350 kg kvælstof pr. våd eng. SFL-områder er områder, hvor arealet er tilsluttet forskellige tilskudsordninger under Miljø Venlige Jordbrugs foranstaltninger, hvor der gives tilskud til f.eks. nedsat gødningstilførsel og udlæg af græs. Ved omlægning til Økologisk Jordbrug forventes en udvaskningsreduktion på 10 kg kvælstof pr. ha omlagt areal.

Bedre foderudnyttelse

Ved brug af husdyrgødning er der uundgåeligt et større tab af kvælstof ved husdyrgødning end ved brug af mineralisk gødning. Derfor vil det alt andet lige være en fordel at øge dyrenes udnyttelse af kvælstof i foder og hermed reducere udskillelsen af kvælstof i husdyrgød-

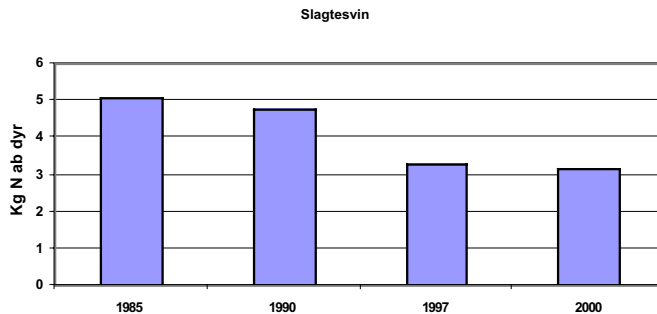
ning. Siden midt i 90'erne er der sket en udvikling mod en sådan bedre kvælstofudnyttelse.

Udskillelsen af kvælstof fra slagtesvin er således reduceret med næsten 40 pct. fra midt i 80'erne frem til 2000. For søer er den tilsvarende reduktion 13 pct., men antallet af smågrise pr. so er samtidig steget markant.

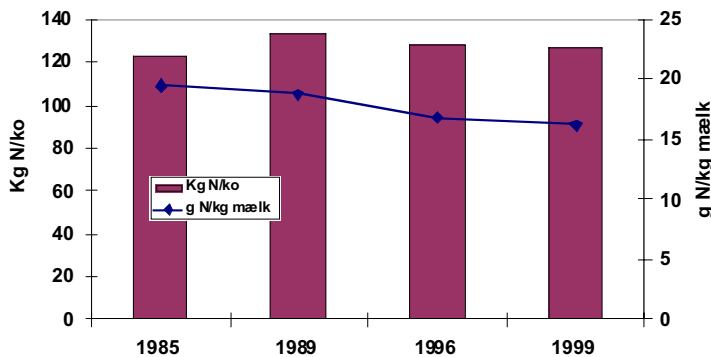
For malkekvæg er der ikke sket en reduktion i udskillelsen af kvælstof pr. dyr, fordi mælkeydelsen er steget. Men da der er en samlet mælkekvote i Danmark, falder udskillelsen af kvælstof fra kvægbruget samlet, idet udskillelsen af kvælstof pr. kg mælk er faldet med 17 pct. siden 1985.

En evaluering af udviklingen i Vandmiljøplan II i efteråret 2000 viste, at foderudnyttelsen var forbedret mere end antaget i Vandmiljøplan II (Grant et. al. 2000).

Figur 1. Udvikling i udskillelsen af kvælstof fra slagtesvin i Danmark.



Figur 2. Udviklingen i udskillelsen af kvælstof pr. ko og pr. kg mælk.



Skærpede harmonikrav

I forbindelse med indførelse af Vandmiljøplan II blev harmonikravene skærpet i henhold til EU's nitratdirektiv. Det betyder øgede arealkrav for kvægbrug. For svinebrug skærpes arealkravet til soholdet pr. 1/8-2002, ligesom kravene også skærpes for fjerkræ og pelsdyr. Påvirkningen af udvaskningen er neglisabel.

Skærpede krav til udnyttelse af husdyrgødning

Frem til 1998 var der krav om, at i alt 60 pct. af totalkvælstof i svinegylle og 55 pct. af totalkvælstof i kvæggylle skulle indregnes som effektiv kvælstof i landmandens gødningsregnskab. Dette krav er skærpet, så det i alt bliver 75 pct. for svinegylle og 70 pct. for kvæggylle i 2003. Det betyder, at kravene til udnyttelse af kvælstof i husdyrgødning ligger på samme niveau, som det er muligt at opnå under forsøgsforhold med bedst mulig teknik.

For at opnå de krævede udnyttelsesprocenter er der gennemført store investeringer i landbruget til lagerkapacitet og forbedret

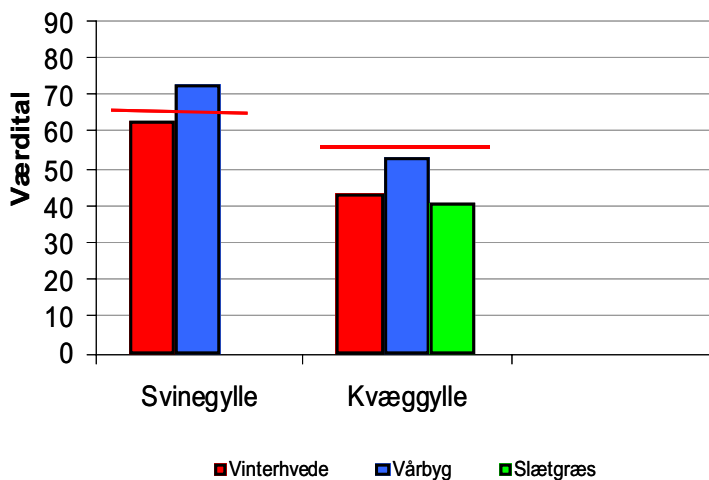
udbringningsudstyr. Ca. 90 pct. af den flydende husdyrgødning udbringes om foråret. En stigende andel af kvæggylle nedfældes i græsmarkerne.

Nedsatte kvælstofnormer

I Vandmiljøplan II er der forudsat, at kvælstofudvaskningen reduceres med ca. 25 pct. af reduktionen af handelsgødningstilførslen. Denne sammenhæng er fastlagt ud fra en lang række forsøg. Derfor skal der en stor reduktion i handelsgødningstilførslen for at få en effekt på udvaskningen. I Vandmiljøplan II er normerne for afgrødens kvælstofbehov reduceret med 10 pct. under den økonomisk optimale norm. Normerne for afgrødernes kvælstofbehov fastlægges årligt af Danmarks JordbrugsForskning. Udarbejdelsen af normer sker i et tæt samarbejde med Landbrugets Rådgivningscenter, idet det er forsøgene i de landøkonomiske foreninger, som er basis for udarbejdelsen af normerne.

Kontrollen af, hvorvidt landmanden overholder normerne, foretages ved, at landmanden hvert år skal indsende gødningsregn-

Figur 3. Gns. udnyttelsesprocenter af totalkvælstof opnået i forsøg i de landøkonomiske foreninger 1990-2000 for slangeudlagt gylle. Den røde streg markerer kravet til udnyttelsesprocent i 2003.



skab, og forhandlere af gødning hvert år indberetter mængden af solgt gødning pr. landmand. Kontrollen varetages af Plantedirektoratet som også foretager fysiske kontroller på bedriften.

Reduktionen i gødningsforbruget til økonomisk underoptimale normer vil i sagens natur koste landmanden et udbyttetab. Udbyttetabet vil afhænge meget af, hvorvidt afregningen sker efter protein, fordi proteinindholdet i afgrøderne påvirkes langt mere end udbytterne.

Efterafgrøder

Allerede siden 1987 har der været krav til grønne marker. I Vandmiljøplan II blev der stillet yderligere krav til, at 6 pct. af arealet skulle være bevokset om efteråret med efterafgrøder med særlig stor evne til kvælstofoptagelse. Dvs. græs- eller efterafgrøder af korsblomstrende arter. Der blev regnet med en effekt på 25 kg kvælstof pr. ha efterafgrøde.

Kravet til 6 pct. efterafgrøder har været meget lidt populært blandt landmænd. Først og fremmest fordi det har medført nogle ændringer i kravene til sædskifte.

Udviklingen i kvælstofhusholdningen i Danmark

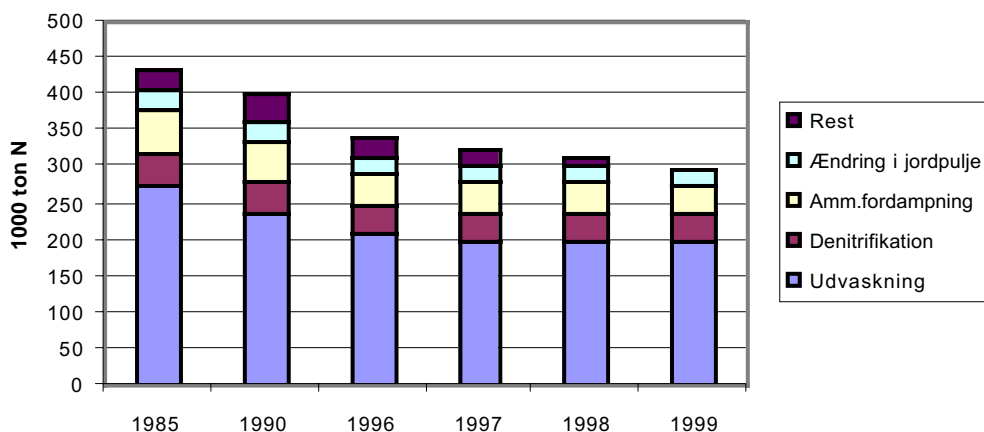
I forbindelse med midtvejsevalueringen af Vandmiljøplan II i efteråret 2000 blev der foretaget forskellige beregninger over udviklingen i kvælstofbalance i landbruget. Beregningen blev dels foretaget som en in- og output beregning og efterfølgende en beregning af de forskellige tabsposter. Udviklingen i markbalancen er vist på figur 4.

Ifølge den viste beregning er overskuddet af kvælstof reduceret fra 434 tusinde ton i 1985 til 297 tusinde ton i 1998 – en reduktion på 32 pct. Reduktionen er primært sket ved en reduktion i udvaskningen og i kvælstoffordampningen.

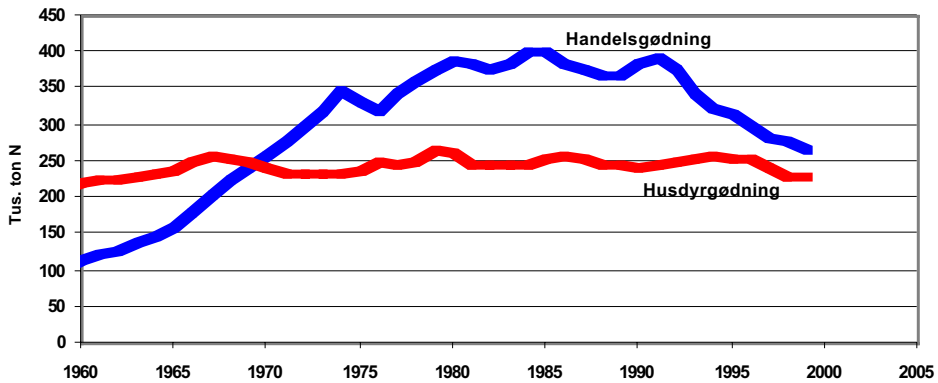
Udvikling i gødningsforbrug

Kvælstofforbruget er reduceret fra ca. 400.000 ton i 1990 til ca. 245.000 ton i 2001 svarende til en reduktion på ca. 40 pct. Ifølge intensionserne i Vandmiljøplan II skal forbruget reduceres til ca. 200.000 ton. Udviklingen i mængden af kvælstof i husdyrgødning har været næsten konstant i perioden.

Figur 4. Udviklingen i markbalancen for kvælstof



Udvikling i handelsgødning og husdyrgødning i Danmark



Hvilke effekter ses der i miljøet

Igennem årene har det været meget diskuteret, at der ikke kan ses ændringer i miljøet af de foretagne ændringer i gødningsanvendelsen og dyrkningsteknikken. I Danmark monitoreres udviklingen i belastningen af miljøet af Danmarks Miljøundersøgelser.

Effekten af en ændret dyrkningspraksis bør først kunne måles i udvaskningen fra rodzonen. Danmarks Miljøundersøgelser har målt udvaskningen på ca. 50 marker siden 1989. I de senest offentliggjorte tal anføres, at kvælstofudvaskningen på agerjord er faldet med 43 pct. i perioden 1990–2000. Effekten af en lavere udvaskning på kvaliteten af grundvand kan ikke måles før efter en årrække. Monitoreringen af nitratindholdet i det øvre grundvand viser stabile nitratkoncentrationer.

I vandløbene må der forventes en hurtig effekt af en reduktion af udvaskningen i lerbjordsoplandene, fordi en relativ stor del af vinternedbøren når hurtigt frem til vandløbene. Monitoreringen viser, at kvælstofkoncentrationerne (vandføringsvægtet) er faldet med ca. 20 pct. i perioden 1990–2000.

Afslutning

Landbrugets gødningsanvendelse og afgrødevalg er markant anderledes i dag end midt i 80'erne. Gødningsforbruget i handelsgødning er faldet med ca. 40 pct., mens mængden af kvælstof i husdyrgødning er uændret. Det lavere forbrug i handelsgødning er langt hen ad vejen erstattet af en bedre udnyttelse af kvælstof i husdyrgødning. Det har betydet, at udbyttet i gennemsnit fortsat er stigende på grund af bedre sorter, pesticider og dyrkningsteknik. Det betyder, at kvælstofbalancen for dansk markbrug er forbedret betydeligt.

Litteratur:

- Iversen, T.M. (red.): Vandmiljøplan II, Faglig vurdering, Miljø og Energiministeriet, 1998.*
Kyllingsbæk, A. (red.): Kvælstofbalancer i dansk landbrug. Miljø- og Energiministeriet, 2000.
Grant, R. (red.): Vandmiljøplan II – midtvejs-evaluering. Miljø- og Energiministeriet, 2000

Knudsen, L., Østergaard, H.S. og Schultz, E.: Kvælstof – et næringsstof og miljøproblem. Landbrugets Rådgivningscenter, 2000.
Jacobsen, B.H.: Vandmiljøplan II – Økonomisk Midtvejsevaluering, Statens Jordbrugs- og Fiskeriøkonomiske Institut, 2000.

Frågor till Leif Knudsen

Herr Sigvard Thomke: Det som överraskade mig var produktivetsförändringen vad gäller kväveutnyttjandet. Det gick åt 5,1 kg kväve per gris 1985 och 3,2 kg år 2000. Det är en produktivetsförbättring i storleksordning 40%. Med kännedom om danska förhållanden så överraskades jag av den här relationen. Jag misstänker att det är inte bara frågan om en effektivitetsförändring utan att det var ett slöseri med proteinfodermedel 1985. Det är väl känt att sojamjölpriserna svänger mycket kraftigt och tidvis kan det vara lönsamt energimässigt att föredra sojamjöl framför korn. Det kan ha legat bakom den här bilden. Jag tror inte att de danska svinproducenterna har varit så usla som den här bilden ger sken av.

Landskonsulent Leif Knudsen: Nedgången för den 5,1 till 3,2 är en kombination av olika faktorer. Att våra enheter har blivit stora är en betydligt starkare styrning än produktionsfaktorerna.

Forskare Börje Lindén: Leif Knudsen visade att nitrathalten i jorden minskar betydligt med djupet. Vad gäller det för typ av jord? Man talar nämligen inte om den kemiska nitratreduktionen i Sverige fast vi borde ha ungefär samma jordar på båda sidor av Öresund. Nästa spörsmål gäller höstsäd och den reduktion av nitrattutlakningen som man kan få med höstvetet osv. Hur stor räknar ni med

att den är i Danmark? Jag tycker nog att i Sverige är den i stort sett 0. Men det kan vara lite annorlunda beroende på lite andra höstar i Danmark.

Landskonsulent Leif Knudsen: I lerjord kan man tydligt se reduktionen 1 till 5 meter ned. I sandjord på 3 till 5 meters djup. Den biologiska nitratreduktionen är svår att kvantifiera. När det gäller höstvetet och andra höstsådda grödor betyder de egentligen ingenting för nitrattutlakningen.

Agr. dr Markus Hoffmann: Den kemiska nitratreduktionen som ni har i Danmark gör ju att ni inte har särskilt mycket problem med nitrat i grundvattnet i Danmark, vilket för de flesta är förvånande. Om jag har förstått det rätt så sker den kemiska nitratreduktionen i syrefria zoner där det finns en järnförening som heter pyrit. Men den är ändlig, och det finns väl en viss diskussion om hur länge dess reduktionskapacitet räcker. Har ni någon sådan diskussion?

Landskonsulent Leif Knudsen: Det är riktigt när vi talar om en kemisk nitratreduktion så har vi en irreversibel process. Den går bara den ena vägen. Det vi kallar reduktionsfronten flyttar sig ned i jorden. Det är inte bara pyrit utan också reducerat järn som står för nitratreduktionen. Reduktionsfronten flyttar sig ca 1 cm ned om året, rent teoretiskt. Det är inte bara nitrat som flyttar sig utan också syretillgången har betydelse, så var fronten ligger är mer avhängigt de 10 000 åren som har gått sedan istiden än de senaste 50 årens förhöjning av nitratkoncentration. Om den flyttar sig en cm om året så motsvarar 5 meter ungefär 500 år. Under årmiljonernas gång så spelar reduktionsfrontens förflyttning liten roll.

Åtgärder inom animalieproduktionen i Jordbruksverkets program för att minska växtnäringsförlusterna



BERTIL ALBERTSSON

Agronom
Jordbruksverket
Skara

Bakgrund

Under de senaste decennierna har konstaterats att växtnäringshalterna i många vattensystem är högre än vad som kan anses vara långsiktigt hållbart. Vidare finns även problem med förhöjda nitrathalter i grundvatten. Internationella överenskommelser har träffats och nationella mål har ställts upp och åtgärdsprogram genomförts för att nå ett bättre tillstånd. Hittills har dock inte uppsatta mål nåtts, även om situationen delvis förändrats till det bättre. Eftersom jordbruket betyder mycket för växtnäringsförhållandena i såväl det lilla vattendraget som i det stora sammanhanget utanför våra kuster, är det angeläget att undersöka om det går att vidta åtgärder inom jordbruket som bidrar till att uppsatta mål kan nås.

I arbetet med att beskriva miljötilståndet i svenskt jordbruk, identifiera möjliga åtgärder till förbättringar och lämna förslag till styrmedel för att uppnå uppsatta mål är Jordbruks-

verket en viktig aktör. Åtgärdsarbetet har hittills inriktats mot att minska kväveutlakningen, ammoniakavgången och fosforförlusterna.

Djurhållning

Djurhållningen är en betydande källa till växtnäringsförluster av olika slag. Detta kan enkelt konstateras när man jämför växtnäringsbalanser på en gård med enbart växtodling med en gård som har både växtodling och djurhållning. Av detta skäl ligger tyngdpunkten i tidigare åtgärdsprogram på frågor som rör djurhållningen. I det följande framgår att det finns mer att göra inom detta område.

Djurtäthet

Antalet djur per ha spridningsareal för stallgödsel utgör något av en grundpelare om hushållning med tillgänglig växtnäring skall kunna ske. Beräkningsmässigt har valts att utgå från fosforinnehållet i gödseln vid fast-

ställandet av reglerna för djurtäthet. Vid tillförselnivån 21–23 kg P/ha tillförs även rimliga kvävegivor. Det finns inga generella regler som kräver att tillgänglig stallgödsel sprids över all tillgänglig areal. För att nå bästa möjliga resultat i detta avseende är rådgivning ett mycket viktigt styrmedel.

Lagringskapacitet

Tillräckligt stor lagringskapacitet för stallgödsel ger förutsättningar för att kunna sprida gödseln under tider då växtnäringsverkan kan förväntas vara god. I princip kan detta ske om lagringsutrymmet medger lagring av 8 månaders produktion från nötkreatur och andra grovfoderätande djur samt 10 månaders produktion från övriga djurslag. För att minska ammoniakförlusterna under lagringskedet är det också viktigt att täckning av flytgödsel och urinbehållare sker. Vidare har fyllning av dylika behållare under täckning också en dämpande effekt på ammoniakavgången.

Spridning av stallgödsel

Utgångspunkten för gödselspridning bör vara att den skall ske vid en tidpunkt och på ett sätt som ger förutsättningar för ett högt kväveutnyttjande. Detta innebär att spridning bör ske när växtligheten kan ta upp tillförd växtnäring och att arbetsorganisationen utformas så att nedbrukning av stallgödsel kan ske snarast efter spridning på öppen jord. Vid spridning av flytande stallgödsel i växande gröda kan ammoniakförlusterna minska och kväveeffektiviteten ökas om bra teknik tillämpas.

Jordbruksverkets bidrag till miljömålspropositionen avseende miljömålen ”Ingen övergödning” och ”Bara naturlig försurning”

De uppdrag som Jordbruksverket fick som ett led i miljömålsarbetet utmynnade i flera förslag, varav vissa har direkt anknytning till

djurhållning och stallgödselhantering. Åtgärdsförslaget avseende kväveutlakning syftar till att rotzonsutlakningen skall minska med 10 000 ton fram till år 2020. Föreslagna åtgärder innebär undvikande av spridning av stallgödsel inför höstsädesådd, satsning på utbildning och rådgivning, miljöstödd till fånggrödor, vårbearbetning och våtmarker samt utvidgning av trädesmöjligheterna i vissa områden. Dessutom förväntas minskad åkerareal leda till viss minskning av kväveutlakningen.

Ammoniakutredningens förslag innebär inga större förändringar av tidigare fastlagda program. Genom tillämpning av redan beslutade åtgärder samt geografisk utvidgning av området för regelverket kan en stor del av önskad reduktion av ammoniakförlusterna uppnås. Teoretiskt sett kan bättre anpassning av utfodringen i djurhållningen också bidra till minskad ammoniakavgång. Detta förbättringsutrymme är dock redan utnyttjat i stor utsträckning, eftersom emissionsberäkningarna är baserade på normalfoderstater. Teknisk utveckling när det gäller ammoniakavgången i hanteringskedjan av stallgödsel kan möjliggöra ytterligare minskning av ammoniakförlusterna från jordbruket. Överföring av gödselhanteringen mot flytgödsel bedöms också kunna ge förutsättningar till minskad ammoniakavgång. Denna förändring bedöms ske spontant i viss utsträckning.

När det gäller fosfor kan konstateras att ojämn djurhållning inom landet och inom regioner samt ojämn spridning inom brukningsenheter lett till höga fosfortal på många platser. Höga fosfortal anses vara en potentiell risk för fosforförluster från åkermarken. Av detta skäl anges som målsättning för fosfor att andelen åkermark i höga fosforklasser skall minska. Det föreslås däremot inga tvingande styrmedel för att nå detta mål. Genom rådgivning bedöms att det är möjligt att åtminstone nå en bit på väg. Viss styrning kan åstadkommas genom översyn av djurtäthetsbestämmelserna.

Till följd av förhöjd intensitet och förändrade utfodringsnormer finns behov av översyn av djurtäthetsbestämmelserna. Detta är en pågående arbetsuppgift inom Jordbruksverket. Ökad intensitet motiverar en skärpning av regelverket, medan mer anpassad utfodring eller användning av fodermedel med högre utnyttjandegrad verkar åt andra hållet. Båda processerna pågår inom animalieproduktionen.

I Jordbruksverkets utredningsrapport utgör förslag till förbud mot spridning av stallgödsel inför sådd av höstsäd ett viktigt inslag. Enligt de beräkningar som har genomförts skulle det vara möjligt att minska kväveutlakningen med ca 1 300 ton om spridningen upphör vid denna tidpunkt. I miljömålspropositionen föreslås att det fortsatta arbetet med att minska spridningen av stallgödsel under tidig höst skall ske genom rådgivning och information.

Rådgivning, information

En betydande del av utlakningsbetinget avses bli uppnått genom utbildning och rådgivning. I de sydligaste länen har ett rådgivningsprojekt "Greppa näringen" startats. Målsättningen är att få direktkontakt med 70–80% av jordbrukarna inom området med en verksamhet överstigande 50 ha/25 djurenheter. Höjd kunskapsnivå inom denna kategori förväntas även påverka övriga jordbrukare inom området. Rådgivningen omfattar ett stort antal s.k. moduler och innebär att relevanta frågor för den enskilda brukningsenheten tas upp. Ingående moduler är bl.a. växtnäringsbalans, N- & P-gödslingsstrategi (nivå, tillförsel-tidpunkt), markpackning, våtmarksplanering, vallodling och betesdrift samt utfodringskontroll. Många av punkterna har antingen direkt eller indirekt koppling till djurhållning och stallgödselhantering.

Det nya greppet jämfört med tidigare rådgivningsaktiviteter är att konceptet bygger på kontinuerligt återkommande rådgivningsbesök. Därigenom kan uppföljning ske av hur

lämnade råd tillämpats i praktiken. Vidare är rådgivningen ämnesmässigt bredare än vad motsvarande aktiviteter varit tidigare. Verksamheten drivs av respektive länsstyrelse inom KULM-programmet (Kompetensutveckling för lantbrukare inom miljöområdet). Genom upphandling engageras flertalet rådgivningsaktörer inom respektive verksamhetsområde. För att kunna göra en utvärdering av verksamheten samlas ett antal uppgifter in i samband med rådgivningsbesöken. Deltagandet i den kostnadsfria rådgivningen villkoras med att sådan insamling får ske.

I den ursprungliga planen för rådgivningsprojektet ingår att "Greppa näringen" skall utvidgas norrut i landet. I vilken grad och hur snart detta kan ske styrs av tillgången på resurser för verksamheten.

I Jordbruksverkets förslag till styrmedel för att nå uppsatta mål har kunskapsöverföring stor betydelse för att nå målet. I propositionen har tyngden för rådgivning blivit ännu större, eftersom minskad höstspridning av stallgödsel enbart skall nås genom rådgivning.

Det är mycket angeläget att rådgivningsprogrammet får stor anslutning och hög mätbar effekt. Annars kan andra styrmedel komma att tillgripas. I utredningsarbetet undersöktes möjligheterna till att införa gödselräkenskaper enligt dansk modell, men eftersom detta kräver en tung administrativ överbyggnad ville utredningsgruppen undvika en sådan utveckling. Gödselräkenskaper har dock en mycket tydlig inriktning mot stallgödsel, eftersom räknenskaperna kräver att en viss minsta kväveverkan tillskrivs denna gödseltyp. Räkenskaper skulle sannolikt göra en eller annan regel för stallgödsel överflödig.

Frågor till Bertil Albertsson

Fil. dr Hans B. Wittgren: De 10 000 ton i minskning som Du visade. Är det transport till havet eller är det rotzonsläckage? Vad är basen?

Agronom Bertil Albertsson: Basen är rotzonsutlakningen, men uppdraget som vi hade var att minska belastningen på havet. Vi har dock räknat baklänges och kommit fram till att om vi tar 10 000 ton minskat rotzonsutlakning kommer vi nästan ända fram. Vi hade också ett alternativ med full måluppfyllelse enligt de beräkningsmallar vi hade, men då skulle det krävas 12 000 ton rotzonsutlakning så vi redo-

visade tre olika alternativ varvid huvudalternativet är 10 000 ton.

Herr Robert Francke: Vem skall betala rådgivningen?

Agronom Bertil Albertsson: Delvis EU, delvis svenska staten.

Extensiv vall för att minska kväveutlakningen – effekter på kort och lång sikt



THORD KARLSSON

Agronom

SLU

Uppsala

Bakgrund

När man diskuterar problemet med kväveläckage i jordbruket kan det vara av intresse att uppskatta hur stort läckaget är med den mest extensiva form av jordbruk som vi har idag, nämligen extensiv gräsvall. Detta "minimiläckage" kan sedan jämföras med situationen idag i områden som är hårt belastade av kväve i vattendragen och ligga till grund för en diskussion om vilka konsekvenserna skulle bli om man lägger om åkermark till extensiv gräsmark.

Gräsmarkens egenskaper

På en gräsmark, i alla fall på välgödslade marker, kan stora mängder organiskt material anrikas. Till en stor del beror det på att marken ständigt är bevuxen. Det finns alltid en gröda som växer och därmed transpirerar vatten. Detta medför att marken kommer att innehålla mindre markvatten, och god tillgång på markvatten är ett krav för att mikro-

organismerna skall trivas och bryta ner det organiska materialet. Torrare mark medför alltså lägre nedbrytningshastighet, och med oförändrad tillförsel av skörderester och rötter innebär det en relativ ökning i organiskt material i marken. Därtill kommer den uteblivna jordbearbetningen, som också minskar nedbrytningshastigheten (Paustian et al 1990).

Denna anrikning av organiskt material medför att stora mängder N kan mineraliseras när till exempel betesvallar odlas upp. Upp till 400 kg N/ha och år har rapporterats (Corré et al 2001). Danska försök visar också att upplöjd betesmark kan tillhandahålla stora kvävemängder, cirka 120 kg N fanns tillgängligt till en efterföljande stråsädesgröda (Eriksen & Jensen, 2001). För kortvariga vallar blir skillnaderna mindre jämfört med öppen växtodling. Till exempel så fann Lindén & Wallgren (1993) inte någon skillnad mellan mineralisering efter gräsvall och stråsäd. Vallar med klöver och klöver-gräsblandning mineraliserade dock 20–30 kg mer än stråsäd och gräsvall.

Det har också visats att netto N-mineraliseringen efter uppodlingen av gödsblad be-

tesvall är mindre än efter gödslad (200 kg N), 135 kg N ha⁻¹ år⁻¹ jämfört med 317 (Gill et al 1995).

Dagens situation

Som utgångspunkt för en jämförelse utgår jag från försök i Mellby, Halland (tabell 1). Växtföljden består i huvudsak av vårstråsäd med inslag av potatis och oljeväxter. I tabellen är endast resultaten från vårsäden inkluderade. Kväveutlakningen från försöket stämmer bra överens med värden i *Gårdsmodellen* (Hoffmann et al 1999). *Gårdsmodellen* får anses vara den bästa tillgängliga sammanställning av kunskap om olika åtgärders effekter på kväveutlakningen. Värdena från försöken kan därför anses vara representativa för ett odlingssystem med stallgödsel och vårsäd, på sandjord i sydvästra Sverige.

Att anlägga en konventionell, gödslad vall tycks inte förändra läget drastiskt. Enligt *Gårdsmodellen* minskar utlakningen med cirka 7 kg. Om man inte använder stallgödsel

minskar utlakningen med ytterligare 15 kg, ned till 20 kg, alltså en halvering jämfört med utgångsläget. Emellertid, vall har endast användning som djurfoder och därmed följer stallgödsel som måste placeras någonstans. Använder man inte stallgödsel till vallen så har problemet bara flyttats någon annanstans.

Vad vet vi om extensiv vall?

Det finns en hel del extensiva betesmarker i Sverige, men de tycks inte ha varit föremål för några studier angående kvävebalans eller utlakning. Med rätta har man nog antagit att det inte finns några stora problem på dessa marker. Ett exempel är dock resultat från Lanna, där ogödslad vall finns med som referensgröda. Under perioden 1993–2000 var medelutlakningen för ogödslad vall cirka ett kg (Aronsson 2000). I tabell 2 sammanställs data från USA och Storbritannien för några olika typer av betesvallar och uppgifter från svenska slåttervallar. Betesmarker med låg tillförsel av kväve tycks befinna sig i mer eller mindre balans. Den låga kvävetillförseln ger inte utrymme för vare sig upplagring av kväve i organiskt material eller till förluster. Ökar man tillförseln av kväve, oavsett om det sker i form av mineralkväve eller fixerat luftkväve, så ökar utlakningen och kan bli mycket stor. Den kan även vida överträffa den nivå på utlakning från öppen odling som vi vanligen har i Sverige (Scholefield et al, 1993). I undersökningar av vallar med stor tillförsel av kväve, har det ofta funnits en stor mängd kväve som man inte har kunnat redovisa vart det tar vägen. Detta trots att denitrifikation och utlakning är uppmätta/skattade. Ibland kan det röra sig om över 100 kg N per hektar och år som saknas.

Man har dock visat att en betesmark kan ackumulera stora mängder N. Undersökningar i Storbritannien har visat på att upp mot 160 kg N ha⁻¹ per år kan immobiliseras i en betesvall (Clement and Williams 1967). För-

Tabell 1. Kvävebudget för öppen växtodling, vall-insädd och vall på sandjord i sydvästra Sverige.

N-budget	Vårstrå-säd ²	Vårsäd med insädd ²	Vall ³
Tillfört kväve			
A. Stallgödsel, totalt	112	94	184
B. Stallgödsel, NH ₄	82	78	147
C. Handlungödsel	48	38	142
D. Summa tillförsel av mineral-N (B+C)	130	116	289
Bortfört kväve			
E. Skörd	92	57	173
F. Uppmått utlakning	42	20	42
G. Summa bortförsel	134	77	215
Kvävebalans (tillfört – bortfört)	-4	39	74
Beräknad utlakning enligt Gårdsmodellen ¹	42	31	35

¹ Källa Hoffmann et al 1999

² Bearbetning av data från Hessel Tjell et al., 1999

³ Bearbetning av data från Torstensson et al., 1993

Tabell 2. Exempel på N-budgetar för betesmark och slåttervallar med varierande intensitet.

	Ranchdrift (USA) ¹	Ogödslad betesmark (UK) ²	Gräs/vit- klöver (UK) ³	Gödslad betesmark (UK) ³	Gräsvall, Sverige ⁴	Lucernvall, Sverige ⁴
Tillfört kväve						
Mineralgödsel				420	205	
Deposition		25	15	15	5	5
N-fixering	<0.5		160			380
<i>Summa</i>	9	25	175	435	210	385
Bortfört kväve						
Kött	3	11	23	29		
Gröda					241	246
Ammoniak	7	8	10	80		
Denitrifikation			4	40	10	20
Utlakning			23	160	1	1
<i>Summa</i>	10	19	60	309	252	267
Tillförsel – bortförsel	-1	6	115	126	-42	118

¹ Woodmansee1979

² Ryden 1984

³ Scholefield et al 1991.

⁴ Paustian et al, 1990

ändringen är först snabb och avtar sedan med tiden. Tyson et al (1990) fann endast en ökning med 0,1% per år de sista 15 åren under en 30-årig studie av en betesvall, vilket motsvarade cirka 25 kg N år⁻¹.

Modellberäkningar

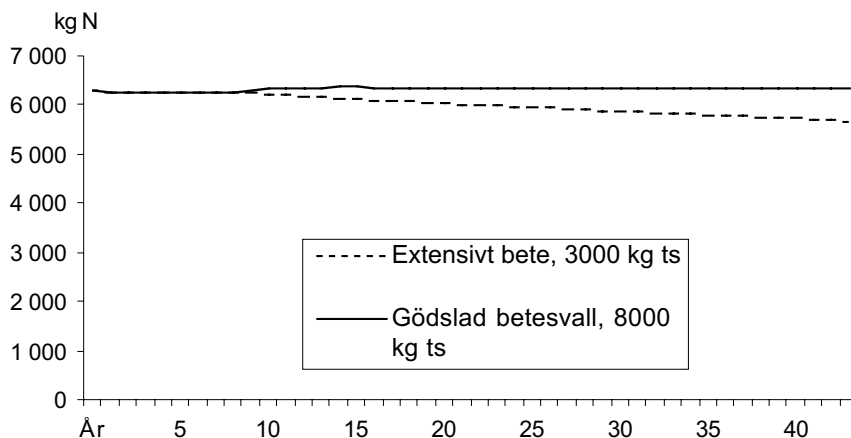
När man beräknar en kvävebudget bör man försöka ta hänsyn till förändring i N bundet i markens organiska material. Det vill säga, om markens humushalt ökar så bygger man in kväve där, om humushalten minskar så får man en kvävemineralisering. Resultat beror bland annat på vilken humushalt man utgår ifrån. Om man utgår från en hög humushalt så måste man ha en större tillförsel av organiskt material för att vidmakthålla denna halt, än om man startar från en lägre nivå. Med modellfamiljen ICBM har vi en metod att göra denna skattning (Andrén & Kätterer, 1997; Kätterer & Andrén, 2001). Dock måste modellen kalibreras för klimat, jordart, jordbearbetning och gröda i det enskilda fallet. Preliminära parametervärden för några typsituationer

har presenterats av Andrén & Kätterer (2001). Även om de är "grova" och preliminära, så ger det en uppfattning av mineralisering under olika förhållanden. Resultatet av ICBM-beräkningar vid övergång från spannmålsodling med stallgödsel till gödslad respektive ogödslad gräsvall på sandjord i södra Sverige visas i figur 1. Med en gödslad gräsvall upprätthåller man en mullhalt av 4 procent. En extensiv vall, med dess lägre produktion skulle inte klara att upprätthålla denna mullhalt, utan den skulle resultera i en nettomineralisering av cirka 15 kg N per år och hektar, under de första 30 åren. Detta gäller alltså när man utgår från åkermark som har haft en långvarig, hög tillförsel av stallgödsel som har underhållet en hög mullhalt. På åkermark utan tillförsel av stallgödsel är mullhalten lägre och ingen nettomineralisering kan förväntas vid övergång till extensiv betesmark.

Effekter på kort sikt

Om resultat av denna mineralisering används får vi en preliminär kvävebudget för omlägg-

Figur 1. Förändring i markens organiska kvävepool vid övergång från stråsädesodling till gödslad respektive ogödslad betesvall på sandjord i sydvästra Sverige.



ning av åkermark till extensiv betesmark (tabell 3). Kortfattat består förutsättningarna av en antagen produktion av 3 ton ts ha⁻¹, utnyttjandegraden 60 procent, betesdjuren har en levande vikt av 226–275 kg och 800 g tillväxt per dag, 57 MJ per kg tillväxt och betesgrä-

sets energiinnehåll antas vara 10,5 MJ/kg ts. Vidare är N-halten i levande djur 2,5%, 60% av N-utsöndring i urin med 15% ammoniakförlust från urin och 3% ammoniakförlust från träck.

Den extensiva betesmarken har enligt dessa beräkningar avsevärt mindre utlakning än öppen växtodling. Om det tidigare utlakades 42 kg N till omgivningen, är det nu reducerat till cirka 5 kg. Därtill kommer cirka 4 kg som ammoniakavgång.

Överskottet av 8 kg N tyder på att betesmarken vid omläggningen inte är i balans.

Om antagandet om en nettomineralisering av 15 kg N är riktigt, kan man förmoda att den antagna avkastningen är något låg. Högre växtproduktion leder till att mer kväve skulle anrikas i djuren samt högre förluster till omgivningen, då främst till luften som ammoniak.

Effekter på lång sikt

På lång sikt (> 30 år), när den organiska poolen är i balans med odlingssystemet, blir tillförsel lika med bortförsel och förlusterna lika med tillförsel minus bortförsel med produk-

Tabell 3. Kvävebalans för extensivt bete på sandjord i sydvästra Sverige, kg N/ha

	Vid omläggning Bruttoproduktion 3 000 kg ts, 1800 kg betesintag	Vid balans Bruttoproduktion 3 000 kg ts, 1800 kg betesintag
Tillfört kväve		
Deposition	11	11
N-fixering	0	0
Mineralisering av organiskt material	15	0
Summa	26	11
Bortfört kväve		
(Bete, 2.8% N)	(50.4) ^a	(50.4) ^a
Djur (viktökning)		
332 kg, 2.5% N	8.3 ^b	8.3 ^b
Atm. förluster	4.3 ^c	4.3 ^c
Utlakning	5.0 ^c	< 1.0
Summa	18.0	12.6
Tillförsel – bortförsel	8.0	-1.6

^a Olofsson, 2000

^b Agriwise 2001 (www.agriwise.org)

^c Scholefield et al 1993

ter. I exemplet ovan med extensivt bete skulle det, vid oförändrad produktion av 3 000 kg ts, innebära att cirka 4 kg N skulle förloras till omgivningen och absolut största delen av förlusterna skulle bestå i ammoniakförluster från betesdjurens urin. Vid vallodling kan relativt lättbrytbart organiskt material anrikas. Detta medför en risk för en stor nettomineralisering när vallen bryts.

Ekonomi

I tabell 4 sammanställs vad täckningsbidraget blir per hektar för spannmålsodling kombinerad med slaktsvinsuppfödning respektive bete med stutar. Nuvarande stöd och ersättningar är inkluderade. Om en slaktsvinsproducent skulle övergå till uppfödning av stutar med gödslade gräsvallar, minskar täckningsbidrag 2 (intäkter minus särkostnader exklusive kostnad för arbete, ränta och avskrivningar) med närmare 4 800 kr per hektar. Om vallen inte gödglas minskas täckningsbidraget med ytterligare nästan 2 900 kr. Om man

inkluderar den kalkylerade minskningen av utlakningen i beräkningarna, så kan man få en kostnad per kg N minskad utlakning. Denna beräkning visar att den minst kostsamma utlakningsreduktionen får man om man går hela vägen och övergår till ögödslad vall. Då är kostnaden cirka 210 kr per kg N. Endast gödslad gräsvall ger en kostnad på cirka 250 kr per kg N.

På lång sikt, blir kostnaden något lägre. Då kan utlakningen skattas till cirka ett kg och kostnaden för utlakningsminskningen till cirka 190 kr per kg N.

Sammanfattning

Stora mängder kväve kan byggas in i organiskt material på marker med vallodling, speciellt på marker med stor tillförsel av N och hög produktion. Detta leder också till att det är stor risk att stora mängder N mineraliseras när vallarna sedan odlas upp igen. En omställning från öppen växtodling till extensiv betesvall kan reducera kväveutlakningen drastiskt.

Tabell 4. Sammanställning av företagsekonomiska konsekvenser av att lägga om driften från svin och spannmål till gödslad gräsvall och stut respektive ögödslad gräsvall och stut, kr/ha.

	<i>TB2</i>	<i>Antal</i>	<i>kr</i>	<i>Utlakning, kg/ha</i>	<i>kr/kg N reduktion</i>
Slaktsvin med fodersäd					
Slaktsvin	166	31.5	5 229		
Korn	3 445	1	3 445		
Summa			8 674		
Organisations intäkt	0.15	5 400	810		
Summa täckningsbidrag			9 484	42	
Stut, gödslad betesvall					
Stut	4 340	1.08	4 687		
Summa täckningsbidrag			4 687	23	
Differens, Betesdrift – slaktsvin			-4 797		252
Stut, extensiv					
Stut	4 340	0.42	1 823		
Summa täckningsbidrag			1 823	5	
Differens, Extensivt bete – slaktsvin			-7 661		207
Differens, Extensivt bete – gödslad betesvall			-2 864		159

Källa: Agriwise (www.agriwise.org) och egna beräkningar.

Kostnaderna för denna omställning kan skattas till 200 – 300 kg N.

Referenser

- Andrén, O. & Kätterer, T. 1997. ICBM: The Introductory Carbon Balance Model for Exploration of Soil Carbon Balances. *Ecological Applications* 7:1226–1236.
- Andrén, O. & Kätterer, T. 2001. Basic principles for soil carbon sequestration and calculating dynamic country-level balances including future scenarios. In "Assessment Methods for Soil Carbon" (R. Lal, J. M. Kimble, R. F. Follet and B. A. Steward, eds.), pp. 495–511. Lewis Publisher.
- Aronsson, H. 2000. Utlakningsförsök för långsiktig kontroll av odlingssystem med vintergrön mark. SLU, institutionen för markvetenskap, avdelningen för vattenvårdslära, teknisk rapport 58. Uppsala
- Batey, T. 1982. Nitrogen cycling in upland pastures of the U.K. *Philosophical Transactions of the Royal Society, London*. B296, 551–556.
- Clement, C.R & Williams, T.E. 1967. Leys and soil organic matter. II. The accumulation of nitrogen in soils under different leys. *J. Agric Sci* 69:133–138.
- Corré, W. J., Conjin, J. G. & Aarts, H.F.M. 2001. Nitrogen mineralisation in permanent grassland and grass-maize rotations. *11th Nitrogen Workshop, 9–12 September 2001, Reims. France. Book of Abstracts*, p 59–60. INRA. Reims.
- Eriksen, J. & Jensen, L.S. 2001. Soil respiration, nitrogen mineralisation and uptake in barley following cultivation of grazed grasslands. *Biol Fertil Soils* 33:139–145.
- Gill, K., Jarvis, S.C & Hatch, D.J. 1995. Mineralization of nitrogen in long-term pasture soils: effects of management. *Plant Soil* 172:153–162.
- Hessel Tjell, K., Aronsson, H., Torstensson, G., Gustafsson, A., Lindén, B., Stenberg, M. & Rydberg, T. (1999). "Mineralkvävedynamik och växtnäringssystem i handels- stall-gödslade odlingssystem med och utan fånggröda," Rep. No. 50. Swedish University of Agricultural Sciences, Division of water quality management, Uppsala.
- Hoffmann, M., Aronsson, H., Aronsson, P., Nilsson, H., & Albertsson, B. 1999. Gårdsmodellen – En empirisk modell för kväveutlakning. SLU, Institutionen för markvetenskap, avdelningen för vattenvårdslära, teknisk rapport 48. Uppsala.
- Kätterer, T. & Andrén, O. 2001. The ICBM family of analytically solved models of soil carbon, nitrogen and microbial biomass dynamics – descriptions and application examples. *Ecological Modelling* 136:191–207.
- Lindén, B. & Wallgren, B., 1993. Nitrogen mineralisation after leys ploughed in early or late autumn. *Swedish J. Agric Res* 23:77–89.
- Olofsson, S. 2000. STANK 4.0. Jordbruksverket. Jönköping.
- Paustian, K., Andrén, O., Clarholm, M., Hanson, A.C., Johansson, G., Lagerlöf, J., Lindberg, T., Petersson, R. & Sohlenius, B. 1990. Carbon and nitrogen budgets of four agroecosystems with annual and perennial crops, with and without N fertilization. *Journal of applied ecology* 27:60–84.
- Ryden, J.C. 1984. The flow of nitrogen in grassland. *Proceedings of the Fertiliser Society* 229. 1–43.
- Scholefield, D., Lockyer, D.R., Whitehead, D.C. & Tyson, K.C. 1991. A model to predict transformations and losses of nitrogen in UK pastures grazed by beef cattle. *Plant and Soil* 132:165–177.
- Sholefield, D., Tyson, K.C., Garwood, E.A., Armstrong, A.C., Hawkins, J. & Stone, A.C. 1993. Nitrate leaching from grazed grassland lysimeters: effects of fertilizer input, field drainage, age of sward and patterns of weather. *J. Soil Sci.* 44:601–613.

- Torstensson, G., Gustafsson, A. & Lindén, B. (1993). "Kväveutlakning på sandjord – motåtgärder med ny odlingsteknik," Rep. No. 31. SLU, Division of Water Quality Management, Uppsala.
- Tyson, K. C., Roberts, D. H., Clement, C. R. & Garwood, E. A. 1990. Comparison of crop yields and soil conditions during 30 years under annual tillage or grazed pasture. *Journal of Agricultural Science, Cambridge*, 115:29–40.
- Woodmansee, R.G. 1979. Factors influencing input and output of nitrogen in grasslands. In: French, N.R. (ed.) *Perspectives in Grassland Ecology*. Springer-Verlag, New York, pp 117–134.

Frågor till Thord Karlsson

Herr Lars Törner: Det här med extensiv vall i någon form. Tre ton vall kostar ganska mycket att skörda i förhållande till 7 eller 8 ton per ha. Om vi går upp till 7 eller 8 ton istället och

går in med en korrekt gröda efter vallbrottet, vad är det som talar emot att vi med ett mer intensivt system också klarar utlakningsaspekten?

Agronom Thord Karlsson: Jag kan inte ge någon siffra på dessa frågor.

Agronom Ingemar Gruvaeus: Du redovisar bara mineralgödsetillskott i den intensiva valltypen. Klöverinslag blir också ganska intensivt i det här sammanhanget. Räknar man med samma förluster då?

Agronom Thord Karlsson: Den fanns med som ett exempel i klöverbalansen. Det var vitklövervall som det syftades på och då får man en kvävefixering på 160 kg N och utlakning omkring 20 kg N. Den här tillförseln ligger mer i balans med vad vallen producerar än om man har 400 kg. Jag antar att svensk gödsling ligger närmare 200 kg N än 400 kg N. Det spelar ingen roll om det är fixerat eller om det är mineralkväve. Det är kvävetillförsel i båda fallen.

Vägar till mindre kväveförluster i mjölkproduktionen



ANDERS H GUSTAFSSON

Agr. dr

MARIE SALOMONSSON
MARGARETA EMANUELSON

Svensk Mjölk
Uppsala

Intresset för att beakta och höja kväveeffektiviteten i mjölkproduktionen har definitivt ökat de senaste åren. Under 1999 tog Svensk Mjölk initiativ till ett handlingsprogram för miljöanpassad rådgivning. Betydande ansträngningar vad gäller kunskapsuppbyggnad och utbildning startade under 2000, bl.a. i samarbete mellan branschen och Statens Jordbruksverk. Under stallperioden 2000 – 2001 började rådgivningen komma igång på allvar, främst då i de sydligaste länen i vårt land. Men det kan vara motiverat att gå lite längre tillbaka för att få perspektiv på vår situation idag.

Det är allmänt känt att Nederländerna har haft hög djurtäthet och stora gödselgivor. I slutet av 1980-talet infördes åtgärder för att reducera miljöpåverkan av bl.a. mjölkbesättningarna, främst då via naturgödseln. Effekterna av detta och dagens regler har beskrivits av Aarts m.fl. (2000) i samband med att de rapporterade resultat från De Marke. De Marke är en försöksgård där man under mitten av 1990-talet studerade möjligheterna att med konventionell mjölkproduktion, och bibehållen hög djurtäthet per hektar, minimera

utflödet av näringsämnen från gården. Man uppnådde goda resultat, mycket tack vare odling av majs som fodergröda. Även i Danmark har man infört regleringar (Vattenmiljöplan ett och två) för att minska belastningen på grundvattnet, där mjölkproduktionen anses vara en mycket viktig källa.

Även i Sverige har många initiativ tagits, men till skillnad från länderna som nämnts ovan håller sig vårt land till en frivillig väg med satsning på information och rådgivning. Att nu även husdjuren på allvar ingår i projektet för ett miljövänligare jordbruk får ses som en betydande förbättring. Ett viktigt underlag till detta finns i en rapport från Jordbruksverket (1997). Likaså är projektet KULM som drivs av Jordbruksverket centralt i sammanhanget, men någon vidare beskrivning skall inte göras här.

För att hitta nya vägar till en mer kväveeffektiv utfodring av mjölkkor gjordes en litteraturoversikt under 2000 (Gustafsson, 2001). I samband med detta arbete visade det sig att nästan alla relevanta utfodringsförsök var publicerade under andra halvan av 1990-talet,

dvs. 5 år eller yngre. Detta som en ytterligare illustration till det som nämndes inledningsvis, nämligen att intresset för dessa frågor har ökat de allra senaste åren.

Råproteinhalten viktig i foderstat och för kväveeffektivitet

I utfodringsplanering och foderstater ägnas i regel stor uppmärksamhet åt råproteinhalt och proteinkvalitet. Det vore därför intressant om man kunde finna ett samband mellan foderstatens råproteinhalt och kväveeffektiviteten hos korna. Aktuella forskningsresultat visar att en sänkning av råproteinhalten i foderstaten med en procentenhet gav en ökning av kväveeffektiviteten (uttryckt som mjölkkväve/totalt kväveintag) med omkring 1,5 procentenheter (Gustafsson, 2001). Skall det vara realistiskt att sänka råproteinhalten i foderstaten är det viktigt att mjölkavkastningen inte sänks eller bara minskar marginellt. Det ekonomiska värdet av bättre miljö bör på ett för alla parter rimligt sätt vägas mot lönsamheten i företagen, i detta fall mjölkgårdarnas.

Råproteinhalten kan sänkas

Kväve räknas om till råprotein genom att multipliceras med 6,25. Råprotein beaktas i utfodringen. Vanliga rekommendationer i västvärlden är ungefär följande nivåer:

- högmjolkare och nykalvade kor 18 till 19 procent råprotein av fodrets torrsubstans
- medelavkastande kor 15 till 17 procent
- sinkor och lågmjolkare 12 till 14 procent

Under 1980-talet och början av 1990-talet förändrades proteinvärderingen för nötkreatur. I många västländer infördes en ny typ av proteinvärderingssystem som beaktar idisslarnas fysiologi och ämnesomsättning. Tidigare var det foderstatens råproteinhalt (eller smältbart råprotein) som utgjorde rekommendationen.

Här nedan diskuteras huvudsakligen råprotein pga att den dels har en god koppling till kväveeffektiviteten och dels för att så gott som alla rådgivare håller kontroll på råproteinhalten.

Med endast cirka 16 procent råprotein i det totala fodrets torrsubstans kan maximal mjölmängd bibehållas. Detta enligt en serie danska utfodringsförsök. Målet var att fastställa minimalt intag och minimal utsöndring av kväve med urinen, utan att mjölkproduktionen minskade (Olsson och Kristensen, 1998).

I en tidigare studie jämfördes hög och låg råproteinhalt tillsammans med hög (72 procent) och låg (52 procent) proteinnedbrytbarhet i våmmen. Under laktationsvecka 26–30 var kväveeffektiviteten högst (29,1 procent) för gruppen med låg råproteinhalt och låg proteinnedbrytbarhet. Lägst kväveeffektivitet, 25,4 procent, hade gruppen med hög råproteinhalt och hög proteinnedbrytbarhet. Skillnaderna var dock inte statistiskt säkra. I studien hade proteinnedbrytbarheten större betydelse än råproteinhalten (Bertilsson m. fl., 1995). Det är intressant att se indikationer på att foderproteinets egenskaper kan vara en väg till såväl bättre kväveeffektivitet som till bibehållen eller ökad avkastning.

Generellt kan man förvänta sig en minskning om cirka 10 kg kväve per årsko i träck plus urin per procentenhet sänkt råproteinhalt i foderstaten. Detta motsvarar ungefär 9–11 procent minskning av kväve ut i träck och urin. Kväveeffektiviteten hos kon ökar med cirka två procent för varje procentenhet råprotein i foderstaten (Gustafsson, 2001).

För att det skall vara rimligt att anta en så betydande förbättring av kväveeffektiviteten är förutsättningen att man utgår från en förhållandevis hög nivå. Detta höga utgångsläge beror på att man vill ha en säkerhetsmarginal i utfodringen och den gör att man möjligen kan tillåta en sänkning utan att negativa effekter erhålls. Vid näringsbrist under de första månaderna efter kalvningen är risken för bestående sänkt mjölkavkastning större än vid

näringsbrist senare i laktationen. Likaså är denna period i fokus vad gäller fruktsamheten och risk för sjukdomar.

Man skall alltså vara medveten om att sänkt råproteinhalt innebär att man tullar på säkerhetsmarginalen och en viss säkerhetsmarginal måste alltid finnas i en rationell produktion. Dessutom blir foderstatens egenskaper, t.ex. typ av protein och dess kvalitet, allt viktigare. Därmed blir det helt enkelt högre krav på kunskap och rationell styrning vad gäller foderstrategi och utfodring.

Högre avkastning ger högre kväveeffektivitet

En ökad avkastning med 1 000 kg ger en ökad mängd kväve i träck och urin med i genomsnitt tio kg per ko och år, se tabell 1. Enligt danska beräkningar är motsvarande effekt nio kg. Skillnaden är ganska liten och beror troligen främst på olika beräkningsmetoder.

Samtidigt får man en något ökad kväveeffektivitet om man ökar avkastningen upp till 9 500 kg ECM per år. Ingen nämnvärd förbättring uppnås vid avkastningsnivån 10 500 kg

Tabell 1. Effekt av olika avkastningsnivåer (proteinhalt 3,35 procent) på intag av kväve (N) med foder, utsöndring av kväve i mjölk och kväveeffektivitet hos mjölkkor. Foderstatens halt av råprotein grundas på svenska riktvärden. I beräkningarna ingår en hel laktation plus sinperiod, totalt 365 dagar. Intag minus mjölk avseende kvävemängderna hos mjölkkor kan jämföras med mängden kväve i träck + urin. Ingen hänsyn är tagen till ansättning i vävnad vid tillväxt.

	Avkastning, kg ECM per år			
	7500	8500	9500	10500
Intag, kg N/ko/år	144	159	171	189
Mjölk, kg N/ko/år	40	45	50	55
Intag - Mjölk, kg N	104	114	121	134
Intag - Mjölk, kg N / 1000 kg mjölk	13,9	13,4	12,7	12,7
Mjölk N / Intag N, %	27,4	28,2	29,1	29,3

Efter Gustafsson, 2001.

ECM per år och högre. Orsaken är att man rekommenderar högre råproteinhalt vid högre avkastning. Om vi antar att avkastningen ökar med 1 000 kg per ko fram till år 2010 (medelavkastningen är idag ca 8500 kg ECM/ko/år) bör mängden kväve (N i träck plus urin) minska från 13,4 till 12,7 kg kväve per ton mjölk enligt tabell 1. Räknat på 3,3 miljoner ton mjölk (Sveriges totala mjölkkvot i EU) motsvarar detta en minskning med 2 310 ton kväve per år.

Möjlig nationell minskning av ammoniakavgång

Om alla mjölkkor i vårt land får en sänkt råproteinhalt i foderstaten med en procent så kan man förvänta sig en minskning om 4 785 ton kväve i träck och urin (435 000 kor x 11 kg per årsko). Två procentenheter skulle motsvara 8 265 ton (435 000 kor x 19 kg per årsko). Detta är underlag för beräkning av möjlig minskning av ammoniakavgången. Ammoniakavgången varierar en hel del. De standardvärden som finns i Jordbruksverkets PC-program STANK är uppdelade på stall, lagring och spridning.

Ett försiktigt antagande är att emissionen i stall plus under lagring oftast varierar mellan 10 och 20 procent och att man kan minska emissionen någon eller några procent per sänkt procentenhet råprotein i foderstaten. Sänkt råproteinhalt i foderstaten enligt ovan och med ammoniakavgång på 10 till 20 procent kan ge från 500 ton till 1700 ton mindre avgång av ammoniakkväve per år (är lika med 607 till 2064 ton ammoniak/år). Allt beror på vilka antaganden man gör om emissioner och antal kor.

Detta kan jämföras med Jordbruksverkets förslag på mål för minskning av ammoniakavgång från jordbruket med 7 300 ton ammoniak på årsbasis till år 2010 (från 55 200 ton 1995 till 47 900 ton 2010). Till detta kan läggas att kväveeffektiviteten sannolikt kommer att öka genom den förväntade avkastningsök-

ning som innebär färre kor om vår mjölkkvot ligger fast. Med den minskning om 2 310 ton kväve som beräknats ovan som en följd av ökad avkastning med 1 000 kg per ko och år fram till år 2010 så skulle minskningen i ammoniakavgång då kunna bli cirka 230 ton kväve per år (279 ton/år i form av ammoniak) om vi antar en emission på 10 procent.

Vägen till kväveeffektivitet går via kunskap och motivation

God kväveeffektivitet går generellt hand i hand med bra produktionsstyrning vilket kräver god kunskap och stark motivation. Här är det inte frågan om enbart råproteinhalten eller avkastning per ko och år. Det handlar om skötsel, om lönsamhet och företagsekonomi, eller *management* för att med ett importerat ord försöka täcka in helheten på gården.

Foderförluster är värda att uppmärksammas i detta sammanhang (Påhlstorp, 2001). Vi brukar sätta fokus på foderanalyser, foderstater och optimeringar mellan djurkategorier. Allt detta är viktigt, också ur kväveeffektivitetssynvinkel. Men, när den hygieniska kvaliteten blir starkt nedsatt handlar det om att kassera foder! Det kan handla om allt från små till stora mängder där hela kedjan från jord till foderlager avgör risken för skador och skadans omfattning. Om man trots allt tvingas utfodra foder av dålig hygienisk kvalitet står djurens hälsa på spel. Kassering i samband med utfodringen innebär en stor nettoförlust eftersom alla kostnader för produktion, skörd, transport, konservering och lagring redan är tagna. God management vid skörd och lagring torde alltså vara en mycket god åtgärd för bättre kväveeffektivitet.

Greppa Näringen

Greppa Näringen är ett rådgivningsprojekt som genomförs i samverkan mellan Jord-

bruksverket, LRF, länsstyrelserna, hushållningssällskapen, föreningsföretag och andra företag. Syftet är att genom kostnadsfri rådgivning och utbildning förse lantbrukare med kunskap och verktyg så att kväve- och fosforförlusterna kan minska på ett kostnadseffektivt sätt. Rådgivningen finansieras med medel från svenska staten och EU. Nyttan för bonden är stor, många av åtgärderna är inte bara bra för miljön utan innebär ofta minskade kostnader, t.ex. genom minskad överutfodring.

Rådgivningen inom Greppa Näringen har dragit igång under våren 2001 i Skåne, Blekinge och Hallands län där näringsöverskotten och näringsläckaget är störst, bland annat på grund av hög djurtäthet och lätta jordar. Tanken är dock att projektet skall flytta vidare norrut i landet efter ett par år. Målgruppen är lantbrukare med över 50 ha åker eller 25 djurenheter. Det nya med projektet är att man tar ett helhetsgrepp kring växtodling och djurhållning och att råden följs upp genom återkommande besök av rådgivarna. Därför är det en förutsättning att flera rådgivare med olika specialkompetens samarbetar för att finna de bästa lösningarna på gården. Rent konkret kan detta innebära att man på mjölkgårdar justerar foderstaterna så att man utnyttjar kväve och fosfor på bästa sätt, göra en endags uppföljning av hur man verkligen utfodrar, planera betesdriften eller vallodlingen – allt för att minimera risken för näringsförluster i hela kedjan.

Brogården – ett informativt gårdsexempel

Målsättningen med projektet Life Ammonia, som genomförs på Brogården, SLU i Skara, är att använda känd teknik för att demonstrera möjligheterna att minska ammoniakavgång från kostallar. Detta vill man uppnå genom att använda bäst kända teknik för inredning, ventilation, gödselhantering och skötselrutiner.

Genom en övergång till flytgödselhantering med lagring i täckt behållare och utnyttjande av bästa teknik för spridning vill man ytterligare minska ammoniakavgången. Sist men inte minst har man i projektet anpassat foderstaten för att minimera avgången av ammoniak från gödseln. Life Ammonia är finansierat till lika delar av EU respektive företag och ofentlig sektor i Sverige. Referensår och första försöksåret är nu avslutade och vissa preliminära resultat finns.

Stallperioden 2000 till 2001 jämfördes med året innan som alltså utgjorde referensår. Utgångspunkten var att sänka råproteinhalten i foderstaterna. Eftersom denna halt var ganska låg (ca 17% hos högmjölkare) redan under referensåret så begränsade sig sänkningen till en procentenhet, d.v.s. till 16%. Kväveeffektiviteten ökade endast marginellt hos de högavkastande korna, till ca 33%, jämfört med referensåret. Totalt för hela besättningen förändrades kväveeffektiviteten endast marginellt. En orsak till detta var sannolikt det högre intaget av foder. Som ett genomsnitt för samtliga mjölkande kor i besättningen ökade foderkonsumtionen med 1,8 kg torrsustans/ko och dag vilket gav en ökad mjölkproduktion med 1 kg ECM/ko och dag trots att råproteinhalten i totalfoderstaten var lägre. De lågavkastande korna uppnådde inte någon ökad kväveeffektivitet. Detta berodde delvis på att vissa kor sjönk i avkastning snabbare än förväntat, vilket resulterade i viss överutfodring (Wallin, 2001). Resultaten kommer att analyseras och utvärderas ytterligare den närmaste tiden.

Ammoniakemissionen från stallet beräknades till 19 g/ko/dag under första året vilket var 20% lägre än referensåret. Koncentrationen av ammoniak i stalluften har sänkts med 67%. Många orsaker finns bakom denna stora sänkning. En viktig sådan är ventilationen i stallet. Dels infördes gödselgasventilation och dels ökades den allmänna ventilationen med minst 50% under ombyggnaden, d.v.s. mellan referensår och år 1.

Vad gäller lagring av flytgödsel så visar preliminära data att ammoniakavgången blivit både jämnare över tiden och lägre än i det gamla systemet med fastgödsel och urin. Beräkningar antyder att förlusten från flytgödselbehållaren understiger 1% av tillfört totalkväve (Karlsson, 2001).

Referenser

- Aarts, H.F.M., Habekotte, B och van Keulen, H. 2000. Nitrogen (N) management in the 'De Marke' dairy farming system. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 56:231–240.
- Bertilsson, J., Lindberg, J.E. och Gonda, H. L. 1995. Effect of level and degradability of rapeseed meal in rations for dairy cows. *Acta. Agric. Scand. Sect. A. Animal Sci.* 45:36–44.
- Gustafsson, A. H., 2001. Högre kväveeffektivitet i mjölkproduktionen genom ändrad utfodring, vad är möjligt att uppnå! Rapport nr. 4999, Svensk Mjolk Forskning.
- Ohlsson, C. and Kristensen, V. F., 1998. Reducing inputs and losses of nitrogen and energy on dairy farms. Report in EU-project AIR3-CT92-0332.
- Wallin, K., 2001. Sänkt råproteinhalt i foderstaten för korna på Brogården och dess effekt på kväveutnyttjandet. Rapport från LIA-projekt, Biologiska Yrkehögskolan, Skara.

Personligt meddelande

- Karlsson, S. 2001. JTI, Uppsala
- Påhlstorp, P.J., 2001. Skånesemin, Kristianstad

Frågor till Anders H. Gustafsson

Herr Sigvard Thomke: Du nämnde kväveeffektiviteten i mjölkproduktionen kring 25% ungefär. Hur stor del av den övriga kvävemängden

återfinns i träck och urin? Relationen mellan träck och urin är väldigt viktig. Kan Du nämna ett genomsnitt som finns i träcken respektive urinen? Jag tror att man borde fokusera på det. I Din framställning har Du fokuserat på de tekniska möjligheterna att separera urin och träck. För mig förefaller det, om jag utgår från svinsidan, att stora delar av kvävet som återfinns i urinen och ett bättre omhändertagande av urinen löser en del av de här problemen.

Agr. dr Anders H. Gustafsson: Jag kan inte visa några specifika siffror från olika försök. I grova drag kan jag väl säga att hos en mjölkko, som har låg tilldelning av kväve – fortfarande pratar vi om biologiskt och produktionsmässiga vettiga nivåer – kan det vara i stort sett fifty/fifty mellan kvävemängden i urin och träck medan det vid högt kväveintag kan vara mer än dubbelt så mycket i urinen som i träcken. Den storleksordningen det kan handla om är 40 plus 40 kg eller 40 plus 80 kg N.

Sven Klint: En fråga om protein och protein. Du nämnde proteinhalter i fodret. Som jag har förstått det, är det också olika kvaliteter på protein. Proteiner som kommer från ett lite mer långsamt nedbrytbart foder jämfört med vitklöver, som har varit populärt, ifrågasätts idag i vissa foderkretsar. Vad betyder det?

Agr. dr Anders H. Gustafsson: Det betyder väldigt mycket. Om man tar det grovt så delar man in råproteinet i sådant som relativt snabbt bryts ner och omsätts i våmmen till lågmolekylära kväveföreningar och sådant som till stor del går förbi våmmen och kommer ner som foderprotein till tunntarmen. Det är nämligen i tunntarmen upptaget sker i form av aminosyror. Det är aminosyror som är byggstenar för protein och för en hel del annat också. Det som bryts ner i våmmen blir lågmolekylära kväveföreningar som blir en del i jäsningen så det blir mikrobprotein. När mikroberna kommer ner till tarmen blir det ock-

så aminosyror och byggstenar. Detta är en otrolig förenkling av läget men så sker det i stort sett i en idisslare. Det är viktigt hur fördelningarna ser ut. Hos en högmjölkanande ko får man inte en tillräcklig försörjning av mikroberna och deras proteinbildning, utan där måste en större del gå förbi våmmen direkt och tas upp som foderaminosyror. Sedan räknar man mycket på enskilda aminosyror på sådant som är mycket snabbt nedbrytbart på lite mitt emellan och på det som inte alls är tillgängligt. Jag tror inte att det går att svara bättre på det.

Agronom Arne Joelsson: När produktionsintensiteten ökar då förbättras också utnyttjandegraderna av kväve. Det gäller för mjölkproduktionen säger Anders H Gustafsson. Kan man extrapolera eller dra ut slutsatser av detta? Under de senaste decennierna har mjölkproduktionen per ko ökat från storleksordningen 5 000 till 10 000 kg mjölk per ko och år. Hur mycket har detta ökat utnyttjandegraden eller minskat ammoniakavgången?

Agr. dr Anders H. Gustafsson: Det har jag inte räknat på men det är möjligt att någon annan kan göra det. Markus Hoffmann har gjort någon studie över lång tid, men jag har inte räknat på det. Det är möjligt att det har påverkat. Det är många olika faktorer som kommer in i det här med den geografiska spridningen var djuren finns om vi räknar på hela Sverige. Det kan bli en intensitet på ett mindre område som är för hög, men totalt sett i landet så måste det rimligen inte ha blivit så. Å andra sidan har vi höjt intensiteten i proteintillförseln med hjälp av gödsling och speciella foderproteinråvaror så det tål att räkna på innan man gör något säkert uttalande. Med handelsgödsel har vi höjt råproteinhalten i våra fodermedel och med speciella proteinfodermedel har vi höjt råprotein i foderstaten också. Så jag passar på den frågan. Man måste räkna på den först.

Utfodring av grisar – med fokus på miljön



LEIF GÖRANSSON

Produktutvecklare
Svenska Lantmännen
Svalöv

Generellt sett finns det flera olika möjligheter att påverka mängden kväve och fosfor i träck och urin från gris. I första hand bör foderutbytet nämnas. Enligt Landsudvalget för Svin (Uge 6, 2001, kort nyt fra Landsudvalget for Svin) skulle kväve och fosfor i träck och urin minska med 13% om alla danska grisar hade samma foderutbyte som de 25% bästa. De faktorer som främst påverkar utbytet av fodrets näringsämnen är djurmaterial, skötsel och allra viktigast hälsan. En annan faktor som inte är direkt foderrelaterad är möjligheten att inte kastrera hangrisarna. Foderutbytet hos hangrisar är ca 5% bättre än hos kastrerade grisar. Det stora problemet med att inte kastrera är en viss förekomst av ornelukt i köttet.

Fosfor i foder

Grisarna har behov av fosfor för att bilda benvävnad, men fosfor ingår också som ett livsnödvändigt näringsämne i många av kroppens fysiologiska processer. Grisarna utnyttjar fosfor olika väl beroende av i vilken form det föreligger i foderråvarorna. I spannmål är fosfor bunden till fytinsyra och grisen har

inget enzym som kan bryta ner denna förening. Tillgängligheten av fosfor varierar därför med råvarornas innehåll av fytat och fytas. Eftersom fytas är ett värmekänsligt enzym förstörs det helt eller delvis vid pellerering av foder. I Sverige modereras fosfor i foder främst med monocalciumfosfat.

Fytas tillverkas med hjälp av mikroorganismer och tillsätts foder för att öka tillgängligheten av fosfor. Lantmännens egna försök med kommersiella fytas – produkter ger anledning att ifrågasätta den dos-respons kurva som tillverkarna presenterar. Beroende av vilken uppgift man förlitar sig till så kan tillsats av fytas i ett spannmålsbaserat foder minska fosformängden i svingödsel med 25 till 35%.

Kväve i foder

I svinfoder används kommersiellt de tre rena aminosyrorna, lysin, treonin och metionin. Med hjälp av dessa kan man högst avsevärt sänka proteinhalten i fodret och därmed kväve i träck och urin. I ett danskt försök av Landsudvalget for Svin (Meddelelse 307,1995)

illustreras effekterna av sänkt proteinhalt i fodret (tabell 1).

Tabell 1. Effekten av olika proteinhalter i fodret till slaktsvin (Landsudvalget for Svin Meddelelse 307, 1995).

	18,6% råprotein	16,5% råprotein
Antal grisar	2071	2116
Kg foder/kg tillväxt	2,77	2,68
Tillväxt, g/dag	785	802
Kött, %	59,6	59,5
N i träck+urin/gris	5,0	2,9
m ³ gödsel/gris	0,39	0,26
Ts i gödsel, %	12,3	19,8

Foderutbytet är bättre för lågproteinfodret vilket främst beror på att energivärdet i proteindråvaror generellt sett är övervärderat i det danska systemet för fodervärdering. Kväve i gödseln minskade högst avsevärt och torrsubstanshalten ökade med lågproteinfoder. Effekten på torrsubstans och därmed total mängd gödsel förklaras av att grisarna använder vatten för att utsöndra kväve via urinen.

Lantmännen har sedan 12 år tillbaka tillverkat kommersiella lågproteinfoder till slaktsvin. Råproteinhalten i det mest sålda fodret är 14,5%, vilket ger ytterligare mindre mängd kväve i gödsel än det danska exemplet. I praktisk produktion styrs proteinhalten idag helt av prisrelationerna mellan råvaror vilket oftast resulterar i högre råproteinhalter i foderblandningarna än vad djuren har behov av.

Genom att anpassa grisarnas aminosyraförsörjning till deras faktiska behov som relativt sett är större under tidig tillväxtfas än sen kan man sänka insatsen av aminosyror med ca 5%.

Mer kväve i träck och mindre i urin

Via fodersammansättningen är det möjligt att påverka fördelningen av kväve mellan träck och urin. En hög andel fiber i fodret ökar den mikrobiella tillväxten i grovtarmen och kväve

binds därmed i bakteriemassan i stället för tas upp av tarmen och utsöndras via urinen. På så sätt kan man minska mängden ammoniak i gödseln. Ett annat sätt att minska ammoniakavgången är att balansera fodret så att man sänker Ph i urinen.

Sammanfattande synpunkter

Idag styrs fodrets sammansättning av miniminivåer av fosfor och essentiella aminosyror. Eftersom kravet på fosfor kostar pengar hamnar alltid nivån i fodret på angiven miniminivå. Vad gäller aminosyror väljs de råvaror som har de billigaste aminosyrorna vid optimeringstillfället. Prisrelationerna gör oftast att framförallt hemmablandat foder hamnar högre i råprotein än angiven undre gräns. Den undre gränsen för råprotein sammanfattar kravet för alla essentiella aminosyror utom lysin, treonin och metionin. Dessa tre åsätts egna minimivärden.

I praktisk produktion överskattas det ekonomiska utbytet av att ha en hög nivå av essentiella aminosyror. Enkelt uttryckt kan man säga att flertalet producenter befinner sig på den del av insats- utbyteskurvan där den extra intäkten av kött inte betalas av den högre insatsen av aminosyror.

Det finns ingen säker produktionsuppföljning för mer än en liten del av landets alla grisar och därför är det svårt att exakt uppskatta hur mycket man kan minska kväve och fosfor i gödseln totalt för landet. Om man räknar samman effekterna av att 1) alla borde kunna prestera foderutbyte i nivå med de 25% bästa, 2) sänkt proteinhalt till miniminivå för tillförsel av essentiella aminosyror och 3) fasutfodring så borde man kunna sänka kväve och fosfor i grigödsel med 30–40 respektive 15–20%. Därutöver kommer effekterna av utfodring av ekonomiskt optimala mängder aminosyror där en anpassning just för dagen skulle minska kväve i gödseln med ytterligare ca 10%.

Teknik för minskade kväveförluster vid stallgödselhantering



LENA RODHE

Agronom

JTI

Uppsala

Bakgrund

Under de senaste 10 åren har ny teknik för hantering av stallgödsel blivit tillgänglig för det svenska lantbruket. Såväl krav från myndigheter på minskat läckage av växtnäring som omfattande rådgivning och därmed ett ökat medvetande hos lantbrukarna om de mängder växtnäring som kan förloras, har bidragit till att förbättrad teknik efterfrågas. Önskan om att kunna kontrollera och styra verksamheten på gården har även börjat innefatta stallgödselhanteringen.

Den nya tekniken när det gäller flytgödsel har till stor del hämtats från utlandet. Svenska företag har även anpassat och vidareutvecklat utrustning. Forskning har bedrivits för att utveckla och värdera ny teknik ur växtnärings synpunkt och ammoniakreducerande effekt. För fastgödsel har dock mycket lite teknik utvecklats, antagligen p.g.a. att det är en större utmaning. Där återstår fortfarande mycket att göra.

Idag

I Sverige har andelen stallgödsel som hantearas flytande, dvs. pumpbar gödsel, stadigt ökat. År 1998/99 hanterades 66% av all stallgödsel som flytgödsel eller urin (SCB, 2000). Flertalet lagringsbehållare för flytgödsel och urin var enligt statistiken försedda med tak eller stabilt svämtäcke i de regioner där detta är påbjudet enligt lag. Samma år bandspreddes 26% av flytgödseln i Sverige med tankvagn utrustad med släpslangsramp. I södra Götaland bandspreddes hälften av gödseln med den tekniken. I jämförelse med andra länder är Sverige bland de främsta när det gäller att ha anammat spridningsteknik med precision. I Nederländerna är det dock enligt lag endast tillåtet att mylla flytgödseln i samband med spridning, vilket utförs främst med s.k. ytmyllningsaggregat.

Hanteringskedjan

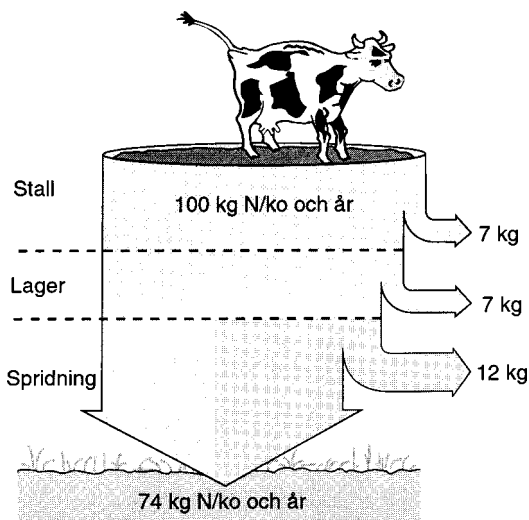
Av den mängd kväve som nötkreatur utsöndrar återfinns knappt hälften i träcken och resten i urinen. Hos svin är andelen kväve i träcken något lägre. Under hanteringen av stallgödsel förloras växtnäring i gasform eller lakas ut med vätska.

Bild 1 och 2 visar ungefärliga ammoniakförluster i olika led när gödseln från en mjölkko hanteras som flytgödsel respektive fastgödsel och urin. Inga speciella åtgärder har vidtagits för att minska ammoniakavgången. Förlusternas storlek varierar dock mycket beroende på förhållandena i stall och lager samt vid spridning.

Kväve kan också förloras som lustgas, som bidrar till växthuseffekten och dessutom medverkar vid nedbrytningen av ozonskiktet. Förlusterna i vätskeform är starkt beroende av tätheten hos lager och val av tidpunkt för spridning i växtföljden.

Bild 1. Ungefärliga kväveflöden vid hantering av flytgödsel från en mjölkko vid flytgödselhantering utan speciella åtgärder. Med mörkare färg visas andelen lättlösligt kväve av total kvävemängd vid spridning (Karlsson m.fl., 1997).

JTI – Institutet för jordbruks- och miljöteknik

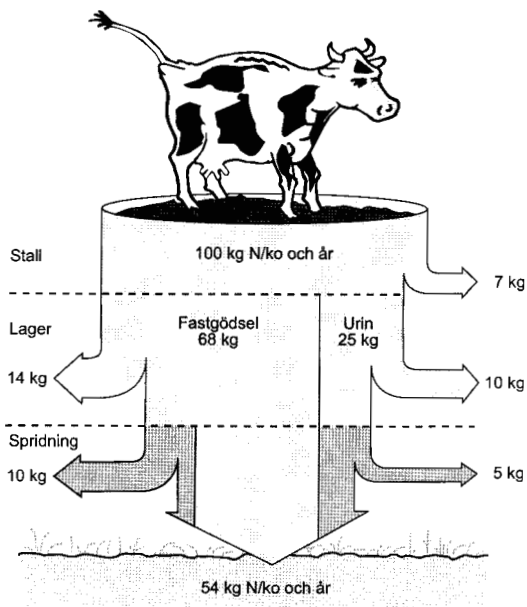


Stallet

Att minska ammoniakförlusterna från stall är inte helt lätt och många gånger kostsamt.

Användning av fodermedel med optimerat proteininnehåll ger mindre kvävemängder i träck och urin. Därmed minskar även kväveförlusterna i hela hanteringskedjan. Gödsel-systemets utformning påverkar också ammoniakavgången. Vid fastgödselhantering skall urinen snabbt och effektivt ledas bort från stallet till täckt lagringsbehållare. Urin anses nämligen vara huvudkällan till ammoniakavgången i stallarna. Det beror på att de lätta nedbrytbara kväveföreningarna i urinen omvandlas till ammoniumkväve betydligt snabbare än det organiskt bundna kvävet i träcken. Ytorna med gödsel skall minimeras, vilket är viktigt att tänka på när t.ex. gångytor i lösdriftsstallar planeras. Ett sätt att minska gödselytorna är att förbättra urindräneringen.

Bild 2. Ungefärliga kväveflöden vid hantering av gödsel och urin från en mjölkko med dagens teknik för hantering av fastgödsel och urin (Malgeryd & Karlsson, 1996).



Valet av strömedel kan påverka storleken på ammoniakförlusterna i stall och under efterföljande lagring. Detta visar försök med olika strömedel i djupströbädden till ungdjur (Jeppsson m.fl., 1997). Torv och hackad halm som ströbädd resulterade i halverade ammoniakförluster i stall jämfört med endast halm i bädden.

Lager

Torv i djupströbädden har en mycket god förmåga att hålla kvar ammoniumkväve vid den

efterföljande komposteringen. Ammoniakförlusterna var med en blandning av hackad halm och torv i gödseln endast en tiondel av de som uppstod från djupströgödsel med enbart långhalm som strö (Jeppsson m.fl., 1997), bild 3. Vid lagring av hästgödsel från boxar med torv som strö var ammoniakförlusterna mycket låga jämfört med halm som strö (Steineck m.fl., 2001).

Täckning av behållare med flytgödsel och urin minskar ammoniakförlusterna markant under lagring visar flera studier utförda av Karlsson (1996), bild 4. God effekt erhålls med lecakulor, torv, flytande plastduk och tak. Vid

Bild 3. Ammoniakavgång under lagring av djupströgödsel med olika strömedel (Jeppsson m. fl.. 1997).

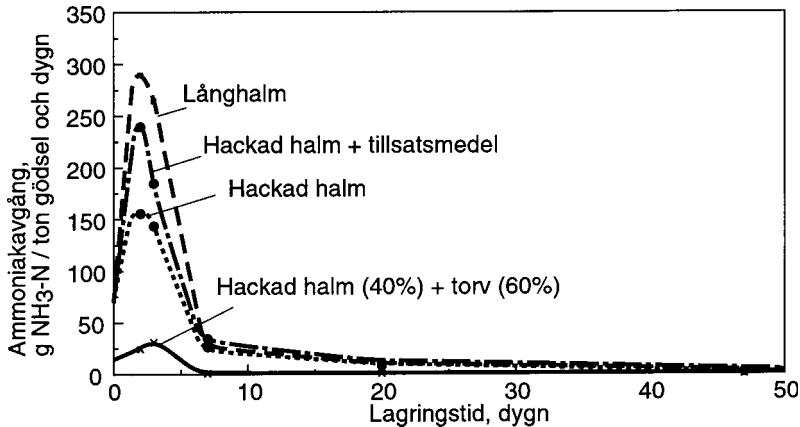
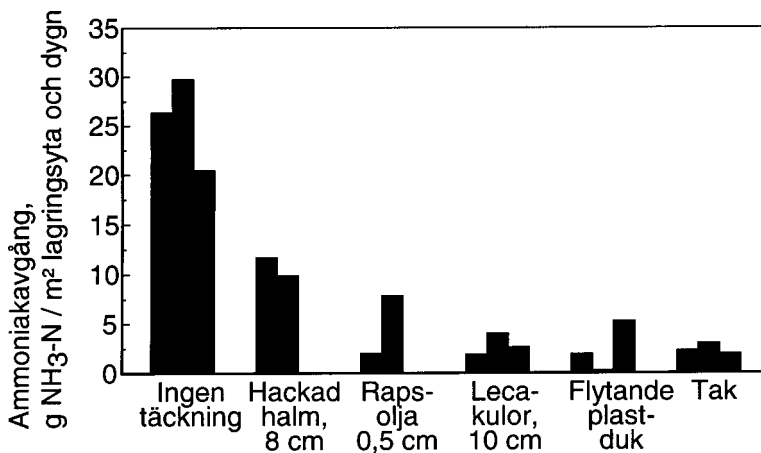


Bild 4. Ammoniakavgång vid lagring av urin i pilotstudie (Karlsson, 1996).



nötflytgödsel uppnås ofta ett naturligt stabilt svämtäcke.

Bör även fastgödsellager vara täckta? Studier i mindre skala visar att ammoniakförlusterna kraftigt kan minska med ett lager under tak i kombination med två väggar jämfört med lager utan täckning (Karlsson, 1996), bild 5. Takkostnaden för fastgödsellager blir dock hög och därmed är detta svårt att motivera företagsekonomiskt.

Vid lagring av kletgödsel beräknas ammoniakförlusterna vara ungefär hälften så höga som vid fastgödsellagring.

Spridning

För en kontrollerad hantering av växtnäringen i stallgödsel krävs dels kunskap om gödselns näringsinnehåll, dels en spridare med god spridningsjämnhet som doserar gödseln i önskad giva. Marknära applicering med spridartankvagn utrustad med släpslangsramp ger en bättre precision jämfört med bredspridning med spridarplatta. Släpslangsrampen medger också spridning i växande gröda och därmed fler tillfällen för spridning under växtodlingssäsongen.

Utrustning för att mäta och reglera givan vid spridning av flytgödsel kan bestå av en flödes- och hastighetsmätare kopplad till en kontrollbox på vilken önskad giva inställs. Med en styrsignal från kontrollboxen kan t.ex. en reglerventil ställa flödet så att önskad giva erhålls vid aktuell körhastighet. Systemet kan kompletteras med givare för mätning av näringsinnehåll, t.ex. kväve eller fosfor, och med hjälp av GPS kan platsrelaterad gödsling utföras.

Storleken på ammoniakavgången efter spridning påverkas av många faktorer, bl.a. väderlek, gödselns egenskaper, mark, giva och spridningsteknik. Gödselns egenskaper, i detta fall torrsbstansinnehåll, har stor effekt på ammoniakavgången enligt laboratoriestudier av Svensson (1993), se bild 6.

Omedelbar nedbrukning av stallgödseln efter spridning är ett effektivt sätt att minimera ammoniakavgången. I studier utförda av Weslien m.fl. (1998) studerades olika typer av kväveförluster efter spridning av svinflytgödsel före vår- respektive höstsådd. I bild 7 visas bl.a. tidpunktens inverkan på nitratutlakningen samt myllningens inverkan på ammoniak- och lustgasemissioner.

Bild 5. Ammoniakavgång vid lagring av fast- och kletgödsel i pilotstudie (Karlsson, 1996).

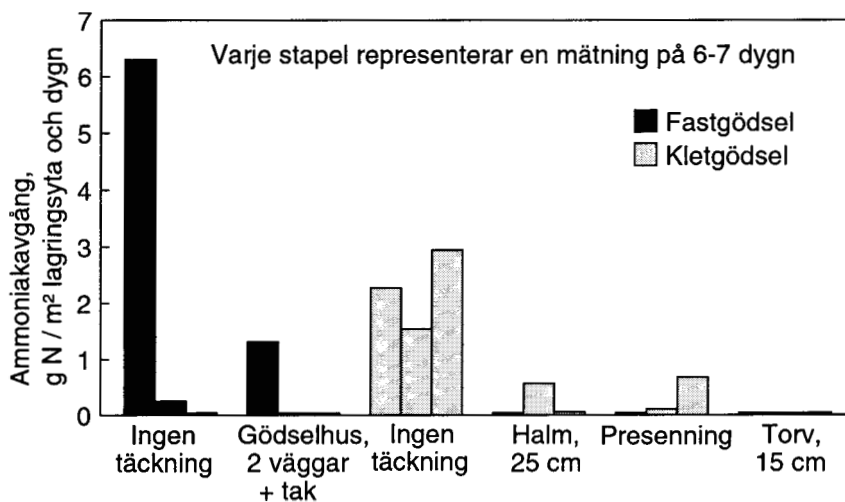


Bild 6. Inverkan av gödselns torrsbstans på ammoniakavgången efter spridning (Svensson, 1993).

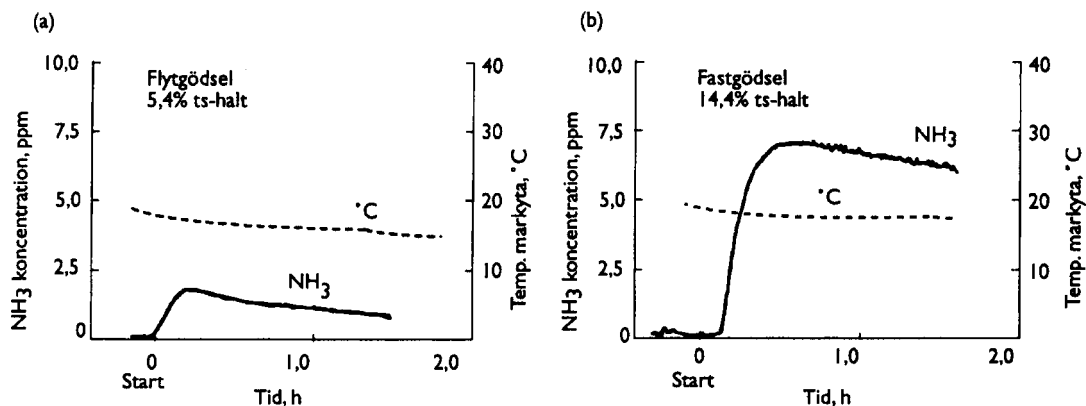
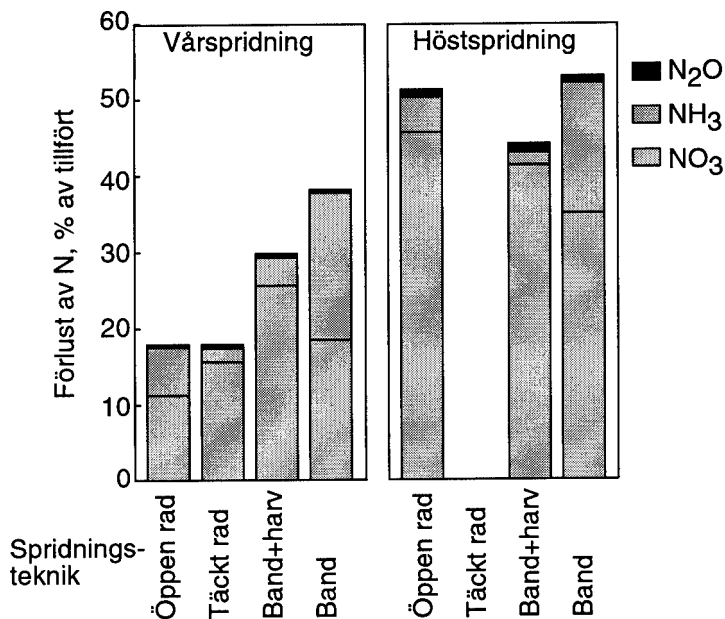


Bild 7. Kväveförluster i olika former vid vår- och höstspridning av svinflytgödsel med olika metoder (Weslien m.fl., 1998).



Nedbrukningen kan på öppen åker ske med traktor och harv, men för att säkra myllningen är spridning och nedbrukning i samma moment lösningen. Speciella myllningsaggregat finns att montera på spridartankvagnar. Det är även viktigt att snabbt bruka ned fastgödsel efter spridning i syfte att be-

gränsa förlusterna, vilket studier av Malgeryd (1998) visar, bild 8.

Vid spridning till vall, då ammoniakförlusterna kan bli mycket stora, är behovet av effektiva myllningsaggregat stort (Elmqvist m.fl., 1996; Rodhe m.fl., 2000). Försök med spridning på våren och sommaren visar på

Bild 8. Ammoniakavgången efter spridning av fastgödsel med och utan nedbrukning 4 timmar efter spridning (Malgeryd, 1998).

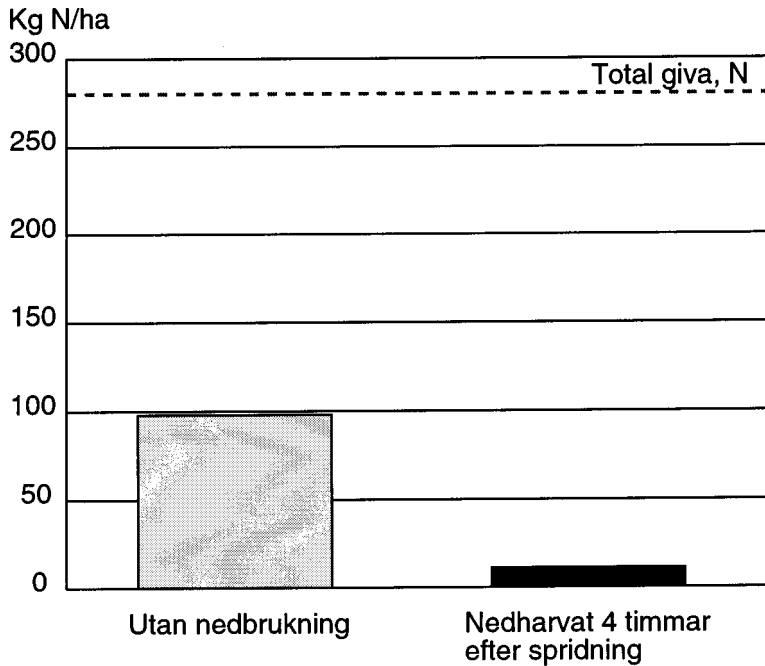
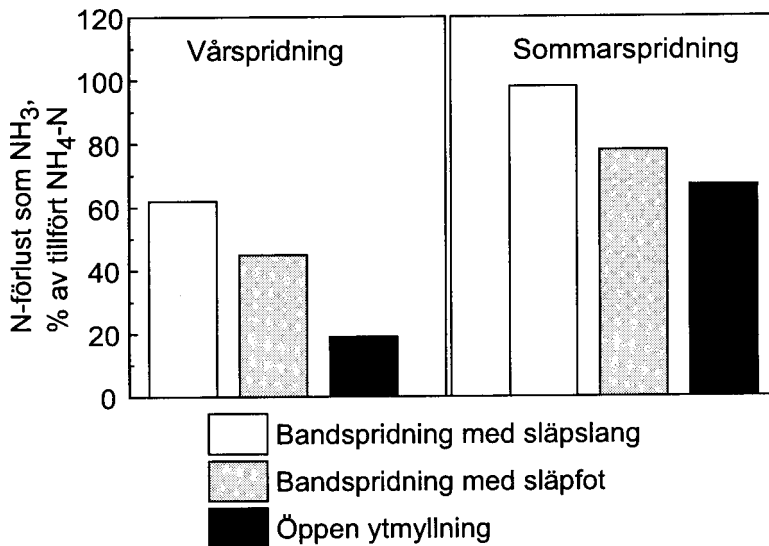


Bild 9. Kväveförlust som ammoniak efter spridning av nötflytgödsel på vall. Medelvärden från ett vår- och två sommarspridningsförsök utförda 1993 och 1994 (Elmqvist m.fl., 1996).



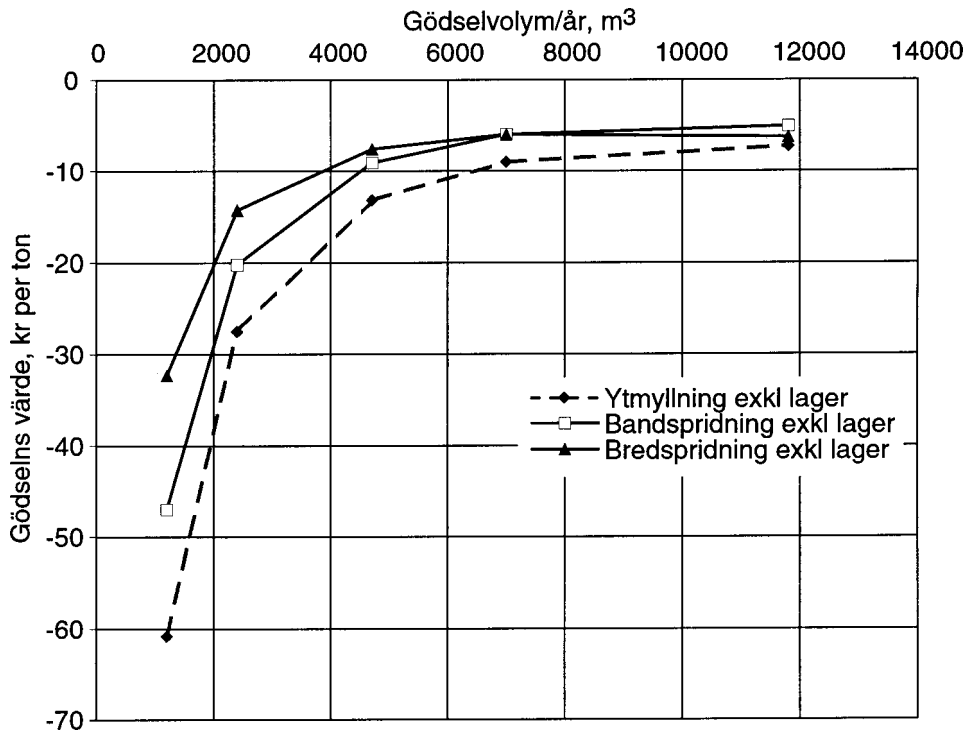
högre förluster på sommaren än på våren (Elmquist m.fl., 1996), bild 9. Vidare har marknära spridning eller myllning en reducerande effekt på ammoniakförlusterna jämfört med bandspridning med släpslang.

Pågående forskning vid JTI syftar till att utvärdera olika typer av myllningsaggregat för spridning av flytgödsel på vall. Gödselns placering i marken, ammoniakavgång, foderkvalitet och avkastning mäts efter spridning med olika ytmyllningsaggregat och jämförs med bandspridning. Andra studier syftar till att optimera designen på ytmyllningsbilen för att uppnå lågt dragkraftsbehov och en effektiv myllning. Resultat från pågående försök visar på att det går att uppnå en halvering av ammoniakförlusterna vid öppen ytmyllning jämfört med bandspridning. Dragkraftsbehovet kan dock vara stort och påverkas mycket

av arbetsdjup, vilket också har stor betydelse för hur väl myllad gödseln blir.

Stallgödselhanteringen är oftast olönsam. Ett exempel från en svingård (hanteringsvolym 3200 m³ gödsel/år) med mellanlera visar att gödselns nettovärde efter hantering var -29:60 (Fredriksson, 2000). Då har kostnader för lagring, lastning, transport, spridning och jordpackning medtagits. Vidare har intäkterna för kväve, fosfor och kalium reducerats med förluster av kväve som ammoniak, som uppstått under hanteringen. Vid större hanteringsvolym per år kan ett förbättrat gödselnettovärde uppnås. För att få större volymer att fördela maskinkostnaderna över är maskinsamverkan en lösning. Med hjälp av ekonomiska beräkningar kan brytpunkter för när en spridningsteknik blir mer lönsam jämfört med en annan teknik räknas fram, se bild 10.

Bild 10. Gödselns nettovärde per ton och år vid efterspridning till vall med tre olika tekniker. Tankvagnsvolym 15 m³. Kostnader för lager är ej inkluderat. Rodhe & Rammer, 2001.



Framtiden

Det finns hinder för en ökad användning av miljövänlig teknik. Lantbruksföretagets ekonomi medger kanske inte nyinvesteringar i gödselhanteringen. Den fortsatta trenden mot specialisering antyder att djurbonden kanske istället borde överlåta en del av fältarbetet, t.ex. stallgödselspridningen, till specialister inom området. Stort avstånd till närmaste maskinhållare kan dock innebära att det inte är möjligt att anlita maskinstation med miljövänlig spridningsteknik. Gårdarna blir också större och därmed tankvagnarna, för att minska tiden för körning av transporter. Detta kan medföra hög markpackning. Matarslangsystem är en teknik som innebär små körskador både som markpackning och som körskador på gröda. Riskerna finns dock att spridning sker på en begränsad del av gårdens areal och därmed "dumpas" fosfor och kalium på lättillgängliga fält.

Kunskap saknas idag om t.ex. hur vi minskar förlusterna från fastgödsellager och hur vi kan minimera ammoniakförluster vid spridning av fastgödsel till vall. Nya gödselmedel som grön gödsel kan också innebära nya källor för ammoniakavgång från lantbruket.

Faktorer som gynnar fortsatt förbättrad stallgödselhantering är t.ex. ökad kunskap inom mindre utforskade områden, ekonomiska bidrag till miljövänlig teknik (vilket förekommer idag) och tvingande lagar. Kanske skall stallgödseln förädlas till ett mer lätthanterat gödselmedel där näringsinnehållet komponerats så att det motsvarar aktuell grödas behov. Det är viktigt att ta hänsyn till helheten så att lösningar fungerar i hela hanteringskedjan.

Referenser

Elmquist H., Malgeryd J., Malm P. & Rammer C., 1996. Flytgödsel till vall – ammoniak-

förluster, avkastning, växtnäringsutnyttjande och foderkvalitet. JTI-rapport 220, Jordbrukstekniska institutet, Uppsala.

Fredriksson, G., 2000. Ekonomiska effekter av ett förbud mot höstspridning av flytgödsel till höstsäd. Uppdragsrapport. JTI – Institutet för jordbruks- och miljöteknik, Uppsala.

Jeppsson K.- H., Karlsson S., Svensson L., Beck - Friis B., Bergsten C. & Bergström J., 1997. Djupströbbädd för ungnöt och slaktsvin. Rapport 110. Inst. för jordbrukets biosystem och teknologi, Sveriges lantbruksuniversitet, Alnarp.

Karlsson S., 1996. Åtgärder för att minska ammoniakemissionerna vid lagring av stallgödsel. JTI-rapport *Lantbruk & Industri* nr 228, Jordbrukstekniska institutet, Uppsala.

Malgeryd J. & Karlsson S., 1996. Minska ammoniakförlusterna vid hantering av fast och kletgödsel. Teknik för lantbruket nr 56, Jordbrukstekniska institutet, Uppsala.

Rodhe L., Algerbo P-A. & Rammer C. , 2000. Flytgödselspridning på vall. Ny teknik under svenska förhållanden. JTI-rapport *Lantbruk & Industri* nr 267, JTI – Institutet för jordbruks- och miljöteknik, Uppsala.

Malgeryd J. & Karlsson S., 1996. Minska ammoniakförlusterna vid hantering av fast och kletgödsel. Teknik för lantbruket nr 56, Jordbrukstekniska institutet, Uppsala.

Rodhe L., Algerbo P-A. & Rammer C. , 2000. Flytgödselspridning på vall. Ny teknik under svenska förhållanden. JTI-rapport *Lantbruk & Industri* nr 267, JTI – Institutet för jordbruks- och miljöteknik, Uppsala.

Rodhe, L. & Rammer, C., 2001. A comparison of methods for applying cattle slurry to ley. Submitted to J. agric. Engng Res.

SCB, 2000. Gödselmedel i jordbruket 1998/99. Tillförsel till åkergrödor samt hantering och lagring av stallgödsel. Statistiska meddelanden MI 30 SM 0002. Stockholm. Steinbeck S., Svensson L., Tersmeden M., Åkerhielm H. & Karlsson S. 2001.

Miljöanpassad hantering av hästgödsel. JTI-rapport Lantbruk & Industri nr 280, JTI - Institutet för jordbruks- och miljöteknik, Uppsala.

Svensson L., 1993. Ammonia volatilization from land-spread livestock manure; Effects of factors relating to meteorology, soil/manure and application technique. PhD thesis. Swedish University of Agricultural Sciences, Department of Agricultural Engineering, S-750 07 Uppsala, Sweden. ISBN 91-576-4739-9. Swedish Institute of Agricultural Engineering, P.O.Box 7033, S-750 07 Uppsala, Sweden.

Weslien P., Klemedtsson L., Svensson L., Galle B., Kasimir-Klemedtsson Å., Gustafson A., 1998. Nitrogen losses following application of pig slurry to arable land. *Soil Use and Management* 14, 200–208.

Frågor till Lena Rodhe

Sven Klint: En fråga om separering av nötgödsel för att öka koncentrationen och hur näringsämnen påverkas. Jag vet att det har gjorts sådana undersökningar på svingödsel då man tar bort den fasta delen i en separator. Hur förhåller det sig på nötsidan och hur blir det med kvävekoncentrationen? Det är ett sätt att effektivisera och minska kvantiteten flytgödsel som skall ut i växande gröda.

Agronom Lena Rodhe: Skall man ha effektiv separering då betyder det att man vill ha en väldigt fast fas kanske minst 25% TS och då blir det endast 10% som man skiljer av och 90% är kvar som flytande. Det organiska kvävet följer med den fasta fasen. Man brukar säga att det är en fördel att gödseln är mer lätt rinnande, lägre TS och på det sättet kan infiltrera lättare i marken. Men tittar man totalt sett kanske det å andra sidan blir en kompostering av den fasta fasen då vi tappar mycket kväve. Tittar man bara på den flytande fasen så verkar det väldigt bra men ser vi både på

den fasta och flytande fasen är det inte säkert att vi vinner så mycket kvävemässigt.

Herr Bruno Nilsson: Hur kommer framtiden att bli? Den här tekniken har funnits snart i 10 år och det har inte hänt så mycket.

Agronom Lena Rodhe: Fast ändå tycker jag att det har hänt en del om man nu ser att i södra Sverige är hälften bandspriden. Pratar man med en tysk, därifrån tekniken kom från början, är de imponerade för att där är det bara några få procent som använder bandspridning. Nog tycker jag att svenska lantbruket har anammat mycket av den här tekniken, men nu är man ganska avvaktande. Ytmyllningstekniken är förenad med höga kostnader och vi har inte heller sett de här glädjesiffrorna i försök ännu. Det skulle lösa en del av emissionsproblemen men inte alla.

Herr Robert Francke: Ett stort problem är att man tillför mycket vatten i samband med rengöring av mjölkkningsutrymmen, och varje år gör man hela ladugården ren och det sker med vatten under tryck. Spridningen av flytgödsel kompliceras av den stora tillförseln av vatten. Dessutom har vi avlopp från plansilo och annat som också förs ner i samma behållare som flytgödseln.

Agronom Lena Rodhe: Ja det förordar att köra vatten. Kunde man förädla gödseln och koncentrera den på något sätt, eller leda avloppsvatten från mjölkkrummet till separat behandling så vore det bra. Sådana tankar finns.

Herr Lars Törner: När vi lyssnade på Leif Knudsens anförande fanns det något om att med rätt utfodring kunna köra upp TS-halten i gödseln, få mindre gödselvolym och andra fördelar. Lena Rodhe har en figur med sambandet mellan TS-halt i gödsel och ammoniakavgång – vågar Du dig på någon form av gissning var vi bör hamna i form av låg TS-halt och lättflytande gödsel för att få ett bra ut-

nyttjande? Om vi har 10, 12, eller 15% är strunt samma. Kör vi i växande gröda så är mikroklimatet i grödan sådant att vi slipper det mesta av förlusterna ändå.

Agronom Lena Rodhe: Ja det är intressant. Leif Knudsen visade på siffror bortåt 20% i TS-halt. I verkligheten ligger det på kanske 5% TS i svinggödsel och det är rengöring i omgångar. Jag tror inte att det är någon större risk att vi får någon fast gödsel här ändå. Det kommer att ske en väldig utspädning så att det blir en flytgödsel som vi hanterar. Vid flytande gödsel jämfört med en fast har man tre gånger så stora förluster från den fasta. Kontakten mellan mark och gödsel försämras mycket vid fastgödseln. Du pekade på spridning i växan-

de gröda. Jag tror fortfarande vi kommer att ha en flytgödsel som ger fördelarna att man kan hantera gödsel med en större precision och mylla direkt.

Forskare Börje Lindén: Det är gott och väl att man kan minska ammoniakavgången. Men vi kan inte säga att vi därmed bringar ner förlusterna till 0. Det har speciellt i danska undersökningar visats att när man myllar ner gödsel får man en starkt ökad denitrifikation. Där kan man t.o.m. ha över 100 kilo N per ha. Det är bara det att vi får vara lite ödmjuka.

Agronom Lena Rodhe: Som Du säger så kan man få andra typer av förluster.

Kväveavskiljning i våtmarker: Effektivitet och regionala skillnader



H. B. WITTGREN

Fil. dr

Institutet för jordbruks- och miljöteknik
(JTI)

Uppsala

BERIT ARHEIMER

Fil. dr

Sveriges meteorologiska och hydrologiska
institut (SMHI)

Norrköping

KARIN S. TONDERSKI

Fil. dr

Avdelningen för Biologi, Linköpings
Universitet

Linköping

Inledning

I regeringens proposition *Svenska miljömål – delmål och åtgärdsstrategier* (Prop. 2000/01:130) finner man en ambition att utöka arealen våtmarker i jordbrukslandskapet. Sålunda är ett av delmålen för att uppnå miljömålet *Myllrande våtmarker* att det skall anläggas eller återställas minst 12 000 ha våtmarker i jordbrukslandskapet fram till år 2010. För att åstadkomma detta har man i Miljö- och landsbygdsprogrammet för 2000–2006 infört möjligheten till miljöersättning för anläggning (projektstöd) och skötsel (miljöstöd) av våtmarker. Förutom att vara en åtgärd som syftar till att öka den biologiska mångfalden i landskapet, ser regeringen anläggning av våtmarker som ett medel för att uppnå målet *Ingen*

övergödning. Man avser därför att uppdra åt Naturvårdsverket att utreda möjligheterna att styra anläggandet av våtmarker till de områden där de är effektivast för att minska utsläppen av kväveföreningar till havet.

Dessa ambitioner ger upphov till en rad frågor som såväl Naturvårdsverket som enskilda lantbrukare, och en rad andra jordbruks- och miljöintressenter, kan tänkas ställa sig:

- Hur effektiva är våtmarker på att ta bort kväve i jordbrukslandskapet – kunskapsläget?
- Var är våtmarker effektivast – till vilka områden skall Naturvårdsverket försöka styra anläggandet?

- Hur väl kan olika miljömål förenas – hur mycket skulle exempelvis 12 000 ha myllrande våtmarker kunna minska kvävetransporten till havet?

Innan vi försöker besvara dessa frågor beskriver vi det dataunderlag, samt de beräkningsmetoder, som använts.

Underlag

I det svenska jordbrukslandskapet är det framförallt våtmarker av typen små öppna dammar som anlagts och studerats med avseende på kväveavskiljning, även om det också gjorts studier av översilningsmarker och å-nära våtmarkszoner. Utomlands har studier av de senare varit något vanligare, medan litteraturen om våtmarker med öppet vatten domineras av studier av behandling av avloppsvatten. Förutom att det kan vara svårt

att översätta litteraturuppgifter till svenska förhållanden, finns det således inte så mycket skrivet om dammar för kväveavskiljning i jordbrukslandskapet. Vi har därför hittills endast analyserat de resultat som kommit fram från svenska studier, närmare bestämt åtta våtmarker i Halland och Skåne¹. I Tabell 1 presenteras karaktäristika för dessa.

Analyserna av dessa våtmarker ligger till grund för besvarandet av alla de tre frågorna som ställdes i inledningen. Detta innebär naturligtvis att svaren endast gäller för den typ av våtmarker som studerats, d.v.s. små öppna dammar.

Under frågan ”Hur effektiva är våtmarker ...” redovisas resultaten av två alternativa metoder för beräkningar av kväveavskiljning – linjär interpolation samt modellering. Därefter görs ett försök att uppskatta skillnaderna i effektivitet mellan olika jordbruksregioner i södra Sverige. För att göra detta utgår vi från hydrologiska data och studier av kväve-

Tabell 1. Karaktäristik för de analyserade våtmarkerna i Halland (första fyra) och Skåne (sista fyra). Värdena för vattenflöde, uppehållstid och koncentrationer av totalkväve är årsmedelvärden (Arheimer och Wittgren, 2001).

VÅTMARK	Area <i>ha</i>	Djup <i>m</i>	Vatten- flöde <i>m³ d⁻¹</i>	Uppehålls- tid <i>d</i>	Tot-N konc. in <i>mg l⁻¹</i>	Tot-N konc. ut <i>mg l⁻¹</i>
Böslid	0.4	1.0	3 960	1.1	8.7	7.5
Mölegård	1.0	1.5	23 877	0.6	5.5	5.5
L. Tjärby	0.1	1.5	1 670	0.8	15.1	14.8
S. Tjärby	0.3	2.1	1 402	5.0	17.1	15.4
Råbytorp	0.8	0.8	2 417	2.5	8.3	6.7
Karpalund	3.0	1.0	7 699	3.9	4.6	3.5
Fastmårup	0.4	0.7	27 326	0.1	7.8	8.1
Omåstorp S	0.5	1.5	1 860	3.6	7.5	6.9
Medel	0.8	1.3	8 776	2.2	9.3	8.6

¹ Det finns ytterligare några våtmarker i framförallt Skåne som är utrustade för att mäta de uppgifter som krävs för att beräkna avskiljningen, men dessa har bara varit i drift under de senaste åren och några data fanns inte när vi gjorde de beräkningar som redovisas här.

avrinningen från ett antal typområden på jordbruksmark, och låter dessa utgöra indata till den ovan nämnda modellen. Här antar vi således att denna modell kan anses gälla i hela södra Sverige. För att besvara frågan "Hur väl kan olika miljömål förenas..." har vi utgått från en kartläggning av var det i ett avrinningsområde (Genevadsån, Halland) är topografiskt realistiskt att anlägga våtmarker, samt därefter beräknat den sammanlagda effekten på kvävetransporten till kusten om alla dessa våtmarker anlades. Därefter extrapoleras detta resultat till att gälla 12 000 ha våtmark, som är en av regeringens målsättningar för *Myllrande våtmarker*.

Hur effektiva är våtmarker på att ta bort kväve i jordbrukslandskapet?

För att beräkna hur mycket kväve en våtmark tar bort behöver man veta hur mycket vatten som rinner in i och ut ur våtmarken och vilken kvävekoncentration detta vatten har:

$$\text{Avskiljning} = \text{Vattenflöde, in} * \text{Kvävekonc, in} - \text{Vattenflöde, ut} * \text{Kvävekonc, ut}$$

Vid beräkningarna har vi antagit att vattenflödet in i och ut ur våtmarkerna är detsamma (man har bara mätt i antingen inflöde eller utflöde). Vidare har kvävekoncentrationen i inflödet, på dygnsbasis, uppskattats genom linjär interpolation mellan provtagningstillfällena. Kvävekoncentrationen i utgående vatten har dels uppskattats genom linjär interpolation och dels med en modell för kväveavskiljning (Appendix). Det är således endast i beräkningen av utflödets kvävekoncentration som de olika beräkningarna skiljer sig åt. I Tabell 2 redovisas belastningen på de åtta våtmarkerna, liksom avskiljningen beräknad med de två metoderna.

Det första man kan konstatera är att resultatet av de båda beräkningarna skiljer sig starkt åt, och att variationerna är störst där belastningarna är störst – och uppehållstiderna kortast (Tabell 1). Tyvärr kan man inte hävda att någon av beräkningsmetoderna är bättre eller sämre, utan för närvarande mäs-

Tabell 2. Belastning av totalkväve på de åtta våtmarkerna, samt avskiljning beräknad med två olika metoder (Arheimer och Wittgren, 2001).

VÅTMARK	BELASTNING $kg\ ha^{-1}\ yr^{-1}$	AVSKILJNING			
		Linjär interpolering $kg\ ha^{-1}\ yr^{-1}$		Modell $kg\ ha^{-1}\ yr^{-1}$	
			%		%
Böslid	38 369	-907	-2.4	812	2.1
Mölegård	50 184	1 282	2.6	29	0.1
L. Tjärby	107 620	-891	-0.8	350	0.3
S. Tjärby	26 920	1 181	4.4	1 142	4.2
Råbytorp	12 282	612	5.0	500	4.1
Karpalund	4 326	1 143	26.4	1 186	27.4
Fastmårup	255 872	-2 481	-1.0	1 111	0.4
Ormastorp S	14 239	79	0.6	452	3.2
Medel	63 727		2	698	

te man acceptera dessa stora osäkerheter. Det som tar sig uttryck i dramatiskt olika värden för kväveavskiljningen är nämligen resultat av mycket små skillnader i de kvävekoncentrationer i utgående vatten som beräknats med de två metoderna. Som exempel kan nämnas att medelkoncentrationen i utgående vatten från L. Tjärby var: 14,9 (linjär interpolation) respektive 14,8 mg l⁻¹ (modell), vilket resulterade i avskiljningsvärdena -891 resp. 350 kg ha⁻¹ år⁻¹ (Tabell 2).

Den slutsats vi dragit av detta är att man med nuvarande mätprogram inte kan uttala sig om huruvida våtmarker med kort uppehållstid fungerar som fällor eller källor för kväve. Vi rekommenderar därför att man *inte anlägger våtmarker med kortare medeluppehållstid än två dygn*. Med detta kriterium faller fyra av de analyserade våtmarkerna bort. Av de återstående fyra utesluter vi även Karpalund som underlag för en mer generell beskrivning av kväveavskiljning i jordbrukslandskapet eftersom denna våtmark beskickades genom pumpning. Den hade därmed inte naturlig dynamik i vattenflödet, utan påminde i detta avseende mer om en våtmark som beskickas med avloppsvatten. Detta bör även vara förklaringen till den mycket högre relativa avskiljningen i denna våtmark – över 25% (Tabell 2).

Återstår tre våtmarker (S. Tjärby, Råbytorp och Ormastorp) som alla hade uppehållstider > 2 dygn. Modellberäkningarna ger avskiljningsvärden mellan 400 och 500 kg ha⁻¹ år⁻¹ för Råbytorp och Ormastorp vilket vi med dagens kunskap därmed antar som ett rimligt intervall för skånska våtmarker som mottar vatten med en kvävekoncentration kring 8 mg l⁻¹ (Tabell 2). S. Tjärby i Halland uppvisar mycket högre avskiljning, > 1 000 kg ha⁻¹ år⁻¹, p.g.a. mycket hög medelkoncentration (17.1 mg l⁻¹). Så höga medelkoncentrationer är ovanligt, och ca 1 000 kg ha⁻¹ år⁻¹ kan förmodligen anses som en övre gräns för öppna dammar med lite övervattensvegetation och med naturligt tillrinningsmönster. Samtidigt skall

det sägas att mer vegetation i våtmarkerna skulle kunna bidra till att öka kväveavskiljningen, eftersom växter när de bryts ner utgör kol- och energikälla för bl.a. denitrifikationsbakterier.

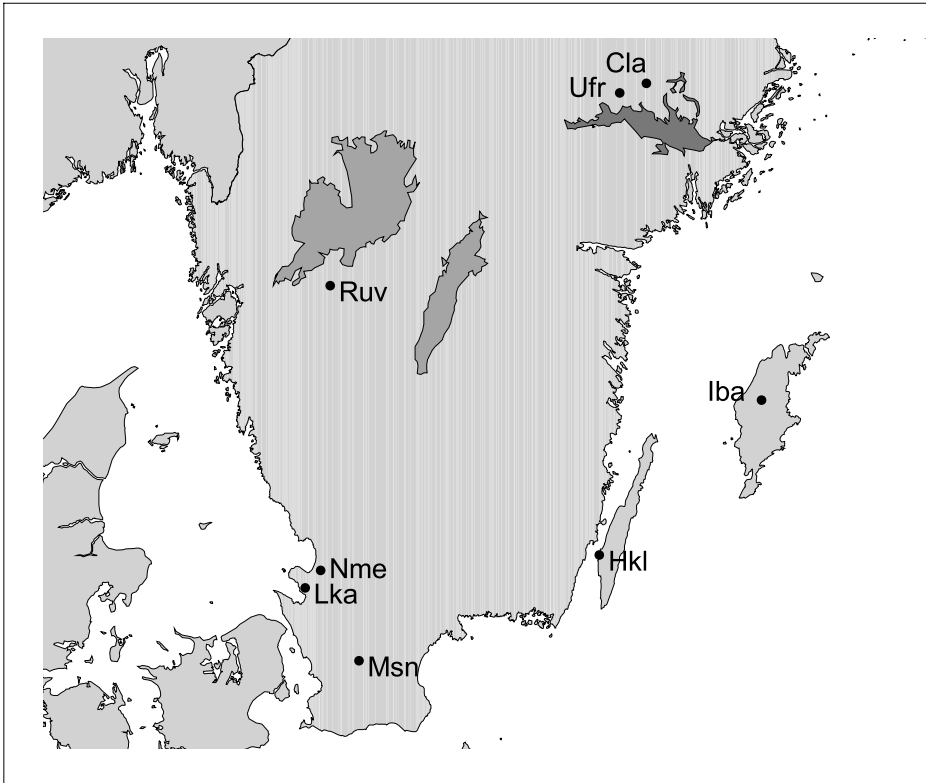
Var är våtmarker effektivast?

De tre våtmarkerna S. Tjärby, Råbytorp och Ormastorp gav i stort sett samma koefficienter för avskiljning när modellen (Appendix) kalibrerades. Vi har därför antagit att denna modell tills vidare är en acceptabel beskrivning av kväveavskiljning i våtmarker, och att man därmed, om man antar att modellen är giltig även i övriga södra Sverige, kan simulera avskiljningen i andra verkliga eller tänkta våtmarker av typen öppna dammar med lite övervattensvegetation.

För att belysa hur avskiljningen kan tänkas variera mellan olika jordbruksområden i södra Sverige har tänkta våtmarker förlagts till ett antal av de "Typområden på jordbruksmark" som ingår i den svenska miljöövervakningen (Figur 1). Dessa områden lämpar sig väl eftersom man där har kontinuerliga mätningar av vattenföring och frekvent provtagning för kväveanalys (ca 2 ggr per månad – dygnsvisa koncentrationer erhålles genom interpolation). Dygnsdata för lufttemperatur, från väderstationer i närheten av typområdena, har erhållits från SMHI.

Avskiljningen av kväve i typområdenas tänkta våtmarker simulerades under en period som innefattade såväl torra som våta år (perioden september 1995 t.o.m. augusti 1999), varför resultaten bör utgöra någorlunda representativa medelvärden. Tabell 3a visar tydliga skillnader i avskiljning mellan de olika typområdena, men också tydliga skillnader i ingående koncentration. Kvävekoncentrationens betydelse för den beräknade avskiljningen illustreras genom en jämförelse av avskiljningen i Tabell 3a med de avskiljningsvärden som erhålles om man ändrar alla ingå-

Figur 1. Typområden på jordbruksmark som använts för att generera kvävebelastning på tänkta våtmarker i olika delar av södra Sverige: Snogerödsbäcken, Skåne (Msn), Karstorpsbäcken, Skåne (Lka), Menlösabäcken, Halland (Nme), Klevabäcken, Öland (Hkl), Barlingbo, Gotland (Iba), Uvedsbäcken, Västra Götaland (Ruv), Frögärdebäcken, Västmanland (Ufr) och Långtorabäcken, Uppland (Cla). [Avd. f. Vattenvårdslära vid Sveriges Lantbruksuniversitet ansvarar för databasen 'Typområden på jordbruksmark'].



ende koncentrationer i dataunderlaget så att de motsvarar den högsta medelkoncentrationen² (Tabell 3b). Skillnaderna i avskiljning blir väsentligt mindre, vilket illustrerar vikten av att försöka anlägga våtmarker där koncentrationerna är höga, d.v.s. så nära källan som möjligt.

De skillnader mellan områdena som finns kvar efter normalisering av koncentrationerna beror till stor del på fördelningen av avrinningen mellan olika säsonger. En hög som-

maravrinning, när temperaturen är som högst, ökar avskiljningen. Så utgjorde t.ex. sommaravrinningen (juni–augusti) 16% av årsavrinningen i typområdet med högst avskiljning (Nme, Halland), men bara 4% i området med lägst (Iba, Gotland).

Våtmarker förefaller kunna vara effektivast i Halland och Skåne, men när koncentrationerna i vattnet är höga kan avskiljningen vara förhållandevis hög även i andra områden om avrinningen är tillräckligt hög. Man bör därför

² Koncentrationshöjningen har gjorts genom att varje dygnskoncentration har ökat med skillnaden mellan det aktuella områdets medelkoncentration och den högsta medelkoncentrationen (för typområde Msn i Skåne: 9,8 mg l⁻¹). På så sätt har respektive områdes dynamik behållits.

Tabell 3. Medelkoncentration av totalkväve och modellberäknad kväveavskiljning i tänkta våtmarker med tillflöde från åtta typområden på jordbruksmark: (a) med uppmätta koncentrationer, och (b) med koncentrationer justerade till den högsta medelkoncentrationen. I samtliga fall har avskiljningen beräknats med antagandet att våtmarksdjupet är 1 m. Den hydrauliska belastningen på våtmarkerna har beräknats med antagandet att deras area utgör 0,2% av tillrinningsområdets area.

Typområde	Län	a.		b.	
		$C_{\text{Tot-N}}$ mg l^{-1}	Avskiljning Tot-N $\text{kg ha}^{-1} \text{år}^{-1}$	$C_{\text{Tot-N}}$ mg l^{-1}	Avskiljning Tot-N $\text{kg ha}^{-1} \text{år}^{-1}$
Msn	Skåne	9.8	461	9.8	461
Lka	Skåne	8.7	452	9.8	511
Nme	Halland	8.4	491	9.8	575
Hkl	Kalmar	5.8	252	9.8	425
Iba	Gotland	6.0	181	9.8	298
Ruv	Västra Götaland	4.7	221	9.8	462
Ufr	Västmanland	2.4	99	9.8	449
Clä	Uppland	2.7	92	9.8	353

styra anläggandet till områden där koncentrationerna är högst och där sommaravrinningen utgör en betydande del av årsavrinningen. Vidare bör man ta hänsyn till den naturliga avskiljningen – att lägga våtmarker för kväveavskiljning uppströms sjöar är föga meningsfullt. Slutligen skall naturligtvis våtmarker framförallt anläggas där det är angelägnast att minska kvävetransporten till kusten.

Hur väl kan olika miljömål förenas?

Som beskrevs i inledningen hoppas regeringen kunna förena ambitionerna i de båda miljömålen *Myllrande våtmarker* och *Ingen övergödning*. För att diskutera hur mycket 12 000 ha våtmark skulle kunna minska kvävetransporten till havet utgår vi från en studie som gjordes i Genevadsåns avrinningsområde (Arheimer och Wittgren, 2001). I detta område identifierades ett antal platser där det var topografiskt fördelaktigt att anlägga våt-

marker – dämning utan att stora arealer blir berörda (Wessling, 1991; Wessling och Skage, 1991). Sammanlagt identifierades 40 våtmarker om tillsammans 92 ha, motsvarande 1,2% av jordbruksarealen i Genevadsåns avrinningsområde (7 500 ha). Dessa potentiella våtmarker beräknades minska transporten till havet med 16 ton kväve per år genom att modellen för kväveavskiljning i våtmarker (Appendix) sattes in i en avrinningsområdesmodell (HBV-N; Arheimer och Brandt, 1998). Medelavskiljningen motsvarade således endast ca 175 kg kväve per ha våtmark och år, vilket framförallt förklaras av att lokaliseringen inte tog hänsyn till avrinningen under sommaren. Därmed hade flera våtmarker alltför låg belastning under den period då de är effektivast på att reducera koncentrationen av kväve.

I verkligheten måste man ta hänsyn inte bara till var det är topografiskt rimligt att anlägga våtmarker (så att inte t.ex. utgrävningskostnaderna blir för höga), utan även till markägarförhållanden. Med dessa begränsningar, samt mot bakgrund av att kväveav-

skiljning bara är ett av målen med att anlägga våtmarker, är det kanske rimligt att anta en medelavskiljning som motsvarar den som beräknades i Genevadsåns avrinningsområde. I så fall skulle 12 000 ha våtmark avskilja ca 2 000 ton per år. Detta motsvarar ca 2,5% av nettobelastningen på havet från södra Sverige, vilken uppgår till ca 75 000 ton per år (Arheimer och Brandt, 1998).

Bidraget från våtmarker till att minska kvävetransporten blir med andra ord ganska blygsamt med de antaganden vi gjort. Å andra sidan skulle avskiljningen kunna bli betydligt högre om t.ex. kunskaperna ökar om hur effektiva våtmarker utformas, samt om man gör miljömålet *Ingen övergödning* styrande vid lokalisering och utformning.

Slutligen är det viktigt att poängtera att våtmarker i jordbrukslandskapet skall ses som ett komplement till åtgärder vid källan, d.v.s. i jordbruksdriften. För att understryka detta återvänder vi till Genevadsåns avrinningsområde och den s.k. Genevadsåstudien (Wittgren m.fl., 2000). I denna studie ingick förutom anläggning av våtmarker, såsom beskrivits ovan, olika åtgärder inom jordbruket. Åtgärdernas effekt på kvävetransporten till Laholmsbukten beräknades, varvid framkom att avsevärda minskningar troligen kunde göras genom trimning av driften på gårdarna genom (i) anpassning av handelsgödselgivan till grödornas verkliga behov, (ii) reducerad proteinhalt i djurfodret, och (iii) insådd gräsfånggröda i stråsäd. Dessa åtgärder beräknades minska kvävebelastningen till kusten med 57 ton kväve per år. Genom att avstå från att sprida stallgödsel vid höstsådd, samt undvika tidiga höstvalsbrott, beräknades belastningen kunna minska med ytterligare 29 ton kväve per år. Tillsammans uppskattades således dessa åtgärder kunna ge en minskning med drygt 80 ton kväve per år, att jämföras med de 16 ton per år som våtmarkerna beräknades bidra med.

Slutsatser

- Optimalt lokaliserade våtmarker av typen öppna dammar i jordbrukslandskapet kan antas avskilja mellan 400 och 1000 kg kväve $\text{ha}^{-1} \text{år}^{-1}$, beroende på bl.a. koncentrationen i tillflödet, samt klimatologiska och hydrologiska förutsättningar. Osäkerheten är emellertid stor, framförallt när medeluppehållstiden i våtmarkerna är kort (< 2 dygn). Det finns därför behov av att inrätta ett samordnat program för uppföljning av våtmarker anlagda med huvudsyftet att avskilja kväve. Våtmarker med olika utformning, vegetation och belastning bör väljas ut. I dessa skall provtagning ske med betydligt högre frekvens än inom befintliga program, för att möjliggöra tillförlitliga beräkningar av kväveavskiljningen.
- Våtmarker för kväveavskiljning bör anläggas (i) där koncentrationerna i tillrinnande vatten är höga, och (ii) där sommarflödet utgör en betydande del av årsavrinningen. Dessa förhållanden förekommer framförallt i Halland och Skåne.
- 12 000 ha våtmarker i jordbrukslandskapet i södra Sverige kan förväntas minska kvävetransporten från land till hav med omkring 2 000 ton per år (2,5%) om kväveavskiljning endast är ett av flera kriterier vid anläggning. Detta kan antas motsvara att lokaliseringen huvudsakligen styrs av miljömålet *Myllrande våtmarker* och att våtmarksarealen därmed blir relativt jämnt fördelad i landskapet. Avskiljningen skulle kunna bli betydligt högre om kunskaperna ökar om hur effektiva våtmarker utformas, samt om man gör miljömålet *Ingen övergödning* styrande vid lokalisering och utformning.

Tillkännagivande

Denna studie bygger på material som tagits fram inom VATTENSTRATEGISKA forskningsprogrammet (VASTRA) som finansieras av MISTRA. Delar av arbetet har samfinansierats av Naturvårdsverket, SMHI och Miljödepartementet.

Appendix: Modellering av kväveavskiljning i våtmarker

Vid modellering behandlas våtmarker ofta som kontinuerligt omrörda tankreaktorer eller pluggflödesreaktorer (Kadlec och Knight, 1996). Dessa modeller antar konstant vattenflöde och är därför inte lämpliga vid naturligt och starkt varierande flöde. Vid analysen av de åtta halländska och skånska våtmarkerna betraktade vi istället våtmarker som *fullständigt omblandade satsreaktorer* (Arheimer och Wittgren, 2001). Vidare antogs kväveavskiljningen vara arealberoende, vilket är vanligt eftersom denitrifikationsprocessen framförallt äger rum på ytor snarare än i den fria vattenvolymen.

Massbalansen över en satsreaktor beskrivs av sambandet:

$$-J_r \cdot A_{wet} \cdot dt = dC \cdot V_{wet} \quad (\text{Ekv. 1})$$

med hastighetsekvationen för avskiljning:

$$J_r = k_{aT} \cdot C \quad (\text{Ekv. 2})$$

Kombination av Ekv. 1 och 2, samt integration mellan initial- och sluttillstånden, ger:

$$C_{end} = C_{start} \cdot \exp\left(\frac{-k_{aT} \cdot A_{wet} \cdot \Delta t}{V_{wet}}\right) \quad (\text{Ekv. 3})$$

där:

- A_{wet} = våtmarksarea [m^2]
- C = kvävekoncentration [g m^{-3}]
- C_{end} = slut- (och utflödes-) kvävekoncentration [g m^{-3}]

- C_{start} = initial kvävekoncentration [g m^{-3}]
- J_r = kväveavskiljningshastighet (netto) [$\text{g m}^{-2} \text{d}^{-1}$]
- k_{aT} = arealbaserad och temperaturberoende avskiljningskoefficient [m d^{-1}]
- t = tid [d]
- Δt = tidssteg [d]
- V_{wet} = våtmarksvolym [m^3]

När en våtmark behandlas som en satsreaktor måste utbytet av vattensatser efter varje tidssteg hanteras separat. Följande samband användes:

(Ekv. 4)

$$C_{start,n} = \frac{C_{end,n-1} \cdot (V_{wet} - V_{out,n-1}) + C_{in,n} \cdot V_{in,n} + J_{atm} \cdot A_{wet}}{V_{wet}}$$

där:

- $C_{in,n}$ = kvävekoncentration i inflödet till aktuell sats [g m^{-3}]
- J_{atm} = kvävedeposition på våtmarken [$\text{g m}^{-2} \text{d}^{-1}$]
- $n, n-1$ = suffix som anger aktuell respektive föregående sats
- $V_{in,n}$ = vatteninflöde till den aktuella satsen [m^3] = utflödet från den föregående satsen = $V_{out,n-1}$

Tidssteget (Δt) en dag användes vid beräkningarna. I vissa våtmarker, under vissa perioder, var uppehållstiden kortare än en dag. I dessa fall, d.v.s., när $V_{wet} < V_{in,n}$ användes följande samband istället för Ekv. 4:

$$C_{start,n} = \frac{C_{in,n} \cdot V_{in,n} + J_{atm} \cdot A_{wet}}{V_{in,n}} \quad (\text{Ekv. 5})$$

Slutligen beskrevs avskiljningskoefficientens temperaturberoende av:

$$k_{aT,n} = k_a \cdot T_n \quad (\text{Ekv. 6})$$

där:

- k_a = arealbaserad avskiljningskoefficient [$\text{m d}^{-1} \text{°C}^{-1}$]

T = medeltemperatur i luft under de senaste 10 dagarna (en approximation för vattentemperaturen, som sätts till 0 i de fall lufttemperaturen understiger 0) [$^{\circ}\text{C}$]

Vid *individuell kalibrering* av denna modell (Ekv. 3–6) för de åtta våtmarkerna erhöles de avskiljningsvärden som redovisas i Tabell 2. Motsvarande arealbaserade avskiljningskoefficienter (k_a) och den förklarade variansen (se nedan) redovisas i Tabell 4. Där redovisas även resultaten från *samtidig kalibrering* av modellen i sex av våtmarkerna (extremerna Möllegård och Karpalund undantagna). Den därvid erhållna avskiljningskoefficienten låg nära de som erhöles vid individuell kalibrering av de tre våtmarkerna S. Tjärby, Råbytorp och Ormastorp (medeluppehållstid > 2 dygn) varför $k_a = 0.0023 \text{ m d}^{-1} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ användes vid modellering av tänkta våtmarker förlagda till "Typområden på jordbruksmark" samt vid modellering i Genevadsåns avrinningsområde.

Kalibrering av avskiljningskoefficienten (k_a) gjordes genom att maximera den förklarade variansen:

$$R^2 = \frac{\Sigma(\bar{O} - O)^2 - \Sigma(M - O)^2}{\Sigma(\bar{O} - O)^2} \quad (\text{Ekv. 7})$$

där:

O = observerade $C_{\text{end},n}$

\bar{O} = medelvärde av observerade $C_{\text{end},n}$

M = modellerade $C_{\text{end},n}$

Referenser

- Arheimer, B. och Brandt, M., 1998. Modelling nitrogen transport and retention in the catchments of southern Sweden. *Ambio* 27, 471-480.
- Arheimer, B. och Wittgren, H. B., 2001. Modelling nitrogen retention in potential wetlands at the catchment scale. Manus insänt till *Ecological Engineering*.
- Kadlec, R. H. och Knight, R. L., 1996. *Treatment Wetlands*. CRC Press/Lewis Publishers, Boca Raton, Florida.

Tabell 4. Avskiljningskoefficienter och förklarad varians vid individuell respektive samtidig kalibrering av modellen i de åtta (sex) våtmarkerna (Arheimer och Wittgren, 2001).

VÅTMARK	Individuell kalibrering		Samtidig kalibrering	
	k_a $\text{m d}^{-1} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$	R^2	k_a $\text{m d}^{-1} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$	R^2
Bösld	0.0058	0.92	0.0023	0.86
Möllegård	0.0002	0.74	(0.0023)	0.14
L. Tjärby	0.0007	0.94	0.0023	0.88
S. Tjärby	0.0024	0.83	0.0023	0.83
Råbytorp	0.0029	0.95	0.0023	0.94
Karpalund	0.0120	0.44	(0.0023)	-0.35
Fastmårup	0.0052	0.97	0.0023	0.95
Ormastorp S	0.0021	0.82	0.0023	0.82

- Wessling, M., 1991. *Potentiella våtmarker i Hallands län. Del II: Data från en översiktlig inventering av potentiella våtmarksområden i Hallands jordbruksbygder*. Rapport 91:7, Avd. f. Landskapsplanering, Sveriges Lantbruksuniversitet, Alnarp.
- Wessling, M. och Skage, R. O., 1991. *Potentiella våtmarker i Hallands län. Del I: Om uppläggningen av potentiella våtmarksområden i Hallands jordbruksbygder*. Rapport 91:6, Avd. f. Landskapsplanering, Sveriges Lantbruksuniversitet, Alnarp.
- Wittgren, H. B., Westerlund, S. och Castenson, R. (red.), 2000. Genevadsåstudien – Ett aktörsspel om genomförande av miljö kvalitetsnormer för kväve i ett avrinningsområde. *VASTRA Report 1*, Tema Vatten, Linköpings Universitet.

Frågor till H-B Wittgren

Agronom Tomas Kjellquist: Du nämnde 3–500 kg som ett grovt medeltal. Kan man effektivisera själva processen genom att tillföra energi för denitrifikationen eller hur långt har man kommit där?

Fil. dr H B Wittgren: Det finns en doktorand i Linköping som jag är handledare åt som försöker titta på olika substat. Hur det kan skilja mellan olika typer av våtmarker beroende på vilken vegetation den har och vad det är för skillnad i hur det fungerar som absorptionsmaterial för denifikationsbakterier och som kolkälla. Det är för tidigt att säga någonting om det, men det är klart att man kan tillföra både det ena och det andra men frågan är om det är försvarbart kostnadsmässigt.

Förluster av lustgas förknippade med animalieproduktion



CHRISTEL CEDERBERG

Fil. lic.
Svensk Mjök
Uppsala

Bakgrund

Koncentrationen av lustgas (N_2O) i atmosfären har ökat med 46 ppb (17%) sedan 1750 och fortsätter att öka. Nuvarande halt N_2O har ej överstigits på åtminstone de senaste 1 000 åren. Ungefär 1/3 av nuvarande N_2O -emissioner har antropogent ursprung. De senaste beräkningarna från FN:s klimatpanel är att strålningsmotståndet, som beror på ökningen av väl blandade växthusgaser (VHG) i atmosfären från 1750–2000, uppgår till 2.43 W/m^2 . Fördelningen mellan gaserna är: CO_2 1.46 W/m^2 , CH_4 0.48 W/m^2 , halo-karboner 0.34 W/m^2 och N_2O 0.15 W/m^2 .

Ökningstakten av N_2O i atmosfären har accelererat efter andra världskriget och visar god korrelation till den ökade kväveanvändningen som har skett i den globala livsmedelsproduktionen under de senaste 50 åren. Ökningstakten är nu ca 0.2–0.3% per år. N_2O har en lång uppehållstid i atmosfären, 110–150 år. Lustgas bryts ned i statosfären till N_2 , O_2 och NO. Den sistnämnda gasen medverkar till den

stratofäriska ozonnedbrytningen vilket innebär att UV-strålningen ökar på jorden. Utsläpp av lustgas har således inte endast inverkan på det globala miljöproblemet potentiella klimatförändringar utan även på nedbrytning av stratosfärens ozon.

Bildning och emissioner av lustgas i samband med jordbruksproduktion

N_2O bildas när kväve omsätts i jordbruksmark, i samband med nitrifikation såväl som denitrifikation. När nitrifikationen inte kan ske optimalt, t.ex. vid syrebegränsning, kan N_2O bildas. Vid denitrifikation (d.v.s. när organiskt material bryts ned med nitrat/nitrit som slutlig elektronacceptor) uppstår normalt N_2 , den slutliga inerta kväveformen i omsättningen. Finns det lite syre tillgängligt kan omvandlingen stanna vid N_2O och inte gå hela vägen fram till N_2 . Högt koncentration nitrat i marken kan också orsaka att denitrifikationen produ-

cerar en större andel N_2O än N_2 . Viktiga variabler som påverkar produktionen av N_2O i mark är mängden ammonium, nitrat, nitrit och mineraliserbart kol, syre, fukt och temperatur.

På motsvarande sätt bildas också N_2O när stallgödselkväve omsätts i lagring och även i stallar. Emissionerna är större från fastgödsel än flytgödsel (vilket alltså är motsatt till förhållandet för metanutsläpp från stallgödsel).

En annan viktig (indirekt) utsläppskälla för N_2O är tillverkningen av handelsgödselkväve i samband med produktionen av salpetersyra. Ett europeiskt medeltal för utsläpp för produkten kalciumammoniumnitrat (N28) är 14.6 g N_2O /kg N. Detta motsvarar 0,93 g N_2O -N per kg N, d.v.s. att drygt 0,9% av handelsgödselkvävet går förlorat som N_2O -N i produktionen.

Hur N_2O -emissioner beräknas

FN:s klimatpanel tar fram riktlinjer för beräkning av emissioner av VHG och en sammanställning av emissionsfaktorer (EF) för N_2O från jordbruket visas i tabell 1.

Emissioner av N_2O från det svenska jordbruket

Med hjälp av Klimatpanelens EF har Naturvårdsverket beräknat att jordbrukets utsläpp av lustgas 1998 var 16 kton N_2O vilket motsvarar knappt 5 milj ton CO_2 -ekvivalenter. Detta beräknade utsläpp kan sättas i relation till utsläppen av olika VHG samt fördelningen

Tabell 1. EF för beräkning av N_2O -emissioner enligt IPCC

DIREKTA FÖRLUSTER	Emissionsfaktor, EF
Tillfört N till marksystem via handelsgödsel, stallgödsel, baljväxtkväve och skörderester	1.25 % N_2O -N av tillfört N (efter subtraktion av NH_3 -förluster)
Tillfört N till marksystem via betande djur, d.v.s. stallgödsel via betesdrift	2 % N_2O -N av $N_{\text{exkrementer}}$
Emissioner från mulljord	5 kg N/ha*
Lagring av stallgödsel: fast	
Lagring av stallgödsel: flyt	0.02 kg N_2O -N/kg $N_{\text{exkrementer}}$ 0.001 kg N_2O -N/kg $N_{\text{exkrementer}}$
INDIREKTA FÖRLUSTER	
Bildning av N_2O från NO_3 -förluster	0.025 kg N_2O -N/kg NO_3 -N
Bildning av N_2O från NH_3 -förluster	0.01 kg N_2O -N/kg NH_3 -N

* Föreslås öka till 8 kg N/ha i kommande guidelines.

Tabell 2. Fördelning av utsläpp mellan de viktigaste växthusgaserna.

Källa	Mton CO_2 -ekv	% fördelning
CO_2	57.3	76.2
N_2O	8.1	10.8
CH_4	5.4	7.2
HFC (Ofullständigt halogenerade fluorkarboner)	2.3	3.0
FC (Fluorkarboner)	0	0
SF ₆ (Svavelhexafluorid)	2.1	2.8
Summa	75.2	100

Tabell 3. Utsläppskällor i Sverige 1998, exklusive internationell bunkring.

Källa	Mton CO_2 -ekv	% fördelning
Förbränning kraft och fjärrvärme, raffinaderi	10	13.3
Förbränning industri	13	17.3
Transporter	22	29.3
Bebyggelse och service	10	13.3
Industriprocesser	10	13.3
Jordbruk	9	12.0
Avfall	1	1.3
Summa	75	100

mellan olika utsläppskällor (se tabell 2 och 3). Utsläppen av metan beräknades till 159 kton CH₄ 1998 vilket motsvarar 3.34 milj ton CO₂-ekvivalenter. Utsläppen av metan och lustgas är omviktade till CO₂-ekvivalenter med grunden att 1 kg CH₄ = 21 kg CO₂-ekv och 1 kg N₂O är 310 kg CO₂-ekv.

Två viktiga slutsatser kan dras från ovanstående tabeller. Utsläpp av CO₂ från fossilbränsleanvändning är en mycket liten andel av jordbrukets växthusgasutsläpp. N₂O är den mest betydande emissionen och står för 6,6% av Sveriges totala beräknade utsläpp av VHG.

IPCC:s emissionsfaktorer kan kritiseras eftersom de är väldigt grova men måste ändå ses som ett första försök till ett verktyg för att beräkna de globala utsläppen av N₂O som har ökat under efterkrigstiden. Om man använder dessa EF globalt överensstämmer summan av utsläpp hyfsat väl med beräkningar av ökning i atmosfären. Metoden är dock bristfällig när det gäller att analysera hur mycket N₂O olika produktionssystem av mat genererar och framförallt när det gäller att beskriva hur systemen skall förbättras för att reducera lustgasemissioner, upplösningsgraden är inte tillräckligt stor i modellerna bakom dessa EF.

När det gäller indirekta förluster, d.v.s. N₂O-förluster som sker när förlorad ammoniak och nitrat omsätts i ekosystemen är sannolikt Klimatpanelens EF:s kraftigt för höga för svenska förhållanden där övermättnad sällan finns i ekosystem. Kasimir-Klemedtsson *et al* (2000) anger 0,2% av NH₃-N och 0,25% av NO₃-N som rimliga N₂O-N förluster under svenska förhållanden, d.v.s. 5–10 ggr längre än vad IPCC anger.

Emissioner av N₂O från EU:s jordbruk och animaliesektor

I EU-projektet Concerted Action ("Biogenic Emissions of Greenhouse Gases Caused by Arable and Animal Agriculture (FAIR3-CT96-

1877) (Freibauer *et al*, 2001) har man försökt att beräkna det europeiska jordbrukets emissioner av VHG med mer detaljerade emissionsfaktorer för biogena källor.

Stora förändringar från IPCC:s metodik jämfört med den metodik som använts av Freibauer *et al* (2001) i EU:s concerted action-rapport är beräkningar av emissioner från jordbruksmark. För åkermark i tempererade områden anges följande modell för beräkning av N₂O-utsläpp:

$$EF_{N_2O} = -1.7(+/-0.5)+0.008(+/-0.003)*fertiliser+14.5(+/-2.5)*soil\ N+0.6(+/-0.3)*drainage$$

with	EF _{N₂O}	emission of N ₂ O i kg N ₂ O-N/ha and yr
	Fertiliser	N-input of mineral and organic fertiliser (Kg N/ha and yr)
	Soil N	total N-content in topsoil (% of soil weight)
	Drainage	0=well drained, 1=moderately drained, 2= poorly drained

Denna modell beaktar inte endast den årliga N-givan utan också markens kvävehalt och fuktighetsförhållande. Modellen tar hänsyn till huruvida markbördigheten i ett odlings-system har byggts upp under loppet av flera år och därmed lett till en högre N-halt i åkerjorden vilket leder till högre N₂O-emissioner från marken i fråga. Under svenska förhållanden har N₂O-avgång från åkermark tyvärr mätts i liten omfattning. Mätningar vid Mellbyförsöken bekräftar ovanstående modell. Markförluster är starkt kopplade till markens N-innehåll och inte endast till den årliga N-givan (Kasimir-Klemedtsson *et al*, 2000).

Emissioner från dränerade mulljordar delas upp mellan olika grödor där 7 kg N₂O-N/ha och år anges för vall och spannmål och 20 kg N₂O-N/ha år anges för grönsaker och rotfrukter. Dessutom beräknade Freibauer *et al* (2001) CO₂-förluster från mulljordar i samband med odling vilka estimerades till 10 ton CO₂/ha och år för vallodling på mulljord och 15 ton CO₂/ha och år för ettåriga grödor.

De mer detaljerade EF som Freibauer *et al* (2001) använde innebär följande utsläpp från jordbruket i EU.

Tabell 4. Emissioner av biogena VHG (milj ton CO₂-ekv) 1995 från jordbruksmark i EU.

	CH ₄	N ₂ O	CO ₂	Summa
Mineraljord, åker	2.3	92.5	0	95
Mineraljord, bete	-0.5	48.7	0	48
Mulljordar	0	19	39	58
Summa	1.9	160	39	202

Emissionerna av VHG beräknas att ha minskat med 2% från EU:s jordbruk under åren 1990–1997. Det skall poängteras att CO₂-utsläppen vid odling av mulljordar bygger på mycket osäkra data.

Motsvarande beräkning gjordes för djurhållningen inom EU och även här använde man sig av mer detaljerade EF, t.ex. för lagring av olika typer av stallgödsel, än vad som har angivits av IPCC. Helt nytt i Concerted Action-rapporten är att man inför EF för gödsel i stallarna, t.ex. att i alla stallsystem för kyckling sker en förlust motsvarande 0.012 kg N₂O-N/kg N_{exkrementer} (osv. med olika EF för olika djurslag och gödseltyper).

Från tabell 4 och 5 framgår att en större andel av de biogena VHG kommer direkt från animalieproduktionen än från åkermarken. Metanbildningen från idisslarna har en stor betydelse. Men animalieproduktionen är också grunden till en stor del av utsläppen från åkermarken eftersom stallgödsel sprids där och tillför kväve vilket kan medföra direkt N₂O-avgång eller bygga upp kvävehalten i marken. Enligt Eurostat användes 1998 68 kg mineralgödsel-N/ha och 50 kg organiskt-N/ha i EU:s jordbruk. Om vi antar att 15–20% av stallgödsel-N har förlorats som ammoniak vid spridning har åkermarken tillförts ca 110 kg N/ha varav knappt 40% utgörs av stallgödselkväve. En väsentlig andel av de N₂O-förluster som redovisas under åkermark och betesmark i tabell 4 bör därför bokföras under animalieproduktionen inom EU.

Sett till det totala utsläppet av VHG:s i EU, bidrar jordbruket med ca 11–12% av de totala utsläppen, d.v.s. mycket likt den svenska fördelningen som framgick ur tabell 3.

Tabell 5. Emissioner av biogena VHG (milj ton CO₂-ekv) 1995 från EU:s animalieproduktion.

	CH ₄	N ₂ O	Summa
Väm-och tarmgaser	134		134
Gödsel i djurstallar	14	11	25
Gödsellagring	26	4	30
Gödselspridning	0	Redovisas under åkermark, se ovan tabell	0
Bete	0	26	26
Summa	174	42	215

Utsläpp av växthusgaser vid olika typer av animalieproduktion

Genom att använda metodiken för livscykelanalys (LCA) kan man följa resursanvändning och emissioner som är förknippade med olika animalieprodukter. Beroende på hur man sätter systemgränsen fångar man in hela eller delar av produktionskedjan. När det gäller utsläpp av VHG är det helt uppenbart från ett flertal LCA-studier att produktionen fram till och med gårdsgränsen, d.v.s. jordbrukssystemet, är den helt dominerande delen av matkedjan när det gäller utsläpp av VHG.

I det följande redovisas exempel på två olika produktionssystem som genererar produkten *"benfritt och fettfritt kött"*. I LCA-metodiken är definitionen av den funktionella enheten (räknebasen) mycket viktig. I nedan beskrivna LCA-studier av kött har denna funktionella enhet valts, dels för avspegla den produkt som konsumenten slutligen konsumerar, dels för att kunna jämföra två olika system, nämligen gris- och nötköttproduktion (Cederberg & Darelus, 2000; 2001)

De studerade systemen beskriver stallbaserad köttproduktion och bygger på data från noggrant inventerade gårdar i Halland. Data för foderkonsumtion, vilket är en mycket viktig parameter i animalieproduktion, bygger på uppgifter om vägt foder på gårdarna. Näringsbalanser för djuren (d.v.s. N i foderintag – N ut i produkter) bygger till största del på egna foderanalyser vid gårdar och foderindustri.

Data från nötköttproduktion är hämtade från en ungtjursuppfödning på stall med flytgödsel. Djurmaterial är tjurkalvar från mjölkproduktion (SLB). Kalvarna är en biprodukt från mjölkproduktion. Resursanvändning samt emissioner från mjölkproduktionen har fördelats enligt ekonomisk allokering. Eftersom mjölkproduktionens överskottskalvar i dag har ett lågt ekonomiskt värde i förhållande till mjölk innebär detta att en mycket liten del (2%) av mjölksystemets miljöbelastning har lagts på kalvarna. Ungtjurarna vistas inomhus hela livet och fodret består av ensilage, hemmaproducerad spannmål samt mindre mängder åkerbönor, betfor och mineral. Tjurarna slaktas vid drygt 19 mån ålder, övriga data framgår av nedanstående tabell.

Data från grisköttproduktion är hämtat från en större grisgård med integrerad produktion. Smågrisarna tillbringar de fem första veckorna med suggorna i boxar med fastgödsel, därefter åtta veckor i större grupper på djupströgödsel i s.k. familjebboxar och under den slutliga slaktsvinsperioden i stallar med flytgödselsystem. Fodret består till 85% av spannmål producerad i närområdet och 15% av inköpt koncentrat där sojamjöl är den helt dominerande proteinråvaran.

LCA-studierna av nöt- respektive grisköttproduktion på stall visar att utsläppen av alla växthusgaser är lägre per kg kött för griskött (tabell 7). Energikostnad av primär energi lig-

Tabell 7. Utsläpp av VHG vid stallbaserad nöt- respektive grisköttproduktion.

VHG	GRIS Gram/kg ben- och fettfritt kött	NÖT Gram/kg ben- och fettfritt kött
CO ₂	1 400	2 700
CH ₄	47	454
N ₂ O	7.7	15.4

ger på ca 22 MJ/kg för griskött och ca 40 MJ/kg nötkött. Den högre foderförbrukningen per kg kött för produktion av nötkött på stall är den viktigaste förklaringen till den högre användningen av framförallt fossil energi och därmed större utsläpp av CO₂ för nötköttet. Idisslarnas metanbildning via våm- och tarmgaser ger det höga utslaget för de väsentligt högre utsläppen av CH₄ per producerad kg kött i nötköttssystemet. De lägre utsläppen av N₂O för produktionen av griskött förklaras av effektivare foderomvandling – för varje kg förbrukat foder har handelsgödsel/stallgödsel använts i systemet – och en lägre foderförbrukning per kg griskött jämfört med nötkött innebär också lägre N₂O-emissioner. Det mera effektiva N-utnyttjandet i grisen jämfört med ungtjuren resulterar i mindre N_{exkrementer}/kg kött och därmed mindre N₂O-avgång/kg kött i stallgödselhanteringen.

När de biogena emissionerna av metan och lustgas viktas om till CO₂-ekvivalenter blir bilden än mer tydlig till grisköttproduktionens

Tabell 6. Data om köttproduktion på stall av nöt och gris.

	Ungtjur, 19 mån	Gris, 6 mån
Levande vikt vid slakt, kg/djur	630	113
Tillväxt per dag, g/dag	1 020	625
Slaktvikt, kg/djur	326	82.5
Ben-och fettfritt kött, kg/djur	228.5	48.7 ¹
Restpost av N i stallgödsel, kg N/djur	75	5.6 ²
Restpost av N i stallgödsel, kg N/kg ben-och fettfritt kött	330	115 ²
Metanförkluster		
Väm och tarmgaser, kg CH ₄ /djur	90 ³	0.85
Flytgödsel, kg CH ₄ /djur	20	1.4

¹) inkluderar kött från del av utslagssugga motsvarande 1.7 kg/slaktsvin

²) inkluderar suggans foderintag och rest av N i stallgödsel

³) Motsvarar 57 kg CH₄/ungnöt på årsbasis

fördel. Utsläppen av VHG är mer än tre gånger större i produktionen av ett kg ben- och fettfritt nötkött på stall jämfört med ett kg ben- och fettfritt griskött vid modern uppfödning på stall. Det effektivare foderutnyttjandet i grisköttsproduktion samt idisslarnas utsläpp av metan är huvudsakliga förklaringar till denna stora skillnad.

Slutsatser

Utsläpp av lustgas, N_2O , är den mest betydande växthusgasen från svenskt jordbruk såväl som EU:s jordbruk.

Produktion av animalier innebär utsläpp av N_2O i många led:

- när stallgödsel lagras och omsätts,
- när åkermarken, där fodret produceras, gödslas med handelsgödsel eller stallgödsel,
- när mineralkvävegödsel tillverkas för att användas i produktion av fodergrödor,
- när djuren betar och släpper gödsel på betesmarken,
- när stallgödsel långsiktigt gödslar upp bördighet och därmed ökat markens N-innehåll
- när emitterad ammoniak och nitrat från djur- och foderproduktion omsätts i ekosystemen.

Den viktigaste insatsen för att reducera utsläppen av N_2O från jordbrukssektorn innebär ett knippe åtgärder som alla kan sammanfattas i begreppet:

”En tajt kvävecykel i djurhållning såväl som växtodling”

Ett ineffektivt utnyttjande av proteinerna i fodret innebär att mer kväve hamnar i stallgödseln vilket leder till en risk för större N_2O -förluster när denna gödsel hanteras i stallar, lagring, på bete och vid spridning. Ett ineffek-

tivt utnyttjande av stallgödseln innebär att förluster sker av reaktivt kväve till luft och vatten och efter en kedjereaktion när detta förlorade kväve omsätts kan N_2O bildas. Ett ineffektivt utnyttjande av stallgödseln innebär att mer handelsgödselkväve måste tillföras odlingsystemet för att kompensera förlusterna och denna handelsgödsel har orsakat N_2O -emissioner vid produktionen. Ett ineffektivt utnyttjande av markens N-mineralisering (dvs. den uppgödslade markbördigheten) innebär ökad risk för kväveläckage (och därmed även N_2O -emission) samt en ökad insats av handelsgödsel (eller stallgödsel).

Referenser

- Cederberg C & Darelus K (2000). Livscykelanalys av nötkött – en studie av olika produktionsformer. Naturresursforum Halland. www.lthalland.se/nrf
- Cederberg C & Darelus K (2001). Livscykelanalys av griskött. Naturresursforum Halland. www.lthalland.se/nrf
- Davis J & Haglund C (1999). Life Cycle Inventory (LCI) of Fertiliser Production. SIK-rapport No 654. SIK, Institutet för Livsmedel och Bioteknik, Göteborg.
- Freibauer A, Kaltschmitt M (eds) (2001). Biogenic Greenhouse Gas Emissions from Agriculture in Europe. Forschungbericht Band 78. Institute für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung. Universität Stuttgart.
- IPCC (1997). Greenhouse Gas Inventory Reference Manual, Vol 3. Revised 1996. IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories.
- IPCC (2001). IPCC Third Assessment Report: Climate Change 2001. Summary for Policymakers. www.ipcc.ch/pub/reports.htm#prep
- Kasimir-Klemmedtsson Å, Weslien P, Klemmedtsson L (2000). Växthusgaser från jordbruksmark. Arbetsrapport för projekt ”Växtpro-

duktion i jordbruket med begränsad kväveutlakning och växthusgasemission", VL-stiftelsen.

SOU (2000). Förslag till svensk klimatstrategi. Statens Offentliga Utredningar 2000:23

Frågor till Christel Cederberg

Herr Sigvard Thomke: Insekter metaboliserar komplexa kolhydrater med hjälp av mikroorganismer. Min fråga är hur har man kalkylerat den metanproduktionen?

Fil. lic. Christel Cederberg: Jag har läst en uppsats som kom 1987. En av författarna var Paul Krütsen som fick Nobelpriset 1996. Denne holländare har varit med mycket och tittat. För den uppsatsen har de gått in och räknat djur för djur; termiter, bufflar, elefanter, nötkreatur och försökt räkna globalt på utsläppen av metan. Jag har inte det i huvudet. Men termiter fanns med där. Jag kan ge Dig refe-

rensen. Vad som var förskräckligt med en bild på metanhalten i atmosfären var att man kan nästan lägga den på befolkningsökningen i världen. De är totalt parallella därför att metan hänger så mycket ihop med matproduktion, ris, nötkreatur och avfallsbehandling. Djurantalet har ökat från 1800-talets slut till idag med ungefär en faktor 4,5 för nötkreatur. Det är många fler djur för att vi skall få mat, och termiterna och insekterna blir inte så stora i det hela när man ser på ökningarna i det tekniska systemet. Det är vi människor som har bestämt att djuren skall öka för att vi blir allt fler människor som behöver mat. Så att insekter har ingen stor betydelse i detta.

Agronom Arne Joelsson: Är det 14 gram kväve i kväveoxid per kilo producerat handelsgödselkväve?

Fil. lic. Christel Cederberg: Nej inte kväveoxid. Av dikväveoxid, lustgas, N_2O , är det 14 gram kväve. Om du räknar om det till N_2O är det 0,93%. Det räknas från emission i skorstenen.

Teknik för mindre kväveförluster och lokalisering för mindre miljöstörningar från animalieproduktionen



KARL-IVAR KUMM
Forskningsledare
SLU
Uppsala

Åtgärder inom animalieproduktionen inklusive foderodling och gödselhantering är viktiga för att minska den kväverelaterade miljöföroreningen. En orsak är att fodergrödor upp-tar största delen av den svenska jordbruks-arealen. En annan är att gårdar med animalieproduktion i många fall har väsentligt lägre kväveutnyttjande, och därmed större risk för kväveförluster till miljön, än gårdar med enbart växtodling.

En viktig orsak till lågt kväveutnyttjande på många djurgårdar är att en betydande del av träckens och urinens kväve förloras som ammoniak på bete, i stall, under lagring och efter spridning (Jordbruksverket, 1999). Motsvarande förluster från mineralgödsel är väsentligt mindre (ECOTOC, 1994). Kväveutlakningen är också större då stallgödsel används än då man använder enbart mineralgödsel för grödornas växtnäringssörjning (Johnsson & Hoffman, 1996). Vidare är de procentuella förlusterna av växthusgasen N_2O större från

stallgödsel än från mineralgödsel (Robertson, 1991). Restriktiv proteinutfodring, effektiv foderomvandling och förbättrad stallgödselhantering kan i hög grad förbättra kväveutnyttjandet och därmed minska kväveförlusterna till miljön.

Även mycket välskötta gårdar starkt inriktade på mjölkproduktion kan ha så lågt kväveutnyttjande som 20–30%, medan växtodlingsgårdar ofta ligger på 60% eller högre. Både mjölkgårdar och svingårdar, som har en i förhållande till animalieproduktionen omfattande växtodling, kan emellertid också uppnå ett kväveutnyttjande på cirka 60%. Detta förklaras bl.a. av att sådana djurgårdar kan sprida stallgödseln på en stor areal, vilket möjliggör ett effektivt utnyttjande (Törner, 2001). Å andra sidan kan kväveutnyttjandet vara mycket lågt på gårdar med liten spridningsareal och omfattande animalieproduktion baserad på stora mängder inköpt foder. En orsak är högt kväveläckage vid de höga stallgödselgivor

som sådana gårdar kan tvingas tillämpa. Läckagerisken är särskilt stor om den koncentrerade djurhållningen är lokaliserad till sandjordsområden med hög nederbörd och milda höstar och vintrar. De är mindre på lerjordar i mellersta och norra Sverige.

Lokaliseringens betydelse

Animalieproduktionens kväverelaterade miljöeffekter beror inte bara på utsläppens storlek. När det gäller ammoniakavgång och nitratläckage påverkas miljöeffekterna också i hög grad av var utsläppen sker.

Det är framförallt i kustvatten som kväve skapar eutrofieringsproblem. Kväveutlakning från jordbruksmark gör därför större miljöskada om den sker i kustnära områden än om den sker inne i landet. I det senare fallet avlägsnas en stor del av kvävet genom retention i våtmarker, vattendrag och sjöar (Ambio, 1994; Arheimer & Brandt, 1998). Detta gör att miljöskadorna per kilo utlakat kväve kan begränsas om produktionen omlokaliseras från kustregioner till inlandet.

En stor del av den ammoniak som avgår från gödseln faller ner och tas upp av vegetation i närområdet särskilt om denna består av skog. Däremot är det lokala upptaget mindre i slättbygder med intensivt kvävegödslade grödor (Ashman, 1998; Sutton et al., 1998). Ammoniakutsläppens miljöskador i fjärrområdet blir därför mindre om utsläppen sker i t.ex. uppsvenska skogsbygder än om det sker i intensivt odlade slättbygder längre söder ut. Kvävenedfall torde öka virkesproduktionen i närområdet om detta lider kvävebrist (Eriksson & Johansson, 1993), vilket är normalfallet i nordliga skogar (Tamm, 1991). Däremot visar studier från bl.a. Nederländerna att kvävenedfall skadar skogen i områden som redan har hög kvävedeposition (Boxman et al., 1998). Ammoniakutsläpp har alltså en starkt negativ extern effekt om de sker i delar av Central-europa och kanske också i Sydsverige, medan

de är mindre negativa eller till och med positiva om de sker i uppsvenska bygder som domineras av produktionsskog utan speciella naturvärden.

Det finns alltså miljömässiga fördelar med en viss omfördelning av animalieproduktion norr ut och inåt landet. Dessutom är djurtätheten nu väsentligt lägre i bl.a. mellansvenska slättbygder och många skogsbygder än i vissa kustnära slättområden. Det bör i sammanhanget påpekas att djurtätheten på många ställen i Europa är väsentligt högre än i Sydsverige. I Götalands södra slättbygder finns det i genomsnitt 1,2 svin och 0,3 nötkreatur per ha jordbruksmark. I Danmark är motsvarande siffror 4,4 respektive 0,7 och i Nederländerna 6,7 respektive 2,1 (Egna beräkningar utifrån Jordbruksstatistisk årsbok, 2000). I de djurtäta länderna bygger köttproduktionen till stor del på importerat foder och gödseln separeras och transporteras i många fall till andra regioner för att undvika alltför höga gödselgivor. En bättre koppling mellan foderodling och animalieproduktion kan spara kostnader för både fodertransporter och gödselhantering. Lämplig lokalisering av djurhållningen kan vara ett kostnadseffektivt alternativ till långtgående och dyrbara åtgärder för att minska kväveutsläppen.

Faktorer som påverkar kväveförlusterna

De totala kväveförlusterna i animalieproduktionen bestäms av förlusterna i foderodlingen, foderomvandlingen och gödselhanteringen. Förlusterna i **foderodlingen** bestäms av följande:

1. **Kväveförluster per hektar av aktuella fodergrödor.** Utlakningen är i allmänhet högre från fodersäd än från vall och den är högre på lättare jordar än på lerjordar (Johnsson & Hoffman, 1996). Detta talar för att animalieproduktionen bör vara vallbaserad och lokaliserad till lerjordsom-

råden – alltså områden som i många fall har låg vallandel idag och där ökad vallodling skulle vara positiv ur växtföljds-synpunkt (Johansson, 1994). Utlakningen ökar med mängden tillfört kväve särskilt om givorna överstiger normala mängder. Vid överoptimala givor stiger utlakningen i snabb och accelererad takt (Bergström & Brink, 1986). Kväveutlakningen bestäms mera av mängden tillfört kväve än av om kvävet kommer från mineralgödsel, stallgödsel eller baljväxtbakterier. Så t.ex. har man funnit att utlakningen från klövervallar är av samma storleksordning som utlakningen från gräsvallar om kvävetillförseln via baljväxtbakterier respektive mineralgödsel är lika stor (Jarvis, 1992; Stout et al., 2000). Kväveverkan av stallgödsel och efterverkan av kväve från baljväxter är dock svåra att styra, varför risken för kväveleverans vid fel tid eller i för stor mängd är större för dessa kvävekällor än för mineralgödsel. Utlakningen är också väsentligt större då stallgödsel används än då enbart mineralgödsel används (Johansson och Hoffman, 1996). Ammoniakavgången är väsentligt större om kväve tillförs via stallgödsel (Jordbruksverket, 1999) än om motsvarande mängd tillförs med mineralgödsel (ECOTOC, 1994). Ammoniakavgången är också högre från baljväxtvallar än från gräsvallar (Andrén et al., 1990). Förlusterna av växthusgasen N_2O är större om stallgödsel används än om grödorna tillförs samma mängd kväve med mineralgödsel (Robertsson, 1991).

2. **Hektarskördarnas storlek och foderförbrukningen per kilo animalie.** Höga skördar och låg foderförbrukning bidrar till att det åtgår liten foderareal per kilo mjölk eller kött. Detta minskar de arealrelaterade kväveförlusterna per kilo producerade animalier. Vallen kan ge högre hektarskördar än fodersäd (SLU:s områdeskalkyler), vilket talar för vallbaserad köttproduktion i synnerhet som åtminstone långvariga

vallar också läcker mindre. Å andra sidan är foderåtgången per kilo djurtillväxt lägre i kraftfoderbaserad än i vallbaserad köttproduktion (SLU:s områdeskalkyler). Viktiga orsaker till den lägre foderåtgången i svin- och kycklingproduktionen än i nötköttsproduktionen är att en sugga och i synnerhet en kycklingmoder får flera avkomlingar per år än en ko samt att svin och i synnerhet kycklingar slaktas vid en lägre ålder än nöten. Båda dessa förhållanden minskar mängden underhållsfoder per kilo slaktdjur. Utveckling av effektivare vallfoderomvandlare skulle bidra till lägre kväveförluster. Får är intressanta i sammanhanget tack vare sin högre honliga fruktsamhet och lägre slaktålder än köttöt.

Förlusterna i **foderomvandlingen**, alltså hur stor del av tillfört kväve i form av protein, som utsöndras som träck och urin, beror på följande:

1. **Foderförbrukningen per kilo animalie.** Denna är som ovan påpekats generellt större i vallfoderbaserad än i kraftfoderbaserad produktion. Detta bidrar till att det blir mera kväve i gödseln i den vallfoderbaserade produktionen, vilket ökar förlusterna till miljön särskilt vid bristfällig stallgödselhantering. Genom djur med anlag för effektivt foderutnyttjande, lämplig utfodring och god stallmiljö kan foderåtgången per kilo produkt minska och kväveutnyttjandet förbättras i all animalieproduktion. Mängden kväve i träck och urin per kg producerad mjölk minskar med ökande mjölkavkastning åtminstone upp till 10 000 kg per ko och år (Gustafsson, 2001; SLU:s Databok för driftsplanering). I svinproduktionen kan foderutnyttjandet förbättras och kvävemängden minska i gödseln genom bl.a. Specifik Patogen Fri (SPF) uppfödning (Wallgren, 2000).
2. **Fodrets proteinhalt.** Det behövs tillräckligt med protein för att få en låg foderåt-

gång per kilo tillväxt. Enkelmagade djur som svin och fjäderfä behöver dessutom en tillräcklig mängd av var och en av ett antal nödvändiga aminosyror, som utgör proteinets byggstenar. Överskott av protein eller enskilda aminosyror leder emellertid inte till bättre tillväxt, men väl till ökad kvävemängd i gödseln. Proteinhalten stiger med kvävegödslingen åtminstone när denna överskrider en viss nivå både i vallfoder (Kornher, 1982) och fodersäd (Mattsson, 1988). Baljväxter såsom klöver, vilka skaffar kväve genom symbios med bakterier, har särskilt hög proteinhalt (Kornher, 1982).

Mjölproduktion baserad på proteinrikt vallfoder kan ge upphov till stora kväveutsläpp till följd av proteinöverskott. Överskotten är särskilt stora till sinkor och ungnöt som har ett lägre proteinbehov än mjölkande kor (Aarts et al., 2000). Kraftigt kvävegödslande beten som används för nötköttsproduktion ger stora kväveförluster både till vatten och luft (Scholefield et al., 1991). En viktig orsak är att den höga proteinhalten resulterar i kväverik urin, vars kväve till stor del förloras som ammoniak. Trots ammoniakförlusterna kan mängden växttillgängligt kväve, och därmed utlakningen, bli hög under urinfläckarna (Whitehead, 1995). Nötköttsproduktion baserad på ogödslande gräsvallar ger å andra sidan relativt proteinfattigt foder och små kväveförluster (Scholefield et al., 1991).

När det gäller svin och fjäderfä, som utfodras med relativt proteinfattig fodersäd plus kompletterande proteinfoder, är det lättare att skapa foderblandningar med lämplig proteinhalt. Genom komplettering med rena aminosyror samt fasutfodring förbättras möjligheterna ytterligare att förena god avkastning med relativt lågt proteinintag hos svin och fjäderfä (Paik et al., 1996 och Lenis & Jongbloed, 1999).

För att undvika proteinöverskott utan att samtidigt riskera produktionsbortfall

är det nödvändigt med foderanalyser. Fodrets proteinhalt kan nämligen avvika väsentligt från den förväntade i enskilda partier och enskilda år. Motsvarande gäller för halten av olika aminosyror. Dessutom är det naturligtvis nödvändigt med noggranna foderstatsberäkningar och exakt foderstyrning vid proteinsnål precisionsutfodring som förenar hög produktion med små kväveförluster.

Kväveförlusterna i **stallgödselhanteringen**, alltså hur stor del av kvävet i den färsk gödseln som förloras till miljön i stall, under lagring, vid spridning och efter spridning beror på följande:

1. **Gödselslag och nedbrukning.** Andelen kväve i den färsk gödseln som förloras som ammoniak i stall och under lagring är väsentligt större från djupströgödsel än från flytgödsel. Fastgödsel intar en mellanställning mellan djupströ- och flytgödsel när det gäller förluster i stall och under lagring. Flytgödsel har en hög andel ammoniumkväve före spridning varför ammoniakförlusterna kan bli höga vid spridning utan snabb nedbrukning. Höstspridning, i synnerhet av flytgödsel, på obevuxen eller höstsådd mark kan ge stor kväveutlakning särskilt på sandjordar. Vid bandspridning och nedbrukning inom 1 timme på våren kan å andra sidan kväveförlusterna vid spridning av flytgödsel bli mycket låga. Fastgödsel och i synnerhet djupströgödsel har låg andel ammoniumkväve varför spridningstid och snabb nedbrukning inte har lika stor betydelse för kväveförlusterna som i fallet med flytgödsel (Jordbruksverket, 1999).

Det är möjligt att väsentligt minska de eljest höga ammoniakförlusterna från djupströbäddar genom inblandning av torv i bädden (Jeppsson, 1999). Barkbäddar som används till t.ex. köttnot har förmåga att binda betydande mängder kväve och annan växtnäring (Öhrn, 1998). Erfarenhet

från Storbritannien tyder på att djupa bäddar av grov flis kan vara bra i strävan att minska vattenföroreningen från vintervisiten för kött djur (Anon., 2000).

2. **Spridningstidpunkt.** Förlusterna vid stallgödselspridning är lägst i vårbruket. På sandjordar i södra Sverige utlakas en mycket stor del av ammoniumkvävet vid höstspridning på obevuxen eller höstsådd mark. Förlusterna vid höstspridning är inte alls lika stora i mellersta och norra Sverige. De är heller inte lika stora om höstspridningen sker på vall. (Jordbruksverket, 1999).
3. **Jordart och klimat.** Vid höstspridning kan utlakningsförlusterna bli mycket höga på lätta jordar i södra Sverige med dess milda höstar och vintrar. Förlusterna vid sådan spridning är väsentligt mindre på styva jordar och i mellersta och norra Sverige (Jordbruksverket, 1999).

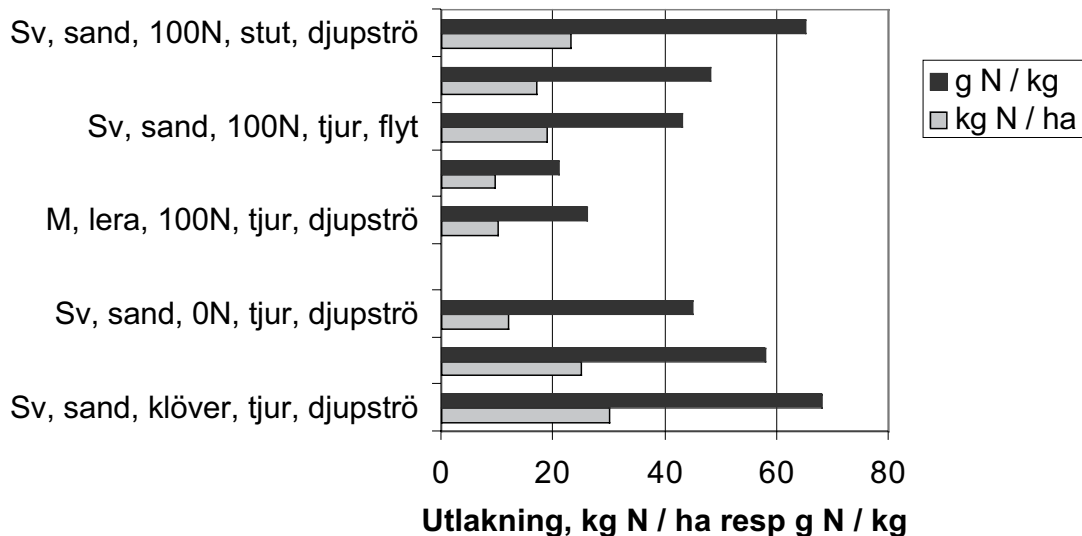
Kväveförluster i nöt- och grisköttproduktion

I figurerna 1–4 ges exempel på beräkningsresultat angående kväveutlakning och ammoniakförluster i nöt- och grisköttproduktionen. Hela kedjan foderodling, foderomvandling och gödselhantering är beaktad och resultaten anges både per ha foderareal och per kilo djurtillväxt. Figurerna visar att kväveförlusterna varierar inom vida gränser beroende på geografiskt läge, jordart, kvävetillförsel, proteinutfodring, djurslag och gödselhantering.

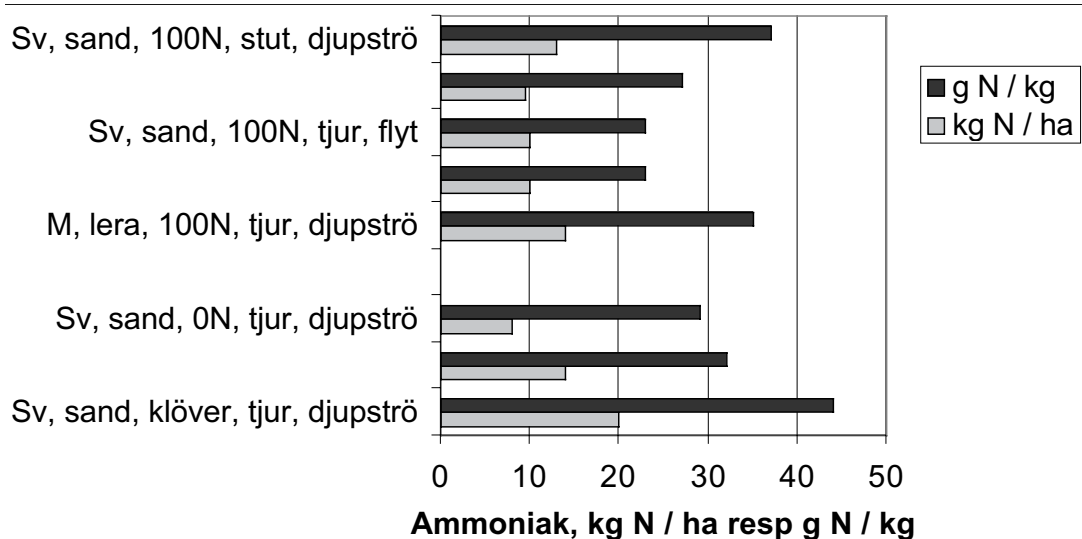
Bland andra följande slutsatser kan dras från figurerna:

1. Djupströ ger väsentligt större kväveförluster än flytgödselhantering i nötköttproduktionen. Genom inblandning av torv i djupströbädden kan man emellertid minska ammoniakförlusterna, vilket inte är beaktat i beräkningarna.
2. Stutar ger högre kväveförluster per kilo djurtillväxt men något lägre kväveförluster per ha än tjurar. Skillnaden kan förklaras av att stutarna har större foderåtgång per kilo tillväxt, vilket ger större foderareal och gödselmängd. De större utsläppen fördelas emellertid på en större areal, vilket minskar utsläppen per ha.
3. Kväveförlusterna från nötköttproduktionen stiger kraftigt då kvävegödslingen till vallar och beten ökar från 0 till 100 kg/ha. Störst är utsläppen då produktionen baseras på klöverrika vallar och beten, vilka fixerar mera än 100 kg N/ha och som dessutom ger ett mycket proteinrikt foder. Ökningen av kväveförlusterna vid ökad kvävetillförsel beror framförallt på högre proteinhalt i fodret, vilket leder till mera kväve i gödseln. Därför ökar kväveförlusterna vid ökad gödsling och ökad klöverandel särskilt mycket vid gödselhanteringssystem med stora procentuella kväveförluster.
4. Kväveutlakningen är väsentligt högre på sandjord än på lerjordar. Svinproduktion på sandjordar i sydvästra Sverige kan med hög proteinutfodring och hög andel höstspridning av gödseln ge mycket stor utlakning. Däremot påverkar jordarten inte ammoniakförlusterna.
5. Med avancerad teknik inkluderande fånggrödor i foderodlingen, multifasutfodring av blandningar som kompletteras med rena aminosyror och vårspridning med snabb nedbrukning av all gödsel kan man komma ned till en relativt låg utlakning även på sandjordar i sydvästra Sverige. Utlakningen per ha kan minska från 75 till 35 kg/ha om utgångsläget är odling utan fånggröda, ett fodersystem utan aminosyratillskott till både suggor och slaktsvin och spridning av halva gödselmängden på hösten. Samtidigt halveras ammoniakförlusterna.
6. Både nöt- och grisköttproduktion på lerjordar i Mellansverige ger låg kväveutlakning även vid relativt bristfällig proteinutfodring och gödselhantering.

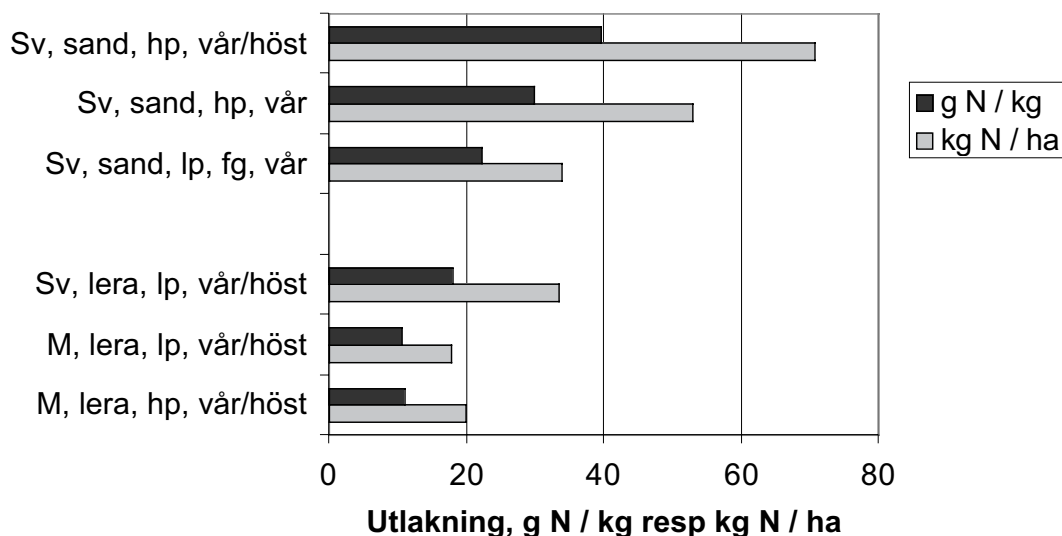
Figur 1. Kväveutlakning från dikobaserad nötköttsproduktion per kg djurtillväxt och per ha foderareal där också gödseln sprids. Sv = Sydvästra Sverige; M = Mellansverige; 0 N och 100 N = kvävegödning per ha betes- och slåttervall med gräs; klöver = betes- och slåttervall med klöver som ej kvävegödslas; djupströ = djupströgödning som sprids på hösten, flyt = flytgödning varav hälften sprids på hösten och hälften på våren med snabb nedbrukning. Stutar föds upp på grovfoder- och betesrik foderstat medan tjurarna föds upp på kraftfoderrik foderstat efter avväjning.



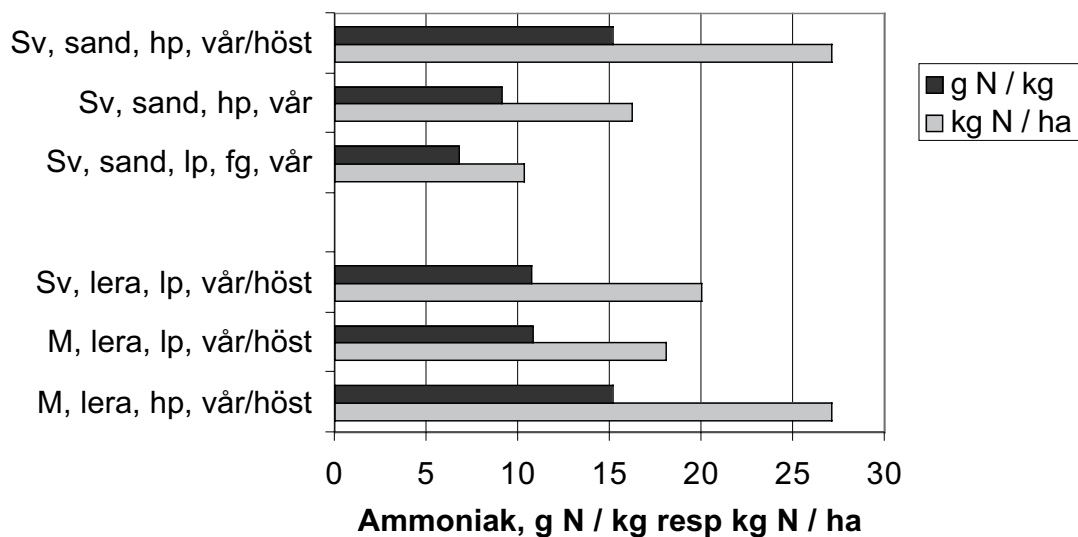
Figur 2. Ammoniakavgång från dikobaserad nötköttsproduktion per kg djurtillväxt och per ha foderareal där också gödseln sprids. Beteckningar enligt figur 1.



Figur 3. Kväveutlakning från integrerad svinproduktion per kg djurtillväxt och per ha foderareal där också gödseln sprids. Sv = Sydvästra Sverige, M = Mellansverige; hp = "hög proteinutfodring" med en foderblandning till suggor och en till slaktsvin under hela produktionscykeln, lp = "låg proteinutfodring" med lägre proteinhalt till sinsuggor och multifasutfodring till slaktsvin samt tillsats av rena aminosyror; vår innebär att all gödsel sprids på våren med snabb nedbrukning och vår/höst innebär att hälften sprids på våren och hälften på hösten med fördröjd nedbrukning; fg = fånggröda.



Figur 4. Ammoniakavgång från integrerad svinproduktion per kg djurtillväxt och per ha foderareal där också gödseln sprids. Beteckningar enligt figur 1.



7. Om inköp av stora mängder foder leder till stallgödselgivor större än grödornas behov kan utlakningen bli väsentligt större än vad figurerna visar särskilt på sandjordar. Beräkningarna bakom figurerna förutsätter att gödseln sprids på de arealer där fodersåden och grovfodret odlats.
8. Svinproduktion har lägre kväveförluster per kg djurtillväxt än dikobaserad nötköttproduktion. Däremot är utsläppen per ha större i svinproduktionen än i vallbaserad nötköttproduktion.

Lönsam miljövard möjlig

En del åtgärder för att minska kväveförlusterna och deras negativa miljöeffekter bör kunna genomföras med oförändrad eller till och med förbättrad lönsamhet med hjälp av företagsutveckling inklusive väl planerat samarbete mellan gårdar och lämplig lokalisering av produktionen. Detta illustreras med några exempel.

Kväveförlusterna i nötköttproduktionen kan minska kraftigt genom att basera den på ogödslade (eller svagt kvävegödslade) gräsvallar i stället för på högt kvävegödslade eller klöverrika vallar. Samma sak gäller uppfödning av rekryteringskvigor i mjölkproduktionen. I skogsbygder med billig mark och där man dessutom får miljöstöd för öppet landskap och biologisk mångfald kan uppfödning baserad på gräsvallar och -beten med låg eller ingen kvävegödsling vara företagsekonomiskt intressant. Däremot är sådan extensiv produktion inte ekonomiskt möjlig i områden med höga markkostnader. Där måste man driva fram höga vallskördar med höga kvävegivor eller hög klöverandel för att markkostnaden per kg grovfoder och bete inte skall bli för hög. Även vid sådan intensiv odling blir emellertid grovfoder- och beteskostnaden högre i sådana områden än i skogsbygder med låga markkostnader och miljöstöd. Det finns därför i många fall företagsekonomiska

skäl att omlokalisera nötköttproduktion från intensivt odlade slättbygder till extensivt odlade skogsbygder där kväveutsläppen blir mindre och dessutom gör mindre miljöskada. Av samma skäl kan det vara både företagsekonomiskt och miljömässigt fördelaktigt att extensivt odlade skogsbygdsgårdar föder upp rekryteringskvigor åt intensivt odlade mjölkgårdar på slätten.

I svinproduktionen kan multifasutfodring som bygger på egen foderberedning ha goda förutsättningar att bli lönsam i större svinbesättningar. Dels blir foderråvarorna något billigare i synnerhet vid höga proteinfoderpriser och egen fodersäd, dels leder den lägre proteinutfodringen till minskad urinmängd (Lenis & Jongbloed, 1999) och därmed till mindre flytgödsel att lagra och hantera. En proteinutfodring som fortlöpande anpassas till djurens behov bidrar också till god hälsa. Å andra sidan är multifasutfodring knappast lönsam i mindre besättningar där kostnaderna för egen foderberedning och avancerade utfodringsanläggningar blir hög. Även alternativet att köpa in och lagra flera olika foderblandningar för multifasutfodring blir dyr i små besättningar, bl.a. beroende på förlorade mängdrabatter.

SPF-svinproduktion har också goda förutsättningar att bli lönsam i många fall tack vare lägre dödlighet, kortare uppfödningstid och minskad foderåtgång. Dessa fördelar kan mer än väl uppväga ökade kostnader för att skapa och bevara patogenfrihet. SPF-produktion har särskilt goda förutsättningar i områden med relativt låg svintäthet där risken för återinfektion är mindre än i svintäta områden. SPF-produktion torde därför ha väsentligt bättre förutsättningar i t.ex. Mellansverige än i svintäta länder såsom Danmark och Nederländerna.

Svinproduktion på nu djurlösa spannmåls- gårdar med lerjord i bl.a. Mellansverige skulle medföra väsentligt mindre kväveutlakning än utökad svinproduktion i många redan svintäta regioner med lätta jordar. Samtidigt har

stallgödseln ett större företagsekonomiskt värde på gårdar som inte haft tillgång på sådan gödsel på många år än på gårdar där gödseln närmast är ett kvittblivningsproblem. Spannmålgårdar, som baserar sin uppfödning på egen fodersäd, kan också få billigare foder än gårdar som köper in fodret. Vid egen fodersäd sparas transportkostnader och handelsmarginaler. Om svinproduktionen på lerbjörddar i områden där kväveutsläppens miljöskada är ringa dessutom slipper dyrbara miljöskyddsåtgärder skapas ytterligare företagsekonomiska fördelar att expandera svinproduktionen i bl.a. Mellansverige. Vad som sagts för svin gäller också fjäderfäproduktion.

Referenser

- Aarts, H. F. M., Habekotté, B. & van Keulen, H., 2000b. Nitrogen (N) management in the "De Marke" dairy farming system. Nutrient cycling in agroecosystems 56: 231–240.
- Ambio, 23 (1994), 319–386. Special issue about wetlands and lakes as nitrogen traps.
- Andrén, O., Lindberg, T., Boström, U., Carlholm, M., A.-C., H., Johansson, G., Lagerlöf, J., Paustian, K., Persson, J., Pettersson, R., Schnürer, J., Sohlenius, B. & Wivstad, M., 1990. Organic carbon and nitrogen flows. *In* "Ecology of arable land – organisms, carbon and nitrogen cycling" (O. Andrén, T. Lindberg, K. Paustian & T. Rosswall, eds. 40, 86–126). Copenhagen.
- Anon., 2000. Woodchip corrals are winter winner. Farmers Weekly 1 December 2000, sid 50.
- Arheimer, B. & Brandt, M., 1998. Modelling nitrogen transport and retention in the catchment of Southern Sweden. Ambio 27 (6): 471–480.
- Ashman, W. A. H., 1998. Factors influencing local dry deposition of gases with special reference to ammonia. Atmospheric Environment Vol. 32, No. 3, 415–421.
- Bergström, L. & Brink, N., 1986. Effects of differentiated applications of fertiliser N on leaching losses and distribution on inorganic N in the soil. Plant and Soil 93: 333–345.
- Boxman, A. W., van der Ven P. J. M. & Roelofs J. G. M., 1998. Ecosystem recovery after a decrease in nitrogen input to a Scots pine stand at Ysselsteyn, the Netherlands. Forest Ecology and Management 101: 155–163.
- ECETOC (European Centre for Ecotoxicology and Toxicology of Chemicals) (1994) Ammonia emissions to air in Western Europe. Technical report 62. Brussels
- Eriksson, H. & Johansson, U., 1993. Yields of Norway spruce in two consecutive rotations in southwestern Sweden. Plant and Soil 154: 239–247.
- Gustafsson, A. H., 2001. Högre kväveeffektivitet i mjölkproduktionen genom ändrad utfodring – vad är möjligt att uppnå. Svensk Mjölk Forskning. Rapport under publicering.
- Jarvis, S. C., 1992. Nitrogen cycling and losses in clover based pastures. Herba 5: 56–59.
- Jeppsson, K.-H., 1999. Volatilization of ammonia in deep-litter systems with different bedding materials for young cattle. J. Agric. Engng. Res. 73: 49–57.
- Johansson, H. & Hoffman, M., 1996. Normalutlakning av kväve från svensk åkermark 1985 och 1994. Ekohydrologi 39. Avdelningen för vattenvårdslära. Sveriges Lantbruksuniversitet.
- Johansson, W. 1994. Kolbildning och kolflöden vid odling. Rapport till Stiftelsen Lantbruksforskning. Avdelningen för hydroteknik, Sveriges lantbruksuniversitet. Uppsala.
- Jordbruksverket, 1999. Växtnäringsprogrammet STANK, version 4.0.
- Kornher, A., 1982. Vallskördens storlek. Grovfoder 1. Sveriges Lantbruksuniversitet.
- Lenis, N. P. & Jongbloed, A. W., 1999. New technologies in low pollution swine diets: Diet manipulation and use of synthetic

- amino acids, phytase and phase feeding for reduction of nitrogen and phosphorus excretion and ammonia emissions. *Asian-Australian Journal of Animal Science* 12 (2): 305–327.
- Mattsson, L., 1988. Mindre kvävegivor – inverkan på skörd, ekonomi och kvävebalans. Fakta mark – växter nr 4. Sveriges Lantbruksuniversitet.
- Paik I. K., Blair R. & Jacob J., 1996. Strategies to reduce environmental pollution from animal manure: Principles and nutritional management – a review. *Asian-Austr J Anim Sci* 9(6): 615–635
- Robertsson, K., 1991. Emissions of N₂O in Sweden – Natural and Anthropogenic sources. *Ambio* 20 (3–4): 151–155.
- Scholefield, D., Lockyer, D. R., Whitehead, D. C. & Tyson, K. C., 1991. A model to predict transformations and losses of nitrogen in UK pastures grazed by beef cattle. *Plant and Soil* 132: 165–177.
- SLU, 2000. Områdeskalkyler och Databok för driftsplanering. www-agriwise.slu.se
- Stout, W. L., Fales, S. L., Muller, L. D., Schnabel, R. R. & Weaver, S. R., 2000. Water quality implications of nitrate leaching from intensively grazed pasture swards in the north-east US. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 77: 201–210.
- Sutton, M. A., Milford, C., med fler, 1998. Dispersion, deposition, and impacts of atmospheric ammonia: quantifying local budgets and spatial variability. *Environmental Pollution* 102, S1 (1998) 349–361.
- Tamm, C. O., 1991. Nitrogen in terrestrial ecosystems. *Ecological studies*, 81. Springer-Verlag Berlin, Heidelberg, New York, London, Paris, Tokyo, Hong Kong and Barcelona
- Törner, L., 2001. Tolkning av nyckeltal i växtodlingen. *Odling i Balans*. Vallåkra.
- Wallgren, P., 2000. Etiska, ekologiska och ekonomiska synpunkter på sjuklighet bland grisar i Sverige. *Svensk Veterinärtidning* 52 (13): 658–694.
- Whitehead, D. C., 1995. Grassland nitrogen. CBA International. Wallingford, UK.
- Öhrn, S., 1998. Nötkreatur på barkbädd, examensarbete nr 110, Avdelningen för växt-näringslära, SLU.

Frågor till Karl-Ivar Kumm

Agr. dr Markus Hoffmann: Det här med att flytta djur till slätterna i Mälardalen kommer upp som en idé lite då och då. Det har gjorts grova beräkningar av att minskar man antalet djur i Sydsverige så minskar kväveutlakningen där och belastningen på havet precis som Du säger. Men man får tänka på att för varje djur som vi sätter i Mälardalen så ökar vi kvävebelastningen på Stockholms skärgård, inte med lika många ton som vi minskar i Skåne men med ganska mycket ändå. Så det kanske inte är mest en agronomisk fråga utan en fråga för havsforskarna. Belastar man ett instängt havsområde med dålig vattenomsättning med mycket kväve då blir det kanske värre än att belasta ett öppet kustområde som vid sydkusten. Innan vi börjar tänka tanken djupare att flytta djur så måste havsforskarna kommentera vad effekten blir i bassängen i Stockholms skärgård jämfört med vattensystemen i Sydsverige.

Herr Karl-Ivar Kumm: Samtidigt är de mellansvenska lerslätterna ett ganska stort område. En stor del av dem ligger ganska långt från Stockholms skärgård.

Diskussion

Agronom Jan-Olof Sannö: Jag har fått möjligheten att presentera lite grand av Life ammoniakprojektet som vi driver vid SLU i Skara. Syftet är att demonstrera möjligheterna att minska ammoniakavgång från mjölkproduktionen. Som vi har hört antydast av olika talare idag, går det genom förändring av foderstaten, att använda bästa teknik för inredning och ventilation, gödselhantering och gödselrutiner samt övergång till flytgödselhantering med lagring i täckt behållare. När man gick in i projektet så hade man en målsättning att öka fodereffektiviteten, minska ammoniakavgången till luften och få högre totalt kväveutnyttjande på gården. Målsättningen var att minska förlusterna med 50% totalt sett.

Vi arbetar i ett gammalt stall med uppbyggda djur i långbås och fastgödselhantering. Det är fråga om 42 kor. Stallet har använts framför allt av veterinärerna att göra olika typer av försök. Sista tiden före ombyggnaden användes den för s.k. ny ”teknikprovning” och jag skall visa på ett par detaljer här senare. Projektet är delvis EU-finansierat och startade 1999. Första året var ett referensår där man, med hjälp av JTI, gick in i miljön och tittade bl.a. på avgång av ammoniak till luften, från lagring och spridning av gödsel. Sommaren 2000 byggdes ladugården om till kortbås med flytgödselhantering och sedan är framför allt foderbordet utformat så att vi kan göra utfodringsförsök. Vi har gödselrännan, som lutar ut, en urindränering och en skruv som ligger nere under urindräneringsplattorna så vi tar ut urinen separat ur stallet. Vi blandar det inte i någon tvärkanal. Ny teknik – gummi-spalt som ligger i änden på kortbåset som gör att urinen dräneras snabbt. Vi har dessutom

renare kor på det viset. Utanför stallet har man byggt upp ett biofilter. Det är baserat på i huvudsak skogsflis, och det har visat sig vara väldigt effektivt. Sedan är det täckning av gödselbehållare. Vi använder oss av Henriells spridare. Spridaren väger 31 ton fullastad så här kan vi nog ha ett problem med jordpackning.

Hittills har vi kommit halvvägs in i projektet. Vi har reducerat ammoniakemissionen från stallet med 20%. Koncentrationsgraden i stallet har minskat från ungefär 8 till 2 ppm. Vi har ingen ammoniak i utgående luft efter biofiltret. Det är intressant. Det innebär att vi har ingen lukt från stallet heller. Institutionerna tittar på olika sätt att klassificera renheten på korna. Vi ser också bättre klövhälsa. Vi värkar klövarna tre gånger per år. Täckningen har inneburit 90% reduktion av avgången från gödsellagring. Vid gödselspridningen hade vi släpplang i växande höstvetete. Förlusterna uppgick till 16% jämfört med 50% vid spridning av fastgödsel och 25% avgång vid spridning av urin föregående år. Jag tar inte bort allt från stallet och jag räknar med att vi har en viss förlust på betet så lite grand kvarstår att göra men det är en kraftig förbättring av resultatet.

Herr Bruno Nilsson: I det projekt som Stiftelsen Svensk Växtnäringsforskning stödjer, och som Thord Karlsson och Karl-Ivar Kumm arbetar med, är det yttersta syftet egentligen att komma fram till en lista med praktiska handlingsalternativ och anvisningar hur man skall gå till väga för att minimera kväveförlusterna i hela kedjan foderomvandling till gödselhantering. Det var t.o.m. så att i det utsända pro-

grammet var det några frågor formulerade. Kvalitén på det projektet som Karl-Ivar och Thord håller på med är nu helt beroende på vilka svar som auditoriet kommer att lämna på de här fyra frågorna.

Herr Göte Bertilsson: Mitt ämne kanske är lite skruvat i förhållande till de här frågorna. Det diskuterades tidigare N_2O förluster och handelsgödseltillverkning. Frågan är av lite större principiellt intresse. Hur skall vi få en miljöstyrning? Vi kan nämligen göra något åt de här förlusterna. Det är en stor investering, men man har också stora produktionsvolymerna så det stör inte ekonomin så mycket. Någonstans skall det komma fram en signal. I framtiden behöver inte de här siffrorna bli så stora. Men hur får vi en miljöstyrning på hela kedjan inte bara handelsgödsel utan det är viktigt med alltsammans.

Fil. lic. Christel Cederberg: När det gäller handelsgödselutsläppen vid industrin så är fördelen med alla klimatgaser att de kan räknas om i en enhet och att man kan jobba med dem globalt. Vi vet alla att Kyotoprotokollet har gått i stå. Man har knappt kunnat komma överens ens om mycket små minskningar. Så det här är en stor politisk fråga och långt över svensk nivå. Men om man skulle titta på kostnaderna för att plocka bort det här blir handel med utsläppsrättigheter en stor sak framöver. Det bygger på att man skall plocka bort koldioxiden där det är som billigast. Jag kan tänka mig att är det så att den marknaden fungerar så skulle man kunna tänka sig att en fabrik som producerar handelsgödsel och släpper ut lustgas, plockar bort detta och kan sälja sina utsläppsrättigheter. Därmed får man ett pris på den satsningen och systemet kan komma igång. Innan dess tror jag inte att det är aktuellt. Det är möjligt att det är bättre och billigare att ändra kolförbränningen än att plocka bort koldioxidekvivalenterna vid handelsgödselproduktion. Jag tror att när det gäller klimatgaserna så kommer handel med

utsläppsrättigheter och de billigaste åtgärderna först.

Herr Bruno Nilsson: Jag tycker vi skall borra lite grand i frågan för det är en övergripande fråga. I grunden så handlar detta med utsläppsrätt egentligen om att sätta pris på en produktionsfaktor, hantera detta med koldioxid och koldioxidekvivalenter och i och för sig vilket utsläpp som helst på samma sätt som man hanterar prissättningen på andra produktionsfaktorer. Är det lösningen på problemen?

Herr Robert Francke: Jag tycker det är en självklarhet att man går på de här åtgärderna som förbättrar miljön. Miljön är ett internationellt problem så jag tycker att det för de allra flesta borde vara en självklarhet att man sätter in åtgärderna där man når de bästa resultaten för de minsta insatserna.

Växtodlingsrådgivare David van Alphen: När man tar hö så är proteinoptimeringen 180 gram för att inte missa energin. Jag vågar inte vänta till 140 gram.

Agr. dr Anders H. Gustafsson: Jag skulle vilja säga att hygienisk kvalitet som ett generellt begrepp är något missad. Vi har naturligtvis inte missat den. I den konventionella bevakningen av foderkvalitéer, fodervärdering och rådgivning kring detta, har vi haft uppe frågan länge ur vanlig produktionsekonomisk synvinkel. Att också beakta den och inkludera den när det gäller miljökonsekvenserna och näringsflöden tycker jag känns relevant. Jag tror att det skulle vara bra att satsa mer resurser på fodervärdering i allmänhet i alla fall till idisslarna. Jag känner inte till den på svin. De har nog bättre kontroll än vad vi har på idisslarna.

När det gäller balansen mellan energivärde och proteinhalt eller kväve i vallskörden är det naturligtvis ett problem. År 2000 hade vi problem just med den hygieniska kvalitén, vil-

ket gjorde att vi fick parera mellan kraftfoder och vallfoder. Det var inte så att det var uruselt, men det var inte bra. År 2001 har man det problem som du tar upp nämligen att skörden ägde rum vid lite väl hög råproteinhalt. Man hade inte nerver riktigt att vänta och antagligen gjorde man rätt för att det kom sämre skördeväder sedan. Väntar man tills man får riktigt dåliga skördeväder så kan man stå där med sin perfekta råproteinhalt. Detta är svårt. Det är en balansgång mellan vanligt sunt bondförnuft kopplat till ekonomi och att klara av ytterligare parametrar. Om man i allt detta glömmer bort hygieniska kvalitén så skjuter man sig i foten. Men jag vill ändå säga att när det gäller råproteinhalten i vallfoder kan man göra en del. Man kan minska gödslingen lite grand. Man kan titta inte bara på balansen mellan vallväxter och gräs utan också mellan sorter av vallväxter och sorter av gräs. Där är det flera intressanta projekt på gång på t.ex. Kungsängen i Uppsala till viss del EU-finansierade.

Fil. lic. Christel Cederberg: Jag håller med när det gäller foderomvandlingen hur vi skall utnyttja fodret och kunskapen. Det känns som om den inte har fått lika mycket uppmärksamhet som stallgödselhanteringen. Vi har trots allt jobbat mycket med tekniska system. Jag tycker dock det är fel att man plockar ut enstaka saker för vad vi har är en bristande helhetssyn. Vi håller på med husdjursuppfödning för sig och växtodling och foderproduktion för sig. Idag används 80% av den svenska arealen för att producera foder. Vi måste se samspelet mellan foderproduktion, fodret och hur stallgödsel kan tas om hand på ett annat sätt än vad som görs idag. Vi kan inte se helheten och analysera den tillräckligt bra.

Herr Bruno Nilsson: Hur skall vi göra?

Forskare Börje Lindén: Jag tänkte gå vidare med stallgödselhantering utifrån vad Leif Knudsen sade om att i Danmark har man

styrts över från höstspredning till vårspridning. Likaså sade Bertil Albertsson att det har man försökt i Sverige också och lyckats bra med. Men ofta är det så att när man gör en sak så händer någonting annat i andra änden som inte är så bra. Nu är det så att om vi sprider stallgödsel på våren så får vi en frigörelse av kväve från den organiska delen av stallgödseln eller den mikrobmassa som har bildats ganska sent under växtsäsongen och kanske under hösten. Sprider vi på våren så får vi ökad kväveutlakning på hösten. Inte genom dåligt utnyttjande kanske, utan just genom denna ökade kvävefrigörelse. Det innebär att då måste vi styra om växtföljden så att vi garderar oss för detta. Efter stallgödselspridningen på våren är det angeläget att man har någonting som växer på hösten, t.ex. att så in en fångröda, så in en vall eller höstraps som också tar upp mycket kväve på hösten.

En annan sak med höstspredning som Bertil Albertsson sade är att man vill få bort spridning av stallgödsel sent på hösten. Men då har man tänkt sig att detta kunde gå relativt sent på hösten. Nu har det visat sig i en ny undersökning att av det ammoniumkväve som man tillför med stallgödsel bildas nitrat på kort tid. Är det +10°C så går det på 14 dagar och allt ammoniumkväve är borta. Även vid +4°C så går det fort. Man måste gå ner till nära 0 grader för att få stopp på detta och därför är hösten ingen lämplig spridningstidpunkt alls.

Agronom Tomas Kjellquist: Jag skulle vilja knyta an till det Christel Cederberg sade, för jag tror att vi saknar ett forum som har helhetssyn. Om man inte har helhetsbilden växtodling – utfodring så är det svårt att värdera om något är rätt eller fel. Fast jag har inget svar på hur detta forum skall se ut.

Herr Sigvard Thomke: Anders H Gustafsson efterlyste indirekt en kommentar vad gäller de enkelmagade djurslagen. En önskan som jag kanske skulle framföra i det här sammanhanget är att man tittade mer på foderkvali-

tén än på spannmålsproteinkvalitén. Den var betydelsefull på 1970-talet. Man fokuserade förädlingen vad gäller korn på högproteinfodrets kvalitetsegenskaper. Det här har glömts bort genom att tiden har gått och alternativa proteinkällor har stått till förfogande. Ser man det här retrospektivt så hade det inte varit så tokigt om den här högprotein-kvalitetsförädlingen hade kunnat fortsätta för det är de s.k. föroreningsegenskaperna och överskottsprotein som är ett bekymmer och från den synpunkten skulle man ta sig en funderare på nytt om den här förädlingsatsningen.

Agr. dr Leif Göransson: En annan fråga som också är intressant för helheten som vi måste beakta är landets grisar. Vi överutfodrar grisarna idag, inte bara med protein, utan även med aminosyror. Det är en rådgivnings-sak egentligen. Man får inte tillbaka i plånbo-ken den insats som man gör i form av aminosyror. Vi har en avtagande utbyteskurva. Det gäller i stort sett för alla näringsämnen och det gäller var vi skall ligga där både vad gäller ekonomi och miljö och där finns mycket att hämta.

Sven Klint: Lokaliseringen kan man se både i stort och i smått. Det är att både vilja ha kakan och äta den. Samtidigt som vi behöver de stora enheterna för att ha en rationell djur-drift och klara oss genom olika konkurrens-situationer så är det klart ett ökat problem att det blir för mycket stallgödsel på för små arealer. StallgödseIn tål inte spridning på längre bort liggande arealer av transporttekniska skäl. Det blir för dyrt att köra iväg den långt. Det ökar någon krona per kubikmeter för varje hundratal meter som transportören och spridaren skall köra. Så det som skulle behövas är att kunna utvinna en koncentrerad kväveförening som kunde transporteras. Hur man skall få fram den har jag inte svaret på, men jag skickar frågan vidare till er som är forskare.

Fil. dr H B Wittgren: Det som jag har tänkt på när man räknar på vad som är lönsamt, mindre lönsamt och olönsamt när det gäller lokaliseri- ng är att man utgår från dagens stödsys- tem. Man har redan försökt att omforma den gemensamma jordbrukspolitiken i miljömäs- sig riktning och EU-kommissionen hade väl för några år sedan ett förslag som var betyd- ligt radikalare än vad det senare blev på grund av motstånd från vissa europeiska länder. Men det finns ganska starka krafter som arbe- tar för att successivt omforma dagens euro- peiska jordbruksstöd till mer av ett miljöstöd och ett landsbygdsstöd. Det skulle vara in- tressant att höra något av dem som har talat idag, t.ex. hur det som Karl-Ivar Kumm talade om blir möjligt att genomföra om man ändrar på CAP i den riktningen.

Herr Bruno Nilsson: Behöver vi inte sopa rent framför egen dörr, eller är det så att det är för tätt nere i Holland och Belgien så vi själva kan sitta i lugn och ro?

Herr Lars Törner: Det här att se helheten är angeläget. Vi har en stor resurs i stallgödsel- volymen. När den skall över till växtodlingen så är det ett dilemma att med våra ganska kortlivade grödor få ett snabbt utnyttjande. Min ena fråga är – var någonstans står vi, det gäller JTI, SLU, i biogassatsningen, att på nå- got vis göra delvis som i Danmark. Vi lånar in stallgödsel, plockar ut energifraktionen och får kvar en produkt med egentligen ökad andel lätt växttillgänglig näring. Karl-Ivar Kumm tog en foderproduktion och förde sedan till- baka stallgödselvolymen till samma kornare- al. Där skulle jag vilja att man på något vis ser det här mer i ett växtföljds-perspektiv. Var i vår växtföljd får vi ökad förutsättning att dra nytta av stallgödseInns kväveinnehåll? Stall- gödsel till vårspannmål i södra Sverige? Stall- gödsel till en sockerbetsgröda skulle kunna ha lett till att du hade fått en mindre mängd kväve kvar. Ingen har egentligen nämnt majs- grödan. Jag vet i alla fall att den har diskute-

rats ibland om vi kommer ut på vall/mjölkgårdar. Det är inte enkelt att få ut ett effektivt utnyttjande med flytgödseln in i vallgrödan. Men vi skulle kunna få ett bättre utnyttjande om vi hade med majsens som en grovfodergröda.

Herr Karl-Ivar Kumm: Jag har antagit att foder odlas på samma ställe som stallgödseln sprids på. Det är inte att man köper stora mängder foder och koncentrerar på en liten areal för då kan utlakningen bli större än vad som framgår av mina figurer. Därmed är inte sagt att all denna stallgödsel sprids i sådana mängder att den ger en normal utlakning på den aktuella jordarten i det aktuella området. Det går säkert att genom en lämplig placering av gödsel att få ner den lite grand. Men jag tror fortfarande att om det blir för mycket gödsel på en begränsad areal så blir det större utlakning. Samma sak att det blir större utlakning på lättare jordar med varma höstar än vad det blir på lerjordar lite längre norrut.

Frågan om det med EU:s framtida stöd får man intrycket av att biologisk mångfald och öppet landskap i skogsbygder kommer att prioriteras relativt sett. De generella areal- och djurstöden och att t.ex. producera slaktungöt och rekryteringskvigor i skogsbygder kommer i ett ännu bättre läge än vad det är idag. Det här med EU-stöd vill jag fråga Bertil Albertsson, som har beräkningar fram till år 2020, hur olika åtgärder skulle kunna tänkas minska kväveläcket? På bortåt 20 års sikt kan saker och ting förändras i överraskande riktningar och ganska snabbt. Min fråga är den ekonomiska hållbarheten i det paket som du har, om det skulle bli sådana politiska prioriteringar att miljöstödet, fånggrödor etc. skulle minska. Därtill skulle den globala livsmedelsförsörjningen kunna bli sådan att det blev brist på mat i världen. Kineser och andra börjar äta mer kött, världsmarknadspriserna stiger på jordbruksprodukter så det gäller att få en högre avkastning. Att dra bort areal ur jordbruksproduktionen som väl ingick som

en del i programmet är då inte aktuellt längre. Vid sådana förändringar av miljöstöd och förändring i den globala livsmedelsproduktions-situationen – vilka av dina åtgärder är ekonomiskt hållbara och vilka är det inte?

Herr Bruno Nilsson: Jag vet att vi har några praktiker i bänkarna här också och det kunde vara roligt att få höra lite kommentarer från er sida. Vilka åtgärder är praktiskt och ekonomiskt genomförbara? Skall vi göra som i Danmark som Leif Knudsen berättade om tidigare, byråkrati och regelstyrning?

Agr. dr Anders H. Gustafsson: Det handlar naturligtvis om en hel kedja och det har vi sagt både jag och många andra från början. Men vi måste jobba med delarna i detta för att komma framåt. Då tänker man på begränsningarna med vallfoder som vi har pratat om alldeles nyss och vad finns det för alternativa fodermedel? Sigvard Thomke tog upp spannmål. En möjlighet för att komma någon vart med idisslarna är att hitta alternativa grödor och då är det just majs som är en möjlighet. Den har dock sin begränsning när det gäller klimatet och då vill jag höra om det finns några nya sorter. Jag vet att majsens har ökat i södra Sverige. En variant på helsädesensilage är vanlig konventionell spannmål. Den har vi utfodrare erfarenhet av sedan länge. Den har dock problemet att den har för lågt energivärde till högmjölkanande djur. Men det är kanske en fråga till er i växtodlingen. Har det kommit några nya material där?

Ett påstående är att vi kan för lite om fodervärderingen på det området och där är något på gång nu. Men jag tycker att det görs alldeles för lite och det är också ett frågetecken för majsensilage, om det är bra eller inte. De möjligheterna finns, majsensilage i söder och helsädesensilage norrut. Där är som sagt frågetecken vid fodervärderingen som vi behöver forska mer på. Till er växtodlare, vilka möjligheter finns det? Finns det nya sorter?

Agronom Bertil Albertsson: Hur vi skall åstadkomma en minskad utlakning är en svår fråga men vi jobbar med den på olika kanter. Miljöstöd är en sak att styra med, men de är inte evärdeliga. Skall vi se till det som består längst av generella stöd; arealstöd och miljöstöd, så tror jag att miljöstöden är mest långlivade. En satsning på fånggröda och vårbearbetning kan hålla ganska länge. Jag har dock inga garantier för tiotal år framåt. De påverkar i alla fall inte skörden negativt i någon nämnvärd grad. Det slår inte krokben för ett ökat behov av livsmedel. Att ta mark ur produktion kan komma i en helt annan situation om efterfrågan blir annorlunda. Efterfrågan är heller inte så lätt att förutse. Regler kan man skapa, men politiska majoriteter kan växla. Sunt bondförnuft och en varsamhet mot naturen tycker jag låter väldigt bra i alla fall. Vi måste dock få ett innehåll i det. Min syn på den saken är att jag tror att det skulle vara välgörande för helheten om vi kunde bedriva en odling med något lägre generell intensitet än vad vi har idag. Hur skall vi åstadkomma detta? Ja risken är att vi hamnar i ett byråkratiskt system. Det är inte bra. Det är inte enkelt, men rent principiellt så tilltalar det mig i alla fall en utveckling åt det hållet att nå en ännu högre effektivitet i växtodlingen och utnyttja stallgödseln ännu lite bättre. Det kanske inte är rätt det vi säger att det skall vara si eller så många djurenheter per ha enligt regelverket. Vi kanske inte skall ligga på den nivån. Det kanske inte är det bästa totalt sett för miljön. Det kanske är någon annan nivå. En viss ödmjukhet i det avseendet tror jag också är välgörande.

Herr Robert Francke: Jag har varit i den situationen att bestämma om vi skulle bygga en mjölkkladugård som idag har 250 kor. De faktorerna är en blandning av ekonomiska och miljömässiga faktorer som vi hade att ta hänsyn till. Vi ligger i mellanbygden i Sörmland att det var en lämplig lokalisering, för vi har förhållandevis bättre förutsättningar för produktion av grovfoder än av spannmål. Vi har

styva jordar. Vi ligger långt från tätort, vilket är förhållandevis viktigt, för man får bekymmer med luktbesvär och annat. Det fanns ett kunnande i trakten. Det är tradition att syssla med mjölkproduktion. Vi ville behålla det öppna landskapet och vi låg förhållandevis långt från Östersjön. Dessutom är det viktigt att inte ligga för långt ifrån det stora konsumtionscentrum som Stockholmsområdet utgör. Det var de synpunkter som var avgörande för vår lokalisering.

Lantmästare Göran Olsson: Jag funderar om vi ligger rätt i produktionen av protein. Såvitt jag vet överkonsumerar protein i ganska stor omfattning i det här landet. Vi jagar protein i brödsäd och vi jagar tillväxt i slaktsvin och annan köttproduktion. Jag känner det som att ibland driver vi bönder upp det till en nivå som kanske är onödigt hög. Leif Knudsen visade ett diagram över att vi hade ett överskott på 40–45 kg N och danskarna hade 300 kg N i överskott. Behöver vi bry oss om det som lantbrukare? Den tanken kommer givetvis upp när man ser siffrorna. Det är klart att vi skall dra vårt strå till stacken. För att vi skall göra det så tror jag att det är alldeles nödvändigt att vi får ett system på gårdsnivå med den stora risken att vi hamnar i samma byråkrati som danskarna med sin miljöplan o.s.v. Men jag tror att det är alldeles nödvändigt att det ligger på gårdsnivå så att jag som lantbrukare påverkar mitt resultat och får kredit för det jag gör. Med tanke på att vi har ett land där lantbrukarna arbetar under så oerhört vitt skilda förhållanden som vi gör i södra och norra Sverige så tror jag att det är gårdsnivå som gäller. Tyvärr finns riskerna för att vi får ett byråkratiskt system. Men det måste vi lösa på något vis.

Agronom Lena Rodhe: Jag skulle utifrån gödselstacken se på helheten. Om man ser på foder så hamnar mycket foderrester på gödselplattan. Det är förluster, resurser som inte har utnyttjats ens i produktionen. Styrning av

råproteininnehåll i foder och aminosyresammansättning kan innebära stora möjligheter. Men hur är det med styrningen på gården? Många har fortfarande volymdosering när de blandar foder. Där blir kanske fel om man räknar om till viktsenheter. Det finns också variationer i partierna med innehållet att det i framtiden skulle kunna behövas lite mer mätning för att kunna styra blandningarna. Likaså är det väl så att de färdiga foderblandningarna har en rätt stor variation kanske delvis på grund av separationer under transport att de är ± 0 i måtnoggrannhet i analysinnehåll. Ingen kedja är starkare än dess svagaste länk. Det skulle vara intressant att se när man kan tillämpa de här foderstaterna med stor säkerhet.

Fil. lic. Christel Cederberg: Jag skulle bara ge en kommentar till stödsystemen i Europa. Generellt kan man säga att idag är det framför allt mjölk och nötköttsproduktionen som får benefit av stödsystemet. Helt klart är att det driver fram en produktion i Europa som man kan ifrågasätta. Skall vi producera så mycket animalier i EU:s jordbruk över huvud taget? Det bygger väldigt mycket på importerat proteinfoder och export av spannmål. Alla djursystem strävar till stora mängder foder på liten areal nu. Det är bara att titta på vilket land som helst. Det blir mer och mer specialisering och större och större enheter med djur och då måste man utnyttja arealerna fullt ut så det strävar inte mot att man har en balans mellan foder och gödsel på samma areal utan man köper in areal. Europas jordbruk köper in areal i form av proteinfoder i stor skala. Jag vill hålla med Göran Olsson om att vi kanske har ett proteinöverskott. Vart leder de internationella förhandlingarna på klimatområdet? Man kommer egentligen ingenstans. Vad som krävs är kanske en halvering av växthusgaserna till 2050. Då tror jag att det kommer att krävas att vi konsumerar mindre animalier. Vi äter mer protein än vad vi behöver och då ligger Sverige ändå ganska hyfsat till. Både i Dan-

mark och Tyskland har man en högre köttkonsumtion. Man kan fråga hur rättvist det är från en global synpunkt eftersom den för med sig utsläpp av växthusgaser.

Sven Klint: Jag tror väl egentligen att vallen är en ganska bra gröda. Bertil Albertsson kanske kan säga ja eller nej till det sedan. Det är när man bryter vallen som den är besvärande. Den är en bra kvävefångare eftersom den har en lång eller flerårig vegetationsperiod. Det finns ingen annan gröda som har det. Vallbrottet är egentligen ett problem tycker jag. De frågor som inte har belysts och som jag känner för är förlusterna som vi har innan vi har gödseln i bassängen. Det har fokuserats mycket under ett antal år på spridningstiden, men det finns mycket att hämta på vägen från djuret till spridningen. Det gäller att fokusera på de vinster som finns att hämta i annan teknik och inte som lagförslag. Det är det som kan leda frågan framåt och det andra blir bara irritation egentligen. Det är viktigt att man hittar ekonomiska argument som lockar fram ny och bättre teknik.

Fil. dr Hans-Bertil Wittgren: Jag tänkte anknyta till att man ville ha en starkare koppling till gårdsnivå. Vi hade tidigare idag uppe behovet av en mångfald av miljöindikatorer. Jag tror att projektet Greppa näringen kommer att ta fram en bra uppsättning miljöindikatorer som gör att det är möjligt att bli mer gårdsnära i de krav som man ställer på jordbruket och som ger en god bild av hur man uppfyller miljökraven på gården.

Forskare Börje Lindén: Först en kommentar till Sven Klint. Du nämnde vallen som ett problem genom vallbrott. Det är mineraliseringen på hösten som kan bli stor. Om man i stället plöjer på våren kan man vårså i stället för att höstså.

Var i landet skulle det kunna finnas miljömässigt utrymme för ökad animalieproduktion? Det kan vi koppla ihop med det öppna

landskapet, som Karl-Ivar Kumm gjorde. Då tänker vi Götaland och en bit upp i Svealand. I den södra delen har vi kanske små problem med öppna landskap. Att det växer igen långt borta i ett hörn spelar kanske inte så stor roll, men när vi kommer upp i Värmland, till Bergslagen och till Norrland är jordbruksnedläggningen och det igenväxande landskapet ett allvarligt problem. Där finns det utrymme för köttproduktion. Nu är det så att mjölkproduktionen håller på att flytta från inlandet ut till mer slättbetonade områden. I övre Norrland flyttar mjölkproduktionen, i den mån det finns någon kvar, ut mot kustslätterna där det byggs stora anläggningar. Väster om Siljan i Dalarna finns det förmodligen inte en mjölkbesättning längre. Det är mer mot sydost. I den delen av Sverige finns det utrymme för animalieproduktion för att hålla landskapet öppet. Detta landskap finns i de dalgångar där det bor folk, där det finns vägar och där turister åker. Men det börjar snart bli för sent. Folk flyttar. Det är äldre personer som driver jordbruket vidare i någon enkel form. Här finns det ett stort behov från samhällets sida att behålla det öppna landskapet, att behålla folk och det finns utrymme för animalieproduktion. Då måste det finnas former som kan hjälpa till att utveckla detta. Har Karl-Ivar Kumm några kommentarer till detta?

Herr Robert Francke: Jag vill återkomma till hur viktigt jag tycker det är att man får information och rådgivning i miljöfrågorna. Jordbruksföretagen är i regel små företag. Många t.o.m. enmansföretag. Här krävs att de har skog. Oftast är skog förenat med jordbruk. De skall kunna byggnad, maskiner, ekonomi, skatter och miljöfrågor. Sedan är det dessutom väldigt skilda förhållanden på de olika gårdarna. Mitt råd till dem som nu skall försöka förbättra miljön på jordbruksföretagen är att använda rådgivning, använd inte strikta regler. Det kommer aldrig att fungera!

Agr. dr Anders H. Gustafsson: Det känns lite knepigt eftersom det blir så ryckigt i debatten. Vi pratar om så många saker parallellt. Efter ditt inlägg fick jag nästan lust att dra mig tillbaka men nu kommenterar jag i alla fall Lena Rodhes fråga. När det gäller foderstyrning och fodereffektivitet, kan jag inte påstå att jag har något perfekt men mitt intryck är att det går åt olika håll samtidigt. Vi har många besättningar som investerar i fodervagnar där man opererar på inriktningen att tilldela varje ko vad hon behöver vid ett visst tillfälle i sitt ämnesomsättningsmässiga stadium. Därmed är hög effektivitet möjlig. Å andra sidan pekar utvecklingen åt att vi får större besättningar där man riktar in sig på att få rationella effektiva stora system och man ofta går in för fullfoder. Där blandar man i princip alla fodermedel i en enda stor sats och tilldelar djuren i bästa fall gruppvis. Där vinner man i kostnad. Man får ner kostnaderna och får bättre arbetseffektivitet, men får sämre foderstyrning och därmed är det risk för sämre kväveeffektivitet. Jag kan inte svara på vad nettoeffekten är. Det går åt två olika håll som jag ser det.

Apropå om vallen är ett problem vid vallbrottet. Vallen är ett eminent foder för mjölkkor utmärkt ur energi och ämnesomsättning och även protein. Problemet är bara att det är svårt att få ner proteinet. Vi kan inte sänka proteinhalten. Det är i alla fall svårt med bara inriktning på vallfoder. Vi kan naturligtvis gå in med betprodukter eller andra biprodukter och spannmål naturligtvis. Spannmålen får man vara försiktig med ur stärkelsesynvinkel annars skadar man djurens hälsa. Det är helhetsperspektivet och djurens välbefinnande som är viktigt. Det är det perspektivet jag efterlyste, sorter eller kunskap från växtodlarna på majs och majsensilage som kan vara ett utmärkt kofoder om det är av rätt kvalitet och det tror jag kanske att man kan klara i sydligaste Sverige. Helsädesensilage när det gäller korn och havre är svårt men det fungerar i vissa djurkategorier. Detta är ett typexempel

på där kunskap om djur och växtodling går hand i hand. Men vi kan prata förbi varandra, om vi inte har rätt kunskaper om de olika delarna i den helheten.

Växtodlingsrådgivare Erika Vestgöte: Det finns en risk att jag verkar lite kall och känslolös men en reaktion på Börje Lindéns kommentar är att det finns en viss risk att man lägger in väl mycket känslor. Landsbygdsutveckling och landsbygdsfrågor är inte alltid detsamma som miljötankande. Eftersom jag är uppväxt i skogsbygden har jag sett flera exempel på där man har byggt upp större djurgårdar i närheten av dricksvattentäkt. Dessa gårdar suger åt sig all areal som finns vilket kan vara stora ytor och därmed långa avstånd mellan skiftena. Risken för dumpning av stallgödsel är överhängande. Då har de tecknat spridningskontrakt där arealerna kan ligga flera mil bort. Det säger sig självt att det inte blir så mycket gödsel kört till de ytterområdena.

Herr Karl-Ivar Kumm: Jag har lyssnat till Börje Lindén och han uttryckte sig så fint. Jag håller med Dig. Jag tror att stora delar av norra Sverige och Svealand/Götalands skogsbygger skulle öka animalieproduktionen med miljömässiga skäl för landskapet och biologisk mångfald. Speciellt om vi kommer norrut i Sverige med låga kvävenedfall kan ammoniaken ha en positiv effekt. Det "göder" skogen. Sedan är det säkert så att i Östergötland är det ett problem. Jag har sett dem som byggt upp stora anläggningar för mjölkproduktion, men man kör inte gödseln lika långt som man samlar in fodret. Jag tror att det finns bättre förutsättningar för köttproduktion i sådana här områden. Det kanske är så att man inte skall bygga upp så mycket mjölkproduktion utan snarare nötkött, lammkött. Det här låter bra, men jag är också medveten om problemet och det löser man genom företagsutveckling. Det är ofta företagartadition i de här bygderna, där det kombineras småbruk, skogsbruk, arbete på bruk o.s.v. Då skulle de mellan-

svenska slättbygderna få plats med mera svin, det tror jag är viktigt. Vi har ett stort överskott på fodersäd och gödseln skulle göra stor nytta. Likväl är det få som satsar på detta. Företagsutveckling med goda exempel får visa att det går att tjäna pengar på svinproduktion i sådana här områden. Trots att det har varit känt länge att fasutfodring kan minska kväveförluster i svinproduktion och kanske också i fjäderfäproduktion, och att det finns stora vinster att göra, så är det även mycket skickliga svinuppfödare som inte tillämpar detta. Jag minns att jag frågade en sådan skicklig svinuppfödare varför han inte hade fasutfodring. Han svarade att man måste lära sig krypa innan man går. Det är svårt att tillämpa detta. Jag tror att företagsutveckling är en viktig sak för näringen.

Agronom Simon Jonsson: Jag tänkte kommentera det som vi eventuellt har försummat i kedjan med att förbättra kvävehushållningen. Jag håller med de många andra som har sagt att det är bristen på helhetssyn som är huvudproblemet. Vi har lyssnat på specialister på växtodling, husdjurskötsel, ekonomi och mekanik, men vad som saknas är det totala greppet som behandlar hela gårdens situation. Jag är i grunden husdjursagronom och det jag har sett under några år inom Öjebynprojektet – där man studerar olika jordbruksystem, ekologisk odling och konventionell odling – är betydelsen av en fungerande växtföljd. Det är försummat i dag. Som jag ser det får vi inte till en förbättrad kvävehushållning utan att ha en fungerande växtföljd.

Agr. dr Markus Hoffmann: Nyligen träffade jag en grupp lantbrukare på gränsen mellan Småland och Västergötland ungefär vid Valdemarsvik. De ville starta en lokal samverkansgrupp kring sitt vattendrag. Vattendraget mynnade i en långsmal vik till Östersjön som heter Edsviken. De här vikarna har en tröskel ut mot havet så det blir dålig vattenomsättning och därmed lätt övergödning. De ville i

alla fall göra någonting för sitt eget närområde och vi pratade fram och tillbaka under kvällen. Jag berättade att det är inte så lämpligt att sprida flytgödsel på hösten före höstvetesådd, för det blir mycket läckage. I pausen var det en av lantbrukarna som kom fram till mig och sade att det hade han ingen aning om. Då fick jag mig en tankeställare. Vi på LRF har inte sagt det till den här lantbrukaren och Jordbruksverket har inte sagt det. Länsstyrelsen och kommuner har inte heller sagt det, så för mig blir det allt klarare att vi måste inte bara söka efter nya åtgärder i fält eller utfodring utan vi måste också berätta vad vi redan vet. Det finns en stor grupp lantbrukare som inte köper rådgivning. De går heller inte på möten med livsmedelsindustrin eller med oss på LRF. Vi når dem inte. De kanske är 20–30% av brukarna, men de står kanske för 60% av läckaget. Ju fler lantbrukare jag träffar desto klarare blir den här bilden för mig. Vad vi försummar i kedjan tycker jag är kunskap om hur vi kommunicerar med lantbrukaren hur vi når ut till bonden. Det är en stor flaskhals.

Agronom Stina Olofsson: Vi pratar ganska mycket om att greppa näringen idag. Vi försöker leva upp till mycket av vad som har sagts idag, t.ex. samarbetet mellan husdjurs- och växtodlingsrådgivare. Vi försöker att ta upp ekonomin hela tiden fast det är svårt. Det finns inte så mycket forskning att ta på vad miljöåtgärderna betyder för ekonomin. Vi skall samla in miljönyckeltal från de här gårdarna i en databank och försöka få referensvärden vad normala värden är. Så får jag hoppas att det blir en ”spinn off” av det här projektet också. Vi vill hjälpa till inte bara i Skåne, Halland, Blekinge utan det skall komma alla till del.

Herr Bruno Nilsson: Enligt min uppfattning av vad som har sagts här under framför allt diskussionsavsnitten är det alldeles uppenbart detta med bristande helhetssyn. Det saknas ett forum, rådgivning. Här finns någon form

av brist, även om det är så, som Stina Olofsson sade på slutet, att ni försöker att arbeta med olika ämnesrådgivare tillsammans när ni är ute på gårdarnatyder på en förändring. Det kanske är bristande helhetssyn i forskningen också. Det tror jag att det är. Vi har inte talat så mycket om just det, men det är väl som vanligt att detta med att koppla ihop kunskap från olika ämnesområden är svårt. Ingen ville svara på hur vi skulle åstadkomma det här, men det är möjligen någonting som vi skulle ta med oss och fundera på inom Stiftelsen Svensk Växtnäringsforskning. Där kan möjligen finnas ett forum för att ta ett initiativ i någon slags riktning, som jag dock inte riktigt vet hur det ser ut just nu i alla fall. Jag lägger bara den tanken på bordet. Det var några synpunkter på den där allmänt övergripande frågan.

Vilka av alla goda kväveråd vore praktiskt ekonomiskt genomförbara? Ja där har kommit fram lite olika synpunkter tycker jag. Från ena sidan en önskan, och säkert en alldeles riktig tanke, en något lägre intensitet. Då kommer frågan om det behövs en regelstyrning för att åstadkomma detta?

Sedan var det ett antal inlägg som gick ut på att fokusera på var det finns vinster att hämta av det här lite mer proaktiva med rådgivning och miljöindikatorer. Det har säkert nämnts annat också som har gått mig förbi. Det kom väl fram två synpunkter här – det ena var att processa gödseln på något sätt och få iväg den till områden där det finns underskott och det andra som kom fram här på slutet, och som Karl-Ivar Kumm anslog redan i sin inledning, att det finns anledning att fundera på lokaliseringen av animalieproduktionen.

Den sista frågan om vi exporterar miljöproblem vet jag inte om jag fick något bra svar på. Christel Cederberg sade något som jag kunde tolka som svar på den frågan. Det har du alldeles rätt i att så är det och då får vi hitta på andra metoder och åtgärder för att lösa problemen ändå.

Hur får vi en miljöstyrning? Allting bottenar i att vi skall kunna mäta våra produktionsfak-

torer i kronor och ören och väga emot vartannat – kvalitet såväl som kvantitet skall kunna översättas i ett gemensamt mått. Om man går tillbaka några år – när det gäller miljöfaktorer – så var väl tekniken att man gick ut och frågade hur mycket människor ville betala för att ha ugglan kvar i skogen. Nu har man kommit in på handel med utsläppsrätter som egentligen är samma sak fast på ett annat sätt. Det pågår rätt mycket forskning kring det. Vi hade inom akademien nyligen ett möte om ett forskningsprojekt om handeln av utsläppsrätter framför allt inom jordbruket och livsmedelsindustrin. Jag tror dock att här finns det mycket kvar att göra på forskningssidan om hur man skall prissätta utsläppsrätter. Det finns många aspekter inblandade men det kanske är svaret på frågan. Vi känner nog alla som ett beymmer att vi fortfarande egentligen inte kan

riktigt mäta i ekonomiska termer varken kvantitet eller kvalitet på miljöfaktorerna. I så fall tror jag att mycket av den diskussion vi för här idag både på livsmedelssidan och på råvaruproduktionssidan skulle vara ett passerat stadium. Men eftersom vi inte har den forskningen färdig så är väl just den här typen av diskussioner vi har haft idag både nödvändiga och viktiga, för att i avvaktan på den eventuella slutgiltiga lösningen om en enkel och fin prissättning på dessa faktorer så måste vi försöka flytta fram positionerna på annat sätt.

Nu tackar vi er som har förberett fina inlägg och presentationer idag. Ett särskilt tack till Leif Knudsen från Danmark. Tack till alla er som har kommit hit och deltagit i diskussionerna!

Deltagarlista

Föredragshållare (i den ordning de uppträder)

Bruno Nilsson	Akademiens sekreterare	KSLA, Stockholm
Markus Hoffmann	AgrD	LRF, Stockholm
Leif Knudsen	Landskonsulent	Landskontoret, Aarhus
Bertil Albertsson	Agronom	Jordbruksverket, Skara
Thord Karlsson	Agronom	SLU, Uppsala
Anders H Gustafsson	AgrD	Svensk Mjölk Forskning, Uppsala
Leif Göransson	AgrD	Sveriges Svincenter, Svalöv
Lena Rodhe	Agronom	JTI, Uppsala
Hans Bertil Wittgren	Fil.Dr.	JTI, Uppsala
Christel Cederberg	Fil.lic.	Svensk Mjölk Forskning
Karl-Ivar Kumm	AgrD	SLU, Uppsala

Deltagare

van Alphen, David	Växtodlingsrådgivare	Hushållningssällskapet, Strängnäs
Berglund, Olle	AgrD	Jord och Bild, Danderyd
Bergman, Niklas	Agronom	Sv.Lantmännen, Enköping
Bergmark, Malin	Växtodlingsrådgivare	Hushållningssällskapet, Falkenberg
Bertilsson, Göte	AgrD	Ålstorp, Dösjebro
Bärnhelm, Martina	Medlemschef	Skånemejerier, Malmö
Börjeson, Ingela		Länsstyrelsen, Nyköping
Claesson, Matts	Byrådirektör	Länsstyrelsen, Linköping
von Corswant, Inger	Husdjurskonsulent	Gotlands Husdjur, Hemse
Eriksson, Tord	Akademiagronom	KSLA, Stockholm
Francke, Robert	Godsägare	Stäringes, Flen
Fredlund, Kerstin	Kund- o. miljöansvarig	Skånemejerier, Malmö
Gruvaeus, Ingemar	Agronom	Hushållningssällskapet, Skara
Hill, Maria	Agronom	Länsstyrelsen, Mariestad
Holmberg, Jan	Lantbrukare	
Joelsson, Arne	Agronom	Länsstyrelsen, Halmstad
Johansson, Barbro		Naturbruksgymnasiet, Vreta Kloster
Johansson, Fredrik	Lantbrukskonsulent	Länsstyrelsen, Skara
Jonsson, Simon	Agronom	Inst.f.norrl.jordbruksvetenskap, Öjebyn
Kjellquist, Tomas	Agronom	Hydro Agri AB, Landskrona
Klint, Sven		Svalöf Weibull AB, Svalöv
Krüger, Lars		Länsstyrelsen, Gamleby

Lindén, Börje	Forskare	SLU, Inst. f jordbruksvetenskap, Skara
Linder, Janne	Agronom	Jordbruksverket, Uppsala
Linderholm, Kersti	Agronom	Naturvårdsverket, Stockholm
Lovang, Ulrik	Växtodlingsrådgivare	Hushållningssällskapet, Falkenberg
Lövgren, Arne	Lärare	Öknaskolan, Tystberga
Malmström, Peter	Lantmästare	Malmströms Jordbruks AB, Vadstena
Myrbeck, Åsa	Doktorand	SLU, Inst. f markvetenskap, Uppsala
Olofsson, Stina	Agronom	Jordbruksverket, Alnarp
Olsson, Ann-Charlotte		Länsstyrelsen, Lantbr.enheten, Kalmar
Olsson, Göran	Lantmästare	Sjöstorps Norregård, Dalby
Persson, Caroline	Lantbrukskonsulent	Skånes länsstyrelse, Kristianstad
Persson, Jan	Professor	Uppsala
Påledal, Anna-Stina	Byrådirektör	Länsstyrelsen, Linköping
Roland, Johan	Distriktsförsöksledare	SLU, Inst. f jordbr.vetenskap, Skara
Ryberg, Jarl		Hacksta gård, Enköping
Rydberg, Tomas	Statsagronom	Markvetenskap, Uppsala
Sannö, Jan-Olof	Agronom	SLU, Husdj.miljö o. hälsa, Skara
Schröder, Ulrika		Länsstyrelsen, Nyköping
Skyggesson, Gustaf	Lantbrukare	Stenastorp farm, Falkenberg
Strejffert, Gunilla		Länsstyrelsen, Falun
Svedinger, Ingrid	Departementssekreterare	Jordbruksdepartementet, Stockholm
Sättlin, Tomas	Lantmästare	Lyckeby Stärkelsen, Fjälkinge
Thomke, Sigvard	Prof.em.	SLU, Inst HUV, Uppsala
Törner, Lars	Agronom	Odling i Balans, Vallåkra
Wahlström, Maria	Husdjursagronom	Länsstyrelsen, Örebro
Valeur, Ingela	Miljöhandläggare	Länsstyrelsen, Malmö
Vestgöte, Erika	Växtodlingsrådgivare	Hushållningssällskapet, Linköping