



# Analyse af det økologiske regelsæt vedr. gødskning og miljøpåvirkning

Udarbejdet til Det Økologiske Fødevareråd/Strukturdirektoratet  
af Forskningscenter for Økologisk Jordbrug

Forskningscenter for Økologisk Jordbrug  
Februar 2000

## Forord

Med henblik på en anbefaling af konkrete justeringer i de nuværende regler har det Det Økologiske Fødevareråd anmodet Forskningscenter for Økologisk Jordbrug (FØJO) om at gennemføre en analyse af problemerne i de nuværende regler, ligesom der ønskes forslag til forbedringer.

Analysen, der er udarbejdet af FØJO's sekretariat, er primært baseret på viden, der er opnået i forskningsprojekter vedr. næringsstofomsætning m.m., som er gennemført i regi af FØJO. Endvidere er der anvendt en række analyser og modelberegninger, som blev udarbejdet i forbindelse med et videnssyntheseprojekt om kvælstofudvaskning og –balancer i konventionelle og økologiske produktionssystemer (FØJO-rapport 2/1998) og en gennemgang af problemstillinger og muligheder vedr. natur, miljø og ressourcer i økologisk jordbrug, som blev udført i 1998 - 1999 (FØJO-rapport 3/1999).

I forbindelse med analysernes gennemførelse er resultater og oplæg til anbefalinger løbende blevet præsenteret for en række forskere og nøglepersoner på området. Vi vil i den forbindelse takke for de konstruktive diskussioner og forslag, som dette har givet anledning til.

*Erik Steen Kristensen*

*Forskningscenter for Økologisk Jordbrug, februar 2000*

# Indhold

<b>Sammendrag og hovedanbefalinger</b> .....	4
<b>1 Indledning</b> .....	7
<b>2 Lovgivning og regler</b> .....	9
<b>3 Omsætning og tab af næringsstoffer</b> .....	11
3.1 Kvælstof .....	11
3.2 Fosfor .....	17
3.3 Kalium .....	19
3.4 Svovl .....	19
<b>4 Fang- og efterafgrøder</b> .....	20
4.1 Kan/bør bælgplanter indgå helt eller delvist som efterafgrøde?.....	20
4.2 Kan/bør udlæg af kløvergræs indgå som efterafgrøde? .....	21
4.3 Er 6% efterafgrøder tilstrækkeligt i økologisk jordbrug? .....	21
<b>5 Næringsstofimport og –balance på sædskifteniveau ved nuværende regler</b> .....	23
5.1 Beregning af gødningsimport.....	23
5.2 Import og balancer i forskellige sædskifter .....	24
<b>6 Muligheder for forbedret næringsstofhusholdning</b> .....	27
6.1 Driftsmæssige og teknologiske muligheder.....	27
6.2 Øget recirkulering af næringsstoffer .....	28
6.3 Lovgivning og regulering .....	29
<b>7 Gødningsregulering i væksthuse</b> .....	31
<b>8 anbefalinger</b> .....	34
8.1 Forskning samt udvikling af drift og teknologi .....	34
8.2 Recirkulering.....	35
8.3 Regulering .....	35
<b>9 Referencer</b> .....	37

## Sammendrag og hovedanbefalinger

I økologisk jordbrug er hovedreglen, at der kun anvendes gødning fra økologiske husdyr, grøngødning og afgrøderester fra økologiske bedrifter eller økologisk produktion i øvrigt.

I tilfælde af at der ikke kan sikres tilstrækkelig gødning af økologisk oprindelse, er der mulighed for at supplere med nogle ikke-økologiske gødningstyper og jordforbedringsmidler, der er nævnt på en positivliste. Anvendelsen af langt de fleste af disse gødningsmidler kræver, at behovet er anerkendt og at der søges tilladelse i Plantedirektoratet. Ikke-økologisk husdyrgødning kan dog anvendes uden forudgående tilladelse, såfremt den samlede tildeling ikke overstiger 25% af afgrødernes kvælstofbehov, som angivet i normerne fra Plantedirektoratet.

På rene planteavlsbrug og andre brugstyper med lav egenproduktion af gødning anvendes sidstnævnte 25%-regel i stort omfang. Der er dog en række afgrødekombinationer, hvor 25% reglen ikke giver tilstrækkelig næringsstofforsyning med kvælstof. Tilførslen af andre næringsstoffer afhænger af gødnings-typen (forholdet mellem det udvalgte næringsstof og kvælstof), hvilket ikke altid giver den mest hensigtsmæssige tilførsel af disse næringsstoffer.

25%-reglen anvendes også i et vist - dog meget varierende omfang - på husdyrbrug, på trods af at disse brug i forvejen har stor egenproduktion af husdyrgødning. Det er især på svine- og fjerkræbrug, at der kan være et ønske om at tilføre bl.a. ikke-økologisk svinegylle, f.eks. for at øge produktionen i kornafgrøder. I nogle situationer kan det føre til en u hensigtsmæssig stor næringsstofftilførsel, der ofte vil give anledning til en efterfølgende stor miljøbelastning i form af næringsstofudledning. Forureningen er dog afhængig af en række driftsmæssige, klimatiske og jordbrugsmæssige forhold.

Udledning af især kvælstof til vandmiljøet ønskes minimeret, og specielt i de særligt følsomme vandindvindingsområder kan der være behov for en mere nuanceret regulering for at tilgodese miljøhensynet.

Den nuværende økologisk gødskningspraksis og tilhørende regulering kan altså i nogle brugstyper give anledning til underforsyning med næringsstoffer og dermed u hensigtsmæssig lav produktion. I andre brugstyper kan der være tale om en overforsyning med næringsstoffer og dermed en u hensigtsmæssig belastning af miljøet.

Dertil kommer, at den nuværende administration og beregning af tilladt mængde ikke-økologisk husdyrgødning bygger på de generelle normer for tildeling af næringsstoffer til de aktuelle afgrøder dyrket under konventionelle forhold. Dette er u hensigtsmæssigt, fordi afgrøder dyrket i et økologisk sædskifte giver et andet udbytte og bl.a. derfor kan have et andet behov for tilførsel af næringsstoffer. I økologisk jordbrug er det endvidere sådan, at det ikke er den enkelte afgrøde, men jorden og sædskiftet som helhed, der ønskes i fokus.

Økologisk jordbrug er naturligvis omfattet af de generelle lovgivning for gødskning i danske landbrug. Det bør dog overvejes, hvorvidt den økologisk dyrkningspraksis bør give anledning til en anden fortolkning end den, der gælder for konventionelt jordbrug. F.eks. kan definitionen af og kravet til efterafgrøder overvejes anderledes i økologisk end i konventionelt jordbrug.

## **Anbefalinger**

I det følgende er der givet en række forslag til forbedring af reglerne

### *Maksimumgrænser*

For at forenkle reglerne og sikre mere ensartede muligheder og en større gennemskuelighed bør der indføres fælles maksimumgrænser for import og anvendelse af husdyrgødning og tilsvarende, som gælder for alle bedriftstyper. Grænserne bør bygge på total kvælstof eller DE/ha i sædskiftet i stedet for procent af konventionelle normtal.

En hensigtsmæssig maksimumgrænse for anvendelse af organisk gødning i økologisk jordbrug vil være 1,4 DE/ha i sædskiftet (inkl. brakarealer i omdrift). Maksimumgrænsen skal gælde både som gennemsnit pr. år og som gennemsnit i den enkelte mark over en sædskifteperiode, dog max. 5 år. Denne grænse, som i forvejen er gældende for økologiske mælkeproducenter, vil desuden for mange brugstyper være en generel maksimumsgrænse fra 2002. Såfremt der indkøbes ikke-økologisk gødning kunne maksimum evt. sættes lidt lavere, f.eks. 1,2 DE/ha.

For at sikre en fortsat udvikling af økologisk jordbrug og herunder specielt økologisk planteavl bør det fortsat være muligt at importere gødning af ikke-økologisk oprindelse. Udfra en pragmatisk afvejning af passende alsidighed og tilstrækkelig næringsstofforsyning med gængse gødningstyper på sædskifteniveau i rene planteavlsbrug anbefales det, at max 70 kg total N pr. ha i sædskiftet kan være gødning af ikke-økologisk oprindelse (ca. 50% af 1,4 DE/ha). Denne mængde er også i dag, jvf. 25%-reglen, tilladt i mange brugstyper og sædskifter.

### *Væksthusgrønsager*

Væksthusproduktionen passer ikke ind i de almindelige økologiske gødningsregler.

Overordnede mål for produktionen af økologiske væksthusgrønsager må være at produktionen gennemføres med så lille miljøbelastning som muligt og at gødningen primært kommer fra økologisk produktion. Et bærende princip omkring reguleringen af gødskningen skulle derfor være at se produktionen i sammenhæng med den øvrige produktion på bedriften, således at gødningen primært stammer herfra og at afgrøderester m.m. bringes tilbage hertil.

En mulighed for at regulere tilførslen af gødning i øvrigt er at anvende samme principper, som gælder for fodring af økologiske husdyr; dvs. at den tilladte import af ikke-økologisk, organisk gødning kunne være 10% af kvælstofbehovet i den enkelte kultur.

### *Efterafgrøder*

Med hensyn til kravet om 6% efterafgrøder anbefales det at på rene planteavlsbrug (under 0,5 DE/ha) kan bælgeplanter i kombination med ikke bælgeplanter indgå som efterafgrøder, fordi disse brugstyper har brug for ekstra N-fiksering og at udvaskningsrisikoen i forvejen er minimal.

### *Vandindvindingsområder*

I nogle områder, specielt sårbare vandindvindingsområder og andre miljøfølsomme områder, kan der være et behov for at stramme reglerne yderligere, såvel m.h.t. gødningsniveau og efterafgrøder. Det anbefales imidlertid, at afvente den vidensyntese på området som p.t. gennemføres i regi af FØJO.

### *Regulering efter næringsstofbalancer*

På længere sigt bliver det formodentligt muligt at fastlægge den enkelte bedrifts behov for tilførsel af gødning på basis af næringsstofbalancer og dyrkningsmetoder (sædskifte, fangafgrøder m.m.). Denne

mulighed bør overvejes, når der foreligger tilstrækkelig viden til at sikre en retfærdig og administrativ enkel udmøntning.

#### *Recirkulering*

I økologisk jordbrug bør der jævnfør målsætningen være stor interesse for at medvirke til at recirkulere samfundets organiske affaldsstoffer. En væsentlig indsats på området fordrer dog udvikling af effektive opsamlings-, behandlings- og distributionssystemer, som sikrer at alle næringsstoffer opsamles, og at det organiske affald kan recirkuleres uden risiko for spredning af patogene organismer og forurening med uønskede stoffer (tungmetaller, GMO'er, miljøfremmede stoffer, mv.).

Det er imidlertid muligt at anvende en række gødningstyper, som p.t. ikke uden dispensation er tilladte i økologisk jordbrug. Det drejer sig om biogasgylle, sorteret og komposteret husholdningsaffald, halm- aske fra konventionelt landbrug samt gødning fra dambrug og fiskeopdræt. Det anbefales, at disse gødningstyper kan importeres på linie med ikke-økologisk husdyrgødning.

#### *Forsknings- og udviklingsbehov*

I regi af FØJO er der iværksat en række andre forskningsaktiviteter, som på sigt vil kunne medvirke til at belyse problemstillinger vedr. gødskning og miljøpåvirkning i økologisk jordbrug. Her kan der især peges på følgende områder:

- Der er behov for bedre kendskab til den langsigtede betydning af opbygning af jordens pulje af organisk bundet kvælstof for planteproduktion og kvælstofudvaskning. Der er endvidere behov for viden om, hvorvidt mineraliseringen vil kunne styres gennem bedre timing af jordbearbejdningen
- Der er behov for mere viden om mulighederne og effekten af at dyrke forskellige fangafgrøder i kornrige sædskifter. Der mangler endvidere udvikling af dyrkningsmetoder for forskellige typer fangafgrøder med henblik på at øge dyrkningsikkerheden af disse og minimere kvælstofudvaskningen
- Der er stor variation i kvælstofudvaskningen fra græsmarker afhængig af såvel dyrkningen som anvendelsen. Der er behov for at kende disse sammenhænge mere præcist for dels at kunne udnytte forfrugtsværdien af græsmarkerne, dels for at undgå unødvendig kvælstofudvaskning
- Der er behov for udvikling af driftssystemer for søer på friland, som sikrer en bedre udnyttelse af gødningen
- For at reducere kvælstoftabet fra stald og lager er der brug for en fortsat udvikling af nye stald- og lagersystemer, som tilgodeser såvel miljømæssige forhold (minimale tab) som dyrevelfærd
- Der er behov for mere viden om opfyldelse af de økologiske principper, og herunder muligheden for at sikre en tilstrækkelig hensyntagen til kravet om gødningens oprindelse

# 1 Indledning

Et af formålene for ”Aktionsplan II – Økologi i udvikling” er at øge udbredelsen af økologisk jordbrug, som et led i miljøbeskyttelse og fremme af en bæredygtig udvikling i jordbruget. Aktionsplanen beskriver bl.a., hvorledes økologiens fremtidige troværdighed kræver fastholdelse og styrkelse af Ø-mærkets troværdighed. De regler, der ligger til grund for Ø-mærket, skal leve op til forbrugernes og de økologiske producenters forventninger vedrørende hensyn til miljø, sundhed, husdyrvelfærd m.m. Dette kræver bl.a. en løbende overvågning og påvirkning af regeludviklingen både på EU og dansk niveau.

Iflg. Aktionsplanen er der stigende interesse for at udnytte økologisk fødevarerproduktion som et miljøpolitisk instrument i bestræbelserne på at forbedre miljøtilstanden. De miljømæssige fordele ved økologisk jordbrug er således en del af baggrunden for at der ydes offentlige tilskud til økologisk omlægning og drift. Samfundet betaler herigennem for en miljøydelse i form af en mindre belastning af miljøet.

I Aktionsplanen er der på den baggrund flere kapitler, som beskriver miljø- og naturmæssige problemstillinger og udviklingsmuligheder i forbindelse med økologisk jordbrug. Der nævnes eksempler, hvor de nuværende regler er for unuancerede og/eller ikke sikrer en hensigtsmæssig udvikling.

En anden problemstilling, som behandles i Aktionsplan II, er, at der importeres store mængder økologisk korn, proteinafgrøder og grønsager m.m., hvilket ikke nødvendigvis er i overensstemmelse med de økologiske principper om anvendelse af stedlige ressourcer. Dette problem kan blive forstærket i de kommende år, hvor der forventes en stigende efterspørgsel på økologiske fødevarer. Aktionsplanen peger derfor også på forskellige initiativer, der skal medvirke til at forøge interessen for økologisk planteproduktion, herunder omlægning af planteavlsbedrifter. Disse bedriftstyper har imidlertid behov for import af næringsstoffer.

I forlængelse heraf kan følgende anbefalinger fremhæves:

*Anbefaling 12:* Det anbefales at gennemføre en undersøgelse af rene planteavlsbrugs behov for tilførsel af næringsstoffer

*Anbefaling 46* Det anbefales, at de gældende regler for økologimærket (Ø-mærket) løbende søges justeret i takt med videnopbygning, international regeldannelse og teknologiudvikling for derved at sikre forbrugernes tillid og den videre udvikling af økologien i henhold til målsætningerne herfor

*Anbefaling 49* Det anbefales at undersøge mulighederne for fastsættelse af yderligere krav vedrørende gødningsanvendelse og naturforhold i forbindelse med modtagelse af omlægnings- og opretholdelsesstøtte til økologisk jordbrug. Det bør i denne forbindelse undersøges, om der i samarbejde med vandværkernes foreninger kan udvikles en overbygning på økologireglerne, der kan anvendes i truede vandindvindingsområder

*Anbefaling 62* Det anbefales at ændre husdyrbekendtgørelsen, således at autoriserede økologiske bedrifter maksimalt må gødske svarende til 1,4 DE/ha. I forlængelse heraf skal reglerne, herunder kravet om 6 procent efterafgrøde, tages op til en snarlig vurdering for at give en større ensartethed mellem bedriftstyper med hensyn til produktionsmuligheder i forhold til omsætning og tab af næringsstoffer

*Anbefaling 64* Det anbefales at foretage en nærmere vurdering af de økologi- og miljøregler, der har betydning for anvendelse af forskellige ikke-økologiske affaldsprodukter

Som det fremgår, indgår næringsstofomsætning som et centralt element i de fleste anbefalinger. På den baggrund er produktions- og miljømæssige konsekvenser af forskellige sædskifter og gødskningspraksis analyseret i forskellige økologiske brugstyper.

I forlængelse heraf er der udarbejdet forslag til regulering af gødsningen m.m. under hensyn til både produktion, miljø og de økologiske principper.

## 2 Lovgivning og regler

Økologisk jordbrug er som udgangspunkt underlagt de samme love og regler for erhvervsmæssigt dyrehold, gødningshåndtering og plantedække som konventionelt jordbrug. Herudover er der særlige love og regler for økologisk jordbrug, dels *statslige regler* (Anonym, 1999a) og dels dyrkningsregler fra *Landsforeningen Økologisk Jordbrug* og *Foreningen for biodynamisk jordbrug*.

Med vedtagelsen af Vandmiljøplan II er kravene til landbrugets udnyttelse af gødningen strammet. De generelle regler for landbruget fremgår af ”Vejledning og Skemaer” fra Plantedirektoratet 1999/2000 (Anonym, 1999b).

De regler, der er af væsentligst betydning for økologisk jordbrug, kan opsummeres i følgende punkter:

- For svinebrug og planteavlsbrug må der indtil 2002 højst udbringes husdyrgødning fra 1,7 DE/ha/år. Fra 2003 må der højst udbringes husdyrgødning fra 1,4 DE/ha/år
- For kvægbrug må der indtil 2002 højst udbringes husdyrgødning fra 2,1 DE/ha/år. Fra 2003 må der højst udbringes husdyrgødning fra 1,7 DE/ha/år. Hvis over 70% af arealet udgøres af roer, græs og græsefterafgrøder må der dog udbringes husdyrgødning op til 2,3 DE/ha/år
- For andre husdyrbrug må der indtil 2002 højst udbringes husdyrgødning fra 2,0 DE/ha/år. Fra 2002 må der højst udbringes husdyrgødning fra 1,4 DE/ha/år
- Kravet til udnyttelse af kvælstof i husdyrgødningen skærpes med 5% i gødningsåret 1999/ 2000 og yderligere 5% i gødningsåret 2001/ 2002
- Kvælstofnormen nedsættes generelt med 10%. Herudover er der enkelte ændringer i normerne, især vedrørende kvælstof til græsmarker
- Der er krav om vintergrønne marker på 65% af arealet. Herudover er der krav om efterafgrøder på yderligere 6% af arealet

I de statslige regler for økologisk jordbrug må der som gødning anvendes husdyrgødning og andre bi-produkter fra økologiske bedrifter (se f.eks. vejledning fra Plantedirektoratet marts 1999). Herudover må der importeres konventionel husdyrgødning til bedriften i en mængde svarende til højst 25% af afgrødernes normsatte kvælstofbehov. Dette gælder uanset bedriftens egenproduktion af husdyrgødning. Skærpelsen af udnyttelseskravet i Vandmiljøplan II betyder, at den tilladte mængde importeret konventionel gødning reduceres. Samme effekt har den generelle normnedsættelse for planteavlsbrugene, hvorimod kvægbrugene ikke rammes i samme omfang på grund af justering af normerne for gødning af kløvergræs.

Konventionelt produceret halm og andre specifikke gødningstyper kan ifølge statsreglerne importeres uden begrænsning. Der er ikke særlige krav i statsreglerne til belægningsgraden, og her er det derfor de generelle regler, der gælder. Til drøvtyggere skal mindst 85% af foderet, regnet i FE/dyr/dag, være økologisk. Til ikke drøvtyggere skal mindst 75% af foderet være økologisk. Alle dyr skal i sommerhalvåret i mindst 150 dage have adgang til græsning, dog kan tyre over ni måneder og slagtesvin holdes i uden-dørs løbegårde.

Avlsreglerne fra *Landsforeningen Økologisk Jordbrug* skærper statsreglerne på en række områder, hvoraf de væsentligste i denne sammenhæng er:

- Der må højst udbringes gødning fra i gennemsnit 1,4 DE/ha/år på ejendommen

- På den enkelte mark må der højst udbringes gødning fra 2,8 DE/ha/år
- Alle drøvtyggere skal fodres med mindst 85% økologisk foder, regnet i FE/dyr/dag. Fra år 2000 bliver kravet 90%, og fra år 2005 bliver det 95%
- Fra år 2002 skal mindst 50% af foderet stamme fra bedriften selv eller bedrifter inden for en radius af 25 km

De økologiske mælkeproducenter i Danmark anvender disse avlsregler.

Avlsreglerne fra *Foreningen for Biodynamisk Jordbrug* skærper statsreglerne på især to områder:

- Der må maksimalt tilføres gødning svarende til i gennemsnit 1,5 DE/ha/år
- Indkøbt konventionel gødning svarende til maksimalt 0,5 DE/ha/år skal gennemgå en komposteringsproces og præparering før anvendelse

*EU-forordning nr. 1804/1999* (Anonym, 1999c) har en generel øvre grænse for tilførsel af økologisk gødning på 170 kg N pr. ha/år. Der er ikke angivet en regulering for andelen af ikke-økologisk gødning udover at det ikke må overstige 170 kg N/ha/år.

På nationalt niveau er der ifølge Jespersen (1998) forskellige fortolkninger i de enkelte lande og foreninger. Stort set alle lande/foreninger tillader en vis andel ikke-økologisk gødning.

### 3 Omsætning og tab af næringsstoffer

I økologisk jordbrug er tab af næringsstoffer uønskede af to grunde. For det første udgør næringsstofferne en væsentlig ressource og bidrager til opretholdelse af produktionsgrundlaget. For det andet kan tab af næringsstoffer skade det omgivende miljø, hvilket strider mod de økologiske principper.

I landbrugets planteproduktion er kvælstof, kalium, fosfor og svovl de næringsstoffer, som afgrøderne behøver i størst mængde. De største miljøproblemer er imidlertid knyttet til tab af kvælstof - som samtidig i mange sammenhænge er den faktor, som udgør den største begrænsning for produktionsomfanget i økologisk jordbrug. Det skyldes, at kvælstof indgår i en lang række kemiske forbindelser, hvoraf nogle ( $\text{NO}_3$ ) let transporteres med jordvandet ud af rodzonen, og andre forbindelser ( $\text{NH}_3$ ,  $\text{N}_2\text{O}$  og  $\text{N}_2$ ) mistes som gasformige tab. Udvaskning af nitrat har betydning for kvaliteten af grundvandet som drikkevand samt for næringsstoffophobningen i ferskvandssystemer og kystnære farvande. Ammoniakfordampningen er en væsentlig kilde til eutrofieringen af både terrestriske og marine økosystemer. Lattergas fra denitrifikation i jord og gødningslagre er en drivhusgas, som bidrager til drivhuseffekten og dermed til en mulig klima-ændring.

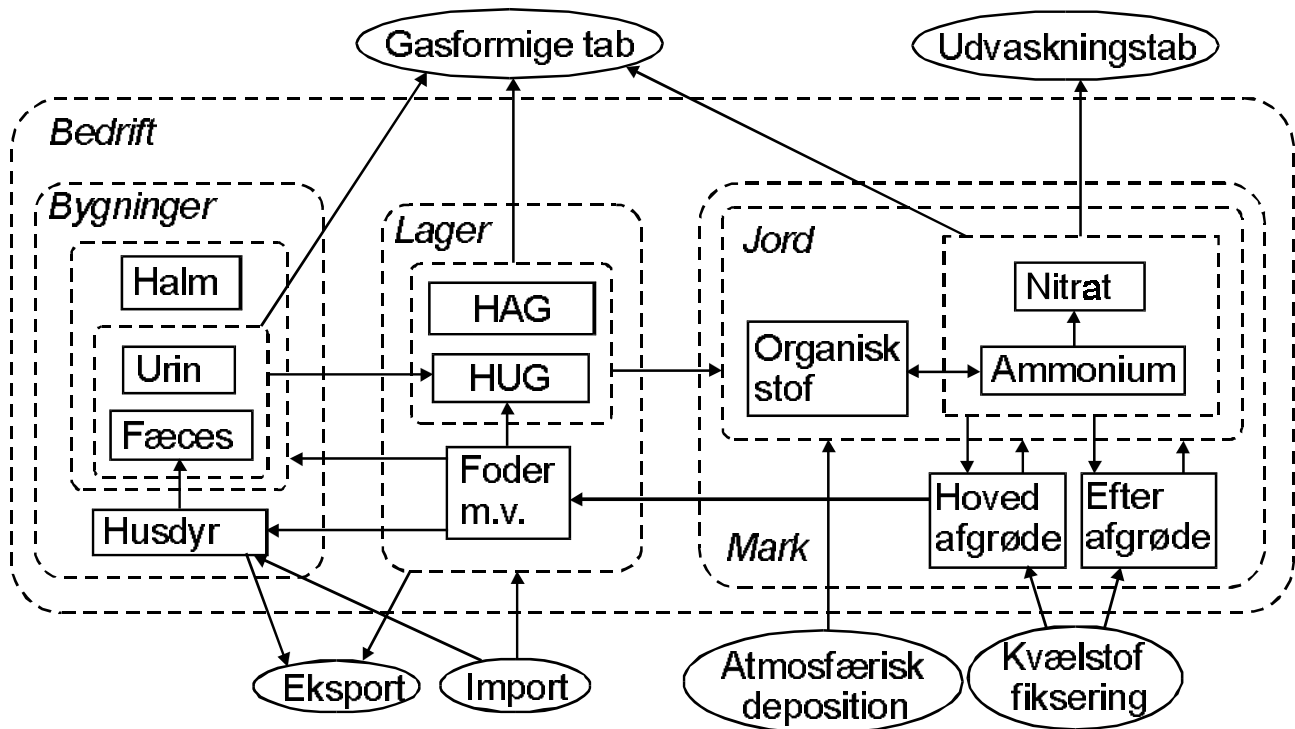
Fosfor har særlig betydning for miljøtilstanden i søerne, idet et højt indhold af fosfor kan forårsage eutrofiering. Fosfor er generelt meget mindre mobilt end kvælstof, hvorfor det er andre tabsveje, der har betydning her. Landbruget bidrager hovedsagelig med fosfor til vandmiljøet gennem tab ved nedvaskning, vanderosion og overfladeafstrømning, vinderosion samt brink- og bunderosion i vandløbene (Munkholm og Sibbesen, 1997).

Tab af kalium og svovl udgør ikke noget direkte miljøproblem, da der ikke er knyttet negative virkninger i det omgivende miljø til disse tab. Der er imidlertid tale om tab af væsentlige ressourcer, som må erstattes på anden vis, hvis planteproduktionen skal opretholdes. Kalium og svovl omtales derfor også i det følgende.

#### 3.1 Kvælstof

Kvælstof indgår i en række komplicerede kredsløb i mark, lager og stald (figur 3.1). Der er samtidig ofte en betydelig udveksling af kvælstof mellem bedriften og omgivelserne. Kvælstof importeres og eksporteres aktivt til og fra bedriften gennem køb og salg af dyr, foder og gødning. Der sker desuden en tilførsel af kvælstof gennem atmosfærisk afsætning (deposition) samt ved mikrobiel binding af luftens kvælstof ( $\text{N}_2$ -fiksering). Denne binding kan finde sted via fritlevende mikroorganismer eller ved mikroorganismer, der lever i symbiose med værtsplanter (bælgplanter).

Dyrene på bedriften omsætter foder til salgbare animalske produkter (kød, mælk og æg). I slagtesvin indlejres ca. 30% af kvælstof i kødet, mens der i fæces udskilles ca. 20% og i urin 50%. Ved mælkeproduktion går ca. 25% af foderkvælstof i mælken, ca. 35% udskilles i fæces og ca. 40% i urin (Sommer og Bromand, 1997). I stald og gødningslager opsamles fæces og urin sammen med foderrester og strøelse. Fra stald og lager forekommer en række gasformige tab af kvælstof ved ammoniakfordampning og denitrifikation.



Figur 3.1 Kvælstofomsætningen på en landbrugsbedrift

I marken omsættes det tilførte kvælstof i jorden i et komplekst omsætningsforløb, der involverer bakterier, svampe og flere faunagrupper. I denne omsætningsproces bliver der dannet mineralsk kvælstof (mineralisering), idet organisk bundet kvælstof bliver frigivet som ammonium, som igen kan omdannes til nitrat (nitrifikation). Mineralsk kvælstof bliver imidlertid også bundet i organisk materiale (immobilisering) i forbindelse med omsætningsprocesserne. En varierende del af det mineraliserede kvælstof vil være tilgængelig for planteoptagelse, men også eksponeret for gasformige tab (ammoniakfordampning og denitrifikation) og tab ved nitratudvaskning. Ammoniakfordampning forekommer især i forbindelse med udbringning af husdyrgødning, hvor ammoniumkoncentrationen i jordoverfladen bliver høj. Denitrifikation er en biologisk proces, hvorved nitrat omdannes til luftformigt kvælstof, hovedsageligt frit kvælstof ( $N_2$ ) eller lattergas ( $N_2O$ ).

### Kvælstofbalancer

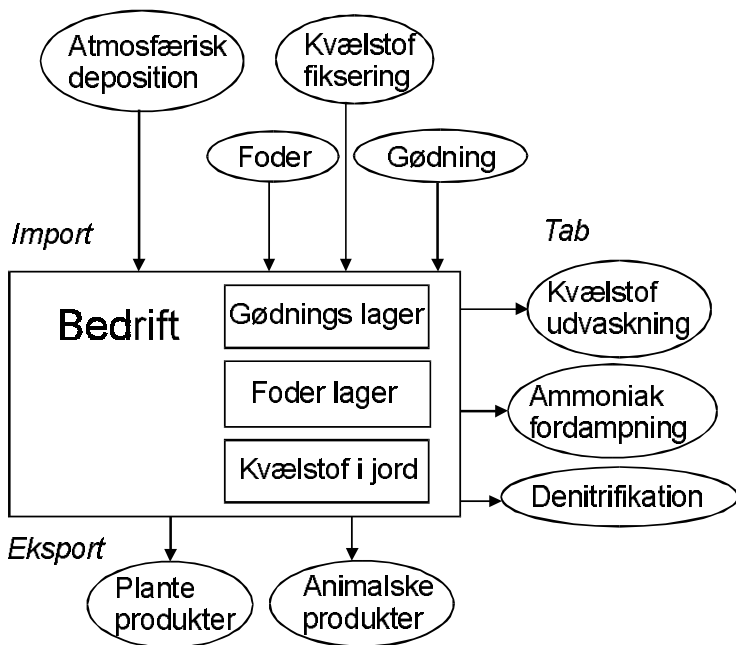
En simpel måde at beskrive kvælstofomsætningen på er gennem anvendelse af kvælstofbalancer. Alle sådanne balancer skal opfylde følgende ligning:

$$\Delta N = I - E - T$$

hvor  $\Delta N$  er ændringen i kvælstof lagret i systemet,  $I$  er importen af kvælstof til systemet,  $E$  er eksporten af kvælstof fra systemet og  $T$  er tabene af kvælstof fra systemet.  $\Delta N$  kaldes også for systemets balance. Hvis denne balance er negativ, så udpines systemet, hvorimod en positiv balance betyder ophobning af kvælstof.

Denne balancemethode kan anvendes på alle systemniveauer, hvis systemet er tilstrækkeligt velafgrænset. I figur 3.2 er de forskellige poster i balancen vist for bedriftsniveauet. Posterne i kvælstofbalancen kan estimeres fra tilgængelige data, statistikker eller ekspertvurderinger. Det er dog ofte umuligt at bestemme  $\Delta N$ , da denne ændring især for kvælstof i jorden kun udgør en meget lille del af den totale kvæl-

stofmængde, der er lagret i systemet. I systemer, der ikke ændres, vil  $\Delta N$  over tid nærme sig nul.



Figur 3.2 Kvælstofbalance på en landbrugsbedrift.

Import og eksport er de komponenter i balancen, som lettest kan kvantificeres fra tilgængelige data og statistikker. Differencen mellem import og eksport ( $I-E$ ) kaldes ofte for kvælstofoverskuddet. Kvælstofoverskuddet kan også udtrykkes som summen af tabene og af ændringer i systemet:

$$\text{Overskud} = I - E = \Delta N + T$$

Kvælstofoverskuddet i dansk landbrug lå først i 1990'erne på 177 kg N/ha/år mod 85 kg N/ha/år sidst i 1950'erne (Kyllingsbæk, 1995). Handelsgødningen udgør den væsentligste post i den nationale kvælstofbalance (ca. 50% af den totale import). Stigningen i kvælstofoverskuddet skyldes derfor især et stigende forbrug af kvælstof i handelsgødning. I perioden 1990 til 1995 faldt handelsgødningsforbruget med 27% i Danmark mod et fald på 6% for hele EU (Brouwer og Lowe, 1998). Faldet skyldes dels ændringer i EU's støtteordninger og dels nationale tiltag til mindskelse af kvælstofforureningen, herunder initiativer affødt af Vandmiljøplanen og Planen for en bæredygtig landbrugsudvikling.

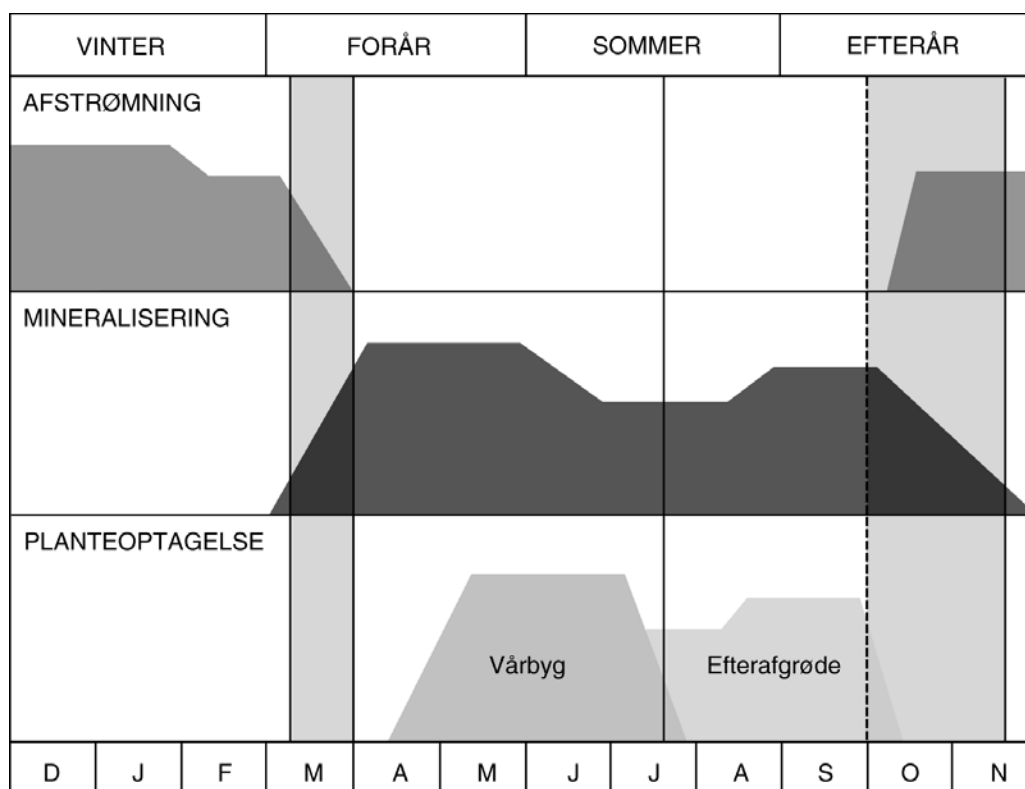
### Kvælstofudvaskning

Dyrkning af jorden medfører risiko for tab af kvælstof med nedsivningsvandet. Det er især nitrat, der let nedvaskes, da stoffet ikke bindes til partikeloverflader i jorden. I dyrkede systemer fjernes der en stor mængde kvælstof med de høstede afgrøder. Dette tab af kvælstof kompenseres der for ved brug af kvælstoffikserende planter, ved tilførsel af afgrøderester til jorden, eller ved gødskning af jorden med handelsgødning eller husdyrgødning.

Mineraliseringen af kvælstof fra jordens pulje af organisk kvælstof spiller en stor rolle for afgrødernes kvælstofforsyning, især i økologisk jordbrug. Først efter mineralisering kan det organisk bundne kvælstof blive tilgængeligt for planteoptagelse, men også for tab fra planternes rodzone. Kvælstof, der mineraliseres uden for vækstsæsonen, vil især være eksponeret for tab. På en jord med en stor pulje af kvælstof og en afgrøde med en kort vækstsæson vil der således være risiko for større tab ved udvaskning

end fra en jord med lavere kvælstofindhold og en afgrøde med lang vækstperiode. Afstrømningen af vand fra rodzonen er afgørende for, om dette mulige tab realiseres i praksis.

Denne problemstilling er illustreret i figur 3.3 for vårbyg med efterafgrøde. De lodrette grå zoner angiver perioder, hvor der normalt er størst mulighed for kvælstofmineralisering samtidig med afstrømning, og dermed forhøjet risiko for udvaskning. Figuren viser samtidigt, at kvælstofudvaskningen vil kunne mindskes gennem anvendelse af fangafgrøder i efterår og vinter til opsamling af kvælstof.



**Figur 3.3** Oversigt over samspillet mellem afstrømning og mineraliserings- og planteoptagelsespotentialet i et "normalår" for vårbyg med græs som efterafgrøde. De grå zoner angiver perioder med forøget risiko for nitratudvaskning (Christensen et al., 1997).

Kvælstofudvaskning forekommer i situationer med afstrømning samtidig med, at nitratkoncentrationen i jorden er høj, fordi planterne ikke har været i stand til at samle kvælstoffet op. Dette indebærer, at kvælstofudvaskningen i det væsentligste påvirkes gennem følgende faktorer:

- *Nedbør:* Meget nedbør øger afstrømningen og risikoen for, at mineralsk kvælstof i jorden tabes ved udvaskning
- *Jordtype:* Kvælstof tabes lettere ved kvælstofudvaskning fra sandjorde end fra lerjorde. Det skyldes dels, at jordens vandholdende evne er betydeligt større på lerjorde (bl.a. som følge af en større rod-dybde) og dels, at mineraliseringen af organisk kvælstof foregår hurtigere på sandjorde
- *Kvælstoftilførsel:* Hvis der tilføres større mængder kvælstof end der bortføres med afgrøderne, øges risikoen for, at der efterlades uorganisk kvælstof, som kan tabes ved udvaskning. Det samme er tilfældet ved kvælstofgødskning i perioder med afstrømning
- *Sædskiftet:* Afgrøder har meget forskellige kvælstofbehov og forskellig længde af vækstperioden.

Nogle afgrøder efterlader meget let omsætteligt organisk stof med højt kvælstofindhold, mens andre efterlader meget tungt omsætteligt materiale, som kan binde uorganisk kvælstof i jorden. Alle disse forhold spiller en rolle for, hvor meget uorganisk kvælstof der efterlades i jorden efter forskellige afgrøder

- *Fangafgrøder*: Fangafgrøder dyrkes for at opsamle næringsstoffer, som ellers ville blive tabt ved udvaskning. Fangafgrøder virker ved at reducere indholdet af uorganisk kvælstof i jorden om efteråret
- *Gødningstype*: Tilførsel af gødning med et højt indhold af uorganisk kvælstof (f.eks. handelsgødning, ajle og svinegylle) kan bedre tilpasses afgrødernes behov i de forskellige vækstfaser end gødning med organisk bundet kvælstof (f.eks. dybstrøelse og kompost). Tilførsel af organiske gødninger giver dermed potentielt større risiko for kvælstofudvaskning om efteråret, hvis der ikke er etableret effektive fangafgrøder i denne periode
- *Jordbearbejdning*: Omplojning af græsmarker indebærer en stor risiko for kvælstofudvaskning fordi en stor mængde let omsætteligt organisk stof herved vil blive mineraliseret. Herudover virker jordbearbejdningen formentligt stimulerende for kvælstofomsætningen i jorden

Kvælstofudvaskningen fra økologisk jordbrug er bl.a. belyst af Hansen et al (1998), som sammenlignede kvælstofbalancer og beregnet kvælstofudvaskning fra de faktiske konventionelle brug i Landovervågningsoplandene i 1996 med økologiske modelbrug med forudsat god driftsledelse. I sammenligningen indgik plante-, svine- og kvægbrug på både ler- og sandjord, og her blev det bl.a. vist at udvaskningspotentialet generelt er lavere fra de økologiske end de konventionelle brugstyper.

Sammenligner man forskellige økologiske brugstyper, viser undersøgelsen af kvælstofudvaskningen er lavest fra de økologiske plantebrug, moderat fra økologiske kvægbrug og højest fra økologiske svinebrug. Tabets størrelse afhænger primært af gødningstilførsel, sædskifte, efterafgrøder.

I det efterfølgende afsnit 5 er der vist en række eksempler på betydningen af gødningsimport på forskellige brugstyper.

### **Ammoniakfordampning og denitrifikation**

Fra det danske landbrug tabes årligt ca. 120.000 tons kvælstof ved ammoniakfordampning (Henriksen et al., 1995). Langt hovedparten af dette tab (ca. 75%) er knyttet til husdyrproduktionen, hvor ammoniak tabes fra stalde, gødningslagre, udbragt husdyrgødning og dyr på græs. En række driftsmæssige forhold, herunder fodring, staldtype, gødningshåndtering, lagringstid og udbringningsmetode har betydning for ammoniakfordampningen.

Ammoniakfordampningen afhænger af mængden af ammonium i husdyrgødningen, som især stammer fra kvælstof udskilt i urinen. En reduktion i udskillelsen af urinkvælstof vil nedbringe ammoniakfordampningen fra stald, lager og udbragt gødning. Ved en bedre tilpasning af proteinindhold og proteinsammensætning i foderet til dyrenes behov er det især kvælstofudskillelsen i urin, der reduceres. Det er i forsøg med slagtesvin fundet, at en tofaset fodring kombineret med aminosyretilsætning har kunnet reducere kvælstofudskillelsen med 27% (Sommer og Bromand, 1997). Ved at anvende forskellige foderblandinger i soholdet har kvælstofudskillelsen kunnet reduceres med ca. 20%. Også for malkekøer er der muligheder for gennem optimering af fodringen at mindske kvælstofudskillelsen. Dette gælder ikke mindst for græssende køer, hvor indtagelsen af foder ofte ikke er optimal. Ammoniakfordampningen fra græssende dyr stiger således med stigende kvælstoftilførsel til græsset (Sommer og Hutchings, 1996).

I stalden sker ammoniakfordampningen fra gulvet og spalterne, dyrene går på, samt fra gyllekanalerne under spalterne. Ammoniakfordampning afhænger af bl.a. af ventilationen i stalden og hvor stort et

gulvareal, der gødes af dyrene. I systemer med dybstrøelse angives ammoniakfordampningen, at være på ca. 75% af fordampningen fra stalde med spaltegulve (Sommer og Hutchings, 1996). Fra dybstrøelse tabes der dog også kvælstof ved denitrifikation. Kvælstoftabet fra dybstrøelse til slagtesvin angives at ligge på 25% af total N ab dyr mod 15% fra stalde med spaltegulve og gylle (Poulsen og Kristensen, 1997). For kvægstalde angives tabet for både stalde med dybstrøelse og stalde med spaltegulve at ligge på 8%. Tilsvarende kvælstoftab fra gødningen i stalde med slagtekyllinger på dybstrøelse og æglæggende gulvhøns ligger på 20-40%.

Fra lagre af gylle, der ikke danner flydelag, er ammoniakfordampningen henholdsvis 6 og 9% af kvælstofindholdet i svine- og kvæggylle (Sommer et al., 1993). Der er derfor krav om flydelag eller anden overdækning af gyllebeholdere, hvilket reducerer tabet fra gylle- og ajlebeholdere til ca. 2% af total N ab stald (Poulsen og Kristensen, 1997). For fast gødning angives tabet til 15% for kvæggødning og 30% for svinegødning under lagringen. Tabet fra lagring af dybstrøelse fra kvæg, søer og høns er 10%, mens det ligger på 25% for dybstrøelse fra slagtesvin og slagtekyllinger. Det højere tørstofindhold og den mere porøse struktur i fast svinegødning sammenlignet med kvæggødning giver gode muligheder for ilttilførsel under omsætningen. Herved øges temperaturen betydeligt, og der er risiko for betydelige tab ved ammoniakfordampning og denitrifikation (Sommer og Bromand, 1997).

Under og efter udbringningen af husdyrgødningen på marken kan der også ske betydelige tab ved ammoniakfordampning. Tabet stiger med stigende henliggetid efter udbringning. Ved høje temperaturer tabes en betydelig del af gødningens ammoniakindhold inden for de første 6 timer efter udbringningen. Ved en henliggetid på 12 timer tabes ca. 7% af totalkvælstof ved en temperatur på 3-7 °C og ca. 22% ved en temperatur på 7-16 °C (Sommer og Hutchings, 1996). Nedsivning eller nedbringning af gylle mindsker effektivt ammoniakfordampningen. Ammoniakfordampningen kan også reduceres ved udbringning af gylle med slæbeslanger under afgrøden. De samme forhold påvirker tabene fra fast staldgødning og ajle. Ammoniaktabet må dog her formodes at være lidt lavere (Sommer og Hutchings, 1996). Der tabes også kvælstof ved denitrifikation, når husdyrgødningen tilføres marken. Dette tab kan for kvæggylle sættes til 10% og for svinegylle til 5% af gyllens ammoniumindhold (Olesen og Vester, 1995).

Der forekommer således betydelige gasformige tab fra det tidspunkt, hvor kvælstof i urin og fæces forlader dyrene til det er effektivt inkorporeret i jorden. Kvælstoftabet fra dyr på græs sættes generelt til 10% af total N ab dyr. Tabene kan imidlertid under visse forhold være betydeligt højere. Denitrifikationen kræver iltfrie forhold samt tilstedeværelse af såvel nitrat som organisk stof for at kunne finde sted. Disse forhold er i igangværende undersøgelser fundet at være til stede i nærheden af foderpladserne på marker med fritgående søer. Dyrene skaber her en sammentrykket jord, hvor vand har svært ved at sive ned og hvor der let skabes iltfrie forhold. Samtidigt afsætter dyrene en stor del af deres urin i dette område. Betingelserne for store tab ved ammoniakfordampning og denitrifikation er således til stede i dette system.

### **Begrænsning af kvælstoftab**

Kvælstoftabet kan generelt begrænses ved:

- et alsidigt sædskifte med "et passende" forhold mellem kvælstofforbrugende og kvælstoffikserende planter
- god harmoni på bedrifter med husdyr, herunder høj selvforsyningsgrad med foder og gødning
- at øge udnyttelsen af kvælstof i foder og dermed mindske udskillelsen af kvælstof i urin. Dette kan ske ved at afpasse proteinindholdet og proteinsammensætningen i foderet til dyrenes aktuelle behov

- at indrette stalde og gødningslagre således, at tab ved ammoniakfordampning og denitrifikation mindskes
- at nedbringe husdyrgødningen effektivt og hurtigt i jorden således at ammoniakfordampning minimeres efter udbringningen
- at afpasse gødkningen efter behovet i den enkelte afgrøde, herunder at tage højde for eftervirkninger af forudgående græsmarker og gødningstildeling
- at sænke den generelle kvælstoftilførsel til marken bl.a. ved reduktion af belægningsgraden
- at udgå udbringning af kvælstofgødning forud for afstrømningsperioden. Dette gælder også gødning fra græssende dyr på marken
- at dyrke effektive efterafgrøder, som kan opsamle jordens mineralske kvælstof i efteråret forud for afstrømningsperioden

### 3.2 Fosfor

Fosfor i jord findes dels i organisk stof og dels i uorganiske forbindelser. Fosfor i organisk stof skal mineraliseres før det kan optages af planterne. Det udgør mellem 30 og 50% af det totale fosforindhold i pløjelaget. Det uorganiske fosfor er primært bundet i forbindelser med calcium, jern eller aluminium. Der kan være meget forskellig tilgængelighed af fosfor i disse forbindelser. Det er kun en meget lille del af fosforet, der er opløst i jordens vandfase og er tilgængeligt for transport i jorden og for planteoptagelse. Dette opløste fosfor er i ligevægt med det bundne fosfor. Samtidig er der en ligevægt mellem fosfor bundet med forskellig tilgængelighed (Olesen og Vester, 1995).

Når der år efter år gødes med mere fosfor, end der fjernes med afgrøderne, hvilket har været situationen for hovedparten af dansk landbrugsjord siden anden verdenskrig, vil det ophobede fosfor efterhånden blive bundet i mere utilgængelige forbindelser. Fosformængden vil dog stige mest i de lettest tilgængelige fraktioner, fordi de kemiske reaktioner er mange år om at komme i ligevægt. Hvis opgødkningen ændres til en udpiningssituation, vil fosformængden falde mest i de lettest tilgængelige fraktioner. Dette vil starte en mobiliseringsreaktion, hvor fosforet i de tungest tilgængelige fraktioner efterhånden søger mod mere tilgængelige fraktioner. Et faldende og lavt fosforniveau er muligvis mere acceptabelt i økologisk jordbrug, fordi den økologiske jord med et relativt stort input af organisk stof formentlig giver bedre mulighed for rodudvikling og måske også for vækst af mykorrhizasvampe, som kan hjælpe planterne med optagelse af fosfor (Olesen og Vester, 1995).

Der sker fortsat en nettotilførsel (overskud) af fosfor til dansk landbrugsjord som helhed (Sibbesen, 1996). Der er imidlertid store variationer mellem landsdelene og bedrifterne, primært på grund af forskellig belastning med husdyrgødning. I Landovervågningsoplandene varierede det gennemsnitlige overskud af fosfor fra -0,2 kg P/ha/år i et lerjordsopland i Storstrøms Amt til 13,0 kg P/ha/år i et sandjordsopland i Sønderjyllands amt (Grant et al., 1997).

Fosforoverskuddet stiger med stigende belægningsgrad på bedriften (Halberg 1998). Undersøgelser på praktiske konventionelle og økologiske brug (Helårsforsøg med Kvæg) har vist, at fosforoverskuddet på bedriftsniveau steg med 5,4 kg P/ha/år for hver DE/ha. Der var desuden signifikant større fosforoverskud på konventionelle kvægbrug sammenlignet med økologiske. Simmelsgaard et al (1998) beregnede fosforoverskud på markniveau for en række forskellige økologiske modelbedrifter. For de opstillede kvægbrug varierede fosforoverskuddet fra 2 til 15 kg P/ha/år, især afhængig af selvforsyningsgraden med foder. For planteavlbrugene varierede fosforoverskuddet fra -16 til 8 kg P/ha/år, især afhængig af gødningsimport. For svinebrugene varierede fosforoverskuddet fra 3 til 25 kg P/ha/år, afhængig

af belægningsgrad, selvforsyningsgrad og gødningsimport. De nuværende økologiske regler giver således mulighed for såvel en udpining af fosfor i jorden som en ophobning af fosfor. Ophobningen forekommer især på de økologiske svinebrug og vil her især være problematisk for afgræsningsmarker med fritgående søer, hvor fosforet kan blive afsat uensartet på arealet.

Den overvejende del af fosforoverskuddet ophobes i pløjelaget og giver anledning til en højere fosforstatus. I Danmark udtrykkes jordens fosforstatus ved fosfortallet (Pt). Fosfortallene for danske jorde ligger på ca. 4,5 i Nord- og Vestjylland og på ca. 4 på Øerne. For optimal planteproduktion anbefales fosfortal på 2,0-3,5/4,0 (Knudsen et al., 1997). I 1997 havde kun mellem 2 og 7% af danske jorde lave fosfortal under 2,0, mens over halvdelen havde høje fosfortal over 4,0. De danske jorde har således en høj fosforstatus.

Landbruget bidrager med fosfortab til vandmiljøet gennem diffuse kilder, der omfatter (Munkholm og Sibbesen, 1997):

- Nedvaskning gennem jorden og transport til vandløb og søer med drænvand eller grundvand. Nedvaskningstabet varierer med jord-typen og synes at stige med fosfortilstanden i pløjelaget
- Overfladeafstrømning og vanderosion på jordoverfladen på skrånende arealer, hvorved der transporteres fosfor til vandmiljøet. Dette tab foregår typisk i vinterhalvåret og ofte i forbindelse med tøbrud
- Vinderosion på jordoverfladen. Dette tab er reduceret i forhold til tidligere som følge af læplantning og større andel vintergrønne marker i Danmark
- Brink- og bunderosion i vandløbene. Der kan ophobes fosfor i jord og vegetation i nærheden af vandløbene, som efterfølgende kan tabes til vandmiljøet via brinkerosion

Fosfortabene sker fortrinsvis ved nogle få, intensive og kortvarige hændelser. Forekomsten af disse hændelser er betinget af klima, topografi, jordtype, dyrkning, kulturteknik og beskyttelsesforanstaltninger. Den høje fosforstatus af danske jorde har betydning for tabet af fosfor til vandmiljøet, idet tabet via alle ovennævnte tabsveje øges med stigende indhold af lettilgængeligt fosfor i overjorden. Tabsprocesserne vekselvirker dog med hinanden. Mange af de beskyttende foranstaltninger mod vanderosion vil således øge risikoen for fosfortab ved nedvaskning.

### **Begrænsning af fosfortab**

Fosfortabet kan begrænses ved (Munkholm og Sibbesen, 1997):

- at sænke indholdet af lettilgængeligt fosfor i overjorden gennem reduktion af gødningstilførslen
- at begrænse indholdet af letopløseligt fosfor på jordoverfladen i vinterhalvåret ved at reducere mængden af plantemasse, planterester og gødning på jordoverfladen om vinteren
- at mindske erosionen ved f.eks. reduceret jordbearbejdning, jordbearbejdning langs konturerne, dræning, græsbræmmer langs vandløbene, mindre færdsel på markerne og lettere traktorer og redskaber
- at undgå gødskning med letopløseligt fosfor på tidspunkter med risiko for fosfortab ved nedvaskning, overfladeafstrømning og vinderosion, dvs. det er bedst at gøde om foråret

### 3.3 Kalium

Der kan skelnes mellem fire kaliumpuljer i jorden: næsten utilgængeligt kalium, langsomt ombytteligt kalium, ombytteligt kalium og vandopløst kalium. Der er en ligevægt mellem puljerne. Inden for den enkelte vækstsæson er det dog stort set kun det ombyttelige og vandopløste kalium, der bidrager til planternes kaliumforsyning (Olesen og Vester, 1995). Lerjordens evne til at fastholde kalium i form af fikseret og ombytteligt kalium er langt større end sandjordens. Denne forskel har stor betydning for gødskningsstrategien. På sandjorde er det vigtigt med en årlig tilførsel af kalium svarende til afgrødens behov, da der er risiko for at overskydende kalium udvaskes med overskudsnedbøren. Faren for udvaskning er langt mindre på lerjorde. Da puljen af kalium også er langt større på lerjorde, er det især på sandjorde, at der er risiko for væsentlige problemer med kaliummangel i økologisk jordbrug.

I økologisk jordbrug tilføres kalium stort set udelukkende med husdyrgødning og planterester. Kaliumbortførslen med afgrøder kan variere betydeligt fra ca. 60 kg K/ha/år i en kornafgrøde til ca. 250 kg K/ha/år i roer. Visse grønsagsafgrøder bortfører også betydelige kaliummængder. I FØJO-rapport nr. 2/1998 er der beregnet nettotilførsel (overskud) af kalium på markniveau for en række forskellige økologiske modelbrug. For kvægbrug varierede kaliumoverskuddet fra -22 til 48 kg K/ha/år afhængig af selvforsyningsgrad og import af husdyrgødning. For planteavlsbrugene varierede overskuddet fra -72 til 20 kg K/ha/år afhængig af afgrødevalg og gødningsimport. For svinebrugene varierede overskuddet fra -4 til 37 kg K/ha/år afhængig af selvforsyningsgrad og gødningsimport.

Fra dette overskud skal trækkes tabet ved udvaskning, der udgør ca. 20-30 kg/ha/år på sandjorde og ca. 5 kg/ha/år på lerjorde. På økologiske brug på sandjorde vil det derfor kun være muligt at opretholde kaliumforsyningen, hvis der importeres kalium i foder eller husdyrgødning. Alternativt kan der gødes med godkendte kaliumgødninger. På lerjorde udgør mindre underskud ikke noget umiddelbart problem for produktionen. Større underskud, som kan ses på nogle af planteavlsbrugene, vil dog også her være problematiske.

### 3.4 Svovl

Svovl har i de senere år fået fornyet opmærksomhed som plantenæringsstof i dansk landbrug. Det skyldes, at den tidligere rigelige tilførsel af svovl fra atmosfæren er reduceret betydeligt. I konventionelt jordbrug tilsættes svovl derfor nu til handelsgødningen. Svovlmangel giver både udbyttenedgang og reduktion af afgrødernes kvalitet, f.eks. i hvedes bageegenskaber og i afgrødernes ernæringsmæssige værdi.

Mere end 95% af jordens svovlindhold er bundet i det organiske stof og dermed utilgængeligt for planterne, der kun optager svovl som uorganisk sulfat. Sulfat udvaskes let fra alle danske jorde, og planterne er derfor afhængige af mineralisering af organisk svovl eller tilførsel udefra. De væsentligste poster i svovlbalancen for økologiske marker er tilførsel af svovl fra luften, i husdyrgødning og ved vanding samt bortførsel i høstet afgrøde og ved udvaskning.

Opstillede markbalancer for svovl (Olesen og Vester, 1995; Eriksen og Askegaard 1996) for en række forskellige økologiske modelbrug viser for langt de fleste bedriftstyper en negativ balance, dvs. større eksport og tab af svovl end der tilføres. Dette vil med tiden føre til svovlmangel, som må forventes først at optræde på sandjorde.

## 4 Fang- og efterafgrøder

I forbindelse med gennemførelsen af vandmiljøplan II (VMP II) blev det vedtaget, at alle bedrifter skal have mindst 6% efterafgrøder (6%-reglen). Efterafgrøder kan være græsudlæg, korn og græs eller korsblomstrede afgrøder sået efter høst inden en bestemt dato. Bælgplanter kan således ikke indgå som efterafgrøde.

Efterafgrøderne skal nedmuldes det efterfølgende forår og anvendes til en forårssået afgrøde. Beregningsgrundlaget for de 6% efterafgrøder er alle arealer med etårige afgrøder. De nærmere specifikationer og betingelser fremgår af ”Vejledning og skemaer” fra Plantedirektoratet 1999/2000 (Anonym 1999a).

Det fremgår af afsnit 3 at fang- og efterafgrøder kan være et vigtigt middel til at reducere N-udvaskningen i økologiske sædskifter. Hansen & Kristensen (1998) har beregnet en væsentlig reduktion i N-udvaskningen (10 – 50 kg N/ha) ved at inkludere flest mulige fang- og efterafgrøder i en række forskellige økologiske sædskifter. I forbindelse med implementeringen af ovennævnte 6%-regel på økologiske bedrifter er der imidlertid en række spørgsmål, der bør overvejes:

- Kan/bør bælgplanter indgå helt eller delvist som efterafgrøde?
- Kan/bør udlæg af kløvergræs indgå som efterafgrøde?
- Er 6% efterafgrøder tilstrækkeligt i økologisk jordbrug?

Disse spørgsmål søges besvaret i det efterfølgende.

### 4.1 Kan/bør bælgplanter indgå helt eller delvist som efterafgrøde?

Der er ikke lavet mange undersøgelser af bælgplanters effektivitet som fangafgrøder. De få, der er lavet, tyder på, at bælgplanter etableret ved undersåning i korn kan være lige så effektive som græsser til at reducere nitrat indholdet i jorden i efteråret (Jørgensen, 1997; Thorup-Kristensen, 1997), mens bælgplanter etableret midt på sommeren ikke er særligt effektive som fangafgrøder (Thorup-Kristensen, 1993; Thorup-Kristensen og Bertelsen, 1996). Blandede efterafgrøder, f.eks. blandinger af rug og vintervikke kan derimod være effektive fangafgrøder (Thorup-Kristensen og Bertelsen, 1996).

Bælgplanter dyrket som efterafgrøde tilfører jorden ekstra N ved biologisk N fiksering; i nogle tilfælde kan der være tale om ret store mængder (Schröder, 1997; Jørgensen, 1997). I økologisk planteavl, hvor afgrøderne ofte er svagt forsynede med N, er denne ekstra tilførsel en klar fordel for produktionen, og næppe et miljøproblem, da afgrøderne let vil kunne udnytte den ekstra N tilførsel. Dyrkning af græsefterafgrøder kan derimod have kraftigt negative virkninger på N-forsyningen til afgrøderne ikke mindst på denne type brug.

For at sikre simple regler, og for at tage højde for at der endnu kun findes få resultater der viser effektiviteten af undersåede bælgplanter, kan der laves regler, der tillader bælgplanter i efterafgrøder, hvis bælgplanterne indgår i blanding med accepterede ikke-bælgplanter.

Da formålet med 6%-reglen er at sikre imod udvaskning af N, er der en vis logik i, at bælgplanter ikke er accepterede i efterafgrøder inden for 6% kravet. Selv om de i mange tilfælde kan være gode fangaf-

grøder, er de ikke bedre end andre vi kender, og de medfører sandsynligvis en større risiko for efterfølgende udvaskning. I rene planteavlsbrug er den produktionsmæssige værdi af efterafgrøder med bælgplanter meget stor, og risikoen for efterfølgende udvaskning meget begrænset.

Et forslag kunne derfor være, at bælgplanter generelt ikke kan indgå i efterafgrøder til opfyldelse af 6% kravet, men at de kan accepteres på økologiske brug med lav belægningsgrad (f.eks. under 0.5 de/ha) når de dyrkes i blanding med accepterede ikke-bælgplanter.

## **4.2 Kan/bør udlæg af kløvergræs indgå som efterafgrøde?**

Kravet, om at efterafgrøderne skal nedmuldes det efterfølgende forår og efterfølges af en forårssået afgrøde, kan virke meget generende; især på kvægbrug med en høj andel af kløvergræs og korn med kløvergræsudlæg.

Udlæg af kløvergræs vil, uanset om det pløjes op næste forår eller ej, mindske udvaskningen af kvælstof. Kravet om at de 6% skal pløjes op om foråret og udnyttes til vårafgrøder er indført for at sikre en øget dyrkning af efterafgrøder, og at en landmand ikke blot kan meddele at han via udlæg af kløvergræs, frøgræs eller dyrkning af vinterraps allerede opfylder reglerne, og så fortsætte uændret.

En undtagelse er dog, hvis mindst 90% af efterafgrødegrundlaget udgøres af afgrøder med græs- eller kløvergræsudlæg (se "Vejledning og skemaer" fra Plantedirektoratet 1999/2000). På de kvægbrug, hvor der af hensyn til foderforsyningen anvendes store mængder kløvergræs og kløvergræsudlæg er det således muligt at fortsætte nudriften. Der er således ikke grundlag for at foreslå specielle regler.

## **4.3 Er 6% efterafgrøder tilstrækkeligt i økologisk jordbrug?**

Hvis målet er at minimere udvaskningen af N kan man med fordel gå væsentligt højere end 6%. Der er ikke noget klart maksimum for, hvor meget der kan dyrkes med efterafgrøder, f.eks. af hensyn til rodukrudd. Problemer med rodukrudd vil variere stærkt afhængigt af sædskifte, jordtype, forhistorie og øvrige bekæmpelses muligheder og strategier. Vellykket dyrkning af efterafgrøder vil i høj grad reducere spredningen af kvik (Hostrup, 1972), men ikke så effektivt som en aktiv bekæmpelse.

På intensive husdyrbrug vil regler, der betyder mindre vintersæd men flere efterafgrøder fulgt af vårsæd, i høj grad kunne reducere udvaskningstabene. På rene planteavlsbrug er der næppe grund til at stramme reglerne yderligere.

Hvor der - f.eks. i vandindvindingsområder - er særlige krav til grundvandsbeskyttelse, vil man kunne nå langt ved at øge kravet til efterafgrøder. Specielt i sådanne områder vil højere krav til dyrkning af efterafgrøder på husdyrbrugene være vigtige – således at man f.eks. helt ophørte med at dyrke vintersæd.

På sandjorderne bør der i vandindvindingsområder dyrkes efterårsgrønne afgrøder, herunder efterafgrøder så tit som muligt, og det bør være et krav at de først nedmuldes i foråret. På lerjorderne bevæger nitrat sig meget langsomt ned igennem jordlagene, især når det er kommet under drændybde, og der kan derfor være betydelige perspektiver i at dyrke efterafgrøder med særligt dybe rodsystemer. Under disse forhold vil efterafgrøder med særligt dybe rodsystemer kunne opfange N fra tidligere års nedvaskning imod grundvandet.

Ved de hidtidige undersøgelser er der fundet plantearter, der som efterafgrøder er næsten 100% effektive ned til 1,5 m dybde (Thorup-Kristensen, submitted). Disse efterafgrøder har naturligvis også har en effekt på endnu dybere jordlag selv om vi endnu ikke ved hvor stor denne effekt er. Dyrkning af denne type efterafgrøder skal ikke nødvendigvis ske hvert år for at beskytte grundvandet, men dyrkes de med få års mellemrum, vil de under sådanne forhold stærkt kunne reducere mængden af nitrat der ender med at bevæge sig ned til grundvandsmagasinerne.

Der er således et stort behov for yderligere forskning med henblik på mere præcise anbefalinger omkring anvendelse af efterafgrøder.

## 5 Næringsstofimport og balance på sædskifteniveau ved nuværende regler

I de seneste årtier har både lovgivningen og de forskellige handlingsplaner søgt at tilskynde jordbruget til at udnytte kvælstoffet bedre og dermed begrænse tabet til det omgivende miljø. Inden for den økologiske driftsform har dette incitament været til stede i form af en overordnet målsætning, som bl.a. indebærer forbud mod anvendelse af kunstgødning.

Det er imidlertid ingen selvfølge, at de nuværende regler i alle situationer er en garanti for mindst muligt tab af kvælstof til miljøet. Den dyrkningspraksis, som gennemføres på den enkelte bedrift, har under alle omstændigheder en meget stor indflydelse på tabet af kvælstof. Det er derfor vigtigt, at reglerne støtter en faglig korrekt anvendelse af gødning, som dels minimerer tabet af næringsstoffer og dels sikrer produktionsgrundlaget på den enkelte bedrift. I afsnit 3 er der redegjort for at gødskningsniveauet, herunder import af husdyrgødning og sædskiftet, er centrale faktorer.

Til at illustrere sammenhænge mellem import af husdyrgødning, udbytte og overskud af næringsstoffer, specielt betydning af 25% reglen, vil der i dette afsnit blive gennemgået en række eksempler på omsætning og balance af N, P og K i forskellige økologiske sædskifter.

Overskuddet af næringsstoffer input og udbytte (se afsnit 3). Overskuddet, der i det følgende benævnes som nettotilførslen, kan anvendes som et udtryk for potentiel miljøbelastning.

### 5.1 Beregning af gødningsimport

De nuværende regler giver driftslederen flere muligheder for at styre kvælstofimporten til afgrøderne. For det første medfører valget af specifikke afgrøder en N-norm, der giver mulighed for indkøb af konventionel husdyrgødning op til 25% af normen. For det andet kan den samlede næringsstofimport styres ved at vælge alternative husdyrgødninger.

Et eksempel på sædskifter og beregnet gødningsimport fremgår af tabel 5.1. Landmand Hansen og landmand Jensen er begge økologiske planteavlere med hovedvægt på kornproduktion. De har begge ca. 25% af arealet liggende med kløvergræs, som ikke gødes. Græssets primære formål er at samle næringsstoffer til de efterfølgende afgrøder. Hansen har kløvergræs i traditionel forstand, mens Jensen har sit kløvergræs som udlæg i grønrug. Begge udnytter de græsarealet til høg/grønrugslæt. Jensen vælger bevist efter kornafgrøder med stor N-norm, mens Hansen foretrækker et mere simpelt og robust sædskifte.

Tabellen viser, at der er stor forskel på, hvor meget gødning den enkelte bedrift kan importere, afhængigt af hvor kreativt mulighederne i 25%-reglen udnyttes.

En af ulemperne ved 25%-reglen er således at dens udgangspunkt er hvad der er optimalt i de enkelte afgrøder under konventionelle dyrkningsforhold. Gødningstilførslen afspejler derfor næppe, hvad der er optimalt i et økologisk sædskifte.

**Tabel 5.1** Eksempler på sædskifter, kvælstofnorm og tilladt import efter 25% reglen (Plantedirektoratet 1999/2000. JB nr. 2 + 4)

<b>Hansen</b>	Kg N/ha	<b>Jensen</b>	Kg N/ha
Kløvergræs (>50% kløver)	60	Grønrug med kløvergræs udlæg	124+159
Havre	86	Vårhvede	112
Vinterrug	108	Havre	86
Vårbyg med udlæg	117	Vinterhvede	164
Gns. N-norm	93		161
Tilladt import (plantetilgængeligt N)	23		40
Import svinegylle (55% udnyttelse)	42		73
Import dybstrøelse (20% udnyttelse)	116		202

## 5.2 Import og balancer i forskellige sædskifter

I tabel 5.2 er vist en række eksempler på import af husdyrgødning og efterfølgende balance eller overskud (= netto) i N, P og K. Den importerede husdyrgødning er svinegylle på plante- og svinebrug, og kvæggylle på kvægbrugene. I planteavlssædskifterne er N-importen sat til 25% af det valgte sædskifte. I husdyrbrugene er der vist flere niveauer op til den tilladte import af svinegylle. Alle eksemplerne overholder således reglerne, og det er ikke forsøgt at tænke specielt kreativt i sædskiftet for at maksimere import og udbytte, som det f.eks. er vist i tabel 5.1. De mere detaljerede beregninger og forudsætninger er vist i appendiks A. Det bør iagttages at den angivne kilde anvender de normtal, der blev anvendt i 1997, og som dermed er forskellige fra normtallene i tabel 5.1. Dette gør imidlertid ingen forskel mht. at illustrere forskelle mellem de forskellige sædskifter og brugstyper.

Det fremgår af tabel 5.2, at importen af husdyrgødning er meget varierende mellem de forskellige sædskifter. På rene planteavlsbrug uden grovfoderproduktion (de 3 øverste i tabel 5.2) har kløvergræs ikke noget gødningsbehov. Importen er derfor faldende ved stigende andel af kløvergræs. Omvendt på brug med grovfoderproduktion (de 3 nederste i tabel 5.2) stiger importmuligheden i takt med stigende areal af kløvergræs, fordi her er en gødningsnorm for kløvergræs til afgræsning/slæt.

$N_{\text{netto}}$  er nogenlunde ens på et lavt niveau på alle de rene plantebrug, og det kan antages, at udvaskningen er lav i alle disse sædskifter, fordi N-tilførslen er klart begrænsende for udbyttet (Askegaard et al, 1999, Simmelsgaard et al 1998). Tilsvarende er  $P_{\text{netto}}$  og  $K_{\text{netto}}$  på et meget lavt niveau i alle systemer.

Hvis der importeres 60-70 kg N/ha ( $\approx 0,6-0,7$  DE/ha) er der positiv P-/K-balance, hvis importen er lavere, er der typisk negativ balance.

På husdyrbrugene er netto næringsstofforsyningen betydeligt større, og der ses en positiv sammenhæng mellem import af husdyrgødning og stigningen i nettoforsyningen. På kvægbrugene (nederst i tabel 5.2) er importen af husdyrgødning begrænset til maks. 1,4 DE/ha, idet mælkeproducenterne typisk også skal overholde denne regel.

Siden 1998, hvor modelbrugene blev opstillet (Simmelsgaard et al, 1998) er beregningen af DE for kvægbrug blevet ændret således at en årsko af stor malkerace i dag svarer til 1,18 DE mod 1,0 i 1998. Derfor vil nettotilførslen i eksemplerne med den højeste belægningsgrad (70% selvforsyning med foder eller import af husdyrgødning) i dag skulle sænkes med ca. 20 kg N/ha, 2 kg P/ha og 20 kg K/ha i forhold til tallene i tabel 5.2.

Tabel 5.2 Betydning af import af gylle på nettotilførsel af N, P og K i forskellige sædskifter (mod. efter Simmelsgaard et al., 1998).

Sædskifte	Jordtype	% Kløvergræs	Selvforsyning med foder/egen husdyrgødning (DE/ha)	Importgødning (total N) kg/ha	Nettotilførsel i sædskiftet, kg/ha		
					N <sub>netto</sub>	P <sub>netto</sub>	K <sub>netto</sub>
Korn Plantebrug	Ler	0		64	65	5	20
		20		47	60	0	13
		25		45	67	0	12
		33		42	79	0	11
	Sand	0		54	63	6	19
		20		43	60	3	15
		25		40	69	2	14
		33		32	72	1	9
Proteinafgrøder Plantebrug	Ler	0		47	61	0	6
		20		60	72	3	18
		25		45	77	-5	9
		33		47	87	-3	13
	Sand	0		34	63	-1	2
		20		31	62	-3	4
		25		24	68	-6	-1
		29		27	69	-5	3
Rækkeafgrøder Plantebrug	Ler	0		66	55	5	10
		20		49	54	1	0
		25		48	59	1	-5
		29		45	70	1	2
	Sand	0		56	55	6	5
		20		46	62	3	-3
		25		42	62	2	12
		29		38	67	2	-2
Grovfoder Plantebrug	Ler	20		72	45	3	3
		25		77	48	4	0
		33		83	53	8	-5
	Sand	20		66	50	5	6
		25		69	51	5	2
		33		73	52	8	-4
		40		80	63	7	-4
	Svin Husdyrbrug	Sand	20	90 (0,42)	-	83	0
20			90 (0,52)	+54 opt. <sup>1</sup>	128	18	26
20			90 (0,52)	+77 max. <sup>2</sup>	151	26	38
20			50 (1,00)	+20 opt. <sup>1</sup>	148	18	42
20			50 (1,00)	69 max. <sup>2</sup>	197	34	67
Kvæg Husdyrbrug	Sand	60	100 (1,00)	-	97	2	-2
		60	100 (1,03)	+40	138	5	33
		40	85 (1,00)	-	99	4	4
		40	85 (1,05)	+35	135	11	36
		60	70 (1,40)	-	161	14	22

<sup>1</sup>opt.: Optimum, det vil sige en tilstrækkelig forsyning af kvælstof.

<sup>2</sup>max.: Den maksimale import af gødning jvf. reglerne p.t.

Kvægmodellerne er udregnet for en løsdriftsstald med sengebåse og gylle. Hvis der anvendes et staldsystem med dybstrøelse og gylle skal nettotilførslen øges med ca. 6 kg N/ha, 1 kg P/ha og 20 kg K/ha. Under alle omstændigheder og især hvis der tages højde for ændringen i beregningen af DE på kvægbrug er  $N_{\text{netto}}$  tilførslen relativt moderat og der er ikke belæg for at antage en u hensigtsmæssig høj miljøbelastning på kvægbrugene (Hansen & Kristensen, 1998).

På svinebrugene er der vist flere niveauer for import ved 90 og 50% selvforsyning med foder, dels et niveau, der ud fra en agronomisk vurdering er optimalt (vist med opt. i tabel 5.2), dels det niveau, der er tilladt i henhold til reglerne (vist med maks. i tabel 5.2). I situationen med 69 max. er det samlede husdyrgødningsniveau på 1,7 DE/ha. De øvrige eksempler er alle under 1,4 DE/ha. Det ses, at svinebrugene således har mulighed for at komme op på relativt store overskud af såvel N, P og K, og det må antages, at der er en u hensigtsmæssig stor N-udvaskning i situationen med det høje gødningsniveau på 1,7 DE/ha (69 max.).

Der er ikke vist eksempler på økologiske fjerkræbrug. Disse brugstyper har imidlertid tilsvarende sædskifter og regulering som svinebrugene, og det kan derfor antages at fjerkræbrugene har en tilsvarende omsætning.

## 6 Muligheder for øget planteproduktion og forbedret næringsstofudnyttelse

Som det fremgår af det foregående afsnit medfører de nuværende regler for økologisk jordbrug en skævhed i næringsstoftilførslen og dermed i miljøbelastning og produktionsmuligheder på forskellige bedriftstyper, hvilket umiddelbart vil kunne afhjælpes gennem justering af reglerne.

På lidt længere sigt er det muligt at øge effektiviteten i næringsstofudnyttelsen – og dermed reducere miljøbelastningen - gennem driftsmæssige ændringer og tilpasning af forskellige teknologier, herunder recirkulering af samfundets organiske affaldsstoffer.

I det følgende diskuteres disse muligheder.

### 6.1 Driftsmæssige og teknologiske muligheder

Miljøproblemerne er især knyttet til økologiske bedrifter med en stor dyretæthed. Dette skyldes, at disse bedrifter ofte for at sikre en optimal fodring af dyrene importerer store mængder næringsstoffer i foder og/eller husdyrgødning. Herved fremkommer en stor mængde næringsstoffer i husdyrgødningen, som vil føre til tab, hvis denne ikke udnyttes tilstrækkeligt effektivt.

På økologiske planteavlbrug er tabene af næringsstoffer formentlig generelt små, fordi niveauet for næringsstofimporten er lavt. Der kan dog forekomme betydelige tab efter omplojning af grøngødningsmarker, hvis disse ikke efterfølges af afgrøder eller fangafgrøder, der effektivt optager kvælstof. For at bevare såvel kvælstof som svovl og kalium i dyrkningsjorden er det væsentligt i disse dyrknings-systemer at have høj andel af fangafgrøder i sædskiftet. En række af planteavlssædskifterne er imidlertid følsomme for opformering af rod ukrudt, som med den nuværende viden bedst bekæmpes ved jordbearbejdning om efteråret med deraf følgende risiko for udvaskning og tab af næringsstofferne. Øget viden om forebyggelse mod rod ukrudt vil således medvirke til at sikre en bedre næringsstofhusholdning.

For husdyrbrugene er det ofte muligt at reducere tabene i såvel stald/lager som i marken. Som tidligere nævnt findes i dag en række metoder til at reducere ammoniakfordampningen fra stald, lager og mark. Det er dog væsentligt at vurdere tabene fra hele håndteringskæden under ét. Visse foranstaltninger, der mindsker tabene fra stalden, kan således øge tabene i marken, hvis der ikke også her gennemføres ændringer.

I økologisk jordbrug knytter der sig særlige problemer til tabene fra stalde med dybstrøelse og fra komposteringen af dybstrøelsen. Resultater fra igangværende forsøg tyder på, at disse tab kan reduceres betydeligt ved knusning af halmen inden den anvendes til dybstrøelse samt findeling af materialet inden det komposteres. Ved disse behandlinger øges den effektive overflade i halmen formentlig, hvilket giver bedre betingelser for den mikrobielle omsætning.

I økologisk kvægbrug kan tabene af kvælstof ofte knyttes til afgræsningsmarkerne. I efterårsperioden bør længden af den periode i døgnnet, hvor dyrene er på græs, reduceres, således at der er balance mellem græsudbuddet og køernes optagelse. Der kan endvidere forekomme betydelige tab efter omplojning af afgræsningsmarker, såfremt sædskiftet ikke tilpasses med afgrøder, som er i stand til at udnytte

og opsamle det frigivne kvælstof. Der er her behov for en bedre vurdering af eftervirkningen af disse afgræsningsmarker for bedre at kunne justere afgrødevalg og gødskning.

På økologiske svinebrug er tabene især knyttet til de fritgående søer. Der er generelt store kvælstofoverskud på disse marker, som vil kunne mindskes ved at reducere antallet af søer pr. arealenhed. Der er en meget stor arealvariation i afsætningen af kvælstof, som især er knyttet til placeringen af foderautomater, hvor der lokalt kan være meget store overskud af kvælstof. Der er derfor brug for systemer, som sikrer en mere ensartet fordeling eller anden styring af gødningsafsætningen. Flytning af søerne til stalde med tilhørende befæstede udearealer om efteråret og vinteren vil formentlig kunne reducere næringsstofbelastningen af afgræsningsmarkerne betydelig og hindre en væsentlig del af tabene. Samtidigt vil der kunne opsamles gødning, som kan udnyttes effektivt i de øvrige marker i sædskiftet. Det er vigtigt, at afgræsningsmarkerne på svinebrugene indgår i sædskiftet. Kun herved vil de store mængder næringsstoffer, der akkumuleres på disse marker, kunne udnyttes i foderproduktionen.

## 6.2 Øget recirkulering af næringsstoffer

Samfundet har en stor interesse i, at affaldsstoffer fra husholdninger og industri recirkuleres på en miljø- og sundhedsmæssig forsvarlig måde. Tilsvarende er der i økologisk jordbrug interesse for genanvendelse og recirkulering af organiske affaldsprodukter fra byerne.

Med den kvalitet det organiske affald har i dag er recirkuleringen af næringsstoffer en balancegang mellem behovet for tilførsel af næringsstoffer og risikoen for tilførsel af tungmetaller og andre miljøfremmede stoffer. Det er uacceptabelt at det økologiske jordbrug bliver gidsel i dette spil. Derfor er affald uden tungmetaller en forudsætning for recirkulering. Vores evne til at sortere de værdifulde næringsstoffer fra og undgå at de bliver forurenede skal forbedres for samfundet som helhed.

På nogle områder kan vi med små justeringer af reglerne nå langt med recirkulering. Biogasgylle er et af områderne. Som reglerne er i dag, er økologer udelukket fra at anvende gylle fra biogasanlæg. Dette skyldes, at der ofte tilsættes restprodukter af animalsk oprindelse som slagteriaffald, fedt eller fiskeaffald til gyllen inden den afgasses, for at øge gasudbyttet. Disse affaldsprodukter er ikke med på positivlisten over de restprodukter økologer må gøde med. Affald af denne art tjener primært som energi og næringsstofkilde i bioforgasningen, og kan ikke genfindes i den afgassede gylle. Der er således ingen faglige argumenter for at økologer ikke må bruge biogasgylle hvor animalske restprodukter og andre restprodukter hvis primære formål er at levere energi, indgår i bioforgasningen.

Komposteret husholdningsaffald er et anden potentiel næringsstofkilde for økologisk jordbrug. Langt størstedelen af denne ressource brændes i dag af i affaldsforbrændingsanlæg. Erfaringer peger på at det er meget svært at få en tilstrækkelig god sortering af affaldet. Kvaliteten af det frasorterede affald kan uden tvivl forbedres hvis affaldsproducent og forbruger knyttes tættere sammen. På den måde kan der skabes direkte dialog mellem parterne om, hvilken kvalitet der kræves i økologisk jordbrug. Eksempelvis kunne man oprette affaldsbrug hvor økologer stod for indsamling og kompostering af vegetabilsk husholdningsaffald fra et antal husstande, svarende til deres behov for næringsstoffer. Pilotprojekter støttet af strukturdirektoratets demonstrationsmidler kunne være en måde at komme videre med dette område. Økonomisk tilskyndelse til kildesortering gennem lavere renovationsafgift, kunne være en anden.

Halmaske fra konventionelt landbrug har tidligere været tilladt i økologisk jordbrug. Asken er rig på kalium. På sandjord er kalium det næringsstof som hyppigst er i underskud. Derfor er behov for at sikre

økologer en fornuftig adgang til kalium. Desværre indeholder asken tungmetaller, som primært stammer fra den handelsgødning, der bruges i konventionelt jordbrug. Derfor bør anvendelse af konventionel halmaske i økologisk jordbrug ske således at der ikke sker en opkoncentrering af tungmetaller. Det kan eksempelvis ske ved at stille krav om at man spreder asken på et areal der er ligeså stort som det areal halmen stammer fra. Ligesom det er tilfældet med udsprejning af halmaske på konventionelle arealer.

### 6.3 Lovgivning og regulering

Det er vigtigt, at reglerne giver mulighed for at tilpasse gødningsimporten på en hensigtsmæssig måde – både i forhold til bedriftens produktion. Samtidig er det vigtigt at reglerne udformes på en måde som er nem at kontrollere og ikke indbyder til uhensigtsmæssig spekulation.

Under de gældende regler er det tilladt for økologer at importere 25% af deres afgrøders samlede behov for kvælstof, som konventionel husdyrgødning (populært kaldet 25%-reglen). 25%-reglen er imidlertid ikke et hensigtsmæssig grundlag for gødningsimport til økologiske brug. Det skyldes primært, at 25%-reglen tager udgangspunkt i N-normerne for konventionelle landbrug. Dermed påvirkes økologers adgang til gødningsimport, hver gang normerne ændres, hvilket passer dårligt til økologernes behov. 25%-reglen tager heller ikke hensyn til tilførslen af andre næringsstoffer end kvælstof, og forhindrer således ikke en over- eller undergødskning med de andre næringsstoffer i husdyrgødningen, f.eks. fosfor, hvis driftslederen vælger gødning alene ud fra behovet for kvælstof. Endvidere er det ikke alle gødningstyper, som er omfattet af 25%-reglen, nogle må frit bruges, op til de konventionelt fastsatte grænser.

De konventionelle N-normer er uafhængige af bedriftens egenproduktion af husdyrgødning. Derfor kan de økologiske husdyrbrugere importere konventionel husdyrgødning under 25%-reglen, på linje med landmænd som ikke har husdyr. På den måde giver 25%-reglen, som vist i tabel 5.2 i afsnit 4, en uhensigtsmæssig skævhed mellem brugstyper: Planteavleren, der har det største behov for at importere husdyrgødning, har de mindste muligheder for at gøre det. Mens husdyrproducenten, der har det mindste behov for at importere næringsstoffer, har de største muligheder for at gøre det. 25%-reglen kan dermed give anledning til en utilsigtet N-udledning.

I henhold til den økologiske målsætning burde gødningen (inkl. planterester m.m.) være af økologisk oprindelse. På kort og mellem langt sigt er dette imidlertid ikke realistisk, dels fordi de økologiske brug er relativt spredte og at der er en regional skævhed i fordelingen af plante- og husdyrproduktionen, der gør det meget ressourcekrævende at transportere økologisk husdyrgødning fra husdyrbrug til plantebrug. Endvidere er husholdningsaffald og lignende restprodukter fra byerne p.t. ikke velegnede til anvendelse i økologisk jordbrug.

I den aktuelle situation er der en stor import af økologiske planteprodukter til Danmark. For at sikre en fortsat udvikling af økologisk jordbrug og imødekomme den stigende efterspørgsel er det nødvendigt med en vis import af ikke-økologiske næringsstoffer. Disse næringsstoffer skal naturligvis være af organisk oprindelse og vil således bidrage til generelt at øge recirkuleringen af næringsstoffer i jordbruget og samfundet som helhed.

Såfremt den gødning, som er til rådighed for økologer, skal udnyttes bedst muligt, er det vigtigt at reglerne tager udgangspunkt i det samlede sædskifte, og at de tager højde for de forskellige brugstyper, herunder de gode muligheder for intern recirkulering af næringsstoffer på bedrifter med husdyrproduktion.

Ud fra en miljø- og planteproduktionsbetragtning kan dette gøres ved at hver bedrift importerer næringsstoffer på baggrund af den aktuelle næringsstofbalance. I praksis er dette dog svært at håndtere, især fordi der ikke eksisterer tilstrækkelig viden og værktøj, som på en enkel måde kan håndtere balancerne, herunder den detaljerede registrering, der er en forudsætning for at kunne lave dem; der er f.eks. ikke udviklet simple metoder til at kvantificere bælgplanters kvælstoffiksering.

### **Maksimumgrænser for gødningsimport og -anvendelse**

En hensigtsmæssig maksimumgrænse for anvendelse af organisk gødning i økologisk jordbrug vil, som det fremgår af tabel 5.2, være 1,4 DE/ha i sædskiftet (inkl. brakarealer i omdrift). Landsforeningen Økologisk Jordbrug har gennem mange år haft 1,4 DE/ha i sædskiftet, som loft for tildeling af husdyrgødning, og som sådan har reglen bevist sin duelighed i praksis. Fastsættelsen af denne maksimumgrænse understøttes af en forsøgsserie på forskningscenter Foulum, hvor der i økologiske sædskifter kun blev fundet meget små forskelle i udvaskningen fra sædskifter, hvor der henholdsvis blev anvendt 0,9 og 1,4 DE/ha (Askegaard et al, 1999). Grænsen på 1,4 DE/ha vil desuden for de fleste brugstyper være en generel maksimumsgrænse fra 2002. For at undgå et u hensigtsmæssigt højt gødskningsniveau i den enkelte mark kan der indføres et maksimum, således at den gennemsnitlige tildeling over 3 – 5 år ikke må overstige 1,4 DE. I takt med et øget vidensgrundlag omkring mulighederne for at forbedre næringsstofhusholdningen og sikre en retfærdig regulering bør grænsen på 1,4 DE/ha vurderes og evt. justeres.

I nogle områder, specielt truede vandindvindingsområder og andre særligt miljøfølsomme områder, kan der måske være et behov for at stramme reglerne yderligere. Det anbefales imidlertid, at afvente den vidensyntese på området som p.t. gennemføres i regi af FØJO.

### **Næringsstofforsyning på plantebrug**

Specielt på planteavlbrug er der et stort behov for import af næringsstoffer. For at forenkle reglerne og sikre mere ensartede muligheder og en større gennemskuelighed bør der indføres maksimumgrænser for import og anvendelse af gødning, som dækker alle bedriftstyper. Grænserne bør bygge på total N pr. ha i sædskiftet fremfor procenter af de konventionelle normtal.

Det kan hævdes, at kvælstof i stor udstrækning kan indfanges fra luften gennem symbiotisk N-fiksering, og at kvælstof således ikke behøves at blive importeret, mens de øvrige næringsstoffer, især P og K på længere sigt skal tilføres i samme takt som de eksporteres. I praksis er næringsstofferne i de fleste organiske gødninger imidlertid ret snævert forbundne. I korndyrkningen og ved andre kvælstofforbrugende afgrøder er N-forsyningen ofte den vigtigste begænsende faktor. Derfor vil mange landmænd først og fremmest søge at optimere N-tilførslen. Det er derfor nødvendigt med en maksimumgrænse for ikke-økologisk kvælstoftilførsel for at sikre troværdighed omkring Ø-mærket.

Ved at vælge et loft på f.eks. 70 kg total N/ha vil det i de fleste sædskifter være muligt at opnå en hensigtsmæssig forsyning med de øvrige næringsstoffer (se tabel 5.2). 70 kg total N svarer typisk til 0,7 DE/ha eller halvdelen af maksimumgrænsen på 1,4 DE/ha. Det fremgår af tabel 5.1 og 5.2 at også efter 25%-reglen er der i mange brugstyper muligt at opnå mindst dette niveau. Omvendt er niveauet lavt i forhold til de konventionelle normer (se tabel 5.1) og sikrer derfor en vis alsidighed i sædskiftet, hvor f.eks. flerårige kløvergræsmarker typisk vil udgøre en væsentlig andel. Netop derfor er det væsentligt at pointere at importen beregnes som gennemsnit af hele sædskiftet incl. brakmarker.

I tabel 6.1 er der vist et eksempel på en hensigtsmæssig gødningsplan, der tager udgangspunkt i det tabel 6.1 viste sædskifte for landmand Hansen. Hvis landmanden ønsker at dyrke f.eks. hvede, som er

mere N-krævende, kan det f.eks. lade sig gøre som vist i sædskifte 2. I begge sædskifter er tildelingen af plantetilgængeligt kvælstof betydeligt lavere (fra nul til to tredjedele) af niveauet ved tilsvarende konventionel dyrkning, og det må antages at N-tilførslen er klart begrænsende for udbyttet.

**Tabel 6.1** Eksempel på gødningsplan ved 70 kg total N tilført i svinegylle (55% plantetilgængeligt N)

Sædskifte 1	Kg N tilført pr. ha		Sædskifte 2	Kg N tilført pr. ha	
	Total	Plantetilgængeligt		Total	Plantetilgængeligt
Kløvergræs	0	0	Kløvergræs	0	0
Havre	100	55	Havre	80	44
Vinterrug	100	55	Vinterhvede	200	110
Vårbyg m. udlæg	80	44	Vårbyg/ært m. udlæg	0	0
Gennemsnit	70	39		70	39

### Bedrifter med husdyrhold under 1,4 DE/ha

På bedrifter med et lille husdyrhold (under 0,5 DE/ha), f.eks. stude eller svin, er forskellen til rene planteavlsbedrifter mht. næringsstofforsyning begrænset, fordi husdyrene i stor udstrækning udnytter græs og halm, der i de rene planteavlsbedrifter blot vil blive nedmuldet.

For bedrifter, der har egenproduktion af husdyrgødning fra 0,5 DE/ha – 1,4 DE/ha kan det overvejes om importen af ikke-økologisk gødning bliver reguleret tilstrækkeligt gennem loftet på 1,4 DE/ha. På den ene side kan det hævdes at disse brugstyper forsynes på mindst samme niveau, som økologiske planteavlere, og derfor ikke har samme behov for import af ikke-økologisk gødning. På den anden side set bør det erindres om, at argumentet for importloftet på 70 kg total N/ha var kravet om økologisk oprindelse og at andelen af økologisk gødning vil stige i takt med øget egenproduktion af husdyrgødning. Der er ikke på nuværende tidspunkt et tilstrækkeligt vidensgrundlag for at hævde at brugstyper på op til 1,4 DE/ha udøver specielt stor miljøbelastning mht. kvælstofudvaskning. Tabel 5.2 antyder således, at manglende import til kvægbrug med 90 – 100% selvforsyning med foder (0,5 – 1,0 DE/ha) specielt på sandjord kan give u hensigtsmæssig lav forsyning med P og K. Derimod er forsyningen med P og K på svinebrugene tilsyneladende tilstrækkelig ved en lavere dyretæthed.

Ud fra en samlet vurdering og et ønske om enkel regulering på tværs af brugstyper og jordtyper kan det evt. foreslås at importen af ikke økologisk gødning aftrappes således at der maksimalt importeres ikke-økologisk gødning op til en samlet gødsning svarende til f.eks. 1,2 DE pr. ha.

## 7 Gødningsregulering i væksthushønsproduktion

Produktion af væksthushønsager passer ikke ind i de almindelige økologiske gødningsregler. Målet med reglerne for gødningsanvendelse i økologisk produktion af væksthushønsager må derfor være at, at produktionen gennemføres med så lille miljøbelastning som muligt og at gødningen primært kommer fra økologisk produktion.

Produktion i væksthuse adskiller sig principielt fra frilandsproduktion ved, at den i praksis ikke kan foregå i et egentlig sædskifte, og ved at jorden kun kan stille en meget lille del af planternes behov for næringsstoffer til rådighed. F.eks. kan en tomatafgrøde fjerne mere end 1000 kg N/ha og herudover vil der være betydelige mængder i afgrøderesterne. Når gødningen skal skaffes i organiske gødningskilder hvor ikke alt kan udnyttes, vil der måske være et behov for tilførsel af 2000 kg N/ha eller mere i væksthuset. Når der er behov for så store mængder næringsstoffer skal langt det meste tilføres i løbet af den aktuelle dyrkningssæson. Det er altså ikke umiddelbart muligt at lave et fælles sæt regler for gødningsanvendelse der omfatter både væksthushønsager og den almindelige økologiske produktion af afgrøder på friland.

Hvis der dyrkes i udskiftelige vækstmedier, f.eks. halmballer eller kompost, bliver dyrkningsmediet noget der tages ind, udnyttes og som ender som et restprodukt, man skal skille sig af med. På denne måde bliver produktionen i et væksthuse analog til produktionen i en stald med husdyr: Man tilfører ressourcer udefra (foder i stalden - gødning og vækstmedie i drivhuset), udnytter det til produktion af fødevarer, og står tilbage med et restprodukt, der kan anvendes som gødning til andre afgrøder (husdyrgødning fra stalden, planterester og rester af evt. dyrkningsmedium fra væksthuset).

Det kan derfor være oplagt at regulere gødningstilførslen til væksthuse efter samme principper som fodertilførslen til en stald. Hovedkravet vil så være, at tilførslen stort set er økologisk. Der kan åbnes for en mindre tilførsel fra ikke økologiske kilder for at kunne styre næringsstofsammensætningen eller timingen, sådan som man i husdyrproduktionen kan importere en mindre andel foder af ikke økologisk oprindelse og dermed sikre husdyrenes behov for f.eks. vitaminer og mineraler.

Den tilladte import af organisk ikke-økologisk, organisk gødning kunne f.eks. være 10% af kvælstofbehovet i den enkelte afgrøde.

Man kunne kombinere de foreslåede regler om økologisk oprindelse med et maksimumloft på total N og andre næringsstoffer i gødning og vækstmedier til de enkelte afgrøder, uanset gødningens oprindelse, men det centrale er imidlertid at systemet sikres imod udvaskningstab.

Når der skal tilføres kulturerne meget store mængder kvælstof i løbet af sæsonen, vil der en stor del af tiden være meget høje koncentrationer af kvælstof i jordvandet, og der er risiko for en betydelig nedvaskning af kvælstof. Ved at drivhuset eller dyrkningsbedene er lukkede i bunden, således at al overfladvand kan opsamles og enten genanvendes i drivhuset eller bruges som gødningskilde for markafgrøder, kan udvaskning af kvælstof og andre næringsstoffer undgås.

Det bør være et krav at planterester og rester af dyrkningsmediet fra væksthuset udnyttes som gødningskilde enten til de næste afgrøder i væksthuset eller på markarealer.

Ved at dyrke i et udskifteligt medium uden kontakt med jorden, kan man relativt let undgå de store problemer der ellers kan opstå med rodsygdomme og nematoder i jorden og med udvaskning af kvæ-

stof og andre næringsstoffer. Denne form for dyrkning i udskifteligt medie bør derfor være tilladt på grund af de åbenlyse fordele den har. Hvis dyrkningsmediet er 90% økologisk, og hvis det recirkuleres i sædskiftet efter brug bør det være økologisk acceptabelt. Denne mulighed vil samtidig gøre det væsentligt lettere for en række af de nuværende konventionelle producenter at omlægge til økologisk produktion, når de ikke først skal etablere en dyrkningsjord i bunden af deres væksthuse, og denne mulighed vil derfor fremme udviklingen af økologisk grønsagsproduktion i væksthuse.

Der bør også tages stilling til brugen af CO<sub>2</sub> som gødningsmiddel. Den almindelige praksis i mange gartnerier er at lede CO<sub>2</sub> fra energiproduktionen, det vil normalt sige afbrænding af naturgas, ind i drivhuset for at fremme planternes vækst. Reglerne bør tage stilling til om denne praksis kan accepteres, således at gartnerne kan tage stilling til dette inden de vælger at lægge om.

Reglerne bør også tage stilling til energiforbrug, som vel er det største miljøproblem i forbindelse med produktion af grønsager i væksthuse, samt til brug af regnvand til afgrøderne, som det er normal praksis i mange gartnerier.

Det bærende princip omkring regulering af gødskning i væksthuse er altså at se produktionen i sammenhæng med den øvrige produktion på bedriftens sædskifte, således at gødningen stammer herfra og at afgrøderester m.m. bringes tilbage i bedriftens sædskifte.

## 8 anbefalinger

Økologisk jordbrug er udviklet som et system, der tilstræber at minimere ressourceforbruget og miljøbelastningen gennem udnyttelse af lokale ressourcer og naturlige reguleringsmekanismer samt at udvise forsigtighed i omgangen med naturens mangfoldighed.

Målsætningen er både et udtryk for de værdier, som de økologiske jordbrugere forfølger i deres produktion, men også en form for varedeklaration for økologiske fødevarer. Ved at købe økologiske fødevarer forventer forbrugeren en garanti for at der i produktionen er taget en række grundlæggende hensyn til bl.a. miljøforhold, naturværdier og husdyrvelfærd.

Forbrugere og samfund har givetvis en forventning om, at økologisk jordbrug søger at udvikle drift og produktion på en måde, der gør at målsætningen opfyldes i størst mulig omfang. Såfremt økologisk jordbrug også i fremtiden skal være et alternativ til konventionelt jordbrug, må målene derfor til stadighed forfølges.

Det er givet, at det er målsætningen og ikke reglerne, som skaber dynamikken i økologisk jordbrug, men det er nødvendigt, at reglerne i så stort omfang som muligt støtter udviklingen i retning af øget opfyldelse af målsætningen.

Med dette udgangspunkt er der i det følgende givet forslag som dels fokuserer på en udvikling af de regler, som knytter sig til økologisk jordbrug, dels behovet for udvikling i forhold til de driftsmæssige og teknologiske muligheder.

### 8.1 Forskning samt udvikling af drift og teknologi

I regi af FØJO er der iværksat forskningsaktiviteter, som på sigt vil kunne medvirke til at belyse problemstillinger vedr. gødskning og miljøpåvirkning i økologisk jordbrug. Her kan der især peges på følgende udviklingsbehov:

- Der er behov for bedre kendskab til den langsigtede betydning af opbygning af jordens pulje af organisk bundet kvælstof for planteproduktion og kvælstofudvaskning. Der er endvidere behov for viden om, hvorvidt mineraliseringen vil kunne styres gennem bedre timing af jordbearbejdningen
- Det er behov for mere viden om mulighederne og effekten af at dyrke forskellige fangafgrøder i kornrige sædskifter. Der mangler endvidere udvikling af dyrkningsmetoder for forskellige typer fangafgrøder med henblik på at øge dyrkningssikkerheden af disse og minimere kvælstofudvaskningen
- Der er stor variation i kvælstofudvaskningen fra græsmarker afhængig af såvel dyrkningen som anvendelsen. Der er behov for at kende disse sammenhænge mere præcist for dels at kunne udnytte forfrugtsværdien af græsmarkerne, dels for at undgå unødvendig kvælstofudvaskning
- For at reducere kvælstoftabet fra stald og lager er der brug for en fortsat udvikling af nye stald- og lagersystemer, som tilgodeser såvel miljømæssige forhold (minimale tab) som dyrevelfærd.
- Der er behov for udvikling af alsidige husdyrbrugssystemer, herunder især systemer til svin og fjer-

kræ, som sikrer en bedre udnyttelse af gødningen

- Der er behov for mere viden om opfyldelse af de økologiske principper, og herunder muligheden for at sikre en tilstrækkelig hensyntagen til kravet om gødningens oprindelse

## 8.2 Recirkulering

I økologisk jordbrug bør der jævnfør målsætningen være stor interesse for at medvirke til at recirkulere samfundets organiske affaldsstoffer. En væsentlig indsats på området fordrer dog udvikling af effektive opsamlings-, behandlings- og distributionssystemer, som sikrer at alle næringsstoffer opsamles, og at det organiske affald kan recirkuleres uden risiko for spredning af patogene organismer og forurening med uønskede stoffer (tungmetaller, GMO'er, miljøfremmede stoffer, mv.).

Det er imidlertid muligt at anvende en række gødningstyper, som p.t. ikke er tilladte i økologisk jordbrug uden dispensation. Det drejer sig om biogasgylle, sorteret og komposteret husholdningsaffald, konventionel husdyrgødning fra dambrug og fiskeopdræt samt halmáske fra konventionelt landbrug.

## 8.3 Regulering

Der er et problem i at de gældende regler giver store variationer i indkøbsmulighederne for konventionel gødning mellem økologiske bedriftstyper. Generelt er mulighederne bedst på husdyrbrug, bl.a. som følge af, at grovfoder har høje normtal. Dette er ulogisk, da husdyrbrugerne i forvejen har mulighed for en god næringsstofforsyning, mens der kan forekomme misvækst på plantebrug, som følge af mangel på næringsstoffer.

For at forenkle reglerne og sikre mere ensartede muligheder og en større gennemskuelighed bør der indføres fælles maksimumgrænser for import og anvendelse af husdyrgødning, som dækker alle bedriftstyper. Grænserne bør bygge på total N/ha i sædskiftet fremfor procenter af de konventionelle normtal.

Som det bl.a. fremgår af tabel 5.2 vil en fornuftig maksimumgrænse for anvendelse af organisk gødning i økologisk jordbrug være 1,4 DE/ha i sædskiftet (inkl. brakarealer i omdrift). Denne grænse, som i forvejen er gældende for økologiske mælkeproducenter, vil for mange brugstyper være en generel maksimumsgrænse fra 2002. Hvis der importeres ikke-økologisk gødning kan maksimum evt. sænkes til 1,2 DE/ha.

For at sikre en fortsat udvikling af økologisk jordbrug og specielt økologisk planteavl bør det fortsat være muligt at importere husdyrgødning af ikke-økologisk oprindelse. Det anbefales at max 70 kg N/ha i sædskiftet incl. brakarealer kan være gødning af ikke-økologisk oprindelse (ca. 50% af 1,4 DE/ha). Denne mængde er også i dag jvf. 25%-reglen tilladt i mange brugstyper. For at fremme recirkuleringen generelt bør også biogasgylle, husholdningsaffald, halmáske mm. kunne importeres indtil max. 70 kg N/ha.

Væksthusproduktionen passer ikke ind i de almindelige økologiske gødningsregler. Overordnede mål for produktionen af økologiske væksthusrønsager må være at produktionen gennemføres med så lille miljøbelastning som muligt og at gødningen primært kommer fra økologisk produktion. Et bærende princip omkring reguleringen af gødskningen kan derfor være at se produktionen i sammenhæng med

den øvrige produktion på bedriften, således at gødningen primært stammer herfra og at afgrøderester m.m. bringes tilbage hertil. En mulighed for at regulere tilførslen af gødning i øvrigt er at anvende samme principper, som gælder for fodring af økologiske husdyr; dvs. at den tilladte import af ikke-økologisk, organisk gødning kunne være 10% af kvælstofbehovet i den enkelte kultur.

Med hensyn til kravet om 6% efterafgrøder anbefales det at på rene planteavlsbrug (under 0,5 DE/ha) kan bælgplanter i kombination med ikke bælgplanter indgå som efterafgrøder, fordi disse brugstyper har brug for ekstra N-fiksering og at udvaskningsrisikoen i forvejen er minimal.

I nogle områder, specielt følsomme vandindvindingsområder og andre miljøfølsomme områder, kan der måske være et behov for at stramme reglerne yderligere, f.eks. max. 0,7 DE/ha uanset gødningens oprindelse. Det anbefales imidlertid, at afvente den vidensyntese på området som p.t. gennemføres i regi af FØJO.

På længere sigt bliver det formodentligt muligt at fastlægge den enkelte bedrifts behov for tilførsel af gødning på basis af næringsstofbalancer og dyrkningsmetoder (sædskifte, fangafgrøder m.m.). Denne mulighed bør overvejes, når der foreligger tilstrækkelig viden til at sikre en retfærdig og administrativ enkel udmøntning.

## 9 Referencer

- Alrøe, H.F. & Andreasen, C.B. (red.). 1999. Natur, miljø og ressourcer i økologisk jordbrug. FØJO-rapport nr. 3/1999. Forskningscenter for Økologisk Jordbrug.
- Anonym, 1999a. Vejledning og skemaer 1999/2000. Plantedirektoratet 1999.
- Anonym, 1999b. Vejledning om økologisk jordbrugsproduktion. Plantedirektoratet 1999.
- Anonym, 1999c. Council regulation (EC) No 1804/1999 of 19 July 1999. Official Journal of the European Communities. L 222/1. 1999.
- Askegaard et al. 1999. Næringsstofhusholdning i fire økologiske kvægbrugssystemer. DJF-rapport nr. 12/1999. Danmarks JordbrugsForskning.
- Brouwer, F. & Lowe, P. 1998. CAP reform and the environment. Report to Commission of the European Communities under contract FAIR3-CT96-1793.
- Christensen, B.T., Müller, T., Vinther, F.P. & Hansen, S. 1997. Kvælstofomsætning i rodzonen. Miljøforskning 28.
- Eriksen, J. & Askegaard, M. 1996. Næringsstofbalancer i økologisk svineproduktion. Notat fra Afd. for Plantevækstfaktorer. Statens Planteavlsvforsøg.
- Grant, R., Blicher-Mathiesen, G., Andersen, H.E., Laubel, A.R., Jensen, E.G & Rasmussen, P. 1997. Landovervågningsoplande. Vandmiljøplanens overvågningsprogram 1996. Faglig rapport fra DMU nr. 210.
- Halberg, N. 1998. Indicators of resource use and environmental impact for use in a decision aid for Danish livestock farmers. Agriculture, Ecosystems and Environment submitted.
- Hansen, B., Kristensen, E.S. & Olesen, J.E. 1998. Kvælstofbalancen i økologisk jordbrug. Jord og Viden nr. 13, 24-27.
- Henriksen, L.H., Bak, J., Asman, W.A.H. & Andersen, H.V. 1995. Ammoniakemission fra landbruget. Miljøprojekt nr. 283. Miljø og Energiministeriet.
- Hostrup, S.B. 1972. Jordens efterårsbehandling ved ensidig korndyrkning. Tidsskrift for Planteavl, bind 76, 490-502
- Jespersen, L.M. 1998. International and National "Organic" Standards in the EU. Report prepared for The Section for Ecology, the Danish Agricultural Advisory Centre.
- Jørgensen, O.T. 1997. Green manures as a source of nitrogen for a succeeding early vegetable crop – with special emphasis on undersowing green manures in spring barley in an organic stockless crop rotation. Speciale, Landbohøjskolen, pp.65

- Knudsen, L., Birkmose, T. & Østergaard, H.S. 1997. Gødskning og kalkning. I C.Å. Pedersen red.: Oversigt over landsforsøgene 1997, s. 160-202.
- Kristensen, E.S. & Kristensen, I.S. 1992. Analyse af kvælstofoverskud og –effektivitet på økologiske og konventionelle kvægbrug. Statens Husdyrbrugsforsøg 710 Beretning.
- Kristensen, E.S. & Olesen, J.E. (red.). 1998. Kvælstofudvaskning og –balancer i konventionelle og økologiske produktionssystemer. FØJO-rapport nr. 2/1998. Forskningscenter for Økologisk Jordbrug.
- Kristensen, I.S. 1998. Økologisk æg-, kød- og planteproduktion, teknisk-økonomiske gærdresultater 1996-97. I T. Kristensen red: Studier i økologiske jordbrugssystemer. DJF rapport 1998-1. s. 95-103.
- Kyllingsbæk, A. 1995. Kvælstofoverskud i dansk landbrug 19950-1959 og 1979-1994. SP rapport 1995-23.
- Munkholm, L.J. & Sibbesen, E. 1997. Tab af fosfor fra landbrugsjord. Miljøforskning 30.
- Nielsen, T. & Knudsen, L. 1994. Demonstrationsejendomme for bedre udnyttelse af husdyrgødning. Miljøprojekt nr. 276. Miljø- og Energiministeriet.
- Olesen, J.E. & Vester, J. 1995. Næringsstofbalancer og energiforbrug i økologisk jordbrug – fokus på kvægbedrifter og planteavl. SP rapport 1995-9.
- Poulsen, H.D. & Kristensen, V.F. 1997. Normtal for husdyrgødning. En revurdering af danske normtal for husdyrgødningens indhold af kvælstof, fosfor og kalium. Beretning nr. 736 fra Danmarks Jordbrugsforskning.
- Schröder J.J. et al 1997. Non-overwintering cover crops: a significant source of N. Netherlands Journal of Aricultural Science 45 (1997) 231-248
- Sibbesen, E. 1996. Ophobning og tab af fosfor. Jord og Viden 18, 6-8.
- Simmelsgaard, S.E. 1998. The effect of crop, N-level, soil type and drainage on nitrate leaching from Danish soil. Soil Use and Management 14, 30-36.
- Simmelsgaard, S.E., Kristensen, I.S. & Mogensen, L. 1998. Planteproduktion på forskellige økologiske brugstyper. I E.S. Kristensen & J.E. Olesen red: Kvælstofudvaskning og –balancer i konventionelle og økologiske produktionssystemer, s. 43-70.
- Sommer, S. G. & Bromand, B. 1997. Bæredygtigt landbrug. Oversigtsrapport over resultater fra forskningsprogrammet: Bæredygtigt landbrug – reduktion af gødning og pesticidforbruget. Strukturdirektoratet.
- Sommer, S.G. & Hutchings, N. 1996. Betydning af fodrings- og gødskningspraksis for ammoniakemissionen. I M. Strandberg red: Ammoniak og naturforvaltning. Faglig rapport fra DMU nr. 161. s. 13-20.
- Sommer, S.G., Christensen, B.T., Nielsen, N.E. & Schjørring, J.K. 1993. Ammonia volatilization during storage of cattle and pig slurry: effect of surface cover. Journal of Agricultural Science, Cambridge 121, 63-71.

Thorup-Kristensen, K and Nielsen, N.E. 1998 Modelling and measuring the effect of nitrogen catch crops on nitrogen supply for succeeding crops. *Plant and Soil* 203: 79-89.

Thorup-Kristensen, K. (submitted) Are differences in root growth of nitrogen catch crops important for their effect on nitrogen leaching losses? *Plant and Soil*.

Thorup-Kristensen, K. 1994. Effect of nitrogen catch crop species on the nitrogen nutrition of succeeding crops, *Fertilizer Research*, 37: 227-234

Thorup-Kristensen, K. 1997. Anvendelse af grøngødning og efterafgrøder. I: Ed. Kristensen, E.S. *Økologisk Planteproduktion*, SP-rapport nr 15,47-62