

Miljøprojekt Nr. 812 2003

## Frivillige dyrkningsaftaler i indsatsområder

Grundlag og muligheder belyst ud fra  
kvælstofproblematikken

Egon Noe og Anders Højlund Nielsen  
Danmarks JordbrugsForskning

Helene Simoni Thorup og Torsten Bliksted  
NIRAS Rådgivende ingeniører og planlæggere

Miljøstyrelsen vil, når lejligheden gives, offentliggøre rapporter og indlæg vedrørende forsknings- og udviklingsprojekter inden for miljøsektoren, finansieret af Miljøstyrelsens undersøgelsesbevilling.

Det skal bemærkes, at en sådan offentliggørelse ikke nødvendigvis betyder, at det pågældende indlæg giver udtryk for Miljøstyrelsens synspunkter.

Offentliggørelsen betyder imidlertid, at Miljøstyrelsen finder, at indholdet udgør et væsentligt indlæg i debatten omkring den danske miljøpolitik.

# Indhold

<b>INDHOLD</b>	<b>3</b>
<b>FORORD</b>	<b>5</b>
<b>SAMMENFATNING OG KONKLUSIONER</b>	<b>7</b>
<b>SUMMARY AND CONCLUSIONS</b>	<b>13</b>
<b>1 INDLEDNING</b>	<b>15</b>
1.1 MÅLGRUPPE	16
1.2 MÅL	16
1.3 AFGRÆNSNING	16
<b>2 ADMINISTRATIVT GRUNDLAG</b>	<b>17</b>
2.1 HVOR SKAL DER UDARBEJDES INDSATSPLANER?	17
2.2 HVAD SKAL EN INDSATSPLAN INDEHOLDE?	18
2.3 HVEM SKAL UDARBEJDE INDSATSPLANERNE?	18
2.4 IMPLEMENTERING AF INDSATSPLANERNE	18
2.5 HVEM SKAL FORESTÅ FORHANDLINGERNE OM DYRKNINGSAFTALER?	19
<b>3 HİDTİDİGE ERFARİNGER MED DYRKNİNGSAFTALER</b>	<b>21</b>
3.1 DJURSLAND - HAVNDAL	21
3.1.1 Erfaringer	21
3.2 LYNGBY-PROJEKTET	22
3.2.1 Erfaringer	22
3.3 DRASTRUP	23
3.3.1 Erfaringer	23
3.4 TUNØ	23
3.5 SMÅ PRIVATE VANDVÆRKER	24
3.6 SAMARBEJDE MELLEM MILJØMYNDİGHEDER OG LODSEJERE	24
3.7 SAMMENFATNING	25
<b>4 LANDBRUGETS GRUNDLAG FOR AT İNDGÅ DYRKNİNGSAFTALER</b>	<b>27</b>
4.1 BEDRİFTSTYPER	28
4.2 PRODUKTİVİTETSSTRATEGI	30
4.3 RATIONALISERİNGSSTRATEGI	30
4.4 FLEKSİBİLİTETSSTRATEGI	30
4.5 AUTONOMİSTRATEGI	31
4.6 HENSYNET TIL GRUNDEVAND ER ET AF MANGE PERSPEKTİVER	31
4.7 SAMMENFATNING	32
<b>5 TYPER AF AFTALER</b>	<b>33</b>
5.1 AFTALER BASERET PÅ BESTEMTE RESTRIKTİONER	33
5.2 AFTALER BASERET PÅ İNDIREKTE MÅLTAL FOR N-UDVASKNING	34
5.3 SAMMENFATNING	35
<b>6 REDSKABER SOM GRUNDLAG FOR AFTALER</b>	<b>37</b>

6.1	VÆRKTØJER OG BEGREBER	37
6.2	DYNAMISKE OG EMPIRISKE MODELLER	37
6.2.1	<i>De grundlæggende principper</i>	38
6.2.2	<i>Databehov</i>	39
6.2.3	<i>Værktøjer</i>	39
6.3	N-REGNSKAB	40
6.3.1	<i>De grundlæggende principper</i>	40
6.3.2	<i>Databehov</i>	43
6.3.3	<i>Værktøjer</i>	43
6.4	SAMMENFATNING	43
<b>7</b>	<b>BEREGNING I PRAKSIS</b>	<b>45</b>
7.1	MATERIALE OG METODE	45
7.2	MODELBEREGNINGER	47
7.2.1	<i>Metode og principper</i>	47
7.2.2	<i>Resultater</i>	48
7.3	N-REGNSKAB	49
7.3.1	<i>Metode og principper</i>	49
7.3.2	<i>Resultater</i>	49
7.4	SAMMENLIGNING AF VÆRKTØJER OG BEREGNING AF N-BALANCE	51
7.5	IGANGVÆRENDE UDVIKLING AF VÆRKTØJER	54
7.6	SAMMENFATNING	55
<b>8</b>	<b>HANDLEMULIGHEDER VED INDGÅELSE AF DYRKNINGSAFТАLE</b>	<b>57</b>
8.1	MULIGE TILTAG KNYTTE TIL DE FIRE BEDRIFTSSTRATEGIER	57
8.2	ANALYSE AF TILPASNING TIL LAVERE N-OVERSKUD	58
8.3	N-BALANCER I ET SAMMENHÆNGENDE OMRÅDE	61
8.3.1	<i>Præsentation af værkstedsområdet</i>	61
8.3.2	<i>Ingen eller lille afhængighed.</i>	64
8.3.3	<i>Mellem stor afhængighed</i>	65
8.3.4	<i>Stor afhængighed.</i>	65
8.4	INDIVIDUELLE AFTALER	65
8.5	VALG AF AFTALETYPЕ	66
8.5.1	<i>Adfærdsorienterede dyrkningsaftaler baseret på modeller</i>	66
8.5.2	<i>Aftale baseret på N-regnskab</i>	66
8.6	HVORDAN KOMMER VI VIDERE	68
8.7	SAMMENFATNING	68
<b>9</b>	<b>KONKLUSION</b>	<b>70</b>
9.1	MÅLORIENTEREDE AFTALER BASERET PÅ N-BALANCER	70
9.2	ADFÆRDSORIENTEREDE AFTALER BASERET PÅ MODELBEREGNINGER	71
9.3	ANBEFALINGER	71
<b>10</b>	<b>LITTERATUR</b>	<b>73</b>

**Bilag A:** Datakilder og beregning af de enkelte poster i N-regnskabet på drifts- og markniveau.

**Bilag B:** Opgørelse af markbalancer på 4 kvægbedrifter.

**Bilag C:** Noter fra workshop den 19. juni 2002 på Forskningscenter Foulum

**Bilag D:** Afrapporterede beregninger og litteratur, der beskriver effekten af forskellige tiltag med det formål at reducere nitratudvaskningen.

# Forord

Nærværende rapport er blevet til i et samarbejde mellem Danmarks JordbrugsForskning (DJF) og NIRAS, Rådgivende ingeniører og planlæggere A/S. Arbejdet er finansieret af Miljøstyrelsen under Program for Renere Produkter.

Formålet med projektet har været at belyse, hvorledes det eksisterende vidensgrundlag og eksisterende redskaber kan danne grundlag for at indgå hensigtsmæssige og holdbare aftaler i de udpegede indsatsområder.

Det har ikke inden for projektets rammer været muligt at afprøve de forskellige typer aftaler i praksis. Men som et led i arbejdet har der været afholdt en workshop på Forskningscenter Foulum den 19. juni 2002, hvor ideerne er blevet præsenteret og diskuteret med de inviterede deltagere fra amter, vandværker og landbrugets rådgivningstjeneste. Hovedpunkterne fra denne workshop er integreret i rapporten.

Det har været en spændende og lærerig proces at arbejde sammen på tværs af forskningsverdenen og den anvendelsesorienterede verden. I forhold til at omsætte teoretisk viden til praksis kan denne projektkonstruktion anbefales, men den arbejdsopgave der ligger i at få to verdner til at nå sammen må ikke underestimeres.

Arbejdsgruppen har haft følgende deltagere:

Egon Noe, DJF  
Anders Højlund Nielsen, DJF  
Helene Simoni Thorup, NIRAS  
Torsten Bliksted, NIRAS

Herudover har Tove Heidmann (DJF) bidraget i forbindelse med modelberegningerne med SKEP.

I Følgegruppen var:  
Mads Leth-Petersen, Skov- og Naturstyrelsen (formand)  
Bente Villumsen, Miljøstyrelsen



# Sammenfatning og konklusioner

Vandværksforeninger og landmænd kan indgå aftaler om, hvordan jorden skal dyrkes, for at beskytte drikkevandet mod forurening. Landmanden kan fx reducere kvælstoftilførslen eller omlægge en del af jorden til vedvarende græs. Hvis en *frivillig* dyrkningsaftale skal lykkes i praksis, er det vigtigt, at aftalen giver mening for begge parter. Hidtil er miljøreguleringer af landbruget især sket ved regelstyring og ved at give mulighed for at indgå frivillige dyrkningsaftaler om fx miljøvenlig jordbrugsdrift, skovrejsning mm. Frivillighed stiller krav til aftalernes beslutningsgrundlag og til de værktøjer, landbrugets konsulenter bruger i deres rådgivningsarbejde. Endelig er en god dialog mellem parterne vigtig for, at aftalerne lykkes.

## Baggrund og formål

### **Svært at indgå frivillige aftaler i praksis**

Da Vandforsyningsloven blev ændret i 1998, pålagde man amterne at gennemføre planer i de områder, hvor en særlig indsats er nødvendig for at beskytte drikkevandet. Som led i en indsatsplan kan vandværkerne indgå aftaler med landmænd om at ændre den måde, de dyrker jorden på i de udsatte områder. Vandværksforeningerne og landbrugets organisationer har i fællesskab udarbejdet en vejledning, som kan støtte parterne, når de indgår de frivillige dyrkningsaftaler for at sikre drikkevandet. Denne aftale beskriver nogle specifikke tiltag (fx udtagning af agerjord eller etablering af efterafgrøder), som udløser en dyrkningskompensation, som parterne skal finde frem til afhængig af aftalens indhold.

Det har dog vist sig, at det er vanskeligt at gennemføre dyrkningsaftaler i de områder hvor der er behov for at gøre en særlig indsats for at beskytte drikkevandet. Dels indgår der mange aktører i arbejdet - vandværker, landmænd, kommuner og amter - og dels lægger man vægt på, at dyrkningsaftalerne skal indgås på *frivillig* basis.

Denne artikel beskriver i hovedtræk resultater fra et projekt, der havde til formål at påpege metoder, som i praksis kan udgøre et fælles kommunikations- og beslutningsgrundlag mellem miljømyndigheder og landmænd, når de indgår frivillige dyrkningsaftaler. Som en del af aftalegrundlaget indgår ofte modeller til at bestemme, hvor meget udvaskningen og udbyttet reduceres. Derfor beskriver rapporten endvidere forskellige modeller til at bestemme, hvor meget kvælstof, der udvaskes og deres anvendelighed i praksis.

## Undersøgelsen

### **Modeller blev afprøvet i praksis**

Projektet er gennemført i et samarbejde mellem Danmarks JordbrugsForskning og NIRAS A/S i 2002. Projektet opsamlede de hidtidige erfaringer med at indgå frivillige dyrkningsaftaler til beskyttelse af drikkevand. Derefter blev landbrugets grundlag for at indgå dyrkningsaftaler analyseret. Landbrugs-

bedrifterne blev opdelt i bedriftstyper, og man beskrev forskellige typer af aftaler.

Redskaber til at beregne landbrugets kvælstof tab til miljøet (DAISY, N-les og N-regnskab, se evt. spalten) blev beskrevet og afprøvet på fire kvægbedrifter og to svinebedrifter. Afslutningsvist sammenlignede man resultaterne og beskrev de mulige alternativer til nuværende dyrkningspraksis.

Hovedkonklusioner

### **To typer aftaler med forskelligt fokus**

Hidtidige erfaringer viser, at det - på baggrund af det nuværende aftalegrundlag - kan være vanskeligt at opnå frivillige dyrkningsaftaler indenfor de indsatsområder, der er udpeget. En forklaring kan være, at selvom der kun indgås aftaler for en mindre del af bedriftens arealer, griber det ofte ind i driften af *hele* bedriften. Herunder også produktionen i stalden, fordi den kan være afhængig af disse arealer. Fx dyrkes marker på kvægbedrifter ofte udelukkende ud fra dyrenes foderbehov.

Derfor er det optimalt, hvis der kan indgås aftaler, der i større omfang, tager hensyn til at den enkelte bedrifts fortsatte produktion og rentabilitet, og som samtidig sikrer, at drikkevandet beskyttes. Projektet diskuterer to måder, man kan opnå denne fleksibilitet på, når man skal indgå dyrkningsaftaler:

- Adfærdsorienteret dyrkningsaftaler, som er underbygget af bedriftsspecifikke modelberegninger
- Resultatorienteret dyrkningsaftaler, hvor N-balancer bruges som indirekte mål for nitratudvaskningen

Ud fra en agronomisk og sociologisk synsvinkel er den sidste type aftale den bedste, da den inddrager landmanden og konsulenten i arbejdet med at udvikle produktionssystemet, så man når de ønskede mål. Ud fra en miljømæssig synsvinkel er det vigtigt, at aftalen er målrettet mod at reducere udvaskningen af nitrat til grundvandet. Når det drejer sig om en mindre del af bedriftens areal, kan den første metode være at foretrække af praktiske årsager. Dette uddybes i afsnittet Projektresultater nedenfor.

Der er forsat en række åbne spørgsmål mht., hvordan man kan skruer aftalerne sammen i praksis - herunder ikke mindst, hvordan aftalerne kontrolleres. Projektgruppen anbefaler, at aftalegrundlaget udvikles i praksis fx gennem konkrete eksempelprojekter.

I forbindelse med forberedelsen af Vandmiljøplan III er der nedsat en undergruppe, som netop skal analysere fordele og ulemper forbundet med at anvende næringsstofbalancer (grønne regnskaber) til regulering af tabet af næringsstoffer fra landbruget.

Projektresultater

### **Aftalerne skal svare til landmandens forudsætninger og mål**

Indtil nu er der kun indgået få dyrkningsaftaler, der havde til formål at beskytte grundvandet. Ofte ender sagerne med "alt eller intet-løsninger", hvor jorden enten udtages af driften fx omlægges til skov eller til langvarig brak,



eller at landmændene sætter hælene i og nægter at være med. Der er dog også eksempler på succesprojekter, hvor det har været centralt, at ordningerne fremstår som frivillige tilbud, hvilket gør landmændene til aktive deltagere.

Et moderne landbrug består af mange operationer, der skal koordineres og hænge logisk sammen, for at bedriften fungerer og genererer et økonomisk afkast. Den enkelte bedrift er organiseret omkring nogle grundlæggende værdier og mål for, hvordan bedriften skal drives og udvikles og rummer dermed også en indre produktionslogik.

Den enkelte mark indgår i bedriftens overordnede strategi, hvor udvaskningen fra den enkelte mark - og dermed også påvirkningen af grundvandet - ud over jordtype og klima bl.a. bestemmes af det sædskifte og husdyrhold, som marken indgår i. Så selv om aftalerne i mange tilfælde kun vil berøre en del af bedriftens arealer, vil den alligevel i de fleste tilfælde berøre den måde hele bedriften er organiseret på.

#### Fire måder at drive landbrug på

Landmænd har vidt forskellige forudsætninger for at indgå aftaler om den måde, de dyrker deres jord på. Hvis en frivillig dyrkningsaftale skal fungere i praksis, er det vigtigt, at den er meningsfuld for landmanden, og at aftalen fungerer sammen med de værdier og strategier, som produktionen er organiseret omkring. Med udgangspunkt i den måde produktionen er organiseret på kan der opstilles fire overordnede bedriftsstrategier, nemlig produktivitets-, rationaliserings-, flexibilitets- og autonomistategien.

*Produktivitetsstrategien* finder man ofte i på bedrifter, som er stærk specialiseret og overvåget, og som kræver store investeringer og tilsvarende høj bruttoindtjening. Værdigrundlaget bag denne strategi er præget af stolthed og glæden ved høje udbytter, når produktionen lykkes rigtig godt. De landmænd, der er orienteret imod denne strategi, vil generelt have en stor modstand imod aftaler, der sænker produktionsniveauet for bedriften, fx i form af ekstensiv afgræsning, men modsat være positive over for at foretage tiltag, der kan forbedre udnyttelsesprocenten fx i form af efterafgrøder og forbedret udbringningsteknik.

*Rationaliseringsstrategien* handler om at drive gården rationelt - forstået som minimum arbejdsindsats pr. produceret enhed. Der tages kun i meget ringe omfang individuelle hensyn til den enkelte ko eller mark. Også her er specialisering af afgrøder og produktion centralt, men produktionsniveauet er lidt lavere end i på bedrifter, der er præget af produktivitetsstrategien. En af de centrale værdier bag denne strategi er glæde ved at se virksomheden vokse. Landmænd orienteret imod denne strategi vil generelt have en modstand imod at indgå aftaler, der øger arbejdsbelastningen fx efterafgrøder, mens de typisk vil være mere positivt stemt over for ekstensiveringstiltag.

*I flexibilitetsstrategien* er bedriftens tekniske, økonomiske og sociale netværk (relationer til omverden) centrale. I modsætning til en specialiseret og erfaringsbaseret driftsledelse sikres det økonomiske afkast fx ved at man kan fodre med de billigst tilgængelige fodermidler eller ved at man hurtigt kan skifte produktion. Denne strategi har meget let ved at integrere den økonomiske regulering i bedriften, og de centrale værdier bag er knyttet til noget uden for bedriften, fx i forhold til fritidsinteresser. Landmænd orienteret imod denne strategi vil fagligt være meget fleksibel i forhold til valg af tiltag og aftaler, men

se meget på de økonomiske incitamenter. De vil ofte være modvillige over for mere langsigtede restriktive aftaler såsom 20-årig brak og skovrejsning.

Nøgleordene for *autonomistrategien* er reproduktion af eget produktionsgrundlag. Omkostningerne er holdt lave, gældsprocenten er relativt lille, og produktionen er bygget op omkring bedriftens egne ressourcer, herunder arbejdskraft, kapital, viden, kompetencer og maskiner. I denne strategi findes en mindre integration med omverden end hos de øvrige. I modsætning til den fleksible strategi er de grundlæggende værdier her meget tæt knyttet til det at være landmænd, og familien kan spille en stor rolle. De fleste reguleringstiltag udefra vil opfattes som en trussel imod den balance, som produktionen hviler på, og vil ofte møde stor modstand. Til gengæld vil denne strategi ofte resultere i en god intern ressourceudnyttelse og dermed mindre kvælstofstab.

### To typer dyrkningsaftaler

Der kan grundlæggende praktiseres to typer af aftaler. Der findes dels dyrkningsaftaler, som er baseret på, hvordan landmanden må dyrke og gøde jorden, dvs. bestemte adfærdsrestriktioner, dels dyrkningsaftaler som bygger på indirekte måltal for N-udvaskningen.

De adfærdsorienterede aftaler kendes fx fra de miljøvenlige jordbrugsforanstaltninger - de såkaldte MVJ-ordninger - og kan fx bestå i at udlægge arealer til græs eller at reducere gødskningen. De resultatorienterede aftaler bruger man fx i miljøreguleringen af industrien, i form af grænseværdier for forskellige stoffer i det spildevand, der udledes fra en given virksomhed. I modsætning til industrien - som udleder via skorsten eller spildevandsledninger, såkaldt punktudledninger - er forureningen fra landbruget en diffus miljøbelastning. Derfor er det ikke muligt, direkte at måle tabet af fx nitrat fra landbrugsarealer (N-udvaskning).

### Dyrkningsaftaler der regulerer adfærd

Dyrkningsaftaler om adfærd kan nuanceres og detaljeres, hvis man inddrager modelberegninger, der tager højde for de aktuelle jordbundsforhold, klima og den landbrugsproduktion, der er tale om i det konkrete tilfælde. Sådanne stedspecifikke modeller fx DAISY eller den såkaldte N-les-model kan afgøre, hvilke type arealanvendelse der er acceptabel i forhold til de mål, der er fastsat for indsatsområdet. Man kan beregne N-udvaskningen før og efter, man indførte den ændrede dyrkningspraksis og derefter foreslå, hvilke ændringer og justeringer, der er nødvendige for at nå målene.

I praksis giver opstilling af lokalspecifikke alternativer større fleksibilitet for den enkelte landmand i og med, at der opstilles flere handlemuligheder, end med de nuværende MVJ-ordninger. Vælges modeltilgangen anbefaler projektgruppen, at der udarbejdes et generelt dyrkningskatalog, der beskriver dyrkningsalternativer, der lever op til myndighedernes krav til udvaskningen fra rodzonen.

### Aftaler der sigter mod at nå bestemte mål

Med dyrkningsaftaler, der er baseret på at nå indirekte måltal for nitratudvaskningen forpligter landmanden sig til at opnå nogle miljømæssige mål, men samtidig får han frihed til at vælge den dyrkningspraksis, der bedst passer ind i netop hans bedrift. Hans manøvrerum for at udvikle bedriften udvides, uden at det nødvendigvis går ud over de miljømæssige mål. Det er vigtigt, at det

kan dokumenteres, at den ønskede effekt opnås. I teorien betyder det, at de samme mål vil kunne nås af den dygtige landmand med færre konsekvenser for hans produktion, end hvis målene skulle sikres via restriktioner. Sagt på en anden måde: Godt landmandsskab belønnes.

Med udgangspunkt i fire kvægbedrifter beskrev man mulige alternativer til den nuværende dyrkningspraksis. Beskrivelserne skete i overensstemmelse med inddelingen i de fire overordnede bedriftsstrategier (tabel 1).

	Bedrift nr. 1	Bedrift nr. 2
Karakteristika	Middel DE/ha. Maksimal staldfodring. Ønsker enkel fodring og markdrift. Adskilt korn og grovfod. Sædskilte.	Lav DE/ha (kvæg). Blandet kvæg/svin. Høj mekanisering. Delvist blandet korn/grovf. Sædskilte
Muligheder	Forøg selvforsyning via kløvergræs og mere majs. Reducer handelsgødning via bedre forfrugtsudnyttelse.	Forøg selvforsyning via kløvergræs og majs. Reducer handelsgødning via bedre forfrugtsudnyttelse.
Barrierer	Ønsker driftsledelses- og arbejds-ekstensiv drift.	Arrondering i fht. afgræsning Ønsker intensiv græsproduktion nær gård.

	Bedrift nr. 3	Bedrift nr. 4
Karakteristika	Høj DE/ha. Maksimal afgræsning. Højt proteinniveau i foder. Rent grovfodersædskilte m. høj andel fikserende afgrøde.	Høj DE/ha. Høj selvforsyning. Rel. Balanceret proteinfodring. Overvejende grovfoderSædskilte.
Muligheder	Reducere DE/ha. Afbalancere proteinfodring. Reducere fiks ering og handelsgødning til mark. Forbedre udnyttelse af forfrugt og husdyrgødning.	Reducere DE/ha. Reducere fiks ering og handelsgødning til mark. Afbalancere proteinfodring.
Barrierer	Højt foderbehov pr. ha. Dybstrøelsessystem vanskeliggør udnyttelse. "Kampen om jord".	Højt foderbehov pr. ha. "Kampen om jord".

Tabel 1: Karakteristika ved fire konventionelle kvægbedrifter og muligheder og barrierer i for at reducere N-overskuddet.

Der findes ingen sikre metoder, som både kan måle det *direkte* tab af kvælstof til grundvandet, og som samtidig er økonomiske overskuelige og kan bruges i praksis. Derimod findes der en række bud på, hvordan tabet kan estimeres ud fra indirekte målinger af bedriftens N-balance. Det kan ske ved at opstille et såkaldt N-regnskab (se ordforklaring).

En aftale, der er baseret på måltal for N-balancen vil bygge på, at dyrkningen gennemføres med en N-balance, der ikke overskrider et givent niveau for ind-

satsområdet. Den N-balance, der er aftalt mellem parterne, sættes i forhold til en N-udvaskning, der er acceptabel for det aktuelle areal.

Opgørelse af et N-regnskab på bedriftsniveau bygger på tal, som kan genfindes i virkeligheden i driften og kvælstofoverskuddet - angivet i N-overskud pr hektar - vil bl.a. afhænge af husdyrproduktionens størrelse og udbytteneiveauet. Der skal derfor beregnes et referencetal, inden man kan vurdere, om et kvælstofoverskud på en bedrift er højt eller lavt.

Der er dog visse problemer i forbindelse med N-regnskaber. N-balancen beregner det *samlede langsigtede* tab til omgivelserne, dvs. både nitratudvaskningen, de luftformige tab (ammoniakfordampning og denitrifikation) og indbygning i jordpuljen. Hvis man vil bestemme størrelsen af udvaskningen til grundvandet, kræver det, at størrelsen af de øvrige tabspuljer kvantificeres. Man er imidlertid usikker på, hvordan tabet fordeler sig på disse poster.

Hertil kommer at der er flere forhold, som er meget vanskelige at kvantificere og kontrollere, og som har væsentlig betydning for størrelsen af N-balancen og dermed tabet til af kvælstof til omgivelserne. Det gælder fx indkøb og salg af foder og markafgrøder, der handles uden om foderstoffirmaer, samt køb og salg af husdyrgødning. For begge områder gælder det, at en præcis opgørelse vil stille omfattende krav til vejning og analyser.

Hvis indsatsområdet ikke dækker en væsentlig del af bedriftens arealer er det uhensigtsmæssigt at indgå aftaler baseret på måltal. Man kan ikke kontrollere aftaler på enkeltmarker, og et generelt reduktionskrav vil påvirke driften på hele bedriften.

I forbindelse med forberedelsen af Vandmiljøplan III er der bl.a. nedsat en tekniske undergruppe, som skal analysere mulighederne for at anvende næringsstofbalancer (grønne regnskaber) til at regulere tabet af næringsstoffer fra landbruget til miljøet.

#### **Grundlaget for aftalerne bør afprøves og udvikles**

Rapporten viser, at der er forskel på den N-balance en bedrift får, når balancen bliver beregnet vha. henholdsvis en DAISY-baseret model og et N-regnskab. Derfor er det vigtigt, at metoderne udvikles og forbedres.

Der mangler altså stadig dokumenterede erfaringer med at indgå dyrkningsaftaler i praksis og projektgruppen foreslår, at man starter udviklingsprojekter, hvor parterne involveres i at udvikle og afprøve de forskellige aftalegrundlag. Det er vigtigt, at der sker en afvejning mellem den videnskabelige/kontrolmæssige sikkerhed for, at målene nås på den ene side og den praktiske gennemførelse og opfølgning på aftalerne på den anden side.

# Summary and conclusions

When the Danish Water Supply Act was changed in 1998, the counties were ordered to prepare action plans in areas where special efforts are necessary in order to protect the drinking water resources. As part of the action plan the water works can make voluntary agreements with the farmers that they change the methods of cultivation in these high priority areas.

The purpose of this project is to identify and discuss methods and tools for entering into cultivation agreements in practice, including sociological methods and technical tools for calculation of the nitrate leaching. The project applies to specialists in the Danish Environmental Protection Agency, counties, municipalities, water works and agricultural advisers.

The project includes collection of experience gained in the cultivation agreements already made. The basis for the agricultural activities on which the voluntary cultivation agreements are entered is described. Two basically different types of agreements, which can be entered, are explained – the action oriented and the goal oriented. Various tools, which can be used as a basis for each type of agreement, are described. Furthermore, the report contains a calculation section in which the N-accounts of the two tools and the DAISY based model SKEP are used on data from six farms near Lemvig.

Until now only a few cultivation agreements with the purpose to protect the groundwater have been entered. The cases often end up with "all or nothing solutions", i.e. the area is either taken out of cultivation (e.g. changed into woods or laid fallow) or the farmers refuse to participate. Important barriers are lack of flexibility, a poor economic incentive and inscrutability. However, there are also examples of successful projects, where it has been of central importance that the agreement is voluntary and an offer, which makes the farmer an "actively participating" party.

A farm is organised around some basic values deciding how the farm should be run and developed, and this also implies an inner production logic. If a voluntary cultivation agreement is to work in practice, it is important that it is meaningful to the farmer and that the agreement is compatible with the values and strategies on which the production is organised.

Two basic types of agreements, which can be used when entering voluntary cultivation agreements in high priority areas are practised: Cultivation agreements based on certain behavioural restrictions attached to the areas, and cultivation agreements based on indirect target figures for nitrate leaching. In the report these types of agreements are called action oriented and goal oriented agreements.

Seen from an agronomic point of view, agreements based on goal figures are often preferred rather than behavioural restrictions attached to the field. The resources of the farmer are mobilised, and it is up to the farmer himself to choose and organise his actions in accordance with his personal values and the actual conditions of the farm. This means that regulation is flexible and adapted to each farmer in question.

The models DAISY and N-LES are examples of tools that can be used as a basis for cultivation agreements based on certain behavioural restrictions attached to the areas. Preparation of N-accounts can be used as a basis for entering a goal oriented cultivation agreement, since the N-accounts generate an N-balance, which can be used as indirect leaching target figures.

The report reveals a big difference between the calculated N-balances on models and the use of N-accounts on each farm. Much work is still to be done to develop and improve the models in this respect.

The dynamic and empirical models are well suited for determination of the actual nitrate leaching at field level as an effect of local conditions and as alternative to the present operation of the farm, so that the nitrate leaching requirements are met. It can, however, be difficult to adjust the steps to the actual farm and to the values of the farmer.

The N-accounts are well suited to determine the N-balance at farm level, and there also well suited as a tool of communication, operation and control at farm level.

Work should be directed towards the creation of a tool that can be used to estimate the loss of nitrogen at single posts in the N-accounts, taking as the starting point the information about the structure of each farm. Thus, this can be used as a basis for determination of the targets of acceptable N-loss at farm level, taking account of local conditions.

Documented experience is still insufficient. We recommend that development projects are launched in one or more action areas and the actual parties are involved in the development and testing of the different bases of agreement. In the further work it is important that a balancing is provided between the scientific certainty that the goals are achieved and the practical execution and follow-up on the agreements.

# 1 Indledning

Ved ændring af Vandforsyningsloven i 1998 blev det pålagt amterne at gennemføre indsatsplaner i de områder, hvor en særlig indsats er nødvendig for at beskytte drikkevandet. Som et led i en indsatsplan kan vandværkerne indgå aftaler med landmænd om at ændre dyrkningspraksis på arealerne.

Vandværksforeningerne og landbrugets organisationer har udarbejdet en vejledning, som kan anvendes ved indgåelse af frivillige dyrkningsaftaler (Landbrugets Rådgivningscenter, 2002). Vejledningen beskriver udgangspunktet for opgørelse af økonomiske kompensationer samt mulige dyrkningsrestriktioner, hvilket åbner mulighederne for at sikre drikkevandet.

Gennemførelse af dyrkningsaftaler kan dog blive vanskelige i praksis. Dels indgår der mange aktører i arbejdet - vandværker, landmænd, kommuner og amter - og dels lægges der vægt på, at dyrkningsaftalerne skal indgås på basis af *frivillige* aftaler. Denne fokus på frivillighed og samarbejde mellem flere aktører er fundamental for aftalens indhold og form.

Udgangspunktet for enhver frivillig aftale er, at form og indhold *giver mening* for de parter, som indgår aftalen. For at opnå en meningsfuld aftale er det afgørende, at aftalen er *lokalt tilpasset*, det vil sige målrettet mod den enkelte landmands ønsker og behov. En konstruktiv dialog bliver derved en nødvendig og logisk del af processen for at sikre, at aftalen bliver lokalt funderet og dermed kommer til at fungere i praksis.

Landbrugets arealanvendelse har alt overvejende været reguleret via generelle regler. Dette blev ændret med Drikkevandsudvalges anbefalinger i 1997 og den deraf følgende ændring af Vandforsyningsloven m.fl. i 1998. Det blev herefter muligt at gennemføre skærpelser af bl.a. landbrugets brug af kvælstoffer i områder, der er udpeget som sårbare over for nitrat. Udgangspunktet for lovgivningen er frivillighed. Det vil sige, at myndighederne i videst mulige omfang skal søge at gennemføre foranstaltninger ved at indgå frivillige aftaler såsom frivillige dyrkningsaftaler om f.eks. miljøvenlig jordbrugsdrift, skovrejsning m.m. Indgåelse af frivillige dyrkningsaftaler stiller således nye krav til rådgivningsværktøjer, beslutningssystemer og indgåelse af dialog.

Formålet med dette projekt er ud fra den viden og erfaring, der er opbygget på området, at påpege metoder, som i praksis kan udgøre et fælles kommunikations- og beslutningsgrundlag mellem miljømyndigheder og landmænd i et givet indsatsområde til indgåelse af frivillige dyrkningsaftaler. Forskellige modeltilgange til estimering af kvælstofudvaskningen samt forskellige aftaleformer vil blive vurderet iht. deres anvendelighed.

Det er således målet at påpege og diskutere metoder og redskaber til indgåelse af dyrkningsaftaler i praksis, hvorimod der ikke vil blive anvist generelle løsningsforslag (eks. udlæg i kornafgrøde), idet den ideelle løsning altid vil afhænge af de aktuelle forhold.

### 1.1 Målgruppe

Projektet henvender sig til fagfolk i Miljøstyrelsen, amter, kommuner, vandværker, rådgivere og landboforeninger.

### 1.2 Mål

Målet at påpege og diskutere metoder og redskaber til indgåelse af dyrkningsaftaler i praksis, herunder:

- sociologiske metoder til gennemførelse af frivillige dyrkningsaftaler
- tekniske redskaber og metoder til beregning af nitratudvaskning i henhold til den praktiske anvendelse
- at sætte gang i en proces og en diskussion i relevante kredse, som kan føre til erkendelser af, hvordan indgåelse af dyrkningsaftaler gribes bedst muligt an i henhold til ovenstående problemstillinger.

### 1.3 Afgrænsning

Projektet vil beskæftige sig med agronomiske og sociologiske aspekter, og ikke med de økonomiske forhold, idet der henvises til vejledningen udarbejdet mellem vandværkerne og landbrugets organisationer.

Projektet vil primært belyse kvælstofproblematikken under henvisning til, at vidensniveauet inden for dette område er størst. De høstede erfaringer vil derfor eventuelt kunne overføres til andre områder og således også til pesticidproblematikken.



## 2 Administrativt grundlag

Drikkevandsudvalgets anbefalinger medførte en række markante ændringer af vandforsyningsloven (Lovbekendtgørelse nr. 130 af 26. februar 1999), som betyder, at den fremtidige grundvandsbeskyttelse skal tage udgangspunkt i udarbejdelse og gennemførelse af indsatsplaner. Der skete samtidig en ændring af miljøbeskyttelsesloven. Følgende afsnit redegør kort for det administrative grundlag i henhold til gældende lovgivning. Der vil blive henvist lovgivning angivet (figur 1).

- Vandforsyningsloven, Lovbekendtgørelse nr. 130 af 26. februar 1999
- Miljøbeskyttelsesloven, Lov nr. 908 af 16. december 1998
- Bekendtgørelse om indsatsplaner, Bekendtgørelse nr. 494 af 28. maj 2000
- Vejledning Nr. 3 (2000); Zonering, detailkortlægning af arealer til beskyttelse af grundvandsressourcen

Figur 1: relevant lovgivning ved udarbejdelse af dyrkningsaftaler

### 2.1 Hvor skal der udarbejdes indsatsplaner?

Amterne har ved 1997-revisionen af regionplanerne udpeget områder med særlige drikkevandsinteresser (OSD-områder), hvilket udgør omtrent en tredjedel af Danmarks areal. Udpegning af OSD-områderne skete iflg. vandforsyningsloven § 11, stk. 1, og er en overordnet kortlægning af områder med vandindvindingsinteresser af regional betydning.

I henhold til den statslige udmelding til regionplanen 2001 skal der foretages en udpegning og tidsmæssig prioritering af områder, hvor der skal gøres en særlig indsats for at beskytte grundvandet. Disse prioriterede områder benævnes indsatsområder eller ”generelle indsatsområder”.

Indsatsområderne kan være afgrænsede af hydrologiske og administrative skel. Indsatsområderne kan f.eks. være et OSD-område, et grundvandsdannende opland til en vandforsyning eller et område med oplagte administrative grænser (Vejledning nr. 3, 2000). Indsatsområderne fungerer som den fremtidige ramme for planlægningen af grundvandsbeskyttelsen og arbejdet hermed.

Indenfor de generelle indsatsområder udpeges efter vandforsyningsloven § 11, stk. 1, følsomme indvindingsområder, hvor grundvandet er særligt følsomt overfor en eller flere typer af forurening med angivelse af, hvilken type forurening, de anses for at være følsomme overfor. Dette sker på baggrund af en detaljeret hydrogeologisk kortlægning (zonering) af indsatsområderne.

For de følsomme indvindingsområder skal der udarbejdes indsatsplaner, dvs. planer for, hvorledes initiativer til at imødegå samtlige forureningstrusler iværksættes. Selve indsatsen er altså begrænset til de arealer inden for ind-

satsområdet, hvor kortlægningen har dokumenteret, at en indsats er nødvendig (lovbekendtgørelse nr. 130, 1999; Vejledning nr. 3, 2000).

## 2.2 Hvad skal en indsatsplan indeholde?

En indsatsplan skal beskrive samtlige forureningskilder samt de grundvandsbeskyttende tiltag, der er nødvendige for at opnå den tilsigtede forbedring af grundvandsbeskyttelsen, som beskrevet i bekendtgørelse nr. 494 af 28. maj 2000 om indsatsplaner. En indsatsplan skal derudover rumme en samlet, detaljeret tidsplan for gennemførelsen af indsatsen mod alle forureningskilder i området samt angivelse af, hvem der skal gennemføre overvågning og i hvilket omfang.

En indsatsplan er således i ordets forstand en "plan" for en fremtidig indsats. Den kan indeholde retningslinier for hvornår og hvordan de specifikke problemstillinger i indsatsområdet løses. En tidsplan kan f.eks. angive, hvornår kortlagte forureningstrusler forventes undersøgt, afværget eller kontrolleret, og hvornår der i forbindelse med nitratindsatsområder skal være opnået frivillige aftaler.

Foranstaltninger rettet mod den enkelte ejer *kan* indgå i en indsatsplan. Det er således ikke en forudsætning, at der er indgået dyrkningsaftaler for at vedtage en indsatsplan. Forhandlingerne med lodsejerne vil ofte foregå efter vedtagelsen.

## 2.3 Hvem skal udarbejde indsatsplanerne?

I henhold til vandforsyningsloven § 13 og § 13a er det fastlagt, at amtsråd, kommunalbestyrelser eller ejere af et alment vandforsyningsanlæg kan udarbejde en indsatsplan. Amterne har dog det overordnede ansvar for, at det sker (jf. § 13).

I henhold til vandforsyningsloven § 12 er det pålagt amtsrådet at oprette et koordinationsforum bestående af repræsentanter for amtet, kommunerne i amtet, vandforsyningerne i amtet, andre berørte myndigheder, jordbruget, industri og eventuelle andre relevante parter. Forslag til en indsatsplan skal forelægges dette koordinationsforum, uanset om forslaget er udarbejdet af amt, kommune eller vandværk.

Det er endvidere foreslået, at der derudover etableres kommunale kontaktudvalg og vandforsyningssamarbejder, således at lokale synspunkter kan fremføres blandt andet i det amtslige koordinationsforum via vandværkernes eller kommunernes repræsentanter (Århus Amt, 2001).

Det fremgår yderligere af vandforsyningsloven §13 b, stk. 1, at alle direkte berørte parter skal inddrages under udarbejdelse af et udkast til beskrivelse af de foranstaltninger rettet mod den enkelte ejer, der foreslås gennemført for at afhjælpe og forebygge forurening af vandressourcen.

## 2.4 Implementering af indsatsplanerne

Amter, kommuner eller vandværker kan indgå aftaler med ejeren af en ejendom om dyrkningspraksis eller salg af ejendommen til amt eller kommune

(Vandforsyningsloven § 13 d). Under forudsætning af, at et vandforsyningsanlæg har fordel af aftalen, skal anlægget betale det beløb, der ifølge aftalen tilkommer ejeren. Hvis det ikke er tilfældet, skal kommunen helt eller delvist betale. Amtet har pligt til at gennemføre indsatsplaner (Vandforsyningsloven, § 13 c).

Derudover er proceduren for implementering af indsatsplanen, herunder især indgåelse af dyrkningsaftaler, ikke fastlagt nærmere.

Samarbejde og koordinering er nøgleord i forbindelse med indsatsplanlægningen, dels fordi både kommuner, amter og vandværker kan udarbejde indsatsplaner og indgå aftaler med lodsejere, dels fordi alle direkte berørte parter skal inddrages under udarbejdelse af indsatsplaner.

Der lægges vægt på, at dyrkningsaftalerne indgås på basis af frivillige aftaler. Der er dog i miljøbeskyttelsesloven § 26a muligt at påtvinge grundejeren rådighedsindskrænkninger mod fuldstændig kompensation. Det forudsætter, at rådighedsindskrænkningerne er nødvendige for at gennemføre en vedtaget indsatsplan, og at der er gjort forsøg på at indgå en aftale på rimelige vilkår.

## 2.5 Hvem skal forestå forhandlingerne om dyrkningsaftaler?

Det lovmæssige grundlag giver både kommuner, amter og vandværker myndighed til at udarbejde og gennemføre indsatsplaner.

På baggrund af interviews med medarbejdere i amter og vandværksforeninger står det ikke klart, hvem der vil forestå de konkrete forhandlinger med lods-ejerne. I amterne er der i overvejende grad en forventning om, at de lokale vandværker vil udføre forhandlingerne, idet de har de finansielle muligheder, og derudover er lokalt funderet og således har mulighed for at kommunikere indsatsplanerne ud på et lokalt niveau. Omvendt har vandværkerne en vis forventning om, at amterne vil forestå den ressourcekrævende opgave, idet amtet har den nødvendige kapacitet og ekspertise.

Amterne har dog ansvaret for at indsatsplanerne bliver gennemført, hvilket fremgår af vandforsyningsloven § 13 c og d.

Erfaringerne viser, at fortrinsvis de store vandværker, som har den politiske opbakning og den fornødne ekspertise til at imødegå udfordringerne, har indgået dyrkningsaftaler. Hovedparten af vandværkerne i Danmark (ca. 75%) er små vandværker, som indvinder under 80.000 m<sup>2</sup>/år.



## 3 Hidtidige erfaringer med dyrkningsaftaler

I det efterfølgende gøres kort rede for udvalgte projekter, hvor der er indgået dyrkningsaftaler med miljømæssigt formål.

### 3.1 Djursland - Havndal

I 1998 startede et 3-årigt grundvandsprojekt som et samarbejde mellem landmændene fra indvindingsområdet omkring Havndal på Djursland, Djursland landboforening, Landskontoret for planteavl og Århus Amt. Grenå Kommunes drikkevandsforsyning indvinder fra en væsentlig del af projektområdet. Området er domineret af sandjord på kalkbund med en meget ringe nitratreduktionskapacitet og høj husdyrtæthed (Vestergaard, 2001).

Projektets mål var at opnå tilmeldinger til de Miljøvenlige Jordbrugsforanstaltninger for derigennem at opnå en reduktion af kvælstoftabet til grundvandet. Endvidere var formålet at afklare, hvorfor MVJ-ordningerne ikke er slået mere succesfuldt igennem hos landmændene.

Metodens kodeord var oplysning, åben dialog, beregninger samt frivillighed. Nitratudvaskningen og økonomi blev beregnet ved nudrift med udgangspunkt i de faktiske bedriftstal for derigennem at informere om de faktorer, som har betydning for udvaskningens størrelse samt MVJ-ordningerne. På dette grundlag blev der udarbejdet handlingsplaner til nedbringelse af nitratudvaskningen i håbet om, at landmændene fik lyst til at tilmelde arealer til ordningen.

8 ud af 10 deltagende landmænd tilmeldte arealer til ordningen, hvilket har betydet en gennemsnitlig reduktion i udvaskningen på 25% for hele projekta-realet.

#### 3.1.1 Erfaringer

Landmændene opleves generelt positive og åbne over for dyrkningsaftaler som et redskab til grundvandsbeskyttelse. Der var størst interesse for udlæg af rajgræs, men også 20-årig udtagning og miljøvenlig drift af græs var der interesse for. At ordningerne fremstår som frivillige *tilbud* er meget centralt i forhold til landmændenes positive holdning. Frivilligheden gør landmændene til "aktivt deltagende", - de vælger selv - og kan kombinere deres bedrift med de ordninger, som er passende for dem.

Det gennemsnitlige dækningsbidrag inklusive tilskud steg med 300 kr./ha (eksl. maskin- og arbejdsomkostninger) for de tilmeldte arealer, hvilket givetvis ikke kunne kompensere for øget risiko for høstbesvær, investeringer i nye maskiner mv. Ingen af de tilmeldte landmænd har tilsluttet sig ordningen primært for at opnå en økonomisk gevinst.

Væsentlige barrierer for indgåelse af aftaler er manglende fleksibilitet (flerårige aftaler, restriktive arealkrav), ringe økonomisk incitament samt psykologiske barrierer mod bevidst undergødskning (Gleerup & Westergaard, 200).

### 3.2 Lyngby-projektet

Århus Kommunale Værker, Vandforsyningen, indledte i 1989 et pilotprojekt i indvindingsområdet til Lyngbyværket (ca.800 ha.) med det formål at demonstrere, hvordan vandforsyninger og myndigheder kan indgå frivillige dyrkningsaftaler med landmænd (Andreasen, 2000).

Målet var primært at reducere pesticidanvendelsen med følgende virkemidler: overgang til økologisk dyrkning, skovrejsning, MVJ-ordninger og pesticidfridyrkning. I projektførelsen indgik både borgermøder, besøg hos de involverede lodsejere, lodsejermøde samt telefoniske diskussioner.

Der er indtil videre indgået en enkelt dyrkningsaftale i 2000 (130 ha). Projektet gik i stå, da der ikke kunne opnås enighed om kompensationernes størrelse, og det blev besluttet at afvente landsaftalen.

#### 3.2.1 Erfaringer

Landmænds forudsætninger for at indgå en aftale er meget forskellige. F.eks. var fritidslandmænd generelt mindre fleksible i forhold til heltidslandmænd, idet investering i nye redskaber ofte ikke kan betale sig, og fordi ændret dyrkningsform og -strategi kræver ny viden og tid. Modsat er små fritidsbrug ofte mindre effektive, og har derfor et lavere dyrkningstab end beregnet ud fra standardkalkulationerne.

Konklusionerne på projektet blev bl.a. at

- Problemstillingerne er forskellige fra bedrift til bedrift ved indgåelse af dyrkningsaftaler f.eks. fritids- og heltidslandbrug. Fritidslandmænd udviste større accept af ideen, men mindre indsigt i landøkonomiske forhold. Hos heltidslandmænd spillede holdninger en mindre rolle, hvorimod der ofte var styr på økonomi, udbytter mv.
- Det er ikke alle lodsejere, der ønsker at indgå dyrkningsaftaler.
- Økonomi er vigtig, men er ikke altid styrende for landmandens beslutning.
- Indgåelse af dyrkningsaftaler om ændret dyrkningspraksis er tidskrævende, og det er vigtigt fra starten at ansætte dette over for alle parter. Processen må ikke tage for lang tid.
- Det er vigtigt fra starten at inddrage en landbrugskonsulent. Det er vanskeligt for den enkelte landmand at gennemskue konsekvenserne af en aftale.
- Det er vigtigt at gå frem efter en struktureret proces, som begrænser irrelevant snak og fremmer den konstruktive samtale.

### 3.3 Drastrup

Aalborg kommune og Forsyningsvirksomhederne indledte i 1986 et samarbejde med det formål at sikre grundvandet i nærområdet omkring kildepladsen ved Drastrup (ca. 650 ha) (Aalborg Kommune, 2000). Arealet er et bynært område med store rekreative interesser.

Såfremt en lodsejer har ønsket at sælge, har Aalborg kommune opkøbt jorden mod fuldstændig kompensation. Grundvandet er derefter sikret gennem statslig skovrejsning og etablering af vedvarende græsarealer. Har lodsejeren ikke ønske om at sælge, men derimod at indgå frivillige aftaler, er der indgået aftaler omkring ophør af gødskning, sprøjtning og omdrift. Der er ydet fuldstændig erstatning for indskrænkningerne i råderetten efter vandforsyningsloven § 13 d. Har lodsejer *ikke* ønsket at sælge, og *ikke* indgå frivillige aftaler, er der fastlagt restriktioner efter Miljøbeskyttelsesloven § 26a.

Hovedparten af området er i dag omlagt til skov eller vedvarende græsarealer gennem frivillige aftaler om salg af jord til Aalborg kommune, og dermed udelukkelse af landbrugsdrift. Der er kun indgået få egentlige dyrkningsaftaler for mindre arealer med landbrugsdrift.

I en mindre del af indsatsområdet, der er karakteriseret ved kvægavl og juletræer, har det indtil nu ikke været muligt at indgå frivillige aftaler vedrørende den ønskede fremtidige arealanvendelse. I henhold til retningslinierne i helhedsplanen for den fremtidige arealanvendelse, skal arealanvendelsen ændres til skov eller vedvarende græsarealer uden omdrift og uden anvendelse af gødning og sprøjtemidler.

De omlagte arealer med skov eller vedvarende græs må ikke sprøjtes. Arealer nærmest kildepladsen må dog hverken gødes eller sprøjtes. De resterende arealer må gødes med 80 kg N/ha, selvom der foregår omdrift af arealerne.

#### 3.3.1 Erfaringer

På trods af stor politisk opbakning omkring nødvendigheden af grundvandsbeskyttende tiltag har det ikke været muligt at indgå frivillige aftaler om omlægning af arealanvendelsen på de intensivt drevne ejendomme.

Den ene af de to største ejendomme er overtaget af kommunen og efterfølgende solgt til det statslige skovrejsningsprogram. Ejeren af den anden store ejendom har det endnu ikke været muligt at indgå en aftale med, og netop derfor er der lavet en delindsatsplan omfattende bl.a. denne ejendom.

- En betydende del af arbejdet er foregået via etablering af jordfordelingsaftaler. Området bestod primært af mindre ejendomme, hvor man stod overfor at skulle afhænde ejendommen med henblik på pension.
- Det var ikke muligt at indgå frivillige aftaler om driftsomlægninger hos de intensive brug, bl.a. fordi det ikke var attraktivt for de pågældende brug.

### 3.4 Tunø

Århus Amt tog i 1986 initiativ til en indsats for at sikre vandforsyningen på Tunø (Århus Amt, 2000). Tunø indvinder fra øens eneste betydende vandværk, som dengang var kommunalt, men nu er privatiseret.

I løbet af 1980'erne steg nitratindholdet i drikkevandet så meget, at et indgreb blev nødvendigt. I foråret 1989 blev der etableret to beskyttelseszoner, en indre med en radius på ca. 100 m (ca. 3 ha), som blev etableret med vedvarende græs uden tilførsel af kvælstof eller pesticider, - og en ydre zone med en radius på 300 m, hvor der blev praktiseret markstyring og andre landbrugs-tekniske tiltag. I 1991 blev arealet af den indre zone fordoblet. Der blev installeret sugeceller under arealet, som benyttes til overvågning af udvaskningen.

Etablering af vedvarende græs nedbragte hurtigt og effektivt nitratudvaskningen, mens markstyring ikke havde den forventede effekt, især pga. den særlige afgrødesammensætning (bl.a. porreavl) på Tunø og den lille nettonedbør. En del af arealet er nu braklagt med hektarstøtte.

Indsatsen er gennemført på basis af frivillige aftaler med 3 lodsejere med betydelig succes. Projektet er udarbejdet af en arbejdsgruppe bestående af bl.a. Århus Amt, Odder Kommune, planteavlskonsulenten på Tunø og Miljøstyrelsen.

### 3.5 Små private vandværker

Der er eksempler på små private vandværker, som på eget initiativ har forsøgt at indgå dyrkningsaftaler, f.eks. Løkken Vandværk og Brovst Vandværk.

Typisk for disse projekter er, at det drejer sig om mindre arealer, hvor vandværkerne søger en enkel og varig løsning som f.eks. etablering af skov. Disse løsninger kræver ikke de store agronomiske og sociologiske overvejelser.

### 3.6 Samarbejde mellem miljømyndigheder og lodsejere

Ifølge en evaluering, som bl.a. har haft til formål at undersøge, hvorledes man bedst muligt når ud til landmænd med frivillige natur- og miljøstøtteordninger erfares det, at der fra alle landmænd lægges stor vægt på, at amtets og kommunens konsulenter har været i stand til at tage udgangspunkt i den enkelte bedrifts karakteristika. Heltidsbrugene ønsker ikke ordninger, som virker generende for det rationelle markarbejde eller øger ejendommens harmoniproblemer (Just *et. al.*, 1996).

Ifølge undersøgelsen synes de aktuelle størrelser på tilskud til naturplejeforanstaltninger ikke at have været en afgørende faktor for, om landmændene har ønsket at medvirke til at skabe flere småbiotoper eller indføre miljøvenlige produktionsmetoder. Væsentligere synes bl.a. at være

- om naturpleje- og miljøforbedringsforanstaltningerne passer ind i landmandens overordnede strategi og produktionsplanlægning (initiativerne skal kunne forenes med den rationelle produktion)
- om det offentlige yder praktisk støtte og rådgivning, f.eks. hjælper landmændene med det praktiske omkring papirarbejdet. Tid er i høj grad en begrænsende faktor for heltidsbrugene
- om forhandlingerne forestås af neutrale parter, som ikke er personlig interesserede i resultatet, men derimod i processen og opnåelse af resultater.



### 3.7 Sammenfatning

Der er endnu kun indgået få dyrkningsaftaler med grundvandsbeskyttende formål. De hidtidige aktiviteter er primært foregået hos de store vandforsyninger, men også i mindre grad hos de små vandværker. Typisk er projekterne båret frem af lokale ildsjæle, som har taget initiativ og været den drivende kraft i projekterne. De hidtidige indgåede dyrkningsaftaler bærer præg af at være pilotprojekter.

Ofte ender sagerne med ”alt eller intet løsninger”, forstået på den måde, at jorden enten udtages af driften (f.eks. omlægges til skov eller til langvarig brak), eller landmændene sætter hælene i og nægter at være med (Aalborg Kommune, 2000; Andreasen, 2000). Der er dog også eksempler på succesprojekter, hvor det har været centralt, at ordningerne fremstår som frivillige tilbud, hvilket gør landmændene til ”aktivt deltagende”.

De opnåede erfaringer viser, at problemstillingerne ved indgåelse af dyrkningsaftaler har været meget forskellige fra bedrift til bedrift. Væsentlige barrierer er manglende fleksibilitet (flerårige aftaler, restriktive arealkrav), ringe økonomisk incitament samt manglende gennemskuelighed. Indgåelse af dyrkningsaftaler om ændret dyrkningspraksis er ressourcekrævende.

Det er således vigtigt for en reel og succesfuld gennemførelse af dyrkningsaftaler, at graden af kompleksitet reduceres, og at tiltagene passer ind i landmandens overordnede strategi og produktionsplanlægning.

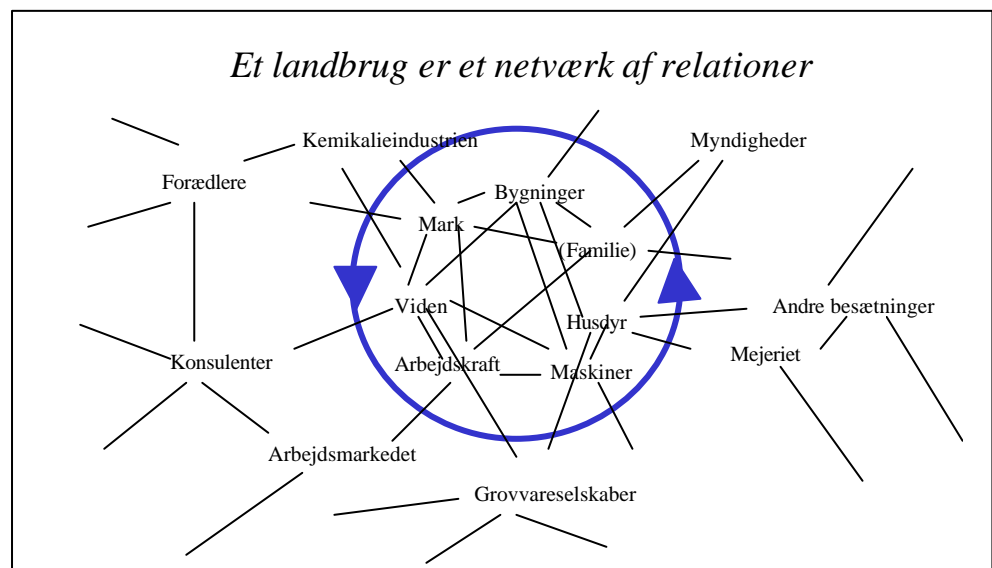


## 4 Landbrugets grundlag for at indgå dyrkningsaftaler

Indsigt i hvordan en landbrugsvirksomhed fungerer, og hvad det betyder for virksomheden at få pålagt restriktioner på produktionsgrundlaget, er en god forudsætning for at indgå holdbare aftaler mellem myndigheder og den enkelte landbrugsvirksomhed.

På en moderne landbrugsbedrift er der mange elementer, der skal fungere sammen og løbende justeres i forhold til hinanden, for at produktionen kan forløbe. Markredskaberne skal kunne overkomme at passe jorden, og der skal være mandskab til at betjene maskinerne på de rigtige tidspunkter. Arbejdsopgaverne i mark og stald skal være koordinerede. Der skal være viden og erfaring til at dyrke de valgte afgrøder. Landbrugsproduktionen skal koordineres med familielivet, osv. osv. Samtidig skal landbrugsproduktionen også koordineres med en lang række elementer uden for bedriften, i forhold til f.eks. afsætning af varer, indkøb af hjælpepestoffer, viden, teknologi og myndigheder.

Et landbrug består således af et netværk af relationer, ikke kun indenfor, men også mellem bedriften og den omkringliggende verden (figur 2). På en harmonisk bedrift med en sund økonomi er der gennem landmandens beslutningstagning opretholdt en nøje sammenhæng mellem alle forhold på bedriften (Noe, 1999).

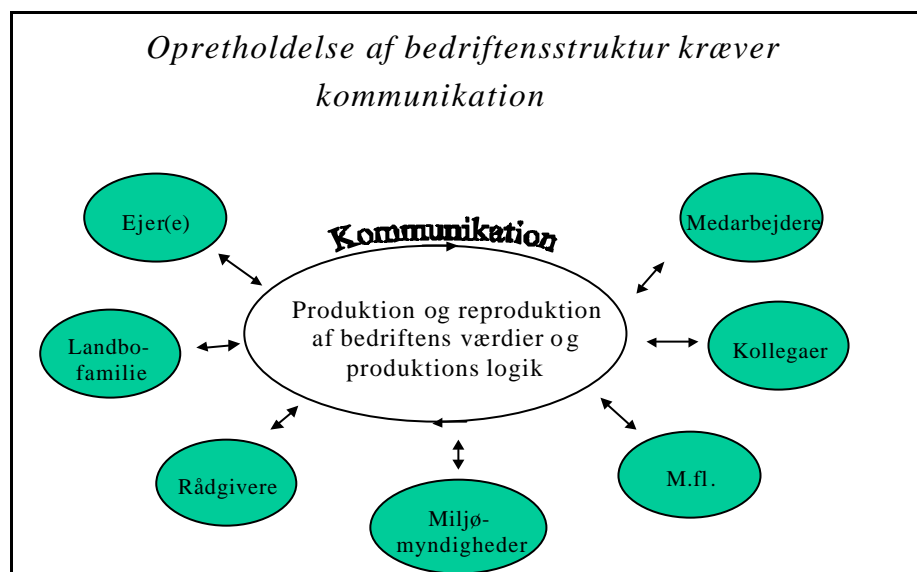


Figur 2: Et landbrug illustreret som et net af relationer mellem elementer og aktører både internt på bedriften og i forhold til omverdenen. Harmonien i produktionen afhænger af, om der er konsistens i den måde, de forskellige elementer inddrages i produktionen på.

Det er således op til landmanden, og de personer der er tilknyttet virksomheden, at skabe og udvikle denne sammenhæng på bedriften. Denne orden skabes og udvikles gennem en række mere eller mindre bevidste valg. Nogle af disse valg er mere grundlæggende for bedriften, og knytter sig til den overordnede strategi og dermed de værdier og mål, som bedriften er organiseret

omkring. Disse grundlæggende valg er nødvendige for, at bedriften kan fungere, og er samtidig med til at karakterisere forskellene fra bedrift til bedrift.

Udviklingen i det moderne landbrug er entydigt gået i retning af specialisering og integrering, dvs. at den enkelte landbrugsbedrift produktionsmæssigt er blevet mere afhængig af omverdensrelationerne. Det betyder, at sammenhæng i bedriften i mindre grad knytter sig til landmanden som enkeltperson, og mere til den kommunikative proces mellem de mennesker, der direkte og indirekte er involveret i bedriften (figur 3). For gennemførelsen af strategien er det vigtigt, at overordnede værdier og logik kan kommunikeres ud til de personer, der indgår i bedriften. Tidligere spillede normer og symboler en langt større rolle i denne kommunikation, men en del af den moderne udvikling er, at disse valg er blevet individualiseret.



Figur 3: På en landbrugsbedrift af i dag opretholdes den interne sammenhæng i produktionen gennem kommunikation.

I en dynamisk verden er denne opretholdelse af systemet en proces, og der vil hele tiden være en vis ubalance og inkonsistens, som bedriften godt kan eksistere med. Men samtidig vil landbrugsbedriften som et system hele tiden forsøge at opretholde denne orden. Værdier spiller her en central rolle. Hvis f.eks. en bedrift er bygget op omkring en meget intensiv planteavl, vil landmandens selvforståelse være meget stærkt knyttet til det at avle høje udbytter. Samtidig er bedriftens maskiner gearret til høje udbytter, og dermed er bedriftens økonomi også gjort afhængig af denne strategi.

En landbrugsvirksomhed kan således beskrives som et selvopretholdende system, forstået på den måde, at landmanden inden for bedriften søger at opretholde den interne orden på grundlag af de værdier og den produktionslogik, som virksomheden er organiseret omkring. Brydes denne orden, f.eks. ved indgåelse af en u hensigtsmæssig dyrkningsaftale, som ikke er tilpasset bedriftens indre orden, kan det være ødelæggende for virksomheden.

#### 4.1 Bedriftstyper

Kommunikation ved indgåelse af aftaler til beskyttelse af grundvand kræver en vis gensidig forståelse af de mennesker og systemer, der indgår i aftalerne. Der findes et utal af måder at organisere en landbrugsproduktion på, ikke bare

hvad angår størrelse, beliggenhed, jordtype, husdyrtæthed, etc., men også hvad angår måden bedriften drives på, samt de ønsker og mål, landmanden har til produktionen.

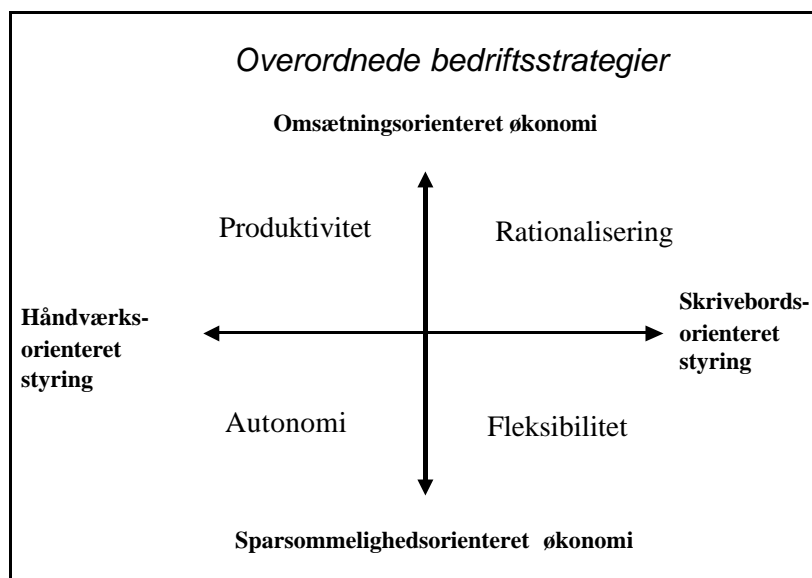
Gennem arbejdet med landmænd i praksis er der udviklet en typologi med udgangspunkt i den måde, produktionen er organiseret på, der kan anvendes som udgangspunkt til at forstå nogle af forskellene mellem bedrifter inden for samme produktionsgren (Noe 1999 og Noe 2001). Denne typologisering kan tjene som et konstruktivt udgangspunkt for en kommunikation med landmanden og som grundlag for at forstå vigtigheden af, at dyrkningsaftaler er tilpasset den enkelte bedrift, og de muligheder og barrierer, der knytter sig hertil.

Nærværende typologisering tager udgangspunkt i produktionslogikken og de værdier, der ligger til grund for denne. Gennem studier af landbrugsbedrifterne er der udledt to spændingsfelter, som er velegnede til at forstå og beskrive nogle af de grundlæggende forskelle mellem bedrifterne (tabel 1). Den første dimension handler om den grundlæggende produktionsøkonomiske logik, som bedriften hviler på. Den anden dimension handler om, hvorledes produktions-systemet iagttages og ledes.

<b>Omsætningsorienteret økonomi</b>	<b>Versus</b>	<b>Sparsommelighedsorienteret økonomi</b>
Det økonomiske afkast skabes gennem et højt input/output.	← →	Det økonomiske afkast skabes gennem en høj værditilvækst
<b>Håndværksorienteret styring</b>		<b>Skrivebordsorienteret styring</b>
Erfaringsbaseret driftsledelse, der tager udgangspunkt i de praktiske observationer i mark og stald. Generel viden inddrages som supplement.	← →	Teoretisk baseret driftsledelse, der tager udgangspunkt i generel viden og opsamlede data fra mark og stald. Direkte iagttagelser inddrages som supplement

Tabel 1: To centrale spændingsfelter i forhold til landmandens driftsledelse.

Meget forenklet koder de to spændingsfelter for fire forskellige produktionslogikker, der styrer, hvorledes de øvrige hensyn i produktion inddrages (figur 4). I det følgende vil disse produktionslogikker med underliggende værdier og mål blive beskrevet.



Figur 4: De to spændingsfelter er udtryk for fire principielt forskellige overordnede bedriftsstrategier.

#### 4.2 Produktivitetsstrategi

Produktiviteten er her knyttet til den enkelte producerende enhed i mark og stald. Alle indsatsfaktorer er dimensioneret efter denne strategi, når det gælder teknologi, viden, arbejdskraft, foder, næringsstoffer osv. Det er således en produktion, der er forbundet med store investeringer og tilsvarende høj bruttoindtjening. Denne strategi hænger sammen med en stærk specialisering og individuel overvågning. Værdigrundlaget bag denne strategi knytter sig meget til glæden og stoltheden i høje udbyttetotal, når produktionen lykkes rigtig godt.

Landmænd orienteret imod denne strategi vil generelt have en stor modstand imod aftaler, der sænker produktionsniveauet væsentligt for bedriften, f.eks. i form af ekstensiv afgræsning, men modsat være positive over for at foretage tiltag, der kan forbedre udnyttelsesprocenten f.eks. i form af efterafgrøder og forbedret udbringningsteknik.

#### 4.3 Rationaliseringsstrategi

Produktiviteten er her knyttet til arbejdsindsatsen. Strategien handler om at drive gården rationelt - forstået som minimum arbejdsindsats pr. produceret enhed. Hensynet til rationaliseringen gør, at der kun i meget ringe omfang tages individuelle hensyn til den enkelte ko eller mark. Til gengæld ligger produktionsniveauet lidt lavere end foregående strategi. Rationaliseringen koder også for en specialisering i afgrøder og produktion. Der vil her typisk være tale om bulkvareproduktion. En af de centrale værdier bag denne strategi er glæde ved at se virksomheden vokse.

Landmænd orienteret imod denne strategi vil generelt have en modstand imod at indgå aftaler, der øger arbejdsbelastningen f.eks. efterafgrøder, mens man vil være mere positiv stemt over for ekstensiveringstiltag.

#### 4.4 Fleksibilitetsstrategi

Fleksibiliteten er her knyttet til omverdensrelationerne; til det tekniske, økonomiske og sociale netværk som landbrugsproduktionen er indlejret i. Det

økonomiske afkast af produktionen sikres gennem f.eks. at kunne fodre med de billigst tilgængelige fodermidler eller at være hurtig til at skifte produktion, efter hvad der er mest rentabelt. Den skrivebordsorienterede styring kommer til udtryk dels ved, at bedriften skal være meget orienteret imod omverdenen, dels ved, at denne strategi står i modsætning til en specialiseret og erfaringsbaseret driftsledelse. Denne strategi har meget let ved at integrere den økonomiske regulering i bedriften. De centrale værdier bag denne strategi er således knyttet til noget uden for bedriften, f.eks. i forhold til fritidsinteresser.

Landmænd orienteret imod denne strategi vil fagligt være meget fleksibel i forhold til valg af tiltag og aftaler. Til gengæld vil man se meget på de økonomiske incitamenter. Man vil ofte være modvillige over for mere langsigtede restriktive aftaler såsom 20 årig brak og skovrejsning.

#### 4.5 Autonomistrategi

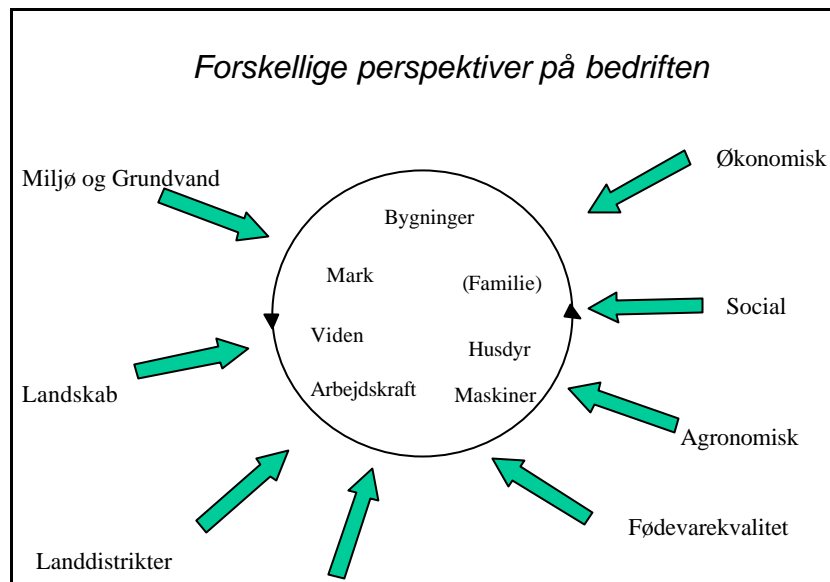
Nøgleordet for denne strategi er reproduktion af eget produktionsgrundlag. Produktionen er bygget op omkring bedriftens egne ressourcer, herunder arbejdskraft, kapital, viden, kompetencer og maskiner. Alle moderne landbrugsproduktioner er stærkt integrerede med omverdenen, men i denne strategi findes en mindre integration end hos de øvrige. Omkostningerne er holdt lave, gældsprocenten er relativt lille, i modsætning til den fleksible strategi er de grundlæggende værdier her meget tæt knyttet til det at være landmænd, og familien kan spille en stor rolle.

De fleste reguleringstiltag udefra vil opfattes som en trussel imod den balance, som produktionen hviler på, og vil ofte møde stor modstand. Til gengæld ligger optimering af bedriftens interne ressourceudnyttelse meget i tråd med denne strategi.

#### 4.6 Hensynet til grundvand er et af mange perspektiver

Hensynet til drikkevandet er kun et af de mange, som landmanden skal tage i betragtning i den fortsatte udvikling af bedriften. De seneste årtier har været præget af en stadig mere intensiv kritik fra mange sider af landbrugets produktionsformer og deraf afledte bivirkninger på miljøet og husdyrenes adfærd. Landbrugets rolle som effektiv fødevarerproducent er i manges øjne ikke længere tilstrækkelig, og der er ikke længere bred accept af de traditionelle forestillinger om godt landmandskab (Halberg, 1998). En række andre mål eller værdier såsom livskvalitet, arbejdsglæde, lokale sociale sammenhænge, husdyrvelfærd, miljøpåvirkning, natur og landskabsværdier inddrages oftere og oftere i debatten (figur 5).

Ved indgåelse af dyrkningsaftaler i indsatsområderne er der således vigtigt, at disse aftaler tager hensyn til de øvrige interesser. Der findes mange midler til at reducere kvælstof og pesticidudvaskning til grundvandet på. Set ud fra bedriftens synsvinkel må det være en fordel at vælge de midler, der passer ind i bedriftens overordnede strategi.



Figur 5: Udviklingen går i retning af flere interesser og hensyn, der skal integreres i ledelsen af den enkelte bedrift.

#### 4.7 Sammenfatning

Et moderne landbrug består af mange operationer, der skal være koordineret og hænge logisk sammen, for at bedriften fungerer og genererer et økonomisk afkast. Den enkelte bedrift er således organiseret omkring nogle grundlæggende værdier og mål for, hvordan bedriften skal drives og udvikles og dermed også en indre produktionslogik.

Skal en frivillig dyrkningsaftale fungere i praksis er det derfor vigtigt, at den er meningsfuld for landmanden, og at aftalen fungerer sammen med de værdier og strategier, som produktionen er organiseret omkring.

Sammenfattende kan det konkluderes, at bedrifter har vidt forskellige forudsætninger for at indgå aftaler vedrørende restriktioner for dyrkningspraksis. Udarbejdelse, gennemførelse og kontrol af en aftale vil møde landmandens krav om fleksibilitet og økonomisk incitament samt psykologiske barrierer i forhold til en ændret driftspraksis. Dertil kommer myndighedernes behov for dokumentation/kontrol af miljøeffekten.



# 5 Typer af aftaler

Der praktiseres grundlæggende to typer aftaler, som kan anvendes ved indgåelse af frivillige dyrkningsaftaler i indsatsområder:

1. Dyrkningsaftaler baseret på bestemte adfærdsrestriktioner knyttet til arealerne.
2. Dyrkningsaftaler baseret på indirekte måltal for kvælstofudvaskningen.

Kvælstof vil i de følgende kapitler ofte blive benævnt N.

## 5.1 Aftaler baseret på bestemte restriktioner

Aftaler baseret på bestemte restriktioner kendes fra MVJ-ordningerne, såsom udlægning til ekstensiv græs eller reduceret gødskning. Økologisk jordbrug er et andet eksempel på dyrkningsaftaler, der bygger på denne type restriktioner, hvor man blandt undlader at benytte pesticider og handelsgødning. Kontrollen knyttet til aftalen går udelukkende på, om man overholder disse regler og ikke, om den forventede effekt opnås. En vigtig forudsætning for, at disse aftaler fungerer er, at de bygger på klare regler, der er lette at iagttage i praksis.

I forhold til indsatsområder vil denne type aftaler kunne nuanceres ved at inddrage stedspecifikke modelberegninger, der tager højde for aktuelle jordbundsforhold, klima og landbrugsproduktion. Modelberegninger kan således afgøre hvilke type arealanvendelse, der er acceptabel i forhold til de givne mål for indsatsområdet. Konsekvenser for N-udvaskningen af både nuværende og ændret dyrkningspraksis kan beregnes og nødvendige ændringer foreslås.

Aftalen forholder sig udelukkende til bedriftens arealer inden for indsatsområdet og er de facto overholdt ved indgåelsen forudsat, at landmanden overholder aftalens bestemmelser i løbet af vækstsæsonen. Indhold og form af en sådan dyrkningsaftale svarer således i princippet til, hvad der kendes under MVJ-ordningerne i dag.

Aftalen rummer to muligheder for kontrol. Afgrødevalget kan kontrolleres ved besigtigelse på markniveau. Gødningsanvendelsen kan kontrolleres på bedriftsniveau, idet gødsugning i indsatsområdet vil indgå i bedriftens samlede gødningsregnskab. På den enkelte mark kan afvigelser fra den aftalte gødsugning kun konstateres i ringe omfang ved besigtigelse, f.eks. anvendelse af husdyrgødning, hvor det ikke er tilladt.

Aftalens succes i forhold til formålet med at indgå aftalen afhænger af:

- 1) Kvaliteten af modellens estimat for N-udvaskningen.
- 2) Landmandens (frivillige) overholdelse af aftalens betingelser.

Denne type aftale betinger, at den instans, der indgår aftalerne med landmændene, er i stand til at håndtere det modelværktøj, der ligger til grund for aftalerne, og at man indgår i en løbende dialog med landmanden. Andre betydende parametre er størrelsen af det areal, som indgår i aftalen, samt landmandens temperament. Nogle landmænd vil givetvis føle en stor modstand

imod den driftsmæssige indblanding fra myndighederne, såvel som nogle amtsmedarbejdere og vandværksfolk ikke ønsker at påtage sig denne rolle.

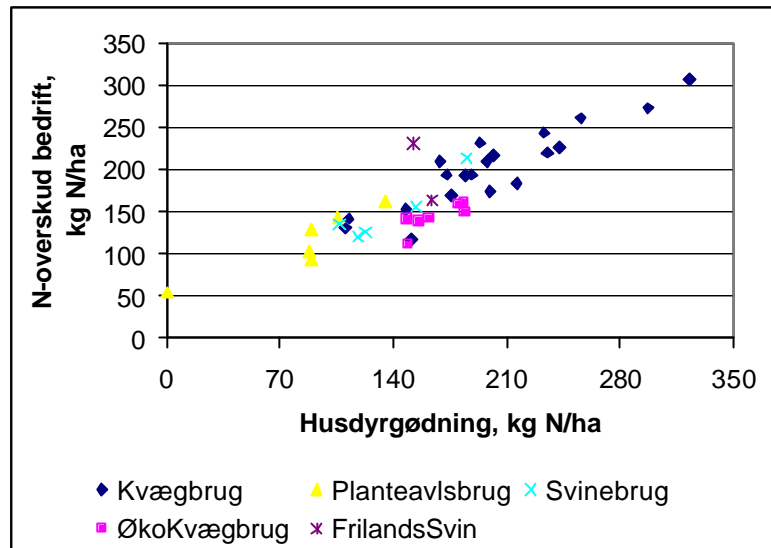
## 5.2 Aftaler baseret på indirekte måltal for N-udvaskning

Mekanismerne bag denne type aftaler kendes f.eks. fra miljøreguleringen af industrien, i form af grænseværdier for forskellige stoffer i det spildevand, der udledes fra en given virksomhed. Spildvandet kontrolleres, og overskrides de fastsatte grænseværdierne, udstedes bøder, og i grove tilfælde kan virksomhedens tilladelse til at producere inddrages. Til gengæld er det op til virksomheden selv at finde ud af hvilke tiltag, der fører til overholdelse af kravene.

I modsætning til industrien - som udleder via skorsten eller spildevandsledninger, såkaldt punktudledninger - er forureningen fra landbruget en diffus miljøbelastning. Når det drejer sig om landbrugets tab af N til grundvandet, findes der ingen valide metoder til at måle denne direkte, men der findes en række bud på, hvorledes dette tab kan estimeres ud fra indirekte målinger af bedriftens N-balance og praksis. En aftale mellem landmand og amt/vandværk baseret på måltal for N-balancen vil således bygge på, at dyrkningen gennemføres med en N-balance, der ikke overskrider et givent niveau for indsatsområdet. Den aftalte N-balance korreleres med en N-udvaskning, der er acceptabel for det aktuelle areal.

Det vil således være op til landmanden at vælge de nødvendige tiltag for at overholde måltallene. En sådan aftale er i princippet åben i forhold til valg af afgrøder og dyrkningspraksis, hvilket medfører en frihed for landmanden til at vælge den dyrkningspraksis, der bedst passer ind i bedriftens helhed. Det gør, at reguleringen bliver smidig for den enkelte landmand, og at manøvrerummet for at udvikle bedriften udvides, uden at det nødvendigvis går ud over de miljømæssige mål. Det kan være medvirkende til, at der skabes gensidig tillid, og at de ønskede mål nås (Noe og Halberg, 1999; Noe, 1999, Noe, 2001).

En fordel for landmanden ved aftaler baseret på måltal er, at der tages udgangspunkt i en bedrifts aktuelt opnåede resultater og dermed belønner godt landmandskab. I praktisk betyder det, at de samme mål vil kunne nås af den dygtige landmand med meget færre konsekvenser for landbrugsproduktionen, end hvis disse mål skulle sikres via restriktioner. Af figur 6 ses det f.eks., at den samme tildeling af husdyrgødning kan resultere i vidt forskellige N-balancer. Det vil således kræve en unødvendig streng restriktion af husdyrgødningstilførslen for den dygtige landmand, som ville kunne opnå samme reduktion gennem sin driftsledelse.



Figur 6: Kvælstoftabet pr. ha. på bedriftsniveau plottet mod tilførslen af organisk gødning pr. ha. Bygger på data fra 61 bedrifter (Nielsen, 2000). Der er stor variation på bedrifternes N-balancer, selv ved samme tilførsel af husdyrgødning.

Denne type aftale vil indebære registrering og dokumentation af landmandspraksis for den enkelte landmand. Ved denne type aftaler vil der være mulighed for strategisk tænkning fra landmandens side, hvor landmanden søger at udnytte de givne ramme så godt som mulig til egen fordel. Det er derfor vigtigt, at aftalen i praksis skrues sammen, så begge parter kan have tillid til resultatet.

Er aftaler baseret på måltal, er det vigtigt, at landbrugsrådgivningen inddrages tæt i samarbejdet med landmændene. Der er brug for at synliggøre effekten af dyrkningspraksis på det omgivne miljø, både via opgørelse af de aktuelle tal og via modellering og beregning af konsekvenser på alternative planer. Det skal sætte landmanden i stand til at vurdere konsekvenserne af hans produktion i henhold til udvaskning af nitrat - og det skal kunne bruges til en langsigtet planlægning af alternativer til nudriften. I denne sammenhæng er det vigtigt, at synliggørelsen skal kunne bruges som informationsmiddel overfor omverdenen og især som dokumentation af forholdene overfor vandværket, som driftslederen har indgået aftalen med.

Hvis der kun er tale om en lille del af bedriftens arealer, som ligger inden for indsatsområdet, må det anses som uhensigtsmæssigt at indgå aftaler, der vedrører hele bedriften, især hvis det drejer sig om kvægbedrifter, hvor der er en meget stor intern omsætning af foder og husdyrgødning.

### 5.3 Sammenfatning

Dyrkningsaftaler kan baseres på bestemte restriktioner knyttet til arealerne (handlingsorienteret) eller på måltal for N-balancen beregnet vha. N-regnskab (resultatorienteret). Handlingsorienterede aftaler er forholdsvis enkle at gennemføre via forbud og påbud. Det kan dog være vanskeligt at tilpasse aftalen til bedriftslederens værdier og bedriftens fysiske forhold. Med baggrund i en systemisk opfattelse af landbruget er der et stort potentiale i at lade systemet

selv vælge de midler, som skal føre til de ønskede resultater via opstilling af N-regnskab.

Hvis der kun er tale om en lille del af bedriftens arealer, som ligger inden for indsatsområdet, må det af praktiske årsager anses som uhensigtsmæssigt at indgå aftaler, der vedrører hele bedriften. Her er det hensigtsmæssigt at baseret en aftale på bestemte restriktioner knyttet til delarealet.

## 6 Redskaber som grundlag for aftaler

Forrige afsnit beskriver to tilgange, som kan anvendes ved indgåelse af frivillige dyrkningsaftaler i indsatsområder, dels aftaler baseret på bestemte *adfærdsrestriktioner* knyttet til arealerne, dels aftaler baseret på *indirekte måltal* for N-udvaskningen. Som grundlag for disse to tilgange kan der i nitratfølsomme områder anvendes forskellige redskaber, der forholder sig til nitratproblematikken.

Modellerne DAISY og N-LES er eksempler på redskaber, som kan anvendes som grundlag for at indgå en dyrkningsaftale baseret på bestemte adfærdsrestriktioner knyttet til arealerne. Modellerne kan foreslå arealrestriktioner, således at kravene til udvaskningen fra rodzonen overholdes.

Opstilling af N-regnskab kan anvendes som grundlag for at indgå en dyrkningsaftale baseret på indirekte måltal for N-udvaskningen. Regnskabet genererer en N-balance, som kan bruges som et indirekte måltal for udvaskningen.

I de følgende kapitler vil der blive redegjort for de grundlæggende principper, fremgangsmåde samt databehov for ovennævnte redskaber.

### 6.1 Værktøjer og begreber

Indledningsvis præsenteres nogle værktøjer og begreber, som i det følgende vil blive nærmere uddybet. N-regnskab, DAISY og N\_LES er tre *værktøjer*. DAISY er en dynamisk model, og N\_LES – i daglig tale Simmelsgaard IIIB – er en empirisk model. N-regnskab er, som det fremgår af navnet, et regnskab.

N-regnskab og DAISY kan – modsat N-les modellen – beregne en *N-balance* – også kaldet et N-under- eller overskud. DAISY og N\_LES beregner *N-udvaskningen* fra rodzonen direkte, hvorimod hovedresultatet af opgørelse af et N-regnskab er en N-balance. N-balancen kan opgøres for forskellige systemer, hvilket er vist i tabel 2.

### 6.2 Dynamiske og empiriske modeller

Fælles for de dynamiske og empiriske modeller er, at de beskriver nitratudvaskningen som effekt af dyrkningspraksis og de aktuelle naturgivne forhold. Modellerne bygger således på en viden om miljøpåvirkningen ved en aktuell landmandspraksis, f.eks. sædskifte og gødningstilførsel – uanset om denne påvirkning er målt eller modelleret.

Daisy er et eksempel på en detaljeret dynamisk model (Abrahamsen og Hansen, 1999, Hansen et al., 1990), hvorimod N\_LES (Simmelsgaard et al., 2000) er et eksempel på en empirisk model, som ofte anvendes, når det drejer sig om regionale beregninger, idet kravet til databehovet er mindre.

Fælles for de to modeller er, at beregningerne gennemføres på markniveau.

### 6.2.1 De grundlæggende principper

#### Daisy

Daisy modellen er en dynamisk simuleringsmodel, som beskriver omsætning og transport af vand og kvælstof i jord/plante-systemet. Daisy kan beregne kvælstofbalancen, vandbalancen samt udbyttet på markniveau. Det gør det muligt at sammenholde udvaskningsberegningerne med ændringer i den øvrige N-balance.

Daisy består af fire hovedmoduler: 1) en model for vandbevægelse i jord, 2) en model for jordtemperatur, 3) en model for kvælstofomsætningen i jorden, der omfatter organisk stofomsætning og transport af kvælstof og 4) en afgrøde model, hvor afgrødens vækst, kvælstofoptagelse og driftsforhold indgår. Jordprofilen opdeles i lag, og transport er vertikal og endimensional, hvilket vil sige, at alene op- og nedadgående transport er mulig.

I modellen for vandbevægelse indgår fordampning fra afgrøderne og jordoverfladen, infiltration, røddernes vandoptagelse, transpiration, processer i forbindelse med sne, vertikal bevægelse af vand i jordprofilen og interception af vand på bladene.

Jordtemperaturmodellen beskriver bl.a. processer i forbindelse med frost og tø.

Modellen for kvælstofomsætning, der beskriver omsætning og transport af kvælstof, indeholder processer for mineralisering, nitrifikation, denitrifikation, planternes kvælstofoptagelse og kvælstofudvaskning fra rodzonen.

Afgrødevækst simuleres ud fra global indstråling, temperatur, vandtilgængelighed og tilgængeligt kvælstof. Driftsforhold indebærer simulering af jordbearbejdning, såning, gødskning, vanding og høst. Metoden, som anvendes til gødskning og jordbearbejdning, påvirker omsætningen og transporten i jord/plante-systemet.

#### N LES modellen

N-les modellen er beskrevet af Simmelsgaard et. al. (2000). Modellen er udarbejdet i et samarbejde mellem Danmarks JordbrugsForskning, Danmarks Miljøundersøgelser og Landskontoret for Planteavl.

N-les modellen er en empirisk model, som bygger på statistisk behandling af målte data. Modellen bygger på 600 observationer foretaget af DMU og DJF. Modellen indeholder systematiske og tilfældige effekter. Systematiske effekter kan kontrolleres eller udnyttes i planlægningen af markbehandlinger, f.eks. afgrøde, tilført kvælstof og jordtype.

Modellen angiver således det mest sandsynlige udvaskningstal ved en bestemt landmandspraksis og arealanvendelse på baggrund af målte data. For at kunne gennemføre beregningerne kræves en forudgående vandbalanceberegning. Modellen tager dog ikke hensyn til forskelle i udbytte, vanding, jordbehandling og ammoniakfordampning, nedmuldning/fjernelse af afgrøderester, og kun første års effekt af efterafgrøder er beskrevet.

### 6.2.2 Databehov

I tilfælde hvor landbrugsdata (sædskifte og gødningsplaner) foreligger, kan disse bruges i modelberegningerne. Sædskifte- og gødningsplaner for de enkelte marker kan fås fra markstyringsprogrammer. Det samme gælder jordtyper på markniveau. Det kan dog være arbejdskrævende at indsamle oplysningerne for store områder, og det er heller ikke altid muligt at få adgang til oplysningerne.

Alternativt kan arealanvendelse på markniveau fås fra det Det Forskningsrelaterede JordbrugsRegister (FRJOR), der indeholder bearbejdede tal fra det Generelle Landbrugsregister (GLR) og det Centrale Husdyrregister (CHR) (Kristensen, 2000). Det kræver dog tilladelse fra Datatilsynet i hvert enkelt tilfælde. Oplysninger om husdyrgødning produceret på bedriften kan beregnes ud fra disse data. Jordtyper kan fås fra den Landsdækkende Jordbunds-klassificering (1: 50.000). Ud fra kendskab til arealanvendelsen, jordtyper, afgrødespecifikke kvælstofgødningsnormer, samt den producerede husdyrgødningsmængde kan der opstilles sædskifter og tilhørende gødningsplaner.

#### Daisy

Indgangsdata omfatter:

- Aralanvendelsen, herunder sædskiftet.
- Gødskning, herunder mængden og typen af handels- og husdyrgødning.
- Jordbundsdata, herunder jordens tekstur og hydrauliske egenskaber.
- Klima, herunder døgnværdier af globalindstråling, lufttemperatur og nedbør.
- Andre driftsforhold, herunder vanding og evt. jordbearbejdning.

I praksis bliver en del jordbundsdata defineret ud fra standardværdier.

#### N LES modellen

Følgende data er nødvendige:

- Gødningstilførsel (N-forår, N-efterår, N-udbinding).
- Pløjeeffekt (kun græs/kløvergræs).
- Afgrøde (forår og efterår).
- Nedbør og aktuel fordampning (kommuneniveau).
- Jordtype (ler- og humusprocenter).

Fordampning er aktuel fordampning og beskrives som funktion af nedbørmængde, jordtypen og afgrødebevoksning. Derudover bruges jordtypen til at fastsætte ler- og humusprocenter.

### 6.2.3 Værktøjer

Institut for Vand og Miljø (DHI) har udviklet en brugerflade til Daisy - baseret på ArcView, det såkaldte DaisyGIS. Brugeroverfladen gør det nemmere at anvende modellen regionalt, og der er indbygget en række standardværdier.

Landskontoret for Planteavl har udviklet regnearksprogrammet SimmIIIb, som kan beregne kvælstofudvaskningen fra rodzonen vha. N-les metoden. Regnearksprogrammet består af 15 ark, hvoraf der skal indtastes oplysninger vedrørende ejendommen, sædskiftet, gødningstilførslen samt pløjetidspunkter i 4 ark.

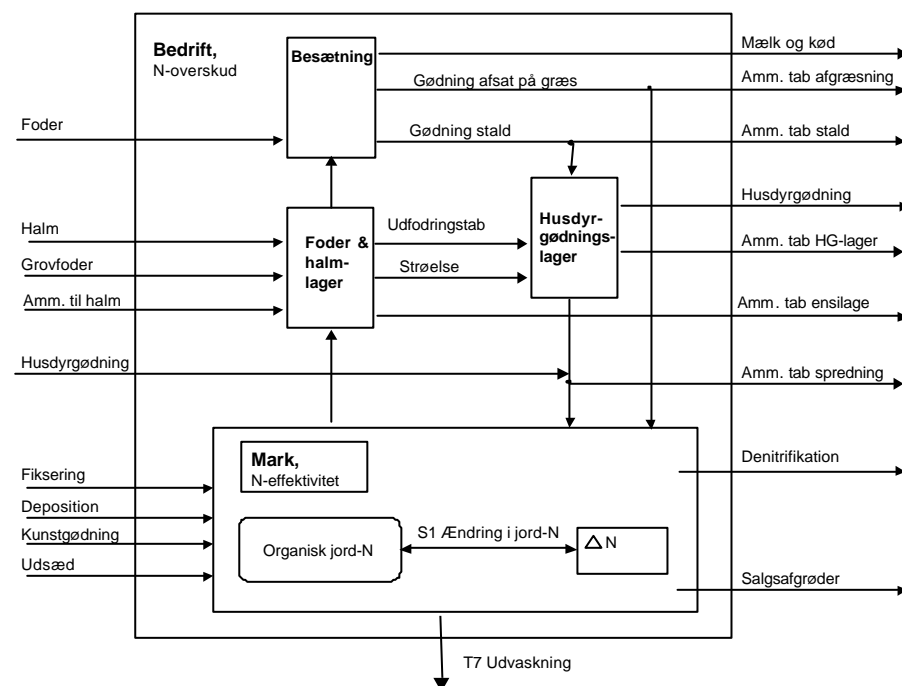
Danmarks JordbrugsForskning har udviklet et analyseværktøj SKEP (Sædskifte-Kvælstofbalance-Estimerings-Programmet), hvor der beregnes en vand- og kvælstofbalance ud fra resultater af grundlæggende modelberegninger med Daisy-modellen (Børgesen & Heidmann, 2002). Modelberegningerne med Daisy dækker en række standardkombinationer af klima, jordtyper og sædskifter. Derudover giver systemet resultater beregnet med de tre empiriske modeller (Sim I, Sim II og Sim IIIB).

Miljøstyrelsen har desuden udgivet typetal for nitratudvaskningen ved anvendelse af Simmelsgaard et al. (2000). Opslagsværket består af 6 typetalstabeller omfattende 3 klimazoner og 2 jordtypeklasser, hhv. ler og sand. Indenfor hver af disse tabeller er angivet typetal for udvaskningen fra 22 forskellige afgrøder ved stigende kvælstoftilførsel. Typetallene er simplificerede gennemsnitsværdier for kvælstofudvaskningen, hvorfor tallene godt kan afvige fra de faktiske forhold på den enkelte bedrift.

### 6.3 N-regnskab

#### 6.3.1 De grundlæggende principper

Et N-regnskab er en statisk opgørelse af mængden af næringsstof der til- og bortføres et givent system i en given periode. I praksis opgør man N-regnskabet for et år ad gangen. Ved beregning af N-regnskaber på bedriftsniveau reducerer opgørelse som glidende gennemsnit over tre år dog problemer med forskydninger i lagerbeholdninger af husdyrgødning og foder. Anvendelsen af gennemsnit over flere år kan forventes at rumme administrative problemer der endnu ikke er afklarede.



Figur 7: Oversigt over bedriftens N-flow og systembalance inklusiv underliggende systembalancer for besætning, foder- og husdyrgødningslagre samt mark; mod. E. kiistensen et al., 2002.

Figur 7 viser en oversigt over et fuldstændigt N-regnskab for bedriften med hensyn til alt det kvælstof der tilføres og det kvælstof der bortføres både som produkter og som tab. Bedriftens systembalance er her gengivet med 4 delsystemer: Besætning, mark, foderlagre og husdyrgødningslagre. I figur 7 opfat-



tes kassen "Mark" som summen af alle bedriftens enkelte marker. Posterne i den enkelte marks N-balance er de samme som for hele delsystem "Mark".

Poster såsom import af foder og handelsgødning, samt eksporten af mælk, kød og planteprodukter kan på de fleste brug fås direkte fra regnskaber, og er således målbare og sikre poster. Bidraget fra bælgplanternes  $N_2$ -fiksering er ikke målbart i praksis, men kan beregnes via indirekte metoder (Kristensen & Kristensen, 2002). Det kræver som minimum kendskab til bælgplanteandel, gødskning eller udbytter i marker med bælgplanter. Bidraget fra atmosfæren (deposition) kan beregnes ud fra normværdier. Bidraget fra vanding må beregnes ud fra normværdier for grundvandets nitratkoncentration med mindre der kendes lokalt målte værdier. Bidraget fra udsæd kan beregnes ud fra normværdier for koncentration af N i udsæd og er i praksis af en ubetydelig størrelse.

En N-balance udtrykker *det samlede kvælstoftab til omgivelserne*, hvilket kan defineres som summen af de *ikke* målbare tabsposter: ammoniakfordampning, denitrifikation, ændringer i jordpuljen samt nitratudvaskning. Tabel 2 skitserer opgørelse af N-balancen for forskellige systemer, og hvad den udtrykker.

Tabel 2: Oversigt over posterne i N-balancer for marken (enkelt-mark og summeret mark) og for bedriften (ud fra summeret markbalance og import-eksport balance).

System	Beregning	N-balancen udtrykker
Den enkelte mark	+ N i handelsgødning + N i fiksering + N i udsæd + N i deposition + N i vanding - N i (bortført afgrøde) = N balance	+ N tabt via $NH_3$ -fordampning fra mark (husdyrgødning under udbringning og på marken) + N tabt via denitrifikation + Ændring af N i jordpulje + N tabt via udvaskning
Summeret markbalance	Summer af posterne for de enkelte marker	
Bedriftsbalance beregnet ud fra summeret markbalance	+ Summeret markbalance + N tab (primært fordampning) fra stalde, foderlagre og husdyrgødningslagre = N balance	+ N tabt via $NH_3$ -fordampning fra bedrift (husdyrgødning under lagring, udbringning og på marken) + N tabt via denitrifikation + Ændring af N i jordpulje
Bedriftsbalance beregnet ud fra bedriftens import og eksport	+ N i handelsgødning + N i fiksering + N i købt udsæd + N i deposition + N i vanding + N i købt foder + N i købte dyr - N i solgt afgrøde - N i solgt kød, mælk og æg = N balance	+ N tabt via udvaskning

I praksis kan der beregnes en N-balance for hver *enkelt mark*, som herefter kan summeres til en N-balance for *alle* bedriftens marker (Tabel). *Bedriftens samlede N-balance* beregnes ved at addere et estimat for N-fordampningen fra stalde og husdyrgødningslagre til den summerede markbalance. Det vil dog

være et mere usikkert estimat end N-balancen beregnet *direkte* på bedriftsniveau som forskellen mellem importeret og eksporteret kvælstof. Import-eksport balancen beregnet på bedriftsniveau kan betragtes som en relativ sikker ramme for kontrol af, at N-balancer for bedriftens delssystemer summerer til noget, der kan erkendes i virkeligheden.

Kristensen et al. (2002) viser, hvordan man ud fra bedriftsbalancen relativt enkelt kan estimere de underliggende besætnings-, lager- og markbalancer. Markbalancen kan beregnes som differensen mellem bedriftsbalancen og besætnings- og lagerbalancerne.

Ammoniakfordampning fra stalde og husdyrgødningslagre kan beregnes vha. normtal for fordampning fra den aktuelle bygningstype og indretning (Poulsen et al., 2001). Ammoniakfordampning ved udbringning af kvæg- og svinegylle kan beregnes ud fra oplysninger om husdyrgødningens type og sammensætning, afgrødens jorddækning, udbringningsteknik, jordbehandling og klimaforhold (Sommer og Hutchings, 2001). På internetadressen [www.alfam.dk](http://www.alfam.dk) kan man hente et regneark hvor man således kan beregne tabsprocenter for udbragt husdyrgødning på en aktuel bedrift hvis man kender nogle af de førnævnte forudsætninger. Hvis man ikke har så detaljerede oplysninger om gødningsudbringning kan man anvende en gennemsnitlig tabsprocent.

I forhold til grundvandsbeskyttelse er størrelsen af udvaskningstabt dog særligt interessant. For at komme frem til et estimat for størrelsen af udvaskningstabt ud fra markbalancen må man fastsætte de øvrige tabsposter (Tabel 2) ud fra systemafhængige normværdier og antagelser, og derefter beregne nitratudvaskningen ved differens.

En kvantificering af kvælstoftabet ved denitrifikation er særdeles vanskelig og forbundet med stor usikkerhed, idet denitrifikationsprocesserne er afhængig af de aktuelle forhold (Kyllingsbæk et al., 2000). Ved beregning af massebalancen inddrages ikke dynamikken i de biologiske og kemiske processer, der ligger til grund for denitrifikation, sådan som det sker i dynamiske modeller.

Under forbehold for usikkerheder angiver Kyllingsbæk et al. (2000) et niveau for den gennemsnitlige denitrifikation fra hele rodzonen fra 1-10 kg N/ha på handelsgødet sandjord til 20-50 kg N/ha på husdyrgødet lerjord. Der findes flere eksempler på angivelse og anvendelse af normværdier for denitrifikation niveaudelt ud fra forskellige forhold af betydning for denitrifikationsprocessen (f.eks. gødningstype, afgrøde, jordtype, tidspunkt og teknik mht. opblanding af jord og husdyrgødning) (Kristensen et al., 2002; Petersen et al., 1996; Weissbach og Ernst, 1994). Der savnes en egentlig tabellægning af normværdier for det samlede N-tab ved denitrifikation. Det anses dog for muligt, at der kan dannes et sådant sæt normværdier med en rimelig hensyntagen til de forhold, der har størst betydning for denitrifikationsprocesserne. Indtil da må bedste estimat anvendes ud fra litteraturen. Kristensen (2002) angiver gennemsnitlige niveauer på 23 kg N/ha på malkekvægbrug, 15 kg N/ha på svinebrug og 10 kg N/ha på planteavlbrug.

Resten af overskuddet fordeler sig mellem nitratudvaskning og ændringer i jordpuljen. Kun ved jorde, der er tæt på ligevægt, kan den tabte mængde kvælstof sættes lig med kvælstofoverskuddet (Petersen og Berntsen, 2002). På kort sigt kan der forekomme betydelige ændringer i jordens organiske pulje (Petersen og Berntsen, 2002; Heidmann et al., 2001). Petersen og Berntsen (2002) illustrerer med et eksempel hvordan en beregnet årlig N-balance skal

justeres med mellem minus 50% og plus 200% ved ekstreme skift i driftsform (skift fra langvarig planteavl til kvægproduktion og vice versa) for at udtrykke det tabte N. Tidsperspektivet for dannelsen af drikkevand i undergrunden betyder dog, at det er vigtigt at vurdere ændringerne på lang sigt. I forhold til det længere tidsperspektiv er *summen* af nitratudvaskning og ændringer i jordpuljen beregnet med N-regnskab et brugbart som et udtryk for det potentielle udvaskningstab. Der tilbagestår dog stadig et behov for operationelle og billige metoder til at kvantificere jordens organiske kvælstofpulje på den enkelte mark (Petersen og Berntsen, 2002).

### 6.3.2 Databehov

Driftsregnskabet, gødningsregnskabet og registreringer af foderomsætning og udbytter er vigtige kilder for de nødvendige data til opstilling af en N-balance for bedriften. Appendiks A angiver de nødvendige poster i en N-balance på bedriftsniveau og markniveau, mulige datakilder samt beregningsmetoder. De nødvendige data er mindre tilgængelige, når det gælder markbalancen, fordi der forudsættes et mere detaljeret kendskab til omsætning af foder og gødning, end der er vanligt i praksis.

### 6.3.3 Værktøjer

Bedriftsbalancer kan beregnes med EDB-værktøjer f.eks. Grønt Regnskab<sup>1</sup>. De nødvendige oplysninger indtastes eller overføres direkte fra egnede datakilder (gødningsregnskab, markplanlægningens oplysninger om arealanvendelse o.l.). Programmet Grønt Regnskab rummer også mulighed for at beregne bedriftens samlede markbalance. Det svarer til summen af markbalancer for de enkelte marker, der dog ikke vises særskilt. N-balancen for den enkelte mark må beregnes særskilt i et regneark ud fra de nødvendige oplysninger, som angivet i tabel 2.

## 6.4 sammenfatning

En grundlæggende forskel på N-regnskab- og modeltilgangen er, at N-regnskab beskriver input og output af et systems omsætning af kvælstof, hvorimod modeltilgangen beskriver dynamikken i de biologiske og kemiske processer, som ligger bag.

En N-balance udtrykker det samlede kvælstoftab til omgivelserne, hvilket kan defineres som summen af de ikke målbare tabsposter: ammoniakfordampning, denitrifikation, ændringer i jordpuljen samt nitratudvaskning. N-udvaskning kan bestemmes ved differens efter kvantificering af de øvrige tabsposter. Det bygger imidlertid på systemafhængige normværdier og antagelser. En dynamisk model som Daisy fordeler N-tabet på alle enkeltposter, og beregner således N-udvaskningen direkte.

---

<sup>1</sup> Modul under driftsledelsesværktøjet Bedriftsløsning



# 7 Beregning i praksis

For at illustrere de viste redskabers anvendelse i praksis, og diskutere nogle af de grundlæggende forskelle som N-regnskabet og modeltilgangen repræsenterer, er der i det følgende kapitel valgt at illustrere et praktisk eksempel ved beregning af N-balancer og N-udvaskning på markniveau for 4 kvægbedrifter og 2 svinebedrifter ved Lemvig.

## 7.1 Materiale og metode

Beregningerne er dels gennemført med den DAISY-baserede SKEP-model og dels som en opgørelse af N-regnskaber. Metoderne ved beregningerne er nærmere beskrevet i afsnit 7.2 (SKEP) og i afsnit 7.3 (N-regnskab). Sluttelig er der foretaget sammenligninger mellem resultater fra simuleringerne med SKEP og bedrifts- og markbalancer fra N-regnskabet.

Nøgletal for produktionerne er givet i tabel 3 (kvægbedrifter) og tabel 4 (svinebedrifter). Kvægbedrifterne har fungeret som studielandbrug fra og med 1998 og svinebedrifterne fra og med 2000. Bedrifterne er ikke udvalgt ud fra kendskab til deres N-omsætning og N-balancer. De ligger i et geografisk område med særlige drikkevandsinteresser, hvor krav om tilpasning af landbrugsdriften i forhold til kvælstof kan komme på tale i fremtiden.

Kvægbedrifterne er forskellige med hensyn til areal, men parvis relativt ens med hensyn til belægningsgrad (nr. 1 og 2, hhv. nr. 3 og 4, tabel 3). Bedrift nr. 2 producerer godt 2500 slagtesvin årligt. I forhold til bedriftens samlede belægningsgrad på 1,5 DE/ha bidrager svinene med 87 DE svarende til 0,5 DE/ha. Derfor adskiller bedrift nr. 2 sig med en relativt høj andel af arealet med afgrøde til modenhed (~50 %) på grund af det lavere antal køer per hektar. Alle kvægbedrifterne har kvæg af racen SDM med et ydelsesniveau på omkring 7500 kg EKM/årsko, dog lidt mere end 8000 kg EKM/årsko på bedrift nr. 4. Svinebedrifterne er harmoniske med 1,3-1,4 DE/ha.

Jorden på alle bedrifterne veksler mellem grovsand, finsand og lerjord. Kvægbedriftenes sædskifter er præget af grovfoderproduktion med kløvergræs, helsæd og til dels majs. Selvom området er nordligt, dyrkes der majs med udbytter fra 60 til 100 a.e./ha. Byg-ært og ren ært til helsæd er udbredte. Udbytterne varierer inden for det normale. Svinebedrifterne har udelukkende korn og raps til egen opfodring og salg.

Tabel 3: Nøgletal for produktionen på fire konventionelle kvægbedrifter (studielandbrug). besætningsdata er fra majåret 1999/2000 og markdata fra høståret 1999.

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

1) Energi Korrigeret Mælk

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

Tabel 4: Nøgletal for produktionen på to konventionelle svinebedrifter (studielandbrug). besætningsdata er fra majåret 2000/2001 og markdata fra høståret 2000.

Nøgletal	Bedrift nr. 5	Bedrift nr. 6
Årssøer	191	168
Producerede smågrise	4518	4246
Producerede slagtesvin	0	2498
DE/ha	1,33	1,44
Areal, ha	59,5	78,0
Vintersæd (korn), % areal	43	72
Vårsæd, % areal	35	13
Vinterraps, % areal	11	12
Andet (brak m.m.), % areal	11	3
Korn (modenhed), % areal	78	85
Fikserende afgrøde, % areal	0	0

Der er foretaget beregninger for 1 år for de to svinebedrifter og for 3 år for de 4 kvægbedrifter.

Beregningerne er for begge beregningsmetoder udført både på *enkel-markniveau* og dels ved at *summere markbalancer* inden for bedriften. De summerede markbalancer er gennemsnit af alle bedriftens marker. *Bedriftsbalancer* beregnet med N-regnskab er ikke vist, idet SKEP-modellen kun forholder sig til markniveau. Tabel 2 skitserer opgørelsen af N-balancen for de ovennævnte systemer.

Forskellene ved beregningen af N-balancer med modellen SKEP og N-regnskab fremgår af tabel 5. Atmosfærisk deposition og N i høstede afgrøder simuleres i SKEP, mens der regnes med registrerede høstudbytter i N-regnskabet. N-fikseringen simuleres i SKEP, mens det i N-regnskabet beregnes ud fra oplysninger om høstet nettoudbytte eller bælg sædens andel.

Tabel 5: Forskel på beregning af poster ved opgørelse af N-balancen i N-regnskab og med SKEP

	<b>N-regnskab</b>	<b>N netto tilført SKEP</b>
Handelsgødning	Målt	Målt
Husdyrgødning	Målt	Målt
N deposition	Beregnet ud fra normværdi	Simuleret
N i høstede afgrøder	Målt tørstofudbytte, N-udbytte beregnet ud fra standard N-konc. eller evt. analyse	Simuleret (evt. korrigeres til målte udbytter)
N-fiksering	Beregnet	Simuleret (evt. beregnes fiksering som i N-regnskabet og tilføjes som input til modellen)
Ammoniaktab	Beregnet	Simuleres ud fra en gennemsnitlig tabsfaktor
Denitrifikation	Beregnet	Simuleret
Ændring i jord N-pulje	Sum af udvaskning og ændring i jord-N-puljer er beregnet som differens.	Simuleret

## 7.2 Modelberegninger

### 7.2.1 Metode og principper

Programmet SKEP er et analyseværktøj, der estimerer effekten af gødningspraksis, jordtyper, klima, afgrødesammensætning, kvælstofbalance og tørstofudbytte (Børgesen & Heidmann, 2002). Simmelsgaards modeller (Simmelsgaard, 1991; Simmelsgaard, 1998), deriblandt N-LES (Simmelsgaard, 2000), er også indbygget i SKEP-programmet, så det er muligt at få resultater fra forskellige modeller i én kørsel. I eksemplet er der dog kun vist resultater fra modellen baseret på DAISY-beregninger.

I beregningen af udbytte og kvælstofbalance anvendes grundlæggende beregninger gennemført med DAISY-modellen (Hansen et al., 1990, Hansen et al., 1991). De grundlæggende modelberegninger består af en række standardkombinationer af klima, jordtyper og sædskifter. For hver standardkombination er der blevet gennemført modelberegninger ved forskellige gødningsniveauer (varierende husdyr- og handelsgødningsmængder). Der er indbygget forskellige kvæg- og svinebrugssædskifter i modelsystemet.

De mest almindelige afgrøder indgår (vinterhvede, vårbyg, ært, vinterraps, roer, kartofler byg/ært helsæd, vårbyg med udlæg, slætgræs og vedvarende græs). N-fiksering i kløvergræs og i byg/ært helsæd beregnes ud fra en angivet kløver/ærte procent. Det er muligt at reducere udbyttet som følge af faktorer som ukrudt, sygdomme og skadedyr. Det er dog muligt at angive, hvor stor en andel ammoniakfordampningen udgør af ammonium-N i den tilførte husdyrgødning.

Resultaterne fra SKEP-programmet beregnes ved lineær interpolation ud fra de standardkombinationerne af tilført husdyrgødning og handelsgødning for en given afgrøde, der ligger tættest på den anvendte gødningspraksis. Der skelnes kun mellem husdyrgødningstyperne svine- og kvæggylle. Der indgår 4 jordtyper i SKEP: JB1, JB3, JB4 og JB6. Desuden er det muligt at kombinere flere jordtyper.

Følgende trin indgår, når SKEP anvendes ved modellering af N-udvaskning i et drikkevandsområde:

- opstilling af sædskifter på markerne
- opstilling af gødningsplan til sædskiftet
- beregning af kvælstofbalance og N-udvaskning på baggrund af grundlæggende DAISY-beregninger.

Til opstilling af gødningsplaner kan der tages udgangspunkt i oplysninger om dyretæthed og dyreart på bedriftsniveau fra FRJOR eller det Centrale Husdyr Register (CHR). Den producerede husdyrgødning på bedriften beregnes ud fra dyretætheden. Der tages udgangspunkt i Plantedirektoratets N-normer for de enkelte afgrøder ved fordelingen af gødningen på markerne. Handels- og husdyrgødningen kan fordeles efter forskellige valgte kriterier ud fra et agronomisk kendskab. Eksempler på, hvordan det kan gøres kan findes i Børgesen & Heidmann (2002) og Heidmann (2001).

Ved beregningerne med SKEP-modellen i nærværende rapport beregnes ammoniakfordampningen fra den husdyrgødning, der er udbragt eller afsat under afgræsning således som 15% af ammonium-N indholdet.

### 7.2.2 Resultater

N-udvaskningen og N-balancen beregnet med SKEP på de to svinebrug og de 4 kvægbrug fremgår af henholdsvis tabel 6 og tabel 7. N-udvaskningen fra de 4 kvægbedrifter blev beregnet til gennemsnitligt 60-73 kg N/ha. Der blev fundet en stor forskel i N-udvaskning fra år til år, som især skyldes forskel i vejrforhold. Hvis N-udvaskningen beregnes som gennemsnit over mange år (10-30 år), udlignes effekten af klimaforskellene. N-udvaskningen på de to svinebedrifter i 2000 var på henholdsvis 74 og 45 kg N/ha. Forskellen i N-udvaskning skyldes her hovedsagelig forskel i jordtyper på de to bedrifter.

Da N-udvaskningen kun udgør en del af N-balancen, er N-balancen som forventet lidt højere end N-udvaskningen. Dette gælder dog ikke bedrift nr. 3. Det skyldes især, at DAISY ikke håndterer N-fiksering i kløvergræsmarker optimalt, og at der på bedrift nr. 3 er fikserende afgrøder på 94% af arealet. DAISY er derfor bedst egnet til anvendelse på svine- og planteavlsbedrifter, hvor andelen af de fikserende afgrøder som regel er lav. Desuden er det et generelt problem, at DAISY simulerer N-udbytte for højt i forhold til udbytte i praktisk landbrug.

Der findes i dag endnu ikke modeller, der er velegnede til at håndtere kvægbrug og især marker med kløvergræs og afgræsning, men der er igangsat flere projekter bl.a. ved Danmarks JordbrugsForskning, der arbejder på sagen. Indtil disse modeller er færdigudviklede, er det muligt at forbedre beregningerne ved at korrigere tallene. Dette kan gøres ved at justere udbytte ned, så de passer bedre til de målte udbytte eller tilfører ekstra handels- eller husdyrgødning som kompensation for underestimering af N-fikseringen. I Heidmann et al. (2002) indgik disse korrektionsmetoder.



Tabel 6: N-udvaskning beregnet med SKEP på kvæg- og svinebedrifterne.

Bedrifter	Kvæg (kg/ha)				Svin (kg/ha)	
	1	2	3	4	5	6
1998	107	100	64	100	-	-
1999	52	64	75	52	-	-
2000	48	55	42	42	74	45
<b>Gns.</b>	69	73	60	65	-	-

Tabel 7: De summerede markbalancer beregnet med SKEP på kvæg- og svinebedrifterne.

Bedrifter	Kvæg (kg/ha)				Svin (kg/ha)	
	1	2	3	4	5	6
1998	120	107	36	127	-	-
1999	51	68	66	52	-	-
2000	102	91	62	82	95	58
<b>Gns.</b>	91	89	55	87	-	-

### 7.3 N-regnskab

#### 7.3.1 Metode og principper

N-balancen beregnes som beskrevet i Hansen & Kristensen (1998). Beregningsmetoden ved N-regnskab følger beskrivelserne i figur 7 og tabel 2.

Beregningerne er foretaget i et almindeligt regnearksprogram (MS-Excel). Idet de seks bedrifter er studielandbrug er der adgang til data af en kvalitet og en detaljeringsgrad, der ikke normalt vil forekomme på en bedrift. Ammoniakfordampning fra udbragt husdyrgødning er beregnet som 15 % af  $\text{NH}_4\text{-N}$ . Samme princip er valgt for beregning af ammoniakfordampning fra husdyrgødning afsat under afgræsning. Her er det endvidere antaget, at  $\text{NH}_4\text{-N}$  udgør 61 % af total-N i kvæggylle (Anonym, 2001). For en kvægbedrift på lerjord er der indregnet en denitrifikation på 45 kg N/ha for kløvergræs og 30 kg N/ha for øvrige afgrøder.

#### 7.3.2 Resultater

For at illustrere beregning af N-balancer på enkelt-marksniveau er posterne vist for bedrift nr. 3 i høståret 1999 i tabel 8. Trækkes de luftformige tab fra N-balancen fås et estimat for summen af N-udvaskning og ændringen i jordpuljen. Dette er illustreret i tabel 9. Beregningen svarende til tabel 9 er ikke gennemført for de øvrige bedrifter.

Den gennemsnitlige N-balance på bedrift nr. 3 udgør 185 kg N/ha (tabel 8). Den restmængde, der er til rådighed for udvaskning og ændring i jord-N-puljer, udgør i gennemsnit 130 kg N/ha ved anvendelse af antagelser om størrelsen af de luftformige tab (tabel 9).

N-balancen svinger mellem -28 og +501 kg N/ha, hvilket meget godt illustrerer den enorme variation, der ofte fremkommer ved beregninger på et så detaljeret niveau (den enkelte mark). Der kan være flere forklaringer på den negative N-balance (-28 kg N/ha), der ses på en enkelt mark med ært til helsæd. N-fikseringen kan være underestimeret. N bortført med afgrøde kan være overestimeret, selvom der for grovfoderafgrøder er anvendt analyseværdier for proteinindhold. Endelig kan det i teorien være udtryk for et nettobidrag fra jordens organiske N-puljer.

Tabel 8: N-balancer på markniveau, mark nr. 1-14, bedrift nr 3, høstår 1999.

	Areal	Handelsgød.	Husdyrgødning		N-fikseret	Vanding	Deposition	Udsæd	Bortf. afgrøde	N-balance
			Udbra.	Afgræ.						
<b>Afgrøde</b>	ha		kg N/ha							
Ært helsæd m. udlæg	6,3	0	433	36	40	0	15	5	-126	404
Sædskiftegræs	4	108	87	33	120	0	15	0	-185	177
Sædskiftegræs	3,6	108	87	34	120	0	14	0	-186	177
Sædskiftegræs	0,7	60	0	80	178	0	14	0	-231	101
Ært helsæd m. udlæg	6,1	0	92	44	40	0	14	5	-132	64
Sædskiftegræs	6	106	0	181	150	0	15	0	-272	180
Sædskiftegræs	6,2	60	0	185	175	0	14	0	-277	157
Sædskiftegræs	7,3	60	0	185	175	0	15	0	-277	157
Sædskiftegræs	3,2	108	78	55	137	0	15	0	-217	175
Ært helsæd m. udlæg	4,3	0	67	22	86	0	15	5	-222	-28
Sædskiftegræs	0,3	0	0	168	185	0	15	0	-252	115
Sædskiftegræs	1,8	60	0	180	170	0	14	0	-269	155
Majs	3,2	159	449	0	0	0	15	0	-122	501
Sædskiftegræs	2	60	0	150	142	0	15	0	-225	141
<b>Gennemsnit</b>		<b>62</b>	<b>108</b>	<b>97</b>	<b>114</b>	<b>0</b>	<b>15</b>	<b>2</b>	<b>-211</b>	<b>185</b>

Tabel 9: Fordeling af kvælstof på tabsposter ud fra N-balancer på markniveau, bedrift nr 3, høstår 1999.

	N-balance	Fordampningstab, Husdyrgødning		Denitrifikat.	Rest (=udvaskning og jord-N-ændring)
		Udbringning	Afgræsning		
<b>Afgrøde</b>	kg N/ha				
Ært helsæd m. udlæg	404	19	3	30	352
Sædskiftegræs	177	8	3	45	121
Sædskiftegræs	177	8	3	45	121
Sædskiftegræs	101	0	7	45	49
Ært helsæd m. udlæg	64	8	4	30	22
Sædskiftegræs	180	0	16	45	119
Sædskiftegræs	157	0	17	45	95
Sædskiftegræs	157	0	17	45	95
Sædskiftegræs	175	7	5	45	118
Ært helsæd m. udlæg	-28	6	2	30	-66
Sædskiftegræs	115	0	15	45	55
Sædskiftegræs	155	0	16	45	94
Majs	501	17	0	30	454
Sædskiftegræs	141	0	14	45	82
<b>Gennemsnit</b>	<b>185</b>	<b>6</b>	<b>9</b>	<b>40</b>	<b>130</b>

De summerede markbalancer er vist for de enkelte bedrifter og år i tabel 10. Den højere belægningsgrad på bedrift 3 og 4 synes at afspejle sig i en højere N-balance i marken.

Tabel 10: Summerede mark-massebalancer for de enkelte år på kvæg- og svinebedrifterne, kg N/ha

Bedriftsnr.	Kvæg (kg N/ha)				Svin (kg N/ha)	
	1	2	3	4	5	6
1998	191	163	163	233	-	-
1999	103	130	185	137	-	-
2000	174	158	168	160	142	117
Gns	156	150	172	178	-	-

#### 7.4 Sammenligning af værktøjer og beregning af N-balance

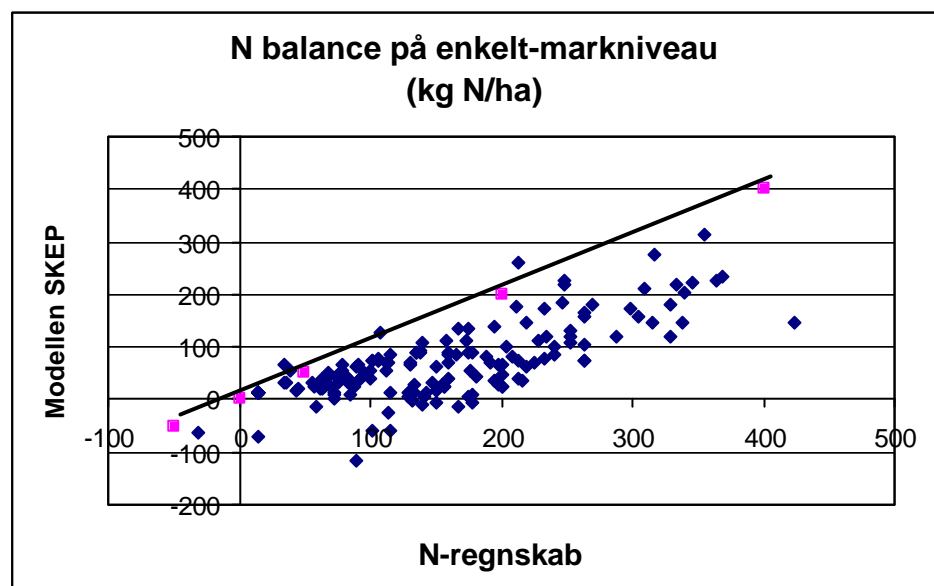
De to værktøjer, N-regnskab og SKEP, der blev anvendt i eksemplet, afviger på flere punkter, hvilket har indflydelse på resultaterne.

Alle poster i N-regnskabet estimeres ud fra målinger eller standardværdier, hvorimod modellerne, herunder SKEP, simulerer en del af dem, som vist i tabel 5. N-regnskabet inddrager indirekte jord- og klimaforhold gennem deres effekter på udbytter og andre poster i regnskabet, mens jordbunds- og klimaforhold har en direkte effekt på modelberegningerne.

N-regnskabet er en statisk opgørelse, der udtrykker det samlede tab af N til miljøet. N-udvaskningen kan beregnes ved fastsættelse af de øvrige tabsposter som denitrifikation, ammoniakfordampning og ændring i jordens N-pulje ud fra systemafhængige normværdier og antagelser, hvorefter N-udvaskningen kan beregnes ved differens. Modellerne beregner derimod N-udvaskningen direkte, eventuelt som en nitratkoncentration i det afstrømmende vand, idet modellen også inddrager vandkredsløbet.

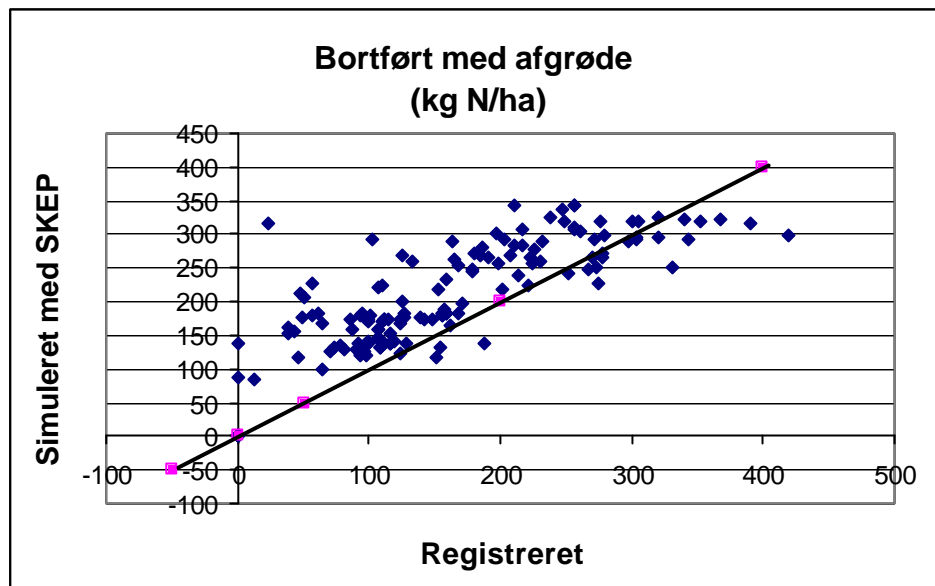
For begge tilgange gælder det, at en række data ikke er tilgængelige eller usikre, idet de ikke registreres på bedriften, og der må anvendes anslåede værdier. F.eks. er N-fikseringen både vanskelig at modellere og fastsætte ved normtal, idet bælglplanteandelen i græsmarker typisk ikke kendes. Et andet eksempel er N-indholdet i husdyrgødningen, som normalt ikke måles og må fastsættes ud fra antagelser om staldsystemet trods store variationer i praksis.

Analysen af N-indholdet i husdyrgødningen samt N-indholdet i tørstofudbyttet vil forbedre beregningerne. I N-regnskabet vil det få direkte betydning, men også modelberegningerne vil kunne forbedres, idet modellen kan kalibreres til de målte N-udbytter. For begge metoder gælder således, at de kan anvendes på flere detaljeringsniveauer, idet en forbedring af input-data vil øge sikkerheden af resultaterne.



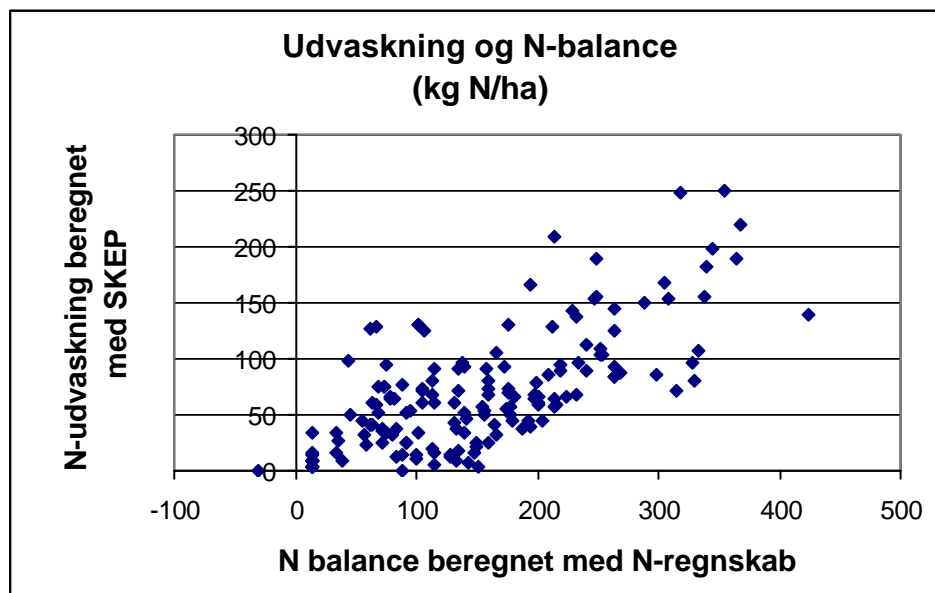
Figur 8: Sammenligning mellem N-balancer på enkeltmarkniveau (kg N/ha) beregnet i N-regnskabet og med SKEP.

I det følgende sammenlignes resultater beregnet med N-regnskabet og modellen SKEP på enkeltmarkniveau. Der blev fundet en korrelation mellem markbalancer beregnet med henholdsvis SKEP og N-regnskab, men markbalancerne beregnet med N-regnskabet var betydeligt højere end beregnet med SKEP (figur 8). Det skyldes sandsynligvis især de forskellige måder N-fikseringen og N-udbyttet er opgjort på. Som nævnt ovenfor er beregningen af N-fikseringen usikker ved anvendelse af begge værktøjer, men det vurderes, at SKEP generelt undervurderer N-fikseringen i kløvergræs. Indtil modellen er forbedret på dette punkt, anbefales det, at beregne N-fikseringen ved en indirekte metode svarende til N-regnskabet samt at tilføre modellen ekstra N (f.eks. via handelsgødningen) svarende til den resterende N-fiksering. På svine- og planteavlbrug, er betydningen af denne usikkerhed dog mindre end på kvæggårde med stor kløvergræsandel og afgræsning.



Figur 9: Sammenhæng mellem registrerede værdier af bortført N med afgrøden og simulerede med SKEP.

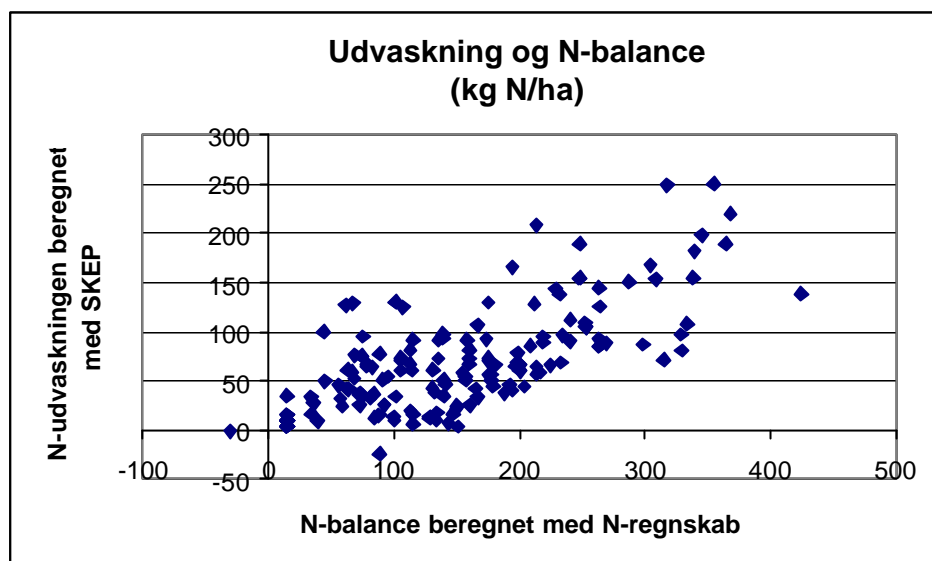
Der er en tendens til, at N-udbyttet simuleret med SKEP er højere end N-udbyttet registreret i N-regnskabet ud fra målinger (figur 9). I dette eksempel er der i N-regnskabet anvendt analyser af N i tørstofudbyttet, hvilket er en forbedring sammenlignet med anvendelse af standardværdier. Det er muligt at justere udbytterne i SKEP til målte værdier. I det viste eksempel blev alle udbytter dog nedjusteret med 10%, svarende til en potentiel reduceret vækst ved sygdom og konkurrence fra ukrudt. Det ser dog ud til at være for lidt i eksemplet, og modelberegningerne kunne forbedres ved en yderligere nedjustering.



Figur 10: Sammenhæng mellem N-balancen beregnet ud fra N-regnskabet og N-udvaskningen beregnet med SKEP.

Plottes N-balancen fra N-regnskabet mod N-udvaskningen beregnet med SKEP, forventes det, at N-udvaskningen stiger med stigende N-overskud. Dette var også tilfældet i eksemplet (figur 10). Der er dog stor spredning i resultaterne, hvilket også forventes på grund af forskellene i værktøjer og detaljeringsgrad. Således har forskellige jordbundsforhold sandsynligvis større

betydning ved modelberegningen, end gennem den indirekte effekt registreret via udbytterne i N-regnskabet. Derudover er modelberegningerne, som tidligere nævnt, ikke justeret for N-fiksering og målte N-udbytter, mens disse indgår i N-regnskabet.



Figur 11: Sammenhæng mellem N-balance beregnet med et N-regnskab og N-udvaskning beregnet med SKEP (fra Heidmann et al., 2002).

Ovenfor er sammenligningerne foretaget på enkeltmarkniveau. På bedriftniveau er sammenhængen mellem bedriftsbalancen beregnet med N-regnskab og den simulerede N-udvaskning beregnet med SKEP på bedriftsniveau ofte dårligere, især når det drejer sig om kvægbedrifter. I et område med 41 bedrifter i nærheden af Bjerringbro blev der foretaget en sådan sammenligning på bedriftsniveau (Heidmann et al., 2002) (figur 11). N-fikseringen var i dette tilfælde ens i modelleringen og beregnet i N-regnskabet. I dette område var der omtrent lige mange kvæg-, svine og planteavlsbedrifter. Her blev der også fundet en korrelation mellem N-balancen beregnet med N-regnskab og den summerede N-udvaskning på bedriftsniveau.

### 7.5 Igangværende Udvikling af værktøjer

Der sker en fortsat videreudvikling af disse værktøjer. Ved DJF er der udviklet en bedriftsmodel kaldet FASSET (<http://www.fasset.dk>), som forbinder helhedssynet på bedriften med dynamisk modellering. Med FASSET kan N-tabene, udbytter og økonomi simuleres på svine- og planteavlsbedrifter gennem en dynamisk simulering af bedriftens samlede N-omsætning, herunder jord-processerne (Berntsen et al., 2002). Derved kan der ske en mere sikker fordeling af de interne tabsposter på bedriften. I regi af flere forskningsprojekter er modellen under videre udvikling til også at kunne håndtere kvægbedrifter og økologiske bedrifter. Endvidere bliver der udviklet en brugerflade rettet mod anvendelse af modellen i miljøforvaltningen og i landbrugets rådgivning.

FASSET og DAISY baserer sig p.t. på den samme omsætningsmodel for N i jorden. Denne er for nylig vist ikke at repræsentere omsætningen under danske forhold (Bruun et al., 2002). Derfor pågår der et forskningsprojekt, hvor Den Kgl. Veterinær- og Landbohøjskole (KVL) og DJF i samarbejde udvikler et forbedret N-omsætningsmodul til disse to modeller.

Ligeledes er der i et samarbejde mellem DHI, KVL, DJF m.fl. igangsat en videreudvikling af modellen DAISY, så den bliver mere brugervenlig og bliver bedre til at håndtere N-fikserende afgrøder.

## 7.6 Sammenfatning

De to værktøjer, der blev anvendt i eksemplet har forskellige styrker og svagheder, og da den ene metodes svaghed ofte er den andens styrke, vil en kombination af de to metoder være hensigtsmæssig.

Fordelen ved at anvende N-balancer er, at udgangspunktet for beregningerne er målinger på bedriften og standardværdier, som landmanden umiddelbart kan forholde sig til. N-balancen giver et udtryk for bedriftens samlede tab af N til miljøet.

Fordelen ved modelberegninger er, at N-udvaskningen beregnes direkte som kg N/ha. Da modeller også beregner vandbalancen, fås en koncentration af nitrat i det vand, der når frem til grundvandet. Dette tal er særlig interessant i forhold til grundvandsbeskyttelse.

Anvendelse af begge metoder på samme tid vil styrke beregningerne. Således vil det være muligt at justere modelberegningerne med målinger og estimater fra N-regnskabet, eksempelvis N-fiksering og N-udbytter. Modelberegninger, der er kalibreret til disse målinger og estimater vil efterfølgende kunne levere beregninger for N-udvaskning, der kan være svær at estimere i N-regnskabet. Der er planlagt en videre udvikling af værktøjerne, som går i retning af at kombinere N-regnskab og dynamisk modellering samt større brugervenlighed af modellerne.





## 8 Handlemuligheder ved indgåelse af dyrkningsaftale

De hidtidige erfaringer viser, at det kan være vanskeligt at opnå frivillige aftaler inden for de udpegede indsatsområder. I rapporten er der på grundlag af erfaringer fra konkrete projekter redegjort for vigtigheden af at inddrage landmændene konstruktivt ved indgåelse af frivillige dyrkningsaftaler.

En barrierer for at indgå en aftale, f.eks. indenfor MVJ-ordningerne er, at de kan være i konflikt med bedriftens produktionsstrategi. Især hvis det drejer sig om en større del af bedrifts areal, er det ofte ikke særligt attraktivt for landmanden på trods af økonomiske incitamenter.

I kapitel 4 er det beskrevet hvorledes bedrifter er organiseret omkring vidt forskellig værdier og produktionsstrategier. Skal en frivillig dyrkningsaftale fungere i praksis på den enkelte bedrift, er det derfor vigtig, at aftalen fungerer sammen med de værdier og strategier, som produktionen er organiseret omkring. I dette kapitel vil vi uddybe dette argument ved at inddrage resultater fra en analyse af muligheder og barrierer for at reducerer N-overskuddet på de fire kvægbedrifter præcenteret i kap. 7. Resultaterne stammer fra en undersøgelse gennemført under forskningsprogrammet "Arealanvendelse – jordbrugerens som arealforvalter" (Noe & Halberg, 2002; Nielsen et al, in prep.).

I kapitel 5 blev der redegjort for to måder at øge muligheden for at indgå en aftale. Den ene, hvor der anvendes modelredskaber til opstilling af forskellige lokalspecifikke alternativer til nu-driften, dvs. en udvidet form for adfærdsbestemte aftaler. Den anden, hvor man ud fra den aktuelle jordbund og nedbør opstiller krav til det maksimale N-overskud på bedriftsbalancen, dvs. resultatbaserede aftaler. Disse forslag blev præsenteret og diskuteret med en inviteret gruppe af nøglepersoner, der i det daglige beskæftiger sig med indsats-problematikken, på en workshop afholdt den 19. juni 2002 på Forskningscenter Foulum. Folk fra vandværker, amt, kommune og landboforeninger var repræsenteret. Vi vil runde dette kapitel af med nogle af hovedpunkterne fra workshopens diskussion af, hvordan disse ideer kan omsættes i praksis.

### 8.1 Mulige til tag knytte til de fire bedriftsstrategier

De fire kvægbedrifters muligheder og barriere for at nedbringe N-overskuddet under hensyntagen til de værdier og den strategi, som den enkelte bedrift er organiseret ud fra, er undersøgt og analyseret. Bedrifterne repræsenterer hver deres produktionsstrategi, og afspejler på mange punkter de fire bedriftsstrategier præsenteret i kapitel 4, men må dog ikke opfattes som arketyper for disse strategier. Tabel 11 angiver nøgletal for de fire bedrifter.

Tabel 11: Nøgletal for produktionen på fire konventionelle kvægbedrifter, besætningsdata fra majåret 1999/2000 og markdata fra høståret 1999.

Nøgletal	Nr. 1	Nr. 2	Nr. 3	Nr. 4
<i>Strategi</i>	<i>Rationalisering</i>	<i>Fleksibilitet</i>	<i>Autonomi</i>	<i>Produktivitet</i>
Ydelse, kg EKM <sup>1</sup> /årsko	7.531	7.275	7.557	8.062
DE/ha	1,4	1,5 <sup>2</sup>	1,8	1,9
Årskøer	108,5	123,8	73,5	93,2
Areal, ha	108,5	167	55	70
Grovfoderandel, % FE	42	53	60	59
Sædskiftegræs, %	8	21	64	48
Helsæd, %	33	20	30	26
Majs, %	9	-	6	13
Korn (modenhed), %	33	50	0	4
Fikserende afgrøde, %	14	36	94	66

1: Energi Korrigeret Mælk

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

Bedrift nr. 1 er organiseret omkring en rationaliseringsstrategi. Det er en relativ stor kvægbesætning med en gennemsnitlig ydelsesniveau. Sædskiftet er enkelt med en del salgsafgrøder og en lille andel af grovfoder, hvorved arbejdsindsatsen i mark og stald holdes lav.

Bedrift nr. 2 repræsenterer på trods af bedriftsstørrelsen på mange punkter fleksibilitetsstrategien. Ved både at have svin og kvæg opnås en stor fleksibilitet både i forhold til fodring og i forhold til markedet. Der er mulighed for at anvende egne afgrøder eller sælger dem til fordel for andre foderemner. Igen ser vi et mere moderat ydelsesniveau i kvægbesætningen.

Bedrift nr. 3 repræsenterer autonomistrategien, hvilket bl.a. kommer til udtryk i den store grovfoderandel i foderforsyningen. Bedriften hviler i meget høj grad på landmandens egen arbejdskraft og erfaringsgrundlag.

Bedrift nr. 4 ligger tættest på produktivtetsstrategien. Der er her tale om en mere intensiv mælkeproduktion med højtydende køer. Hele bedriften er organiseret om besætningen, hvilket kommer til udtryk i et højt ydelsesniveau kombineret med et høj andel af grovfoder i sædskiftet.

## 8.2 Analyse af tilpasning til lavere N-overskud

Tabel 12 angiver seks nøgletal beregnet ud fra registrerede data på de fire bedrifter. Nøgletallene illustrere bedrifternes udnyttelse af kvælstoffet. Sammen med Tabel 11 er de udgangspunktet for en analyse af nu-driften og bedrifternes potentiale for tilpasning til et lavere N-overskud. Den følgende gennemgang tjener til illustration af, hvad der kan udledes af disse nøgletal. Resultaterne er opsummeret i tabel 13 og tabel 14.

Tabel 12: N-nøgletal for fire konventionelle kvægbedrifter ved nu-drift (1999), beregnet ud fra bedriftsdata.

		Nr. 1	Nr. 2	Nr. 3	Nr. 4
N-overskud på bedriften, kg N/ha		123	169	256	172
N-overskud for køerne <sup>1</sup> , g N/kg EKM <sup>2</sup>	Sommer vinter	14,6 18,4	17,8 19,7	23,8 21,3	17,3 16,4
N i foder pr. årsko, kg N/årsko	Sommer vinter år	77 86 163	82 90 172	112 99 211	86 92 178
Total N input til mark, kg N/ha		247	324	463	369
Total N output fra mark, kg N/ha		133	167	225	214
N-effektivitet i mark, %		54	52	49	58

<sup>1</sup>  $N_{\text{foder}} - N_{\text{kød}} + N_{\text{mælk}}$   
<sup>2</sup> Energi Korrigeret Mælk

Bedrift nr. 1 har klart det laveste N-overskud, den laveste N-tildeling i foder per årsko og den mindste omsætning i marken, både hvad angår input og output. En sommerfodring med lav græsfoder-andel slår også igennem som et lavt N-overskud per kilo energi korrigeret mælk (EKM). Bedrift nr. 1 har en relativt lav grovfoderandel, en lav areal andel med fikserende afgrøde, en relativt lav dyretæthed samt en rimelig arrondering. Der er således plads til at øge selvforsyningen i forhold til foder og øge sædskiftets forfrugtsværdi. Derved nedsættes indkøbt N i foder og handelsgødning med en mulig reduktion i N-overskuddet til følge. Ud fra et kendskab til driftslederens præferencer blev et hensyn til enkelhed i fodring og markdrift vægtet i kombination med højere selvforsyning.

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

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

Bedrift nr. 3 satser på en meget høj grad af afgræsning, der resulterer i et højt niveau af N i køernes foder. Husdyrtætheden, en meget høj areal andel af fikserende afgrøde og anvendelsen af en relativt stor mængde handelsgødning betyder et stort samlet input til marken og et stort N-overskud på bedriften.

Bedre balance i køernes proteinfodring via proteinfattig grovfoder som majs vil både afhjælpe det store input til besætningen og nedsætte andelen fikserende afgrøde. Lavere andel af fikserende afgrøde ville gøre det lettere at udnytte forfrugtsværdien i sædskiftet og derved nedsætte tilførslen af handelsgødning. Bedriftens potentiale ligger altså i en samtidig tilpasning af fodringsstrategien og dyrkningsstrategien. Ekstensivering (større areal) er som på bedrift nr. 4 også en mulighed med stort potentiale.

Tabel 13: Oversigt over bedriftskarakteristika og muligheder og barrierer i forhold til at reducere N-overskuddet på to konventionelle kvægbedrifter.

	<b>Bedrift nr. 1</b>	<b>Bedrift nr. 2</b>
Karakteristika	Middel DE/ha Maksimal staldfodring Ønsker enkel fodring og markdrift Adskilt korn og grovfod. sædskifte	Lav DE/ha (kvæg) Blandet kvæg/svin Høj mekanisering Delvist blandet korn/grovf. Sædskifte
Muligheder	Forøg selvforsyning via kløvergræs og mere majs Reducer handelsgødning via bedre forfrugtsudnyttelse	Forøg selvforsyning via kløvergræs og majs Reducer handelsgødning via bedre forfrugtsudnyt.
Barrierer	Ønsker driftsledelses- og arbejds-ekstensiv drift	Arrondering i fht. Afgræsning Ønsker intensiv græsproduktion nær gård

Tabel 14: Oversigt over bedriftskarakteristika og muligheder og barrierer i forhold til at reducere N-overskuddet på to konventionelle kvægbedrifter.

	<b>Bedrift nr. 3</b>	<b>Bedrift nr. 4</b>
Karakteristika	Høj DE/ha Maksimal afgræsning Højt proteinniveau i foder Rent grovfodersædskifte m. høj andel fikserende afgrøde	Høj DE/ha Høj selvforsyning Rel. Balanceret proteinfodring Overvejende grovf. sædskifte
Muligheder	Reducere DE/ha Afbalancere proteinfodring Reducere fiks ering og handelsgødning til mark Forbedre udnyttelse af forfrugt og husdyrgødning	Reducere DE/ha Reducere fiks ering og handelsgødning til mark Afbalancere proteinfodring
Barrierer	Højt foderbehov pr. ha Dybstrølesssystem, vanskeliggør udnyttelse "Kampen om jord"	Højt foderbehov pr. Ha "Kampen om jord"

Med bedriftsmodellen SAMSPIL (Hansen & Kristensen, 1997) blev konsekvenser for N-overskuddet ved forskellige ændringer af driftspraksis beregnet. Med SAMSPIL kan man beregne, hvordan ændret sædskifte, foderration og gødningsstrategi påvirker produktionen og N-overskuddet. Ved alle forslag til ændringer var det her forudsat, at mælkeydelsen skulle opretholdes og arronderingen skulle søges respekteret. Der blev især fokuseret på balancering af proteinfodringen ved afgræsning samt reduktion af handelsgødningstilførslen gennem bedre udnyttelse af husdyrgødning og forfrugt. Reduktion af hus-

dyrtæthed gennem udvidelse af areal blev også inddraget. Efterfølgende blev resultaterne gennemgået ved bedriftsbesøg hos den enkelte landmand med det formål at afprøve de teoretiske alternativer i forhold til driftslederens præferencer og erfaring.

På hver bedrift har de opstillede forbedringsmuligheder været diskuteret med landmanden og planteavlskonsulenten. Deres kommentarer indgår blandt i angivelsen af muligheder og barrierer i tabel 13 og 14.

Ud fra modelberegningerne skønnes det, at den potentielle reduktion i N-overskud ved de foreslåede ændringer er på 11-25%. Dette er væsentligt mindre end hvad Kristensen (1997) fandt muligt ved modellering af forskellige kombinationer af fodrings- og gødskningsstrategier på kvæggårde. Nærværende resultater er opnået ud fra aktuelle bedriftsdata under hensyntagen til praktiske forhold på den enkelte bedrift. Det giver langt flere bindinger end ved modellering af teoretiske bedrifter.

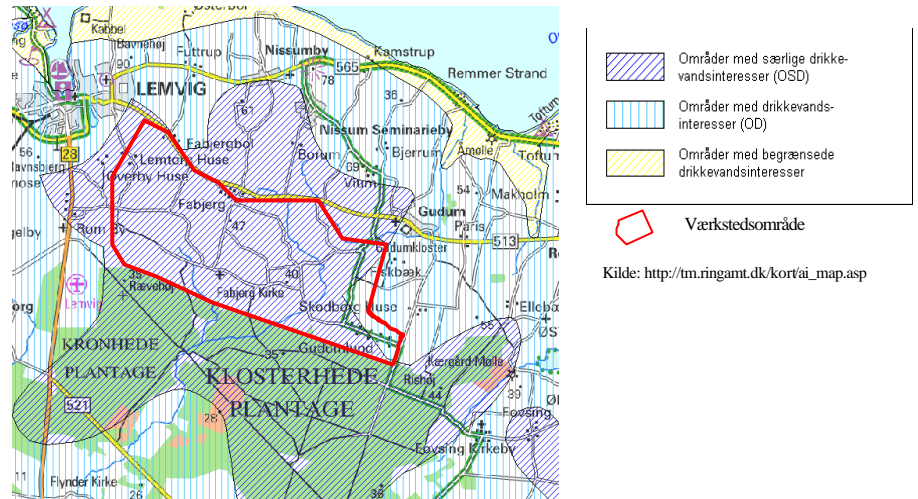
På de fire undersøgte bedrifter er der påvist et potentiale for reduktion af N-overskuddet, som det er sandsynligt at kunne udmønte uden væsentlig økonomisk risiko. Ved indgåelse af dyrkningsaftaler i indsatsområder kan der opnås økonomisk kompensation, hvorved det er muligt at pålægge produktionsnedsættende restriktioner.

### 8.3 N-balancer i et sammenhængende område

Indsatsområderne udpeges ud fra en hydrogeologisk kortlægning. Det vil i praksis betyde, at grænserne vil gå på tværs af mark og bedriftsstrukturer. Da aftalerne ofte kun vil berøre dele af bedriften, vil det have betydning for de aftaler, der indgås med de involverede landmænd. I det følgende vil denne problemstilling blive diskuteret ud fra situationen i et konkret OSD-område.

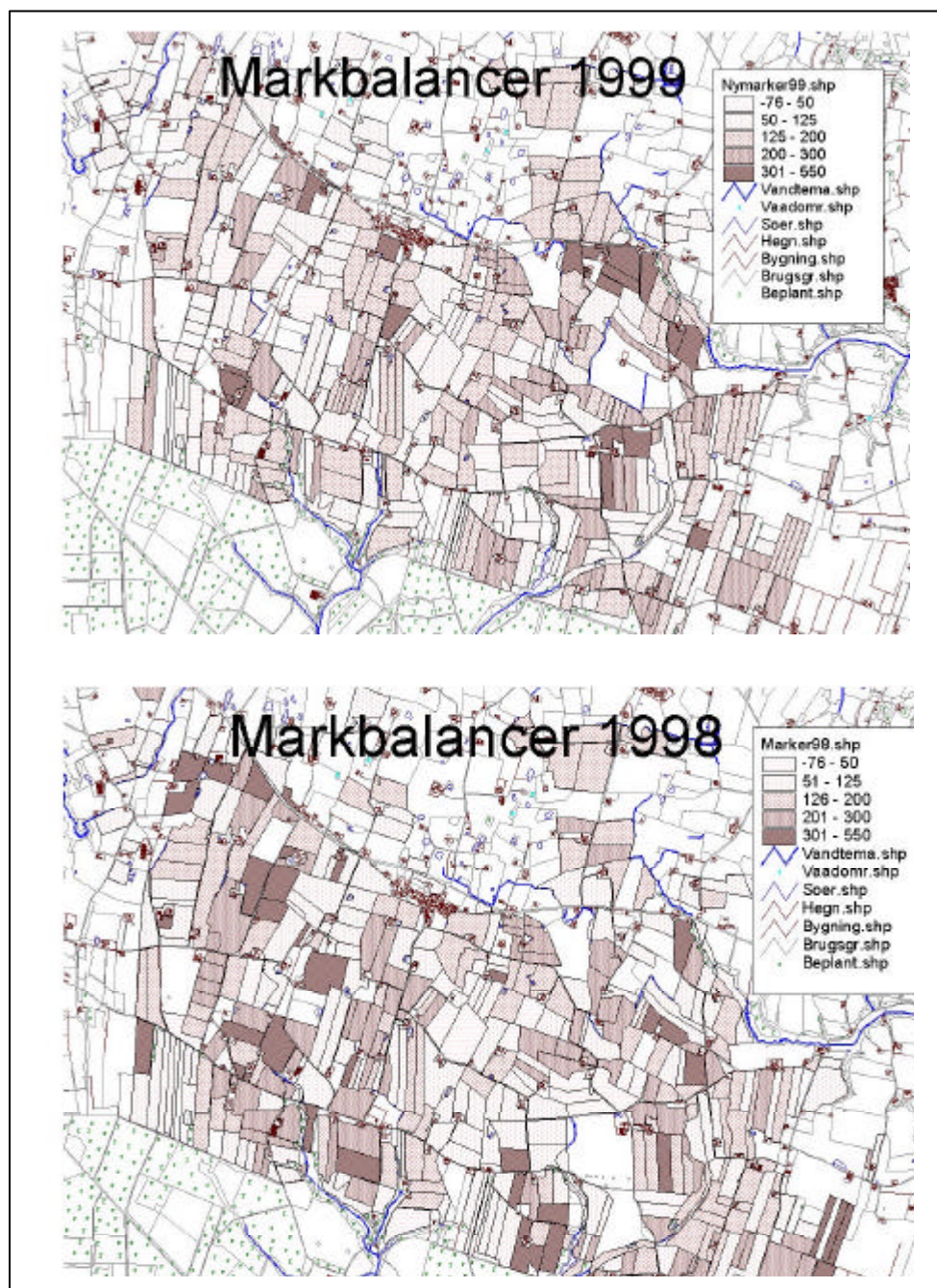
#### 8.3.1 Præsentation af værkstedsområdet

Figur 12 viser et området nord for Klosterheden i Vestjylland, der er udpeget som OSD-område og nitratfølsomt område. Ifølge oplysninger fra Ringkøbing Amt vil det egentlige indsatsområde ikke blive kortlagt før 2003. Et sammenhængende område inden for dette OSD område blev i 1996 udpeget som værkstedsområde med det formål at undersøge landbrugets muligheder og barriere for i et sammenhængende område at sikre hensynet til drikkevandet under hensyn til en forsat effektiv landbrugsproduktion (Noe og Halberg 2002, Nielsen et al., in prep.).



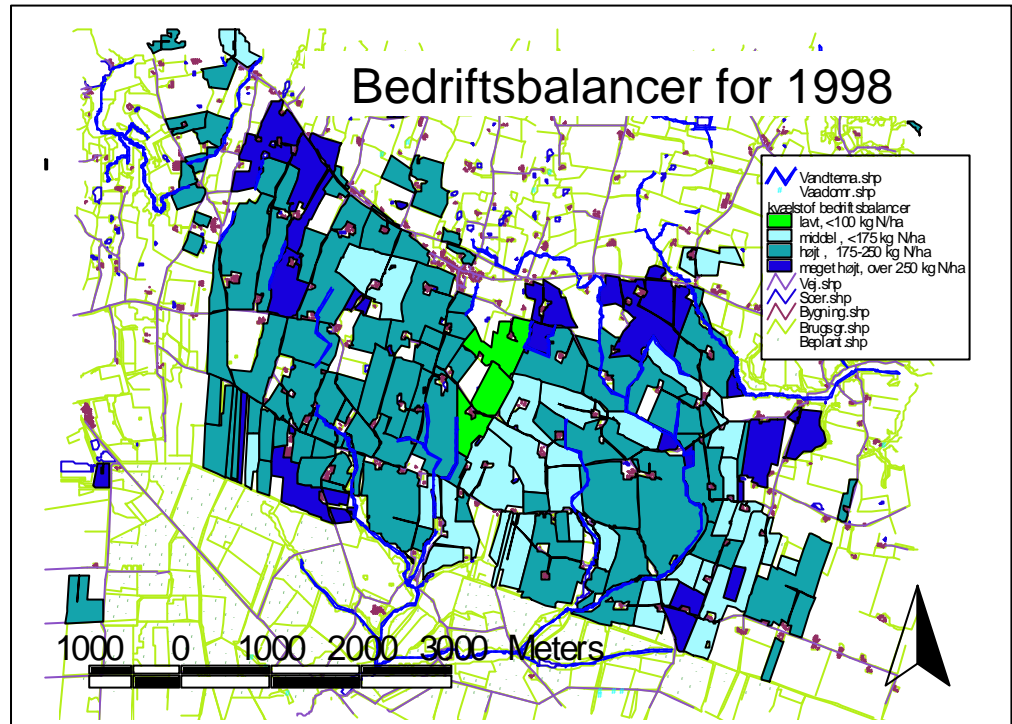
Figur 12: Kort over det udpegede OSD-område nord for Klosterhede Plantage, området med rødt er det værkstedsområde, hvor landmændenes muligheder og motivation for at inddrage miljøhensyn i driftsledelsen er undersøgt.

Som et led i projektet er samtlige markbalancer for området blevet opgjort for årene 1998 og 1999. På nedenstående kort og ses disse markbalancer både på markniveau (figur 13) og som gennemsnit på bedriftsniveau (figur 14).



Figur 13: Markbalancerne for 1998 og 1999 opgjort i et OSD-område nord for Klosterhede Plantage (Nielsen et al., in prep.).

Hensynet til drikkevandet skal ses som det samlede bidrag fra bedrifterne i området. Det er ikke bidraget fra den enkelte mark det enkelte år, der er afgørende for den samlede nitratindhold i grundvandet, men det samlede niveau i hele området.



Figur 14: Bedriftsbalancer for 35 bedrifter med 490 marker dækkende et areal på 2000 ha. Bedriftsbalancerne er opgjort i 1998 (Nielsen et al., in prep.)

For hele området betragtet, er der en meget stor variation i N-overskuddet mellem markene indenfor det enkelte år (figur 13). N-overskuddet på bedriftsniveau er derimod relativt stabilt *mellem* årene. Bedriftsbalancerne er naturligvis afhængig af høstudbytter og dermed klimavariationer, men disse variationer på bedriftsniveau ikke er så store som variationen mellem markene indenfor bedriften. Den enkelte marks bidrag er således bestemt af det produktionssystem som marken indgår i, da de forskellige marker repræsenterer de forskellige positioner i sædskiftet.

Dette indebærer, at tiltag for at ændre N-tabet fra den enkelte mark kan medføre konsekvenser for dyrkningen på bedriftens øvrige marker (f.eks. mht. afgrødevalg, afgrøderækkefølge og gødskning). Dermed kan en ændring af driftspraksis på en mindre del af en bedrift repræsentere ændringer, der skal håndteres på bedriftsniveau.

Den enkelte mark indgår således i den strategi, som bedriften er organiseret omkring, og dermed er det i et vist omfang bedriften, der bestemmer udvaskningen for den enkelte mark. For mange af de berørte bedrifter vil det dog gælde, at kun en del af bedriftens arealer ligger inden for selve indsatsområdet. Derfor kan det være hensigtsmæssigt at se på afhængigheden mellem enkeltmark og bedrift, hvilket vil blive konkretiseret i det følgende.

### 8.3.2 Ingen eller lille afhængighed.

På rene planteavlsbedrifter uden specialafgrøder forekommer kun ringe grad af afhængighed mellem den enkelte mark og bedriften. Her kan hver mark principielt betragtes som et system uafhængig af hinanden. Det er kun hensynet til udnyttelse af maskinparken og arbejdsfordelingen der, ud over den for-



ventede økonomiske afkast, har indflydelse på valg af afgrøde og gødskning. Aftaler om ekstensiv drift kan indgås for disse bedrifter for delarealer uden at det berører den øvrige bedrift nævneværdig. Og det er alene kompensationens størrelse i forhold til udbyttenedgang, der er afgørende for bedriftens fortsatte rentabilitet.

### 8.3.3 Mellem stor afhængighed

På bedrifter med husdyr eller planteavl med specialafgrøder optræder der moderat stor afhængighed mellem den enkelte mark og bedriften. For husdyrbedrifter gælder, at den jord, der drives, indgår i harmonikravene. Bedriften er derfor principielt afhængig af at kunne fordele husdyrgødningen rundt på hele arealet. Hvis husdyrgødningen ikke fordeles jævnt, vil de marker, der får mere husdyrgødning, få et større N-overskud i forhold til de marker, der får mindre. Den enkelte marks økonomiske betydning for bedriften er således ikke planteavlen, men den husdyrproduktion som denne giver grundlaget for.

For planteavlsbedrifter med specialafgrøder vil bedriften også ofte være afhængig af at kunne komme rundt på hele arealet med f.eks. kartofler, da der pga. hensynet til sygdomme og skadedyr er minimumskrav til antallet af år mellem afgrøden. Da det er disse specialafgrøder, der udgør indtjeningsgrundlaget, vil det have økonomisk konsekvenser at udtage dele af arealet af bedriftens sædskifte.

### 8.3.4 Stor afhængighed.

Den største afhængighed findes på malkekvægsbedrifter. Ud over det beskrevne arealkrav er bedriften også afhængig af grovfoderproduktionen, som på mange kvægbrugssystemer er helt afgørende for det økonomiske afkast i stalden. Jo højere husdyrtæthed, jo større er denne afhængighed. Men samtidig fungerer det også sådan, at jo højere husdyrtæthed, der er i et område, jo højere bliver jordpriserne, og jo mere afhængig er bedriften af en intensiv produktion i stalden for at forrente jordprisen.

## 8.4 Individuelle aftaler

Da aftalerne skal bygge på frivillighed, er det vigtigt, at der opstilles en bred vifte af muligheder, da en type tiltag kan virke hensigtsmæssigt i forhold til en type bedrift, men uhensigtsmæssigt i forhold til en anden. Grundlaget for at indgå aftaler skal således kunne tilgodese den konkrete situation i indsatsområdet, samt landmændenes ønsker og muligheder.

I kapitel 5 er der redegjort for to tilgange til at udvide viftet af mulige aftaler inden for indsatsområderne. Den ene, hvor der anvendes modelredskaber til at opstille forskellige lokalspecifikke alternativer til nu-driften, som lever op til de ønskede krav, en form for udvidet adfærdsbestemte aftaler. Den anden, hvor man ud fra den aktuelle jordbund og nedbør opstiller krav til det maksimale N-overskud på bedriftsbalancen, dvs. resultatbaserede aftaler. Disse forslag blev præsenteret og diskuteret med en inviteret gruppe af nøglepersoner, der i det daglige beskæftiger sig med indsatsproblematikken på en workshop den 19. juni afholdt på Forskningscenter Foulum. Folk fra vandværker, amt, kommune og landboforeninger var repræsenteret. Dette kapitel rundes af med nogle af hovedpunkterne fra workshoppens diskussion af, hvordan disse ideer kan omsættes i praksis.

## 8.5 Valg af aftaletype

Fra workshoppen fik vi bekræftet, at problemstillingerne i de udpegede indsatsområder er meget forskellig fra område til område. Nogle steder drejer det sig om mindre afgrænsede områder, f.eks. en beskyttelseszone omkring et vandværk, hvor kun enkelte landmænd er berørt, og kun dele af bedriften. Andre steder drejer det sig om større sammenhængende områder, hvor flere bedrifter er involveret. Er der tale om små arealer, vil det oftest være mest hensigtsmæssig at søge en permanent løsning som skovrejsning, langvarig brak eller ekstensiv afgræsning. Ligger området bynært, kan løsningen kombineres med rekreative formål som det f.eks. er beskrevet i Drastrup projektet (Madsen, et al. 2002) Hvis der derimod er tale om et større område, er det hensigtsmæssigt at søge en løsning, der tilgodeser forsat landbrugsproduktion under hensyn til grundvandet.

### 8.5.1 Adfældsorienterede dyrkningsaftaler baseret på modeller

I praksis giver opstilling af lokalspecifikke alternativer større fleksibilitet for den enkelte landmand i og med, at der opstilles flere muligheder, end med de nuværende MVJ-ordninger. Effekten af ændringer i landbrugsproduktionen og arealanvendelsen i det aktuelle område kan vurderes, og alternativer til nu-driften opstilles. Vælges modeltilgangen anbefales det, at der udarbejdes et dyrkningskatalog på baggrund af forekomne jordtyper, bedriftstyper og klima, som beskriver de dyrkningsalternativer, der lever op til myndighedernes krav til udvaskningen fra rodzonen.

Specielt for de dynamiske modeller er det vigtigt at have et detaljeret kendskab til dyrkningssystemet og jordbundsforholdene, som kan variere betydeligt lokalt. Et rimelig sikkert resultat kræver et detaljeret datainput, som kan være svært at fremskaffe i praksis. Derudover kræver det et godt brugerkendskab til modellen samt indsigt i de agronomiske forhold, som kræves for at kunne udarbejde realistiske dyrkningsforslag, som er anvendelige og giver mening for landmanden.

Nogle landmænd vil formentlig opfatte myndighedernes udarbejdelse af dyrkningsplaner som uønsket indblanding i deres driftsledelse. Andre landmænd vil finde tryghed i at følge præcise krav, som ved overholdelse giver sikkerhed for opfyldelse af myndighedernes krav. På workshoppen kom der en del synspunkter frem angående denne tilgang. Et synspunkt var, at det som amts medarbejder var en fordel at have et konkret katalog af mulige adfældsrestriktioner med i tasken til landmændene - det var det nemmeste at administrere og håndtere i dialogen med landmanden. Der blev også udtrykt en skepsis over for om folk i amter og vandværker er klædt på til at gå ind i en bedriftsnær modellering af alternative muligheder for den enkelt bedrift.

Også kontrolproblemet blev diskuteret. Der er knyttet nogle kontrolproblemer til modelbaserede dyrkningsaftaler. Kontrol af om en bestemt landmandspraksis udføres korrekt - f.eks. om der gødes og sprøjtes som aftalt - vil kræve en omfattende overvågning. Der stilles spørgsmålstegn ved, om denne overvågning af handlinger overhovedet er mulig i praksis.

### 8.5.2 Aftale baseret på N-regnskab

Dyrkningsaftaler baseret på N-balancen giver den enkelte landmand store frihedsgrader til at vælge de dyrkningstiltag på bedriften, som fører til opnåelse af de fastsatte mål. Men det forudsætter, at landmanden har adgang til den

nødvendige viden og rådgivning for at kunne udnytte de potentielle frihedsgrader. Det er her meget vigtig, at landbrugskonsulenterne inddrages i aftalerne, og at de har redskaber til rådighed, som kan understøtte landmanden. Repræsentanter fra rådgivningssiden gav udtryk for, at det var en opgave som rådgivningen gerne vil inddrages i, og at man allerede med Grøn Regnskab har et af de redskaber, der kan understøtte landmanden i denne planlægning.

Det kræver yderligere overvejelser omkring, hvordan disse aftaler kan skrues sammen i praksis. Det er nødvendig at fastsætte mål for N-overskud på markniveau. Det betyder i praksis, at kravene til den koncentration ( $\text{mg NO}_3^-/\text{l}$ ), som må forlade rodzonen, skal omsættes til et N-overskud på marken ( $\text{kg N/ha}$ ) i forhold til overskudsnedbøren. Hertil skal der gøres overvejelser omkring de øvrige tabsposter; denitrifikation, fordampning og ændringer i jordpuljen.

Tabelværdier kan anvendes til fordeling af de forskellige tabsposter i N-regnskabet på markniveau, hvilket dog kan være usikkert. På sigt vil bedriftsmodellen FASSET (jf. afsnit 7.4), der er under udvikling ved DJF kunne bidrage til at fastsætte fordelingen mellem de forskellige poster mere sikkert, herunder også N-udvaskningen.

Det er ligeledes vigtigt for alle parter, at aftalerne har en simpel struktur. De bør bygge på glidende gennemsnit over 3 år. Der vil på grund af vejret være årsvariationer på driftsbalancerne uanset dyrkningspraksis. I forhold til det tipsperspektiv som grundvandet dannes under, er et enkelt års udvaskning uden betydning, blot det samlede niveau over årene er overholdt. Det betyder også, at interne korrektioner mellem årene i form af lagerforskydninger ikke bør gøres til genstand for spekulation i forhold til den indgåede aftale. Fokuseres aftalerne kun på enkeltmarker, vil der på grund af sædskiftet især for kvægbedrifter være en større årsvariation i N-overskuddet som følge af, hvor i sædskiftet den aktuelle mark befinder sig.

På planteavl- og svinebedrifter vil det være forholdsvis enkelt at opgøre markbalancerne for de enkelte marker. Men for kvægbedrifter er det således lettest at håndtere aftaler både for landmand og myndighed, hvis aftalen kan indgås for hele bedriften. Hvis aftalen indgås for dele af bedriften, vil det kræve en større dokumentation af omsætning på den enkelte mark, og det øger naturligvis kontrolproblemet på samme vis som ved indgåelse af modelbaserede aftaler.

På bedrifter med husdyr kan driftsbalancen via ekstern import – eksport regnes med en rimelig stor nøjagtighed. Den summerede markbalance kan estimeres som driftsoverskuddet minus stald- og lagertab, der uanset tilgang fastsættes som tabelværdi. Beregning af markbalancer som kun vedrører en del af bedriftens samlede areal vil være påvirket af usikkerhed mht. korrekt opgørelse af til- og bortførte mængde for den enkelte mark og kræve højere grad af intern registrering. Der vil dog være en mulighed for kontrol op imod den samlede driftsbalance, som kan bestemmes relativt sikkert (tabel 2).

Vandrammedirektivet skal vedtages inden december 2003, hvilket betyder, at alle tabsposter i fremtiden skal vurderes. I henhold til dette ville det være relevant at opstille mål for det samlede langsigtede N-tab til omgivelserne.

Repræsentanter fra amt og vandværker viste stor interesse, men også stor skepsis for, hvordan man kan få aftaler baseret på N-balancer til at fungere i

praksis. Det var for de fleste en ny tilgang, og der blev udtrykt usikkerhed, om det overhovedet var muligt at kontrollere i praksis. Så hvor aftaler baseret på N-balancer ikke ligger så fjernt for landbruget, kræver det en større omstillingsproces for de personer, der er tilknyttet amter og vandværker.

Der ligger en udviklingsopgave i at finde ud af, hvordan aftalerne kan skrues sammen i praksis. Det er her vigtigt, at de praktiske hensyn bliver afvejet i forhold til de teoretiske videnskabelige hensyn.

## 8.6 Hvordan kommer vi videre

Det blev generelt fremhævet på workshoppene, at dialogen med den enkelte landmand var uhyre vigtig, men ofte vanskelig. Mange af de personer, der er involveret fra amt og specielt vandværker er ikke vant til at samarbejde og kommunikere med landmænd som miljømyndighed. Det blev diskuteret, hvordan man kunne opnå en konstruktiv dialog. Nogle af de synspunkter, der kom frem var for det første, at det er vigtigt, at landmanden mødes ved køkkenbordet, dvs. søge at skabe den gensidige tillid. For det andet er det vigtigt, at have et solidt dokumenteret grundlag for, at der er et problem i forhold til grundvandet, og at de forskellige aftaler vil lede til den ønskede effekt. For det tredje var der enighed om, at det var vigtigt at involvere landmandens rådgivere i selve kontraktforhandlingerne.

Da aftalerne skal indgås frivilligt, og da resultaterne vil være meget afhængige af den måde landmændene omsætter aftalerne i praksis, er det vigtigt, at der udarbejdes et godt grundlag i praksis. Det generelle indtryk fra workshoppene er, at der rundt omkring i amterne og hos vandværkerne hersker meget stor usikkerhed om, hvordan man skal angribe denne problemstilling i praksis. Vores forslag er derfor, at næste skridt vil være etablering af eksempelprojekter, hvor forskere og de involverede parter i samarbejde afprøver de skitserede aftaletyper i praksis i et eller flere konkrete indsatsområder og udvikler en platform for dialogen med landmændene.

## 8.7 Sammenfatning

Hidtidige erfaringer viser, at det på baggrund af det nuværende aftalegrundlag kan være vanskeligt at opnå frivillige dyrkningsaftaler indenfor de udpegede indsatsområder.

En mulig forklaring er, at dyrkningsaftaler oftest berører hele bedriften selvom aftalen kun vedrører en mindre del af bedriftens arealer, da bedriften produktionsmæssigt er afhængig af disse arealer. Betydningen af den komplekse sammenhæng mellem driftsleder, besætning og mark på især kvægbedrifter er illustreret gennem de fire konkrete gårdeksempler.

Der er derfor brug for at kunne indgå aftaler, der tager hensyn til den enkelte bedrifts fortsatte produktion og rentabilitet og som samtidig sikre, at den ønskede drikkevandsbeskyttelse opnås.

Der foreslås to tilgange til at opnå denne fleksibilitet ved indgåelse af dyrkningsaftaler.

1. At man bruger modelberegninger til at indgå bedriftsspecifikke dyrkningsaftaler

## 2. At man bruger N-balancer til at indgå resultatbaserede aftaler

Ud fra en agronomisk/sociologisk synsvinkel er den sidste type aftale at foretrække, da den inddrager landmanden og konsulenten i at udvikle produktionssystemet under hensyn til de ønskede mål. Dette gælder især på malkekvægsbedrifter, hvor bedriften ofte er meget afhængig af grovfoderproduktionen på de enkelte marker.

Hvor det drejer sig om en mindre del af arealet kan den første metode være at foretrække af praktiske årsager. Det er desuden en mulighed på rene planteavlsbedrifter uden specialafgrøder, da bedriften i ringe grad er afhængig af de enkelte marker.

Hvilken type aftale der er mest hensigtsmæssig at indgå må i hvert enkelt tilfælde afhænge af de parter, som indgår aftalen.

Der er forsat en række åbne spørgsmål om, hvordan disse aftaler kan og skal skrues sammen i praksis. En god dialog med landmændene i forbindelse med etablering af dyrkningsaftalerne anses for vigtig, og det anbefales, at der sker en udvikling og afprøvning af de skitserede aftaletyper i praksis gennem konkrete eksempelprojekter.

## 9 Konklusion

Ved ændring af Vandforsyningsloven i 1998 blev det pålagt amterne at gennemføre indsatsplaner i de områder, hvor en særlig indsats er nødvendig for at beskytte drikkevandet. Som et led i en indsatsplan kan vandværkerne indgå aftaler med landmænd om at ændre dyrkningspraksis på arealerne. Vandværksforeningerne og landbrugets organisationer har udarbejdet en vejledning, som kan anvendes ved indgåelse af frivillige dyrkningsaftaler for at sikre drikkevandet.

Gennemførelse af dyrkningsaftaler kan dog blive vanskelige i praksis. Dels indgår der mange aktører i arbejdet - vandværker, landmænd, kommuner og amter - og dels lægges der vægt på, at dyrkningsaftalerne skal indgås på basis af *frivillige* aftaler.

Hidtidige erfaringer viser, at det på baggrund af det nuværende aftalegrundlag kan være vanskeligt at opnå frivillige dyrkningsaftaler indenfor de udpegede indsatsområder. En mulig forklaring er, at dyrkningsaftaler oftest berører hele bedriften, selvom det kun vedrører en mindre del af bedriftens arealer, da bedriften ofte er produktionsmæssigt afhængig af disse arealer. En bedrifts afhængighed af de enkelte arealer er størst på malkekvægsbedrifter og mindst på planteavlsbedrifter uden specialafgrøder.

Bedrifter er organiseret på meget forskellige måder, både hvad angår de fysiske forhold (jordtype, størrelse, husdyrtæthed, mv.), og hvad angår de ønsker og mål, landmanden har til produktionen. For at en frivillige dyrkningsaftaler skal lykkes i praksis er det centralt, at aftalen giver mening for de parter, som indgår aftalerne.

Der er derfor brug for at kunne indgå aftaler, der tager hensyn til den enkelte bedrifts fortsatte produktion og rentabilitet og som samtidig sikre, at den ønskede drikkevandsbeskyttelse opnås.

Der foreslås to tilgange for at opnå denne fleksibilitet ved indgåelse af dyrkningsaftaler.

1. Anvendelse af modelberegninger ved indgåelse af bedriftsspecifikke dyrkningsaftaler baseret på bestemte adfærdsrestriktioner
2. Anvendelse af N-balancer ved indgåelse af resultatbaserede aftaler om et maksimal N-overskud for de arealer, der ligger inden for indsatsområdet

### 9.1 Målorienterede aftaler baseret på N-balancer

Ud fra en agronomisk og sociologisk synsvinkel er målorienterede aftaler at foretrække, da den inddrager landmanden og konsulenten i at udvikle produktionssystemet under hensyn til de ønskede mål. Ud fra en miljømæssig synsvinkel er det vigtigt, at aftalen er målrettet mod at reducere udvaskningen af nitrat til grundvandet. Med baggrund i en systemisk opfattelse af landbru-

get er der et stort potentiale i at lade systemet selv vælge de midler, som skal føre til de ønskede resultater via opstilling af N-regnskab.

Målorienterede aftaler kan baseres på opstilling af et N-regnskab, hvor N-balancen udgør et indirekte måltal. Opgørelse af et N-regnskab er en enkel, operationel og gennemskuelig metode til anskueliggørelse af systemets omsætning af kvælstof, og metoden er velegnet som kommunikations-, styrings- og kontrolværktøj.

Det er dog vigtigt at gøre sig klart, at N-balancen estimerer det *samlede langsigtede* tab til omgivelserne, og at fordelingen af kvælstoftabet på de relevante tabspuljer bygger på normtal.

Hertil kommer at der er flere forhold, som er meget vanskelige at kvantificere og kontrollere, og som har væsentlig betydning for størrelsen af N-balancen og dermed tabet til af kvælstof til omgivelserne. Det gælder fx indkøb og salg af foder og markafgrøder, der handles uden om foderstoffirmaer, samt køb og salg af husdyrgødning. For begge områder gælder det, at en præcis opgørelse vil stille omfattende krav til vejning og analyser.

N-regnskabet's opgørelse af N-balance på *enkeltmarkniveau* er dog relativt usikker, men kan sandsynliggøres ved kontrol mod *bedriftsbalancen* beregnet direkte på bedriftsniveau. Denne bygger nemlig på tal, som kan erkendes i virkeligheden, og er derfor en relativ sikker ramme for kontrol.

## 9.2 Adfærdsorienterede aftaler baseret på modelberegninger

Adfærdsorienterede aftaler kan nuancers ved modelberegninger, som tager hensyn til lokale forhold. De dynamiske og empiriske modeller, f.eks. DAISY, kan beskrive nitratudvaskningen som konsekvens af en bestemt arealanvendelse på en bestemt mark. Modellerne kan således dokumentere en virkning af en bestemt adfærd, og der kan opstilles alternativer til nudriften.

Hvor det drejer sig om en mindre del af arealet kan disse aftaler være at foretrække af praktiske årsager. Det er desuden en mulighed i praksis på bedrifter, som i mindre grad er afhængig af de enkelte marker, f.eks. på rene planteavlbedrifter uden specialafgrøder. Adfærdsorienterede aftaler er forholdsvis enkle at gennemføre via forbud/påbud. Det kan dog være vanskeligt at tilpasse aftalen til bedriftslederens værdier og bedriftens fysiske forhold samt efterfølgende at kontrollere aftalen.

## 9.3 Anbefalinger

Rapporten afslører, at der er stor forskel på de beregnede N-balancer ved modellering og ved opstilling af N-regnskaber inden for en enkelt bedrift. Der skal forsat arbejdes på at udvikle og forbedre modellerne i forhold hertil.

På trods af disse usikkerheder er det vor vurdering, at der allerede nu er et tilstrækkeligt grundlag for at anvende disse redskaber i praksis.

I rapporten er de teoretiske aspekter af forskellige typer af aftaler i indsatsområder belyst, men der mangler forsat dokumenterede erfaringer. Vi anbefaler, at der etableres udviklingsprojekter i et eller flere indsatsområder, og herigenem involverer de aktuelle parter i at udvikle og afprøve de forskellige aftalegrundlag. I det videre arbejde er det vigtigt, at der sker en afvejning mellem den videnskabelige sikkerhed for at målene nås - og den praktiske gennemførelse og opfølgning på aftalerne.

Rapporten anbefaler følgende:

- For mindre arealer eller arealer, hvor der knytter sig en anden offentlig interesse, anbefales det forsat at søge en permanent løsning i form af skovrejsning, permanent brak etc., inden for de eksisterende rammer.
- Hvor det drejer sig om større landbrugsarealer er der brug for at kunne indgå aftaler, der tager hensyn til at den enkelte bedrifts forsatte produktion og rentabilitet og som samtidig sikre, at den ønskede drikkevandsbeskyttelse opnås.
- Hvor der er tale om en mindre andel af bedriftens arealer kan det være ønskelig for både landmand og myndighed at indgå aftaler baseret på bestemte adfærdsrestriktioner vedrørende afgrødevalg og gødskning knyttet til de enkelte arealer.
- Hvor der er tale om en større del af bedriftens arealer eller hvor bedriften er afhængig af arealerne, anbefales det at indgå aftaler baseret på måltal, da det ud fra en agronomisk synsvinkel giver landmanden mulighed for forsat at udvikle bedriften under hensyn til de ønskede mål til drikkevandsbeskyttelse.
- De dynamiske og empiriske modeller er velegnede til bestemmelse af nitratudvaskningen på markniveau samt effekten af alternativer til nudriften.
- N-regnskaber er velegnede til at bestemme den aktuelle N-balance på bedriftsniveau, hvilket gør det velegnet som kommunikations-, styrings- og kontrolværktøj på bedriftsniveau.
- Der bør forsat arbejdes med bestemmelse af N-tabet på enkeltposter med udgangspunkt i N-regnskabet. Der bør ligeledes arbejdes med at omsætte kravene til N-udvaskningen til et mål for et acceptabelt N-tab på mark- eller bedriftsniveau på baggrund af lokale forhold.
- Der bør etableres konkrete projekter, hvor de beskrevne aftalegrundlag kan udvikles og afprøves i praksis.
- I forbindelse med forberedelsen af Vandmiljøplan III er der bl.a. nedsat en tekniske undergruppe, som skal analysere mulighederne for at anvende næringsstofbalancer (grønne regnskaber) til at regulere tabet af næringsstoffer fra landbruget til miljøet.



# 10 Litteratur

- Abrahamsen, P., Hansen, S. (1999): Daisy: An open soil-crop-atmosphere model. Submitted to Environmental Modelling and Software., 1999.
- Andreasen, J.O. (2000): Erfaringer med dyrkningsaftaler omkring Lyngby ved Århus. ATV-møde d. 25. maj 2000. Beskyttelse af grundvandsressourcen - mål og midler.
- Anonym (2001): Håndbog i plantedyrkning. Landbrugsforlaget, Landbrugets Rådgivningscenter, 2001
- Bekendtgørelse nr. 494 af 28. maj (2000): Bekendtgørelse om indsatsplaner: København: Miljø- og Energiministeriet.
- Berntsen, J., Petersen, B. M., Jacobsen, B. H., Olesen, J.E., Hutchings, N. J. (2002) Evaluating nitrogen taxation scenarios using the dynamic whole farm simulation model FASSET. Agricultural Systems (in press; accepted 4. juli 2002).
- Bruun, S., Jensen, L. S., Hansen, E. M., Christensen, B. T. (2002) Modellering af kulstofomsætning i jord med *Daisy* – betydning af halmnedmuldning. I: DJF rapport nr. 72 Markbrug, 2002, pp. 48-71.
- Børgesen, C. D. & Heidmann, T. (2002): Landsberegninger af kvælstofudvaskningen fra landbruget med SKEP/DAISY og SIM IIB modellerne. DJF rapport nr.62. Markbrug, 61 pp.
- Børgesen, C.D., Kyllingsbæk, A., Djurhuus, J. (1997): Modelberegnet kvælstofudvaskning fra landbruget. SP-rapport nr. 19. Danmarks JordbrugsForskning, Ministeriet for Fødevarer, Landbrug og Fiskeri.
- Børsting, C. F., Kristensen, T. (2001): Kvæggets udskillelse af næringsstoffer og indflydelsen på miljøet. I: temadag vedrørende kvægernæring, Intern Rapport nr. 142., Danmarks JordbrugsForskning, 2001.
- Eriksen, J., Mogensen, J. (2001): Ompløjning af afgræsningsmarker, forfrugtsværdi og N-udvaskning. Grøn Viden Markbrug, nr. 237, 2001.
- Gleerup, L.S., Vestergaard, A.V. (2001): Slutafrapportering af projekt om beskyttelse af grundvandet mod nedsivning af nitrat i et drikkevandsindvindingsområde på Djursland. Djursland Landboforening
- Halberg, N., Noe, E. (1999): Research experience with tools to involve farmers and local institutions in developing more environment friendly practices. Paper presented on the 64th EAAE – Seminar: Cooperative strategies to cope with agro-environmental problems. Berlin, October 1999. To be published in: "Berlin Cooperative Studies"
- Halberg, N., Kristensen, I. S., Møller, B. E. (1998): Kvælstofregnskaber på husdyrbrug, Grøn Viden Husdyrbrug, nr. 1, 1998.
- Hansen, J.P. & Kristensen, I.S. (1997): Needs, development and experiences with an interactive tool for planning of manure allocation and feed supply on organic dairy farms. Quantitative Approaches in Systems Analysis, 10, pp. 103-110.
- Hansen, B. & Kristensen, E. S. (1998): N-udvaskning og –balancer ved omlægning fra konventionel til økologisk jordbrug. I Kristensen, E. S. & Olesen, J. E. (Red.) Kvælstofudvaskning og –balancer i konventionelle og økologiske produktionssystemer. FØJO-rapport nr. 2, 87-114.

- Hansen, S. Jensen, H. E., Nielsen, N. E. & Svendsen, H. (1991): Simulation of nitrogen dynamics and biomass production in winter wheat using the Danish simulation model DAISY. *Fertilizer Research* 27, 245-259.
- Hansen, S., Jensen, H. E., Nielsen, N. E. & Svendsen, H. (1990): DAISY – Soil Plant Atmosphere System Model. NPOforskning fra Miljøstyrelsen nr. A10, 272 pp.
- Heidmann, T. (2001): Jordbundskortlægning og kvælstofmodellering i områder med særlige drikkevandsinteresser. Rapport over pilotprojekt i et område med særlige drikkevandsinteresser nr. 17 ved Vester Hassing, Hals Kommune, Nordjyllands Amt.
- Heidmann, T., Nielsen, J., Olesen, S. E., Christensen, B. T., and Østergaard, H. S. (2001): Ændring i indhold af kulstof og kvælstof i dyrket jord: Resultater fra Kvadratnettet 1987-1998. DJF rapport. *Markbrug* 54, 1-73.
- Heidmann, T., Børgesen, C. D., Mogensen, L., Dalgaard, T. & Nielsen, F. (2002): kvælstoftab ved omlægning til økologisk jordbrug. I Langer, V. (Red.). Omlægning til økologisk jordbrug i et lokalområde. Scenarier for natur, miljø og produktion. FØJO-rapport nr. 12. 99-117.
- Just, F., Noe, E., Rasmussen, L.A. (1996): Korridorer i landskabet. En evaluering af Miljøministeriets eksempelprojekt nr. 7. Institut for Samfunds- og Erhvervsudvikling Kooperativ Forskning: Notat 36/37. Sydjysk Universitet.
- Kristensen, T. (1997): Effektivitet og intensitet i malkekvægsbesætningen - produktion, N-overskud og økonomi. I: Driftledelse, foderforsyning og kvælstofudnyttelse i fremtidens landbrug. Intern Rapport, Statens Husdyrbrugsforsøg, nr. 91, pp 3-17
- Kristensen, I. S. (2000): Forskningsrelateret jordbrugsregister. Danmarks JordbrugsForskning. Årsberetning 2000, 26-27.
- Kristensen, I. S., Kristensen, T. (2002): Indirekte beregning af N-fiksering. I: Kvælstofbalancer på landbrugsbedriften - status og perspektiv, Intern rapport nr. 157, Danmarks JordbrugsForskning, pp. 31-39.
- Kristensen, I. S., Dalgaard, R., Kristensen, T. (2002): Kvælstofbalancer på landbrugsbedriften - status og perspektiv. I: Kvælstofbalancer på landbrugsbedriften - status og perspektiv, Intern rapport nr. 157, Danmarks JordbrugsForskning, pp. 3-12.
- Kyllingsbæk, A., Børgesen, C.D., Andersen, J.M., Poulsen, H.D., Børsting, C.F., Vinther, F., Heidmann, T., Jørgensen, V., Simmelsgaard, S.E., Nielsen, J., Christensen, B.T., Grant, R., Blicher-Mathiesen, G. (2000): Kvæstofbalancer i dansk landbrug. Mark- og staldbalancer. Danmarks Miljøundersøgelser og Danmarks Jordbrugsforskning, pp. 74.
- Landbrugets Rådgivningscenter (2002): Dyrkningsaftaler i forbindelse med grundvandsbeskyttelse, Landbrugets Rådgivningscenter, Skejby.
- Lovbekendtgørelse af lov om vandforsyning nr. 130 af 26. februar (1999): Bekendtgørelse om lov om vandforsyning m.v. (Vandforsyningsloven): København: Miljø- og Energiministeriet.
- Madsen, L.M.; M.T. Sørensen, O.F.Jensen, K. Bransager, & G. Ramhøj (2002): Evaluering og opsamling af planlægning i Drastrup-pilotprojekt - Et eksempel på et projekt om grundvandsbeskyttelse og skovrejsning. Ålborg kommune og Skov & Landskab

- Nielsen, N. M., Kristensen, T. (2001): Malkekøernes kvælstofudskillelse og udnyttelse på besætningsniveau – analyse af data fra Studielandbrug. DJF rapport Husdyrbrug, nr. 33, 2001
- Nielsen, A. H., Kristensen, T. (2002): N-overskuddet og kvægbedriftens tilpasningsmuligheder. I: Kvælstofbalancer på landbrugsbedriften – status og perspektiv. Intern rapport nr. 157, Danmarks JordbrugsForskning, 2002.
- Nielsen A.H.; I. S. Kristensen, E. Noe, N. Halberg, & T. Kristensen (In prep.): Kvægbedrifters N-overskud - Muligheder og barrierer under fastholdt produktion. DJF rapport.
- Noe, E. (1999): Værdier, Rationalitet og landbrugsproduktion. Belyst ved en micro-sociologisk undersøgelse blandt danske økologiske og konventionelle kvægbrugere. Ph.D. thesis. Institut for Økonomi, Skov og Landskab. Den kgl. Veterinær- og Landbohøjskole
- Noe, E. (2000): What is happening with “organic farming” in Denmark? - The Danish case analysed from an Actor Network Theory perspective. Submitted to So-ciologia Ruralis
- Noe, E. (2001): Goal orientated regulation – mobilising of farmers’ resources. The ecological modernisation of Society 5<sup>th</sup> Nordic Environmental research conference. Aarhus, Denmark 14. – 16. June 2001. Danish Institute of Agricultural Science, Dept. Agriculture Systems. Research Center Foulum.
- Noe, E & N. Halberg (2002): Research experience with tools to involve farmers and local institutions in developing more environmentally friendly practices. In K. Hagedorn (eds) Environmental Co-operation and Institutional Change – Theories and Policies for European Agriculture. Edward Elgar, Cheltenham, UK. P. 143 – 161.
- Petersen, B. M., Berntsen, J. (2002): Omsætning i jordpuljen på forskellige bedriftstyper. I: Kvælstofbalancer på landbrugsbedriften – status og perspektiv. Intern rapport nr. 157, Danmarks JordbrugsForskning, 2002.
- Poulsen, H. D., Børsting C.F., Rom, H. B. Sommer, S. G. (2001): Kvælstof, fosfor og kalium i husdyrgødning – normtal 2000. DJF rapport Husdyrbrug nr. 36, 2001, 152 pp.
- Simmelsgaard, S. E. (1991): Estimering af funktioner for kvælstofudvaskning. I Rude, S. Kvælstofgødning i landbruget – behov og udvaskning nu og i fremtiden Statens Jordbrugsøkonomiske Institut. Rapport nr. 62, 135-150.
- Simmelsgaard, S. E., Kristensen, K., Andersen, H. E., Grant, R., Jørgensen, J. O. & Østergaard, H. (2000): Empirisk model til beregning af kvælstofudvaskningen fra rodzonen. DJF-rapport nr. 32, Markbrug. Danmarks JordbrugsForskning, 67 pp.
- Simmelsgaard, S.E. & Djurhuus, J., (1998): An empirical model for estimating nitrate leaching as affected by crop type and N fertilizer rate. Soil Use and Management 14, 37-43.
- Simmelsgaard, S.E., Kristensen, K., Andersen, H.E., Grant, R., Jørgensen, O. Østergaard, H.S. (2000): Empirisk model til beregning af kvælstofudvaskning fra rodzonen. DJF rapport nr. 32. Danmarks JordbrugsForskning, Ministeriet for Fødevarer, Landbrug og Fiskeri.
- Sommer, S.G. & Hutchings, N.J. (2001): Ammonia emission from field applied manure and its reduction. Invited paper. Euro. J. Agronomy, 15, 1-15.
- Søegaard, K., Lund, P., Vinther, F., Petersen, S. O., Aaes, O. (2001): Afgræsning med malkekøer. DJF Rapport Markbrug, nr. 51, 2001

- Vejledning nr. 3 (2000): Zonering, detailkortlægning af arealer til beskyttelse af grundvandsressourcen. Vejledning fra Miljøstyrelsen. Miljø- og Energiministeriet. København.
- Vestergaard, A.V. (2001): Hvordan ser landmanden på dyrkningsaftaler og grundvandsbeskyttelse?. ATV-møde. Virkemidler i Grundvandsbeskyttelse. Schæffergården den 26. september 2001
- Østergaard, H. S., Tersbøl, M., Thorup-Kristensen, K. (1999): Efterafgrøder, effekt på nitratudvaskning og kvælstofforsyning. Baggrundsmateriale til brug ved undervisning om praktisk anvendelse af efterafgrøder, Landskontoret for Planteavl, Landbrugets Rådgivningscenter, 1999.
- Aalborg Kommune (2000): Grundvandsbeskyttelse ved Drastrup. Delindsatsplan for området mellem Nibevej og Ny Nibevej. Forsyningsvirksomhederne, Teknisk oplæg. Udarbejdet af NIRAS
- Århus Amt (2000): Tunø, Status 1989 – 1999. Natur og Miljø, Århus Amt, Højbjerg.
- Århus Amt (2001): Forslag til grundvandsplan 2001. Natur og Miljø, Århus Amt, Højbjerg

## Bilag A

### Datakilder og beregning af de enkelte poster i N-regnskabet på bedrifts- og markniveau.

Bedriftsbalancen påvirkes af lagerforskydninger både med hensyn til foder og husdyrgødning. For at lave den nødvendige korrektion for forskydninger kræves der gode statusopgørelser. For husdyrgødning indregnes forskydningen i oplagrede mængder (gylletank o.l.) og jordlagre af husdyrgødning udbragt til følgende års afgrøde. Ændringer i beholdninger af foder bør på samme måde indregnes. Problemer med forskydninger blive minimale når der regnes i vægtet gennemsnit over tre år, idet forskydninger som regel er interne på bedriften og altså "kun" flytter N fra et driftsår til næste.

Køb og salg af grovfoder, halm og husdyrgødning er behæftet med nogen usikkerhed, dels fordi mængden normalt ikke vejes og dels fordi indholdet ikke analyseres for N-indhold. Der er dog ofte tale om små mængder, især når det gælder grovfoder.

I tabel 15 og 16 gennemgås datakilderne til beregning af de enkelte poster i N-regnskabet for hhv. bedriftsniveau og markniveau.

Tabel 15: Nødvendige poster i en N-balance på bedriftsniveau og mulige datakilder og beregningsmetoder.

Tilført	Datakilde
N i købt foder	Kg N kendes via faktura fra foderstof <sup>1</sup>
N i købte dyr	Antal af dyr omsat kendes fra driftsregnskab. Kg N beregnes via normværdi for koncentration af N i dyr.
N i købt husdyrgødning	Mængde kendes i gødningsplan. Hvis koncentration er uoplyst beregnes kg N ud fra normværdi i forhold til type af husdyrgødning
N i købt handelsgødning	Kg N kendes via faktura fra leverandør
N i købt strøelse/halm	Mængde kendes evt. via faktura. Kg N beregnes via normværdi
Bortført	
N i solgt kød/dyr	Vægt på leverede slagtedyrr kendes via afregning fra slagteri, vægt på dyr til levebrug kendes ofte fra faktura. Kg N beregnes via normværdi for koncentration af N i dyr.
N i solgt mælk	Kg N beregnes ud fra leveret protein der kendes fra afregning fra mejeri.
N i solgt æg	Mængde kendes fra afregning fra aftager. Kg N beregnes via normværdi for koncentration af N i æg.
N i solgt afgrøde	Mængde kendes via faktura. I visse afgrøder kendes analyse af proteinkoncentration, alternativt beregnes kg N via normværdi for afgrøden.
N i solgt husdyrgødning	Mængde kendes i gødningsplan. Hvis koncentration er uoplyst beregnes kg N ud fra normværdi i forhold til type af husdyrgødning

1) Oplyses i 2002 på fakturaer fra Dansk Andels Grovvarerforsyning (DLG) og Korn- og Foderstof Kompagniet (KFK)

Tabel 16: Nødvendige poster i en N-balance på markniveau og mulige datakilder og beregningsmetoder.

Tilført	Datakilde
N i udbragt handelsgødning	Kg N kendes via faktura fra leverandør
N i udbragt husdyrgødning	Mængde kendes i gødningsplan. Hvis koncentration er uoplyst beregnes kg N ud fra normværdi i forhold til type af husdyrgødning
N i husdyrgødning afsat under afgræsning	Kræver kendskab til besætningens græsoptagelse i forhold til samlet fodring eller græsningstid i forhold til samlet N-udskillelse. Kg N afsat under afgræsning beregnes som ligefrem afhængig af N optaget under afgræsning eller ligefrem afhængig af græsningstid.
Fikseret N	Beregnes ud fra oplysninger om høstet nettoudbytte eller bælg-sædens andel (Kristensen et al., 2002).
N i deposition	Fast normværdi.
N i udsæd	Mængde kendes fra markplan/faktura, kg N beregnes via normværdi for afgrøden. Posten er af mindre størrelsesmæssig betydning.
Bortført	
N i opfodret grovfoder	Kendes evt. via periodevis foderopgørelse i besætningen. Mængden af afgræsning beregnes indirekte ud fra besætningens samlede produktion i forhold den samlede fodring. For konserveret grovfoder og korn til svin kan kg N ofte beregnes ud fra aktuelle foderanalyser, alternativt benyttes normværdier for afgrøden.
N i salgsafgrøde	Mængde kendes via faktura. I visse afgrøder kendes analyse af proteinkoncentration, alternativt beregnes kg N via normværdi for afgrøden.

## Bilag B

### Opgørelse af de markbalancer på 4 kvægbedrifter (nr. 1, 2, 3 og 4) i 3 år og 2 svinebedrifter (nr. 5 og 6) i et enkelt år.

Bedrift nummer	1	1	1	2	2	2	3	3	3	4	4	4	5	6
Høstår	98	99	00	98	99	00	98	99	00	98	99	00	00	00
Areal, ha	115	109	101	159	167	156	53	55	55	77	70	70	60	78
Handelsgødning, kg N/ha	82	55	48	51	51	35	96	62	85	56	37	40	82	76
Udbragt husdyrg., kg N/ha	185	134	196	161	139	168	62	108	62	210	120	151	136	131
Afsat u. afgræsning, kg N/ha	29	16	16	35	27	28	73	97	104	53	67	48	0	0
Fiksering, kg N/ha	13	8	32	75	54	78	89	114	109	64	100	97	0	0
Vanding, kg N/ha	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Udsæd, kg N/ha	1	2	2	3	3	2	2	2	1	1	1	1	1	1
Deposition, kg N/ha	14	14	14	14	15	14	15	15	15	15	14	14	15	14
Bortført med afgrøde, kg N/ha	-134	-126	-134	-177	-158	-168	-173	-211	-209	-166	-203	-192	-92	-105
Samlet N-balance, mark, kg N/ha	191	103	174	163	130	158	163	185	168	233	137	160	142	117
Gennemsnit, Samlet N balance, mark, kg N/ha		156			150			172			178			

## Bilag C

### Noter fra workshop den 19. juni 2002 på Forskningscenter Foulum

På mødet deltog

Navn	Institution
Egon Noe	Danmarks Jordbrugsforskning
Christen Duus Børgesen	Danmarks Jordbrugsforskning
Tove Heidmann	Danmarks Jordbrugsforskning
Anders Højlund Nielsen	Danmarks Jordbrugsforskning
Helene Simoni Thorup	NIRAS
Michael Palsgaard Andersen	NIRAS
Torsten Bliksted	NIRAS
Arne Kyllingsbæk	Danmarks Jordbrugsforskning
Tommy Dalgård	Danmarks Jordbrugsforskning
Hans Spelling Østergaard	Landbrugets Rådgivningscenter
Ejler Petersen	Landbrugets Rådgivningscenter
Pernille Weile	Skov- og Naturstyrelsen
Mads Leth Pedersen	Skov- og Naturstyrelsen
Torben Hansen	Ålborg Amts Landboforening
Claus Vangsgaard	Danske Vandværkers Forening
Jørn Ole Andreasen	Århus Kommunale Værker
Per Grønvald	Vandforsyningen Ålborg
Lene Dehn Pedersen	Vandforsyningen Ålborg
Karl Erik Bruntse	Viborg Amt
Thorben E. Jørgensen	Fyns Amt
Tove Bybjerg	Ringkjøbing Amt
Steffen Dall	Århus Amt
Peder Møller	Nordjyllands Amt

#### 1. DEL

Store ejendomme har arealer både indenfor og udenfor f.eks. OSD-områder. Beregninger bør udføres på markniveau og derfor er det ikke nok at se på bedriftsniveau.

N-balance giver fleksibilitet for landmænd og samme princip kan benyttes ved økonomi og pesticid-anvendelse. N-balance kan ikke stå alene. Bl.a. mangler der erfaringstal tal for kvælstofpuljen i rodzone. Udlæg opfanger kvælstof i efteråret, men dette svarer ikke til det vi vinder i foråret medmindre der er en afgrøde der kan optage det og man i øvrigt gøder mindre om foråret på det pågældende areal. Reduktion til f.eks. 60% N af normen og minus husdyrgødning vil have den samme effekt på de samme afgrøder.

Det skal være meget faktuelle krav der stilles til landmænd. Vanskeligt at tale om løsninger der er for løst funderede. Landmanden skal ikke involveres direkte i en modeldebat. Hvordan får vi mest for pengene? Alle aftaler er jo funderet på den ene eller den anden måde i en model. Landmanden bør lave sit løsningsforslag sammen med sin egen konsulent. Vandværker skal have mulighed for at vurdere og siden kontrollere at den nødvendige effekt opnås. Påpejning af konkrete restriktioner har virket bedre end krav til udvaskning. Erfaringer fra VVM-behandlinger kan benyttes. Har ikke konkrete overvejelser vedrørende kontrol (endnu).



Det vil formodentlig sigte på løsninger der er baseret på både krav til udvaskning og krav til N-balance. Fra starten dog nok mere kontante restriktioner og så ændringer på sigt. Foretrækker et katalog af muligheder når man skal starte med indgåelse af aftaler i et konkret opland. Er bange for, at en ren målfiksering kan blive for abstrakt. Der kan opstå troværdighedskonflikt. Hvem skal egentlig indgå disse aftaler? Amter eller vandværker? Helst et katalog. Benytte et ledelsesværktøj, grønt regnskab el. lign., men skal relateres til en konkret størrelse på udvaskningen på markniveau.

Balancen skal måles og modelleres med den faktiske arealanvendelse. Gylle N-indhold måles på den enkelte bedrift. Hvordan forestiller man sig at lave kompensationsaftaler ved benyttelse af N-balancen? Ikke muligt at lave frivillige aftaler overalt. Lige nu benytter man kataloger og tager alligevel landbrug ud af drift!? En løsning kunne være at skaffe den erstatningsjord som landmanden mangler. Altså en engangsløsning fremfor en langvarig kompensation. Købe jord og sælge videre med restriktioner. Meget sårbare zoner og kildepladsnære områder kan kræve særligt strikse krav.

Indsatsplaner omfatter udelukkende frivillige aftaler. Vandværker vil ikke lave aftaler for det har de ikke råd til. Vandværker skal blot lægge det på vandprisen og kan evt. pålægges at lave aftaler og øge vandtakster. Dyrkningsaftaler kan vandværker enten betale aftaleindgåelse via amtet eller selv direkte. Vandværkerne skal betale for driften af indsatsplanerne. Amtet laver kortlægning og udformning af indsatsplaner. Hvor meget N må der tilføres fra rodzonen? Der kræves politisk afklaring.

## **2. DEL**

Foreslår redegørelse overfor landmænd for at forklare baggrund for myndighedernes krav og ønsker om "mest for pengene".

### **TIDSHORISONT**

Oprindeligt så lange aftaler som muligt. Nu OK med kortere aftaler fordi dækningsbidrag vurderes at falde i fremtiden.

Nøjagtighed i beregninger for en 20 - 30 års periode er mere nøjagtig end beregninger der udføres hvert år.

### **KONTROL**

Mange ting vedrørende dyrkningsaftaler kan kun kontrolleres med rimelig præcision ved afgrødevalg. N-regnskab kan eftervises. Effekten må baseres på resultater af forskning og ikke konstante målinger. Kontrol skal ske specielt hvor kun en del af en ejendoms marker er omfattet af restriktioner. Måske målregulering, men effekten skal kunne eftervises og måles. Der bør udvikles billige målemetoder og modeller. Meget gerne en "effektaftale" over 5 år, hvis det kan lade sig gøre. Også effektmåling der også skal omfatte pesticider. Landbruget skal levere dokumentation for, at kravene overholdes.

Rådgivere skal lave koncept for revision af de årlige grønne regnskaber. Måske en opgave for Landskontoret for Planteavl. Landmændene vil nok gerne deltage hvis rådgiveromkostninger bliver betalt. Ændret gødsning vil medføre mindre udvaskning. Sattelit baserede vurderinger forår og efterår benyttes allerede af DJF. Arbejdet med udvikling af modeller bliver aldrig færdig. Alle nuværende normer er baseret på modeller. Gødningsregnskab skal indsendes årligt. Kravene til landmanden skal være tydelige. Restriktioner er nemmere at beskrive.

Opsumering: aftalerne skal være enkle og overskuelige, f.eks. N-overskud på en ejendom maks. 120 kgN/ha. Helhedsorienteret driftsstyring omfattende økonomi, N og pesticider. Strukturtilpasning kan måske hjælpe til med at tage arealer ud af drift til f.eks. skovrejsning. Dette bør især gælde de kildepladsnære områder. Det skal dog være geologisk betinget. Generelle udvaskningskrav skal styres af VMP2 eller VMP3 samt vandrammedirektivet. Kun i specielle områder som Aalborg kan der komme ekstra strikse aftaler på tale.

#### KOMMUNIKATION/INFORMATION

Der skal være en bedre dialog mellem vandværker og landmænd. Udleverede materiale med erfaringer fra Lyngby projektet. Husk at indgåelse af en aftale om grundvandsbeskyttelse er en del af en handel. Materiale vedrørende frivillige aftaler er godt. Den lokale planteavlskonsulent skal med. Landmænd vil som udgangspunkt være positive, men vil høre de faglige argumenter - én gang til.

Hvor er det vi skal starte? At grænseværdien er 50 mg/l? Nej. Vi skal beskytte grundvandet. Landmændene må acceptere vandværkernes betingelser. 50 mg/l er nu engang et myndighedskrav som skal overholdes. Hvis det ikke er tilfældet må der jo ske noget. På lige fod med krav til kintal i mælk. Hvem skal være med i en dialog? Vandværket repræsenterer de lokale interesser. Kravene er nationale og problemet lokalt. Amtsteknikere skal medvirke. 1. "køkkenbordsmøde" med landmand bør være rent informativt (vandværk + konsulent). 2. møde så skal vandværk betale for at landmanden kan have sin egen lokale konsulent med.

#### OPSAMLING

Målorienteret: Fordel: flere muligheder for landmanden

Ulempe: duer ikke for små områder. Vigtigt med klare aftaler. Modellering først muligt på sigt.

Handlingsorienteret: Mangler billig måde at foretage eftervisning. Man kan regne baglæns fra drænprøver. Validering er sket for DAISY i bl.a. Karup Å opland over 10 år. SIM 3 b er måske ikke så god, jf. afprøvning på LOOP.

N-balancer: Hele bedrift kontra enkeltmarker. Man kan ikke give tal for kvælstofudvaskning. Kan kun benyttes når hele ejendommen ligger indenfor det aktuelle indsatsområde. Der mangler erfaringsmateriale, så det er nok først for alvor aktuelt at benytte om nogle år. Der mangler modeller og erfaringer. Vil kunne styrke modellering bredt. Driftsbalance kombineres med grundvandsmodel og rodzonemodell. Skal ses i sammenhæng med amternes målsætninger og de geologiske forhold. Det er endnu et videnskabeligt værktøj og ikke et praktisk værktøj.

## Bilag D

### Afrapporterede beregninger og litteratur, der beskriver effekten af forskellige tiltag med det formål at reducere nitratudvaskningen.

Afslutningsvis henvises til projekter som anvender modelberegninger eller N-regnskaber til omlægning af dyrkningspraksis, samt litteratur, der beskriver effekten af forskellige tiltag med det formål at reducere nitratudvaskningen.

Ofte er effekten af forskellige MVJ-ordninger og effekten af en omlægning til økologi undersøgt. I nogle tilfælde er samspillet mellem besætningens og markens produktion inddraget. Det gælder dog for de fleste analyser af mulighederne for at reducere N-udvaskningen, at det er småt med erfaringer under praktiske forhold. Tabel 17 angiver på tabelform nogle af de afrapporterede beregninger.

Tabel 17: Oversigt over undersøgelser med forskellige former for handlingsplaner.

	Beregningsmetode	Reference
Reduceret gødningstilførsel, efterafgrøder, ændret sædskifte	Sim II	Vestergaard et al., 1999
Reduceret gødningstilførsel, efterafgrøder, ændret sædskifte		Østergaard et al., 2002
Reduceret gødningstilførsel	SKEP, Sim IIIB (Daisy indgår i næste fase af projektet)	Heidmann, 2001
Omlægning til økologi på 4 forskellige måder	SKEP	Heidmann et al., 2002
Efterafgrøder, reduceret tilførsel af husdyrgødning, reducerede kvælstofnormer)	Daisy	Thierup, 1999
Omlægning til økologi	Sim II	Hansen & Christiansen, 1998
Omlægning til økologi	N-balance	Dalgaard & Heidmann, 2002
Omlægning til økologi	N-balance	Dalgaard et al, 2002
Høj udnyttelse af kløvergræsmarkens forfrugtsværdi		Eriksen og Mogensen (2001)
Efterafgrøders effekt på nitratudvaskning og kvælstofforsyning		Østergaard et al. (1999)
Reduceret N-udskillelse gennem ændret fodring og øget effektivitet (kvæg)		Børsting og Kristensen (2001), Nielsen og Kristensen (2001)
Reduceret N-overskud gennem samtidig øget N-udnyttelse i besætning og markdrift (kvæg)	N-balance	Nielsen og Kristensen (2002)
Reduceret N-overskud i græsmarker gennem ændret fodring og græsmarksstyring	N-balance	Søegaard et al. (2001)