



Forberedelse af

Vandmiljøplan III

Rapport fra Balancegruppen (F1)

**Anvendelse af næringsstofbalancer for landbruget
ved vurderingen af erhvervets påvirkning af miljøet**

**Danmarks JordbrugsForskning
15. august 2003**

INDHOLDSFORTEGNELSE

1. Indledning	3
2. Næringsstofbalancer	4
<i>Næringsstofbalancer på bedriftsniveau</i>	4
3. Datakilder for tilførsel og fraførsel af næringsstoffer	6
<i>Datakilder for tilførsel af næringsstof</i>	7
<i>Datakilder for fraførsel af næringsstof</i>	8
<i>Eksempler på kvælstof- og fosforbalancer på bedriftsniveau</i>	10
<i>Usikkerhed på balancer på bedriftsniveau</i>	11
<i>Diskussion</i>	11
<i>Konklusion</i>	12
4. Næringsstofregnskaber på danske landbrug: Eksempler, årsager til variation samt principper for grænseværdier	13
<i>Variation mellem bedrifter og sammenhæng med belægningsgrad</i>	13
<i>Årsager til forskelle mellem bedrifter med samme produktionsintensitet</i>	15
<i>Forskel i fodereffektivitet målt på husdyrgødning-N i forhold til animalsk produktion</i>	16
<i>Forskel i kg N i husdyrgødning pr. DE forklarer ikke hele forskellen mellem bedrifter</i>	17
<i>Eksempler på driftslederens påvirkning af N-overskuddet gennem valg af foder- og sædskifteplaner</i>	19
<i>Kvælstofbalancer: Grænseværdier og relation til hidtidig regulering</i>	21
<i>Diskussion og konklusion</i>	25
<i>Referencer</i>	29
5. Fordeling af overskud på tabskilder	30
<i>Tab af kvælstof</i>	31
<i>Tab af fosfor</i>	32
<i>Diskussion</i>	32
<i>Konklusion</i>	33
6. Samspil med andre modeller/værktøjer	35
7. Diskussion	36
<i>Fastsættelse af grænseværdier</i>	37
<i>Omkostninger ved Balancemetoden sml. med den nuværende regulering</i>	39
<i>Fordele og ulemper ved Balancemetoden og det nuværende reguleringssystem – overordnet set</i>	39
<i>Det hollandske system "MINAS"</i>	41
8. Konklusioner	43
Bilag 3.1, 3.2, 4.1, 4.2, 5.1, 5.2, 5.3	1

1. Indledning

”Balancegruppen” er en af de 13 tekniske undergrupper, som er blevet nedsat til forberedelse af en kommende vandmiljøplan (VMPIII). Balancegruppen har reference til alle tre politisk udpegede arbejdsgrupper.

Den overordnede opgave for Balancegruppen er følgende:

”Balancegruppen skal vurdere muligheder og begrænsninger ved at sætte et system op til regulering af landbrugets tab af kvælstof (incl. ammoniak) og fosfor via næringsstofbalancer på bedriftsniveau – kobling til grønne regnskaber. Analyser skal rette sig mod både generel og regional regulering.”

Endvidere blev der stillet en del detailspørgsmål om metodens anvendelse. Disse spørgsmål er søgt besvaret i de anførte konklusioner.

Balancegruppens udgangspunkt har været, at en regulering gennem næringsstofbalancer skal kunne erstatte de nuværende indirekte detailreguleringer. Metoden benævnes ”Balancemetoden”. Det er en metode, som indebærer en overordnet målstyring mod den centrale størrelse: Bedriftens overskud af næringsstoffer, som udgør potentialet for tab. Metoderne til at nå målet vælges af landmanden i overensstemmelse med den enkelte bedrifts karakteristika (godt landmandskab).

Gruppens forslag opererer med to niveauer:

1. Erstatning af den nuværende regulering
2. Som 1, men yderligere krav om fordeling af overskud på tabsposter

Balancegruppen har som en del af arbejdsgrundlaget fokuseret på situationen efter implementering af Vandrammedirektivet. Vandrammedirektivet bryder med de traditionelle reguleringsprincipper ved at tage udgangspunkt i en klar miljømålsætning for overflade- og grundvand. Det betyder, at nye reguleringsværktøjer skal kunne anvendes i denne sammenhæng. Efter implementering af Vandrammedirektivet må det forventes, at der bliver behov for en differentieret regulering i regioner/lokalområder med stærkere direkte fokus på udvaskning af næringsstoffer. Dette vil kræve, at der arbejdes videre med opgaverne under ovennævnte ”niveau 2”.

Balancegruppens sammensætning

Arne Kyllingsbæk, DJF
Niels Halberg, DJF
Ruth Grant, DMU
Hans Kjær, SNS
Villy Jørgensen (formand), DJF

Ressourcepersoner

Christen D. Børgesen, DJF
Nick J. Hutchings, DJF
Finn P. Vinter, DJF
Ib S. Kristensen, DJF
Jannik Rauer, PD
Søren Kolind Hvid, LR

2. Næringsstofbalancer

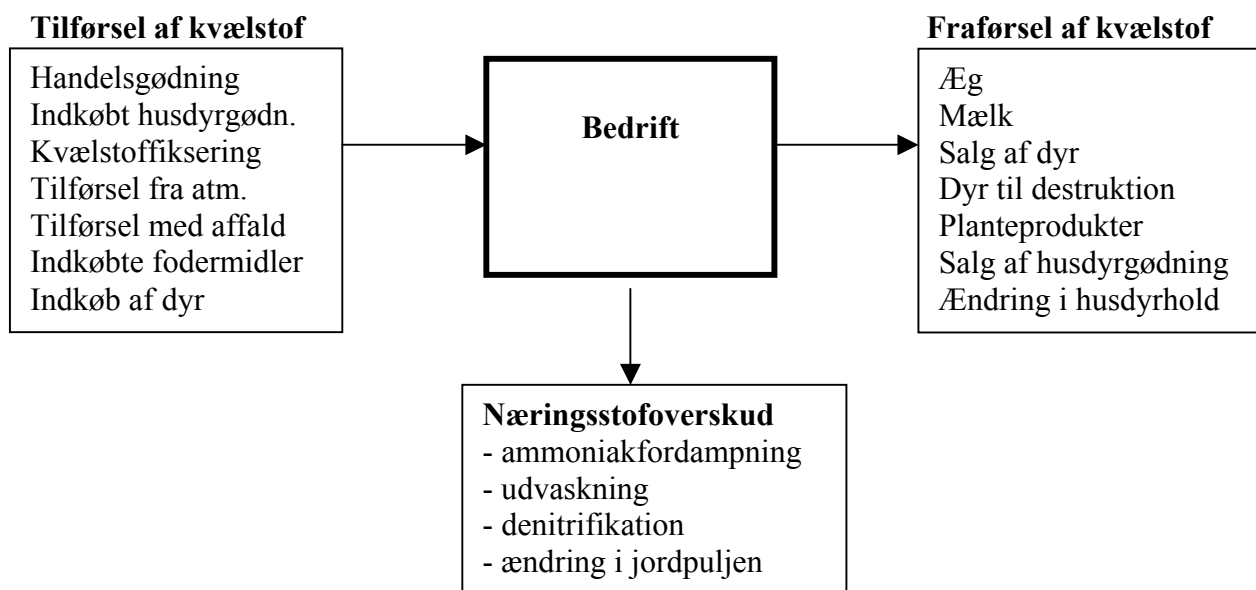
Arne Kyllingsbæk

Næringsstofbalancer i landbruget kan opstilles på flere niveauer. Der kan opstilles balancer for den enkelte mark, for markdriften, stalldriften, bedriften som helhed, for en region og balancer for det samlede landbrug på landsplan. Uanset niveauet og det aktuelle næringsstof er princippet for opstillingen det samme. Alle til- og fraførte produkter og kilder identificeres, og indholdet af det aktuelle næringsstof i produkterne beregnes. Derudfra beregnes den samlede til- og fraførsel af det pågældende næringsstof. Forskellen mellem den til- og fraførte mængde udgør overskuddet af næringsstof for det betragtede system. Overskuddet omfatter summen af alle tab fra systemet, ændring i systemets næringsstofindhold og summen af usikkerhederne på beregningerne.

Næringsstofbalancer på bedriftsniveau

Næringsstofbalancer på bedriftsniveau giver detaljerede oplysninger om alle former for tilførsel og fraførsel af det aktuelle næringsstof for bedriften samt bedriftens overskud af næringsstoffet, som udgør forskellen mellem tilførslen og fraførslen af næringsstoffet. Dette er illustreret i skitsen nedenfor, som gælder for kvælstof.

For fosfor ville skitsen være enklere, idet der er færre poster for tilførsel og tab, end det er tilfældet for kvælstof.



En bedrifts næringsstofbalance er et særdeles godt redskab for driftslederen til optimering af bedriftens anvendelse af et givet næringsstof, og næringsstofoverskuddet er en god indikator for udnyttelsen af næringsstoffet. Generelt set har bedrifter med husdyr et større overskud end planteavlsbedrifter. Derfor skal størrelsen af overskuddet vurderes i forhold til størrelsen af husdyrproduktionen og produktionsbetingelserne i øvrigt, jf. afsnit 4. Et stort overskud i forhold til produktionen indikerer en dårlig udnyttelse, og omvendt er et forholdsvis lavt overskud i forhold til produktionen udtryk for en høj udnyttelse. Er overskuddet uacceptabelt stort, kan driftslederen efterfølgende foretage en nærmere analyse af årsagen hertil.

Næringsstofbalancer på bedriftsniveau kan antageligt også anvendes som udgangspunkt for en regulering af landbrugets påvirkning af miljøet som følge af tab af næringsstoffer. Dette gælder i særdeleshed ved regulering af miljøpåvirkningen i lokalområder. Regionale behov for regulering kan afvige væsentligt fra generelle reguleringer både med hensyn til den aktuelle miljøpåvirkning og det acceptable niveau for påvirkningen.

Med udgangspunkt i bedriftens næringsstofoverskud, som udgør summen af alle former for tab af næringsstoffet samt ændringen i jordpuljen, kan der foretages en fordeling af overskuddet på de respektive tabskilder. Kendskab til tabets størrelse fra de forskellige tabskilder er især af interesse i tilfælde, hvor effekten af en bestemt tabsform har særlig betydning for miljøpåvirkningen. Ud over en generel interesse i at reducere ammoniakfordampningen, er det således af særlig interesse at begrænse ammoniakfordampningen fra bedrifter, der grænser op til bevaringsværdige naturområder, hvorimod kvælstofudvaskningen naturligt nok har størst interesse i følsomme recipienter og i vandindvindingsområder.

På grundlag af balanceopgørelser for den enkelte bedrift kan der foretages en opskalering til den samlede effekt på miljøet i et givet lokalområde, herunder bidraget fra de enkelte tabskilder.

3. Datakilder for tilførsel og fraførsel af næringsstoffer

Arne Kyllingsbæk

En rationel anvendelse af næringsstofbalancer til regulering af landbrugets næringsstofhusholdning stiller en række krav til datagrundlaget for opstilling af balancerne.

Data skal være:

- Let tilgængelige
- Veldefinerede
- Kontrollerbare
- Lette at administrere ved kontrol

Generelt skal det tilstræbes, at leverandører og aftagere af produkter i størst muligt omfang forestår indberetningen til kontrolinstansen, Plantedirektoratet, og at driftslederen involveres mindst muligt.

Nedenfor er vist en oversigt over mulige kilder for indhentning af data for henholdsvis til- og fraførsel af næringsstoffer til landbrugsbedrifter. Data bør, så vidt det er muligt, indhentes fra kilden i sidste kolonne, og, hvis dette ikke er muligt, da i næstsidste kolonne osv.

Oversigt over mulige datakilder for tilførsel af næringsstoffer til landbrugsbedrifter

Produkt	Oplysning fra driftsleder	Bedriftsregnskab	Fastsættes administrativt	Leverandør
Handelsgødning	X	X		X*
Indkøbt husdyrgødning	X	X		X(*)
Affald og anden org. gødning	X	X		X*
Kvælstoffiksering	X		X	
Indkøbte fodermidler	X	X		X
Indkøb af dyr	X	X		
Udsæd	X	X		X
Atmosfæren			X	
Vanding	X	X		

* Data som leverandøren i dag indberetter til Plantedirektoratet

Oversigt over datakilder for fraførsel af næringsstoffer fra landbrugsbedrifter

Produkt	Oplysning fra driftsleder	Bedriftsregnskab	Aftager
Æg	X	X	X
Mælk	X	X	X
Salg af dyr	X	X	X
Dyr til destruktion	X	X	X
Ændring i husdyrholdets størrelse	X	X	X
Planteprodukter (salgsafgrøder)	X	X	X
Salg af husdyrgødning	X	X	X*

* Ved salg af gødning til biogasanlæg og forarbejdningsanlæg skal aftageren foretage indberetning til Plantedirektoratet

For nogle poster for til- og fraførsel af næringsstof kan de foreliggende/indhentede data anvendes direkte. For andre poster vil data foreligge som en produktmængde, kg, tons eller antal stk. Er dette tilfældet, beregnes næringsstofindholdet ved multiplikation med foreliggende data for produktets

indhold (koncentrationen) af det pågældende næringsstof. Er der foretaget en analyse for indholdet af næringsstoffet, anvendes resultatet heraf, ellers anvendes foreliggende tabelværdier.

Datakilder for tilførsel af næringsstof

Handelsgødning

Data for tilførsel af næringsstof med handelsgødning til bedriften kan anvendes direkte, idet data angives både som gødningstype og næringsstof. Oplysningerne kan hentes fra bedriftens driftsregnskab eller leverandøren, oftest landbrugets grovvareselskaber. Landbrugets grovvareselskaber indberetter leverancer til den enkelte bedrift til Plantedirektoratet.

Indkøbt husdyrgødning

Data for køb eller overførsel af husdyrgødning sker dels mellem bedrifter og dels fra biogasanlæg. Modtager en bedrift husdyrgødning fra et biogasanlæg, afgasset gylle, indberetter leverandøren gødningstypen og næringsstofmængden til Plantedirektoratet. Ved overførsel af husdyrgødning fra en bedrift til en anden skal der foreligge en skriftlig aftale med angivelse af husdyrgødningstypen, indhold af næringsstof og med modtagerens underskrift, som bekræftelse på aftalen. Overført gødning og indhold af næringsstof heri indberettes til Plantedirektoratet af den driftsleder, som afsætter gødningen.

Affald

Modtager en bedrift affald eller anden form for organisk gødning, skal leverandøren opgive typen og indhold af næringsstof, som vil fremgå af en deklaration eller fakturaen og dermed af driftsregnskabet. Modtageren har pligt til indberetning til Plantedirektoratet. Leverandøren har pligt til indberetning svarende til pligten om indberetning, som grovvareselskaberne og biogasanlæggene har.

Indkøbte fodermidler

Indkøbte fodermidler omfatter dels enkeltfodermidler og foderblandinger fra grovvareselskaberne, dels såkaldte returprodukter eksempelvis fra møllerier, bryggerier, sukker- og kartoffelmelsfabrikker og mejerier samt handel landbrugsbedrifter imellem. I alle tilfælde vil leverancerne fremgå af driftsregnskabet. Er leverandøren grovvareselskaber eller industrien, herunder mejerier, vil leverandøren kunne foretage indberetningen direkte til Plantedirektoratet, som det er tilfældet for handelsgødning. Ved køb af fodermidler fra andre bedrifter påhviler pligten til indberetning den driftsleder, som sælger fodermidlerne.

Kvælstoffiksering

Kvælstoffiksering omfatter bælgplanteafgrødernes fiksering af kvælstof fra luften. En kvantificering af bælgplanters fiksering af kvælstof er særdeles vanskelig. Dette skyldes bl.a., at en stor del af den fikserede kvælstofmængde er til stede i stub og rødder, som i praksis ikke kan måles med nogen større sikkerhed. Endvidere dyrkes bælgplanter ofte i blanding med andre plantearter eksempelvis korn-ærtelhelsød og kløvergræs. Fikseringen i sådanne afgrøder vil naturligvis være afhængig af indholdet af bælgplanter, som varierer meget fra mark til mark, og for græsmarker vil kløverindholdet også variere gennem vækstperioden.

Der er udarbejdet metoder til estimering af kvælstoffikseringen i forskellige afgrøder, som er baseret på kvælstofindholdet i høstudbyttet, og hvor indholdet af kvælstof i stub og rod beregnes som en procentdel af indholdet i høstudbyttet. I blandingsafgrøder som kløvergræs baseres kvælstofindholdet

det på indholdet i bælgplantedelen. Procentsatsen, der anvendes til beregning af indholdet i stub og rod, afhænger af bælgplantearten.

Generelt er de foreliggende metoder til estimering af kvælstoffikseringen usikre. Det skyldes bl.a., at andelen af bælgplanter i blandingsafgrøder, som fx kløvergræs, i praksis vil bero på et skøn. Ligeledes er det vanskeligt at estimere udbyttet i græsmarker. Det gælder især græsmarker, der afgræsses. Derfor bør det overvejes at fastsætte kvælstoffikseringen i de forskellige afgrøder administrativt ud fra gennemsnitsbetragtninger. Forslag til størrelsen af kvælstoffikseringen i forskellige bælgplanteafgrøder fremgår af bilag 3.1.

Tilførsel med udsæd

Tilførsel af næringsstoffer med udsæd omfatter tilførslen med indkøbt såsæd til etablering af de forskellige afgrøder. Leverancen vil fremgå af driftsregnskabet. Oftest vil leverandøren være grovvare-selskaber, som vil kunne foretage indberetningen.

Tilførsel fra atmosfæren

Tilførslen af næringsstoffer fra atmosfæren måles i forskellige egne af landet. Tilførslen varierer noget fra egn til egn, især for kvælstof. Derfor bør det overvejes at gøre fastsættelsen af bidraget fra atmosfæren egnsbestemt.

Tilførsel ved vanding

Tilførsel af næringsstoffer ved vanding kan især i tørkeår nå op på mærkbare mængder, men har i praksis kun betydning for tilførsel af kvælstof. Tilførslen kan beregnes ud fra tilført mm vand pr. ha og kvælstofkoncentrationen i vandet, som vil kunne fås fra amtet eller kommunen.

Tilførsel ved køb af dyr til levebrug

Ved indkøb af dyr til levebrug skal husdyrart, antal og størrelse fremgå af aftalen og vil fremgå af driftsregnskabet. Indberetningen påhviler driftslederne.

Datakilder for fraførsel af næringsstof

Fraførsel med æg

Aftagere ved salg af æg i erhvervsmæssig målestok vil være ægpakkerier. Salget (kg) fra bedriften vil fremgå af afregningen og dermed af driftsregnskabet. Indberetningen påhviler driftslederen. Det bør overvejes at pålægge aftageren pligten til indberetning.

Fraførsel med mælk

Salg af mælk vil hovedsagelig ske til et mejeri. Solgt kg mælk fra bedriften vil fremgå af afregningen og dermed af driftsregnskabet. Indberetningen påhviler driftslederen. Det bør overvejes at pålægge mejeriet pligten til indberetning.

Fraførsel med slagtedyr

Aftagere af slagtedyr vil i alt overvejende grad være slagterier. Salget af slagtedyr - stk., art og vægt - fra bedriften vil fremgå af afregningen og dermed af driftsregnskabet. Indberetningen påhviler driftslederen. Det bør overvejes at pålægge aftageren - slagterierne - pligten til indberetning.

Fraførsel ved salg af dyr til levebrug

Ved salg af dyr til levebrug skal husdyrart, antal og størrelse fremgå af aftalen og vil fremgå af driftsregnskabet. Indberetningen påhviler driftslederne.

Fraførsel med dyr til destruktion

Antal selvdøde dyr - art og vægt - vil fremgå af driftsregnskabet. Indberetningen påhviler driftslederen. Det bør overvejes at pålægge aftageren pligten til indberetning.

Fraførsel med planteprodukter

Ved salg af planteprodukter vil aftageren hovedsagelig være grovvarereselskaberne, møllerier, sukker- og kartoffelmelsfabrikker og i mindre grad bestå af salg af fodermidler til andre bedrifter. Erhvervsgartneriers salg af grønsager og planter i øvrigt vil ske gennem salgsorganisationer som GASA. Salget vil i alle tilfælde fremgå af driftsregnskabet. Indberetningspligten påhviler driftslederen. Hvor aftageren er grovvarereselskaberne, industrien, eller salgsorganisationer, bør det overvejes at pålægge disse indberetningspligten.

Salg af husdyrgødning

Salg eller overførsel af husdyrgødning sker dels til andre bedrifter og dels til biogasanlæg. Overfører eller sælger en bedrift husdyrgødning til et biogasanlæg, indberetter biogasselskabet mængden, gødningstypen og næringsstofmængden til Plantedirektoratet. Ved overførsel af husdyrgødning fra en bedrift til en anden skal der foreligge en skriftlig aftale med angivelse af husdyrgødningstypen, indhold af næringsstof og med modtagerens underskrift som bekræftelse på aftalen. Overført gødning og indhold af næringsstof heri indberettes af driftslederen – leverandøren - til Plantedirektoratet.

Ændring i husdyrholdets størrelse

Ændringer i husdyrholdets størrelse gøres op for hver husdyrart på bedriften ud fra antal og evt. størrelse ved periodens start og slutning.

Under normale driftsforhold med en løbende produktion vil der ikke være større forskelle i husdyrholdets størrelse og sammensætning fra år til år. I tilfælde af omlægning til anden driftsform eksempelvis fra ren planteavl til en driftsform med husdyr vil der dog være tale om en markant ændring.

Marginalomsætning af landbrugsprodukter

Køb og salg bedrifter imellem kan ikke kontrolleres i alle detaljer, men der vil givetvis være en vis grad af selvjustits. Ved overførsel af et produkt, eksempelvis af husdyrgødning eller indkøb af foderkorn fra en anden bedrift (evt. nabo), kan en modtager have en fordel i, at overførslen ikke registreres og indberettes og dermed ikke bidrager til bedriftens næringsstofoverskud. Hvis overførslen ikke indberettes, kan bedriften, hvorfra overførslen er sket, imidlertid heller ikke indregne afgivelsen og dermed reducere sin bedrifts overskud.

Ud over salg af produkter i større målestok til de store aftagere forekommer der også et vist salg af planteprodukter, især grønsager og animalske produkter direkte fra producenten til forbrugeren, det såkaldte stalddørssalg. I tilfælde, hvor salget har et større omfang, vil der også her være en vis tilskyndelse til at indberette salget. I modsat fald vil fraførslen ikke indgå i bedriftens næringsstofbalance og det beregnede næringsstofoverskud derfor være større end det faktiske overskud.

Overførsler af næringsstoffer i forbindelse med enkeltstående handler

Ud over de ovenfor omtalte køb og salg af de mest almindelige produkter, vil der forekomme handler, som har karakter af enkeltstående tilfælde. Det gælder fx handel med jord eventuelt tilført gød-

ning eller med en ikke høstet afgrøde. I alle tilfælde bør der i handelsaftalen indgå en skriftlig aftale om den ved handlen overførte mængde næringsstof mellem de berørte bedrifter.

Eksempler på kvælstof- og fosforbalancer på bedriftsniveau

I bilag 3.2 er vist eksempler på kvælstof- og fosforbalancer for henholdsvis et konventionelt kvægsvine- og et planteavlsbrug. Eksemplerne er hentet fra Studielandbrug, Gårdrapporter 2000. Ud over de her viste eksempler kan der være tale om blandede kvæg- og svinebrug, brug alene med fjerkræ og økologiske brug.

I de viste eksempler er der først anført nogle generelle oplysninger om bedriften. Det gælder oplysninger om bedriftstypen, art og antal af husdyr, staldtype, husdyrgødningstype, areal og jordtypefordeling. Endvidere er anført bedriftens sædskifte og gødningsplan. Disse oplysninger er ikke påkrævet som sådan for opstilling af næringsstofbalancer for bedriften, men er nødvendige, hvis der ønskes en fordeling af overskuddet på de forskellige tabskilder med henblik på at tilgodese kravene i Vandrammedirektivet, jf. afsnit 5. Kendskab til stalddypen, herunder gødningshåndteringen og gødningsstypen, er nødvendigt for estimering af tabet ved ammoniakfordampning. Ligeledes er det nødvendigt at kende sædskiftet og gødningsplanen for estimering/beregning af kvælstofudvaskningen og denitrifikationen.

Som tidligere omtalt vil en række af data for til- og fraførsel af næringsstoffer eller data som udgangspunkt for beregning af til- og fraførsel af næringsstoffer kunne indberettes af henholdsvis leverandøren og aftageren.

Ved udnyttelse af mulighederne for en direkte indberetning til Plantedirektoratet fuldt ud skønnes umiddelbart, at driftslederens indsats vedrørende indberetning vil være meget begrænset. Dette betyder dog, at byrden pålægges andre.

Indledningsvis er det anført, at næringsstofbalancer på bedriftsniveau dels kan anvendes som udgangspunkt for en regulering af landbrugets påvirkning af miljøet og dels er et særdeles godt redskab for driftslederen til optimering af bedriftens anvendelse af et givet næringsstof. Er overskuddet uacceptabelt stort set i forhold til tilsvarende bedrifter, jf. afsnit 4, kan driftslederen således foretage en nærmere analyse af årsagen hertil.

Ved en nærmere analyse af en bedrifts næringsstofbalance med henblik på en optimering af anvendelse af næringsstoffer, eksempelvis kvælstof, vil det for bedrifter med husdyr være hensigtsmæssigt at opdele bedriftsbalancen i en balance for henholdsvis mark- og stalddriften. Ved en sådan opdeling er det muligt at afdække, hvorvidt det er mark- eller stalddriften, der bør forbedres.

En opdeling på en mark- og staldbalance kræver beregninger af den interne næringsstofomsætning på bedriften. Det gælder bl.a. beregning af, hvor meget næringsstof der fjernes med afgrøderne fra marken, og hvor stor en del heraf der sælges direkte som planteprodukter, og hvor stor en del der anvendes som foder. En beregning af en stald- og markbalance er ikke vanskelig, men dog mere usikker end bedriftsbalancen, fordi det er vanskeligt at bestemme intern omsætning og især grovfooderudbytter præcist. Det er derfor vigtigt, at reguleringen formuleres på en sådan måde, at landbrugeren føler et eget incitament til at opgøre delbalancer så præcist som muligt, af hensyn til hans egen mulighed for at forbedre bedriftsbalancen.

En overvurdering af grovfoderproduktionen vil eksempelvis medføre, at fraførslen fra marken beregnes for stor og tilførslen med foder i staldbalancen tilsvarende for stor. Derved vil det beregnede overskud i markbalancen være lavere end det faktiske overskud og overskuddet tilsvarende for stort i staldbalancen. Omvendt vil det beregnede overskud for markdriften være for højt og overskuddet i stalddriften for lavt, hvis grovfoderproduktionen undervurderes, og dermed også tilførslen af foder i stalddriften for lav. For bedriften som helhed er overskuddet uændret, idet summen af overskuddet i mark- og staldbalancen er lig overskuddet på bedriftsniveau.

Usikkerhed på balancer på bedriftsniveau

Usikkerheden på de fleste data til opstilling af næringsstofbalancer på bedriftsniveau må anses for at være forholdsvis lille, idet langt de fleste omfatter køb og salg af produkter, hvor angivelsen af kvantiteten af produktet, købt eller solgt, er nøje angivet, eksempelvis indkøbt handelsgødning og fodermidler, salg af planteprodukter og animalske produkter. Variationer i produkternes kvælstofindhold bidrager til usikkerheden/fejlen på beregningerne. Usikkerheden/fejlen af denne art er formentlig størst i forbindelse med salg af planteprodukterne, idet kvælstofindholdet påvirkes af vækstbetingelserne det pågældende år.

Diskussion

Uanset hvilke metoder der anvendes til regulering af landbrugets anvendelse af næringsstoffer, vil det være nødvendigt med en kontrol af, at reglerne overholdes, herunder regler i medfør af EU-direktiver. Dette betyder, at det vil være nødvendigt med indberetning af et vist minimum af data for den enkelte bedrift til kontrolinstansen. Det gælder for den i dag anvendte kontrol og det vil også gælde i en fremtidig kontrol, herunder også ved en evt. inddragelse af næringsstofoverskuddet på bedriftsniveau i reguleringen.

Med hensyn til næringsstofoverskuddet på bedriftsniveau er det ikke tilstrækkeligt at indberette overskuddet, idet rigtigheden af overskuddet som sådan ikke kan kontrolleres. Indberetning af data for til- og fraførsel vil være nødvendig for at kunne kontrollere, at overskuddet er beregnet korrekt.

I beskrivelsen af næringsstofbalancen indgår ikke en opgørelse af bedriftens næringsstofbeholdning fx i form af fodermidler, handels- og husdyrgødning. Statusopgørelse af beholdninger kan dog medtages, når driftslederen finder, at der er behov derfor.

For at minimere den nødvendige indsats af driftslederen er det vigtigt, at alle oplysninger så vidt muligt indhentes hos leverandørerne og aftagerne af bedriftens produkter. Så vidt det kan vurderes, skulle dette være muligt for langt de fleste oplysninger, som er nødvendige for opstilling af en bedrifts næringsstofbalance, jf. ovenfor under Beskrivelse af datakilder.

Med en procedure og principper, som det kendes for selvangivelse af indkomst, vil det formentlig være muligt for kontrolinstansen at opstille en fortrykt bedriftsbalance, som kan udsendes til driftslederen for evt. indføjeelse af poster som fx overførsel af husdyrgødning til andre bedrifter, handel med fodermidler bedrifter imellem, overførsler af næringsstoffer i forbindelse med salg af jord og statusopgørelser af beholdninger mv. i det omfang, driftslederen ønsker det .

Hvis der ønskes en opdeling af overskuddet på tabskilder med henblik på en nærmere vurdering af effekten på miljøet samt grundlag for en kontrol af, om gældende harmonikrav er opfyldt, vil det

være nødvendigt med mere detaljerede oplysninger om bedriftens produktionsforhold, jf. afsnit 5 og bilag 5.1

Næringsstofoverskuddet kan variere betydeligt fra år til år som følge af vækstbetingelserne, især nedbørsforholdene i vækstperioden. Anvendelse af næringsstofoverskuddet på bedriftsniveau til regulering af næringsstofforbruget kan derfor næppe baseres på overskuddet det enkelte år, men må nødvendigvis baseres på gennemsnittet for en årrække.

Under forudsætning af, at reguleringen baseres på gennemsnittet af bedriftens overskud for en årrække, vil en statusopgørelse i forbindelse med balanceopstillingen formentlig være af mindre betydning, idet hverken beholdningen af fodermidler eller gødningsmidler ensidigt kan øges eller nedbringes selv over en kort årrække.

Konklusion

- For at kunne kontrollere, at gældende regler vedr. anvendelse af næringsstoffer overholdes, herunder regler i medfør af EU-direktiver, vil det være nødvendigt med indberetning af et vist minimum af data fra den enkelte bedrift til kontrolinstansen.
- Indberetning af bedriftens næringsstofoverskud er ikke tilstrækkeligt. Indberetning af data for til- og fraførsel af næringsstoffer er også nødvendig for at kontrollere, at overskuddet er beregnet/angivet korrekt.
- Ved opstilling af næringsstofbalancer for bedriften bør indsatsen af driftslederen indskrænkes mest muligt.
- De fleste data for til- og fraførsel af næringsstoffer kan formentlig indhentes hos henholdsvis leverandører og aftager af bedriftens produkter.
- Ved anvendelse af en procedure og principper, som det kendes for selvangivelse af indkomst, vil det formentlig være muligt for kontrolinstansen at opstille en fortrykt bedriftsbalance, som kan udsendes til driftslederen for berigtigelse og evt. indføjeelse af manglende poster mv.
- Anvendelse af næringsstofoverskuddet til regulering af forbruget af næringsstoffer bør baseres på gennemsnittet af overskuddet for en årrække, idet overskuddet kan variere betydeligt fra år til år som følge af variationer i vækstbetingelserne.
- Anvendelse af næringsstofoverskuddet som gennemsnit for en årrække vil formentlig kunne reducere behovet for en statusopgørelse af beholdninger ved opstilling af bedriftsbalancer.
- Næringsstofbalancer på bedriftsniveau vil give et værdifuldt bidrag til vurdering af landbrugets potentielle miljøpåvirkning.
- Næringsstofbalancer på bedriftsniveau giver dog ikke oplysninger om overskuddets fordeling på de aktuelle tabsposter, fx kvælstofudvaskning og ammoniaktab.

4. Næringsstofregnskaber på danske landbrug: Eksempler, årsager til variation samt principper for grænseværdier

Niels Halberg, Ruth Grant og Anders H. Nielsen

I kap. 2 er gennemgået principperne for beregning af næringsstofbalancer på bedriftsniveau samt forslag til data kilder og krav til data. Ud over de nævnte krav til data og kontrolmuligheder skal følgende forhold være opfyldt, for at bedriftsregnskaber er interessante i reguleringsøjemed:

- Landbrugeren skal kunne øve væsentlig indflydelse på det årlige resultat, således at det er muligt at holde sig under den angivne grænseværdi
- Der skal kunne opstilles grænseværdier for forskellige men entydige driftstyper (kvæg, svin, planteavl og muligvis differentieret efter jord- og staldtype) alt efter disse typers mulighed for at begrænse N-overskuddet.
- Anvendelse af næringsstofregnskaber må ikke slække de hidtil opnåede forbedringer af landbrugets N-udnyttelse

I det følgende gives derfor en beskrivelse af næringsstofregnskaber på bedriftsniveau baseret på hhv. studielandbrug, bedrifter i LOOP-oplandene samt bedrifter med Grønne Regnskaber. Der vil blive fokuseret på sammenhængen mellem størrelsen af overskuddet og forklarende faktorer såsom bedriftstype og belægningsgrad. Derefter gives eksempler på, hvordan forskelle i næringsstof overskud mellem bedrifter med samme belægningsgrad kan forklares, og endelig opstilles eksempler på grænseværdier for N-overskud, og der beskrives forskellige metoder til at fastlægge grænseværdier.

Variation mellem bedrifter og sammenhæng med belægningsgrad

Der findes i dag tre datasæt med næringsstofregnskaber på private bedrifter: Studielandbrug, bedrifter i vandløbsoplandene under LOOP (i regi af DMU) samt bedrifter, som udfører grønne regnskaber i regi af Landbrugets Rådgivningscenter. Bedriftsregnskaberne er alle i princippet udført efter den samme metode, idet DJF, LR og DMU i år 2000 enedes om et fælles koncept (Halberg et al., in prep.). Denne metode er i store træk identisk med principperne beskrevet i kap 2, dog er der som omtalt andetsteds behov for at fastlægge enkelte værdier (fx N-fiksering) som faste standarder, hvis N-balancer skal bruges i reguleringsøjemed.

N-overskud pr. ha på bedriftsniveau for kvæg-, svine- og planteavlsbedrifter blandt studielandbrugene i forhold til belægningsgrad i DE/ha er vist i figur 4.1. Hver markering i figuren repræsenterer gennemsnittet af bedriftsoverskuddet for de år, bedriften har bidraget med data i perioden 1997-2001.

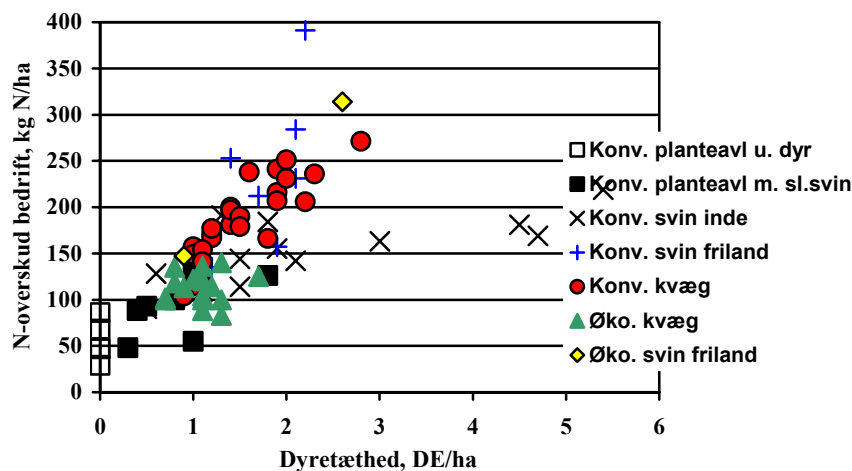
Man skal hæfte sig ved tre forhold i forhold til punkterne i figur 4.1:

- variationen i den vandrette retning, der udtrykker husdyrtætheden og dermed intensiteten af husdyrproduktionen pr. arealenhed,
- variationen i den lodrette retning, der udtrykker bedrifternes effektivitet med hensyn til at omsætte forbrugt kvælstof til produkt ved en given husdyrtæthed,
- variationen imellem bedriftstyper i N-overskuddet.

Det er velkendt, at især omsætningen af husdyrgødning på en ejendom giver anledning til kvælstoftab, bl.a. fordi det er umuligt helt at undgå ammoniakfordampning fra stalde, lagre og udbringning.

En anden årsag er, at en vis del af N-indholdet i husdyrgødningen er organisk bundet og derfor ikke altid er tilgængelig på opløselig form på tidspunkter, hvor der er plantevækst til at optage det. Dette er en af årsagerne til, at overskuddet fra en bedrift er korreleret med mængden af husdyrgødning anvendt pr. ha, hvilket vil blive diskuteret nedenfor. Dette forhold danner i øvrigt baggrund for det mere end tyve år gamle reguleringsprincip, som begrænser antallet af husdyr, en landbruger kan have pr. ha.

Som det fremgår af fig. 4.1, stiger N-overskuddet ikke overraskende med stigende belægningsgrad for stort set alle bedriftstyper/produktionsgrene. For konventionelle kvægbrug har bedrifter med 1 DE/ha et overskud omkring 100-120 kg N pr. ha, mens kvægbrug med 2 DE/ha har N-overskud mellem 200 og 250 kg pr. ha, hvilket udtrykker den større omsætning af næringsstoffer på en ejendom med intensiv mælkeproduktion. Svinebedrifter med frilandssøer kan have et relativt højt N-overskud pr. ha. Alle de viste bedrifter har overholdt de lovpligtige krav til udnyttelse af husdyrgødning i de pågældende driftsår, og bedrifter med høj belægningsgrad har frasolgt den nødvendige mængde husdyrgødning. Dette er årsagen til, at svinebedrifterne med en dyretæthed over 2 DE/ha ikke har væsentligt højere N-overskud end resten. Det skal dog bemærkes, at den del af husdyrgødningen, som fordamper i stalde og lagre, altid vil indgå i en bedriftsbalance, uanset om man sælger et overskud (dette svarer i princippet til forskellen mellem N ab dyr og N ab lager i gødningsnormerne). Derfor vil overskuddet opgjort pr. ha dyrket areal på bedrifter med højere belægningsgrad end harmonikravet - alt andet lige - være højere end på bedrifter, som har lavere belægningsgrad.

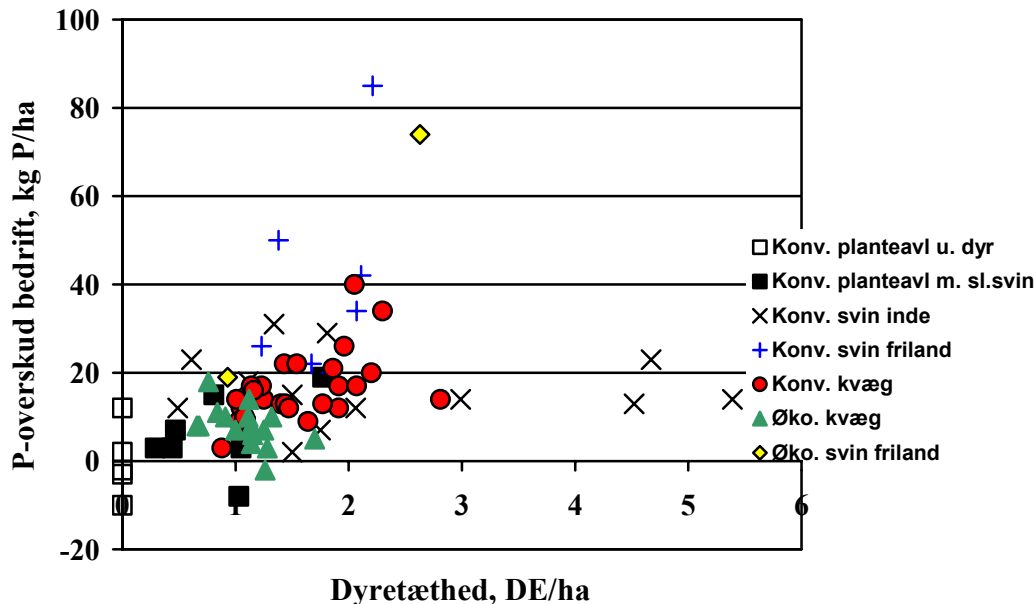


Figur 4.1 N-overskud pr. ha og dyretæthed (DE/ha) på studielandbrug, gns. af årene 1997-2001 (variabelt antal år pr. bedrift, se teksten).

Tilsvarende tendens er fundet i de to andre datasæt, dog ikke for svinebrugene i LOOP-bedrifterne, se fig. 4.7 og 4.8. Foreløbige analyser viser samstemmende mellem de tre datasæt, at overskuddet pr. ha stiger ca. 80 kg N for hver gang, husdyrtætheden stiger med 1 DE på kvægbedrifter. Denne korrelation dækker imidlertid over en stor variation mellem bedrifter. Som det fremgår af fig. 4.1 samt 4.7 og 4.8, er der ved samme belægningsgrad og samme bedriftstype meget stor forskel i N-overskuddets størrelse. Fx er der i fig. 4.1 en variation i overskud på over 75 kg N pr. ha mellem kvægbedrifter med ca. 1,8 DE/ha. Tilsvarende findes store forskelle mellem bedrifter i de to andre datasæt, fig. 4.7 og 4.8. Det er netop disse forskelle mellem bedrifter, som i øvrigt opfylder de nu-

værende reguleringskrav, der gør N-overskuddet til en interessant indikator for næringsstofhusholdningen, givet forudsætningerne nævnt indledningsvist. Det er derfor interessant at forfølge forskellene mellem bedrifter, hvilket beskrives nedenfor.

Tilsvarende tal for P-overskud pr. ha er vist for de samme studielandbrug i figur 4.2.



Figur 4.2 P-overskud pr. ha og dyretæthed (DE/ha) på studielandbrug, gns. af årene 1997-2001 (variabelt antal år pr. bedrift, se teksten).

Som det ses, er der også en stor variation i overskud af P mellem bedrifter med samme belægningsgrad, hvilket forholdsvis let kunne reguleres i sammenhæng med N-overskuddet, såfremt driftslederen var bevidst om det og motiveret for det. Nærmere analyse af tallene viser dog samtidig, at der ikke er en så høj korrelation mellem N- og P-overskud, at begrænsning af den ene automatisk begrænser den anden (ekstra tilførsel af P i mineraler udgør fx en stor post på nogle bedrifter).

Årsager til forskelle mellem bedrifter med samme produktionsintensitet

Teoretisk set har den enkelte landbruger forskellige muligheder for at regulere tabet fra sin bedrift givet et bestemt produktionsniveau.

1. Størrelsen af de enkelte tabsposter kan begrænses fx gennem tiltag til at reducere ammoniakfordampning fra stalde og lagre eller ved at lade efterafgrøder opfange mineraliseret N i efteråret. Gennem sådanne tiltag kan landbrugeren forøge den interne recirkulering af N (mellem fx planteavl og husdyrhold) og mindske sit behov for import til systemet, jf. kapitel 2.
2. Effektiviteten i udnyttelse af tilført N kan forøges gennem korrekt tilpasning af forsyningen med protein og gødning i forhold til hhv. dyrenes og afgrødernes behov. Således er der forskelle imellem bedrifter på, hvor stor en del af det tilførte foder-N som nyttiggøres i form af solgte husdyrprodukter. Effektiv udnyttelse kan også fremmes ved at sikre, at både husdyr og afgrøder producerer på det forventede niveau, dvs. uden store produktionsbegrænsninger i form af sygdomme

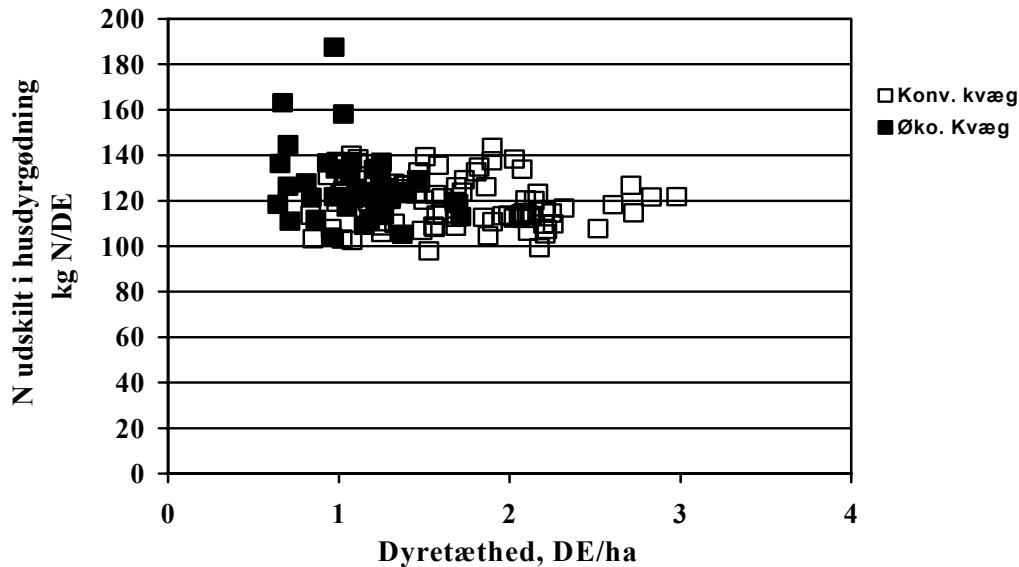
eller fx utilstrækkelig reproduktionskontrol eller jordbehandling. Det generelle niveau af driftsledelse igennem hele produktionen på en landbrugsbedrift har altså betydning for den overordnede effektivitet i udnyttelsen af næringsstoffer og dermed også for N-overskuddet ved et givet produktionsniveau. Der er således påvist store forskelle mellem N-overskuddet fra bedrifter med samme produktionsniveau/dyretæthed og sammenlignelige produktionsbetingelser.

De forskellige potentielle forbedringer af næringsstofhusholdningen i bedriftens delsystemer bør i sidste ende resultere i enten forøget output fra bedriften ved samme input eller reduceret input til bedriften ved samme produktionsniveau. Fx bør effekten af øget brug af efterafgrøder vurderes på den reelle mindskelse af handelsgødningstilførslen (eller foderindkøb som følge af øget udbytter af hjemmeavlet foder) i de følgende år. Det er netop en fordel ved brugen af bedriftsbalancer som reguleringsværktøj, at de reelle resultater af partielle ændringer vil blive synlige ift. reguleringsgrundlaget .

Næringsstoffektiviteten på en bedrift er altså påvirket af mange og vekselvirkende faktorer, og der er forskel mellem bedrifter på, hvordan og hvor godt driftslederne styrer de enkelte faktorer. Dette kan afhænge dels af bedriftens produktionsbetingelser (jordtype, nedbørsområde, staldindretning mv.) og dels af driftslederens evner og interesser for de forskellige delproduktioner (fx fodring vs. jordbehandling). I det følgende vil forskellen mellem bedrifter blive vist for besætningens og markens næringsstofhusholdning separat.

Forskel i fodereffektivitet målt på husdyrgødnings-N i forhold til animalsk produktion
Ifølge husdyrgødningsnormerne vil to brug med samme animalske produktion producere den samme mængde husdyrgødning målt i N og P. Tilførslen af total N til marken fra husdyrgødning ville i så fald være identisk bortset fra evt. forskelle i beregnet ammoniaktab, hvis gødningshåndteringssystemet er forskelligt (dybstrøelse vs. gylle fx). Imidlertid forholder dette sig ofte anderledes i virkeligheden, hvilket fremgår af fig. 4.3.

Figur 4.3 viser kilo N udskilt i husdyrgødning pr. dyreenhed på 28 konventionelle kvægbedrifter (i alt 90 driftsår) og 16 økologiske kvægbedrifter (i alt 36 driftsår) blandt studielandbrugene med data fra årene 1997-2001 (beregnet som forskellen mellem tilført N i foder til hele besætningen og N fraført med mælk og tilvækst/kødsalg). Man ser, at der udskilles mellem 100 og 140 kg N/DE på malkekvægbedrifterne (de tre bedrifter med over 150 kg N/De har betydelig studeproduktion og kan ikke umiddelbart sammenlignes med de andre). De her viste værdier kan sammenlignes med en beregnet normudskillelse, der for køer af stor race er 108 kg N/DE (127 kg N pr. årsko ab dyr, Poulsen et al., 2000). Der er regnet med ”nye” dyreenheder (stor race = 0,85 årsko/DE) for alle bedrifterne i alle årene. Det kan forklare, at der ses bedrifter med mere end 2,3 DE/ha. Datagrundlaget for figuren er registrerede foder mængder efter standardmetoder, hvilket inkluderer et indirekte beregnet græsoptag under afgræsning. Indholdet af N i konserveret foder og indkøbt tilskudsfoder er altovervejende beregnet ud fra foderanalyser, hvorimod N i frisk græs er beregnet ud fra standardindhold (Fodermiddeltabel, Møller et al., 2000. Rapport nr. 91, Landbrugets Rådgivningscenter).



Figur 4.3 N udskilt i husdyrgødning og dyretæthed (DE/ha) på økologiske og konventionelle kvægbedrifter, år pr. bedrift.

Som det ses i figur 4.3, har nogle bedrifter en højere N-udskillelse pr. DE end den norm-udskillelse på ca. 108 kg N/DE, der i dag forudsættes i normalt for husdyrgødning for malkekvægbrug. Det skyldes, at mængden af N i husdyrgødning/ha her er beregnet som det kvælstof, dyrene reelt har udskilt ud fra den aktuelle fodring. Bedrifter med en stærkt afvigende fordring (fx meget højt protein-niveau eller ringe foderudnyttelse) kan derfor godt overskride normerne, hvilket en regulering baseret på N-regnskaber på bedriftsniveau vil motivere (eller tvinge) landbrugerne til selv at tage hensyn til. (De relativt få bedrifter her kan naturligvis ikke bruges til at stille generelt spørgsmålstegn ved normerne.) Den her viste forskel for kvæg er formentlig relativt større end tilsvarende for svin, hvilket dog ikke er vist her. Det skal bemærkes, at den nuværende ordning åbner mulighed for, at driftslederen kan nedjustere sin beregnede husdyrgødningsmængde efter den reelle fodring.

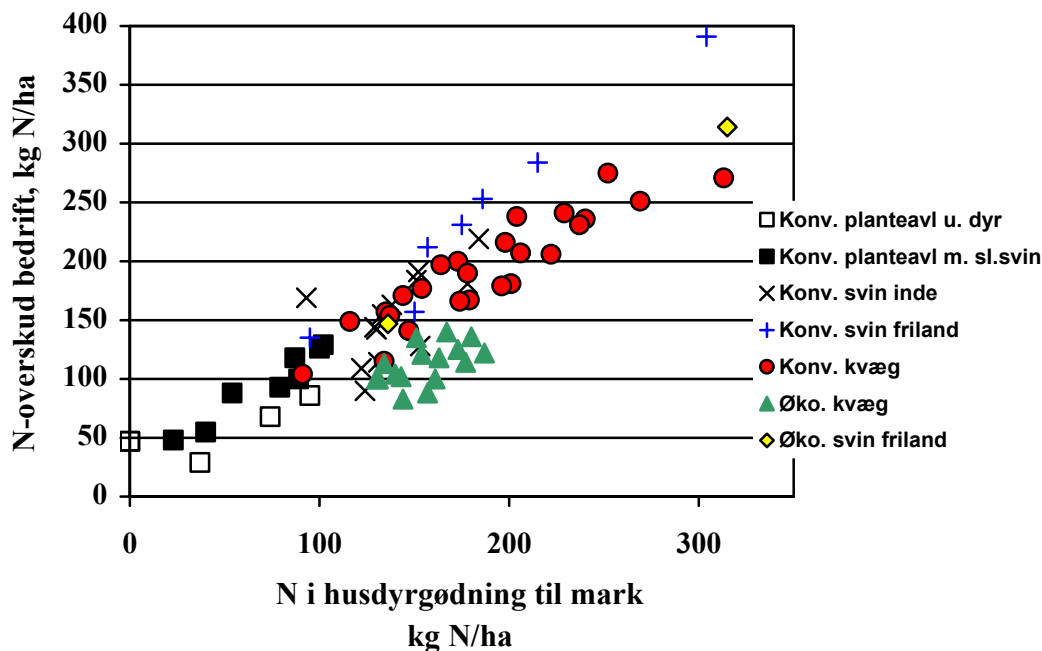
Forskel i kg N i husdyrgødning pr. DE forklarer ikke hele forskellen mellem bedrifter

Den ovenfor viste forskel i besætningens næringsstofhusholdning er en del af forklaringen på variation mellem bedrifter med samme belægningsgrad. Men ikke hele forklaringen, som det fremgår af figur 4.4. I figur 4.4 er vist N-overskuddet pr. ha på bedrifterne i forhold til reelt udbragt husdyrgødnings-N i marken. Det svarer til den beregnede aktuelle udskilte mængde N i husdyrgødning justeret for køb og salg af husdyrgødning samt lagerforskydninger. Der er bedrifter med mere end 230 kg N i husdyrgødning/ha, hvilket ellers er den gældende øvre grænse i lovgivningen. Det skyldes det ovenfor nævnte forhold, at dette er baseret på balanceberegninger, og ikke lovkrav. Alle bedrifter har således overholdt gældende lovgivning.

Som det fremgår, er der stadig en forskel i N-overskuddet mellem bedrifter, som tilfører samme mængde N i husdyrgødning pr. ha. Fx er der knap 50 kg N pr. ha forskel i N-overskuddet på konventionelle svinebedrifter med ca. 1,4 DE/ha. Figur 4.4 tager altså hensyn til de ovenfor beskrevne forskelle i fodereffektivitet i stalden, men ikke til forskelle i markeeffektivitet, dvs. hvor meget eks-

tra gødning, der tilføres, og hvor godt det udnyttes i form af markudbytter, samt forskelle i sædskifte og udnyttelse af forfrugtsværdier m.m.

Disse forskelle hidrører formentlig delvis fra forhold, som driftslederen ikke har megen kontrol over på kort sigt (jordtype, stald- og husdyrgødningstype) og delvis fra forhold, som kan ændres i løbet af kortere tid (1-3 år), såfremt driftslederen føler et incitament til det og har den fornødne viden eller rådgivning (fodring, sædskifte, udbringnings- og gødningspraksis m.m.).



Figur 4.4 N-overskud pr. ha og tilført N i husdyrgødning på studielandbrug, gns. af årene 1997-2001 (variabelt antal år pr. bedrift, se teksten).

Det kan desuden antages, at jordtypen og nedbørsoverskuddet vil spille en vis rolle for N-overskuddet alt andet lige, idet lerjorde i det østlige Danmark skulle give bedre mulighed for at have en høj udnyttelse af kvælstof mellem år (bedre næringsstofcyklus og mindre udvaskning) end sandjord. Det har imidlertid ikke været muligt at vise denne effekt af jordtype på sammenlignelige husdyrbrug ved anvendelse af bedriftsbalancer muligvis pga. konfundering med andre forhold så som sædskifte og fodringspraksis samt salg af husdyrgødning, hvilket ikke pt. har kunne adskilles i de her anvendte datasæt. Det har heller ikke været muligt at vise, at der skulle være systematisk højere N-overskud på bedrifter med fast gødning/dybstrøelse ift. gyllesystemer. Dette skulle imidlertid forventes alene af den grund, at de nuværende gødningsregler tillader en lavere udnyttelsesprocent af N i dybstrøelse ift. gylle, dvs. accepterer et større gødningsforbrug og -tab alt andet lige på bedrifter med dybstrøelse.

Foreløbige analyser af P-overskuddet ift. tilført P med husdyrgødning viser i modsætning til N, at der er en god sammenhæng mellem P-overskud pr. ha beregnet som bedriftsbalance og P tilført marken pr. ha i husdyrgødning (ikke vist). Dette tyder på, at forskelle i P-overskud væsentligst skyldes forskelle i tilført P til besætningen, fx P-koncentration og -mængde i form af mineraltilskud.

Som eksempel på, hvordan forskelle mellem bedrifter kan forklares med udgangspunkt i driftsledelsen og grundlæggende produktionsforhold, er der i bilag 4.1 vist en sammenligning af to kvægbedrifter, som har omtrent samme belægningsgrad men meget forskellige sædskifter og fodringspraksis m.m. Nedenfor gives en kort opsummering.

Eksempler på driftslederens påvirkning af N-overskuddet gennem valg af foder- og sædskifteplaner

For at belyse årsager til variationen i N-overskud for bedrifter ved samme dyretæthed er der udvalgt to kvægbedrifter ud fra deres beliggenhed i figur 4.1. Målet er at beskrive, hvordan de to bedrifter med sammenligneligt antal dyr pr. arealenhed (1,8 hhv. 2,0) kan ende med et N-overskud, der afviger med 88 kg N/ha som gennemsnit over fire år (tabel 4.1). De to bedrifter og årsagen til deres forskellige N-overskud er gennemgået i detaljer i bilag 4.1, her vil kun de væsentligste forhold blive fremdraget.

Tabel 4.1 Dyretæthed og N-overskud, cases. (se bilag 4.1, kilde: Egne beregninger ud fra Studielandbrugenes database)

Bedriftsnr. i Studielandbrugsbasen samt betegnelse	95043 = "Fyn"	98084 = "Lemvig"
Dyretæthed, DE/ha	1,8	2,0
N-overskud bedrift, kg N/ha	163	251

Som vist i tabel 4.2, kan forskellen på 88 kg N pr. ha forklares ud fra den samlede forskel (netto) i posterne N-fiksering samt indkøbt gødning, og foder (salget af afgrøder på "Fyn" er modregnet foderindkøbet i "nettofoderkøb"). Bedrift "Lemvig" på vandet sandjord anvender 45% af arealet til kløvergræs, hvilket både giver en relativt proteinrig fodring samt mindre mulighed for at udnytte husdyrgødningen optimalt. Bedriften har dog i forhold til andre bedrifter med tilsvarende strategi en relativt velafbalanceret fodring og høster relativt gode udbytter i fx majs på de øvrige marker. Bedrift "Fyn" anvender en stor del af sit lerjordsareal til salgsafgrøder og holder køerne på stald hele året, hvilket giver andre muligheder for at tilpasse fodring og anvende husdyrgødningen effektivt. Den gennemsnitlige udnyttelse af N tilført marken (reelt, dvs. ikke ud fra normberegninger) er højere på "Fyn" (se bilag 4.1, tabel 4.1.4), hvilket skyldes en kombination af de nævnte driftsledelsesmæssige og ejendomsspecifikke forhold så som lerjord og nedbørsoverskud, som agronomisk set skulle give bedre muligheder for næringsstofhusholdning på "Fyn" end på "Lemvig".

Sammenligningen af disse to bedrifter viser to pointer:

1. At forskellen i N-overskud i høj grad kan forklares med driftsledernes forskellige strategier (fodringsplaner og sædskifte) og handlinger. Dvs. de påvirker størrelsen af deres N-overskud.
2. At de forskellige betingelser i form af jordtype og muligheder for avl af salgafgrøder og fodring med biprodukter har betydning for både valg af strategi og sandsynligvis markudbytter. Dvs. der er visse grænser for, hvor forskellige bedrifter det vil være rimeligt at forvente samme niveau af N-overskud på.

De to forskellige sæt af faktorer (hhv. operationelle og strategiske/naturgivne forhold) kan naturligvis ikke kvantificeres ud fra to bedrifters data.

Tabel 4.2 N-regnskab for to konventionelle kvægbedrifter blandt studielandbrugene; gennemsnit af fire år (1998-2001)

	"Fyn"	"Lemvig"	Forskel
Input			
Nettofoder - køb, kg N/ha	137	125	-12
Handelsgødning, kg N/ha	63	43	-20
Nettohusdyrgødning - køb, kg N/ha	-17	19	36
Fiksering, kg N/ha	10	78	68
Deposition og vanding, kg N/ha	15	15	0
Udsæd, kg N/ha	2	3	0
NH ₃ til ammoniakhalm, kg N/ha	7	12	5
Lagerforskydning, husdyrgødning, kg N/ha	7	20	13
Output			
Kød, kg N/ha	-10	-12	-2
Mælk, kg N/ha	-51	-52	-1
N-overskud, kg N/ha	163	251	88

Andre sammenligninger mellem bedrifter med mere ens udgangspunkt, fx to kvægbrug på sandjord men med forskellige andele afgræsning og brug af kløvergræs vs. helsæd/majs, viser betydningen af den første pointe (se fx bilag 4.2 med fire bedrifter i samme sogn samt nedenstående modelberegninger). De beskrevne cases og modelberegninger sandsynliggør altså, at forskellen i overskuddet mellem kvægbedrifter med samme belægningsgrad i høj grad skyldes driftslederens valg og dygtighed. Sådanne analyser viser, at forskelle imellem bedrifter i betydeligt omfang kan forklares med driftsledernes valg af planer og metoder og deres evne til at føre dem ud i livet. Derudover er det interessant at overveje, hvor meget forskellige bedrifter ville kunne mindske deres N-overskud, såfremt dette måtte være et mål. I bilag 4.2 er vist nogle eksempler på driftsledernes muligheder for at tilpasse/forbedre næringsstofhusholdningen på kvægbrug. Fire bedrifters nu-situation (1999-tal) sammenlignes med effekten af mulige driftsændringer. Eksemplerne viser, at der var et potentiale for at reducere N-overskud op til 25%, men at ikke alle bedrifter havde samme muligheder. Desuden anså driftslederne ikke selv alle muligheder for realistiske, se bilag 4.2, tabel 4.2.4 og 4.2.5.

Tidligere modelberegninger (Kristensen, 1997) af N-overskud på kvægbrug med udgangspunkt i studielandbrug har ligeledes vist, at driftslederen kan reducere N-overskuddet betydeligt ved at tilpasse fodring, sædskifte og gødskningspraksis (timing og gødningsniveauer samt udnyttelse af forfrugtsværdier). Som det fremgår af tabel 4.3, kunne en bedrift med høj belægningsgrad ifølge modelberegning reducere N-overskuddet fra 236 til 169 kg N pr. ha ved at reducere andelen af kløvergræs i sædskifte og foderplan (disse hænger naturligvis sammen, hvorfor vi taler om en bedriftsstrategi) og bruge mere helsæd. Desuden var der på daværende tidspunkt tilsyneladende et potentiale for reduktion af N-overskuddet ved at indregne større forfrugtsværdi (dvs. reducere gødning til korn efter kløvergræs) end ifølge normerne. En del af dette potentiale er inddraget i senere revisioner af gødningsnormerne, men det grundlæggende princip i beregningerne gælder stadig, og niveauerne for N-overskud i modelberegningerne svarer i grove træk til de ovenfor viste tal fra Studielandbrug m.m.

Tabel 4.3 Modelberegnete N-overskud (kg N/ha) på bedriftsniveau:

DE/ha	Strategi for gødskning	Foderration	
		Max. græs	Helsød
1,0	A. Norm	171	101
	C. Forfrugt	86	62
2,1	A. Norm	236	169
	C. Forfrugt	167	114

A. Gødskning baseret på normer for N-regulering anno 1997

C. Inddragelse af bedste viden om forfrugtsværdier

Der er behov for opdaterede analyser af de reelle muligheder og begrænsninger for tilpasninger til forskellige grænseværdier for forskellige bedrifter under hensyntagen til jordtype, staldtyper m.m., inden grænseværdier vil kunne foreslås mere sikkert. Fx vil en for restriktiv grænseværdi på kvægbrug mindske mulighederne for at anvende kløvergræs og afgræsning, eftersom dette system som vist har tendens til højere N-overskud. Spørgsmålet hænger derfor sammen med spørgsmålet om fastsættelse af grænseværdier, som beskrevet nedenfor, og politiske afvejninger af bl.a. dyrevelfærd og landskabshensyn ift. mål om reduktion af N-tab.

Kvælstofbalancer: Grænseværdier og relation til hidtidig regulering

Der kan være flere spørgsmål at tage hensyn til ved anbefaling af grænseværdier for N-overskud:

- Bedriftenes muligheder for at reducere deres N-overskud herunder
 - Bedriftstype (staldtype)
 - Belægningsgrad og
 - Jordtype
- Miljømæssige krav og behov herunder
 - Ønske om at fastholde det nuværende niveau af gødningsforbrug, som det reguleres efter nuværende regler
 - Evt. særlige behov for reduktion i N-overskud i udvalgte lokalområder
- Reguleringsprincipper dvs.
 - Brug af afgift, som forøges i takt med overskuddets størrelse eller
 - En fast overgrænse, som kræves overholdt med bødesanktioner eller lign.

Den endelige fastsættelse af grænser (inkl. valg af metode til at fastlægge dem) er naturligvis et politisk spørgsmål. Nedenfor gøres nogle faglige overvejelser om bedriftenes muligheder for at leve op til grænseværdier til støtte for denne proces. Derefter nævnes et par forhold af betydning for spørgsmålet om at kunne fastholde det nuværende gødningsniveau, hvis regulering baseres udelukkende på bedriftsbalancer.

De eksisterende datasæt med bedriftsbalancer viser en klar og forventet sammenhæng med belægningsgraden, dvs. at der ved en given husdyrproduktion pr. arealenhed må forventes et vist tab, og ved en given import af husdyrgødning til en planteejendom må forventes et vist uudnyttet overskud. Størrelsen – eller rettere hvor lavt dette kan blive – afhænger delvis af driftslederens dygtighed til at nyttiggøre N-ressourcen i stalden (fodring, minimering af tab i stald og lager) og i marken (ved udbringning, tilførsel af anden gødning, sikring af et højt udbytte i marken samt gennem tiltag til at reducere nitrattabet uden for vækstsæsonen). Som vist ovenfor er der imidlertid systematiske forskelle

mellem kvæg- og svinebedrifteres overskud, hvilket man kan overveje at inddrage ved fastsættelsen af eventuelle grænseværdier, se nedenfor. Forskellen afspejler delvis forskellen i gødningsreglernes krav til bl.a. min-udnyttelse af kvæg hhv. svinegylle og gødningsnormer for græs. Det samme gælder for evt. forskelle imellem stald- og husdyrgødningsystemer, som nævnt ovenfor. Der er derfor behov for grundigere analyser af forskellige driftstypers muligheder for at begrænse N-overskuddet, såfremt et sådant retfærdighedskriterium skulle lægges til grund for at differentiere mellem bedrifter med samme belægningsgrad.

I projekt Grønne Regnskaber opereres med referencetal, som angiver, hvad bedriftens kvælstofoverskud ville være, hvis bedriftens produktion blev gennemført efter normer (og standardudbytter mv.):

"Kvægbedrifternes referencetal for kvælstofoverskud er i gennemsnit beregnet til 130 kg pr. ha. Kvægbedrifternes aktuelle kvælstofoverskud ligger i gennemsnit ca. 40 kg pr. ha over referencetallet. Der er en stor variation mellem bedrifterne med hensyn til afvigelse i forhold til referencetallet. Tendenslinien viser, at afvigelsen stiger med stigende dyretæthed. Omkring en fjerdedel af kvægbedrifterne har et kvælstofoverskud på niveau med eller lavere end bedriftens referencetal. Svinebedrifternes referencetal for kvælstofoverskud er i gennemsnit 102 kg N pr. ha. Det er i gennemsnit 10 kg N pr. ha under bedrifternes aktuelle kvælstofoverskud." (LR, 2003).

Det har tilsyneladende været vanskeligt for bedrifterne at holde deres N-overskud nede på referencetallet. Dette antyder, at N-overskud på bedriftsniveau med en grænseværdi et sted mellem de her viste resultater og referencetallene ikke i sig selv er en "slappere" reguleringsform end den nuværende regulering ud fra et miljøsynspunkt, hvilket diskuteres nedenfor. Forskellen er størst for kvægbrug, hvilket også gælder tilsvarende sammenligninger af gennemsnit og reference beregnet for bedrifterne i landovervågningsoplandene, tabel 4.4. Som det ses, er der god overensstemmelse med værdierne fra Grønne Regnskaber, jvf. ovenstående referencetal.

Tabel 4.4 Gennemsnit samt minimum og maksimum af opgjorte overskud for kvælstof og fosfor for hhv. kvæg-, svine- og planteavlbrug og de tilsvarende referencetal for kvælstof

Brugstype	Antal ejd.	Gns. Næringsstofoverskud - kg/ha				Gns. reference	
		N		P		Kg N/ha	
		Gns.	Min-max	Gns.	Min-max	Gns.	Min-max
Kvæg	11	166	71-274	9,5	-9-33	122	79-160
Svin	7	149	110-217	12,1	2-21	124	94-174
Planteavl	11	63	20-115	1,0	-11-17	57	29-136

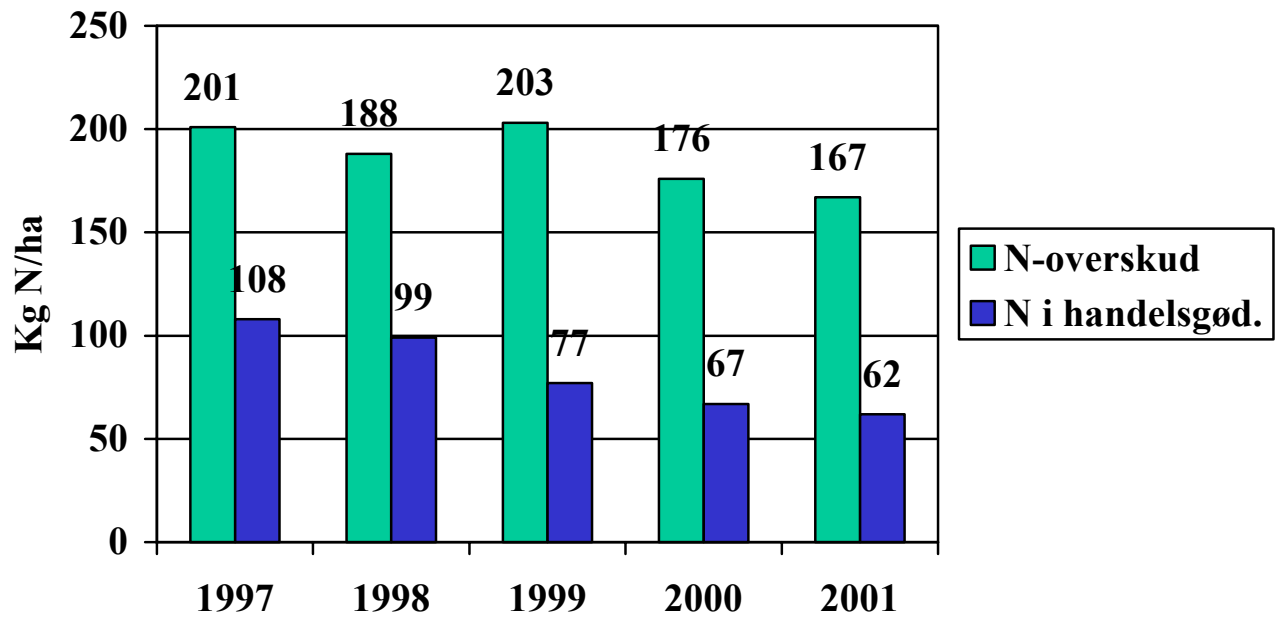
Som det fremgår, er det muligt at tage hensyn til plantebedrifternes indkøb af husdyrgødning ved at beregne det som en indirekte belægningsgrad, hvilket også er tilfældet i de andre datasæt.

De sidste års stramninger i gødningsreglerne for især kvægbrug kan spores i Studielandbrugenes handelsgødningsforbrug og med forsinket virkning også i deres N-overskud på bedriftsniveau, som vist nedenfor. Hvis N-overskuddet er udtryk for det samlede resultat af driftslederens næringsstofhusholdning – både indkøb og forbrug af næringsstoffer i gødning, foder m.m. og salg i form af produkter – skulle balancerne gerne påvirkes af ændret adfærd. Fig. 4.5 viser udviklingen i forbrug af handelsgødning og tilsvarende N-overskud på kvægbedrifter under studielandbrugene fra 1997-2001. De gradvis strammere regler/normer for handelsgødningstildeling viser sig i lavere forbrug, og bedriftsbalancen følger med ned, om end ikke i samme takt. Der er visse muligheder for at kompensere for reduceret handelsgødning på et kvægbrug, fx øget brug af kløverrige græsmarker og ø-

get protein i importeret foder. Uanset om en sådan kompensation sker bevidst eller som en følge af systemets dynamik, viser det endnu en fordel ved at anlægge en helhedsbetragtning på bedriftens kvælstofhusholdning. For at sikre, at den forbedrede næringsstofhusholdning og deraf følgende miljøgevinst fastholdes, er det naturligvis vigtigt at tage udgangspunkt i de seneste års bedriftsbalancer ved fastlæggelsen af grænseværdier.

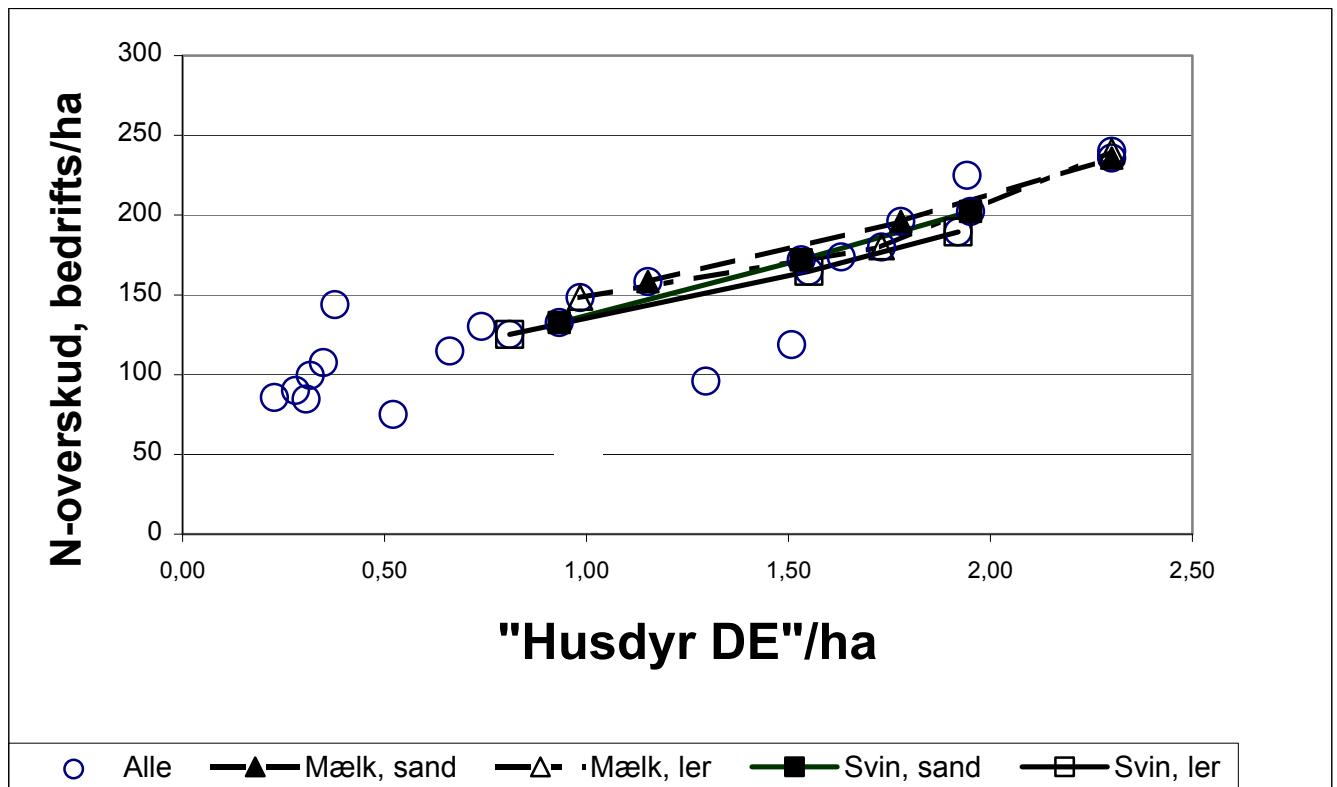
I projektet "Livscyklusvurdering af basislevnedsmidler" er der opstillet typebedrifter ud fra godt 2.200 regnskaber fra FØI-udvalget, så de er repræsentative for dansk landbrug og derved kan opskales. Bedriftstyperne er afstemt hver for sig, dvs. at afgrødeproduktion og animalsk produktion er afstemt med køb og salg af produkter. Samtidig er summen af alle bedriftstyper afstemt mod nationalt niveau (Danmarks statistikdata) for hver afgrøde (areal og samlet udbytte), animalsk produktion og hver af de væsentligste inputfaktorer så som korn, sojaprotein og gødning. Resultatet er et sæt af typebedrifter for kvæg, svin og planteavl med forskellig belægningsgrad og opdelt på ler og sandjord. De beregnede overskud af N og P på bedriftsniveau kunne muligvis anvendes ved evt. fastsættelse af grænseværdier for N-overskud. Figur 4.6 viser de beregnede overskud for de forskellige bedriftstyper (foreløbige tal! Cirkler uden anden label angiver plantebrug med indkøbt husdyrgødning). Som det ses, ligner de resultaterne fra Studielandbrug rimeligt godt, men i de her beregnede typetal er der skelnet mellem sand og lerjordsbedrifter. Det skal bemærkes, at selv om bedrifternes handelsgødningsforbrug blev bestemt ud fra de gældende gødningsregler og normer, kunne dette ikke redegøre for det samlede nationale gødningsforbrug i det pågældende år (1999). Derfor er de resterende 5% handelsgødnings-N fordelt over typerne, hvorfor de her viste N-overskud formentlig er en smule højere end optimalt ud fra normerne. Dertil kommer, at der siden 1999 er sket en yderligere stramning af gødningsreglerne på kvægbrug, som omtalt ovenfor.

Det eksisterende datamateriale kan som vist udgøre et fundament for en indledende fastsættelse af grænseværdier for N- og P-overskud ved forskellige driftstyper. Dette ville dog forudsætte visse mere politisk betonedede beslutninger, hvilket er diskuteret nedenfor. De tilgængelige uafhængige datasæt udviser en rimelig grad af overensstemmelse mht. niveauer for forskellige driftstyper. Fx svarer de ca. 170 kg N/ha i overskud på de ti studielandbrug med kvæg godt til resultaterne fra Grønt Regnskab og ligger således også ca. 40 kg over referencetallet. Der er således grund til at tro, at der kan foreslås et fornuftigt niveau for kvægbrug i en indkøringsfase ud fra en nærmere analyse baseret på eksisterende data. Et mere præcist beslutningsgrundlag kræver dog bl.a. en omberegning af de her viste gårddata med brug af de beregningsregler (fx for N-fiksering, N-deposition m.m.), som måtte blive fastlagt, jf. kap. 2.



Figur 4.5 Bedriftens N-overskud og anvendt N i handelsgødning, kg N/ha (Gns. af 10 gårde, min. fire af årene 1997-2001)

Tilsvarende tal findes for P-overskud. Disse vil kunne inddrages i en evt. fortsat udredning.



Figur 4.6 N-overskud (kg N/ha) og anvendt N i husdyrgødning udtrykt som DE/ha modelleret ud fra regnskaber. Foreløbige tal.

Diskussion og konklusion

Bedriftsbalancer udgør agronomisk set et fornuftigt grundlag for regulering af N- og P-husholdning

Som vist ovenfor, er der stor forskel imellem bedrifters N-overskud pr. ha som følge af især belægningsgrad og bedriftstype. Derudover er der en stor forskel mellem bedrifter med samme belægningsgrad inden for hhv. kvæg og svin. Dette skyldes i høj grad forskel i driftslederens valg af fodringsstrategi, sædskifte, brug af husdyrgødning m.m. Der er derfor grund til at tro, at brug af næringsstofregnskaber til regulering ville fremme en bedre udnyttelse af de tilførte næringsstoffer til mark og stald ud fra en helhedsbetragtning. I forhold til det nuværende reguleringssystem for gødningsanvendelse ville det her foreslåede system motivere driftslederen til at inddrage flere forhold på bedriften i sin næringsstofhusholdning, især ift. fodring og sædskifte samt muligvis også i højere grad begrænsning af stalddab og lagertab.

Tilsvarende forskelle i fosforoverskud pr. ha kan findes for forskellige bedriftstyper. Det er en fordel ved bedriftsbalancen som basis for regulering af landbrugets næringsstofhusholdning, at den kan omfatte flere næringsstoffer alt efter politisk behov og interesse. Nyere metoder til fx optimering af P-udnyttelsen i foderet med Fytase ville muligvis lettere få bred anvendelse, såfremt reguleringsinstrumentet inddrager P-husholdning og overskud.

Der findes forudsætninger for fastsættelse af grænseværdier for forskellige bedriftstyper

Der kan foreslås en række forskellige metoder til fastlæggelse af grænseværdier for N- og P-overskud på forskellige bedriftstyper:

1. Brug af tal for et antal bedrifters grønne regnskaber m.m. til at fastsætte gennemsnit og benchmarks ud fra bedste praksis
2. Opstilling af grænseværdier for en række bedriftstyper baseret på beregning af referencetal ud fra eksisterende normer og modellerede bedriftstyper
3. Opstilling af grænseværdier ud fra lokale forudsætninger om acceptable overskud (eller modelleret udvaskning), dvs. fx en miljøsynsvinkel.

Den endelige fastsættelse af sådanne grænser er naturligvis et politisk anliggende, hvor der er behov for at afbalancere miljøkrav (metode 3) over for de økonomiske konsekvenser af forskellige overskud (beregnet ud fra metode 1 eller 2) samt afbalancere behovet for enkle regler mod ønsker om differentiering mellem bedrifter med forskellige betingelser ud fra et retfærdighedsprincip.

Som vist findes i dag en del data, som kunne udgøre et startpunkt for fastsættelse af grænseværdier for N- og P-overskud på forskellige bedriftstyper (metode 1 og 2). Som nævnt kræver det en nærmere analyse at sikre, at grænseværdier for fx kvægbrug på hhv. ler og sand, med eller uden afgræsning og med dybstrøelse ift. gylle, både er rimelige for de forskellige typer og samtidig ikke bliver for ”slappe” for nogen (ud fra en miljøsynsvinkel). En løsning kunne være at udpege realistiske overskud ud fra ovenstående datagrundlag (differentieret efter belægningsgrad og muligvis jordtype) og evt. tillægge en ekstra margin for bedrifter, som praktiserer afgræsning eller har dybstrøelse. Det samme kunne besluttes for svinebedrifter med udendørs produktion. Denne tilladelse til at miste mere N pr. DE kunne udtrykke en afvejning af dyrevelfærd ift. miljøhensyn, såfremt dette anses for politisk relevant.

Jo flere hensyn, der skal inddrages ved fastlæggelse af grænseværdier, jo mere kompliceret bliver beregningen og jo ringere kontrolmuligheden. I yderste konsekvens ville man skulle beregne en driftsspecifik grænseværdi, som kunne tage hensyn til detaljerede staldforhold, gødningshåndteringsmetode, jordforhold og måske landbrugers ønske om specielle sædskifter. Men i så fald ville man skulle beholde det nuværende eller et lignende system med normer for gødskning og udbytter samt tillige fodernormer, hvorved meget af incitamentet til forbedring gennem ændring af praksis på den enkelte ejendom kunne gå tabt, og dette anses ikke for ønskeligt. Såfremt formålet med at introducere næringsstofregnskaber til regulering er at forsimple indberetning og kontrol, er den driftsspecifikke løsning ikke hensigtsmæssig som basis for den faktiske grænseværdi. Derimod kan sådanne beregninger af normbaserede referencetal for forskellige driftstyper udmærket anvendes til at identificere økonomisk acceptable grænseværdier, som kan afvejes mod miljøhensyn, som nævnt. Der er derfor behov for en principiel (politisk?) stillingtagen til nødvendigheden af retfærdighedsprincippet ift. forenkling og ønsket om, at landbrugeren i så høj grad som muligt selv påtager sig ansvaret for at forbedre sin praksis og næringsstofhusholdning.

Der er ikke pt. et operationelt datasæt til rådighed for opstilling af grænseværdier m.m. for fjerkræhold. Der er behov for analyser af blandede bedrifter.

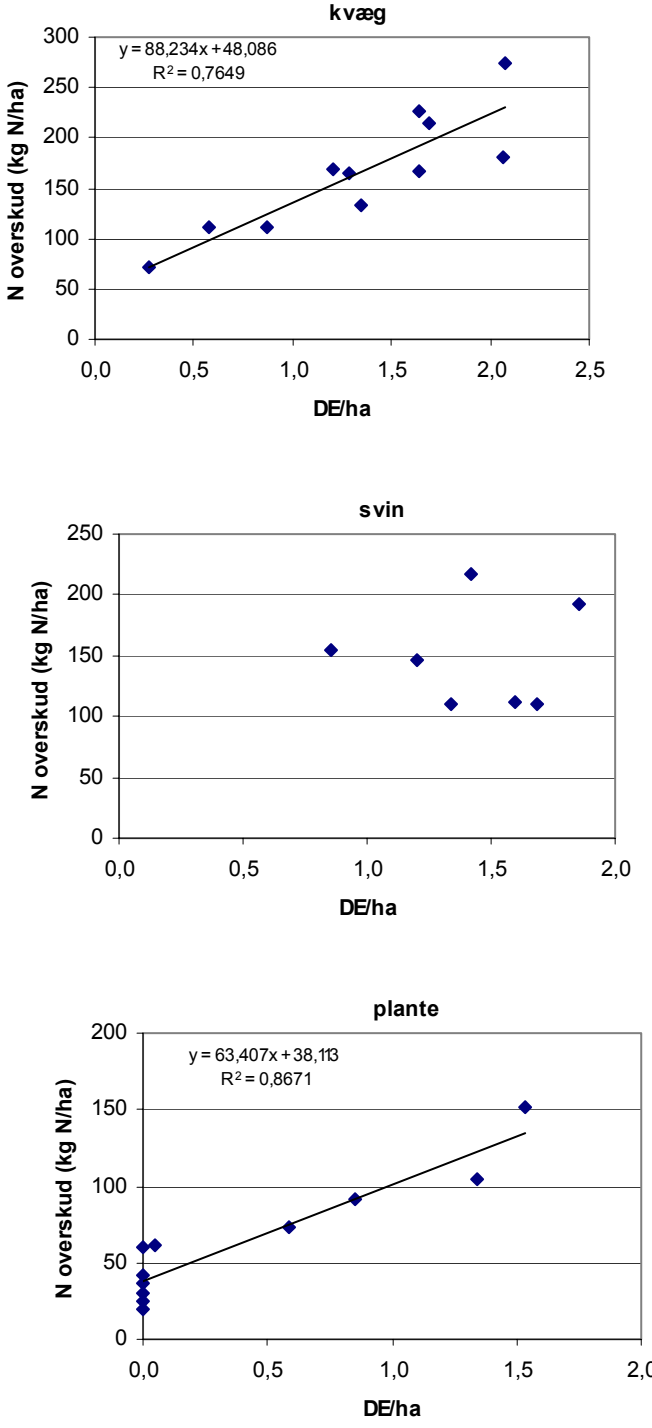
Bedriftsbalancen udtrykkes mest reelt som et rullende gennemsnit for flere år

Det bør desuden overvejes, om det er hensigtsmæssigt at bruge bedrifternes årlige overskud som udgangspunkt for sanktioner eller beskatning. Det anses ikke for relevant her at overveje specifikke økonomiske modeller, men ud fra en produktionsfaglig synsvinkel kan det foreslås, at en egentlig vurdering af bedrifternes resultater i en regulering sker på grundlag af mere end enkeltårsresultater.

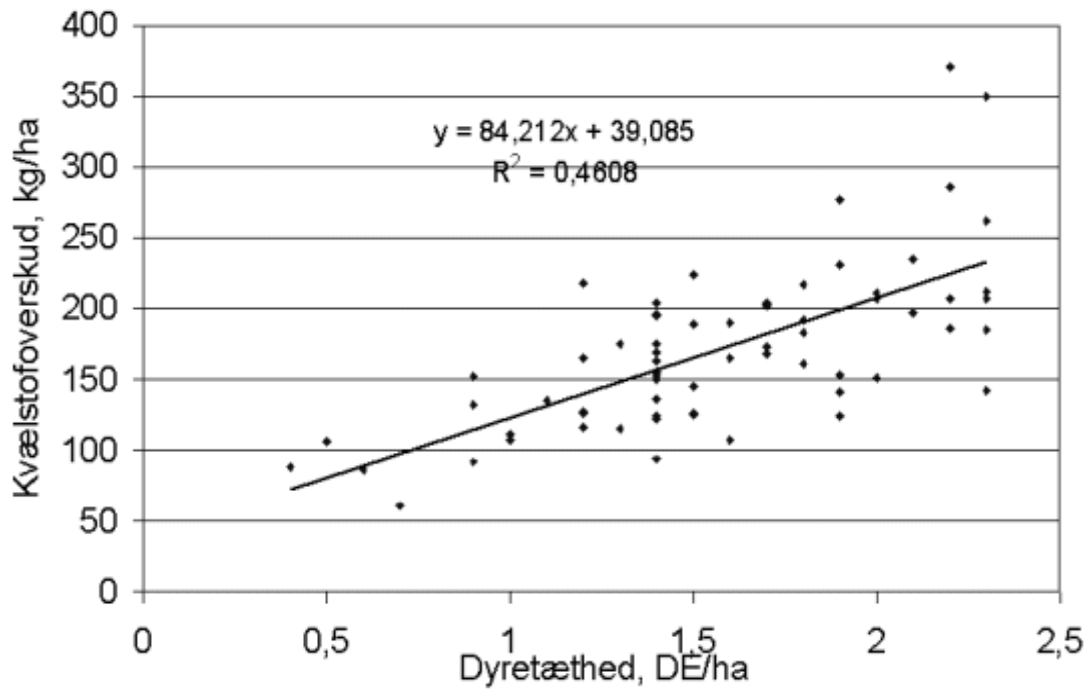
For det første er der som omtalt i kap. 2 en usikkerhed på det årlige resultat, bl.a. på grund af muligheden for lagerforskydninger af grovfoder og husdyrgødning. Disse vil eller bør som oftest gå i nul over en periode på tre-fem år, da en drift jo ikke kan fortsætte i det uendelige med at forøge lagerbeholdningerne. For det andet – og mere vigtigt – er der en risiko for, at ukontrollerbare og uforskyldte hændelser i mark og stald (specielt ringe markudbytter, som medfører større foderindkøb en vinter, eller sygdomme, som mindsker fodereffektiviteten meget) kan forøge bedriftens overskud et enkelt år. Derfor vil det være mere hensigtsmæssigt at vurdere bedriften på basis af et rullende gennemsnit over fx tre års N-overskud. Dette vil have implikationer for beregning af bedriftens referencetal, som ikke skal beskrives i detaljer her. Fordelen vil naturligvis være, at sæsonudsving udjævnes, hvilket sparer jordbruger og myndigheder for omkostninger til hhv. afgifter og aktiv regulering. Da der ydermere ikke er en direkte og årlig sammenhæng mellem N-overskud og udvaskning (pga. forskelle i nedbørsoverskud og årsvariationer i mineralisering uden for vækstsæsonen m.m.) er det formentlig ud fra en miljøbetragtning tilfredsstillende at regulere bedriftens løbende gennemsnitlige overskud over år. Der er behov for nærmere analyser af, hvor meget N-overskuddet varierer mellem år på den enkelte drift for at afgøre, hvor mange år der kræves for at udjævne uheldige år.

Såfremt det på baggrund af ovenstående fortsat anses for relevant at udvikle næringsstofregnskaber på bedriftsniveau som reguleringsværktøj, kunne man foreslå en overgangsperiode, hvor redskabet anvendes sideløbende med den nuværende regulering. Herved kunne man, fx i et pilotprojekt, teste foreløbige grænseværdier (uden reel omkostning for jordbrugeren), hvilket ville muliggøre både indhentning af et bredere referencemateriale og tilvæning af jordbrugerne til det nye system.

Ovennævnte diskussion om grænseværdier m.m. kunne muligvis undgås, såfremt man vælger en model med brug af en afgift, som forøges i takt med overskuddets størrelse uanset dyrehold. Hvis man som grundholdning antog, at en mere intensiv animalsk produktion måtte bære den øgede afgift på N-overskuddet (med eller uden tilbageførsel til erhvervet), ville man muligvis kunne vælge at se bort fra bedriftstyper og belægningsgrad. Dette ville være en mere simpel reguleringsform end andre former, som forsøger at tage hensyn til forskelle mellem bedriftstyper m.m. (se ovenfor). Dette valg er naturligvis politisk, men ideen bør overvejes for fuldstændighedens skyld. Det kunne være interessant at undersøge denne mulighed nærmere i samarbejde med økonomer m.fl.



Figur 4.7 Kvælstofoverskud for bedrifter i landovervågningen, 2000-2001i forhold til husdyrtætheden (omregnet fra udbragt husdyrgødning på markerne)



Figur 4.8 Kvælstofoverskud på 24 kvægbedrifter ud fra Grønt Regnskab 1999-2001, kg N pr. ha. (NB! De enkelte års tal for hver ejendom er vist som enkeltpunkter, hvorfor ikke alle observationer er uafhængige i denne figur) ref.: http://www.lr.dk/planteavl/diverse/groent_regnskab.htm

Referencer

- Kristensen, I.S. 1997. N-overskud på kvægbedriften, -afgrødevalg, belægning, produktionsniveau og udnyttelse af husdyrgødning. I: Driftsledelse, foderforsyning og kvælstofudnyttelse i fremtidens kvægbrug. Intern Rapport nr. 91 fra DJF. P. 19-37.
- Dansk Landbrugsrådgivning, Landscentret (tidl. Landbrugets Rådgivningscenter). 2003. On-line: http://www.lr.dk/planteavl/diverse/groent_regnskab.htm
- Poulsen, H.D. et al. 2001. Kvælstof, fosfor og kalium i husdyrgødning – normtal 2000. DJF-rapport nr. 36.

5. Fordeling af overskud på tabskilder

Arne Kyllingsbæk, Nicholas J. Hutchings, Christen Duus Børgesen, Finn P. Vinther

Som anført ovenfor, udgør næringsstofoverskuddet summen af alle tab, og ændringer i systemets indhold af næringsstof. For kvælstof sker tabet ved udvaskning, ammoniakfordampning og denitrifikation. Fordelingen af næringsstofoverskuddet på de forskellige tabsposter har interesse, fordi tabsmåden har betydning for miljøpåvirkningen.

Ifølge Vandrammedirektivet skal der i 2003-2004 fastlægges en målsætning for vandkvaliteten i landets enkelte vandområder med henblik på en senere iværksættelse af indsatsplaner for opfyldelse af målsætningen. Det kan betyde, at det generelle regelsæt i visse lokalområder skal suppleres med yderligere foranstaltninger for at overholde de mere stedsspecifikke krav som følge af Vandrammedirektivet.

Tilsvarende må det forventes, at der med udgangspunkt i Habitatdirektivet fremover vil blive stillet krav om regionale tiltag med hensyn til begrænsning af ammoniakemissionen, eksempelvis i områder, som grænser op til bevaringsværdige naturområder.

For at kunne vurdere dels sammenhængen mellem den aktuelle udvaskning fra rodzonen i et givet vandområde og vandkvaliteten i vandmiljøet og dels en forventet effekt af indsatsplaner for opfyldelse af målsætningen vil det være nødvendigt at kunne estimere/beregne udvaskningen fra rodzonen.

Med hensyn til at opfylde eventuelle krav om en reduktion af ammoniakfordampningen i lokale områder, der grænser op til bevaringsværdige naturområder, vil det tilsvarende være nødvendigt at kunne beregne/estimere ammoniakfordampningen.

Med hensyn til påvirkning af vandmiljøet og det terrestriske miljø er det primært henholdsvis udvaskningen og ammoniakfordampningen, der har betydning, hvorimod denitrifikationen og ændring i jorden kvælstofindhold som sådan ikke har betydning. Dog påvirker denitrifikationen miljøet indirekte, ved at der ved denitrifikationsprocessen dannes drivhusgasser.

En estimering af denitrifikationen og en vurdering af ændringen i systemets (jordens) indhold af kvælstof er dog af interesse, idet data herfor støtter beregningerne/estimatet af udvaskningen og ammoniakfordampningen. Summen af disse må således forventes at være af samme størrelsesorden som overskuddet. I praksis vil der fremkomme en "rest", positiv eller negativ, som omfatter summen af alle fejl og usikkerheder på beregningerne. Ved anvendelse af modellen FASSET, fremkommer dog ingen rest, idet der her er tale om en integreret beregning af alle tabsposter. Fordelingen mellem tabsposter bygger dog i vidt omfang på de samme partielle modeller som ved opdeling af driftsoverskuddet på tabsposter. Det er ikke p.t. helt klart, i hvor høj grad modellen vil kunne ramme et faktisk overskud på en bedrift.

Det er endnu ikke afklaret, hvor specifikke krav Vandrammedirektivet og andre lokale miljøreguleringer vil stille til en opdeling af bedriftens overskud på tabsposter. Nedenfor gives nogle overvejelser over mulighederne for at estimere de forskellige tabsposter væsentligst med udgangspunkt i driftsbalancen.

Tab af kvælstof

Bedriftsbalancer kan opdeles i stald- og markbalancer, jf. afsnit 4 og bilag 4.1 og 4.2. Derved fås oplysninger, som kan anvendes til beregning af de forskellige tabsposter, eksempelvis oplysninger om produceret N og P i husdyrgødning. Sammen med standardværdier, som bruges til beregning af normtal for husdyrgødning, kan kvælstofindholdet i husdyrgødningen anvendes til beregning af ammoniaktab fra stalde og lagre.

Ammoniakfordampning

Tab af kvælstof ved ammoniakfordampning forekommer hovedsagelig fra husdyrgødningen og omfatter tab fra stald og lager og tab i forbindelse med udbringning af gødningen på marken. Med kendskab til staldtype/gødningshåndtering, opbevaringsforhold og udbringningsteknik kan tabet fra husdyrgødningen beregnes/estimeres som produktet af gødningens kvælstofindhold og den aktuelle emissionskoefficient for det enkelte led i gødningshåndteringen.

Ved beregningen af stald- og lagertab anvendes emissionskoefficienter, som er fastsat i forbindelse med beregning af Normtal for husdyrgødning. Med hensyn til tabet af ammoniak i forbindelse med udbringningen anvendes fastsatte skøn for tab fra de forskellige gødningstyper ved anvendelse af de forskellige udbringningsmåder.

Kvælstofudvaskning

Der foreligger to typer af modeller til beregning af kvælstofudvaskningen. Dels en empirisk model baseret på måledata fra Danmarks JordbrugsForskning og Danmarks Miljøundersøgelser og dels en såkaldt deterministisk model, hvor udvaskningen beregnes ud fra klima, jordtype, sædskifte og gødskning, jf. bilag 5.1.

En anden mulighed for at estimere kvælstofudvaskningen er at tage udgangspunkt i kvælstofoverskuddet på bedriftsniveau minus tabet ved ammoniakfordampning fra stald og lager samt tabet i forbindelse med udbringning af husdyrgødning på marken, jf. ovenfor. Resultatet heraf udgør overskuddet på markniveau, som omfatter summen af tabet ved udvaskning, denitrifikation og en eventuel ændring af jordens kvælstofindhold. Ved estimering af henholdsvis tabet ved denitrifikation og ændring af jordens kvælstofindhold kan udvaskningen beregnes som differens. For en nærmere beskrivelse af de enkelte metoder henvises til bilag 5.1.

Denitrifikation

Denitrifikationen kan beregnes ud fra en empirisk model, hvor jordtypen, tilførslen af kvælstof og gødningstypen – husdyrgødning eller handelsgødning – indgår som parametre, jf. bilag 5.3.

Ændring i jordpuljen

Ændringer i jordens indhold af kvælstof er særdeles vanskelige at måle med nogen større sikkerhed. Det skyldes, at jordens indhold af kvælstof er stort i forhold til den årlige ændring som følge af dyrkning af jorden, herunder gødskning. Afhængig af jordtypen indeholder almindelig agerjord i en meters dybde således fra 5-10 tons kvælstof pr. ha sammenlignet med kvælstoftilførslen på nogle få hundrede kg pr. ha, hvoraf hovedparten fjernes med afgrøderne.

Under forudsætning af, at der på en bedrift ikke sker ændringer i afgrødevalg, gødskningsniveau og husdyrhold, vil der i løbet af en lang årrække indstille sig en ligevægt, hvor jordens indhold af kvælstof ikke ændres. En sådan situation opstår formentlig aldrig i praksis, idet der på den enkelte

mark vil ske en ændring som følge af, at afgrøden og dermed også gødsningen er forskellig fra år til år. Ligeledes vil forskellige vækstbetingelserne fra år til år påvirke jordens kvælstofindhold, idet både afgrødens størrelse og udvaskningen er påvirket af fx nedbøren i henholdsvis vækstperioden og om efteråret efter vækstperiodens afslutning.

Skift fra en driftsform til en anden kan medføre en mærkbar stigning eller reduktion i jordens indhold af kvælstof over en årrække. Er der tale om ændring fra ren planteavl med et udpræget korn-sædskifte med anvendelse af handelsgødning til kvægbrug med et udpræget grovfoder sædskifte med store græsarealer og tilførsel af husdyrgødning, vil der ske en stigning i jordens indhold af kvælstof. Omvendt vil jordens indhold reduceres, hvis driften lægges om fra kvægbrug til ren planteavl. Er der sket en omlægning af driftsformen inden for de seneste år, bør dette således indgå i vurderingen af ændringer i jordpuljen.

Rest

Ved fordeling af næringsstofoverskuddet på de respektive tabsposter og en evt. ændring i jordens indhold vil der opstå en rest, positiv eller negativ, som der ikke kan gøres rede for. Denne rest rummer usikkerheden på beregningen af overskuddet og på fordelingen af de forskellige tabsposter. En korrekt fordeling af posten, rest, på de forskellige tabsposter er ikke mulig, idet usikkerheden på de enkelte poster ikke kendes. En mulighed er, at fordele resten forholdsmæssig på alle tabsposter.

Tab af fosfor

Tab af fosfor i forbindelse med håndteringen af husdyrgødningen er minimalt og begrænset til tab ved evt. bortsivning af møddingsvand. Tabet sker fra det dyrkede areal ved vind- og vanderosion, hvor jordbearbejdningen har betydning. Endvidere tabes fosfor ved overfladeafstrømning til vandløb og ved nedvaskning til dræn og grundvand samt ved brinkerosion. Tab ved overfladeafstrømning og nedvaskning sker både som opløst og partikulært bundet organisk og uorganisk fosfor.

Ud fra målinger anslås det totale tab af fosfor til omkring 0,5 kg P pr. ha. Tabet ved udvaskning er for sandjorde af størrelsesorden 0,08 kg P pr. ha og for lerjorde 0,04 kg P pr. ha.

Resultater fra opstilling af fosforbalancer på landsplan viser, at overskuddet af fosfor siden først i 1980'erne til 2000 er faldet fra omkring 28 kg P til 15 kg P pr. ha dyrket areal. Selv om der således er sket et markant fald i overskuddet af fosfor, sker der således stadig en stigning i jordens indhold af fosfor, en stigning, som næsten svarer til overskuddet, idet tabet af fosfor er relativt lille, jf. ovenfor. Dertil kommer, at overskuddet og dermed stigningen i jordens fosforindhold varierer meget fra egn til egn og er væsentligt større i egne med stort husdyrhold end i egne med fortrinsvis planteavlsbrug, jf. i øvrigt Fosforundergruppen. En stadig stigning i jordens indhold af fosfor må forventes at øge risikoen for, at tabet også øges.

Diskussion

Næringsstofoverskuddet for en bedrift udgør det potentielle tab af det pågældende næringsstof, fx kvælstof. Næringsstofoverskuddet er en god indikator for bedriftens påvirkning af miljøet, idet et stort overskud formentlig er forbundet med et stort tab og omvendt et lille overskud antageligt forbundet med et lille tab. Det skal dog understreges, at overskuddet ikke er et entydigt udtryk for tabet til miljøet. I overskuddet indgår således, som tidligere nævnt, også ændringer i "systemets" indhold af næringsstof. Eksempelvis vil en del af kvælstofoverskuddet kunne genfindes som en stigning i

jordens kvælstofindhold under dyrkningsbetingelser, som øger jordens indhold af organisk stof. Omvendt kan tabet være større end overskuddet under dyrkningsforhold, som medfører, at jordens indhold af kvælstof i form af organisk stof reduceres. Det samme gør sig gældende for andre næringsstoffer. Et godt eksempel er fosfor, hvor størsteparten af overskuddet bindes/ophobes i jorden. Med stigende mætningsgrad af jordens fosforbindingskapacitet vil udvaskningen øges, jvf. Fosforgruppen.

Som anført ovenfor, er det imidlertid nødvendigt at kende fordelingen på de enkelte tabsposter for at kunne vurdere effekten på miljøet, da tabet påvirker miljøet på forskellig måde afhængigt af tabsmåden.

For at kunne beregne/estimere tabet fra de enkelte kilder vil det være nødvendigt at kende bedriftens foder-, mark- og gødningsplaner med oplysninger om henholdsvis fodringsforhold, sædskifte og tildelingen af handels- og husdyrgødning til de enkelte afgrøder mv. Dvs. oplysninger ud over de oplysninger, der er nødvendige for opstilling af bedriftens næringsstofbalance for det pågældende næringsstof jf. afsnit 3 og bilag 5.1, 5.2 og 5.3.

For nærværende findes der ikke metoder, herunder modeller, til en eksakt kvantificering af de forskellige former for tab af kvælstof fra en landbrugsbedrift. Hverken metoder/modeller til særskilt estimering af de enkelte former for tab eller en integreret estimering af de forskellige tab for en given bedrift.

De i dag anvendte metoder til estimering af tabet af kvælstof ved ammoniakfordampning fra stald og lager samt ved udbringning af gødningen bygger på gennemsnitsemmissionskoefficienter afhængige af gødnings- og stalddtype samt gødningens kvælstofindhold, vel vidende at afvigelsen fra disse gennemsnitsbetragtninger kan være stor for en given bedrift, jf. bilag 5.1. Lignende forhold gør sig gældende for estimeringen af denitrifikationen.

Ved anvendelse af gennemsnitsbetragtninger på et større antal ens bedriftstyper vil usikkerheden være mindre - eksempelvis ved vurdering af den samlede miljøpåvirkning af et antal kvægbrug i et lokalområde.

Med hensyn til estimering af kvælstofudvaskningen anvendes forskellige metoder. Dels metoder, der bygger på målinger af kvælstofkoncentrationen i jordvæsken, der forlader rodzonen og afstrømningen fra rodzonen, og dels modelberegning af udvaskningen med henholdsvis empiriske og dynamiske modeller, jf. bilag 5.1. Direkte målinger af udvaskningen kan gennemføres til forsknings- og udviklingsformål, men er ikke realistisk under praktiske forhold, fx til regulering.

Der arbejdes løbende med udvikling og forbedring af modellerne til estimering af de forskellige tab samt opskaleringsmetoder. Specielt skal det nævnes, at der arbejdes med en bedriftsmodel, FASSET, som simulerer alle væsentlige flow (omsætning) af kulstof og kvælstof vedrørende den animalske produktion, i stalde, husdyrgødningslager og planteproduktionen i marken.

Konklusion

- Næringsstoffoverskuddet på bedriftsniveauer er en god indikator for tabet af det pågældende næringsstof, men giver ingen oplysninger om fordelingen af tabet på de forskellige tabskilder.

- En estimering af tabet fra de forskellige tabskilder er nødvendig for at kunne vurdere effekten på miljøet, idet tabsmåden har betydning for miljøpåvirkningen.
- Tabet fra de forskellige tabskilder kan ikke estimeres alene ud fra data, som anvendes ved beregning af bedriftens næringsstofoverskud. Dette kræver bl.a. oplysninger om fodringspraksis, staldtype, håndteringen af husdyrgødning og oplysninger om mark- og gødningsplaner samt jordbundsforhold.
- For nærværende vil en estimering af de forskellige former for tab være baseret på gennemsnitsbetragtninger, vel vidende at afvigelsen fra disse gennemsnitsbetragtninger kan være stor for en given bedrift.
- Usikkerheden på estimatet for de forskellige tabsposter på en given bedrift må forventes at være relativt stor på grund af afvigelser fra gennemsnitsbetragtninger.
- Usikkerheden ved anvendelse af gennemsnitsbetragtninger på et større antal ens bedriftstyper vil være mindre - eksempelvis ved vurdering af den samlede miljøpåvirkning af et antal kvægbrug i et lokalområde.
- På sigt må det forventes, at der foreligger modeller, som kan simulere alle væsentlige flow (omsætning) af kulstof og kvælstof vedrørende den animalske produktion, i stalde, husdyrgødningslager og planteproduktionen i marken.
- Sammen med udvikling af bedre metoder til opskalering vil fremtidige modelberegninger af diverse tab formentlig kunne bidrage til en bedre belysning af landbrugsproduktionens påvirkning af miljøet i lokalområder, end det er muligt med de i dag anvendte metoder.

6. Samspil med andre modeller/værktøjer

Anvendelse af balancemetoden til regulering bør som udgangspunkt bygge på en maksimal forenkling, som medfører anvendelse af veldokumenterede data. Data, som bygger på skøn på den enkelte landbrugsbedrift, skal i videst muligt omfang undgås. Det vil være muligt at automatisere dataindsamlingen, hvilket kan lette arbejdsbyrden væsentligt for landmanden.

Ved anvendelse af balancemetoden til fremtidig regulering betyder dette, at landbrugets rådgivningsvirksomhed som led i den almindelige rådgivning af den enkelte landmand også kan have fokus på den aktuelle balance efter samme principper, som anvendes af myndighederne.

7. Diskussion

Villy Jørgensen

Næringsstofbalancer kan opstilles på forskellige detaljeringsniveauer, fx. hele bedriftens totale balance, som kan opdeles i forskellige delbalancer: Mark, stald og evt. balancer på enkeltmarker. Balancer på bedriftsniveau er det mest robuste. De vigtigste data til en bedriftsbalance vil ofte være veldokumenterede og med relativt lille usikkerhed, fx indkøbt handelsgødning, leveret mælk etc. Disse data kan indhentes fra leverandører eller aftagere af produkter.

Der er dog enkelte størrelser, som ikke kan oplyses fra leverandører eller aftagere af produkter fra virksomheden. For sådanne poster må der nødvendigvis fastlægges enkle, veldefinerede metoder til beregning, idet skøn på den enkelte ejendom så vidt muligt ikke bør anvendes.

Kvælstoffikseringen varierer med bælgplanteandelen i blandingsafgrøder, udbyttens niveau og klimaforhold m.m. Der bør fastsættes faste standarder for N-fixering og vejledende normer for indhold af næringsstoffer i solgte afgrøder. Evt. handel med produkter mellem ejendomme skal oplyses af de involverede virksomheder, der har en fælles interesse i, at oplysningerne er korrekte og konsistente mellem parterne. Indregning af lagerbeholdninger (dyr og produktionsmidler) bør kun forekomme i tilfælde med så store forskydninger, at landmanden mener, at de bør inddrages.

Der kan opbygges en enkel og rationel beregningsprocedure ved, at relevante leverandør- og aftagerdata bliver indberettet direkte fra leverandører og aftagere til den kontrollerende myndighed. Nødvendige supplerende data vedr. bedriften indberettes i lighed med tidligere fra den enkelte landbrugsvirksomhed. Systemet opbygges således, at den enkelte landbrugsvirksomhed har overblik over alle datastrømme og beregninger, bl.a. fordi driftslederen nødvendigvis må have kendskab til posterne i næringsstofhusholdningen for at kunne reagere på balancen.

Det er vist, at især forskelle på bedriftstyper (plante-, husdyrbrug) og belægningsgrad (antal dyreenheder pr. ha) medfører store forskelle mellem bedrifternes kvælstofoverskud. Der er således fundet en relativt tæt sammenhæng mellem antal dyreenheder pr. ha og ejendommens kvælstofoverskud. Økologisk kvægbrug har et relativt lavt antal dyreenheder pr. ha. For kvægbedrifter er det vist, at der ved samme mængde husdyrgødning pr. ha er et lavere kvælstofoverskud på de økologiske end på de konventionelle bedrifter.

Der er imidlertid også fundet store forskelle i kvælstofoverskuddet på tilsyneladende ensartede bedrifter, fx ved samme belægningsgrad. Ved vurdering af balancemetodens egnethed som reguleringsværktøj er det af afgørende betydning at kende årsagerne til disse variationer. En nærmere analyse af variationerne har vist, at en stor del af forskellen skyldes driftsledelse herunder plantevalg, sædskifte, gødsknings- og fodringsstrategi m.m. Det er vist, at en række bedrifter har potentiale for at reducere kvælstofoverskuddet betydeligt. Det er dog ikke alle bedrifter, der har lige store muligheder. Når miljømålet er minimering af næringsstofoverskuddet, kræver det en driftsledelse, som optimerer alle faktorer under hensyntagen såvel ejendommens naturgivne forhold (fx jordtype og arrondering), som den valgte driftsform (husdyr- eller planteproduktion). På baggrund af de gennemførte analyser er der grund til at antage, at brug af Balancemetoden til regulering, under forudsætning af de rette grænseværdier, vil tilskynde endnu mere til optimering af driftsledelsen med hensyn til at nå fastsatte miljømål og dermed føre til bedre udnyttelse af næringsstofferne. Dette vil

reducere tabene til omgivelserne. På mange bedrifter kan der opnås væsentlige forbedringer mht. reduktion af overskud ved indsats på flere af nedennævnte områder:

- hensigtsmæssigt afgrødevalg og sædskifte, herunder grønne marker
- gødsknings- og jordbehandlingsstrategier
- hurtig, effektiv nedbringning af udbragt husdyrgødning
- effektiv behandling af dybstrøelse uden ”mellemlagring” i markstak
- hensigtsmæssig fodringsstrategi
- reduktion af stald- og lagertab

Ændringer skal naturligvis ses i forhold til produktion og økonomi. Det anses for sandsynligt, at driftsmæssige ændringer, som sigter mod en reduktion af kvælstofoverskuddet, i en del tilfælde vil være udgiftsneutrale. I tilfælde med en stor produktion og en meget effektiv driftsledelse er det sandsynligt, at ændringer i driften med henblik på at reducere kvælstofoverskuddet vil kunne medføre en forringet økonomi.

For at driftsændringer – fx ovennævnte – med henblik på reduktion af overskud virkelig fører til en bedre næringsstofbalance kræver det, at ændringerne fører til større produktion og/eller lave input af produktionsmidler, fx kraftfoder og/eller handelsgødning. Implementerede driftsændringer må derfor bygge på resultater af en analyse af den enkelte bedrift med en høj grad af sandsynlighed for, at ændringerne fører til det ønskede resultat. Det er en styrke ved brug af bedriftsbalancer, at den reelle effekt af ændringer i delsystemerne vil kunne afspejles i det resultat, som bedriften vurderes/reguleres på. En væsentlig fordel ved anvendelse af bedriftsbalancen til regulering af landbrugets næringsstofhusholdning er, at den kan omfatte flere næringsstoffer i overensstemmelse med aktuelle politiske beslutninger. Nyere metoder til optimering af fosforudnyttelsen i foderet med fytase ville muligvis lettere få bred anvendelse, såfremt reguleringsinstrumentet inddrager fosforhusholdning og overskud.

Fastsættelse af grænseværdier

Ved anvendelse af Balancemetoden til regulering skal der fastsættes en grænseværdi, som angiver det maximale overskud ved overholdelse af gældende regler. Formålet med grænseværdier er at sikre, at miljøpåvirkningen ikke overstiger de fastsatte niveauer, således at der bliver et klart incitament til at optimere næringsstofudnyttelsen.

Med evt. vedtagelse af politiske krav om reduceret overskud fastsættes en ny grænseværdi i overensstemmelse med de nye krav. Bedrifterne skal derefter reducere deres overskud til den nye grænseværdi.

Der kan også vælges andre metoder til beregning af grænseværdi for næringsstofoverskud, fx anvendelse af gennemsnit for bedste praksis på grundlag af eksisterende grønne regnskaber, studielandbrug mv. I programmet ”Grønt Regnskab” beregnes referencetal for kvælstofoverskud under forudsætning af, at produktionen gennemføres i overensstemmelse med en række normer og standarder, fx for husdyrgødning og udbytte af afgrøder.

Metoderne kan anvendes i kombination med enkelte af Skattegruppens økonomiske modeller. Af de mulige modeller kan nævnes tre forskellige:

- I. Tilladt overskud op til grænseværdien. Derefter betales afgift/bøde.
- II. Progressiv afgift. Hele overskuddet inddrages. Lav afgift på den første del af overskuddet.
- III. Skat/belønning ved overskud over/under grænseværdien.

Der kan opstilles flere varianter af ovennævnte modeller.

Grænseværdierne skal opstilles, så de afbalancerer ønsker om forenkling, kontrollerbarhed og retfærdighed. I teksten (kapitel 4) er der opstillet eksempler på grænseværdier og referencetal ved overholdelse af gældende reguleringer og regelsæt.

Ved opstilling af grænseværdier kan det overvejes at tage en række hensyn fx til bedriftstyper, jordtype, staldtype og gødningstype. Med et stigende antal grupper og detaljeringsgrad vil beregninger og kontrol imidlertid kompliceres væsentligt. I yderste konsekvens kan der tænkes forslag om bedriftsspecifikke grænseværdier, som er designet ud fra hensyn til individuelle detaljerede staldforhold, gødningshåndtering og sædskifte. Hvis konsekvensen bliver, at Balancemetoden bliver meget kompliceret, kan det endelige resultat blive, at den tilsigtede forenkling går tabt. Endvidere vil noget af det personlige incitament, som er indbygget i anvendelse af balancemetoden, også gå tabt, idet driftslederen muligvis ikke tilskyndes til at overveje ændringer.

Konceptet skal designes og udvikles således, at det let kan tilpasses specifikke krav til udledning i lokalområdet. Det betyder, at grænseværdier skal kunne tilpasses krav om reduktion af udledning fra lokalområder og regioner. Forskellige krav i forskellige områder må forventes at blive situationen ved implementering af Vandrammedirektivet.

Under alle omstændigheder vil det være en politisk opgave at fastsætte krav til udledningsreduktion og dermed de nødvendige grænseværdier.

Selv om næringsstofoverskuddet er en god indikator for det samlede tab til omgivelserne, vil der imidlertid også være behov for at fordele overskuddet på tabsposter. Dette gælder fx, hvis det er nødvendigt at kende udvaskning og ammoniakemission. Fordeling på tabsposter kræver bedriftsspecifikke oplysninger, som ikke kræves for opstilling af en bedriftsbalance.

Der er et påtrængende behov for yderligere udvikling af redskaber til estimering af tabsposter, herunder en nærmere analyse af mulighederne for at gennemføre beregninger på ensartede grupper af bedrifter, fx i et lokalområde med specifikke krav til reduktion af tab af næringsstoffer. Der er endvidere behov for at undersøge mulighederne for anvendelse af standardtal, fx for udbytter af afgrøder. Beregninger på grupper af bedrifter og anvendelse af standardtal og normer vil indebære særdeles store forenklinger mht. datakrav set i relation til anvendelse af bedriftsspecifikke data. Der er behov for at undersøge disse forhold nærmere i pilotprojekter.

Gennemførelse af pilotprojekter kan være en af de vigtige veje til udvikling og afprøvning af modelværktøjer til beregning af de enkelte tabsposter. Sådanne pilotprojekter vil også være særdeles værdifulde til at opnå egentlig dokumentation mht. databehov og datakvalitet samt sikkerhed ved dataflow fra leverandører m.m.

Pilotprojekter bør gennemføres i et integreret, helhedsorienteret samarbejde mellem relevante grupper. Krav til max udledning i en recipient – eller evt. reduktion af udledning – skal kunne omregnes til et resulterende krav til reduktion af overskud/udvaskning (grænseværdier) fra det aktuelle op-

land. I pilotprojekterne bør der også arbejdes med at afprøve og udvikle simple modeller til estimering af ændringer i jordpuljen. Til dette formål anvendes data fra DJF, som over en 15-årig periode har undersøgt variationerne i jordpuljen på forskellige jordtyper og ved meget forskellige driftssystemer.

På bedriftsniveau kan der være interesse for at analysere bedriftsbalancen yderligere. Som vist i kapitel 4 er det relativt simpelt at opdele bedriftsbalancen i mark- og staldbalancer, hvilket driftslederen vil have et incitament til at gøre for at kunne forbedre bedriftens næringsstofhusholdning.

Omkostninger ved Balancemetoden sml. med den nuværende regulering

Ifølge rapporten fra gødningsgruppen anvender landbruget i alt 180.000 timer i forbindelse med det nuværende reguleringssystem. Disse timer er fordelt med 120.000 på landmændene og 60.000 på konsulenter. De årlige omkostninger ved stat og kommune er henholdsvis DKK 23 og 42 mio. I nedenstående kalkulation er der regnet med en timeløn til landmænd og konsulenter på henholdsvis DKK 400,- og 800,-. Ved implementering af Balancemetoden er det vurderet, at landmandens omkostninger kan halveres og konsulenternes kan reduceres til en tredjedel. Statens omkostninger er næsten fordoblet. Kommunernes omkostninger er uændrede. Overførsel af data fra leverandører og aftagere er anslået til i alt 10 mio. Endelig er der kalkuleret med, at omkostningerne til det enkelte balanceregnskab/grønne regnskab beløber sig til DKK 2.000,- ved 40.000 regnskaber. Dette beløb kan ikke dække omkostningerne til balanceberegninger, men det er forudsat, at Grønne Regnskaber vil blive et almindeligt udbredt ledelsesværktøj, som landmanden vil anvende under alle omstændigheder. Næringsstofbalancer udgør en mindre del af de Grønne Regnskaber.

Omkostninger til regulering, DKK (mio.) pr. år

	<i>Nuværende regulering</i>	<i>Balancemetoden</i>
På bedrifterne	48	24
Konsulenter	48	16
Grønne Regnskaber		80
Stat	23	40
Kommuner	42	42
Overførsel af data		10
I alt DKK pr. år	161	212

Det skal understreges, at de skønnede omkostninger ved anvendelse af Balancemetoden til regulering er behæftet med meget stor usikkerhed. Det viste overslag bygger på den forudsætning, at et ukompliceret system vil blive accepteret. Ved krav om et sofistikeret system, som opfanger en række nuancer, kan metoden blive langt dyrere

Fordele og ulemper ved Balancemetoden og det nuværende reguleringssystem – overordnet set

Det nuværende system

Fordele

Indarbejdede og kendte metoder.

Relativt veldefinerede værktøjer, som kan kontrolleres.

Godkendt af EU-kommissionen til implementering af nitratdirektivet.

Høje krav til udnyttelse af husdyrgødningen og reducerede kvælstofnormer ansporer til at opnå en høj udnyttelse af næringsstofferne.

Landmanden kan relativt let sikre sig, at reglerne overholdes.

Ulemper

Griber direkte ind i driftsledelsen på en række områder.

Ingen sikring mod uhensigtsmæssig fordeling af næringsstoffer på bedriften.

Systemet regulerer ikke ammoniakfordampningen og forhold vedr. fodring og næringsstofudskillelse i husdyrgødningen. Med en uhensigtsmæssig fodringsstrategi kan man derfor have et stort overskud og tab af næringsstoffer ved overholdelse af gældende regler.

Vanskelig at anvende ved definerede krav til reduktion af udvaskningen.

Resultater af ændringer afspejles ikke i bedriftens resultat.

Balancemetoden

Fordele

Direkte målstyring mod det aktuelle formål: Reducering af tab fra bedriften.

Landmanden vælger selv virkemidler, som passer til bedriften.

Resultater af ændringer afspejles i bedriftens resultat.

Landmanden kan formentlig frigøres fra en del indberetningsarbejde. Dette skal dog undersøges nærmere.

Metoden vil formentlig kunne udvikles til et velegnet værktøj til regional regulering, herunder til beregning af de enkelte tabsposter.

Ulemper

Variationer i det aktuelle overskud på forskellige bedriftstyper kan medføre vanskeligheder med at fastsætte effektive grænseværdier.

Forskelle i naturgivne forhold mv. på i øvrigt ensartede bedrifter (grupper) kan medføre vanskeligheder med accept af en ensartet grænseværdi for en aktuel gruppe af bedrifter.

Årsvariationer i klimaforhold vil medføre naturlige variationer i overskuddet på den enkelte bedrift.

Resultatet af et balanceregnskab er ikke kendt, før året er omme.

Generelt

For begge metoder vil der være behov for løbende evaluering og tilpasning. Der vil formentlig blive behov for en kombination af generelle og regionale reguleringer i fremtiden. I den regionale regulering vil der blive behov for at kunne estimere sammenhænge mellem miljøkrav og tab af næringsstoffer, fx i et afstrømningsområde.

Det hollandske system "MINAS"

Balanceregnskabet "MINAS" (Minerals Accounting System) er centralt i den hollandske regulering. Systemet bygger på en totalbalance på bedriftsniveau (input minus output).

En begrundelse for at udvikle MINAS var, at det havde vist sig, at i øvrigt ensartede landbrug kunne have meget forskellige overskud af næringsstoffer. Det viste sig også, at intensive landbrug kunne have et lavere overskud end ekstensive landbrug. Man anså således "næringsstofmanagement" for at være mere værdifuldt til regulering end fx dyretæthed. Endvidere anføres, at der er en positiv psykologisk effekt i at anse den enkelte bedrift som "forurener". Endelig nævnes, at der kan udvælges foranstaltninger, som passer til den individuelle bedrift.

Landmanden udfylder hvert år en "selvangivelse" til myndighederne. For forskellige driftsformer er der forskellige grænseværdier. Når disse grænseværdier overskrides, skal der betales en afgift af bedriftens overskud af kvælstof (minerals surplus). Grænseværdier for kvælstof til græs var i 1999 på 300 kg pr. ha. I 2003 er dette tal reduceret til 180 kg pr. ha. Der er også opstillet grænseværdier for fosfor (P_2O_5), som i 1999 var 40 kg pr. ha. I 2003 var tallet reduceret til 20 kg pr. ha.

For 2002 var afgiften på overskud af fosfor over grænseværdien på 9 EUR/kg/ha. For kvælstof var afgiften 1,15 EUR/kg/ha op til en overskridelse på 40 kg pr. ha og 2,30 EUR/kg/ha ved større overskridelser. The "Levies office" og flere andre myndigheder udfører kontrol med regnskaberne.

Ved opgørelse af indholdet af næringsstoffer (N og P) kan landmanden ved brug af MINAS vælge mellem opgørelser, som er baseret på analyser af gødning og foder, eller opgørelser efter standarder med muligheder for at overføre et overskud til følgende år. Ved overførsel af husdyrgødning mellem ejendomme udtages analyser som dokumentation for den overførte mængde. Dette har resulteret i et omfattende og omkostningstungt analysearbejde. Det er derfor besluttet, at denne kontrolindsats skal omlægges.

Behovet for analyser opstår bl.a. på grund af, at de fastsatte grænser kun opfattes som restriktive for bedrifter med stort kvælstofoverskud. Mange mindre intensive brug har ingen problemer med at overholde det fastsatte krav og har derfor ikke et incitament til at reducere kvælstof og fosfortilførslen. Det er derfor ikke muligt at overlade fastsættelsen af næringsstoffindholdet i husdyrgødningen til de involverede parter, som i Danmark.

Det er oplyst, at systemet koster 200 mio. EUR årligt at administrere for erhvervslivet. De offentlige omkostninger er anslået til 100 mio. EUR årligt. Til sammenligning vurderes den danske regulering at koste ca. 3 mio. EUR årligt i offentlige udgifter til administration dvs. kontrol og tilsyn med gødningsregnskaber, gødningsplaner, harmoniregler osv.

MINAS-systemet indregner ikke atmosfærisk deposition, N fra mineralisering og kvælstoffixering. Begrundelsen er, at dette er naturlige processer.

Det hollandske system indeholder også nogle detaljereguleringer f.eks.:

- forbud mod udbringning af husdyrgødning i visse perioder
- tvungen nedfældning af husdyrgødning
- overdækning af gødningslagre
- særlige krav vedr. udledning af ammoniak

- særlige kvalitetskrav til ”importeret” organisk gødning til bedriften, fx slamprodukter

Endelig søger man generelt at stimulere godt landmandskab.

Diskussioner mellem myndigheder og landbrugets organisationer om balancesystemets anvendelighed til regulering medførte, at der blev igangsat et pilotprojekt (Farm Data in Practice (FDP)) med deltagelse af 240 landbrug over tre år. Et resultat fra dette projekt er, at landmændene erklærer, at MINAS giver en særdeles god indsigt i resultaterne af management.

EU-kommissionen har ikke godkendt MINAS som Hollands implementering af nitratdirektivet, og mulighederne herfor diskuteres for tiden.

8. Konklusioner

Ved opstilling af en næringsstofbalance på bedriftsniveau kan forskellen mellem til- og fraførsel af næringsstoffer beregnes. Forskellen benævnes overskud. Anvendelse af næringsstofoverskud til regulering bør baseres på et glidende gennemsnit over nogle få år. Dette vil medføre udjævning af naturligt forekommende variationer samt mindske behovet for statusopgørelser. En regulering over flere år vil dog medføre en mere kompliceret administration. Landmanden afgør selv, om der er behov for statusopgørelse.

En grænseværdi er det overskud, som bedriften ikke må overskride, hvis definerede miljømål skal nås. Det skal understreges, at overskuddet ikke er lig med tab. En del af overskuddet går evt. til opbygning af en større jordpulje. Ved tæring på jordpuljen kan tabet være større end overskuddet. Der findes forskellige faglige metoder til fastsættelse af grænseværdier, men i reguleringssammenhæng vil politiske beslutninger om acceptable overskud set fra en miljøsynsvinkel være bestemmende for grænseværdiens størrelse.

En næringsstofbalance på bedriftsniveau er en god indikator for det potentielle tab af næringsstoffer fra bedriften. De fleste af de nødvendige data til beregning af næringsstofbalancer på bedriftsniveau er behæftet med relativt lille usikkerhed. Driftslederen kan påvirke bedriftens næringsstofoverskud væsentligt, dog inden for visse grænser bestemt af driftsformen.

Det er vist, at overskuddet af kvælstof stiger med ca. 80 kg pr. ha, når husdyrtætheden stiger med 1 dyreenhed pr. ha på kvægbedrifter. De mindste overskud af kvælstof findes normalt på plantebedrifter og de største på kvægbedrifter. Økologisk jordbrug, som har et relativt lavt antal dyreenheder pr. ha, har på kvægbedrifter et lavere overskud af kvælstof end konventionelle bedrifter med samme antal dyreenheder. Dette skyldes sandsynligvis bl.a., at de konventionelle bedrifter også anvender handelsgødning.

Anvendelse af handelsgødning er imidlertid heller ikke uproblematisk. Stort nedbørsoverskud kan hurtigt medføre udvaskning i perioder, hvor jorden er vandmættet, og planterne evt. kun optager små mængder vand og næringsstoffer. Jordfygning og vanderosion kan også medføre tab af næringsstoffer.

Det er sandsynligt, at næringsstofbalancer vil kunne erstatte de fleste af de nuværende reguleringer af gødningsforbrug. En væsentlig fordel ved anvendelse af næringsstofbalancer til regulering vil være den ændring, som sker fra adfældsregulering til en overordnet målstyring, hvor landmanden selv vælger midlerne til at nå målet helt i overensstemmelse med den enkelte bedrifts karakteristika. Resultaterne af gennemførte ændringer vil direkte afspejles i bedriftens resultat. Dermed kan næringsstofbalancer blive et værdifuldt ledelsesinstrument.

Der er imidlertid flere uafklarede spørgsmål, som skal belyses nærmere, inden metoden kan tages i anvendelse til regulering. Dette gælder datakrav, krav til datakvalitet samt en nærmere belysning af de bedst egnede metoder til beregning af tabsposter i et lokalområde/afstrømningsområde. Endelig er der behov for at udvikle metoder til fastsættelse af fleksible grænseværdier i overensstemmelse med aktuelle miljømål.

Det er et politisk spørgsmål, hvorvidt det vil være nødvendigt at opretholde enkelte af de nuværende regler, evt. i en overgangsperiode. Dette kan fx være nødvendigt for at kunne dokumentere overholdelse af EU-direktiver.

Anvendelse af Balancemetoden udelukker ikke en kombination med nogle af de nuværende adfærdsreguleringer. Opretholdelse af de fleste af de nuværende reguleringer sammen med Balancemetoden vil imidlertid medføre en forøget bureaukratisering og mindske fordelene ved anvendelse af Balancemetoden.

Fosfor kan reguleres ved Balancemetoden efter samme grundprincipper som for kvælstof. Der fastsættes således også grænseværdier i overensstemmelse med definerede miljømål.

Beregning af næringsstofbalancer bør gennemføres af en central instans, fx Plantedirektoratet (PD). Alle data, som findes hos leverandører og aftagere af produkter, bør indberettes direkte fra disse virksomheder, fx foderstoffirmaer og mejerier. De enkelte landbrugsvirksomheder skal have fuldt indsigt i dataflow og beregninger. Med denne metode vil det blive muligt at reducere landbrugsvirksomhedernes arbejde med indberetninger til myndighederne til et minimum.

Næringsstofoverskud på bedriftsniveau giver ingen konkrete oplysninger om de enkelte tabsposter, fx udvaskning og ammoniakemission. Der er behov for en videre udvikling af metoder til bestemmelse af tabsposterne, bl.a. for at kunne opfylde krav om kendskab til udvaskningen, fx efter implementering af Vandrammedirektivet. Estimering af tabsposter kræver flere data end opstilling af bedriftsbalancer. Ved DJF arbejdes der med at opbygge modeller, som kan fordele overskud på tabsposter ved anvendelse af data, som allerede foreligger eller relativt let kan fremskaffes.

Der er behov for pilotprojekter for at dokumentere Balancemetodens fordele og ulemper yderligere. Gennemførelse af pilotprojekter vil give gode muligheder for at teste og udvikle Balancemetoden samt for at få oplysninger om fastlæggelse af grænseværdier ved varierende reduktionsmål for udvaskningen. Pilotprojekter kan være hensigtsmæssige værktøjer for nærmere undersøgelser vedr. datakrav og datakvalitet samt metoder til beregning af de enkelte tabsposter. Et sådant udviklingsarbejde vil med fordel kunne gennemføres på studielandbrug, hvor der samtidig vil være mulighed for at sammenligne Balancemetoden med de nuværende reguleringsværktøjer. Endvidere vil der være behov for at teste/udvikle metoden på et afstrømningsområde i et helhedsorienteret projekt, hvor definerede miljømål skal opnås.

Mariager Fjord og/eller Odense Fjord kan være interessante muligheder. I disse områder vil der være mulighed for samspil med andre undersøgelser og dermed helhedsorienterede undersøgelser af næringsstoffernes omsætning og transport i systemet.

Bilagsmateriale til rapport fra Balancegruppen

Numre på bilag refererer til numrene på de aktuelle hovedafsnit. (Eks.: 3.1. er første bilag til Kapitel 3)

Bilag 3.1 Kvælstoffiksering	2
<i>Ib Sillebak Kristensen</i>	2
Referencer	4
Bilag 3.2 Kvælstofbalance på bedriftsniveau – eksempler fra Studielandbrug, Gårdrapport 2000	5
<i>Arne Kyllingsbæk</i>	5
Bilag 4.1 To cases	8
<i>Anders Højlund Nielsen og Niels Halberg</i>	8
Kortfattet teknisk beskrivelse af de to cases	8
Årsager til forskelligt N-overskud	9
In- og output.....	9
N-effektivitet.....	11
Husdyrgødning.....	11
Diskussion.....	13
Bilag 4.2 Fire eksempler på muligheder og barrierer for reduktion af N-overskud ved fastholdt mælkeproduktion	14
<i>Anders Højlund Nielsen</i>	14
Metode	14
Materiale	14
Analyse af nu-drift og potentiale for tilpasning til lavere N-overskud	15
Resultater og diskussion	16
Konklusion.....	23
Referencer	23
Bilag 5.1 Fordeling af N-overskud på tabsposter	24
<i>Christen D. Børgesen, Nick J. Hutchings & Finn P. Vinther</i>	24
Fordeling af kvælstofstofoverskud på tabskilder	24
Kvælstoftab ved udvaskning	25
Målinger af nitratudvaskning	25
Empirisk model til beregning af nitratudvaskningen	25
Dynamisk modellering af kvælstofudvaskningen med DAISY-modellen.....	26
Dynamisk modellering af kvælstofudvaskningen med FASSET-modellen	26
Beregning af udvaskning med totaldifferensmetoden.....	27
Referencer	27
Bilag 5.2 Kvælstofstab ved ammoniakfordampning	28
<i>Nick J. Hutchings</i>	28
Statisk model.....	28
Dynamisk model	29
Bilag 5.3 Kvælstofstab ved denitrifikation	30
<i>Finn P. Vinther</i>	30
Dynamiske modeller	30
Empirisk model.....	30
Beregningseksempler	31
Kommentarer	31
Opskalering og sikkerhed	31
Diskussion.....	32
Konklusioner.....	32
Referencer	33

Bilag 3.1 Kvælstoffiksering

Ib Sillebak Kristensen

Til brug ved regulering vil det være praktisk umuligt at vurdere bælgplanteindhold i bælgplante-/korn- eller græsblandinger. Endvidere er det usikkert at skønne bælgplanteandele og udbytter på enkeltbedrifter. Det er derfor nødvendigt at beslutte en afgrødekvote for byg/ært og kløvergræs. Her foreslås 150 kg N ha⁻¹ i N-fiksering i kløvergræs, samt godt 50 kg N i byg/ært blandinger ud fra gennemsnitsfiksering (tabel 15 fra Kristensen et al., 2003) og kun moderat gødskning med husdyrgødskning til at opveje fjernet P og K.

Ved gennemsnitlige udbytter efter Plantedirektoratets normer (Anon., 2002b) og grovfoderudbytter målt på bedrifter (Kristensen og Halberg, 1995; Anon., 2002a) kan beregnes gennemsnitlig fiksering pr. afgrøde, se tabel 1.

Tabel 1. Beregnet N-fiksering pr. ha ved normale bælgplanteudbytte, med koefficienter fra tabel 1 og 11, Kristensen et al., 2003.

Afgøde	Jordtype: Frugtbarhed:	Kg N-fiksering ha ⁻¹ ved gns. nettoudbytte			
		Sand		Ler	
		Plante	Kvæg	Plante	Kvæg
Kerne , ved 45 ¹⁾ hkg kerne (vare) ha ⁻¹					
Ært til modenhed		154	140	140	128
Hestebønner til modenhed		193	175	175	159
Lupin til modenhed ved 30 hkg kerne ha ⁻¹		150	136	136	124
Slæt	%-bælgpl. af TS				
Rødkløver ved 70 ²⁾ a.e. ha ⁻¹ , ved 1,3 TS FE ⁻¹	90	312	284	339	308
Lucerne ved 70 ²⁾ a.e. ha ⁻¹ , ved 1,3 TS FE ⁻¹	90	379	344	411	374
Byg/ært til helsæd ved 50 kg N ha ⁻¹					
Økologisk ved 33 ⁴⁾ a.e ha ⁻¹ & 1,4 TS FE ⁻¹	20(≈31 ⁶⁾)	26	23	23	21
	20	29	26	26	24
	50	73	65	65	59
	80	117	105	105	95
Konventionelle ved 51 ⁵⁾ a.e ha ⁻¹ , 1,3 TS FE ⁻¹	16(≈24 ⁷⁾)	25	23	23	21
	20	42	38	38	34
	50	105	94	94	85
	80	168	150	150	137
Ært til helsæd ved 51 ⁵⁾ a.e. ha ⁻¹ , 1,3 TS FE ⁻¹	90	189	169	169	154
Kombineret slæt og afgræsning ³⁾					
Kløvergræs gødet med 25 tons gylle				151	
Kløvergræs gødet med 25 tons gylle og 220 kg N ha ⁻¹				68	

1) Udbytte efter Anon. (2002b).

2) Udbytte som sædskiftegræs efter Kristensen og Halberg (1995) og Anon. (2002a).

3) Koefficienter fra tabel 11.

4) Hos økologiske kvægbrugere er der bedømt 31% visuel ærtedækning ved tilførsel af 39 kg plantetilgængelig N ha⁻¹ som gennemsnit af 1989-1998 (Kristensen, 1999), udbyttet var 33 a.e. ha⁻¹ og kvaliteten 1,4 kg tørstof FE⁻¹.

5) Hos konventionelle kvægbrugere blev der bedømt 24% visuel ærtedækning ved tilførsel af 111 kg plantetilgængelig N ha⁻¹ som gennemsnit af 1989-1994 (Kristensen et al., 1995). I gennemsnit af 10 års udbytter på studielandbrug (Anon., 2002a) og helårsforsøgsbrug (Kristensen et al., 1995) er der målt 51 a.e. ha⁻¹ og kvalitet på 1,3 kg tørstof FE⁻¹ (Kristensen og Kristensen, 1995).

6) 31% visuel ærteandel er omregnet til 0,66 * 31% = 20% vægtandel, 0,66 efter Kofoed og Klausen (1969). Fiksering beregnet ved 39 kg N ha⁻¹.

7) 24% visuel ærteandel er omregnet til 0,66 * 24% = 16% vægtandel, 0,66 efter Kofoed og Klausen (1969). Fiksering beregnet ved 111 kg N ha⁻¹.

I ren bælgssæd til modenhed og ensilage (helsæd) og kløvergræs uden handelsgødskning ligger fikseringen omkring 150 kg N ha⁻¹. I ren lucerne og rødkløver til slæt er fikseringen 300-400 kg N ha⁻¹. I blandet byg/ært til helsæd er fikseringen beregnet ved gennemsnitsudbytter hos økologer og konventionelle kvægbrugere. Fikseringen ses her at være 21-26 kg N ha⁻¹, når der er gødet med 39 og 111 kg handels-N ha⁻¹. Herudover er fikseringen vist ved 50 kg handels-N ha⁻¹ og ved forskellige vægtandele ærter, idet ærteandelen varierer meget afhængigt af gødskning, udsædsmængde og vækstforhold.

I rene bælgplanteafgrøder kan fikseringen beregnes ud fra standardudbytte og nedenstående koefficienter. Nedenstående tabeller er under publicering (Kristensen et al., 2003), og er opdateret efter Høgh-Jensen et al. (2003).

Tabel 2. Kvælstoffiksering i rene bælgplanteafgrøder beregnet ud fra målt bælgplanteudbytte. Kg N pr. tons netto høstet kerne i bælgssæd og pr. tons netto fjernet tørstof i bælgplante til slæt. (Kristensen et al., 2003)

Afgrøde	Jordtype	Drift	"%-tab" ¹⁾	Plantetilgængelig ^{a)} N ha ⁻¹		
				0	50	100
<i>N-fix, kg N/ton netto bælgplante- TS</i>						
Ært til kerne	Sand	Plante	10	45	37	29
		Kvæg	10	41	33	25
	Ler	Plante	10	41	33	25
		Kvæg	10	37	29	22
Hestebønner til kerne	Sand	Plante	10	56	47	37
		Kvæg	10	51	41	32
	Ler	Plante	10	51	41	32
		Kvæg	10	47	37	27
Lupin til kerne.	Sand	Plante	10	81	67	53
		Kvæg	10	74	60	46
	Ler	Plante	10	74	60	46
		Kvæg	10	67	53	39
Rødkløver til slæt	Sand	Plante	20	43	52	44
		Kvæg	20	39	47	39
	Ler	Plante	20	47	56	46
		Kvæg	20	42	51	42
Lucerne til slæt	Sand	Plante	20	52	63	53
		Kvæg	20	47	57	47
	Ler	Plante	20	56	69	56
		Kvæg	20	51	62	51
Ærter til slæt	Sand	Plante	20	37	32	26
		Kvæg	20	34	28	23
	Ler	Plante	20	34	28	23
		Kvæg	20	31	26	21

¹⁾ 13% tab af organisk stof ved mark- og ensileringstab (Kristensen og Hermansen, 1986). Ud over de direkte målte tab er der antaget 10% bælgplantefrøspild i marken (Jensen, 1997)) og 7% mark henfald i afgrøder til ensilage. Under afgræsning er antaget 40% markhenfald.

^{a)} Plantetilgængeligt kvælstof er sum af tilført handels- og husdyrgødning [kg N ha⁻¹]. Plantetilgængelig N for husdyrgødning er beregnet ved kg N i husdyrgødning x værdital for husdyrgødningsart, udbringningsmåned og udbringningsteknik, svarende til handelsgødningsækvivalenter.

Tabel 3. Kvælstoffiksering i byg/ærtehelsæd beregnet ud fra målt totalt planteudbytte (byg og ærtetørstof), beregnet ved 50 kg plantetilgængeligt N ha⁻¹ = 20-25 tons kvæggylle. Kg N pr. tons nettotørstof (byg + ært) i helsæd. (Kristensen et al., 2003)

Afgørde	"%-tab"	Jordtype: Drift:	N-fiksering, kg N/netto ton helsæds-TS			
			Sand		Ler	
			Plante	Kvæg	Plante	Kvæg
		%ært af TS				
Byg/ærtehelsæd	20	20	6	6	6	5
	20	50	16	14	14	13
	20	80	25	23	23	21
	20	90	29	25	25	23

Tabel 4. Kvælstoffiksering i græsmarksafgrøder beregnet ud fra målt bælglanteudbytte. Kg N pr. tons netto fjernet/optaget tørstof (kløver + græs) i græsmarksbælglplanter. (Kristensen et al., 2003)

Afgørde	"%-tab"	Jordtype: Drift:	N-fiksering, kg N/netto ton afgrøde-TS			
			Sand		Ler	
			Plante	Kvæg	Plante	Kvæg
1.2. års rødkløvergræs, slæt	20		52	47	55	50
1-2 års hvidkløvergræs, slæt	20		86	78	95	86
>3. års hvidkløvergræs, slæt	20		68	62	78	71
1-2 års hvidkløvergræs, afgræsset	40		120	109	129	117
>3. års hvidkløvergræs, afgræsset	40		94	85	104	95

Referencer

- Høgh-Jensen, H., Loges, R., Jensen, E.S., Jørgensen, F.V. & Vinther, F.P. 2003. Empirical model for quantification of symbiotic nitrogen fixation in leguminous crops. *Agricultural Systems* <http://www.orgprints.org/>, 1-31.
- Kristensen, I.S., Vinther, F.P., Høgh-Jensen, H., Kristensen, T. & Halberg, N. 2003. Indirekte beregning af N-fiksering i kløvergræs og ærter (byg/ært) og mark N-balancer. Kapitel i DJF-rapport.

Bilag 3.2 Kvælstofbalance på bedriftsniveau – eksempler fra Studielandbrug, Gårdrapport 2000

Arne Kyllingsbæk

Driftsform: Konventionel kvægbedrift

Generelle oplysninger om bedriften

Kvægrace	Antal årskøer	Antal årsopdræt	Antal årsslaktekalve	Staldtype	Husdyrgødningstype
RDM	106,7	105,0	4,2	Sengestald	Dybstrøelse og gylle

Areal i om- drift, ha	Areal uden for omdrift, ha	Jordtypefordeling, %				
		Grovsand	Finsand	Lerjord	Humusjord	Ukendt
76,7	0,7	0	6	91	0	3

Sædskifte

	Areal ha	Handelsg. kg N/ha	Husdyrg. kg N/ha
Afgrøde			
Brak	6,4	0	0
Vinterhvede, brødhvede	23,0	83	137
Græsfrø, svingel	13,8	49	199
Sukkerroer til fabrik	3,1	49	321
Majs	30,4	39	146
Vedvarende græs	0,7	0	0
Efterafgrøde, græs	13,8	0	221

Bedriftens kvælstof- og fosforbalance

Tilførsel	kg N	kg P	Fraførsel	kg N	kg P
Handelsgødning	3852	0	Korn	3526	672
Indkøbt husdyrgødning	0	0	Bælgsæd	0	
Affald m.v.	0	0	Industrifrø	0	
Indkøbte fodermidler	19019	3464	Frø til udsæd	788	274
Kvælstoffiksering	0	-	Sukkerroer til fabrik	312	47
Atmosfæren	1625	-	Kartofler	0	
Udsæd	70	-	Lucerne/græs til tørrerier	0	
Vanding	0	0	Halm	0	
			Æg	0	0
			Mælk	4679	818
			Slagtedyr	1352	369
			Avlsdyr	0	0
			Dyr til destruktion	0	0
			Ændring i besætningsstørrelse	0	0
			Overskud	13964	1284
I alt	24621	3464	I alt	24621	3464

Kvælstofoverskud: 180 kg N pr. ha

Fosforoverskud: 17 kg P pr. ha

Driftsform: Konventionel svinebedrift

Generelle oplysninger om bedriften

Antal årssøer	Antal prod. smågrise	Antal prod. slagtesvin	Staldtype	Husdyrgødningstype
0	0	4.473	Fuldspaltegulv	Gylle, fast staldgødning

Areal i om- drift, ha	Areal uden for omdrift, ha	Jordtypefordeling, %				
		Grovsand	Finsand	Lerjord	Humusjord	Ukendt
370,2	0,0	0	0	100	0	0

Sædskifte

	Areal	Handelsg.	Husdyrg.
	ha	kg N/ha	kg N/ha
Afgrøde			
Brak	34,0	0	0
Vårbyg	67,0	36	83
Vinterbyg	65,2	59	108
Vinterhvede til brød	123,7	80	116
Vinterrug	5,7	30	102
Fabriksroer	74,6	30	120
Efterafgrøde, græs, gul sennep	69,6	0	0

Bedriftens kvælstofbalance

Tilførsel	kg N	kg P	Fraførsel	kg N	kg P
Handelsgødning	18426	0	Korn	18536	3540
Indkøbt husdyrgødning	27617	8153	Bælgsæd	0	0
Affald m.v.	0	0	Industrifrø	0	0
Indkøbte fodermidler	12130	2532	Frø til udsæd	0	0
Kvælstoffiksering	0		Sukkerroer til fabrik	6976	1040
Atmosfæren	6293	0	Kartofler	0	0
Udsæd	510	88	Lucerne/græs til tørrerier	0	0
Vanding	0	0	Halm	0	0
			Æg	0	
			Mælk	0	
			Slagtedyr	8656	1763
			Avlsdyr	0	0
			Dyr til destruktion	0	0
			Ændring i besætningsstørrelse	0	0
			Overskud	30808	4430
I alt	64976	10773	I alt	64976	10773

Kvælstofoverskud: 83 kg N pr. ha

Fosforoverskud: 12 kg P pr. ha

Driftsform: Konventionel planteavlsbedrift

Generelle oplysninger om bedriften

Areal i om- drift, ha	Areal uden for omdrift, ha	Jordtypefordeling, %				
		Grovsand	Finsand	Lerjord	Humusjord	Ukendt
236,7	0,0	0	100	0	0	0

Sædskifte

	Areal ha	Handelsg. kg N/ha	Husdyrg. kg N/ha
Afgrøde			
Brak	25,4	0	0
Vårbyg	60,0	72	73
Vinterbyg	14,0	65	62
Vinterhvede	25,7	43	124
Vinterhvede til brød	48,3	60	110
Vinterrug	8,1	52	71
Havre (vår)	10,8	91	53
Vintertriticale	4,4	26	166
Almindelig rajgræs	7,7	34	156
Markært	16,5	0	0
Læggekartofler	1,5	33	42
Fabrikskartofler	6,2	111	83
Efterafgrøde, græs	21,8	0	0

Bedriftens kvælstofbalance

Tilførsel	kg N	kg P	Fraførsel	kg N	kg P
Handelsgødning	12665	0	Korn	18793	3181
Indkøbt husdyrgødning	17883	3198	Bælgsæd	2145	253
Affald m.v.	0	0	Industrifrø	0	0
Kvælstoffiksering	3413	-	Frø til udsæd	355	42
Atmosfæren	4971	-	Sukkerroer til fabrik	0	0
Udsæd	303	92	Kartofler	960	136
Vanding	0	0	Lucerne/græs til tørrerier	0	0
			Halm	0	0
			Overskud	16982	-322
I alt	39235	3290	I alt	39235	3290

Kvælstofoverskud: 72 kg N pr. ha

Fosforoverskud: 0 kg P pr. ha

Bilag 4.1 To cases

Anders Højlund Nielsen og Niels Halberg

For at belyse årsager til variationen i N-overskud for bedrifter ved samme dyretæthed er der udvalgt to kvægbedrifter ud fra deres beliggenhed i figur 4.1, kapitel 4. Målet er at beskrive, hvordan de to bedrifter med sammenlignelige antal dyr pr. arealenhed (1,8 hhv. 2,0) kan ende med et N-overskud, der afviger med 88 kg N/ha som gennemsnit over fire år (tabel 4.1.1).

Tabel 4.1.1 Dyretæthed og N-overskud, cases

	95043	98084
Dyretæthed, DE/ha	1,8	2,0
N-overskud bedrift, kg N/ha	163	251

Kortfattet teknisk beskrivelse af de to cases

For begge bedrifter indgår data for de fire kalenderår 1998-2001. Alle data er indsamlet jævnt før de forskrifter, der er defineret for studielandbrug¹. Alle tal er i det følgende udtrykt som gennemsnit af de fire år, med mindre andet er anført. En række tal til grundlæggende beskrivelse af produktionssystemet på de to bedrifter er givet i tabel 4.1.2.

Bedrift 95043 ligger på Fyn på lerjord (overvejende JB6 og JB8). En fjerdedel af sædskiftet dyrkes med græsfrø og sukkerroer. Af grovfoder dyrkes næsten udelukkende majs til helsæd ud over små mængder græs fra vedvarende græsarealer og efterafgrøder samt i nogle år mindre partier af korn-helsæd. I gennemsnit drives 40% af omdriftsarealet med korn til modenhed (primært brødhvede). Kørerne fodres udelukkende på stald med indkøbt kraftfoder og affaldsprodukter (mask, rugbrød, sukkerroeffald) samt eget majshelsæd. Kun ungdyr kommer på græs.

Bedrift 98084 ligger på Lemvig-egnen på grovsandet jord (JB1; m. vanding). Samlet set lægger bedriftens grovfoderproduktion i alt beslag på 84% af omdriftsarealet, hvoraf godt halvdelen udgøres af sædskiftegræs (afgræsning og slæt), og resten dyrkes med byg og ært til helsæd samt majs. Kørerne og ungdyr er på græs om sommeren, og der indkøbes primært kraftfoderblandinger samt mindre mængder roepiller.

I forhold til bedrift 95043 har bedrift 98084 lidt flere ungdyr og lidt højere mælkeydelse, der i kombination med et lidt mindre areal giver en lidt mere intensiv produktion pr. hektar både med hensyn til dyreenheder og kilo mælk. Med høje udbytter i både korn og grovfoder (= majshelsæd) opnår bedrift 95043 et generelt større udbytte fra marken end bedrift 98084. På bedrift 98084 opnås normalt gode udbytter i majs og sædskiftegræs, men arealet med vårsæd til helsæd (< 50 a.e./ha) påvirker det gennemsnitlige udbytte negativt.

Der er således væsentlige forskelle på forudsætninger og valg i forhold til jordbundstype, sædskifte og fodringsstrategi. Produktionen i marken er væsentligt forskellig både med hensyn til afgrøder og udbytte. Med hensyn til besætningen og dens produktion er de to bedrifter mere sammenlignelige.

¹ <http://www.lr.dk/drifsoekonomilbf/informationsserier/studielandbrug/lbfs-reg-vej1.htm>

Tabel 4.1.2 Tal til grundlæggende beskrivelse af produktionssystemet på de to cases

	95043	98084
Køer, årsvyr	94	93
Opdræt, årsvyr	98	112
Slagtekalve, årsvyr	4	16
Opdræt/årsko	1,04	1,20
Slagtekalve/årsko	0,04	0,16
Staldsystem	Sengebåse	Sengebåse
Afgræsning	ingen	reguleret storfold
Mælkeproduktion, kg EKM/årsko	8054	8218
Mælkeproduktion, kg EKM/ha	9532	10234
FE/årsko	6301	6036
Foderudnyttelse (vinter), %	82	87
Jordtype	Ler	Grovsand
Omdriftsareal, ha	80	75
- heraf		
Sædskiftegræs, %	1	45
Korn til modenhed, %	40	10 (17)
Andre salgafgrøder, %	24	0
Grovfoder, %	28	84
Udbytte		
Grovfoder, a.e./ha	94	64
Korn, hkg/ha	79	40 (55)

Årsager til forskelligt N-overskud

Forskellen i N-overskud på de to bedrifter kan skyldes forskelle i køb og salg af N i foder, gødning og animalske og vegetabiliske produkter. Den kan også skyldes en række forhold, der teoretisk set er knyttet til forskel i effektivitet mht. udnyttet N. Forskel i N-effektivitet kan bl.a. være knyttet til udnyttelsen af N i husdyrgødning, som indikeret i kapitel 4, figur 4.4, derfor er det også nærliggende at sammenligne de to bedrifter med hensyn til den mængde N i husdyrgødning, de har til rådighed for marken.

In- og output

Betragter man de to bedrifters N-regnskab, ser man, at forskelle i N-input via fiksering og indkøbt gødning bidrager væsentligt til et større N-overskud på bedrift 98084 (tabel 4.1.3).

Fikseringen beregnes på studielandbrug ud fra oplysninger om afgrøde, gødskning og udbytte (jf. Kristensen, 2002). Kun et års avl af markært bidrager med fiksering i sædskiftet på bedrift 95043, hvorimod bedrift 98084 har et stort årligt input via fiksering pga. den store arealandel med kløvergræs og ærter til helsæd.

Det kan synes underligt, at bedriften med størst egenproduktion af husdyrgødning i forhold til arealet (98084) er nettoimportør af N i husdyrgødning. Bedrift 98084 leverer godt 2.000 tons gylle årligt til biogas og modtager samme mængde afgasset gylle. En lille forskel i N-koncentrationen på afgivet² og modtaget gylle medvirker til en nettoimport på gennemsnitlig 19 kg N/ha.

² Det er vigtigt at bemærke, at lige netop data for N-koncentrationen i afgivet gylle på studielandbrug fremkommer som resultat af Bedriftsløsningens lagerregnskab for husdyrgødning og derfor bygger på normudskillelse.

Tabel 4.1.3 N-regnskab for to konventionelle kvægbedrifter blandt studielandbrugene; gennemsnit af fire år (1998-2001)

	95043	98084	Forskel
Input			
Nettofoderkøb, kg N/ha	137	125	-12
Handelsgødning, kg N/ha	63	43	-20
Nettohusdyrgødning køb, kg N/ha	-17	19	36
Fiksering, kg N/ha	10	78	68
Deposition og vanding, kg N/ha	15	15	0
Udsæd, kg N/ha	2	3	0
NH ₃ til ammoniakhalm, kg N/ha	7	12	5
Lagerforskydning, husdyrgødning, kg N/ha	7	20	13
Output			
Kød, kg N/ha	-10	-12	-2
Mælk, kg N/ha	-51	-52	-1
N-overskud, kg N/ha	163	251	88

”Nettofoderkøb” er beregnet som summen af N i foder til besætningen minus summen af N i høstet afgrøde. Den store produktion af salgskorn og til dels sukkerroer og den lave arealandel af proteinrig grovfoder på bedrift 95043 medfører en større import af N i foder trods den lavere dyretæthed. Bedrift 98084 høster således i gennemsnit 181 kg N/ha mod 131 kg N/ha på bedrift 95043.

Lagerforskydninger af husdyrgødning er opgjort dels for egentlige husdyrgødningslagre og dels for jordbeholdninger af udbragt husdyrgødning. Jordbeholdninger har betydninger på bedrifter, hvor der dyrkes vintersæd med et gødningsbehov ved såtidspunktet (fx vinterraps). På studielandbrug tages der jf. registreringsvejledningen aktivt taget stilling til lagerbeholdning af husdyrgødning ved årsskiftet, og der gennemføres en særlig afstemning af lagerregnskabet. N-koncentrationen fremkommer via Bedriftsløsningens lagerregnskab for husdyrgødning og bygger således på normudskillelse. Den positive forskydning på begge bedrifter udtrykker reducerede lagerbeholdninger som gennemsnit over de fire år. De fremkommer ved variation i både mængder og N-koncentrationer. Erfaringer fra studielandbrugene har vist, at gode opgørelser af lagerforskydninger på husdyrgødning er et område, der kræver særlig opmærksomhed.

Endelig anvender bedrift 98084 mere ammoniak til foderhalm.

Ovennævnte fem poster på inputsiden forklarer størstedelen af forskellen i de to bedrifters N-overskud.

³ Det er vigtigt at bemærke, at lige netop data for N-koncentrationen i afgivet gylle på studielandbrug fremkommer som resultat af Bedriftsløsningens lagerregnskab for husdyrgødning og derfor bygger på normudskillelse.

N-effektivitet

Analyse og optimering af bedriftens udnyttelse af kvælstof kan inddrage sammenligning af forskellige nøgletal beregnet ud fra N-balancen. På bedriftsniveau angiver man typisk det beregnede N-overskud pr. arealenhed, pr. dyreenhed eller pr. produceret enhed som indirekte udtryk for N-omsætningens effektivitet. Et direkte udtryk for N-effektivitet beregnet som N-output pr. N-input for bedriften som helhed ses også anvendt. Det er dog vanskeligt at sammenligne udnyttelse af næringsstof på bedriftsniveau, især hvis bedriftenes produktionssystemer er forskellige (Seuri, 2002). Man kan også beregne forholdet mellem N-output og N-input for sub-systemer på bedriften (fx besætning, mark), hvis man kender sub-systemernes N-regnskab. N-regnskab for bedriftens sub-systemer stiller dog større krav til data, både når det gælder indsamling og afstemning inden for bedriften.

N-effektivitet for hhv. besætning og markdrift er vist i tabel 4.1.4. Om end forskellen ikke er markant, synes bedrift 95043 at have en lidt bedre N-effektivitet både i besætning og markdrift. (Det understøttes af høje markudbytter (tabel 4.1.2) og lavere N-udskillelse pr. dyreenhed (tabel 4.1.6)).

Tabel 4.1.4 N-effektivitet (N-output pr. N-input) for hhv. besætning og markproduktion for to konventionelle kvægbedrifter blandt studielandbrugene, gennemsnit af fire år (1998-2001).

	95043	98084
N-effektivitet besætning, %	23	21
N-effektivitet mark, %	51	45

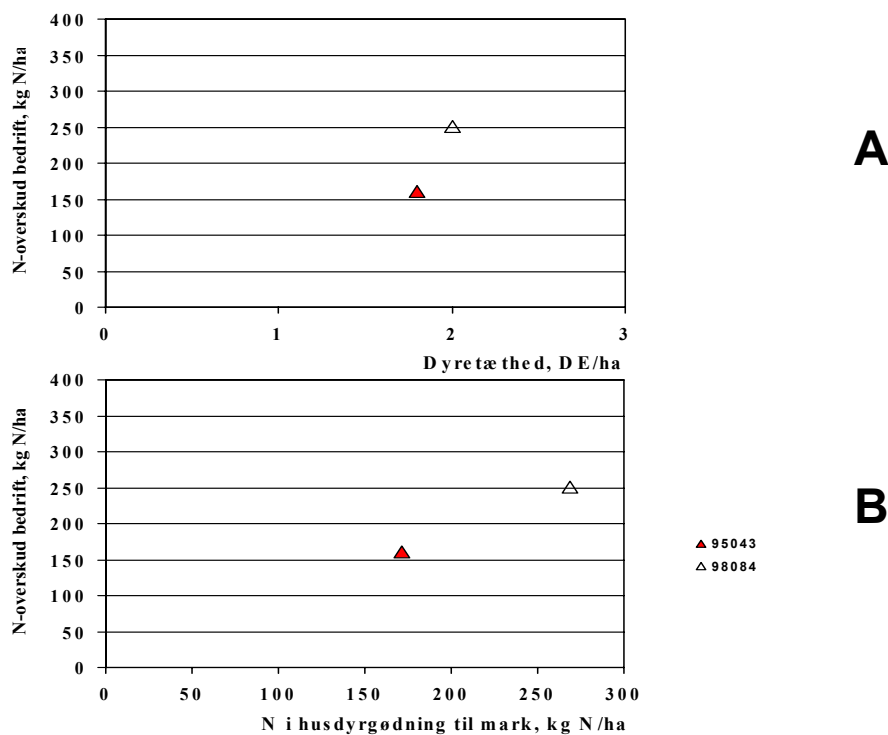
Husdyrgødning

Det er relevant at sammenligne de to bedrifter med hensyn til den mængde N i husdyrgødning, de har til rådighed for marken efter korrektioner for køb og salg samt beregnet stald og lagertab. Her viser det sig, at bedrift 95043 i gennemsnit havde 173 kg N/ha i husdyrgødning til rådighed mod 269 kg N/ha på bedrift 98084. Til trods for kun en lille forskel i dyretæthed (figur 4.1.1 A) er der en relativt stor forskel i mængden af N i husdyrgødning til rådighed for marken (figur 4.1.1 B).

En række forhold kan forklare forskellen i mængden af N i husdyrgødning:

- forskel i udskillelse pr. dyr
- forskel i køb og salg af husdyrgødning
- forskel i beregnet N-tab fra stald og husdyrgødningslager
- effekt af forskel i lagerforskydning af husdyrgødning

En opgørelse af besætningens N-balance viser en lidt højere udskillelse pr. dyreenhed på bedrift 98084 end på bedrift 95043 (tabel 4.1.6). Ingen af bedrifterne ligger dog højt i forhold til det generelle niveau blandt studielandbrugene (kapitel 4, figur 4.3). N-regnskabet for malkekøerne er stort set ens på de to bedrifter, så den lidt højere udskillelse pr. dyreenhed på bedrift 98084 må primært tilskrives det større antal ungdyr pr. årsko. Kombinationen af forskellen i udskillelse og dyretæthed forklarer lidt mere end en tredjedel af forskellen på N i husdyrgødning mellem de to bedrifter.



Figur 4.1.1 N-overskud vs. dyretæthed (DE/ha; A) hhv. N-overskud vs. N i husdyrgødning til mark (kg N/ha; B), gennemsnit af fire år, to konventionelle kvægbedrifter blandt studielandbrugene

Tabel 4.1.5 viser en samlet fremstilling af disse poster i forhold til forskellen på kilo N i husdyrgødning til marken på de to bedrifter.

Tabel 4.1.5 Poster i bedrifternes husdyrgødningsregnskab der kan forklare forskel i mængden af N i husdyrgødning

	95043	98084	Forskel (98084-95043)
N udskilt, kg N/ha	206	242	36
Nettokøb af husdyrgødning, kg N/ha	-17	19	36
N-tab stald og husdyrgødningslagre, kg N/ha	-25	-14	11
Lagerforskydning, husdyrgødningslagre og jordbeholdning af husdyrgødning, kg N/ha	7	20	13
Andel af forklaret forskel, %			98

Forskel i køb og salg af husdyrgødning forklarer ligeledes lidt mere end en tredjedel af forskellen (se tidligere bemærkninger om postens størrelse).

N-tabet fra stalde og husdyrgødningslagre er beregnet ud fra normtal for ammoniakfordampning for bygnings-, lager- og husdyrgødningstype (Poulsen et al., 2000) og beregnet aktuel udskillelse til husdyrgødning. Det større stald- og lagertab på bedrift 95043 må ses i forhold til, at køerne her er

på stald hele året, hvorimod omkring 30% af husdyrgødningen på bedrift 98084 afsættes under afgræsning.

Tabel 4.1.6 N-regnskab for besætning, to cases

	95043	98084
N udskillelse, kg N/DE	110	119
N i foder, kg N/årsko	178	179
N i mælk, kg N/årsko	43	41
N i tilvækst, kg N/årsko	1	1
N-udskillelse (køer), kg N/årsko	134	136
N-udskillelse (køer), g N/EKM	17	17

Endelig påvirker lagerforskydninger af husdyrgødning de to bedrifter forskelligt.

Samlet set kan man ud fra de fire ovennævnte poster forklare forskellen i den mængde N i husdyrgødning, der er til rådighed på de to bedrifter.

Diskussion

Det er ovenfor vist, hvordan man teknisk set kan blotlægge, hvilke poster der især betyder noget for forskellen i N-overskud på to bedrifter. Man kan se, hvordan det ikke er en enkelt post, men en række samørende forhold, der spiller ind.

Mere interessant er det, hvordan og i hvilket omfang forskellene er knyttet til noget, som driftslederen direkte påvirker. Det kan være vanskeligt at blotlægge grundene til, at den ene bedrift vælger at eksportere husdyrgødning, mens den anden vælger at importere. Samhandel med et biogasanlæg er i en vis forstand et teknisk forhold, der ikke berører de indre sammenhænge på bedriften, førend i det øjeblik samhandlen ender med en nettoimport af N i husdyrgødning. Så kan det påvirke importen af N i handelsgødning og/eller betyde ændringer i gødskningspraksis.

Noget af forskellen på de to bedrifter er betinget af de grundlæggende vilkår, som er ret forskellige bl.a. som følge af forskellen i bonitet. Grovfodersædskiftet er således oplagt på sandjorden med vanding. Afgrødevalg og fodringsstrategi kan have nogen betydning for den N-effektivitet, der opnås i mark og besætning. Selv om bedrift 98084 fodrer med relativt høj andel af frisk kløvergræs i foderrationen, lykkes det alligevel at holde udskillelsen af N til husdyrgødningen på et moderat niveau. En N-effektivitet i markdriften på 45% kunne indikere et potentiale for forbedring. Der høstes gode udbytter målt i N pr. hektar, så det vil primært indebære et fokus på tilførslen på afgrødeniveau (gødskning) eller sædskifteniveau (fiksering). Dette kræver dog en nærmere analyse af gødskningspraksis, foderbehov o.l.

Tidligere er der gennemført et studium af muligheder og barrierer i forhold til at reducere N-overskuddet fra et antal kvægbedrifter på Lemvig-egnen. Projektet indeholdt en analyse af nu-driften (1999/2000) og modellering af alternative driftsforslag med fokus på forbedret N-udnyttelse og fastholdt mælkeproduktion.

Dette er senere beskrevet nærmere med et supplement til ovenstående eksempler på forklaring af konkrete bedrifters N-overskud.

Bilag 4.2 Fire eksempler på muligheder og barrierer for reduktion af N-overskud ved fastholdt mælkeproduktion

Anders Højlund Nielsen

Kvælstofregnskaber på fire studielandbrug med kvæg i Lemvig-området er analyseret med det formål at afdække barrierer og muligheder i forhold til at reducere bedrifternes N-overskud gennem ændringer i driftspraksis.

Metode

Først blev bedrifternes nu-drift beskrevet med fokus på N-omsætning, og N-overskuddet blev beregnet jf. Nielsen (2000). Der blev beregnet nøgletal til karakteristisk af N-omsætning i besætning og markdrift (tabel 4.2.1 og 4.2.2.).

Med bedriftsmodellen SAMSPIL (Hansen & Kristensen, 1997) blev konsekvenser for N-overskuddet ved forskellige ændringer af driftspraksis beregnet. Med SAMSPIL kan man beregne, hvordan ændret sædskifte, foderration og gødningsstrategi påvirker produktionen og N-omsætningen. Ved alle forslag til ændringer var det her forudsat, at mælkeydelsen skulle opretholdes og arronderingen skulle søges respekteret. Der blev især fokuseret på balancering af proteinfodringen ved afgræsning samt fortrængning af N i handelsgødning gennem bedre udnyttelse af husdyrgødning og forfrugt. Reduktion af dyretæthed gennem udvidelse af areal blev også inddraget. Efterfølgende blev resultaterne gennemgået ved bedriftsbesøg hos den enkelte landmand med det formål at afprøve de teoretiske alternativer i forhold til driftslederens præferencer og erfaring.

Tabel 4.2.1 Definition og beskrivelse af beregnede nøgleværdier for besætningens og afgrødeproduktionens N-omsætning

Nøgletal	Beskrivelse af nøgletal
N-overskud (køer), g N/kg EKM	$(\Sigma gN_{\text{FODER}} - \Sigma gN_{\text{MÆLK}} - \Sigma gN_{\text{KØD}}) / \Sigma K_{\text{gMÆLK}}$, kun for besætningens køer, udtrykt som g N/kg EKM
N i foder, kg N/årsko	$\Sigma \text{kg}N_{\text{FODER}} / \Sigma \text{Antal}_{\text{ARSKØER}}$
N input (mark), kg N/ha	$(\Sigma \text{kg}N_{\text{HUSDYRGØDNING}} + \Sigma \text{kg}N_{\text{HANDELSGØDNING}} + \Sigma \text{kg}N_{\text{FIKSERING}}) / \Sigma \text{ha}$
N output (mark), kg N/ha	$\Sigma \text{kg}N_{\text{HØSTET AFGRØDE}} / \Sigma \text{ha}$
N-effektivitet (mark), %	$100 * (\Sigma \text{kg}N_{\text{HØSTET AFGRØDE}}) / (\Sigma \text{kg}N_{\text{HUSDYRGØDNING}} + \Sigma \text{kg}N_{\text{HANDELSGØDNING}} + \Sigma \text{kg}N_{\text{FIKSERING}})$

Materiale

De fire gårde har fungeret som studielandbrug fra og med 1998. Høståret 1999 og majåret 1999/2000 er udgangspunktet for nærværende analyser. Bedrifterne er ikke udvalgt ud fra et forudgående kendskab til deres N-omsætning og N-overskud. De fire gårde er forskellige med hensyn til areal, men parvis relativt ens med hensyn til belægningsgrad (nr. 1 og nr. 2, hhv. nr. 3 og nr. 4, tabel 4.2.2). Bedrift nr. 2 producerer godt 2.500 slagtesvin årligt. I forhold til bedriftens samlede belægningsgrad på 1,5 DE/ha bidrager svinene med 87 DE svarende til 0,5 DE/ha. N i svinenes foder og husdyrgødning er medregnet i analysen, men der er ikke optimeret i forhold til svineproduktionen. Alle bedrifterne har kvæg af racen SDM med et ydelsesniveau på omkring 7.500 kg EKM/årsko, dog lidt mere end 8.000 kg EKM/årsko på bedrift nr. 4. Jorden veksler mellem grovsand og lerjord. Bedrifternes sædskifter er præget af grovfoderproduktion med kløvergræs, helsæd og til dels majs.

Bedrift nr. 2 adskiller sig dog med en relativt høj andel af arealet med afgrøde til modenhed (~50%) på grund af det lavere antal køer pr. hektar. Selv om området er nordligt, dyrkes der majs med udbytter fra 60 til 100 a.e./ha. Byg-ært og ren ært til helsæd er udbredte. Bedrift nr. 2 og nr. 4 havde høje udbytter i efterslæt (27 a.e./ha hhv. 23 a.e./ha). Udbytterne i de øvrige afgrøder varierer inden for det normale.

Tabel 4.2.2 Nøgletal for produktionen på fire konventionelle kvægbedrifter, besætningsdata fra maj-året 1999/2000 og markdata fra høståret 1999

Nøgletal	Bedrift nr. 1	Bedrift nr. 2	Bedrift nr. 3	Bedrift nr. 4
Mælkeproduktion, kg EKM 1	817.070	900.692	555.487	751.386
Ydelse, kg EKM/årsko	7.531	7.275	7.557	8.062
Ydelse, kg EKM/ha	7.531	5.393	10.100	10.780
DE/ha	1,4	1,52	1,8	1,9
Årskøer	108,5	123,8	73,5	93,2
Årsopdræt	125	179	85	118
Areal, ha	108,5	167	55	70
Grovfoderandel, % FE	42	53	60	59
Sædskiftegræs, % areal	8	21	64	48
Helsæd, % areal	33	20	30	26
Majs, % areal	9	-	6	13
Korn (modenhed), % areal	33	50	0	4
Fikserende afgrøde, % areal	14	36	94	66

1: EnergiKorrigeret Mælk

2: 2/3 hidrører fra kvæg, 1/3 hidrører fra svin

Analyse af nu-drift og potentiale for tilpasning til lavere N-overskud

I tabel 4.2.3 er seks N-nøgletal beregnet ud fra registrerede data på de fire bedrifter. Sammen med tabel 4.2.2 er de udgangspunktet for en analyse af nu-driften og potentialet for tilpasning til lavere N-overskud. Den følgende gennemgang tjener til illustration af, hvad man kan udlede af disse nøgletal.

Tabel 4.2.3 N-nøgletal for fire konventionelle kvægbedrifter ved nu-drift (1999), beregnet ud fra bedriftsdata

		Bedrift nr. 1	Bedrift nr. 2	Bedrift nr. 3	Bedrift nr. 4
N-overskud bedrift, kg N/ha		123	169	256	172
N-overskud (køer), g N/kg EKM	Sommer	14,6	17,8	23,8	17,3
	Vinter	18,4	19,7	21,3	16,4
N i foder, kg N/årsko	Sommer	77	82	112	86
	Vinter	86	90	99	92
	År	163	172	211	178
Total N input (mark), kg N/ha		247	324	463	369
Total N output (mark), kg N/ha		133	167	225	214
N-effektivitet (mark), %		54	52	49	58

Bedrift nr. 1 har klart det laveste N-overskud, den laveste N-tildeling i foder pr. årsko og den mindste omsætning i marken, både hvad angår input og output. En sommerfodring med lav græsfoderan-

del slår også igennem som et lavt N-overskud pr. kilo EKM. Der er anvendt indirekte beregning af græsoptagelse, og derfor bør N-overskud pr. kilo EKM for sommerperioden dog tolkes varsomt. Bedrift nr. 1 har en relativt lav grovfoderandel, en lav areal andel med fikserende afgrøde, en relativt lav dyretæthed (tabel 4.2.2) samt en rimelig arrondering. Der er således plads til at øge selvforsyningen i forhold til foder og øge sædskiftets forfrugtsværdi. Derved fortrænges indkøbt N i foder og handelsgødning med en mulig reduktion i N-overskuddet til følge. Ud fra et kendskab til driftslederens præferencer blev et hensyn til enkelhed i fodring og markdrift vægtet i kombination med højere selvforsyning.

Bedrift nr. 2 og bedrift nr. 4 har begge et N-overskud omkring 170 kg N/ha og et relativt ens niveau af N i foderet til kørne. N-omsætningen i marken er til gengæld vidt forskellig på grund af den store forskel mellem de to bedrifter med hensyn til husdyrtæthed og mælkeproduktion pr. hektar (tabel 4.2.2). Sædskiftet på bedrift nr. 4 er præget af grovfoder med stor bortførsel af N. Det giver en god mark-N-effektivitet trods et relativt stort samlet N-input til marken. Det store N-input pr. hektar er et muligt mål for tilpasning af bedriftens N-overskud. Stram styring af foderets N-indhold kombineret med høj udnyttelse af forfrugtsværdi i sædskiftet kan fortrænge indkøbt N i foder og gødning. Ekstensivering (større areal) er også en mulighed med stort potentiale på bedrift nr. 4.

På bedrift nr. 2 ville øget bortførsel med afgrøde gennem større areal andel af højtydende grovfoder og/eller reduktion af det samlede input til marken give mulighed for at øge mark-N-effektiviteten. Med en høj andel af korn til modenhed og en relativt lav andel af fikserende afgrøde har bedrift nr. 2 netop mulighed for god forfrugtsudnyttelse. Som for bedrift nr. 4 gælder det også her, at fortsat stram styring af foderets N-indhold kombineret med høj udnyttelse af forfrugtsværdi i sædskiftet kan fortrænge indkøbt N i foder og gødning.

Bedrift nr. 3 satser på en meget høj grad af afgræsning (tabel 4.2.2), der resulterer i et højt niveau af N i køernes foder (tabel 4.2.3). Husdyrtætheden, en meget høj areal andel af fikserende afgrøde og anvendelsen af en relativt stor mængde N i handelsgødning (tabel 4.2.8) betyder et stort samlet input til marken og et stort N-overskud på bedriften. Bedre balance i køernes proteinfodring via proteinfattig grovfoder som majs vil både afhjælpe det store input til besætningen og fortrænge fikserende afgrøde. Lavere andel af fikserende afgrøde ville gøre det lettere at udnytte forfrugtsværdien i sædskiftet og derved fortrænge N i handelsgødning. Bedriftens potentiale ligger altså i en samtidig tilpasning af fodringsstrategien og dyrkningsstrategien. Ekstensivering (større areal) er som på bedrift nr. 4 også en mulighed med stort potentiale på bedrift nr. 3.

Resultater og diskussion

En beskrivelse af bedriftenes potentiale for reduktion af N-overskud er givet i tabel 4.2.4 og tabel 4.2.5. En nærmere beskrivelse af de modellerede alternativer og beregnede konsekvenser for N-overskuddet på hver bedrift er givet i tabel 4.2.6 til tabel 4.2.9. På hver bedrift har driftslederen været præsenteret for tilsvarende tabeller. Driftslederens kommentarer indgår blandt andet i angivelsen af muligheder og barrierer i tabel 4.2.4 og tabel 4.2.5. Hvad der fremstilles i tabel 4.2.4 og tabel 4.2.5 er således en blanding af erkendelse opnået gennem analysearbejdet med hver bedrift og den enkelte driftsleders modtagelse af de modellerede resultater.

For hver bedrift er den maksimale procentuelle reduktion i N-overskud, der er opnået ved modellering, angivet. En maksimal potentiel reduktion på 11-25% er væsentligt mindre, end hvad Kristensen (1997) fandt muligt ved modellering af forskellige kombinationer af fodrings- og gødskningsstrategier på kvæggårde. Nærværende resultater er opnået ved modellering ud fra aktuelle bedriftsdata under hensyntagen til praktiske forhold på den enkelte bedrift. Det giver langt flere bindinger end ved modellering af teoretiske bedrifter. Omvendt er der på de fire undersøgte bedrifter påvist et potentiale for reduktion af N-overskuddet, som det er sandsynligt at kunne udmønte uden væsentlig økonomisk risiko.

For hver bedrift er der også givet en subjektiv vurdering af, hvad der skønnes at kunne opnås gennem et konstruktivt fokus på kvælstofkredsløbet. Heri er driftslederens vurdering af de opstillede muligheder og barrierer søgt inddraget. For bedrift nr. 1 og nr. 2 ser man, at det subjektive skøn ligger noget under, hvad der er opnået som maksimum ved modellering. De enkelte driftsledere havde således hver deres indvendinger. Driftsleder nr. 1 udtrykte stor skepsis i forhold til øget afhængighed af grovfoder både med hensyn til arbejdsindsats og investeringer i maskiner. Modsat hertil så driftsleder nr. 2 ingen problemer i øget maskinindsats ved øget grovfoderproduktion og kløvergræs rundt i sædskiftet. Han havde både maskiner og lyst til at køre dem. På bedrift nr. 2 var det derimod driftslederens vurdering, at den forudsatte arrondering ikke kunne opfyldes. Kørerne måtte simpelthen ikke gå for langt efter græsset. Det er udmærkede eksempler på, hvordan driftslederens faglige præferencer kan være en afgørende faktor, der skal tages hensyn til på godt og ondt.

Tabel 4.2.4 Oversigt over bedriftskarakteristika og muligheder og barrierer i forhold til at reducere N-overskuddet på to konventionelle kvægbedrifter, samt skønnet samlet potentiale for procentuel reduktion; se tekst og tabel 4.2.6 og tabel 4.2.7 for nærmere gennemgang

	Bedrift nr. 1	Bedrift nr. 2
Karakteristika	Middel DE/ha Maksimal staldfodring Ønsker enkel fodring og markdrift Adskilt korn /grovfodersædskifte	Lav DE/ha (kvæg) Blandet kvæg/svin Høj mekanisering Delvist blandet korn/grovfodersædskifte
Muligheder	Forøg selvforsyning via kløvergræs og mere majs Reducer handelsgødning via bedre forfrugtsudnyttelse	Forøg selvforsyning via kløvergræs og majs Reducer handelsgødning via bedre forfrugtsudnyttelse
Barrierer	Ønsker driftsledelses- og arbejdsintensiv drift	Arrondering ift. afgræsning Ønsker intensiv græsprod. nær gård
Maksimal reduktion opnået ved modellering	25%	17%
Skønnet potentiale for reduktion	10-20%	6-10%

Tabel 4.2.5 Oversigt over bedriftskarakteristika og muligheder og barrierer i forhold til at reducere N-overskuddet på to konventionelle kvægbedrifter, samt skønnet samlet potentiale for procentuel reduktion; se tekst og tabel 4.2.8 og tabel 4.2.9 for nærmere gennemgang

	Bedrift nr. 3	Bedrift nr. 4
Karakteristika	Høj DE/ha Maksimal afgræsning Højt proteinniveau i foder Rent grovfodersædskifte m. høj andel fiksende afgrøde	Høj DE/ha Høj selvforsyning Rel. balanceret proteinfodring Overvejende grovfodersædskifte
Muligheder	Reducere DE/ha Afbalancere proteinfodring Reducere fiksering og handelsgødning til mark Forbedre udnyttelse af forfrugt og husdyrgødning	Reducere DE/ha Reducere fiksering og handelsgødning til mark Afbalancere proteinfodring
Barrierer	Højt foderbehov pr. ha Dybstrøelsessystem, vanskeliggør udnyttelse "Kampen om jord"	Højt foderbehov pr. ha "Kampen om jord"
Maksimal reduktion opnået ved modellering	23%	11%
Skønnet potentiale for reduktion	15-25%	8-10%

Det kan virke paradoksalt, at bedriften, der som udgangspunkt havde det laveste N-overskud (bedrift nr. 1), skulle kunne opnå samme procentuelle reduktion som bedriften med største N-overskud (bedrift nr. 3). Det paradoks kan være udtryk for, at det ved en bedriftsorienteret tilgang netop er muligt at finde løsninger, der er optimeret til den enkelte bedrifts potentiale. Bedrift nr. 1 og bedrift nr. 3 er jo vidt forskelligt skruet sammen, hvilket med lethed erkendes af tabel 4.2.2 og tabel 4.2.3. Begge bedrifter har en god arrondering, men bedrift nr. 1 har i kraft af den lavere dyretæthed flere frihedsgrader med hensyn til optimering af de indre sammenhænge. De to bedrifter eksemplificerer muligheden af en samtidig betydningsfuld af både intensitet og effektivitet.

Bedrift nr. 3 og nr. 4 er begge intensive bedrifter med en stor indre omsætning af kvælstof. Som indikeret ved nøgletallene i tabel 4.2.3 og diskussionen heraf ovenfor var en tilpasning af bedrift nr. 3 lettere end bedrift nr. 4. Med den N-effektivitet, der allerede findes på bedrift nr. 4, begynder man at opleve, hvordan reduktion af ét kvælstofinput udløser kompenserende input et andet sted i produktionen. Ved uændret gødskningspraksis viste beregninger, at en reduktion i arealandelen med fiksende afgrøde⁴ ville få N-overskuddet på bedrift nr. 4 til at stige på grund af øget import af N i handelsgødning og foder (alternativ B, tabel 4.2.9). Med samtidige ændringer af sædskifte, afgrødevalg, gødskning og fodringsstrategi var der dog potentiale for at reducere N-overskuddet (alternativ C, tabel 4.2.9). Eksemplet betoner vigtigheden af samtidig optimering af bedriftens delområder.

⁴ ærter ud af helsæd

Tabel 4.2.6 Beskrivelse af mål og midler for modelberegnete alternativer for bedrift nr. 1; N-balance opgjort ud fra bedriftsdata (nu-drift), modelberegnet N-balance for nu-drift (A) samt modelberegnete ændringer i posterne ved ændret driftspraksis (B, C); desuden nøgletal for samtidige ændringer i køernes samt markens N-omsætning (Analyse system) og produktion (Forandring system)

Alternativ	Mål	Midler
B	<ul style="list-style-type: none"> Høj grovfoderandel og selvforsyning Udnytte øget forfrugtsværdi Fastholde den godt tilpassede protein-fodring 	<ul style="list-style-type: none"> 3-doble kløvergræssets areal andel fordoble majs areal andel. Kløvergræsmarker til slæt og/eller afgræsning integreres i kornsædskiftet Øge udbytter i kløvergræs Reduceret handelsgødskning ved god forfrugt
C	<ul style="list-style-type: none"> Meget enkel markdrift/sædskifte Rel. lav afgræsning Rel. høj grovfoderandel og selvforsyning Fastholde den godt tilpassede protein-fodring 	<ul style="list-style-type: none"> Fordoble majs areal andel. Enkelt sædskifte m. ært, byg, lidt kløvergræs

Resultat, system	Nu-drift	A	B (B-A)	C (C-A)
Input, kg N/ha				
Netto importeret foder + strøelse	86	85	-16	-9
Handelsgødning	55	55	-34	-41
Fiksering	6	6	+32	+19
Importeret husdyrgødning	7	7	0	0
Nedfald	16	16	0	0
Output, kg N/ha				
Mælk og kød	47	47	-1	-1
N-overskud pr ha, kg N/ha	123	122	-17	-30

Analyse, system					
Stald (majår)					
N-overskud ab ko, g N/kg EKM	sommer	14,6	15,4	+0,6	+1,0
	vinter	18,4			
N i foder, kg N/årsko	sommer	77	157	+3	+6
	vinter	86			
	år	163			
Mark (høstår)					
N input, kg N/ha		247	226	+1	-15
N-output, kg N/ha		133	120	+18	+15
N-effektivitet, %		54	53	+8	+11

Forandring, system					
Stald	Ydelse, kg EKM/årsko		7559	0	0
	Grovfoderandel, % FE		42	+15	+12
Mark, sædskifte	Sædskiftegræs, % areal		8	+25	+2
	Helsæd, % areal		33	-33	-17
	Majs, % areal		9	+9	+9
	Korn (modenhed), % areal		33	-3	+4
	Fikserende afgrøde, % areal		14	+19	+12
Mark, udbytter	Udbytter				
	Sædskiftegræs, a.e./ha		47	+16	+17
	Byghelsæd, a.e./ha		56	-	-
	Bygærthelsæd, a.e./ha		45	-	+12
	Majs, a.e./ha		82	+3	+5
	Efterafgrøde, a.e./ha		4	+2	+4
	Vinterhvede, hkg/ha		78	0	-
	Vårbyg, hkg/ha		53	+6	+6

Tabel 4.2.7 Beskrivelse af mål og midler for modelberegnede alternativer for bedrift nr. 2, N-balance opgjort ud fra bedriftsdata (Nu-drift), modelberegnet N-balance for nu-drift (A) samt modelberegnete ændringer i posterne ved ændret driftspraksis (B, C); desuden nøgletal for samtidige ændringer i køernes samt markens N-omsætning (Analyse system) og produktion (Forandring system)

Alternativ	Mål	Midler
B	<ul style="list-style-type: none"> • Reduktion af input til bedrift via: • høj selvforsyning med foder • høj udnyttelse af forfrugtsværdi 	<ul style="list-style-type: none"> • Maksimal afgræsning ift. arrondering • Påbegynde dyrkning af majs • Øge areal andel af fikserende afgrøde
C	<ul style="list-style-type: none"> • Lavt forbrug af handelsgødning • høj selvforsyning med foder • høj udnyttelse af forfrugtsværdi 	<ul style="list-style-type: none"> • Maksimal afgræsning ift. arrondering • Påbegynde dyrkning af majs • Øge areal andel af fikserende afgrøde • Kompensere udbyttetab restriktiv handelsgødskning gennem foderimport

Resultat, system		Nu-drift	A	B (B-A)	C (C-A)
Input, kg N/ha					
Nettoimporteret foder + strøelse		101	104	+1	+5
Handelsgødning		51	51	-19	-34
Fiksering		37	37	-1	0
Importeret husdyrgødning		18	18	0	0
Nedfald		16	16	0	0
Output, kg N/ha					
Mælk og kød		54	53	0	0
N-overskud pr ha, kg N/ha		169	173	-19	-29
Analyse, system					
Stald (majår)					
N-overskud ab ko, g N/kg EKM	sommer	17,8			
	vinter	19,7	18,6	-3,1	-3,1
N i foder, kg N/årsko	sommer	82			
	vinter	90			
	år	172	174	-23	-23
Mark (høstår)					
N input, kg N/ha		324	320	-37	-51
N-output, kg N/ha		167	162	-18	-23
N-effektivitet, %		52	51	0	+1
Forandring, system					
Stald	Ydelse, kg EKM/årsko		7282	0	0
	Grovfoderandel, % FE		53	+8	+5
Mark, sædskifte	Sædskiftegræs, % areal		21	+18	+18
	Helsæd, % areal		20	-20	-20
	Majs, % areal		-	+9	+9
	Korn (modenhed), % areal		50	-6	-6
	Fikserende afgrøde, % areal		36	+3	+3
Mark, udbytter	Udbytter				
	Sædskiftegræs, a. e/ha		67	-10	-10
	Byghelsæd, a. e/ha		41	-	-
	Ærtehelsæd, a. e/ha		37	-	-
	Majs, a. e/ha		-	+85	+84
	Efterafgrøde, a. e/ha		10	-4	-4
	Vinterhvede, hkg/ha		70	-7	-7
	Vårbyg, hkg/ha		55	+1	+1
Vinterbyg, hkg/ha		60	-	-	

Tabel 4.2.8 Beskrivelse af mål og midler for modelberegnete alternativer for bedrift nr. 3, N-balance opgjort ud fra bedriftsdata (Nu-drift), modelberegnet N-balance for nu-drift (A1) samt modelberegnete ændringer i posterne ved ændret areal (A2) og ændret driftspraksis (B, C); desuden nøgletal for samtidige ændringer i køernes samt markens N-omsætning (Analyse system) og produktion (Forandring system).

Alternativ	Mål	Midler
A2	<ul style="list-style-type: none"> • Ekstensivering 	<ul style="list-style-type: none"> • Udvidelse med 7 ha
B	<ul style="list-style-type: none"> • Balanceret proteinfodring 	<ul style="list-style-type: none"> • Øget majs areal • Ærter ud af helsæd • Proteinfattig kraftfoder
C	<ul style="list-style-type: none"> • Balanceret proteinfodring • Reduceret input til marken • Forbedret forfrugtsudnyttelse 	<ul style="list-style-type: none"> • Øget majs areal • Reduceret kløvergræsareal • Øget areal med korn til modenhed • Restriktiv gødskning med handelsgødning • Ærter ud af helsæd • Proteinfattig kraftfoder

Resultat, system	Nu-drift	A1 (55ha)	A2 (62ha)	A2-A1	B (62ha) (B-A2)	C (62ha) (C-A2)
Input, kg N/ha					(relativ ændring ift. A2)	
Netto importeret foder + strøelse	154	155	138	-17	-24	-21
Handelsgødning	62	62	55	-7	+18	-10
Fiksering	87	87	77	-10	-12	-22
Importeret husdyrgødning	0	0	0	0	0	0
Nedfald	16	16	16	16	0	0
Output, kg N/ha						
Mælk og kød	63	62	55	-7	0	0
N-overskud pr ha, kg N/ha	256	258	231	-27	-18	-53
Analyse, system						
Stald (majår)						
N-overskud ab ko, g N/kg EKM	sommer	23,8	22,5	22,5	0	-2,9
	vinter	21,3				-4,6
N i foder, kg N/årsko	sommer	112				
	vinter	99				
	år	211	211	211	0	-23
Mark (høstår)						
N input, kg N/ha		463	465	413	-52	-75
N-output, kg N/ha		225	223	198	-25	-22
N-effektivitet, %		49	48	48	0	+2
Forandring, system						
Stald	Ydelse, kg EKM/årsko		7589	0	0	0
	Grovfoderandel, % FE		60	0	-3	-12
Mark, sædskifte	Sædskiftegræs, % areal		64	0	-7	-14
	Helsæd, % areal		30	0	-30	-30
	Majs, % areal		6	0	+10	+10
	Korn (modenhed), % areal		0	0	+27	+33
	Fikserende afgrøde, % areal		94	0	-37	-44
Mark, udbytter	Udbytter					
	Sædskiftegræs, a.e./ha		68	0	+1	-3
	Bygærthelsæd, a.e./ha		47	0	-	-
	Majs, a.e./ha		58	0	+22	+28
	Efterafgrøde, a.e./ha		13	0	-7	-7
	Vårbyg, hkg/ha		0	0	+58	+58

Tabel 4.2.9 Beskrivelse af mål og midler for modelberegnete alternativer for bedrift nr. 4, N-balance opgjort ud fra bedriftsdata (Nu-drift), modelberegnet N-balance for nu-drift (A) samt modelberegnete ændringer i posterne ved ændret driftspraksis (B, C); desuden nøgletal for samtidige ændringer i køernes samt markens N-omsætning (Analyse system) og produktion (Forandring system).

Alternativ	Mål	Midler
B	<ul style="list-style-type: none"> • Reduceret input med fiksering • Reduceret protein niveau i foder 	<ul style="list-style-type: none"> • Ærter ud af helsæd • Fastholdt N-gødsning og udbytte via kompensation (handelsgødning)
C	<ul style="list-style-type: none"> • Reduceret input til marken • Forbedret forfrugtsudnyttelse • Reduceret protein niveau i foder 	<ul style="list-style-type: none"> • Restriktiv gødsning med handelsgødning • Øget andel af korn i sædskiftet • Fordoblet majsareal • Kompensation for faldende udbytte via foderkøb

Resultat, system		Nu-drift	A	B (B-A)	C (C-A)
Input, kg N/ha					
Netto importeret foder + strøelse		108	116	+2	+12
Handelsgødning		37	37	+29	-17
Fiksering		77	77	-12	-14
Importeret husdyrgødning		2	0	0	0
Nedfald		16	16	0	0
Output, kg N/ha					
Mælk og kød		68	66	0	0
N-overskud pr ha, kg N/ha		172	180	+19	-19
Analyse, system					
Stald (majår)					
N-overskud ab ko, g N/kg EKM	sommer	17,3			
	vinter	16,4	16,3	-1,4	-1,7
N i foder, kg N/årsko	Sommer	86			
	vinter	92			
	år	178	178	-12	-14
Mark (høstår)					
N input, kg N/ha		369	377	-7	-50
N-output, kg N/ha		214	214	-38	-32
N-effektivitet, %		58	57	-9	-1
Forandring, system					
Stald	Ydelse, kg EKM/årsko		8126	0	0
	Grovfoderandel, % FE		59	-4	-11
Mark, sædskifte	Sædskiftegræs, % areal		48	0	0
	Helsæd, % areal		26	-8	-26
	Majs, % areal		13	0	+13
	Korn (modenhed), % areal		4	+9	+14
	Fikserende afgrøde, % areal		66	-18	-18
Mark, udbytter	Udbytter				
	Sædskiftegræs, a. e/ha		69	0	0
	Byghelsæd, a. e/ha		43	+2	-
	Ærtehelsæd, a. e/ha		43	-	-
	Majs, a. e/ha		102	0	-17
	Efterafgrøde, a. e/ha		23	0	-12
	Vårbyg, hkg/ha		51	0	-1

Analyserne og modelleringen af alternativer for de fire bedrifter har ikke givet nogen klar indikation af betydningsforholdet mellem besætningen og marken overfor N-overskuddet på bedriftsniveau. Nøgletallene i tabel 4.2.2 og tabel 4.2.3 har fungeret som udgangspunktet for analyse og har givet

en udmærket indikation af problemområder. Flere af nøgletallene i tabel 4.2.3 er dog vanskelige at erkende uden et detaljeret datagrundlag.

Konklusion

Der blev påvist potentiale for reduktion af N-overskuddet på mellem 0 og 25% for de fire bedrifter. Fastholdt mælkeproduktion og respekt for arrondering var centrale forudsætninger, og driftslederne blev inddraget i en gennemgang af de beregnede resultater.

Fortrængning af N i handelsgødning gennem bedre udnyttelse af forfrugtsværdi og til dels N i husdyrgødning indgik ved mulig reduktion af N-overskuddet på alle fire bedrifter. Samtidig optimering af sædskifte, afgrødevalg, gødsning og fodringsstrategi var særligt vigtig på en bedrift med en relativt høj N-effektivitet i nu-drift. En bedrift med stor andel af kløvergræsfoder havde god mulighed for reduktion af det samlede input til bedriften gennem samtidig tilpasning af foderets proteinniveau, afgrødevalget og sædskiftet. Dårlig arrondering og driftslederens faglige præferencer i forhold til tilrettelæggelsen af driftspraksis var vigtige barrierer for reduktion af bedrifternes N-overskud.

En kombination af nøgletal for produktionsniveau og arealanvendelse samt omsætning og udnyttelse af N i besætning hhv. markdrift gav god indikation af forbedringsmuligheder på den enkelte bedrift. Flere af de anvendte nøgletal for N-udnyttelsen kræver dog et detaljeret datagrundlag.

Referencer

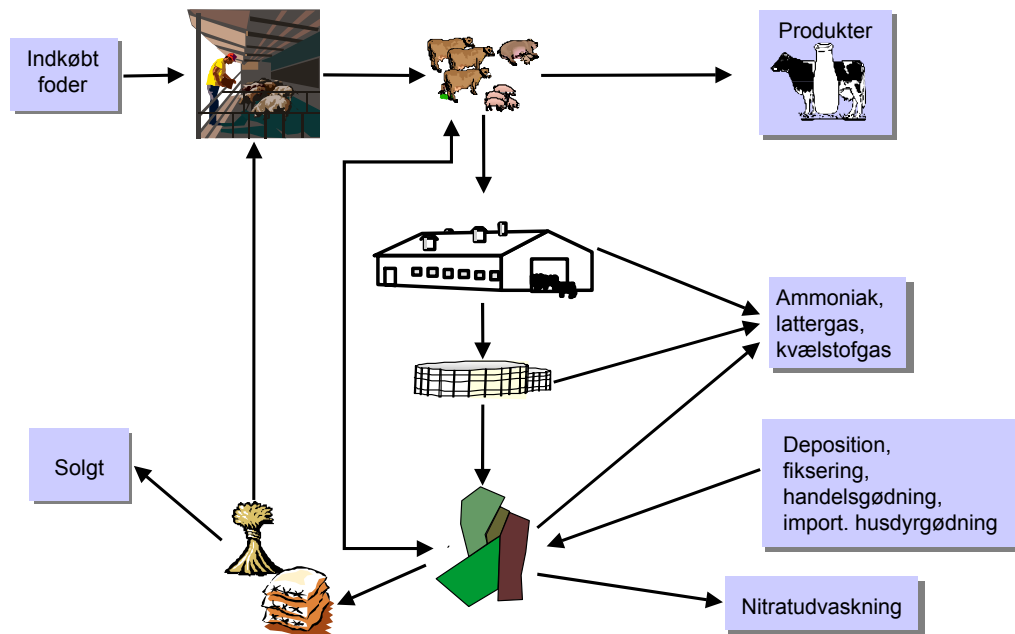
- Hansen, J.P. & Kristensen, I.S. 1997. Needs, development and experiences with an interactive tool for planning of manure allocation and feed supply on organic dairy farms. *Quantitative Approaches in Systems Analysis*, 10, pp 103-110.
- Kristensen, I.S. 1997. N-overskud på kvægbedriften - afgrødevalg, belægning, produktionsniveau og udnyttelse af husdyrgødning. Red. Kristensen, T.: "Driftsledelse, foderforsyning og kvælstofudnyttelse i fremtidens landbrug". Statens Husdyrbrugsforsøg, intern rapport 91, 19-38.
- Nielsen, A.H., 2000. Aktiv brug af næringsstofbalancer; Studielandbrug Årsrapport 2000, Landbrugs Rådgivningscenter, pp 17-21.

Bilag 5.1 Fordeling af N-overskud på tabsposter

Christen D. Børgesen, Nick J. Hutchings & Finn P. Vinther

Opstilling af kvælstofregnskab/kvælstofbalance for en mark, en bedrift eller som gennemsnit for mange bedrifter/markler kan være en indgang til at forstå den relative betydning af de enkelte delprocesser i forhold til både den totale kvælstofomsætning og kvælstofoverskuddets størrelse.

For at fordele et beregnet kvælstofoverskud mellem tabsposter, kan det være nødvendigt at beregne de totale kvælstofstrømme gennem en bedrift (angivet med pile i figur 5.1.1).



Figur 5.1.1 Kvælstofstrømme gennem en bedrift. Pile angiver strømningsvejen.

De poster, der kræves i en beregning af bedriftens kvælstofoverskud, er både input til og output fra bedriften. Input omfatter indkøbt kvælstof i foder, handelsgødning og husdyrgødning, deposition og bælgplanters kvælstoffiksering. Output omfatter salg af animalske og vegetabiliske produkter, samt eventuel eksport af husdyrgødning fra bedriften. De fleste af input- og outputparametrene kan fås ud fra det økonomiske bedriftsregnskab, hvorimod opgørelsen af N-fikseringen kun kan fås ud fra kendskab til sædskiftet, hvor beregningen enten foretages ved brug af standardkoefficienter eller ved brug af modellerne DAISY (Hansen et al., 1991) eller FASSET (Jacobsen et al., 1998).

Fordeling af kvælstofoverskud på tabskilder

Fordelingen af kvælstofoverskuddet på de forskellige tabsposter har interesse, fordi tabsmåden har betydning for miljøpåvirkningen. De mulige tabskilder og tabenes størrelse er forskellige for de forskellige næringsstoffer. Tabet af kvælstof og fosfor har størst interesse, idet disse næringsstoffer har en uønsket effekt på miljøet. Metoder til opgørelsen af kvælstoftab fra landbruget har igennem de sidste årtier været genstand for en stor forskningsindsats. Der findes i dag forskellige metoder til opgørelse af de forskelligartede tab af kvælstof fra land-

bruget. Kvælstoftabet som emission af ammoniak, lattergas, nitratudvaskning og denitrifikation samt ændringer i jordens kvælstofindhold beregnes med metoder, der kræver kendskab til stald/lager og mark-specifikke forhold.

Kvælstoftab ved udvaskning.

Eksisterende og afprøvede metoder til opgørelse af nitratudvaskning fra rodzonen bygger alle på målinger af udvaskningen udført på markskala. Metoderne er derfor afhængige af inputdata på denne skala. Ud over disse metoder er der beskrevet en ny metode til bestemmelse af udvaskningen ved en totaldifferensmetode. Metoderne vil blive gennemgået i det følgende.

Målinger af nitratudvaskning

Ved løbende målinger på 40 stationsmarker fordelt over seks Landovervågningsoplande (LOOP) over hele Danmark følges nitratudvaskning i et fortløbende overvågningsprogram NOVANA (Grant et al., 2000). I LOOP-områderne opgøres nitratudvaskningen ved målinger af nitratkoncentrationen i jordvæsken, der forlader rodzonen, kombineret med modelberegninger af afstrømningen af vand ud af rodzonen. Erfaringer med metoden viser, at der er en betydelig usikkerhed på målinger af specielt en markrepræsentativ nitratkoncentration (Thorsen, 2003, pers. kom.), samt at der ved modelberegning af vandbalancen kan være en usikkerhed ved anvendelse af ikke-lokale målinger af jordens hydrauliske parametre.

Empirisk model til beregning af nitratudvaskningen

Datasæt fra LOOP-stationsmarkerne med landbrugspraksis og nitratudvaskningen har sammen med data fra Danmarks JordbrugsForskning været grundlag for udvikling af en empirisk udvaskningsmodel. Modellen kaldes i daglig tale N-Les eller Sim IIIB og er en statistisk model, der er baseret på et stort antal markmålinger (600 observationer). Datagrundlaget bag modellen er det samme, som indgår i udviklingen af udvaskningsfunktionen beskrevet af Simmelsgaard (1998). Derudover indgår yderligere to forsøg udført ved DJF samt data fra DMU's Landovervågningsoplande (LOOP). Modellen er beskrevet af Simmelsgaard et al. (2000).

Modellen er en videreudvikling af Sim II, idet der indgår flere effekter. Effekten af gødsningsniveau på udvaskningen er således i den nye model opdelt i effekten af generel gødsningsniveau i sædskiftet, aktuel forårsgødsning til afgrøden, efterårsgødsning, effekt af gødning afsat på græs og effekten af ompløjet græs eller udlæg. Antallet af afgrøder er udvidet i Sim IIIB, og endvidere indgår både effekten af ler- og humusprocenten i pløjelaget.

Som det fremgår af Sim IIIB-modellen, er nitratudvaskning en kompliceret proces, som både afhænger af lokale klimaforhold (afstrømning), jorden (ler- og humusindhold) samt af landbrugspraksis ved både det aktuelle års N-gødsning (N tilført i foråret og efteråret, N afsat på marken), det generelle N-gødsningsniveau på marken i de forudgående fem år samt af sædskiftet beskrevet ved afgrødeeffekten. Modellens forklaringsgrad er på 50-60%, hvilket betyder, at anvendelse af modellen bør ske med stor forsigtighed og kun på en skala, hvor datagrundlaget, som modellen er udviklet for, er repræsenteret. Det vurderes, at modellen kun kan anvendes på en regional skala.

Der arbejdes på at videreudvikle modellen, hvor nye effekter såsom forfrugt inddrages. Dette arbejde forventes færdigt juli 2003.

Dynamisk modellering af kvælstofudvaskningen med DAISY-modellen

I forbindelse med NPO-redegørelsen i 1990, blev der udviklet en procesorienteret mekanistisk og deterministisk simuleringsmodel, DAISY (Hansen et al., 1990; Hansen et al., 1991, Abrahamsen & Hansen, 1999) til beskrivelse af samspillet mellem sædskifte, jordtype, N-gødskningen, samt klimaforhold på vand- og kvælstofbalancen på markniveau. DAISY-modellen er løbende blevet videreudviklet i forskellige forskningsprojekter og er i dag en dynamisk simuleringsmodel, der beregner vand- og markkvælstofbalancer, tørstofudbytter samt pesticidtransport i jorden. Der arbejdes desuden med at indbygge et modul, der opgør P-balancen i jorden. Modellen kræver som inputdata oplysninger om sædskiftet, gødningsplaner, jordtyper, klima, vanding og afdræningsforhold. DAISY-modellen er blevet testet i en række nationale og internationale sammenhænge med gode resultater i bl.a. Diekrüger et al. (1995) og Smith et al. (1998).

Ud over kvælstofudvaskningen beregner modellen tabet ved denitrifikation og N-fikseringen i bælgeplanteafgrøder. Tabet ved ammoniakfordampning af udbragt husdyrgødning beregnes ved brug af emissionskoefficienter.

I et igangværende tværinstitutionelt projekt ”Standardisering af DAISY-modellen” finansieret af Miljøstyrelsen og en række amter arbejdes med opstilling af standarder for parametre til anvendelsen af DAISY-modellen i analyser på bedrifts- og regional skala. Formålet med projektet er en standardisering af modelinputparametrene, således at modellen kan anvendes ved både VVM-godkendelser og regionale modelberegninger.

Dynamisk modellering af kvælstofudvaskningen med FASSET-modellen

FASSET-modellen er en bedriftsmodel, som simulerer alle væsentlige flow af kulstof og kvælstof i dyr, stalde, lagre, afgrøder og mark. Markmodellen er en dynamisk simuleringsmodel, som simulerer daglige ændringer i afgrødeproduktion, kvælstofoptagelse og ændringen i jordens indhold af C og N. En række forskellige underliggende jordprocesser simuleres: denitrifikation, lattergasemission, nitrifikation, N-fiksering, N-udvaskning, mineralisering og immobilisering samt transport af mineralisk kvælstof.

Det samlede modelkonceptet er blevet testet af Berntsen et al. (2003) specielt med henblik på at belyse, hvorledes N-udvaskningen påvirkes ved at indføre forskellige afgifter på bedriftens N-overskud. Afgrødemodellens respons på kvælstof er blevet testet på et meget omfattende datamateriale for vinterhvede (Olesen et al., 2002a og 2002b). I et projekt under FØJO, som fokuserer på udvaskning fra økologisk landbrug, har modellen vist sig i stand til at forudsige N-udvaskningen på et meget omfattende datamateriale fra en række lokaliteter med forskellige økologiske dyrkningssystemer. Disse resultater vil blive publiceret i nærmeste fremtid.

I FARM-N-projektet, som er finansieret af Fødevareministeriet for perioden 2003-2006, bliver en række tabsprocesser yderligere valideret på eksisterende datasæt. Derudover vil modellens evne til at forudsige bedriftens N-overskud blive testet på en række studielandbrug. Når

denne validering er afsluttet, vil modellen danne grundlag for et koncept, hvor man ud fra en FASSET-simulering af en aktuel bedrift fordeler et beregnet N-overskud på forskellige tabsposter. Formålet er at udvikle et værktøj, som kan bruges i forbindelse med bl.a. VVM-godkendelser.

Beregning af udvaskning med totaldifferensmetoden

Totaldifferensmetoden bygger på kendskab til både mark-N-balance og en stald-/lager-N-balance. N-tilførsel bestemmes ud fra handelsgødningsforbruget og udbragt husdyrgødningsmængde (opgjort i stald-/lagerbalancen) samt modelestimeret N-fiksering. Denitrifikationen bestemmes med en empirisk model (se 5.3). N-udbyttet bestemmes ved målinger og empiriske beregninger af grovfoderudbyttet ud fra kød og mælkeproduktionen. Ammoniakfordampning ved udbringning af husdyrgødning estimeres ud fra standardemissionskoefficienter. Ændring i jordens organiske puljer estimeres ved brug af en ny stofomsætningsmodel, hvor der indgår den totale tilførsel af kulstof med planterester, halm og husdyrgødning, samt markens humus og lerindhold. Resten antages at være tab ved udvaskning. Metoden indebærer, at usikkerheden på de enkelte led i stald-/lager- og mark-N-balancen alene tilskrives udvaskningen.

Metoden er under udvikling i forbindelse med et projekt for livscyklusanalyser (LCA) og kun anvendt på de forskellige bedriftstypologier, der indgår i dette projekt. Metoden tager ikke direkte hensyn til de parametre, der i både SIM IIIB- og DAISY-modellerne er fundet at være nøgleparametre i beskrivelsen af udvaskningen, herunder afstrømning, dræningsforhold og gødskningspraksis, men indirekte vil disse forskelle jo afspejles i N-udbyttet. Fordelen ved metoden er, at der anvendes et opgjort mark-N-udbytte, samt N tilført med husdyrgødning, beregnet på baggrund af bedriftsspecifikke stald-/lager-N-balancer på bedriftsniveau, som kan være bedre estimeret end både modelberegnete høstudbytter og standardkoefficienter for N udbragt med husdyrgødning afhængig af dyreart og antal dyr. Desuden anvendes en model for ændringer i jordpuljen med et meget bredt kalibreringsgrundlag (Petersen & Berntsen, 2002).

Referencer

- Jacobsen, B.H., Petersen, B.M., Berntsen, J., Boye, C., Sørensen, C.G., Søgaard, H.T. & Hansen J.P. 1998. An integrated economic and environmental farm simulation model (FASSET). Danish Institute of Agricultural and Fisheries Economics, Report No. 102, Copenhagen, Denmark.
- Olesen, J.E., Petersen, B.M., Berntsen, J., Hansen, S., Jamieson, P.D. & Thomsen, A.G. 2002a. Comparison of methods for simulation effects of nitrogen on green area index and dry matter growth in winter wheat. *Field Crops Research*, 74; 131-149.
- Olesen, J.E., Berntsen, J., Hansen, E.M., Petersen, B.M. & Petersen, J. 2002b. Crop nitrogen demand and canopy area expansion in winter wheat during vegetative growth. *Eur. J. Agron.*, 16: 279-294.
- Petersen, B.M. & Berntsen, J., 2002. Omsætning i jordpuljen på forskellige bedriftstyper. Temadag arrangeret af Afd. for Jordbrugssystemer 24. april 2002. Forskningscenter Foulum. Intern rapport nr. 157: 13-24.

Bilag 5.2 Kvælstofstab ved ammoniakfordampning

Nick J. Hutchings

Ammoniakfordampningen fra landbruget stammer hovedsagelig fra husdyr- og handelsgødning. Medmindre forbruget af urea stiger i fremtiden, udgør fordampningen fra husdyrgødning langt den største del. Ammoniak fordamper fra stalde, lagre og ved udbringning af husdyrgødning. Da ammoniakfordampningen fra kilderne kan påvirke hinanden (fx vil et højere tab fra stalde betyde et lavere lager- og marktab), er det nødvendigt at estimere tabet fra det samlede system. Input til systemet er dyrenes N-udskillelse, og disse data kan være behæftet med betydelig usikkerhed. Når N-udskillelsen er estimeret, kan enten en statistisk eller en dynamisk model bruges til at estimere ammoniakfordampningen.

Statisk model

Ved den gældende procedure til opgørelse af den nationale ammoniakfordampning er husdyrholdet inddelt i 18 husdyrkategorier. For hver husdyrkategori er der foretaget en yderligere opdeling på staldd typer med tilhørende gødningssystem. Efter denne opdeling bestemmes ammoniakfordampningen som en procentuel andel (= emissionsfaktor) af mængden af totalkvælstof for hvert led i håndteringskæden af gødningen.

Emissionsfaktorerne udtrykkes som en procentuel andel af totalkvælstof i gødningen på trods af, at emissionen fra flydende gødning udelukkende hidrører fra gødningens indhold af ammoniumkvælstof. Så længe de kemisk-fysiske forhold i gødningen er uændrede, vil modellen være valid, idet de anvendte emissionsfaktorer implicit afspejler gødningens fysisk-kemiske sammensætning i et givet stald-/gødningssystem. Ændres gødningens sammensætning, fx ved en reduktion af gødningens indhold af ammonium som følge af ændret fodring og/eller foderudnyttelse, burde de anvendte emissionsfaktorer ændres. Der diskuteres p.t., om emissionsfaktorerne for flydende husdyrgødning bør ændres, således at de baseres på ammoniumkvælstof i stedet for totalkvælstof.

Mens forskellen i ammoniakemissionsfaktorerne antages at reflektere den systematiske forskel mellem staldd typer osv., giver systemet ingen oplysninger om den betydelige forskel mellem bedrifter, som skyldes forskelle i fodringsstrategier og forskelle i stald-, lager- og markdrift. Det betyder, at et system baseret på emissionsfaktorer kun kan bruges til at lave en meget grov beregning af ammoniakfordampning fra en enkelt bedrift og endda kun en gennemsnitsfordampning over en årrække. Resultaternes sikkerhed vil afhænge af, hvor detaljerede oplysninger man har om den pågældende bedrift bl.a. om fodringspraksis og udbringningspraksis. Man skal op på et større område med flere hundrede bedrifter (måske 10 x 10 km), før der er bedrifter nok til, at den gennemsnitlige beregning er gældende. Der mangler endvidere data til at fordele husdyrtyper mellem staldd typer og om udbringningspraksis.

Ammoniakfordampningen vil have indflydelse på hvor meget kvælstof, der bliver tilbage til marktab i form af emission af lattergas, denitrifikation og nitratudvaskning. Derfor vil forskellen i ammoniakfordampningen mellem bedrifter også påvirke forskellen i størrelsen af disse tabsposter. Det er vigtigt at bemærke, at den nuværende regulering af kvælstofforbruget i

landbruget ikke tager højde for disse forskelle, da gødningsnormer og lager baseres på standardemissionsfaktorer, der ikke afspejler forholdene på den enkelte bedrift.

Dynamisk model

Beregninger af ammoniakfordampning fra en enkelt bedrift og med en finere tidsopløsning (fx månedsværdier) kræver dynamiske modeller og et forholdsvis stort databehov fra den pågældende bedrift. En høj tids- og rumlig opløsning er ønskelig i forbindelse med beregninger af spredning af ammoniak og den efterfølgende deposition på følsomme naturområder. Dynamiske modeller er også bedre til at estimere effekten af tiltag til nedsættelse af ammoniakfordampning og vekselvirkninger med tabet af andre stoffer. I FASSET-modellen er stald-, lager- og marktab simuleret med dynamiske moduler. Modellen er under videreudvikling i et projekt (FARM-N), som afsluttes i 2006, dog med en begrænset testning af stald- og lagermodellerne, da der primært fokuseres på nitratudvaskning.

Bilag 5.3 Kvælstofstab ved denitrifikation

Finn P. Vinther

Denitrifikationen betegner de mikrobiologiske processer, hvorved jordens kvælstof omdannes til luftformige forbindelser; først og fremmest lattergas (N_2O) og frit kvælstof (N_2).

Denitrifikationen, som er særdeles vigtig både i landbrugs- og miljømæssig henseende, er imidlertid en af de vanskeligste processer i kvælstofkredsløbet at kvantificere, idet den er kendetegnet af en meget stor både rumlig og tidslig variation. Der kræves mange, hyppige og ressourcekrævende målinger, for at man med rimelig sikkerhed kan kvantificere denitrifikationen. Målinger er derfor oftest udelukket, og man må ty til matematiske modeller.

Dynamiske modeller

Under danske forhold anvendes i reglen den deterministiske simuleringsmodel DIASY (Hansen et al., 1990), som på markniveau beskriver samspillet mellem sædskifte, jordtype, N-gødskning og klimaforhold på vand- og kvælstofbalancen. Modellen indeholder et denitrifikationsmodul, der på basis af stofomsætningen (CO_2 produktion), nitratkoncentration og en "vandfunktion", beregner denitrifikationen. Den eksisterende model for denitrifikation og lattergasemission i DAISY, som også indgår i FASSET, har imidlertid vist sig at forudsige for lave værdier for gasformigt N fra jord. Med baggrund i dette er lattergasemissionen og denitrifikationen under revision vha. data fra England, Finland og Danmark (Chatskikh et al., 2003). Dette arbejde har vist, at det er nødvendigt at reformulere denitrifikationens vand- og temperaturrespons. Desuden er der på basis af eksisterende litteratur udviklet en ny model for tab af lattergas fra nitrifikations- og denitrifikationsprocesserne.

Empirisk model

Da der til de dynamiske modeller kræves en række inputdata, som under praktiske forhold ofte er vanskelige at fremskaffe, er der her forsøgt beskrevet en empirisk model til kvantificering af denitrifikationen, hvor kun oplysninger om jordtype, gødningstype og -mængde er nødvendige.

Modellen bygger på en overordnet model til beregning af denitrifikationen på landsplan (Vinther, 2002), hvor denitrifikationen blev beregnet som

$$\text{Denitrifikation} = (N_2O\text{-emission}) \times (N_2/N_2O\text{-forholdet})$$

uden hensyntagen til eventuelle forskelle mellem jordtyper.

Beregningen af denitrifikationen i denne model tager udgangspunkt i relationen mellem handelsgødnings-N og N_2O -emission (Bouwman, 1996), som af IPCC (Intergovernmental Panel for Climate Change) anbefales til beregning af N_2O -emission. Denitrifikationen blev herefter beregnet ved at gange med N_2/N_2O -forholdet, der på basis af et større antal litteraturværdier (ca. 550) blev beregnet til 4,2. Da analysen af disse data endvidere antydede, at N_2/N_2O -forholdet var højere i jord tilført husdyrgødning end handelsgødning, blev der anvendt et N_2/N_2O -forhold på 5 for husdyrgødning, 4 for handelsgødning, og 4 for jord uden gødning ("baggrundsdenitrifikationen").

I modellen, hvor der skelnes mellem jordtyper, beregnes N₂O-emissionen som summen af en baggrundsemission (gens. 1 kg N/ha/år) og gødningsemissionen (kg gødnings-N x emissionsfaktor). Emissionsfaktorer for handelsgødning er sat til 0,008 og for husdyrgødning til 0,025, svarende til henholdsvis 0,8 og 2,5% af tilført gødnings-N (Klemedtsson & Klemedtsson, 2002). Mængden af N₂ beregnes på grundlag af litteraturværdier for forholdet mellem N₂ og N₂O. Idet det kan påvises, at der er en sammenhæng mellem N₂/N₂O-forholdet og jordens vandfyldte porevolumen (Vinther, 2003), som igen er relateret til jordtype, kan den samlede denitrifikation beregnes som funktion af jordtype, gødningstype og -mængde.

Beregningseksempler

Resultater beregnet med denne foreløbige model er vist ved tilførsel af 100 kg N/ha i form af handelsgødning eller husdyrgødning:

	Samlet denitrifikation, kg N/ha					
	JB1	JB2	JB3	JB4	JB5-6	JB7-8
Handelsgødning	2	5	5	8	11	13
Husdyrgødning	7	15	13	17	22	25

Kommentarer

De hydrauliske forhold i jorden, som fx dræningsforhold og højtliggende grundvandspejl, har stor betydning for denitrifikationen og bør inddrages ved vurderingen af de modellerede værdier. Ligeledes vil denitrifikationen i ånære arealer, som i dele af året kan være oversvømmet, eller hvor grundvandsstanden er tæt på jordoverfladen, sandsynligvis være højere, end hvad modellen angiver.

I N-fikserende afgrøder, hvor ca. halvdelen af den totale fikserede mængde kvælstof tilføres jorden i form af rodexudater og henfald af rødder og overjordiske plantedele, foreslås det at anvende 50% af N-fikseringen som gødningsinput og at bruge emissionsfaktoren og N₂/N₂O-forholdene som for husdyrgødning.

Humusjorde (JB11), og lavbundsjorde i øvrigt, er indtil videre ikke medtaget i modellen, idet der her gør sig helt andre forhold gældende end for mineraljorde.

Opskalering og sikkerhed

Som følge af den store variation og usikkerhed i de data (emissionsfaktorer og N₂/N₂O-forhold), der ligger til grund for denne foreløbige model (Vinther, 2003), vil der også være stor usikkerhed på den beregnede denitrifikation, og der vil under praktiske forhold være situationer, hvor modellen rammer forkert. Det kunne fx være, hvis gødningsudbringning efterfølges af usædvanlige nedbørsforhold. Det anses dog for sandsynligt, at der ved beregninger på større områder eller regioner omfattende forskellige jordtyper vil ske en vis udligning af usikkerheden, hvorved resultatet bliver mere pålideligt.

Diskussion

Bedriftsskala

Den største usikkerhed, der er knyttet til anvendelse af de omtalte metoder til fordeling af kvælstofoverskuddet på tabsposter på en enkelt bedrift, er usikkerheden omkring indholdet af kvælstof i husdyrgødningen. Det skyldes, at dyrenes N-udskillelse på bedriftsniveau varierer med forskellig fodringspraksis. Usikkerheden på N-udskillelsen er størst på kvægbedrifter, mens svinebedrifter har en mere ensartet fodringspraksis. For at kunne minimere usikkerheden på N indholdet i udbragt husdyrgødning kræves der oplysninger om fodringspraksis, stald- og lagerforhold. Disse data kan kun hentes fra den pågældende landmand.

For at beregne marktabsposterne kræves endvidere kendskab til sædskifte og gødningsplaner, herunder udbringningsmetode for husdyrgødning samt tidspunkt for tildeling af handels- og husdyrgødning. Af markspecifikke forhold kræves kendskab til jordtypen og dræningsforhold for hver mark.

Mellem metoderne til opgørelse af de forskellige tab er der forskel på den tidsskala, metoderne opererer på. Hvis en opgørelse over en kortere periode er ønsket, vil det være nødvendigt at benytte en dynamisk model. Det skyldes, at kun dynamiske modeller kan afspejle variationen i N-tab, som skyldes variationen i klima, samt midlertidig ophobning af N i lagrede foderstoffer, husdyrgødning og handelsgødning. Over en længere periode er det muligt at bruge både statiske og dynamiske modeller. Fordelen ved at bruge en dynamisk model er, at det normalt er nemmere at tilpasse simuleringer til den pågældende bedrift med disse modeller.

Regional skala

På regional skala vil driftsledereffekten være mindre, da fodringseffekten på N-udskillelsen fra dyrene samt stald- og lagereffekter nærmer sig standardværdierne. Generelt gælder de samme datakrav for sædskifte, N-gødskning, jordtyper og dræningsforhold i regionale modelberegninger som for bedriftsmodellering. Men ulemper ved at bruge standardtal for husdyrgødning og standarder for udbringningsteknikker og tidspunkt vil være mindre, da resultaterne er gennemsnitsbetragtninger for en række bedrifter. I regionale modelleringer vil data for sædskifte kunne indhentes fra ”Det Generelle Landbrugs register” (GLR) og gødningsplaner kan opstilles ud fra CHR-data (dyreart og antal dyr) samt indhentes fra nøgletal for udbragt handels- og husdyrgødning fra Plantedirektoratet.

Ved anvendelse af ovenstående inputdata vil det være muligt at estimere fordelingen af det samlede bedrifts-N-overskud mellem tabsposter med stigende sikkerhed jo flere bedrifter, der medtages. Over kortere perioder (< 5 år) vil det være nødvendigt at bruge dynamiske modeller og tilpasse markdrift til de pågældende år. Over længere perioder kan man bruge både dynamiske og statiske modeller.

Konklusioner

Med baggrund i ovenstående kan det konkluderes

- at der for en enkelt bedrift ikke findes metoder, der kan fordele et bedrifts-N-overskud ud fra en bedriftskvælstofbalance alene. En fordeling på tabsposter kan med størst sik-

kerhed gennemføres, hvis der foreligger kendskab til fodringspraksis, stald/lagerforhold samt sædskifte- og gødningsplaner. Desuden kræves markinformationer om dræningsforhold, jordtyper og lokale klimadata, samt

- at der på regional skala (større område, hvor der er mange bedrifter) er modeller tilgængelige, som kan beregne fordelingen på tabsposter ud fra standardtal og tilgængelige data fra registre (GLR- og CHR-data, og nøgletal fra Plantedirektoratet) samt oplysninger om det lokale klima og jordbundsforhold. Usikkerheden er størst ved beregninger for få bedrifter i regionen og vil falde med et stigende antal bedrifter.

Referencer

- Andersen, J.M., Sommer, S.G., Hutchings, N.J., Kristensen, V.F. & Poulsen, H.D. 1999. Emission af ammoniak fra landbruget - status og kilder. Ammoniakfordampning - redøgørelse nr. 1, Danmarks JordbrugsForskning, 63 pp.
- Abrahamsen, P. 1999. DAISY Program Reference Manual. DINA-notat No. 81. The Royal Veterinary and Agricultural University, 187 pp.
- Berntsen, J., Petersen, B.M., Jacobsen, B.H., Olesen, J.E. & Hutchings, N.J. 2003. Evaluating nitrogen scenarios using the dynamic whole farm simulation model FASSET. *Agricultural Systems* 76. 817-839
- Bouwman, A.F. 1996. Direct emission of nitrous oxide from agricultural soils. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 46, 53-70.
- Diekrüger, B., Söndgerath, D., Kersebaum, K.C. & McVoy, C.W. 1995. Validity of agroecosystem models. A comparison of results of different models applied to the same data set. *Ecological Modelling* 81. 3-29.
- Grant, R., Blicher-Mathiesen, G., Jørgensen, J.O., Kloppenborg-Skrumsager, B., Kronvang, B., Jensen, P.G., Pedersen, M. & Rasmussen, P. 2000. Landovervågningsoplande 1999. NOVA 2003. Afdeling for Vandløbsøkologi; Danmarks og Grønlands Geologiske Undersøgelse. 147 s. Faglig rapport fra DMU 334.
- Hansen, S., Jensen, H.E., Nielsen, N.E. & Svendsen, H. 1990. DAISY – Soil Plant Atmosphere System Model. NPO-forskning fra Miljøstyrelsen nr. A10, 272 pp.
- Hansen, S., Jensen, H.E., Nielsen, N.E. & Svendsen, H. 1991. Simulating of nitrogen dynamics and biomass production in winter wheat using the Danish simulation model DAISY. *Fertilizer Research* 27, 245-259.
- Joint EMEP/CORINAIR Atmospheric Emission Inventory Guidebook, Third Edition. Copenhagen: European Environment Agency, 2001.
- Klemedtsson, Å. K. & Klemedtsson, L. 2002. A critical analysis of nitrous oxide emissions from animal manure. I (Ed: Petersen, S.O. & Olesen, J.E.) *Greenhouse Gas Inventories for Agriculture in the Nordic Countries*, DIAS report No. 81, 107-121.

- Smith, P., Smith, J.U., Poulsen, D.S., McGill, W.B., Arah, J.R.M., Chertov, O.G., Coleman, K., Franko, U., Froling, S., Jenkinson, D.S., Jensen, L.S., Kelly, R.H., Klein-Gunnewiek, H., Komarov, A.S., Li, C., Molina, J.A.E., Mueller, T., Parton, W.J., Thornley, J.H.M. & Whitmore, A.P. 1997. A comparison of the performance of nine soil organic matter models, using datasets from seven long-term experiments. *Geoderma* 81, 153-225.
- 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, K., Andersen, H.E., Grant, R., & Østergård, H. 2000. Empiriske modeller til beregning af kvælstofudvaskningen fra rodzonen. DJF-rapport nr. 32 Markbrug. Danmarks JordbrugsForskning.
- Vinther, F.P. 2002. Kvælstoftab ved denitrifikation i rodzonen i perioden 1985 til 2000. DJF-baggrundsnotat for VMP II. <http://www.agrsci.dk/vandmiljo>
- Vinther, F.P. 2003. Empirisk model til kvantificering af denitrifikation. DJF-rapport (under udarbejdelse).