

# **Næringsstofbalancer på bedriftsniveau til forenklet regulering af landbrugets næringsstofforbrug og -overskud**

Aarhus Universitet  
Det Jordbrugsvidenskabelige Fakultet  
Institut for Jordbrugsproduktion og Miljø  
Ib Sillebak Kristensen og John E. Hermansen

31. marts 2009

## Indholdsfortegnelse

	Side
1. Introduktion	3
2. Udarbejdelse af bedriftsbalancer for kvælstof og fosfor	4
2.1 Definition af og opstilling af modeller for næringsstofbalancer på bedriftsniveau	4
2.2 Betydningen af de enkelte poster for typiske bedrifter	6
2.3 Datakrav og regnskabsmetode	8
2.4 Muligheder for datafremskaffelse og kontrol	8
2.5 Opdeling af bedriftsbalance i besætnings- og markbalance	9
2.6 Fordeling af overskud af næringsstoffer på tabsposter og ændring i jordpulje	10
3. Opstilling af mulige principper for valg af grænseværdier for acceptabelt næringsstofoverskud samt betydningen heraf for tab og produktionstilpasning	10
3.1 Udvikling af metoder til opstilling af grænseværdier for næringsstofoverskud	10
a. <i>Grænseværdi baseret på typetal fra samme bedriftstype og jordtype</i>	11
b. <i>Grænseværdier baseret på produktionseffektivitet</i>	13
c. <i>Grænseværdier baseret på specifik driftsform</i>	14
3.2 Jordbrugsbedrifters mulige tilpasning under en regulering med næringsstofbalance- miljømæssige og økonomiske konsekvenser	15
a. <i>Grænseværdier baseret på typetal fra samme bedriftstype og jordtype</i>	15
b. <i>Grænseværdier baseret på typetal for effektivitet afhængig af jordtype og produktion</i>	18
c. <i>Grænseværdier baseret på specifik driftsform modelleret med VVM værktøjet Farm- N</i>	18
d. <i>Mindre produktionsgrene</i>	18
4. Specificering af forslag til implementering af balancemodellen samt konsekvensvurdering	19
4.1 Forslag til balancemodeller	19
4.2 Sammenhæng og overblik over tabsposter set i relation til den nuværende praksis	19
4.3 Skitse til administrations- og kontrolmodel samt omkostninger ved anvendelse af balancemodell som reguleringsmodel	20
5. Konklusion	21
6. Perspektiver	23
7. Litteraturliste	24
8. Appendiks 1. Muligheder for estimering af forskellige tabsposter (på grundlag af bedriftsbalancer)	27
Appendiks 2. Korrektion af bedrifts N-balancer for arealer med varig græs og brak	28
Appendiks 3.1. Eksempler på afgrøde norm N-balancer og N-effektiviteter	30
Appendiks 3.2. Eksempler på norm N-effektiviteter for husdyr	33
Appendiks 3.3. Forventet ændret udvaskning ved ændret management som følge af afvigende bedriftsbalance i forhold til grænseværdi	33

## 1. Introduktion

På de fleste landbrugsbedrifter udgør den andel af det tilførte kvælstof, som kan frasælges i animalske og vegetabiliske produkter, typisk mellem 20 og 55% af import. Denne effektivitet i udnyttelsen af tilførte næringsstoffer kan opgøres ved relativt simple balanceberegninger på bedriftsniveau, hvor tilførslen af kvælstof – og f.eks. fosfor – beregnes primært ud fra næringsstofindholdet i indkøbte foder og gødningsmidler og fraførslen tilsvarende bestemmes ved hjælp af bilag på solgte produkter. Forskellen mellem tilførte og fraførte næringsstoffer betegnes næringsstofoverskuddet. Under bestemte forudsætninger kan overskuddet anses for overvejende tabt for produktionen og er dermed et estimat for udledningen af næringsstoffer til miljøet.

En model til regulering af jordbrugets næringsstofanvendelse baseret på balanceregnskaber kan udformes på en sådan måde, at der skabes et incitament for virksomheden til at optimere næringsstofudnyttelsen på bedriftsniveau. Optimering af næringsstofudnyttelsen vil sige, at den største mulige andel af de tilførte næringsstoffer indgår i produkterne (f.eks. korn, mælk og kød). Under en alt andet lige forudsætning vil tabet til omgivelserne af et næringsstof blive reduceret i takt med at overskuddet reduceres.

For i praksis at afklare anvendeligheden af næringsstofbalancen til reguleringsformål, er der behov for at få belyst en række forhold knyttet til valg af model for næringsstofregnskab, datakrav, herunder sikkerhed og kontrolmuligheder, samt mulighederne for at næringsstofregnskabet kan udnyttes til vurdering af forskellige emissioner fra landbrugsproduktionen. I denne sammenhæng blev der i regi af ”arbejdsgruppen om iværksættelse af pilotprojekt om balanceregnskaber” jf. aftalen om Vandmiljøplan III, iværksat et projekt til at belyse ovennævnte forhold.

Det overordnede formål med projektet var at frembringe et kvalificeret grundlag for en politisk stillingtagen til en eventuel anvendelse af næringsstofbalancer på bedriftsniveau som administrations- og kontrolgrundlag for jordbrugets næringsstofanvendelse

Specifikt var det målet med projektet at

- forbedre *grundlaget for valg af model for næringsstofbalancer på bedriftsniveau* med tilhørende krav til dokumenterede data baseret på *analyser af usikkerheder, kontrolmuligheder m.m.*
- beskrive og vurdere forskellige *metoder til fastlæggelse af grænseværdier* for landbrugsbedrifters næringsstofoverskud beregnet efter balancemodellerne
- vurdere hvordan forskellige bedrifter kan tænkes at tilpasse sig en eventuel indførelse af regulering ved hjælp af bedriftsbalancer
- opstille forskellige *forslag til implementering* af en regulering
- vurdere økonomiske og miljømæssige konsekvenser af en regulering
- undersøge mulighederne for at anvende eventuelt obligatoriske næringsstofbalancer og fordeling af overskuddet på tabskilder i forbindelse med miljøgodkendelser.

Det bemærkes, at sidstnævnte problemstilling vedrørende anvendelse af næringsstofbalancer i forbindelse med miljøgodkendelsen er afrapporteret i DJF rapport nr. 124 og implementeret i administrationen allerede og vil derfor ikke blive behandlet yderligere her.

Projektet er gennemført sideløbende med et pilotprojekt vedrørende balanceregnskaber, hvor formålet var at undersøge anvendelse af balance regnskaber som grundlag for udbyttekorrektion ved an-

vendelse af foder dyrket på egen bedrift i gødningsregnskabet. Pilotprojektet var budgetteret til at omfatte 500 bedrifter, men alene 64 bedrifter deltog fuldt ud i pilotprojektet over en 3 årig periode. De mulige årsager hertil er der redegjort for i evalueringen af pilotprojektet. Oprindeligt var det planen at data fra disse bedrifter med fordel kunne indgå som datagrundlag i nærværende projekt. DJF vurderede imidlertid, at det til formålet var bedre at anvende data fra grønne regnskaber udarbejdet i perioden 1999-2006, da datamaterialet her var væsentlig større - i alt 2299 bedrifter, hvoraf 847 havde valide mark- og besætningsbalancer med registreret foderoptagelse og deraf beregnede plan-teudbytter. Disse data udgør således det væsentligste datamateriale i nærværende projekt.

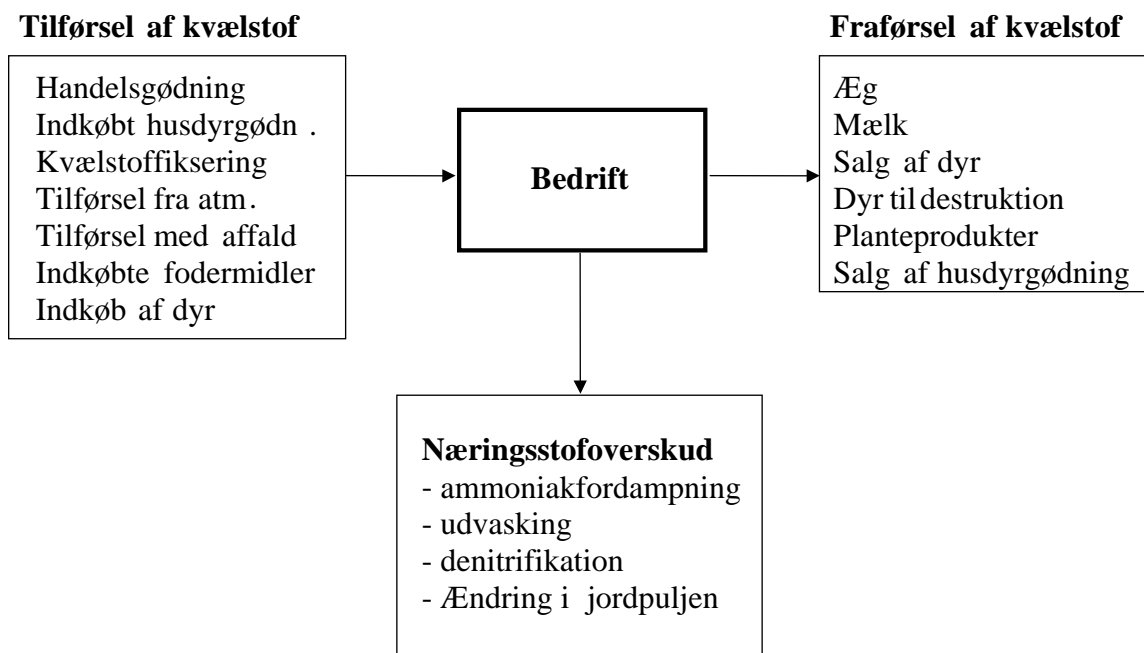
## **2. Udarbejdelse af bedriftsbalancer for kvælstof og fosfor**

### **2.1 Definition af og opstilling af modeller for næringsstofbalancer på bedriftsniveau**

Siden 1990'erne har næringsstofbalancer på bedriftsniveau været brugt i større eller mindre udstrækning i forskellige lande, dels til vurdering af miljøpåvirkninger og dels som et beslutningsstøtteredskab for at optimere bedriftens egen ressourceudnyttelse. I enkelte lande har det været et lovkrav, men i de fleste tilfælde en frivillig foranstaltning, som en del af rådgivningen til landmændene.

Principperne i næringsstoffregnskabet er en beregning af hvor meget næringsstof (her N og P), der tilføres bedriften i form af bl.a. foder og gødning, fratrukket den mængde næringsstoffer der fraføres, primært i form af salgbare produkter, men også f.eks. i form af fraført husdyrgødning. Der kan imidlertid i praksis træffes en række valg med hensyn til, hvilke poster der inkluderes i næringsstoffregnskabet afhængig af mulighederne for datafremskaffelse og formålet med regnskabet.

I Danmark har der hidtil været inkluderet de poster for tilførsel og fraførsel af næringsstoffer, der fremgår af figur 1, eksemplificeret med kvælstof. Denne model anvendes i forskningsmæssig sammenhæng (Watson et al., 2002; Nielsen & Kristensen, 2005; Schrøder et al., 2005), i udarbejdelse af grønne regnskaber for landbrugsbedrifter (Landbrugets rådgivningscenter, 2007) og senest som et element i VVM vurderinger ved ansøgning om udvidelse af husdyrbrug (Petersen et al., 2006). Modellen omfatter typisk et års regnskab og forudsætter, at der er taget hensyn til eventuelle lagerfor-skydninger af de poster, der indgår i regnskabet.



**Figur 1. Relevante poster i et næringsstofregnskab, eksemplificeret med kvælstof.**

I Sverige gennemføres i stort omfang beregning af bedriftsbalancer i programmet STANK (Nielson og Linge, 2005). Principperne herfor er identiske med principperne for danske grønne regnskaber.

I Holland er der mangeårige erfaringer med systemet MINAS. I det system indregnes ikke N-fiksering via bælgeplanter eller deposition fra atmosfæren, fordi disse poster er vanskelige/dyre at dokumentere i praksis. Endvidere er  $\text{NH}_3$ -fordampningen fra stalde og gødningslagre estimeret på grundlag af typetal og medregnet som fraført, idet disse posters ikke antages centrale for at vurdere udvaskningsrisikoen (Aarts, 2005). Dette system er således væsentlig forskelligt fra det danske og svenske system.

Betydningen af at inkludere/ekskludere poster har både teoretisk og praktisk interesse. Idéen med det danske og svenske system er, at der fås en samlet opgørelse af de mulige tab af næringsstoffer i form af luftformige emissioner og udvaskning, vel vidende at der er en kvælstof og fosfor dynamik i jorden, som der også må tages hensyn til i en konkret vurdering. Medregning af  $\text{NH}_3$ -fordampningen som et "udbytte", som det sker i MINAS, er et væsentlig anderledes koncept, som ikke findes relevant at arbejde videre med her.

Som det er beskrevet i rapporten fra balancegruppen for Vandmiljøplan III (Jørgensen, 2004) er det muligt for hver enkelt bedrift at fremskaffe dokumenterede oplysninger om importerede og solgte næringsstoffer for de enkelte bedrifter. Disse poster er således bestemt med en stor sikkerhed. Teoretisk kan lagerforskydninger også bestemmes med stor sikkerhed, men i praksis vil der være en betydelig usikkerhed knyttet til lageropgørelser af foder og husdyrgødning.

Mængden af tilført kvælstof ved biologisk fiksering og fra atmosfæren må modelleres ud fra typetal.

## 2.2 Betydningen af de enkelte poster for typiske bedrifter

I tabel 1 er vist posterne i N-balancen samt den samlede P-balance for forskellige bedriftstyper: nemlig konventionelle malkekvægsbrug, økologiske malkekvægsbrug, svinebrug og konventionelle bedrifter med en dyretæthed under 0,7 DE pr. ha. Sidstnævnte er karakteriseret som planteavlsbrug. Næringsstofregnskaberne for de fire bedriftstyper er baseret på gennemsnitstal for grønne regnskaber udarbejdet i perioden 1999-2006, i alt 1946 bedrifter.

Data i tabel 1 viser således gennemsnits resultatet over en periode, hvor der er sket væsentlige skærpelser for gødskning. I efterfølgende figur 2 er derfor alene vist modellerede resultater for år 2006, hvor gødskningsreglerne ikke er meget forskellige fra de nuværende. Effekten af årene kan ses i Kristensen (2009).

**Tabel 1. Næringsstofregnskab for fire bedriftstyper, N og P overskud, kg pr. ha.**

Datagrundlag	Konv. mælk	Økol. mælk	Svin	Planteavl
Antal observationer	484	336	758	376
Areal, ha gns.	111	120	158	172
DE/ha, gns.	2	1	1	0
<i>Input,</i>	Kg N pr. ha			
Foder indkøbt	133	66	211	36
Handelsgødning	64	0	58	102
N-fiksering	30	83	3	5
Dyr	2	1	12	3
Deposition, udsæd	18	17	18	17
Husdyrgødning købt	15	19	17	14
Husdyrgødning, startlager	71	53	77	21
Afgrøder, startlager	51	48	25	31
<b>Tilført i alt, inkl. lagre</b>	<b>384</b>	<b>288</b>	<b>421</b>	<b>229</b>
<i>Output</i>				
Mælk	44	33	0	0
Dyr	12	7	100	17
Afgrøder solgt	23	7	45	85
Husdyrgødning solgt	23	22	41	11
Husdyrgødning, slutlager	75	56	83	17
Afgrøder, slutlager	57	52	27	33
<b>Bortført i alt, inkl. lagre</b>	<b>234</b>	<b>177</b>	<b>297</b>	<b>163</b>
<b>Kvælstofoverskud</b>	<b>150</b>	<b>111</b>	<b>124</b>	<b>66</b>
<b>P-overskud, kg P pr. ha</b>	<b>10</b>	<b>4</b>	<b>8</b>	<b>1</b>

De største poster udgøres typisk af indkøbt foder, handelsgødning, N-fiksering og husdyrgødningslagre.

Depositionen udgør kun en mindre post i det samlede regnskab. Depositionen har en teoretisk betydning for næringsstofudnyttelsen, men ingen praktisk betydning for reguleringsformål, idet driftsledere ikke kan påvirke størrelsen, og størrelsen under alle omstændigheder er moderat.

Tilførslen af næringsstoffer fra atmosfæren måles 10 steder i forskellige egne af Danmark, og tilførslen varierer på amtsniveau mellem 12 og 21 kg N ha<sup>-1</sup> (Ellermann *et al.*, 2004). Depositionen kan beregnes på kommuneniveau med en model, der er beskrevet af Ellermann *et al.* (2005) og som er tilgængelig på hjemmesiden <http://www.dmu.dk/luft/luftforurenings-modeller/deposition>. Til praktiske formål anvendes hyppigt et typetal for dyrkede områder (15 kg N ha<sup>-1</sup>; Nielsen og Kristensen, 2005). Ved udarbejdelse af grønne regnskaber anvendes dette typetal med mindre der er specifikt kendskab til aktuelt nedfald. I så fald kan dette bruges. Tilsvarende princip anvendes i det svenske STANK program.

Omvendt kan det ses, at N-fikseringen kan udgøre en væsentlig del af den samlede N-balance. Da denne størrelse også i høj grad afhænger af driftens tilrettelæggelse, er det et vigtigt element at inkludere også ved regulering. Samtidig ses, at næringsstofferne i lagrene typisk udgør en betydelig del af den årlige balance, hvorfor det er en størrelse, der må forholdes til.

Der er udarbejdet metoder til estimering af kvælstoffikseringen i forskellige afgrøder, som er baseret på kvælstofindholdet i høstudbyttet. I blandingsafgrøder som kløvergræs baseres kvælstofindholdet på indholdet i bælgplantedelen. I rene bælgplantemarken kan fikseringen beregnes direkte fra udbyttet efter Høgh-Jensen *et al.* (2003). I afgrøder med både bælgplanter og enkimbladede korn/græsser må der gøres en række andre forudsætninger. Forslag til typetal for kvælstoffikseringen i forskellige bælgplanteafgrøder fremgår af Kristensen (2004). På grundlag heraf har Hvid (2004) lavet typetal under forskellige forudsætninger med hensyn til afgrøde, udbyttens niveau og jordtype til brug for udarbejdelse af grønne regnskaber.

I tabel 2 er vist usikkerheden på bedriftsbalancen under forskellige forudsætninger. Ved at beregne balancen over flere år bliver spredningen væsentlig reduceret, fordi variationen knyttet til lagerforskydninger reduceres kraftigt. Derfor foreslås, at der ved eventuel implementering beregnes et gennemsnit over flere år, f.eks. et 3 års glidende gennemsnit. Det svarer til, at kun den akkumulerede afvigelse fra en given grænseværdi bliver brugt i reguleringen.

Hvis den biologiske N fiksering og depositionen fastsættes alene ud fra arealanvendelsen, reduceres spredningen på balancen yderligere markant for økologisk mælkeproduktion. I praksis vil det betyde, at der skal anvendes samme typetal for de grænseværdier som den beregnede bedriftsbalance skal holdes op mod, hvorved den biologiske usikkerhed knyttet til disse forhold elimineres.

Det vil være mest hensigtsmæssigt at inkludere disse ikke målbare poster i regnskabet, fordi det giver bedst faglig mening, men at usikkerheden knyttet hertil samtidig neutraliseres ved at anvende typetal for den givne arealanvendelse.

**Tabel 2. Usikkerhed på balancer baseret på indkøb, salg og nettoforskydning i lagre, kg N pr. ha.**

	Konv. mælk	Økol. mælk	Svin	Planteavl
Indkøb i alt	262	187	318	177
Salg i alt	102	69	187	113
<b>Kvælstofoverskud</b>	<b>150</b>	<b>111</b>	<b>124</b>	<b>66</b>
Spredning på balancen beregnet for en 'given' over et år	33	33	30	18
Spredning på balancen beregnet over flere år (neutralisering af lagerforskydninger)	12	22	14	11
Spredning ved arealfastsatte typetal for N fiksering og atmosfærisk bidrag	8	5	13	10

## 2.3 Datakrav og regnskabsmetode

Som det fremgår af figur 1 er der behov for viden om bedriftens samlede indkøb og salg af kvælstof og fosfor i bl.a. foder- og gødningsstoffer samt salgbare produkter for den betragtede periode. Det anbefales, at der laves en årlig opgørelse og at denne følger kalenderåret ligesom driftsregnskabet.

Disse data er de samme som anvendes ved udarbejdelse af grønt regnskab og som senest er operationaliseret i "Balanceprojektet" (Plantedirektoratet 2007).

### I korthed gælder:

*For indkøbte foderblandinger og gødningsblandinger* er der behov for at kende N og P indholdet i de specifikke blandinger. Disse oplysninger stilles normalt til rådighed, når varerne købes via traditionelle foderstofforretninger.

*For korn og "rene" foder- og gødningsstoffer* findes der typetal, der kan anvendes. Disse fremgår bl.a. af Plantedirektoratets vejledninger vedrørende gødningsregnskaber. Dette gælder også grovfoder og husdyrgødning, men for disse emner må det anses, at den naturlige variation er relativ høj, hvilket kan betyde, at det under visse omstændigheder vil være relevant at stille krav om en analyse for disse emner. Det kan eksempelvis være tilfældet hvis emnerne udgør et væsentligt indkøb eller salg, men ikke hvis det 'blot' er lagerforskydning, da usikkerheden her kan håndteres på anden måde som tidligere omtalt.

Hvis der accepteres samme sikkerhed som for husdyrgødning i gødningsregnskaber ved den nuværende regulering, så kan sælger og købers modsat rettede interesse være et godt argument for at køber og sælger selv har interesse i at anvende husdyrgødningens reelle indhold. Samme argumentation kunne anvendes ved udveksling af foder og halm.

For omsætning af levende husdyr og salg af animalske produkter findes typetal for N og P (Poulsen et al., 2001, senest opdateret i Anon., 2008b).

Udover køb og salg fra bedriften er der behov for oplysning om størrelsen af N-fiksering samt atmosfærisk deposition. Depositionen fastsættes til landsgennemsnittet (15 kg) og N-fikseringen fastsættes til en konstant mængde per ha af N-fikserende afgrøde. Dvs. der er behov for oplysning om det samlede areal samt arealet med N-fikserende afgrøder.

Lagerforskydning af N- og P – primært i foder- og gødningslagre- fastsættes ud fra en mængdeopgørelse af de forskellige produkter (sammenfaldende med jordbrugerens statusforskydninger til driftsregnskabsmæssige formål) og typetal for produkternes N og P indhold.

Målinger af gennemsnitsindhold i husdyrgødning og foder har ved målinger på studielandbrug og svinebrug vist gennemsnitligt indhold, der svarer nogenlunde til gennemsnitlige typetal, selvom der selvfølgelig er stor års variation.

## 2.4 Muligheder for datafremskaffelse og kontrol

Overordnet set er et balanceregnskab bygget op som et økonomisk driftsregnskab og langt de fleste poster vil være de samme, som der skal bruges til et økonomisk regnskab. På tilsvarende måde som et økonomisk regnskab skal kunne revideres ved gennemgang af bilag, som opbevares på bedriften



eller hos dennes revisor, skal et balanceregnskab kunne revideres. Det kræver, at der for de relevante bilag skal foreligge en mængde og en angivelse af N og P indhold udover kronebeløbet.

Kyllingsbæk (2004) har beskrevet relevante kilder til datafremskaffelse. Man kan forestille sig forskellige former for automatisering af datafremskaffelsen, men af hensyn til kontrollen for ansvarsplacering forekommer det nødvendigt, at driftslederen (eller hans rådgivere) indberetter næringsstofregnskabet – fordelt på de relevante poster – til kontrolmyndigheden.

For varer der købes fra foderstofforretninger, fremgår disse oplysninger ofte allerede af bilagene. For andre varer kan der laves en sandsynlighedsvurdering af sammenhæng mellem kronebeløb, mængde og N- og P- indhold i forhold til relevante typetal.

For handel mellem bedrifter vil eksport fra én bedrift være import til en anden bedrift og denne sammenhæng kan kontrolleres.

Nogle mængder kan omsættes uden nødvendigvis at blive værdisat – f.eks. halm eller efterafgrøder. I den udstrækning, der er udveksling mellem bedrifter, der laver næringsstofregnskab, kan det kontrolleres om et salg ét sted, medfører indkøb et andet sted. Ellers vil sådanne poster være vanskelig at kontrollere. Det vil således være vigtigt, at jordbrugeren specifikt erklærer, at regnskabet omfatter alle de produkter, der er importeret og eksporteret.

Udover mængde omsætning er der behov for oplysning om arealet. Oplysningerne kan kontrolleres mod den opgivne arealanvendelse i hektarstøtteordningen.

## **2.5 Opdeling af bedriftsbalance i besætnings- og markbalance**

En af ideerne i et næringsstofregnskab er, at det - udover eventuelt at kunne tjene til en lovbestemt regulering af landbrugets næringsstofstab - kan give jordbrugeren en relevant information til at optimere sin produktion under hensyn til at minimere næringsstofftabene. Erfaringer viser, at den samlede bedriftsbalance ikke umiddelbart er velegnet til at understøtte rådgivning i forbindelse hermed. For at give mening for landmand og rådgiver er der behov for at kunne splitte bedriftsbalancen op på en markbalance og en staldbalance for at identificere de processer, der skal forbedres.

At måle markudbytter og husdyrgødning er imidlertid meget ressourcekrævende under praktiske produktionsbetingelser, og sikkerheden afhænger i meget høj grad af antagelser, der skal gøres. Herved bliver det usikkert at bestemme produktionseffektiviteten i henholdsvis mark og stald, og dermed hvor tabene reelt finder sted.

Der er således ikke umiddelbart en farbar vej for regulering i praksis til direkte opgørelse af mark- og stalddtab, idet data kun vanskeligt kan kontrolleres. Beslutningsstøtte til optimeret næringsstofhusholdning vil skulle baseres på bedriftsspecifikke modelberegninger i stedet for.

Derimod er det vigtigt at opstille de groft beregnede mark- og staldbalancer for at kunne lave en effektiv rådgivning af landmanden med henblik på at vurdere praktiske muligheder for forbedringer. I forbindelse med skønsmæssig fastsættelse af foderoptagelse af egen avl er der således fundet værdifuldt at fastlægge markudbytterne og foderoptagelsen, også selvom problemer med lagerfastlæggelse ved nytår kan medføre relativt stor årlig usikkerhed.

## **2.6 Fordeling af overskud af næringsstoffer på tabs-poster og ændring i jordpulje**

Bedriftsoverskuddet som beskrevet i de foregående afsnit giver et godt billede af de potentielle tab af kvælstof og fosfor ved produktionen. Omvendt kan ikke direkte udledes den aktuelle udvaskning og ammoniakfordampning alene på grundlag af balancen.

Udvaskning og ammoniakfordampning kan estimeres på anden vis, men erfaringer viser, at de estimerede emissioner herved normalt ikke er kohærente med en massebalance – som bedriftsbalancen - der er væsentlig mere sikkert bestemt. Det var årsagen til, at der i arbejdet med ensartethed i sagsbehandlingen i forbindelse med miljøgodkendelse ved husdyrudvidelser (Petersen et al., 2006) blev taget udgangspunkt i såvel bedriftsbalancen som de individuelt estimerede tab ved udvaskning, denitrifikation og ammoniakfordampning samt ændringer i jordens N-pulje efter eksisterende modeller. Modellerne kræver information om lokalitet, jordtype, bedriftstype (kvæg versus andre), arealanvendelse, dyrehold, staldtype.

I dette arbejde, der nu er implementeret i værktøjet Farm-N (Vinther et al., 2007), tages udgangspunkt i en norm-baseret bedriftsbalance. Summen af N-tab og puljeændring estimeret individuelt med de nævnte modeller vil sjældent være lig med tabspotentialitet (markoverskuddet) beregnet på grundlag af bedriftsbalancen. Der er derfor indlagt en simpel algoritme, der fordeler denne rest mellem høstudbytte, denitrifikation, jordpuljeændring og udvaskning.

Ved normberegninger inkluderes en korrektion for udbyttestørrelse. Hvis tilsvarende princip anvendes på en 'målt' bedriftsbalance vil korrektionen udelukkende finde sted på de øvrige poster, hvoraf udvaskningen vil være størst og få den største korrektion. Det er ikke på nuværende tidspunkt muligt at få afklaret om den anvendte fordelingsmetode vil være ligeså velegnet, når der tages udgangspunkt i målte balancer.

I appendiks 1 er vist den typiske fordeling af tab på tabsposter for malkekvæg-, svine-, og plantebrug. En vigtig egenskab er, at ændringerne i jordens N pulje estimeres. I eksemplerne varierer denne fra -6 til 18 kg N pr. ha, men kan sagtens variere mere fra ca. -10 kg N/ha tæring per år ved planteavlbedrifter, hvor halmen fjernes, til ca. + 40 deponering på kvægbedrifter med meget græs.

## **3. Opstilling af mulige principper for valg af grænseværdier for acceptabelt næringsstofoverskud samt betydningen heraf for tab og produktionstilpasning**

### **3.1 Udvikling af metoder til opstilling af grænseværdier for næringsstofoverskud**

Der er nogle teoretiske problemstillinger at forholde sig til ved valg af grænseværdier, der skal anvendes for at stimulere landbruget til effektiv ressourceudnyttelse og lave tab.

Når bedriftsbalancen udtrykkes pr. ha vil det være afgørende for resultatet, hvor stort arealet er med vedvarende græs og lignende. Derfor giver det kun mening at vurdere en bedriftsbalance i forhold til miljøregulering, hvis der forud er korrigeret for den del af arealet, der ligger udenfor omdriften, dvs. at balancen (korrigeret) refererer til bedriftens omdriftsareal. Det giver også god mening, da der ofte kan være andre miljøinteresser knyttet til arealet udenfor omdriften. I appendiks 2 er redegjort for hvordan der kan korrigeres for andelen af bedriftens areal med varig græs.

Et andet aspekt vedrører jordens (omdriftsarealets) 'naturlige' mineraliseringsevne. Hermed menes den mineraliseringskapacitet, der ikke kan beskrives af jordtype, aktuel arealanvendelse samt anvendelse af husdyrgødning etc. Ved et balanceregnskab er det ikke muligt at tage hensyn til, at jor-

den på nogle bedrifter bidrager med en større N-mineralisering end andre bedrifter, og at disse bedrifter på den måde har et større input til produktionen. De nuværende normregler tager heller ikke hensyn hertil, men 'problemet' forstærkes ved en balanceregulering, da bedrifter med høj mineraliseringskapacitet må forventes at have en større produktion og herved får mulighed for at importere mere ved samme bedriftsoverskud.

Endelig kan det overvejes om grænseværdien skal fastsættes ud fra, hvad der for hver enkelt bedrifts afgrødevalg og indretning af husdyrproduktionen repræsenterer en god praksis i forhold til næringsstofudnyttelse, eller om grænseværdier skal stimulere til ændringer i afgrødevalg mv. med henblik på at få så god en næringsstofudnyttelse som mulig. I praksis vil der skulle gøres en række valg i hensynet mellem en relativ enkel regulering og tilgodeseelse af de enkelte bedrifters forudsætninger.

I det følgende belyses tre måder at bestemme grænseværdien på, men der er naturligvis andre metoder at fastlægge disse på. I alle tre tilfælde er referencegrundlaget et overskud afhængig af dyretætheden, men principperne medfører – i stigende grad – hensyn til bedrifternes faktiske produktionsstruktur. Det betyder for de enkelte bedrifter større ændringer i miljøreguleringen ved metode a i forhold til metode b og c, se nedenfor:

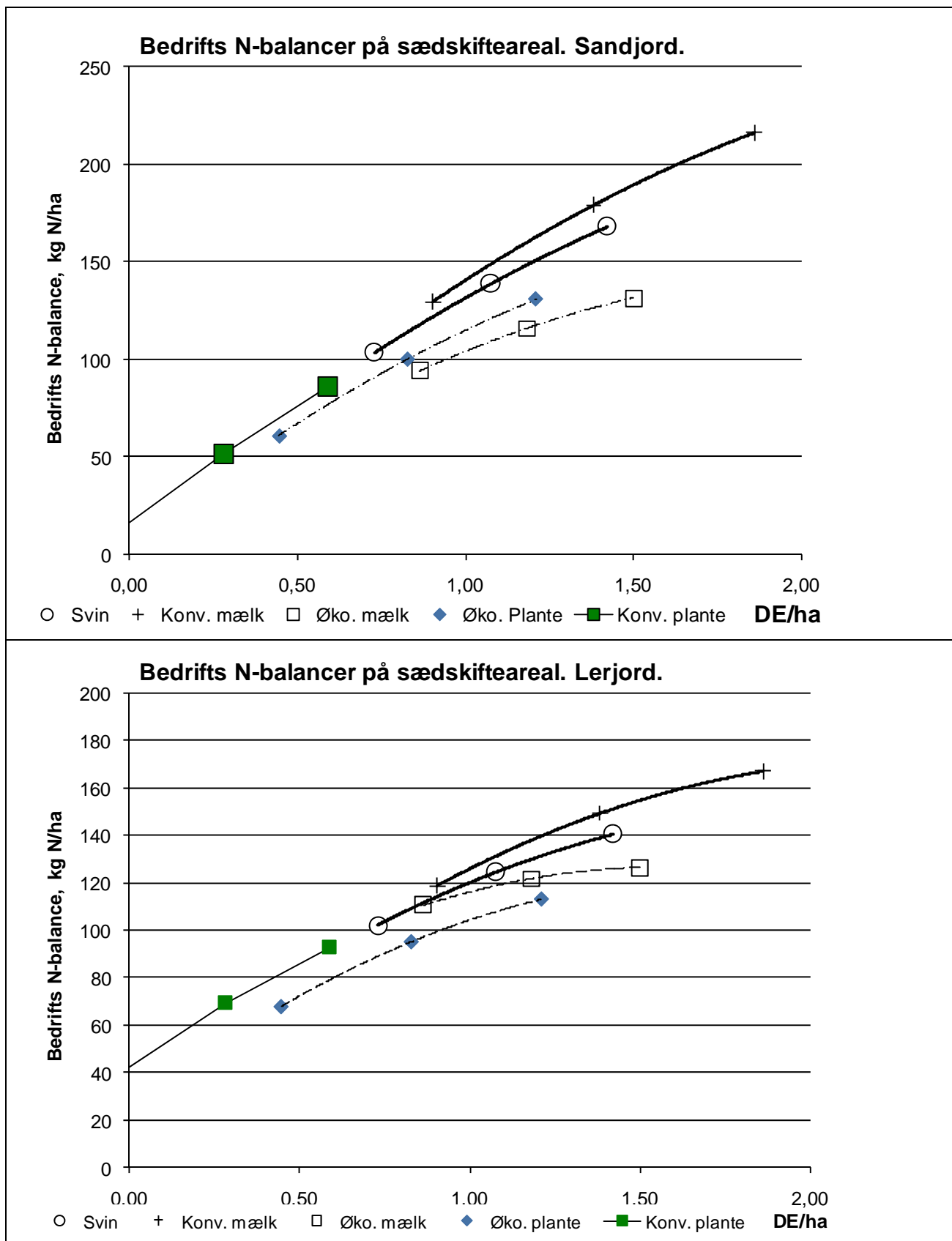
- a) En reference på forskellige jordtyper uanset dyregrupper, staldsystemer og gødningstyper
- b) En reference, der tager hensyn til bedriftens struktur og forskellig N-effektivitet ved produktion af forskellige produkter
- c) som b med en fordeling af overskud til normtab og ændringer i jord-N.

De valgte principper for grænseværdier for balancer er alle valgt så landmændene med høj effektivitet (højt output/input) kan øge deres indsats op til grænseværdien, mens landmænd med lav effektivitet må sænke indsatsen.

Ved valg af gennemsnitlig grænseværdi bør der i gennemsnit kunne anvendes samme mængde indsats som i dag, hvor der vil ske en omfordeling fra brug med lav effektivitet til brug med høj effektivitet. Men ved ønske om strammere miljøregulering kan grænseværdien sættes lavere end gennemsnittet, for eksempel 10% under gennemsnittet, ligesom N-kvoten i DK er valgt 10% under økonomisk optimum.

#### *a. Grænseværdier baseret på typetal fra samme bedriftstype og jordtype*

En måde at fastsætte grænseværdier på, er at bruge typetal for samme bedriftstype (hovedproduktion) og jordtype. Data fra de tidligere beskrevne grønne regnskaber er anvendt hertil gennem en statistisk analyse på 1988 grønne regnskaber. Oplysninger ved dataoprensning, detaljer om modelforudsætning m.v. foreligger i et internt arbejdsnotat (Kristensen, 2009). Bedrifternes N-balance ved stigende DE/ha er vist i figur 2. DE/ha er beregnet som udbragt mængde husdyrgødning divideret med 100.



Figur 2. N-balance for forskellige bedriftstyper fra henholdsvis -sand- og lerjord, kg N/ha sædskifteareal. Modelværdier er vist for år 2006 (Kristensen, 2009).

På sandjord (i gennemsnit på konventionelle brug i 2006) kan overskuddet beskrives ved en lineær sammenhæng ( $30 + 0,98 * 100 * \text{DE/ha}$ ) og med kun lille forskel mellem kvæg- og svinebedrifter, dog således at økologiske plante- og kvægbedrifter har et lavere N-overskud ved samme belægningsgrad. På lerjord kan overskuddet også beskrives ved en ret linje afhængig af dyreenheder/ha ( $51 + 0,67 * 100 * \text{DE/ha}$ ). Også her indebærer økologisk produktion et lavere overskud ved samme belægningsgrad og med kun lille forskel mellem kvæg- og svinebedrifter. Modellens standardspredning for konventionel produktion er 33,0 kg N/ha for konventionel produktion og 33,8 kg N/ha for økologisk produktion (Kristensen, 2009).

Den største del af kvægproduktionen foregår på sandjord og her er overskuddet ved samme belægningsgrad højere end for svinebedrifter. Gennem de senere år er den eksisterende miljøregulering strammet op for kvægbrug. Normforudsætningerne for kvægbruget er således blevet ændret i retning af, at der kan indføres mindre N gødning (lidt lavere normudbytter i grovfoder og et større foderforbrug hos opdrættet end tidligere antaget). Det vurderes derfor, at den nævnte forskel på overskud mellem kvæg og svinebedrifter ved samme dyretæthed er mindsket. Dette taler for, at der anvendes samme referencetal for kvæg og svin ved samme belægningsgrad, f.eks. baseret på en ret linje med forskellig intercept afhængig af jordtype. Det vil eliminere eventuelle grænsedragningsvanskeligheder med hensyn til blandede bedrifter. For planteavlsbedrifter, der indfører husdyrgødning, kan der som det nuværende beregnes en DE/ha baseret på indført mængde normhusdyrgødning.

Økologiske malkekvægsbedrifter vil typisk ikke blive påvirket af sådanne grænseværdier, idet de generelt har et lavere N-overskud ved samme dyretæthed. Økologiske svinebedrifter må omvendt formodes at blive påvirket væsentligt, da N-overskuddet for disse bedrifter ofte er meget højt.

Det nødvendige datagrundlag for en sådan regulering vil være det samme som der i dag anvendes ved udarbejdelse af grønt regnskab, suppleret med andel areal udenfor omdrift (omdriftsareal, indkøb og salg samt lagre af N og P, jordtype, dyreenheder, areal med N-fikserende afgrøder) jf vejledning om grønne regnskaber for landbrugsbedrifter (Landbrugets Rådgivningscenter, 2007).

På brug med dybstrøelse og dermed 45% udnyttelseskrav til udnyttelse af husdyrgødningen pt. vil en simpel grænseværdi medføre en strengere regulering end ved gylle. Det skyldes både det store behov for halmimport samt behovet for ekstra handelsgødning til at modvirke den lave gødningsvirkning af dybstrøelse. Vælges metode a kan det således blive økonomisk dyrt for brug med dybstrøelse, og f.eks. mink hvor der accepteres omkring 50% ammoniaktab af udskilt gødning fra mink i stalde med fast gødning (Anon., 2008a). Nedenstående metoder b og c er foreslået som eksempler til at håndtere denne problemstilling.

#### *b. Grænseværdier baseret på produktionseffektivitet*

Alternativt til typetal for forskellige bedrifter kan der etableres en grænseværdi baseret på N og P effektiviteten for forskellige produktioner. Effektiviteten kan fastsættes ud fra normudbytter, normudnyttelse hos husdyr og normudnyttelse af husdyrgødning.

Der kan f.eks. fastsættes normeffektiviteten for produkterne:

- Smågriseproduktion
- Slagtesvineproduktion
- Mælkeproduktion

- Kød fra drøvtyggere
- Fjerkræ
- Pelsdyr
- Kornproduktion
- Andre salgsafgrøder frø, bælgssæd m.v.

De tilhørende normeffektivitet for dyrenes husdyrgødning fra forskellige stald og lagersystemer er ligeledes specificeret i årlige normer (Anon., 2008a)

Som udgangspunkt kan vælges de nuværende normer for N-kvoter, afgrødeudbytter (Plantedirektoratet, 2008) og normudskillelse af husdyrgødning (Anon., 2008b), der er baseret på gennemsnitlige statistiske data. De nuværende normer er dog ikke beregnet til at skulle bruges til balanceregulering, og bør revurderes under hensyn til den valgte reguleringsmodel. Til eksempel skal det besluttes hvor mange besætnings- og staldtyper der skal opstilles normer for, hvor man kan overveje en forenkling fra nuværende detaljerede normer (Plantedirektoratet (2007), Anon., 2008a og b) til forenkede normer med kun ovenstående 8-10 hovedprodukter.

Foreløbige beregninger på 22 brug (77 grønne regnskaber) viser rimelig overensstemmelse mellem normberegnet N-balance baseret på norm-effektiviteten i husdyr og planteproduktionen og den målte balance. Analysen er foreløbig, men der tyder ikke på at være væsentlige forskelle i N-balancernes absolutte niveau, se Kristensen og Hermansen (2008).

Såfremt der vælges samme udnyttelse af husdyrgødning som i normerne (Plantedirektoratet, 2008) med 70-75% udnyttelse af kvæg- og svinegylle og 45% udnyttelse af dybstrøelse så vil regulering efter metode b. acceptere at fast gødning udnyttes ringere end flydende husdyrgødning, (og accepterer højere tab og indlejring i jord-N). Såfremt man ønsker at stimulere for eksempel bedre udnyttelse af fast gødning kan udnyttelseskravet skærpes yderligere, ligesom det er sket ved valg af de nuværende udnyttelseskrav til husdyrgødning, der er valgt til maksimal mulig udnyttelse af flydende gødning og for dybstrøelse 50% over målt gødningsudnyttelse, hvor der i markforsøg kun måles omkring 30% mark-effekt af dybstrøelse til vårkorn (Anon., 2007).

Fordelen ved den foreslåede norm N-balance, der er baseret på en forventet/ønsket effektivitet i næringsstofudnyttelsen for de enkelte produktioner, er, at den er enkel at beregne, idet alene salg af afgrøder og animalier skal anvendes. Den herved opnåede reference-balance udtrykker bedriftens strukturspecifikke norm niveau, hvorved det bliver muligt at tolke den målte bedrifts N og P-balance. Det er altså opnået en væsentlig forbedret sikkerhed for tolkning af bedriftens målte bedriftsoverskud i forhold til andre landmænd med samme bedriftstype og belægningsgrad. Endvidere vil det være nemmere at opdatere det relevante reference grundlag, idet ny viden om produktionseffektivitet (transformering af N og P i foder til produkter) typisk opnås for specifikke driftsgrene. Yderligere analyse er nødvendig for færdigudvikling af normmetoden.

En sådan regulering vil give landmanden incitament til at optimere afgrødevalg og staldtype i forhold til miljøpåvirkning, men inkluderer ikke umiddelbart hensyn til fordeling af tabsposter på emissioner. Dette er inkluderet i metode c.

### *c. Grænseværdier baseret på specifik driftsform*

Som nævnt indgår der et normbaseret balanceregnskab i VVM-godkendelsen pt. i værktøjet Farm-N. Det er en mulighed at tænke dette videreudviklet, således at den løbende miljøregulering tager ud-

gangspunkt i samme forhold, som ligger til grund for godkendelsen. Et forslag kunne være at sammenholde en målt N-balance (fra tilpasset grønt regnskab) med en norm N-balance beregnet med Farm-N. Her udtrykker norm-balancen landmandens strukturelle muligheder for næringsudnyttelse, idet normen tager bedriftsspecifikt hensyn bedriftens arealanvendelse, jordtyper, vandingsmulighed (potentiale for udbytte), ligesom bedriftens dyrehold med tilhørende norm-effektivitet på specifikke staldd typer med tilhørende normtab beregnes.

Anvendelse af metoden kræver således oplysning om lokalitet, bedriftstype (kvæg versus andre), jordtype, vanding, arealanvendelse, dyrehold og staldd typer til beregning af grænseværdien.

I Farm-N redskabet beregnes en optimal N-udnyttelse (forfrugtsvirkning, fordeling af husdyrgødning mellem afgrøder). En sådan regulering vil give landmanden incitament til at forbedre både den animalske og vegetabiliske produktion, samt udnyttelse af husdyrgødningen indenfor de eksisterende fysiske rammer og arealanvendelse.

I Farm-N fås en bedriftsspecifik fordeling af balancen fordelt på tabsposter, herunder estimering af kulstof- kvælstoflagring i jorden. Sidstnævnte kan være en vigtig egenskab ved øget fokus på CO<sub>2</sub> emissionerne knyttet til landbrug, hvor bedrifterne måske vil kunne godskrives en kulstoflagring i jord/skulle opfylde bestemte maximale udledninger. En sådan regulering vil skulle baseres på mange af de samme nøgletal som indgår i et næringsstofregnskab, og en regulering baseret på næringsstofregnskab kombineret med estimering af de enkelte tab/jordpuljeændringer vil således spille sammen med en eventuel klima-regulering. Bedriftsspecifikke tab vil ligeledes kunne anvendes ved udarbejdelse og kontrol af de kommende natur- og vandplaner, hvor det er nødvendigt at kende miljøeffekten af de enkelte parametre.

På ovennævnte grundlag konkluderes, at en grænseværdi for N og P balancen, som den registrerede balance holdes op mod, mest hensigtsmæssigt beregnes ud fra den ønskede N og P effektivitet i produktionen – altså under anvendelse af metode b eller c. Metode c synes mest fremadrettet, og den kan tilpasses, så den i varierende grad tager hensyn til bedriftsspecifikke forhold – enten anvendelse af bedriftens egne forudsætninger, der stimulerer til minimering af næringsstofftabene med de valgte afgrøder og staldd systemer, eller ved anvendelse af fastsatte mål for henholdsvis mark og staldd effektiviteten, der kan stimulere til ændringer i produktionens indretning (valg af afgrøder, valg af gødningshåndteringssystem).

### **3.2 Jordbrugsbedrifters mulige tilpasning under en regulering med næringsstoffbalance- miljømæssige og økonomiske konsekvenser**

Ved en regulering med næringsstoffbalancer sammenlignet med den nuværende regulering vil nogle bedrifter kunne få mulighed for at øge gødningsanvendelsen, mens andre vil skulle reducere gødningsanvendelsen med den driftsform som bedrifterne har pt. De aktuelle ændrede forudsætninger vil være forskellige afhængige af, hvorledes grænseværdien fastsættes. I det følgende er redegjort for nogle forventede mulige udfald ved de forskellige metoder til fastsættelse af grænseværdier.

#### *a. Grænseværdi baseret på typetal fra samme bedriftstype og jordtype*

Med den foreslåede metode til fastsættelse af grænseværdi vurderes det, at der samlet set vil kunne anvendes samme gødningsmængder som i dag, alt andet lige. Den samlede miljøbelastning vil derfor være af samme størrelsesorden som nu – eller reduceres i et vist omfang, idet der vil kunne an-

vendes mere gødning på bedrifter, hvor effektiviteten er høj, og mindre hvor effektiviteten er lav. Dvs. at udbytterne forventes at stige marginalt og dermed også fjernelsen af N og P.

Dette gælder med mindre reguleringen betyder en ændret praksis. Nogle bedrifter vil dog i sagens natur med en uændret praksis få en for høj balance, mens andre vil ligge under grænseværdien. Begge dele vil nødvendiggøre/stimulere til ændret praksis.

Ved en regulering efter grænseværdier på bedriftsbalancer af N og P bliver jordbrugeren stimuleret til at producere flere afgrøder med lave N-overskud. Det antages, at typiske bedrifter ikke kan øge produktionen af de givne afgrøder/husdyrdriftsgrene, da nuværende produktion allerede må antages at være optimeret. Ud over at vælge afgrøder med lave N-balancer må landmændene altså primært sænke inputtet, hvis bedriften ligger over grænseværdien.

På bedrifter med balanceopgørelser *over grænseværdien* må input sænkes, eller der må produceres produkter med højere N-udbytte. Inputtet kan reduceres ved reduceret indkøb af gødning eller reduceret indkøb af foder N og P eller ved at undlade dyrkning af N- fikserende afgrøder. Outputtet kan øges ved valg af afgrøder med større output ved uændret samlet gødningstilførsel eller f.eks. salg af halm eller andre biprodukter. Til eksempel vil brug med dyrehold kunne sænke både foder og gødningsinput, mens plantebedrifter alene kan sænke input af gødning. For plantebedrifter er salg af til eksempel halm en effektiv måde at øge output. Reduceret input vil næsten altid medføre en lidt lavere produktion og en væsentlig lavere miljøbelastning, idet marginaludbyttet er lavere jo højere gødningstilførslen er.

På bedrifter med balanceopgørelser *under grænseværdien* kan inputtet øges op til grænseværdien, såfremt det er økonomisk optimalt. En typisk årsag til at bedrifterne har lave N-overskud er højere planteavlsudbytter (Nielsen og Kristensen, 2007), når det antages at N-kvoten udnyttes til nær grænsen. Bedrifter der har et lav forbrug af N og P i foder i forhold til produktionen kan således øge inputtet af handelsgødning til grænseværdien. I praksis kan det forventes, at det ikke altid er økonomisk optimalt med 100% kompensation.

Nedenstående er vist nogle eksempler på miljøtilpasninger, dels generelle vurderinger og dels specifikke beregninger for nogle af tilpasningerne. Typiske ændringer i udvaskning er beregnet på hele sædskiftearealet, og er vist relativt i forhold til en gennemsnitlig driftsform på bedriftstyperne i 2002. Ændringerne er beregnet med normer for 2007 med Farm-N modellen, der anvendes ved VVM reguleringen (Vinther et al., 2007). Ved nedenstående beregninger er der taget udgangspunkt i, at en bedrift ligger henholdsvis 20 kg N/ha over eller under grænseværdien og følgelig må/ønsker at tilpasse sig til grænseværdien. De detaljerede modellerede resultater fremgår af appendiks 3, og ammoniaktab, denitrifikation og ændringer i jord-N kan ses i Kristensen og Hermansen (2008).

- a) Reduceret gødningsanvendelse kan ske ved at dyrke afgrøder med mindre N behov, f.eks. ved at dyrke vårsæd frem for vinterafgrøder. Selv om vinterafgrøderne har et højere udbytte, bliver den samlede effekt heraf, at N-overskud og miljøbelastningen (udvaskningen) øges lidt, idet jord-N reduceres som følge af mindre mængder planterester efter vårsæd med lavere udbytter. Kombineres vårsæd med dyrkning af grøngødnings-efterafgrøder, øges jord-N og udvaskningen reduceres væsentligt
- b) Der vil være et incitament til i højere grad at dyrke en N-fikserende afgrøde som ærter (lavere overskud, se appendiks 3), hvilket giver mulighed for anvendelse af større mængde gød-



- ning til de andre afgrøder. Det vil betyde en lidt højere udvaskning på 3-5% på hele bedriftens sædskifteareal.
- c) På kvægbrug vil der være et incitament til at erstatte kløvergræs med rent græs (lavere overskud, se appendiks 3). De miljømæssige konsekvenser heraf vil afhænge meget af græsmarksdriften, men det vil trække i retning af lidt (3%) større udvaskning dels som følge af afgrødeskiftet og dels som følge af mulighed for generel øget gødsning.
  - d) Salg af halm vil reducere jordens N pulje og give mulighed for højere import af gødning. Hvis effektive bedrifter øger deres input af handelsgødnings-N tilsvarende halmsalget, så øges udvaskningen 4-8% i forhold til nuværende regler. Hvis bedriften derimod ikke øger input af handelsgødning sker der ingen ændring i udvaskning, idet fjernelse af halm vil medføre en øget mineralisering af jord-N. Omvendt vurderes det, at salg af efterafgrøder vil være miljømæssig neutral (mulighed for øget N indkøb vil afbalanceres med N fraførslen og opbygning af jordpulje).
  - e) På husdyrbedrifter vil metoden stimulere til et lavere N og P indhold i importeret foder (undladelse af større tildeling end højest nødvendig). Hermed reduceres husdyrgødningens N indhold, og ammoniak fordampningen reduceres. Selv om det i nogle situationer giver mulighed for øget N indkøb i gødning vil den samlede miljøeffekt være væsentlig positiv (6-11% lavere udvaskning), som følge af den bedre udnyttelse af handelsgødning end af husdyrgødning.
  - f) På husdyrbedrifter vil tiltag der reducerer ammoniak fordampningen, give mulighed for at opretholde planteproduktionen ved et lavere N indkøb, eller at øge produktionen ved samme N indkøb, altså en positiv miljøeffekt for såvel udvaskning som ammoniaktab.
  - g) På bedrifter med stort husdyrhold og lille jordtilliggende, der altså sælger betydelige mængder husdyrgødning medfører balanceregulering, at de vil blive reguleret strengere end nu. Det skyldes, at luftformige tab i stald og lager er inkluderet i bedriftsoverskuddet, mens nuværende regulering kun regner på husdyrgødning fra lager. Disse bedrifter vil blive stimuleret til at reducere stald- og lagertabene og/eller at øge bedriftens jordtilliggende. Et alternativ kunne være at vælge produceret husdyrgødning, justeret for køb/salg som referencegrundlag i stedet for udbragt husdyrgødning.

Sammenfattende vurderes det, at miljøbelastningen for husdyrbedrifter vil blive reduceret væsentlig gennem ændringer i praksis, fordi den miljømæssige konsekvens for bedrifter, der bliver tvunget til at reducere input er større end konsekvenserne på de bedrifter, der kan øge inputtet. For plantebedrifter vil de miljømæssige konsekvenser være uændret eller forbedres lidt. Her vil der til gengæld være muligheder for at øge udbyttet ved øget gødsning på bedrifter, der ligger under grænseværdien.

Da skønsmæssigt mindst 45% af dyrkningsarealet er anvendt til produktion af mælk og svin, hvor der kan forventes reduceret udvaskning, og 28% areal med specialiseret planteavl med måske svagt fald i udvaskning, må det antages, at overgang til regulering efter grænseværdi på bedrifts næringsbalancer vil have en positiv miljøeffekt på udvaskning, når referenceværdien vælges til gennemsnitsniveau.

For typiske husdyrbedrifter antages de økonomiske konsekvenser at være små eller positive. For husdyrbedrifter hvor staldsystemet betinger en lav N-udnyttelse (f.eks. dybstrøelse), samt kvægbedrifter med stor andel af kødproduktion ved opdræt eller ammekvæg med lav N-udnyttelse vil de økonomiske konsekvenser kunne blive betydelige, idet disse bedrifter må reducere gødningsinput og dermed opnå lavere udbytte. På plantebedrifter er konsekvenser mere usikre. Helt overordnet vil

den foreslåede metode stimulere til effektivisering af produktionen, hvor de enkelte bedrifter vil have fordel af at producere det produkt som kan produceres med højest effektivitet i forhold til grænseværdierne.

#### *b. Grænseværdier baseret på typetal for effektivitet afhængig af jordtype og produktion*

Ved metode a) betyder et ændret udbytte på et kg N, at der kan tilføres bedriften et kg N ekstra uden at påvirke balancen. Ved at fastsætte grænseværdien ud fra en fastsat ønsket effektivitet betyder det, at der for hvert ekstra kg N produceret kan importeres fra 1,5 til 4 kg N ekstra afhængig af produktions form og fastsat udnyttelsesgrad, inklusiv accepterede norm-tab fra forskellige stald- og husdyrgødningslagre. Retningen af adfærdsændringer forventes at være de samme som ved metode a, men de aktuelle stimuli og effekter vil være større, dvs. der vil være en større omfordeling af næringsstoffer til bedrifter, der producerer effektivt, fra bedrifter, der producerer med en mindre effektiv næringsstofudnyttelse.

De økonomiske konsekvenser for bedrifterne vil være de samme som ved metode a, idet dog systemer med lav norm N-udnyttelse ikke vil blive påvirket i særlig grad (modsat metode a), fordi der tages hensyn hertil i fastsættelse af grænseværdien.

#### *c. Grænseværdier baseret på specifik driftsform modelleret med VVM værktøjet Farm- N*

I forhold til metode b) beregnes grænseværdien på alle de bedriftsspecifikke forhold som afgrøde- og staldtype mv. med udgangspunkt i de specificerede normer for hver driftsgren. Dvs. reguleringen vil ikke inkludere stimuli til at ændre produktionens sammensætning som sådan, men til at optimere de enkelte driftsgrene hver for sig. Dog forudsættes optimale udnyttelser af forfrugtsvirkning og husdyrgødning, hvilket 'strammer' kravene til den totale effektivitet, og medfører herved en reduktion af miljøeffekter.

Det vil betyde, at effektive bedrifter får mulighed for større N tilførsel og mindre effektive bedrifter må anvende mindre gødning, men i kraftigere omfang end ved metode a). Det vil alt andet lige betyde en mindre miljøbelastning. Til gengæld stimuleres der ikke til egentlige adfærdsændringer med produktion af produkter med lavt overskud (miljøbelastning). Derimod stimuleres til øget produktivitet af den nuværende produktion, bl.a. ved anvendelse af ny teknologi.

Metoden har den fordel, at der (forventelig) samtidig kan estimeres de relevante tabsposter, men den bygger på bedriftsspecifikke forudsætninger for f.eks. afgrødevalg og staldsystem. Det må overvejes at anvende en fælles effektivitet for grupper af produktioner, som i metode b til beregning af grænseværdien, således at reguleringen samtidig stimulerer til at vælge de mest miljøvenlige produktionsformer per produktgruppe.

Ved denne metode estimeres også ændringen i jordpuljen, hvorved det bliver muligt at medtage denne del i fastsættelse af grænseværdien. Hvis denne metode anvendes, kan der samtidig ved fastsættelse af grænseværdien tages hensyn til opbygning af jordens kulstof-kvælstof pulje.

De økonomiske konsekvenser for bedrifterne anses for at være små, jævnfør metode b).

#### *d. Mindre produktionsgrene*

Ovenstående analyse er gennemført for de største produktionsgrene i landbruget. For de mindre produktionsgrene er der ikke foretaget en tilsvarende analyse, men der forventes følgende: For fri-

lands svineproduktion (økologisk eller ej) vil en regulering på balancer betyde en kraftig regulering i forhold til i dag, da denne produktion typisk har et stort N overskud. For fjerkræ- og pelsdyrbedrifter er der typisk høje stalddtab (ammoniak). Ved fastsættelse af grænseværdien efter a og b vil det for disse bedrifter betyde en kraftigere stramning end for de store produktionsgrene, og de økonomiske konsekvenser tilsvarende større.

#### **4. Specificering af forslag til implementering af balancemodellen samt konsekvensvurdering**

I det følgende er belyst, hvordan en regulering på balancer i givet fald kan gennemføres og administreres isoleret set.

##### **4.1 Forslag til balancemodeller**

Det foreslås, at balancemodellen som præsenteret i Figur 1 benyttes, idet balancen er forskellen mellem indførte og fraførte næringsstoffer. Balancen opgøres på årsbasis og følger kalenderåret. Køb og salg af N og P i produkter dokumenteres gennem bilag. Ikke målbare poster som deposition og biologisk N-fiksering fastsættes med typetal for henholdsvis det samlede areal og arealet med N-fikserende afgrøder. Forskydninger i lagre af N og P (primært foder og husdyrgødning) opgøres og indgår i den årlige balance.

Den samlede balanceopgørelse korrigeres for areal med varig græs og tilhørende normbalance som specificeret tidligere. Herefter udregnes balancen per ha omdriftsareal og sammenholdes med en grænseværdi fastsat af myndighederne. Over- og underskud på denne forskel akkumuleres over år og må højst være 0 over en 3 årig periode beregnet med glidende gennemsnit. Det glidende gennemsnit af såvel aktuel balance som grænseværdi beregnes ud fra sum af total ha og total balance over de 3 år. Regnskabsteknisk overføres afvigelserne, således at de årlige næringsstofregnskaber kan afsluttes og kontrolleres årligt.

Ovenstående gælder uanset hvordan grænseværdien fastsættes. Af de tre modeller for grænseværdi som beskrevet tidligere foreslås, at der anvendes en kombination af metode b og c efter nærmere analyse. Metode c har den fordel at der (forventelig) samtidig kan estimeres de relevante tabsposter, men den bygger på bedriftsspecifikke forudsætninger for f.eks. afgrødevalg og stalddsystem. Det må overvejes at anvende en fælles effektivitet for grupper af produkter som i metode b til beregning af grænseværdien, således at reguleringen samtidig stimulerer til at vælge de mest miljøvenlige produktionsformer per produktgruppe.

Hvis denne metode anvendes, kan der samtidig ved fastsættelse af grænseværdien tages hensyn til opbygning af jordens kulstof-kvælstof pulje.

##### **4.2 Sammenhæng og overblik over tabsposter set i relation til den nuværende praksis**

Den foreslåede model (b og c) vil give mulighed for at have ét redskab, der inkluderer regulering af såvel udvaskning, som ammoniaktab og ændring i jordpuljer af N og P. Det forventes umiddelbart, at det herved vil være mere gennemskueligt og lettere at undgå suboptimering, hvor ændret drift ikke reducerer den samlede miljøbelastning. En anden fordel er, at konsekvenser af ændret produktion i de enkelte driftsgrene kvantificeres direkte til balancen, der i Farm-N fordeles til normtab. Det bliver således muligt budgettere/teste forskellige muligheder for at opnå en formindsket miljøbelastning. Tabsfordelingen på enkeltposter vil uanset beregningsværktøj være relativ usikker, men

når tabsposterne skal afstemmes imod balancen, kan usikkerheden reduceres til kun at være fordelingen mellem tabskilderne og ændringer i jord-N.

### **4.3 Skitse til administrations- og kontrolmodel samt omkostninger ved anvendelse af balancemodel som reguleringsmodel**

Jordbrugeren pålægges at aflægge et årligt næringsstofregnskab efter næsten samme metode som nuværende grønne regnskaber mht. næringsstoffer. Samtidig hermed udarbejder jordbrugeren et referencetal efter den valgte metode. Både opnået næringsstofregnskab og det tilhørende referencetal indberettes til PD årligt. Jordbrugeren er forpligtet til at opbevare de tilgrundliggende data for en periode på 4 år (bilag med køb og salg af produkter (kr. og kg) med tilhørende N og P-indhold). Det skal fremgå af regnskabet, hvornår et produkt er solgt til en anden virksomhed (og hvilken), der er reguleret under ordningen.

PD udarbejder et format for indberetningen, hvoraf fremgår såvel det årlige regnskab, som et akkumuleret regnskab for 3 år ved glidende gennemsnit som tidligere beskrevet.

Hvis den akkumulerede balance over 3 år overstiger 0 vil jordbrugeren blive udsat for sanktioner. Der er ikke undersøgt en hensigtsmæssig metode hertil men en mulighed er, at jordbrugeren pålægges en afgift på overskridelsen og at udarbejde en handlingsplan til nedbringelse af det akkumulerede overskud det følgende år. Handlingsplanen kunne eventuelt godkendes af PD og eventuelt undladelse af opfyldelse heraf kan udløse bødekrav.

Mulighederne for kontrol er

- a. screening af normeffektivitet på den indberettede produktion
- b. screening af indberettet arealanvendelse versus enkeltbetalingsansøgninger
- c. stikprøve på sammenhæng mellem køb og salg mellem virksomheder
- d. stikprøve til fysisk kontrol

*Ved den nuværende regulering* udarbejder jordbrugeren en gødningsplan for hver enkelt afgrøde, der er afstemt med afgrødens norm-behov for gødning, og ud fra hvilket en maksimal mængde indkøbt handelsgødning beregnes for bedriften. Denne mængde kan kontrolleres af kontrolmyndigheden ud fra regnskabs- og registeroplysninger. Som baggrund for de beregnede normbehov forestår Plantedirektoratet et arbejde med at vedligeholde og opdatere normer for næringsstoffer og emissioner for afgrøder og husdyrhold. Herudover administrerer Plantedirektoratet undtagelsesordninger til at kompensere for afvigelser mellem normer og faktisk husdyrgødningsproduktion og planteudbytter.

*Ved en balanceregulering* udarbejder jordbrugeren et balanceregnskab for bedriften som helhed som skitseret ovenstående. Afhængig af den model der måtte vælges ved en balanceregulering er der i varierende grad behov for at kontrolvirksomheden opdaterer og vedligeholder normer for afgrøder og husdyrhold. Ved den foreslåede metode a) er der ikke et særligt behov, da reguleringen ikke er baseret på normer, men på et fastsat maximalt næringsstofoverskud per ha. Ved de foreslåede metoder b) og c) er der på tilsvarende måde som nu behov for, at kontrolmyndigheden opdaterer og vedligeholder normer for produktionen. Derimod indebærer forslag b) og c), at der er taget hensyn til aktuell animalsk(husdyrgødningsproduktion) og vegetabilsk produktion, og at der følgelig ikke er behov for et system til at beregne og administrere afvigelser fra normer.

For jordbrugsbedriften kan det antages, at administrationsomkostningerne vil være mindre end det pt. koster at få lavet et grønt regnskab (5.000 – 10.000 kr.), fordi et grønt regnskab inkluderer mange andre forhold (pesticider, energi og vand, samt arbejdet med opdeling i mark- staldbalance med henblik på rådgivning). Det koster for nærværende fra 1.000 til 3.000 kr. at få udarbejdet et gødningsregnskab. Det vurderes, at nettoudgiften til at få lavet bedrifts næringsstofbalancer for N og P vil blive fra 3.000 til 5.000 kr. dyrere per bedrift end nu. Ved samtidig udarbejdelse af driftsregnskab (kr.) og næringsstofregnskab (N og P) vil der sandsynligvis kunne opnås en besparelse, idet regnskabsdata skal dokumenteres med samme bilag, hvor både beløb, mængde og indhold dokumenteres.

De tilpasningsmæssige konsekvenser for jordbrugsbedrifter er beskrevet i afsnit 3.2, og det er vurderingen at disse rent økonomisk vil være små eller positive. Undtagen er dog frilandssvineproduktion, hvor ændringen forventes at give anledning til betydelige tilpasninger.

De miljømæssige konsekvenser kan være forskellige for forskellige bedriftstyper, som omtalt i afsnit 3.2. Mens det vurderes at miljøpåvirkningen fra husdyrbedrifter generelt vil reduceres, vil miljøpåvirkningen fra plantebedrifter muligvis øges i mindre omfang. Herudover er der det forhold – uanset bedriftstype - at jordens (omdriftsarealets) 'naturlige' mineraliseringsevne er forskellig, hvilket betyder at bedrifter med høj naturlig mineralisering har lettere ved at opfylde en balance-norm end bedrifter med ringere naturlig mineraliseringskapacitet. Dette tages der ikke højde for i reguleringen, og samtidig er udvaskningsrisikoen størst ved jorden med høj mineraliseringskapacitet. Den nuværende regulering tager heller ikke højde herfor, men 'problemet' formodes at forstærkes lidt ved en balanceregulering.

Sammenfattende vurderes det, at hvis grænseværdien fastsættes til registrerede gennemsnitsværdier vil de miljømæssige konsekvenser være positive, idet bedrifter med dyrehold stimuleres til bedre næringsstofudnyttelse. Beregningerne tyder på, at der kan opnås omkring 7% lavere udvaskning fra bedrifter med malkekvæg og svin, fordi miljøbelastningen vil blive reduceret mere på bedrifter, der skal reducere næringsstoffoverskuddet end den vil blive øget på bedrifter, der får mulighed for at øge næringsstoffoverskuddet.

## 5. Konklusion

Fase 2 projektet har vist

- At det er muligt at beregne bedrifts N- og P- balancer med rimelig sikkerhed, og at der kan fastsættes grænseværdier til brug for regulering, hvorved der ikke sker væsentlige ændringer mellem hoved bedriftstyperne svin, mælk og planteavl, herunder at grænseværdien kan tage hensyn til husdyrbelægningsgraden.
- De enkelte bedrifter vil opleve, at miljøreguleringen vil ændres i betydeligt omfang, idet der for en given bedriftstype er en betydelig variation i bedriftsoverskuddet, hvorfor mange jordbrugere vil skulle tilpasse produktionen. Groft sagt vil det betyde, at 'næringsstoffeffektive' landmænd med høje udbytter og lavt input (bedrifter med høj effektivitet) vil få mulighed for øget N-input, mens andre bedrifter vil skulle reducere input.
- De økonomiske- og miljømæssige konsekvenser for typiske bedrifter er vurderet til at være positive. Den vigtigste effekt er, at bedrifter med husdyr som ligger over grænseværdien vil blive stimuleret til at spare indkøbt foder-N og handelsgødning, hvorved udvaskningen reduceres markant. På husdyrbedrifter som ligger under grænseværdien og som øger handelsgødskning

op til grænseværdien- vil udvaskningen kun stige svagt, idet handelsgødning udnyttes mere effektivt end husdyrgødning.

- De økonomiske konsekvenser på bedrifter med lav norm N-udnyttelse vil være betydelige med mindre der ved fastsættelse af grænseværdierne tages hensyn hertil (som foreslået ved metoder der baserer sig på N-effektivitet)
- Regulering efter en balancemodel vil i højere grad end nu direkte adressere næringsstoffabene under ét ved landbrugsproduktionen. Afhængig af den detaljerede udformning vil en balancemodel i højere grad give jordbrugeren mulighed for (selv) at optimere sin faktoranvendelse i forhold til at opnå et bestemt miljøresultat. Vælges en model hvor grænseværdien fastsættes efter Farm-N modellen, der bruges i VVM reguleringen, vil der udover balancen kunne beregnes estimater for overskuddets fordeling på tabsposter. Herved kan landmanden samtidig vurdere betydningen af at implementere nye metoder eller ny teknologi. Hvis der til eksempel etableres ny teknik til reduktion af ammoniaktab fra husdyrgødningen, kvantificeres samtidigt den øgede mængde husdyrgødnings-N til markerne, og jordbrugeren får direkte kvantificeret muligheden for reduktion af handelsgødnings N-input.
- De nødvendige data til beregning af en bedriftsnæringsstofbalance er de samme som anvendelse ved et grønt regnskab, men til nærværende formål er der behov for supplerende oplysninger vedrørende omdriftsareal.

Regulering efter en balancemodel kræver fastsættelse af en grænseværdi for den aktuelle bedrift. Denne kan fastsættes baseret på typetal fra samme bedrifts- og jordtype med en korrektion for dyreenheder/ha, eller ved at beregne en bedriftsspecifik grænseværdi på grundlag af en forudsat minimumseffektivitet til den givne produktion. Projektet har vist, at der på tilstrækkeligt kvalificeret grundlag kan opstilles relevante grænseværdier for enkeltbedrifter. Disse grænseværdier kan også bruges som grundlag for at fastsætte et 'bundfradrag' ved en evt indførelse af afgift på bedriftsoverskud af næringsstoffer.

Ved eventuelt overgang til balanceregulering, hvor grænseværdier fastsættes ud fra næringsstofnormer, vil der være behov for at gennemgå alle normer i relation til regulering. Hvis ikke de valgte normer stimulerer landmændene til høj effektivitet, så vil balanceregulering ikke fungere i praksis i forhold til den forventede miljøeffekt.

Da mange data er fælles for et driftsregnskab og et balanceregnskab er det naturligt at balanceregnskabet følger driftsåret, og at det er driftslederens ansvar at udarbejde regnskabet.

Det er opfattelsen at et balanceregnskab ud fra biologiske og driftsmæssige hensyn kan anvendes som administrations- og kontrolgrundlag for jordbrugets næringsstofanvendelse. Dog er der nogle konsekvenser ved den form for regulering som man må forholde sig til:

- Kvælstoflagringen i jorden er en vigtig parameter i et korrekt næringsstofregnskab, men den foreslåede model tager ikke direkte hensyn til om de enkelte bedrifter gennem sin praksis påvirker dette
- Bidraget fra jordens naturlige mineraliseringsevne tages der ikke hensyn til i et regnskab (pga. vanskeligheder med en bedriftsspecifik estimering), men det har betydning for hvor let det er for en bedrift at opfylde givne grænseværdier
- Regulering på baggrund af opnåede produktionsresultater kan måske juridisk være vanskeligere end på aktuelle handlinger, idet jordbrugeren ikke på forhånd kan vide om de eksempelvis gødske lovligt.

- Ved eventuel overgang til balanceregulering skal overvejes hvordan nuværende supplerende miljøregulering bliver påvirket.
- På bedrifter med stort salg af husdyrgødning vil overgang til balanceregulering medføre en stramning i forhold til den nuværende regulering, hvor et stort stald-/lagertab accepteres på lille jordtilliggende. Disse bedrifter vil blive stimuleret til at øge jordtilliggende og /eller minimere stald-/lagertab.
- Nærværende projekt har ikke gennemarbejdet alle normer for ”små” afgrøder og animalsk produktion fra fjerkræ og pelsdyr, hvorfor der før en eventuel overgang til regulering efter balancer er behov for konsekvensvurdering for disse områder.

Det er ikke vurderet i projektet, hvordan der hensigtsmæssigt kan sanktioneres, hvis bedrifter overskrider de angivne grænseværdier. Dette skal gøres til genstand for en selvstændig analyse hvis aktuel.

## 6. Perspektiver

Et vigtigt forhold at overveje er, hvorledes en eventuel balanceregulering vil spille sammen med andre initiativer.

I VVM-godkendelsen indgår der i dag et normbaseret balanceregnskab (Farm-N). Det er en mulighed at tænke dette videreudviklet, således at den løbende miljøregulering tager udgangspunkt i samme forhold som ligger til grund for godkendelsen. Et forslag kunne være at sammenholde en målt N-balance (fra tilpasset grønt regnskab) med en norm N-balance beregnet med Farm-N. Her udtrykker norm-balancen landmandens strukturelle muligheder for næringsudnyttelse, idet normen tager bedriftsspecifikt hensyn bedriftens jordtyper, vandingsmulighed (potentiale for udbytte), afgrødevalg, ligesom bedriftens dyrehold med tilhørende norm-effektivitet på specifikke staldtyper med tilhørende normtab beregnes. I Farm-N er der allerede implementeret en simpel kvælstoflagring i jorden.

Herudover kan man forestille sig, at der fremover kommer en øget fokus på CO<sub>2</sub> emissionerne knyttet til landbrug, og at bedrifterne måske vil kunne godskrives en kulstoflagring i jord/skulle opfylde bestemte maximale udledninger. En sådan regulering vil skulle baseres på mange af de samme nøgletal som indgår i et næringsstofregnskab.

Hvis husdyrproduktionen i fremtiden helt eller delvis afkobles fra arealanvendelsen er det ikke operationelt med en grænseværdi udtrykt som næringsstofoverskud per ha. Her kan der reguleres i stedet efter en minimumseffektivitet i næringsstofanvendelsen. Oplysningerne hertil er de samme som skal anvendes ved et balanceregnskab men grænseværdien skal fastsættes anderledes, og der er behov for at sikre en kvantificering af næringsstofindholdet i den husdyrgødning der udveksles mellem bedrifter.

I forbindelse med implementering af vandrammedirektivet er det ligeledes en mulighed at regulere efter balanceprincippet sammen med norm-fordeling af tabsposter (Farm-N modellen fra VVM). Det vil således være muligt at regulere de enkelte landbrug efter lokale tålegrænser, ligesom det vil være muligt at opstille forskellige krav til forskellige bedriftstyper afhængig af hvilken miljøregulering der skal skærpes i forskellige områder.

## 7. Litteraturliste

- Anon. 2007: Markeffekt af kvælstof i husdyrgødning. Dyrkningsvejledning fra Dansk Landbrugsrådgivning. Landscentret. Planteavl.  
[http://www.lr.dk/planteavl/informationsserier/dyrkningsvejledninger/markeffekt\\_hus.htm](http://www.lr.dk/planteavl/informationsserier/dyrkningsvejledninger/markeffekt_hus.htm).
- Anon. 2008a: Baggrundstal til Normtal 2008, see  
<http://www.agrsci.dk/var/agrsci/storage/original/application/6558f792e39ad67a8c21e2d453934be2>, Aarhus University. Faculty of Agricultural Sciences. », 1-17.
- Anon. Normtal 2008b, see  
<http://www.agrsci.dk/var/agrsci/storage/original/application/13edd10b464e09c220a7c705d1c40bce>. 1-35. 1-8-2008. Aarhus University. Faculty of Agricultural Sciences.
- Ellermann, T., Hertel, O., Ambelas Skjøth, C., Kemp, K. & Monies, C., 2004. Atmosfærisk deposition 2003. NOVA 2003. Danmarks Miljøundersøgelser. - Faglig rapport fra DMU 519: 47.
- Ellermann, T., Andersen, H.V., Monies, C., Kemp, K., Bossi, R., Mogensen, B.B., Løfstrøm, P., Christensen, J. & Frohn, L.M., 2005. Atmosfærisk deposition 2004. NOVANA. Danmarks Miljøundersøgelser. - Faglig rapport fra DMU 555: 76 s.
- Hvid, S.K., 2004. Beregning af kvælstoffiksering. <http://www.lr.dk/system/soegning/search.asp.07-497> Planteavlsoorientering. Landscentret; Planteavl.
- Hvid, S. K. 2008: Sammenligning for næringsstofoverskud på bedrifter med grønt regnskab. se <http://www.lr.dk/planteavl/informationsserier/artikler/pl07-602.htm> » Planteavlsoorientering [07-602]. Planteavlsoorientering. Landscentret. Landskontoret for planteavl.
- 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.
- Høgh-Jensen, H., Loges, R., Jensen, E. S., Jørgensen, F. V., and Vinther, F. P. 2004: Empirical model for quantification of symbiotic nitrogen fixation in grass-clover mixtures. See <http://orgprints.org/3085/> . Agricultural Systems [82], 181-194.
- Jørgensen, V., 2004: Vandmiljøplan III. Rapport fra balancegruppen (F1). Anvendelse af næringsstofbalancer for landbruget ved vurdering af erhvervets påvirkning af miljøet. Danmarks JordbrugsForskning. Rapport. Markbrug 108, 1-88.
- Kristensen, E. S. and Kristensen, I. S. 1992: Analyse af kvælstofoverskud og -effektivitet på økologiske og konventionelle kvægbrug. Statens Husdyrbrugsforsøg. Beretning. 710, 1-54. .
- Kristensen, I. S., 1999: Forudsætninger for planteproduktion på forskellige bedriftstyper. Workshop: "Plantebeskyttelse i økologisk jordbrug". Forskningscenter Flakkebjerg, den 9. december 1998. Red. Rasmussen, I.A. FØJO-rapport 4, 29-40.
- Kristensen, I. S. 2004: Kvælstoffiksering. Bilag 3.1. Vandmiljøplan III. Rapport fra balancegruppen (F1). Anvendelse af næringsstofbalancer for landbruget ved vurdering af erhvervets påvirkning af miljøet. See <http://web.agrsci.dk/djfpublikation/djfpdf/djfma108.pdf>. Danmarks JordbrugsForskning. Rapport. Markbrug [108], 56-58.
- Kristensen, I. S. 2005a: Nitrogen balance from cash crop farms (2002). [http://www.lcafood.dk/processes/agriculture/N\\_balance\\_cash\\_crop\\_farms\\_2002.htm](http://www.lcafood.dk/processes/agriculture/N_balance_cash_crop_farms_2002.htm).
- Kristensen, I. S. 2005b: Nitrogen balance from dairy farms (2002). [http://www.lcafood.dk/processes/agriculture/N\\_balance\\_dairyfarms\\_2002.htm#table\\_1](http://www.lcafood.dk/processes/agriculture/N_balance_dairyfarms_2002.htm#table_1).



- Kristensen, I. S. 2005c: Nitrogen balance from pig farms (2002).  
[http://www.lcafood.dk/processes/agriculture/N\\_balance\\_pigfarms\\_2002.htm](http://www.lcafood.dk/processes/agriculture/N_balance_pigfarms_2002.htm).
- Kristensen, I. S. 2009: Bedrifts N- og P-balancer fra "Grønne Regnskaber". Intern DJF notat., 1-28.
- Kristensen, I. S. and Hermansen, J. E. 2008: Næringsstofbalancer på bedriftsniveau til forenklet regulering af landbrugets næringsstofforbrug og -overskud. Notat vedrørende udviklingsprojektet: Evaluerings af pilotprojektet om balanceregnskaber. Vandmiljøplan III midtvejsevaluering 2008. Aarhus Universitet, Det Jordbrugsvidenskabelige Fakultet, Inst. for Jordbrugsproduktion og Miljø., 1-59.
- Kristensen, I. S., Dalgaard, R. L., Halberg, N., and Petersen, B. M. 2005: Kvælstofbalance og -tab fra forskellige bedriftstyper. Plantekongres 2005.  
[http://www.lr.dk/planteavl/diverse/PLK05\\_11\\_1\\_3\\_I\\_S\\_Kristensen.pdf](http://www.lr.dk/planteavl/diverse/PLK05_11_1_3_I_S_Kristensen.pdf). Planteproduktion i landbruget, 1-2.
- Kristensen, I. S., Mogensen, L., Kristensen, I. T., and Tvedegaard, N. 2006a: Udfasning af konventionel halm og husdyrgødning i økologisk jordbrug. Udkast til DJF-rapport. Danmarks JordbrugsForskning rapport. Husdyrbrug. 1-22.
- Kristensen, K., Jørgensen, U., and Grant, R. F. 2003: Genberegning af modellen N-LES. Recalculation of the model N-LES. Baggrundsnotat til Grant, R og Waagepetersen, J. Vandmiljøplan II - slutevaluering. Danmarks Miljøundersøgelser, Miljøministeriet. ISBN:87-7772-776-2.  
[http://www2.dmu.dk/1\\_viden/2\\_publicationer/3\\_ovrige/rapporter/VMPII/Genberegning\\_af\\_modellden\\_NLES.pdf](http://www2.dmu.dk/1_viden/2_publicationer/3_ovrige/rapporter/VMPII/Genberegning_af_modellden_NLES.pdf)
- Kristensen, T., Mogensen, L., and Kristensen, I. S. 2006b: Beregning af foderbehov til kvæg. Dokumentation til [www.Farm-N.dk](http://www.Farm-N.dk).  
<http://130.226.173.223/farmn/dokumentation/beregning%20foderbehov.pdf>, 1-6.
- Kyllingsbæk, A., 2004: Datakilder for tilførsel og fraførsel af næringsstoffer. I "Vandmiljøplan III. Rapport fra balancegruppen (F1). Anvendelse af næringsstofbalancer for landbruget ved vurdering af erhvervets påvirkning af miljøet". Red. Jørgensen. V. DJF-rapport, markbrug 108, 12-19.
- Landbrugets Rådgivningscenter, 2007. Model for frivillige grønne regnskaber for landbrugsbedrifter. <http://www.lr.dk/planteavl/diverse/ModelGR.htm>. Dansk Landbrugsrådgivning, Landscentret.
- Møller, J., et al. "Fodermiddeltabel 2005." Rapport nr. 112 (2005): 1-65.
- Nielsen, A.H. and Kristensen, I.S., 2005. Nitrogen and phosphorus surpluses on Danish dairy and pig farms in relation to farm characteristics. *Livestock Production Science* 96, 97-107.
- Nielsen, A.H. and Kristensen, I.S., 2007: Nitrogen use efficiency at Danish dairy farms in relation to farm characteristics. Draft. *Livestock Production Science*, 1-29.
- Nilsson, H. & Linge, C., 2005. Erfaringer med næringsstofbalancer og reduktion af næringsstoffoverskud i Sverige. In: Sammendrag af indlæg Plantekongres 11.-12. januar 2005, p. 188-189.
- Petersen, B. M. 2007: Appendiks 1. Model for C i mineraljord. i rapport "Konsekvenser og muligheder ved Danmarks deltagelse i Kyotoprotokollens artikel 3.4 på landbrugsområdet". se <http://www2.mst.dk/common/Udgivramme/Frame.asp?pg=http://www2.mst.dk/Udgiv/publikationer/2007/978-87-7052-380-6/html/default.htm>. Arbejdsrapport fra miljøstyrelsen. 5, 43-48.
- Petersen, J. and Djurhuus, J. 2004: Sammenhæng mellem tilførsel, udvaskning og optagelse af kvælstof i handelsgødede, kornrige sædskifter. DJF-rapport, markbrug 102, 1-61.

- Petersen, J., Petersen, B.M., Blicher-Mathiesen, G., Ernstsén, V., and Waagepetersen, J., 2006: Beregning af nitratudvaskning. Forslag til metode, der sikrer ensartethed i sagsbehandlingen i forbindelse med fremtidig miljøgodkendelse af husdyrudvidelser. Danmarks JordbrugsForskning. Rapport. Markbrug 124, 1-147.
- Plantedirektoratet. 2006: Vejledning om gødsknings- og harmoniregler. 2006/07. see [http://www.pdir.dk/Files/Filer/Topmenu/Publikationer/Vejledninger/Goedningsregnskab0607/vvejledning\\_og\\_skemaer\\_06.pdf](http://www.pdir.dk/Files/Filer/Topmenu/Publikationer/Vejledninger/Goedningsregnskab0607/vvejledning_og_skemaer_06.pdf), 1-105. Ministeriet for Fødevarer, Landbrug og Fiskeri. Plantedirektoratet.
- Plantedirektoratet, 2007. Vejledning til pilotprojekt om balanceregnskaber. 32 pp.
- Plantedirektoratet, 2008: Vejledning om gødsknings- og harmoniregler. 2008/09. see <http://pdir.fvm.dk/Default.aspx?ID=2268>, 1-107. Ministeriet for Fødevarer, Landbrug og Fiskeri. Plantedirektoratet.
- Poulsen, H.D., Børsting, C.F., Rom, H.B., and Sommer, S.G., 2001: Kvælstof, fosfor og kalium i husdyrgødning - normtal 2000, senest opdateret: <http://www.agrsci.dk/var/agrsci/storage/original/application/aeb0e28980f4b18fdbebde05ba8f0509.pdf>. DJF-rapport, Husdyrbrug 36, 1-152.
- Schröder, J.J., Vertes, F., Chadwick, D.R. & Kristensen, I.S., 2005. [How to compare the nutrient use efficiency of dairy farms?](#) Offered at "Second meeting EGF-working group "Dairy farming systems and environment". Sunday 23 Oct. 2005. Maastricht. Pp. 13.
- Sommer, S. G., Jensen, B., Hutchings, N. J., Lundgaard, N. H., Grønkjær, A., Birkmose, T., Pedersen, P., and Jensen, H. B. Emissionskoefficienter til brug ved beregning af ammoniakfordampningen fra stalde. DJF rapport. Husdyrbrug. 70, 1-45. 2006.
- Vinther, F. P. and Hansen, S. Vinther, F. P. and Hansen, S. 2004: SimDen - en simpel model til kvantificering af N<sub>2</sub>O-emission og denitrifikation. see <http://web.agrsci.dk/djfpublikation/djfpdf/djfm104.pdf> .104, 1-47. DJF rapport Markbrug.
- Vinther, F.P., Kristensen, I.S., and Jørgensen, M.S., 2007: Beregningsmetode for kvælstofudvaskning. Se [www.Farm-N.dk](http://www.Farm-N.dk) <http://130.226.173.223/farmn/dokumentation/Beregning%20af%20N-udvaskning%20med%20FarmN.pdf>.
- Watson, C.A., Bengtsson, H, Ebbesvik, M., Løes, A-K., Myrbeck, A, Salomon, E., Schröder, J. & Stockdale, E.A., 2002. A review of farm-scale nutrient budgets for organic farms as a tool for management of soil fertility. Soil Use and Management 18, 264-273.
- Aarts, F., 2005. Næringsstofbalancer som gennemførelse af EU's nitratdirektiv; erfaringer fra Holland. In: Sammendrag af indlæg Plantekongres 11.-12. januar 2005, p. 184-185.

## 8. Appendiks 1. Muligheder for estimering af forskellige tabsposter (på grundlag af bedriftsbalancer)

Bedriftsbalancerne giver et godt billede af de potentielle tab af kvælstof og fosfor ved produktionen. Omvendt kan ikke direkte udledes den aktuelle udvaskning og ammoniakfordampning alene på grundlag af balancen.

I Farm-N sker fordelingen af N-tab ud fra følgende ræsonnement:

Bedriftsoverskud minus ammoniaktab i stald og lager resulterer i et markoverskud. Kvælstoffet i høstudbyttet udgør udnyttelsen af markoverskuddet og den resterende del af markoverskuddet fordeles på tre tabsposter:  $\text{NH}_3$ -fordampning ved udbringning af gødning, denitrifikation i marken og udvaskning, samt i ændringer af puljen af organisk N i jorden. I FarmN modellen (Vinther et al., 2007) estimeres disse poster uafhængigt af hinanden, idet  $\text{NH}_3$ -fordampning beregnes vha. emissionskoefficienter fra opdaterede nationale normer, primært baseret på (Poulsen et al., 2001 og Sommer et al., 2006), denitrifikation vha. opdateret SIMDEN (Vinther & Hansen, 2004), udvaskning vha. N-LES3 (Kristensen et al. 2003), og endelig beregnes ændringer i jordpuljen vha. C-TOOL (Petersen, 2007), se <http://www.planteinfo.dk/ctool/ctool.html>). Korte beskrivelser af disse modeller findes i Petersen et al. (2006).

Summen af N-tab og puljeændring estimeret individuelt med de nævnte modeller vil sjældent være lig med tabspotential (markoverskuddet) beregnet på grundlag af driftsbalancen. Der er derfor indlagt en simpel algoritme, der fordeler denne rest mellem høstudbytte, denitrifikation, jordpuljeændring og udvaskning. Dvs., at beregning af N-udvaskning foretages med N-LES, men korrigeres efterfølgende i forhold til bedriftsbalancen (Vinther et al., 2007).

I Appendiks 1, tabel 1 er vist eksempler på beregnede tab fra tre typiske danske bedriftstyper beregnet med norm-N omsætning. Eksemplerne er valgt i overensstemmelse med Kristensen et al. (2005) med 90% kornavl på svine- og plantebrug. På malkekvægsbrug er de dominerende afgrøder græs, byghelsæd, majs og korn. På svinebrug indkøbes således godt 50% mere foder end på malkekvægsbrug. Til gengæld produceres svinekød med 36%  $\text{N-eff}_{\text{Dyr}}$  i forhold til mælkeproduktionen, der produceres med 25%  $\text{N-eff}_{\text{Dyr}}$ . Resultatet er næsten samme bedrifts N-balance på 137 og 133 kg N/ha på typiske mælke- og svinebrug.

På svinebrug er ammoniaktab i stald og lager godt 50% højere end på kvægbrug, ligeledes er udbringningstab højere idet gylle udlægges i vinterkorn, mens kvægbrugerne kan nedfælde gylle i græsmarker. På kvægbrug akkumuleres 18 kg N/ha i jorden, mens svinebrug kun akkumulerer 5 kg N/ha, ligesom denitrifikationen på kvægbrug er tilsvarende højere i forhold til svinebrug. Det medfører at udvaskningen på både kvæg- og svinebrug er næsten ens med knap 80 kg N/ha i udvaskning på vandet  $\text{JB}=3$  ved Viborg klima og normudbytter og normgødskning (Plantedirektoratet, 2006).

Plantebrug uden husdyrimport og med halmsalg tærer 6 kg N/ha på jordens N-pulje, og udvaskningen bliver kun 7-9 kg N/ha lavere end kvægbrug.

I alle tre typeeksempler er de direkte modellerede tab og jordpuljeændringer højere end balancerne og i overensstemmelse med balanceprincippet i Farm-N er planteudbytterne korrigeret ned med 7 kg N/ha på kvægbrug og 3 kg på svineplantebrug (45% af resten). Tilsvarende er udvaskningen korrigeret (35% af rest) ned så balancerne afstemmes med tab og jordpuljeændringer.

Ved normberegninger inkluderes en korrektion for udbyttestørrelse. Hvis tilsvarende princip anvendes på en 'målt' bedriftsbalance vil korrektionen udelukkende finde sted på de øvrige poster, hvoraf udvaskningen vil være størst og få den største korrektion. Det er ikke på nuværende tidspunkt muligt at få afklaret om den anvendte fordelingsmetode vil være ligeså velegnet, når der tages udgangspunkt i målte balancer.

**Appendiks 1, tabel 1.** Bedrifts N-balance<sup>1)</sup> og N-tab på typiske danske landbrug med 2007 normer (Plantedirektoratet., 2006). Kg N ha<sup>-1</sup> år<sup>-1</sup>.

<b>Brugstype</b>	<b>Malkebrug</b>	<b>Svinebrug</b>	<b>Plantebrug</b>
DE ha <sup>-1</sup>	1,9	1,4	0
<b>Input</b>			
Handelsgødning	51	56	152
Fiksering	31	0	0
Indkøbt foder og halm <sup>2)</sup>	98	153	0
Nedbør + udsæd	16	18	18
Totalt input	197	265	169
<b>Output</b>			
Mælk	48	0	0
Kød	13	133	0
Salgsafgrøder	0	0	96
Totalt output	61	133	96
<b>Bedriftsbalance</b>	<b>137</b>	<b>133</b>	<b>73</b>
Amm. tab i stald og lager	18	28	0
<b>Markbalance</b>	<b>119</b>	<b>105</b>	<b>73</b>
Amm. tab udbringning <sup>3)</sup>	4	12	0
Amm. tab under afgræsning	2	0	0
Amm. tab fra afgrøder	2	2	5
Denitrifikation, mark	17	6	4
Ændring i jordpulje-N	18	5	-6
Udvaskning	77	79	70
<b>N-effektivitet, mark, %</b>	<b>59 %</b>	<b>48 %</b>	<b>57 %</b>

1) Beregnet med [www.farm-N.dk](http://www.farm-N.dk), vandet JB=3, postnr=8830. Ikke opfordret halm sælges.

2) Netto=input-output

3) Kvægbrug nedfældet gylle og svine- og plantebrug slangeudlagt gylle.

## Appendiks 2. Korrektion af bedrifts N-balancer for arealer med varig græs og brak

Det kun giver mening, at vurdere en bedriftsbalance i forhold til miljøregulering, hvis der forud er korrigeret for den del af arealet der ligger udenfor omdriften, dvs. at balancen (korrigeret) refererer til bedriftens sædskifteareal. Sædskiftearealet beregnes som harmoniareal minus varig græs (inkl. miljøgræs) minus udyrket brak. Harmoniarealsareal definition se side 23 i P-dirs vejledning 2008/09, Plantedirektoratet (2008). Det giver også god mening, da der ofte kan være andre miljøinteresser knyttet til arealet udenfor omdriften. Nedenstående gives forslag til hvordan en sådan korrektion kan foretages alene ud fra kendskabet til arealet.

Varig græs udnyttes typisk til afgræsning af kvier, hvor der kun "fjernes" kødtilvæksten fra arealerne. I Appendiks 2, tabel 1 er beregnet en norm N-balance for typisk udnyttet varig græs. På studie-landbrug er på de varige græsarealer registreret en stærk aftagende handelsgødskning fra 140 til 16

kg N/ha i perioden 1989-2002. Sandsynligvis har mælkeproducenterne efter år 2000 anvendt N-gødsningskvoten til arealer med højere udbyttepotentiale. Ud over handelsgødsning er der i gennemsnit tilført 8 kg N/ha i husdyrgødning. Forudsætninger for kvieafgræsning på 700 FE/årskvie er efter Kristensen et al. (2006).

**Appendiks 2, tabel 1.** Norm N-balance for varig græs.

	Konventionel	Økologisk
<b>N-balance, varig græs, kg N/ha N-input</b>		
- handels N-gødsning <sup>1)</sup>	16,6	0
- husdyr N-gødsning <sup>2)</sup>	8,0	8,0
- deposition	16,0	16,0
- fiksering <sup>3)</sup>	13,9	13,9
<b>N-output</b>		
- kødtilvækst	-3,9	-3,9
<b>Mark N-balance, varig græs</b>	<b>50,0</b>	<b>34,0</b>

**Forudsætninger for beregning gennemsnitlig bortførelse af N fra kvieafgræsset varig græs.**

Nettoudbytte, FE/ha på konv. varig græs	2300 FE/ha
Handels N-gødsning <sup>1)</sup>	16 kg N/ha
Gylle tilførelse <sup>2)</sup>	8 kg N/ha
- afsat under afgræsning	30 kg N/ha
Økol. Varig græs	2000 FE/ha
	18,0% % protein af FE i ration
	20,0% % råprotein af TS
Afgræsset per årskvie	700 FE/årskvie
- energi ved 89% "praktisk"-fodereff., FE/årsdyr	1890
- N, kg/årsdyr	51
- tilvækst, g daglig	700 g daglig
	25 gN/kg kødtilvækst
Foderoptagelse på afgræsning af varig græs	700 FE/årskvie
	20 N/årskvie
Græsningsdage	180 dage/år

<sup>1)</sup>Registreret på studielandbrug i 2002.

<sup>2)</sup>Registreret på studielandbrug i 1989-2002.

<sup>3)</sup>11% hvidkløverdækning, registreret på økologiske studielandbrug i 1989-1990. (Kristensen, 1999; Kristensen og Kristensen, 1992 og Høgh-Jensen et al., 2004)

Såfremt der antages en N-balance på varig græs på 50 kg N/ha og 16 kg N/ha (nedbør) på udyrkede brakarealer, så kan bedrifts N-balancen på resterende sædskiftearealet beregnes som til tabel 2. Ved varig græs og brak som i gns af repræsentative driftsregnskaber i 2002, med 12% varig græs og 7% brak (Kristensen, 2005b) fås en korrektion på 25 kg N/ha på gns. malkekvægs bedrifts N-balancer, altså med 177 kg N/ha i N-balance på sædskiftearealet, en øgning på 16% på gennemsnitlige kvægbrug.

**Appendiks 2, tabel 2.** Bedrifts N-balancer på sædskifteareal hos repræsentative bedriftstyper med gennemsnitlig andel varig græs og brak i dyrkningsarealet.

Brugstype	Bedrifts N-balance <sup>1</sup> , kg N/ha	% areal med varig græs <sup>2</sup>	Korrigeret bedrifts N-balance ved gns og høj andel brak <sup>2</sup> , kg N/ha	
			(gns. brakandel)	(høj brakandel)
Konv. mælk	152	5%	(7 <sup>2</sup> % )	(20%)
	<b>152</b>	<b>12<sup>2</sup>%</b>	<b>167</b>	<b>193</b>
	152	20%	177	203
Økol. mælk	111	5%	(0 <sup>2</sup> % )	(20%)
	<b>111</b>	<b>13<sup>2</sup>%</b>	<b>115</b>	<b>130</b>
	111	20%	<b>123</b>	<b>140</b>
Konv. svin	124	5%	(9 <sup>2</sup> % )	(20%)
	<b>124</b>	<b>1<sup>2</sup>%</b>	<b>136</b>	<b>152</b>
	124	20%	139	156
Konv. planteavl	63	5%	(9 <sup>2</sup> % )	(20%)
	<b>63</b>	<b>2<sup>2</sup>%</b>	<b>68</b>	<b>75</b>
	63	20%	68	76
Økol. planteavl	85	5%	(5 <sup>2</sup> % )	(20%)
	<b>85</b>	<b>8<sup>2</sup>%</b>	<b>89</b>	<b>96</b>
	85	20%	<b>91</b>	<b>98</b>
			100	108

Efter appendiks. 2, tabel 1 er der korrigeret for 50 kg N/ha for konventionel varig græs; 35 kg N/ha for økologisk varig græs; 16 kg N/ha for konventionel udyrket brak og 54 kg N/ha ved økologisk brak med 28% visuel kløverandel.

### Appendiks 3.1 Eksempler på afgrøde norm N-balancer og N-effektiviteter.

Afgrøde norm N-balancer kan beregnes ud fra Plantedirektoratets årlige normer. Nedenstående er beregnet norm N-balancen for vårbyg og vinterhvede for året 2007, efter Plantedirektoratet (2006). Kun bortført N i kerne er medtaget, og proteinindhold i kerne er efter Møller et al. (2005). Gennemsnitlige N-Eff<sub>Mark</sub> er arealvægtet.

<sup>1</sup> Gennemsnitlig bedrifts N-balance fra tabel 1,

<sup>2</sup> Gennemsnitlig andel varig græs og brak fra Fødevarøkonomisk Instituts repræsentative regnskaber, Kristensen, 2005 a-c.

**Appendiks 3. tabel 1. Norm N-balance for vårbyg i vækstår 2007, efter Plantedirektoratet (2006).**

Jb-nr, UV=uvandet, V=vandet	JB1+3,UV	JB2+4, UV	JB1-4,V	JB 5-6	JB 7-9	Sand	Ler
Arealandel i DK	23%	23%	20%	26%	8%	67%	33%
Hkg kerne/ha a 9,3% prot. af vare	39	46	51	58	62		
<b>N-balance, kg N/ha</b>							
<b>Input</b>							
Handelsgødning	119	115	134	122	131		
Nedbør	16	16	16	16	16		
<i>Input i alt</i>	<i>135</i>	<i>131</i>	<i>150</i>	<i>138</i>	<i>147</i>		
<b>Output</b>							
Udbytte i kerne	55	65	72	82	88		
<b>Bedrifts N-balance</b>	<b>80</b>	<b>66</b>	<b>80</b>	<b>56</b>	<b>59</b>		
N-eff <sub>Mark</sub>	41%	50%	47%	59%	60%	46%	59%

**Norm N-balance for vinterhvede i vækstår 2007, efter Plantedirektoratet (2006)**

Jb-nr, UV=uvandet, V=vandet	JB1+3,UV	JB2+4, UV	JB1-4,V	JB 5-6	JB 7-9	Sand	Ler
Arealandel i DK	23%	23%	20%	26%	8%	67%	33%
Hkg kerne/ha a 9,1% prot. af vare	48	62	66	80	85		
<b>N-balance, kg N/ha</b>							
<b>Input</b>							
Handelsgødning	151	154	171	166	175		
Nedbør	16	16	16	16	16		
<i>Input i alt</i>	<i>167</i>	<i>170</i>	<i>187</i>	<i>182</i>	<i>191</i>		
<b>Output</b>							
Udbytte i kerne	72	93	99	120	127		
<b>Bedrifts N-balance</b>	<b>95</b>	<b>77</b>	<b>88</b>	<b>62</b>	<b>64</b>		
N-eff <sub>Mark</sub>	43%	55%	53%	66%	67%	50%	66%

**Gennemsnit ved ½ vårbyg + ½ vinterhvede**

**48% 63%**

På tilsvarende vis er alle hovedafgrøders norm N-balance og N-effektivitet beregnet i appendiks 3 tabel 2.

**Appendix 3. tabel 2. Afgrøde norm N-balance og n-effektivitet for dominerende afgrøder i vækstår 2007, efter Plantedirektoratet (2006).** Data er arealkorrigeret med arealandele vist i appendiks 3, tabel 1.

Afgrødenavn	Handels-N		Nedbør		Mark N-udb.		Mark N-bal.		Neff <sub>Afgrøde</sub> %	
	Sand	Ler	+ N-fix		I kerne/FE		Sand	Ler	Sand	Ler
			Sand	Ler	Sand	Ler				
Vårbyg	122	124	17	16	64	83	75	57	46%	59%
Havre	102	94	16	16	68	78	49	32	58%	71%
Vårhvede	120	123	16	16	68	89	68	50	50%	64%
Vårsæd+bælgsæd	58	45	85	95	105	120	39	20	73%	86%
Vinterhvede	158	168	16	16	87	121	87	63	50%	66%
Rug	120	123	16	16	63	86	73	53	46%	62%
Vinterbyg	148	153	16	16	73	102	91	67	44%	60%
Triticale	137	134	16	16	67	86	86	64	44%	57%
Vinterraps	162	172	16	16	81	105	97	83	45%	56%
Vårraps	114	102	16	16	51	61	78	57	40%	52%
Anden oliefrøart	114	101	16	16	73	81	57	36	56%	69%
Ærter	0	0	154	154	147	147	7	7	96%	96%
Bælgsæd ikke ærter	0	0	317	317	276	276	41	41	87%	87%
Lucerne fabrik	0	0	288	312	323	350	-34	-39	112%	112%
Græsfrø	137	137	16	16	26	26	127	127	17%	17%
Græsmarksfrøbælgplanter	0	0	216	216	17	17	199	199	8%	8%
Læggekartofler	109	98	19	16	104	113	24	1	81%	99%
Industrikartofler	174	167	22	16	157	176	39	7	80%	96%
Konsumkartofler	143	134	19	16	111	125	52	25	68%	83%
Sukkerroer	120	111	16	16	106	123	29	4	78%	97%
Foderroer	170	172	16	16	130	155	56	33	70%	82%
Majs	167	160	16	16	137	147	47	29	75%	83%
Vårkorn-helsæd m. udl.	122	117	16	16	117	148	20	-15	85%	111%
Helsæd af bælgæd/vårkorn	61	57	55	65	123	156	-8	-34	107%	128%
Helsæd af vårkorn	168	176	16	16	125	175	59	17	68%	91%
Grønbyg	99	93	16	16	86	104	29	5	75%	95%
Grønærter/vårsæd	60	54	105	122	98	118	67	59	59%	67%
Grønrug	124	131	16	16	103	141	37	5	74%	96%
Varig græs	133	133	30	30	112	112	51	51	68%	68%
Sædskiftekløvergræs	247	246	104	103	210	210	140	140	60%	60%
Græs	325	329	16	16	232	239	109	106	68%	69%
Ren græs til piller	318	347	16	16	323	350	12	13	96%	97%
Miljøgræs MVJ1	80	80	26	26	82	82	24	24	77%	77%
Miljøgræs MVJ2	0	0	20	20	30	30	-10	-10	151%	151%
Udlæg græs i grønsæd	166	161	82	72	158	135	90	98	64%	58%
Udlæg græs i helsæd	112	108	52	48	85	76	78	79	52%	49%
Udlæg græs i modent korn	53	52	31	31	37	36	47	47	44%	43%
Udlæg kl.græs i grønsæd	126	121	75	65	141	118	60	68	70%	63%
Udlæg kl.græs i helsæd	78	75	44	41	68	59	54	57	56%	51%
Udlæg kl.græs i modent korn	32	32	31	31	37	36	27	27	58%	57%



### Appendiks 3.2. Eksempler på norm N-effektiviteter for husdyr.

Animalske norm N-effektivitet kan beregnes ud fra DJF's årlige normer. Nedenstående er beregnet norm N-effektivitet for malkekøer stor race, opdræt og tyre, samt svineproduktion normåret 2008 (Anon. 2008b), efter principperne Poulsen et al. (2001).

**Appendiks 3, tabel 3.** Norm N-effektivitet for malkekvæg og svin for normåret 2008, efter Anon (2008b), Plantedirektoratet (2008) og Poulsen et al. (2001).

Dyretype	Foder	Mælk	Kød	Gødning	N-eff <sub>Dyr</sub>
Stor race					
Malkekøer	162	41	1	119	26,5 %
Kvier	156		20	135	12,9 %
Tyre	146		32	113	22,7 %
Søer	143		29	114	20,5 %
Smågrise	224		131	93	41,7 %
Slagtevin	186		78	109	58,6 %
Svinebesætning					40,0 %

### Appendiks 3.3. Forventet ændring i udvaskning ved ændret management som følge af afvigende bedriftsbalance i forhold til grænseværdi.

Ved regulering efter grænseværdier på bedriftsbalancer af N og P bliver jordbrugeren stimuleret til at producere flere afgrøder med lave N-balancer, se appendiks 3, tabel 2, hvor landmanden skal ændre på bedriftens input og salgsposter. Det antages, at typiske bedrifter ikke kan øge produktionen af nuværende produkter, da nuværende produktion allerede er optimeret. Ud over at vælge afgrøder med lave N-balancer må landmændene altså primært sænke inputtet, hvis han ligger over grænseværdien.

Nedenstående eksempler er gennemregnet med forskellige tilpasningsmuligheder på forskellige bedriftstyper. Beregningerne er gennemført med [www.Farm-N.dk](http://www.Farm-N.dk), normer for år 2007, Plantedirektoratet (2006). Beregningerne er gennemført med 10% og 14% areal med efterafgrøder på henholdsvis plante og dyrebrug, Plantedirektoratet (2008). Beregning af ændret udvaskning er beregnet med Farm-N, hvor udvaskningen er rest-korrigeret til 0-rest, Vinther et al. (2007).

Reduktion af foder og gødningsinput (nødvendiggjort ved for høj bedriftsbalance) medfører lavere afgrøde udbytter. Udbyttetabet i korn er beregnet under antagelse af henholdsvis 40% og 28% marginaludbytte per kg N i handelsgødning og husdyrgødning (Petersen og Djurhuus, 2004; Petersen et al., 2006). I kløvergræs er der regnet med 5 FE per kg handelsgødnings-N, Kristensen et al. (2006), svarende til 16% marginalt N-udbytte per kg øget N i handelsgødning ved 20% råprotein per FE. Efterfølgende er afgrøde udbyttet i Farm-N korrigeret til 0-rest med 45% af resten. I appendiks 3, tabel 3 fremgår at afgrødeudbytterne reduceres ved sænkning af handelsgødning, og reduceret foder-N. Ved reduceret handelsgødnings-N på husdyrbedrifter dæmpes udbyttetabet i Farm-N væsentligt i forhold til plantebedrifter som følge af rest-korrektion til 0.

Udvaskningen reduceres væsentligt (6-12%) ved reduceret N-input. Kompenseres det mindre input af foder-N på husdyrbrug med ekstra indkøb af handels-N så opnås lidt højere udbytter, og en lille

øgning i N-udvaskning (2-3%). På bedrifter med lavere N-balancer end grænseværdier (som følge af højere plantesalg), kan handelsgødning-N øges tilsvarende (hvis det er økonomisk rentabelt), her øges udvaskningen væsentligt (8-13%).

Når det antages at N-avlen af nuværende afgrøder ikke kan øges, så kan N-salget øges ved halmsalg eller ved skift til afgrøder med lavere N-balancer, se appendiks 3. tabel 2. Halmsalg øger N-udbyttet væsentligt (17-30%), og på bedrifter med for høj N-balance påvirkes udvaskningen næsten ikke. På bedrifter med lavere N-balance end grænseværdien, kan halmsalg kompenseres ved øget forbrug af handelsgødning. Hvis halm-N salg kompenseres fuldstændigt med handelsgødning-N, så øges udvaskningen noget (4-8%). For beregningen er handels-N øget med 20 kg N/ha, hvilket medfører 8% højere udbytte (20\*40%), 11% lavere mark N-balance, 15 kg lavere indlejring i jord-N puljen, og altså 8% højere udvaskning.

Dyrkning af ært har den laveste N-balance, se appendiks 3. tabel 2, ligesom vårsæd har lidt lavere N-balancer end vintersæd. Et ændret sædskifte til mere ært og vårkorn vil således påvirke afgrøde udbyttet, og udvaskningen kan sænkes 3-13%. Der er altså flere muligheder for tilpasninger på plante- og svinebedrifter med for højt N-overskud.

På kvægbedrifter har rent græs godt 30 kg N/ha lavere N-balance end kløvergræs, ligesom majs kun har 30-50 kg N/ha i mark N-overskud, se Appendiks 3. tabel 2. Såfremt kvægbrugere skifter til disse afgrøder i forhold til det alsidige sædskifte så øges udvaskningen 3-5%.

I Kristensen og Hermansen (2008), appendiks 7. Er vist de tilhørende luftformige tab og ændringer i jord-N.

**Appendiks 3, tabel 3.** Konsekvens af driftsændringer ved behov/mulighed for ændret balance i forhold til grænseværdi. Betydning af +/- 20 kg ændring i foder/handels-N per ha for ændring i udbytte og N-udvaskning.

Management faktor	Bedriftstype	Aktuel balance					
		Over grænseværdi			Under grænseværdi		
		Ændring		Ler	Ændring		Ler
Sand	Ler	Sand	Ler				
Mindre foder-N	Svine	Lavere udbytte	-3%	-2%	Højere udbytte	5%	3%
		Lavere udvaskning	-6%	-9%	Højere udvaskning	2%	2%
	Mælk	Lavere udbytte	-4%		Højere udbytte	-1%	
		Lavere udvaskning	-11%		Højere udvaskning	3%	
Mindre N i handelsgødning	Plante	Lavere udbytte	-11%	-8%			
		Lavere udvaskning	-8%	-11%			
	Svine	Lavere udbytte	-4%	-4%			
		Lavere udbytte	-8%	-9%			
	Mælk	Lavere udvaskning	-4%				
		Lavere udbytte	-12%				
Øget N i handelsgødning	Plante				Højere udbytte	11%	8%
					Højere udvaskning	8%	11%
	Svine				Højere udbytte	4%	4%
					Højere udvaskning	8%	9%
	Mælk				Højere udbytte	2%	
					Højere udvaskning	13%	
Salg af halm	Plante	Pris for halm			Pris for halm		
		Højere udbytte	17%	20%	Højere udbytte	24%	29%
		Ændret udvaskning	-0,4%	1%	Højere udvaskning	4%	8%

**Appendiks 3, tabel 4.** Konsekvens af driftsændringer ved behov/mulighed for ændret balance i forhold til grænseværdi. Betydning af halmsalg og avl af forskellige afgrøder for ændring i udbytte og N-udvaskning.

Management faktor	Bedriftstype	Aktuel balance				
		Over grænseværdi		Under grænseværdi		
		Ændring		Ændring		
		Sand	Ler	Sand	Ler	
Ærter i stedet for vinterraps	Plante	DB-forskel mellem raps og ært i 2008 + 1000 kr./ha højere bidrag fra ært				
		Højere udbytte	6%	2%	Do.	
		Lavere udvaskning	-3%	-5%		
Meget vintersæd med raps i stedet for blandet sædskifte	Plante	Højere udbytte	8%	7%	Do.	
		Lavere udvaskning	-6%	-13%		
Meget vårsæd med raps i stedet for blandet sædskifte	Plante	Højere udbytte	-3%	-4%	Do.	
		Lavere udvaskning	-6%	6%		
Meget vårsæd med ært i stedet for blandet sædskifte	Plante	Højere udbytte	11%	0%	Do.	
		Lavere udvaskning	-11%	-4%		
Rent græs i stedet for kløvergræs	Mælk	Højere udbytte	2%		Do.	
		Højere udvaskning	3%			
Meget majs i stedet for kløvergræs	Mælk	Højere udbytte	0%		Do.	
		Højere udvaskning	5%			