



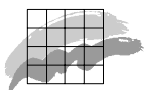
Danmarks Miljøundersøgelser  
Miljøministeriet

NOVA 2003

# Landovervågningsoplande 2001

*Faglig rapport fra DMU, nr. 420*

*[Tom side]*



Danmarks Miljøundersøgelser  
Miljøministeriet

---

NOVA 2003

# Landovervågningsoplande 2001

*Faglig rapport fra DMU, nr. 420  
2002*

*Ruth Grant  
Gitte Blicher-Mathiesen  
Hans Estrup Andersen  
Pia Grewy Jensen  
Marianne Pedersen  
Danmarks Miljøundersøgelser*

*Per Rasmussen  
Danmarks og Grønlands Geologiske Undersøgelse*

# Datablad

Titel:	Landovervågningsoplande 2001
Undertitel:	NOVA 2003
Forfattere:	Ruth Grant <sup>1</sup> , Gitte Blicher-Mathiesen <sup>1</sup> , Hans Estrup Andersen <sup>1</sup> , Pia Grewy Jensen <sup>1</sup> , Marianne Pedersen <sup>1</sup> , Per Rasmussen <sup>2</sup>
Afdelinger:	<sup>1</sup> Afdeling for Ferskvandsøkologi <sup>2</sup> Danmarks og Grønlands Geologiske Undersøgelse
Serietitel og nummer:	Faglig rapport fra DMU nr. 420
Udgiver:	Danmarks Miljøundersøgelser© Miljøministeriet
URL:	<a href="http://www.dmu.dk">http://www.dmu.dk</a>
Udgivelsestidspunkt:	December 2002
Redaktionen afsluttet:	November 2002
Finansiel støtte:	Ingen ekstern finansiering
Bedes citeret:	Grant, R., Blicher-Mathiesen, G., Andersen, H.E., Jensen, P.G., Pedersen, M. & Rasmussen, P. 2002: Landovervågningsoplande 2001. NOVA 2003. Danmarks Miljøundersøgelser. 126 s. - Faglig rapport fra DMU nr. 420. <a href="http://faglige-rapporter.dmu.dk">http://faglige-rapporter.dmu.dk</a>  Gengivelse tilladt med tydelig kildeangivelse.
Emneord:	Landovervågningsoplande, miljøtilstand, overvågning
Layout: Tegninger/fotos:	Hanne Kjellerup Hansen Grafisk værksted, Silkeborg
ISBN:	87-7772-702-9
ISSN (elektronisk):	1600-0048
Sideantal:	126
Internet-version:	Rapporten findes kun som PDF-fil på DMU's hjemmeside <a href="http://www.dmu.dk/1_viden/2_Publikationer/3_fagrappporter/rapporter/FR420.pdf">http://www.dmu.dk/1_viden/2_Publikationer/3_fagrappporter/rapporter/FR420.pdf</a>
Supplerende oplysninger:	NOVA 2003 rapporterne er en fortsættelse af rapporterne om Vandmiljøplanens Overvågningsprogram som dækker årene 1989-1997 (udgivet 1990-1998).
Købes hos:	Miljøbutikken Læderstræde 1-3 DK-1201 København K Tlf.: 33 95 40 00 Fax: 33 92 76 90 e-mail: butik@mim.dk  Miljøbutikkens Netboghandel <a href="http://www.mim.dk/butik">www.mim.dk/butik</a>

# Indhold

## Forord 5

## Resumé 7

### 1 Indledning 17

### 2 Nedbørs- og temperaturforhold i oplandene og på landsplan 19

### 3 Gødnings- og pesticidforbrug i hele landet 21

- 3.1 Forbrug af kvælstofgødning for hele landet 21
- 3.2 Forbrug af fosforgødning for hele landet 24
- 3.3 Pesticidanvendelse på landsplan 25

### 4 Landbrugspraksis 29

- 4.1 Interviewundersøgelsen i landovervågnings-oplandene 29
- 4.2 Afgrøder og husdyrhold i landovervågningsoplandene 31
- 4.3 Forbrug af kvælstofgødning og kvælstofnormer til afgrøderne i landovervågningsoplandene 34
- 4.4 Udnyttelse af husdyrgødning samt forbrug af kvælstof i forhold til bedrifters N-kvote i landovervågningsoplandene 36
- 4.5 Markbalancer for kvælstof i landovervågningsoplandene 38
- 4.6 Markbalancer for fosfor for landovervågningsoplandene 39
- 4.7 Pesticidanvendelse i oplandene 41

### 5 Rodzone målinger – næringsstoffer og pesticider 43

- 5.1 Næringsstoffer i jordvandet 43
- 5.2 Næringsstoffer i drænvand 46
- 5.3 Udviklingstendenser i jordvandets kvælstofkoncentrationer og effekt af brugstyper 49
- 5.4 Pesticider i dræn 51
- 5.5 Betydning af jordvandsstationernes placering 52

### 6 Modelberegning af kvælstofudvaskningen fra rodzonen 55

- 6.1 Beskrivelse af modellen 55
- 6.2 Beregning af udvaskning ved gennemsnits- klima 57

### 7 Grundvand 61

- 7.1 Grundvandsstand 61
- 7.2 Næringsstofkoncentrationer i det øvre grundvand 62
- 7.3 Forekomst af uorganiske sporstoffer i det øvre grundvand 66
- 7.4 Pesticidforekomst i det øvre grundvand 68
- 7.5 Øvrige miljøfremmede stoffers forekomst i det øvre grundvand 69
- 7.6 Sammenfatning 71

## **8 Afstrømning, koncentration og transport af næringsstoffer i vandløb 73**

- 8.1 Afstrømning 73
- 8.2 Koncentration af kvælstof og fosfor 75
- 8.3 Udvikling i kvælstof- og fosforkoncentration 76
- 8.4 Tab af kvælstof og fosfor fra oplandene 77
- 8.5 Kvælstoftab via langsomt tilstrømmende vand 79

## **9 Landbruget og vandmiljøet 81**

- 9.1 Vandbalancen 81
- 9.2 Vandets transportvej og tidsforsinkelse 82
- 9.3 Kvælstofkredsløbet 83
- 9.4 Udvikling i kvælstoftab fra landbrug til vandmiljø i perioden 1990-2001 85

## **Referencer 87**

### **Bilag**

- Bilag 3.1 Markbalance for kvælstof i 1000 tons fra 1985 til 2001 91
- Bilag 3.2 Markbalance for kvælstof i kg N/ha fra 1985 til 2001 91
- Bilag 3.3 Markbalance for fosfor i 1000 tons P for hele landet fra 1985 til 2001 92
- Bilag 3.4 Markbalance for fosfor i kg P/ha for hele landet fra 1985 til 2001 92
- Bilag 5.1 105
- Bilag 5.2 105
- Appendiks 1. Beskrivelse af oplandene 121
- Appendiks 2. Vandmiljøhandlingsplaner 123

## **Danmarks Miljøundersøgelser**

### **Faglige rapporter fra DMU/NERI technical reports**

# Forord

Denne rapport er udarbejdet af Danmarks Miljøundersøgelser som et led i den landsdækkende rapportering af det Nationale Program for Overvågning af Vandmiljøet (NOVA), som fra 1998 afløste Vandmiljøplanens Overvågningsprogram, iværksat efteråret 1988.

Hensigten med Vandmiljøplanens Overvågningsprogram var at undersøge effekten af de reguleringer og investeringer som er gennemført i forbindelse med Vandmiljøplanen (1987). Systematisk indsamling af data gør det muligt at opgøre udledninger af kvælstof og fosfor til vandmiljøet samt at registrere de økologiske effekter der følger af ændringer i belastningen af vandmiljøet med næringsalte. Med NOVA er programmet udvidet til at omfatte både vandmiljøets tilstand i bredeste forstand og miljøfremmede stoffer og tungmetaller.

Danmarks Miljøundersøgelser har som sektorforskningsinstitution i Miljøministeriet til opgave at forbedre og styrke det faglige grundlag for de miljøpolitiske prioriteringer og beslutninger. En væsentlig del af denne opgave er overvågning af miljø og natur. Det er derfor et naturligt led i Danmarks Miljøundersøgelsers opgave at forestå den landsdækkende rapportering af overvågningsprogrammet inden for områderne: ferske vande, marine områder, landovervågning og atmosfæren.

I overvågningsprogrammet er der en klar arbejdsdeling og ansvarsdeling mellem amterne og Københavns og Frederiksberg kommuner og de statslige myndigheder.

Rapporterne "Vandløb" og "Søer" er således baseret på amtskommunale data og rapporter af overvågningen af de ferske vande.

Rapporten "Marine områder 2001. Miljøtilstand og udvikling" er baseret på amtskommunale data og rapporter af overvågningen af kystvande og fjorde samt Danmarks Miljøundersøgelsers og vore nabolandes overvågning af de åbne havområder.

Rapporten "Landovervågningsoplande" er baseret på data indberettet af amtskommunerne fra 7 overvågningsoplande og er udarbejdet i samarbejde med Danmarks og Grønlands Geologiske Undersøgelse.

Endelig er rapporten "Atmosfærisk deposition 2001" baseret på Danmarks Miljøundersøgelsers overvågning af luftkvaliteten i Danmark.

*[Tom side]*



# Resumé

## Konklusion

På landsplan er handelsgødningsforbruget reduceret med 42% i perioden fra 1990 til 2001, mens kvælstofoverskuddet i markbalancen er reduceret med ca. 33%. Modelberegninger for landovervågningsoplandene har vist at kvælstofudvaskningen fra landbrugsarealerne reduceres med 32 % når de iværksatte tiltag slår fuldt igennem. Målinger har ligeledes vist at kvælstofkoncentrationerne i rodzonevandet er faldet ca. 32-47 %. Spredningen på tallene er imidlertid meget stor. I Ferskvandsovervågningen er der for vandløb i dyrkede oplande beregnet et generelt fald i kvælstoftransporten på ca. 23 % siden 1989.

## Landovervågningsprogrammet

### *Landovervågning*

I Vandmiljøplanens Landovervågningsprogram undersøges landbrugsgets gødnings- og pesticid anvendelse samt tab af disse stoffer til vandmiljøet. Programmet startede i 1989. Landovervågningen udføres som en niveaudelt opgave. I 7 små landbrugsdominerede vandløbsoplande på hver 5-15 km<sup>2</sup> foretages årlig interviewundersøgelse om landbrugspraksis. I fem af oplandene udføres desuden målinger af næringstoftransport og pesticidforekomst i samtlige dele af vandkredsløbet (figur 1). Disse fem oplande har været med i hele undersøgelsesperioden og anvendes ved opgørelse af udviklingen i landbruget. Oplandene er udvalgt med henblik på at repræsentere landsgennemsnittet bedst muligt med hensyn til jordbund, klima og landbrugspraksis. Husdyrtætheden i de fem oplande i 2001 var 1,05 DE ha<sup>-1</sup> hvilket var meget tæt på husdyrtætheden for hele landet (1,02 DE ha<sup>-1</sup>). Oplandene vil dog ikke nødvendigvis i alle forhold være repræsentative for landet, men de kan betragtes som repræsentative hvad angår landbrugspraksis for de enkelte bedriftstyper.

Med henblik på at fremskaffe et mere fyldestgørende datamateriale med oplysninger om kilderne til næringsstofftab fra dyrkede områder til vandløb blev der endvidere foretaget interviewundersøgelse i 20 oplande for dyrkningsårene i henholdsvis 1993/94 og 1998/99 (figur 1).

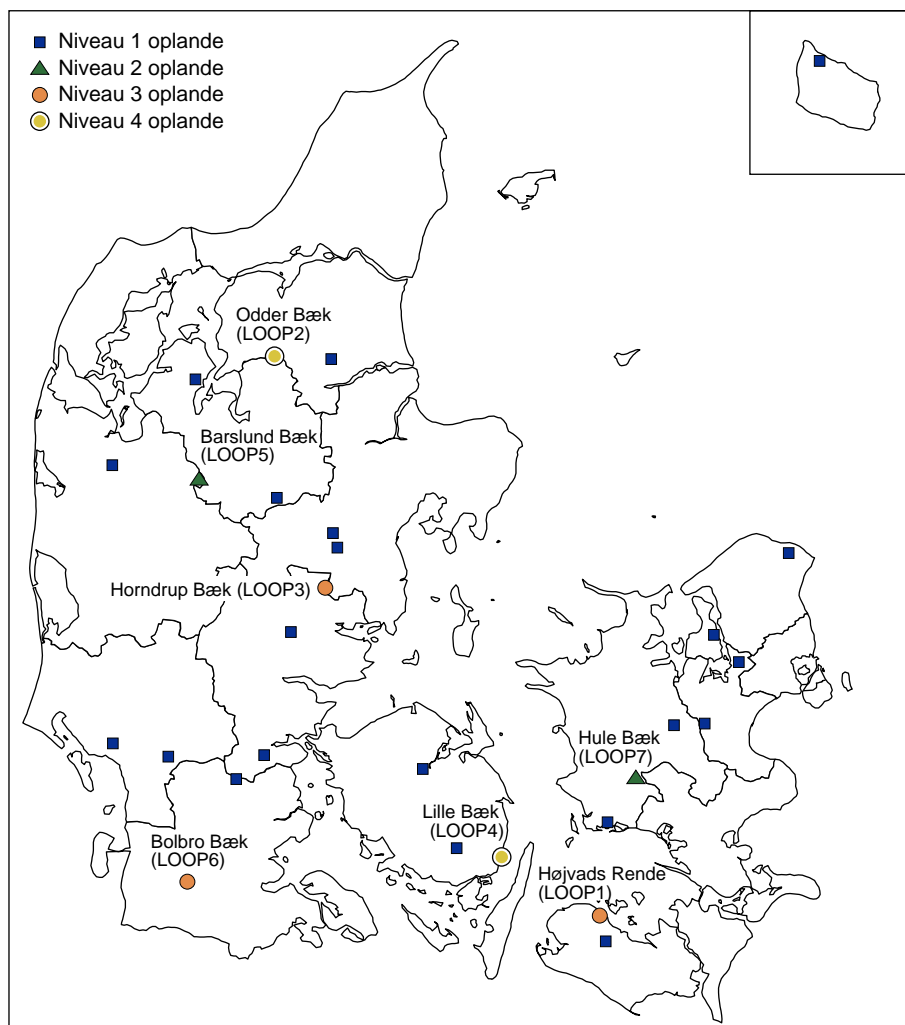
## Næringsstoffer og pesticider i landbruget

### Vandmiljøplanerne

### *En række af handlingsplaner*

Under vandmiljøplanerne er indført en række initiativer, som især har til formål at nedbringe forbruget af kvælstof i handelsgødning. Endvidere er der stillet krav til sædskifterne i form af plantedække om vinteren. Formålet er at disse afgrøder skal optage det kvælstof som er tilbage i jorden efter høst, eller som frigives i løbet af vinteren, og som ellers ville blive udvasket. Planerne er kort beskrevet i tabel 1.

Figur 1 Oversigt over landovervågningsoplandenes placering.



LA02 – Fig. 4.1

Tabel 1 Oversigt over Vandmiljøhandlingsplaner i Danmark

NPO-handlingsplanen, 1985	Forbud mod direkte udledninger, ingen husdyrgødning på frossen jord, harmonikrav
Vandmiljøplan I, 1987	Krav til opbevaringskapacitet, forbud mod husdyrgødningsudbringning efterår og vinter på ubevokset jord, grønne marker, sædskifte- og gødningsplaner, krav til spildevandsrensning
Handlingsplanen for Bæredygtig landbrug, 1990 og 1996	Lovpligtig N-normer til afgrøder og lovpligtige gødningsregnskaber, krav til udnyttelse af kvælstof i husdyrgødning
Vandmiljøplan II, 1998	Vådområder, skovrejsning, miljøvenlig jordbrugsdrift, økologisk jordbrug, yderligere efterafgrøder, nedsatte gødningsnormer, øget krav til udnyttelse af husdyrgødning
Politisk midtvejsevaluering af Vandmiljøplan II, 2001	Ændrede regler for tilskud til retablering af vådområder, reduktion i brødhvedetillæg, opstramninger af normer til græs, efterafgrøder og vinterhvede og byg

### Kvælstof – gødningspraksis i landovervågningsoplandene

*Krav om grønne marker og efterafgrøder opfyldt*

Grønne marker har igennem hele perioden udgjort 70-77 % af det dyrkede areal. Kravet om 65 % grønne marker er hermed opfyldt. Knap halvdelen af det vintergrønne areal har været bevokset med græs, udlæg, vinterraps og roer. Disse kan alle betegnes som effektive kvælstofsamlere. Den anden halvdel derimod, består af vinterkorn, majs, halmnedmuldning mv. som ikke kan forventes at optage større

### Væsentlig forbedring i anvendelsen af husdyrgødning

mængder kvælstof i efterårs- og vintermånederne. Krav i VMP II om ekstra 6 % efterafgrøder er også opfyldt.

Krav om opbevaringskapacitet for husdyrgødning, forbud mod at sprede flydende husdyrgødning om efteråret og vinteren undtagen til vinterraps og græs samt krav til udnyttelse af husdyrgødning har ført til væsentlige forbedringer i anvendelsen af husdyrgødning (tabel 2). Den effektive del af husdyrgødningen er herved steget fra 34 % i 1990 til 50 % i 2001.

Tabel 2 Oversigt over udvikling i nøgleparametre for husdyrgødningsanvendelse i landovervågningen i perioden 1990-2001.

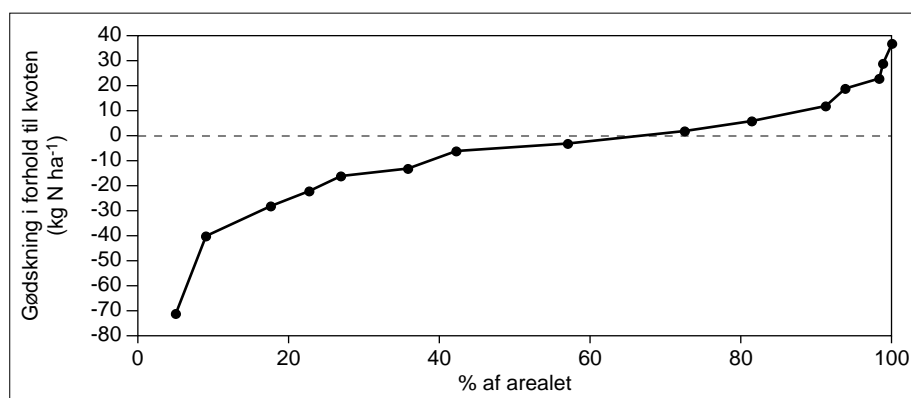
	1990	2000
9 måneders opbevaringskapacitet, % af dyreenheder	38	87
Forårsudbringning af husdyrgødning, % af total N i husdyrgødning	55	86
Udbringning med slæbeslanger, % af total N i husdyrgødning	4	71
Effektiv del af husdyrgødning % af total N i husdyrgødning	34	50

Lovbindende normer, indført under Handlingsplanen for Bæredygtig Landbrug, betyder at de enkelte ejendomme har fået lagt loft over deres gødningsforbrug; de enkelte ejendomme får hvert år tildelt en kvælstofkvote som udregnes i forhold til afgrødevalget. Udtrykket "krav til udnyttelse" af kvælstof i husdyrgødning angiver hvor stor en andel af husdyrgødningens kvælstofindhold der lovmæssigt set skal indregnes under kravopfyldelsen. Under VMP II og med virkning fra 1999 blev gødningsnormerne reduceret med 10 % i forhold til de økonomisk optimale normer. Endvidere blev der vedtaget øget krav til udnyttelse af kvælstof i husdyrgødningen på 5 %-point i hvert af årene 2000, 2002 og 2003.

### Gødskning i forhold til kvælstofkvoter

Gødningsreglerne gælder på bedriftsniveau. I 2001 blev der på ca. 14 % af det konventionelt dyrkede areal tilført mere end 10 kg N ha<sup>-1</sup> over bedriftenes kvote (overforbrug). På ca. 38 % af det konventionelt dyrkede areal blev derimod tilført mindre end 10 kg N ha<sup>-1</sup> under bedriftenes kvote (underforbrug) (figur 2).

Figur 2 Andel af det konventionelt dyrkede areal efter over- og underforbrug af N-gødning i forhold til bedriftenes kvote i 2001.



### "Luft" i gødningsregnskaber

For bedrifter med underforbrug af kvælstofgødning i forhold til kvoten kan siges at der er "luft" i gødningsregnskabet. Dvs. her kan kravene stadig strammes uden at landmændene behøver at reducere handelsgødningsforbruget tilsvarende. En del af årsagen hertil er at gødningsreglerne er udformet således at landmændene kan fastsætte højere kvoter til nogle afgrøder end de faktisk har behov for. Ved Midtvejsevalueingen af Vandmiljøplan II strammes regelsættet med det formål at landmændenes kvotefastsættelse bliver i bedre overensstemmelse med hensigten bag normerne.

Ca. 74 % af ejendommene opfylder krav til udnyttelse af husdyrgødning i 2001

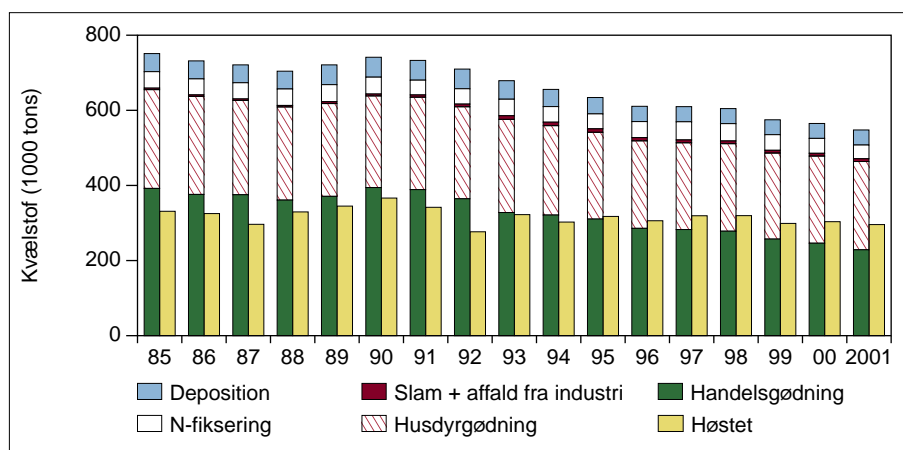
Ca. 74 % af ejendommene opfyldte i 2001 kravet til udnyttelse af kvælstof i husdyrgødningen. Ejendomme som ikke opfyldte kravene rådede over 26% af husdyrgødningen. Her skal handelsgødningsforbruget sænkes yderligere for at reglerne bliver opfyldt.

I opgørelsen er anvendt standardiserede normer for afgrøderne. De enkelte landmænd har mulighed for at tilpasse normerne til en ejendoms specifikke forhold, fx med hensyn til anvendelsen af afgrøderne.

### Kvælstof - udviklingen i gødningsforbrug for hele landet

Den forbedrede landbrugspraksis har ført til et markant fald i handelsgødningsforbruget på landsplan. Data fra Danmarks Statistik viser at handelsgødningsforbruget af kvælstof er faldet fra 395.000 tons N i 1990 til 229.000 tons N i 2001. Kvælstof i husdyrgødningen er faldet fra ca. 244.000 til 235.000 tons N i samme periode. Mængden af kvælstof fjernet fra markerne med høstede afgrøder har varieret i perioden afhængig af årets høst. Samlet set er nettotilførselen (kvælstofoverskuddet på markerne) herved reduceret fra 375.000 tons N i 1990 til 252.000 tons N i 2001 (figur 3), en reduktion på ca. 33 %.

Figur 3 Udviklingen i tildelt kvælstof og høstet kvælstof for hele landbrugsarealet i Danmark i perioden 1985 til 2001.

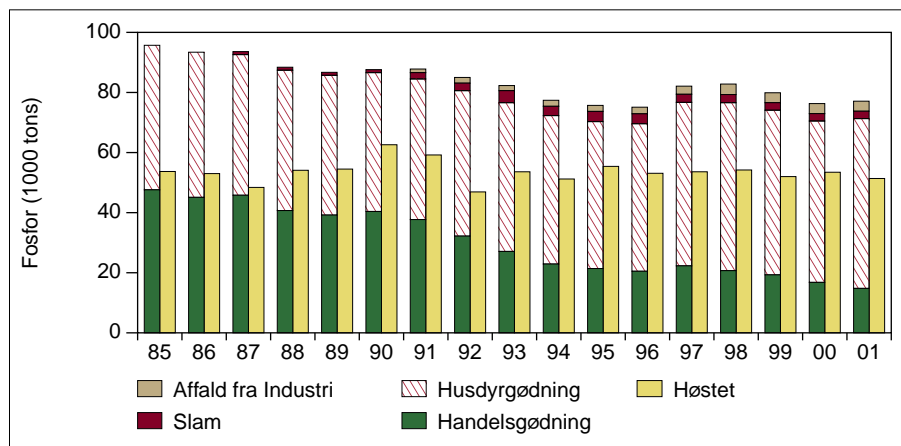


LA02 - Fig. 3.2

### Fosfor - gødsningsforbrug for hele landet og praksis i oplandene

Vandmiljøplanernes krav med hensyn til fosfor i landbruget antages at være opfyldt med stop for de direkte udledninger fra gårdene. Der er ingen krav i forhold til fosforgødsning. På landsplan er der sket en reduktion i forbrug af fosfor med handelsgødning fra 1990 til 2001, mens fosforudskillelsen i husdyrgødningen er steget svagt. Nettotilførslen har været faldende i perioden og udgør i 2001 ca. 24.000 tons P (figur 4).

Figur 4. Udviklingen i tildelt fosfor og høstet fosfor for hele landbrugsarealet i Danmark i perioden 1985 til 2001.



LA02 - Fig. 3.4

### Nettilførsel af fosfor til markerne på husdyrbrug

Data fra landovervågningsoplandene viser at der er stor forskel på nettilførslen af fosfor afhængig af brugstype og husdyrtæthed. På planteavlsbrug er der i 2001 omtrent balance mellem tilført og fraført fosfor, mens husdyrbrugene har en nettilførsel. Nettilførslen stiger med stigende husdyrtæthed (tabel 3).

Tabel 3. Fosforbalancer for landbrugsjord på ejendomme med forskellig brugstyper og dyretæthed, Landovervågningsoplande 2001.

	Dyretæthed (DE ha <sup>-1</sup> )			
	0	0-1,0	1,0-1,7	> 1,7
Handelsgødning (kg P ha <sup>-1</sup> )	12,6	5,1	2,1	1,5
Husdyrgødning <sup>1)</sup> (kg P ha <sup>-1</sup> )	5,3	17,5	27,3	32,9
Høstet (kg P ha <sup>-1</sup> )	17,7	16,4	18,0	20,7
Total tilført - høstet (kg P ha <sup>-1</sup> )	0,1	6,2	11,4	13,7

<sup>1)</sup> Husdyrgødning incl. udbinding.

### Pesticidforbrug og behandlingsindeks

I Pesticidhandlingsplanen fra 1987 er kravet at salget af aktiv stoffer halveres inden 1997 i forhold til referenceperioden 1981-85. Dette reduktionsmål er på landsplan nået i 1999. I Pesticidhandlingsplanen fra 2000 er der sat det mål at behandlingshyppigheden skal reduceres til under 2,0 inden 2002. Dette mål blev på landsplan omtrent opnået allerede i 2000 (her beregnet efter den gamle beregningsmetode).

Behandlingshyppigheden er en teoretisk beregning der foretages på baggrund af salgsstatistikken for pesticider, afgrødefordelingen og det dyrkede areal. I landovervågningen er foretaget opgørelser over faktisk pesticidanvendelse på markerne. Her er behandlingsindeks i 2001 for de store afgrøder (vinterkorn 1,8, vårkorn 1,3) meget lig behandlingshyppigheden på landsplan (vinterkorn 2,1, vårkorn 1,3).

### Reduktionsmål for salg af pesticider og behandlingshyppighed

# Det hydrologiske kredsløb i Landovervågningsoplandene

*Ny beregning af vandbalancen*

## Vandbalancen

Vandbalancen for det dyrkede areal i Landovervågningsoplandene blev i 2001 genberegnet for alle årene, idet der er anvendt nye faste nedbørskorrektioner, og fordampningstal beregnet efter Makkink og med afgrødefaktorer.

Når den beregnede vandafstrømning fra rodzonen i oplandene sammenlignes med vandafstrømningen til vandløbene i større oplande er der omtrent balance for de tre lerjordsoplande, mens der er et vandoverskud for de to sandjordsoplande. Dette kan skyldes at der er vandafstrømning direkte til havet eller over vandskel, at der er fejl ved beregningsmetoderne eller at der er problemer med vandløbsmålingerne.

*Overfladenær afstrømning i lerjordsområder, fortrinsvis grundvandsafstrømning i sandjordsområder*

## Vandets transportveje

Der er for landovervågningsoplandene vha. NAM modellen foretaget en opdeling af vandløbstilstrømningen i komponenter med forskellig nedbørsrespons. Modellen giver hermed et mål for om et opland er præget af hurtigt eller langsommere tilstrømmende vand, og dermed indirekte et fingerpeg om hvorvidt strømningen foregår overfladenært eller via grundvand. Det ses herved at en stor del af det vand der når ud til vandløbene i lerjordsoplande er overfladenært vand (ca. 38 %) mens den øvrige del er fra dybere jordlag eller grundvand. På sandjordene er en mindre del overfladenært vand (ca. 17 %) og en tilsvarende større del fra dybere jordlag eller grundvand.

## Kvælstof kredsløbet

Netto tilførslen af kvælstof (overskuddet) til markerne udgør et potentielt tab af kvælstof til omgivelserne. Kvælstof tabes ved ammoniakfordampning i forbindelse med udbringning af husdyrgødning, denitrifikation i jorden samt udvaskning fra rodzonen. Endvidere vil kvælstof kunne bindes til eller frigives fra jordens organiske pulje.

*Signifikant reduktion i målt kvælstofudvaskning fra rodzonen*

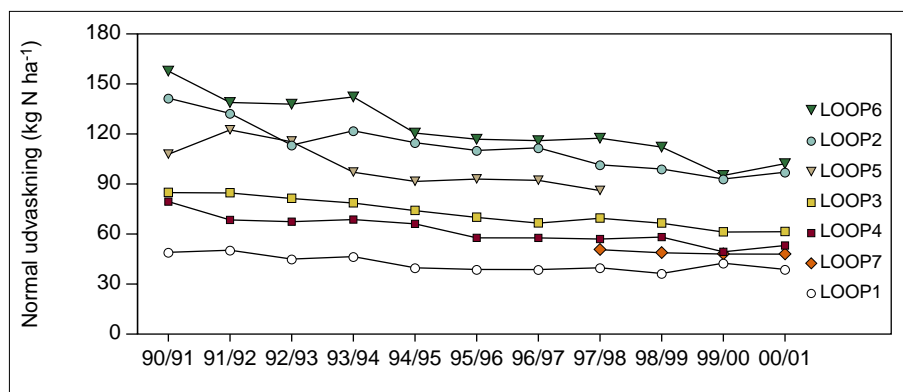
## Udviklingstendenser i kvælstofindholdet i det hydrologiske kredsløb

I Landovervågningen måles kvælstofkoncentrationerne i rodzonen på 18 stationsmarker i 3 lerjordsoplande og på 14 stationsmarker i 2 sandjordsoplande. Der er store årstidsvariationer afhængig af de klimatiske forhold. En analyse af udviklingstendenser, som delvis tager højde for disse variationer, viser et statistisk signifikant fald i de vandføringsvægtede kvælstofkoncentrationer på ca. 32 % for lerjordsoplandene og 47 % for sandjordsoplandene. Spredningen på tallene er imidlertid stor, og med 95 % sandsynlighed er reduktionen mellem 9 og 47 % for lerjordene og mellem 32 og 61 % for sandjordene.

32 % reduktion i  
modelberegnet udvaskning

Figur 5 Modelberegnet udvaskning ved normal-klima for de 7 overvågnings-oplande for driftsårene 1990/1991 – 2000/2001.

Kvælstofudvaskning fra hele det dyrkede areal i landovervågnings-oplandene er desuden modelberegnet ved hjælp af N-LES2 modellen på baggrund af data fra interviewundersøgelsen og ved et gennemsnitsklima for en 10-årig periode, 1990-2000. Her er fundet et fald i kvælstofudvaskning på 32 % i perioden fra 1990 til 2001 (figur 5).



LA02 – Fig. 6.2

Fald i kvælstof indhold i  
øvre grundvand  
Godt 20 % reduktion i målt  
kvælstoftransport i vandløb

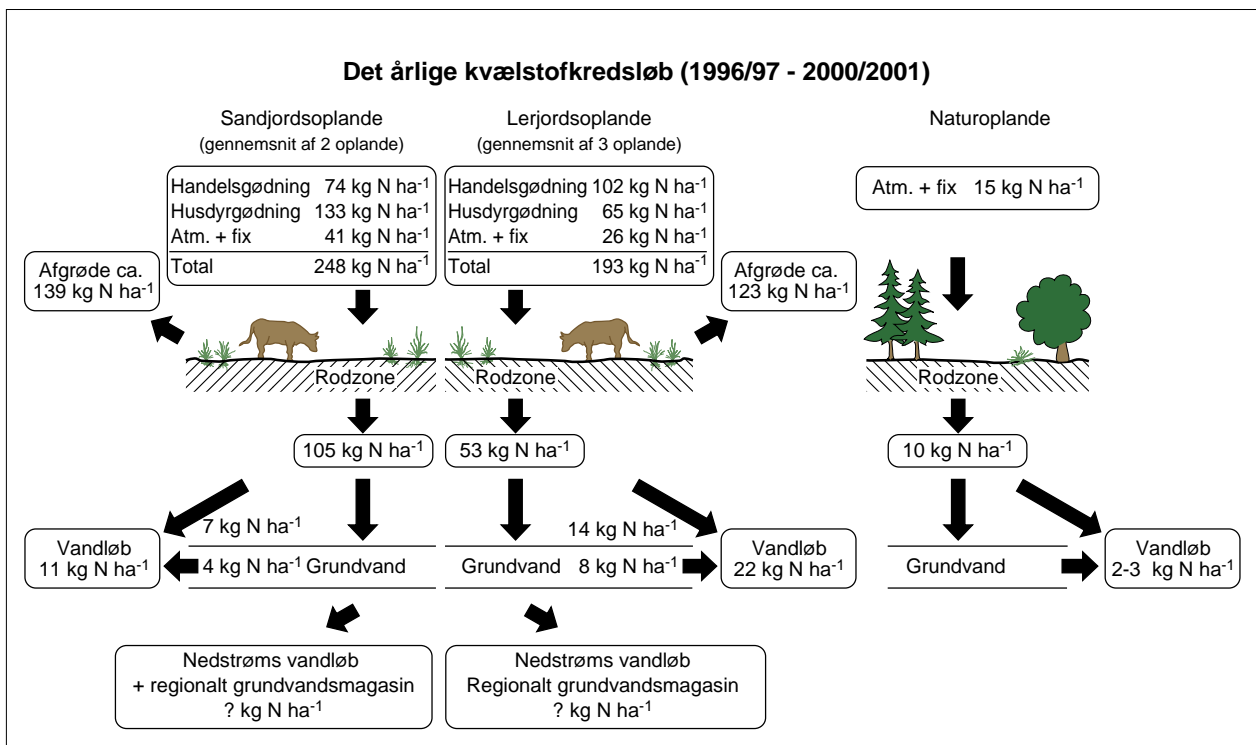
En statistisk analyse af de vandføringsvægtede kvælstofkoncentrationer i vandløbene i oplandene viser et fald som er statistisk signifikant (95 %) i tre ud af de fem oplande. Reduktionen er i størrelsesordenen 20 %. I et større antal landbrugsdominerede oplande, i alt 63 oplande, i Ferskvandsovervågningen er der fundet et fald i de vandføringskorrigerede kvælstoftransporter i vandløbene på 23 % i samme periode.

### Kvælstoftransporter i det hydrologiske kredsløb

Kvælstofkredsløbet for de seneste 4 år, 1996/97- 2000/01, er skitseret i figur 6. Den modelberegnete årlige kvælstofudvaskning fra rodzonen, 53 kg N ha<sup>-1</sup> på lerjorde og 105 kg N ha<sup>-1</sup> på sandjorde, svarer stort set til nettotilførslerne af kvælstof til markerne. Udvasningen er væsentlig større fra sandjordene end fra lerjordene. Til trods herfor er kvælstoftransporterne i vandløbene væsentlig højere i lerjords-oplandene (22 kg N ha<sup>-1</sup>) end i sandjordsoplandene (henholdsvis 6 og 15 kg N ha<sup>-1</sup> for de to oplande). Dette skyldes at vandafstrømningen på lerjordene sker gennem de øvre jordlag, mens vandafstrømningen på sandjordene fortrinsvis sker gennem de dybere jordlag hvor det eventuelt har passeret redoxzonen og således har været udsat for betydelig nitratreduktion.

Det må konkluderes at kun en del af det kvælstof der forlader rodzonen når ud til vandløbene. Størrelsen af denne andel er stærkt variabel og afhænger af lokale forhold. Der kan også forekomme kvælstoftransport til nedstrøms liggende vandløbsstrækninger. Dette vand må formodes at være længere tid undervejs hvilket betyder at der er større muligheder for at kvælstofreduktionsprocesser finder sted.

Fra naturarealer er den årlige kvælstofudvaskning ca. 10 kg N ha<sup>-1</sup> og transporten til vandløb ca. 2 kg N ha<sup>-1</sup>.



LA02 - Fig. 9.2

Figur 6 Skemativering af kvælstofkredsløbet i henholdsvis dyrkede lerjords- og sandjordsoplande samt for naturoplande for årene 1996/97-2000/01. NB! Vandløbstransport i landbrugsoplandene er korrigeret for naturarealer og spildevandsudledning, dvs. transporten repræsenterer det dyrkede areal incl. spredt bygge.

## Fosforkredsløbet

*Kun en lille del af nettotilført fosfor tabes til vandmiljø*

Den gennemsnitlige nettotilførsel af fosfor i Landovervågningsoplandene var i perioden 1991-2001 ca. 8 kg P ha<sup>-1</sup> pr år. Tab af fosfor til vandløbene udgjorde i samme periode 0,36 kg P ha<sup>-1</sup> pr år. Det er altså kun en lille del af nettotilførslen der tabes til overfladevand. Den øvrige del ophobes i overfladejorden eller nedvaskes til dybere jordlag.

Gennemsnitlige koncentrationer af opløst fosfor i rodzonevandet for måleperioden 1990-2001 har ved 25 stationer varieret mellem 0,010-0,022 mg P l<sup>-1</sup>. Ved seks stationer har de gennemsnitlige koncentrationer for måleperioden været meget højere, 0,038-0,410 mg P l<sup>-1</sup>. Dette skyldes enten at jorden havde et meget højt fosforindhold eller at der har være store tilførsler af husdyrgødning på sandjord.

I det øvre grundvand har koncentrationerne af opløst ortho-fosfat varieret mellem < 0,01-0,02 mg P l<sup>-1</sup>, og i de fem vandløb har de gennemsnitlige koncentrationer for måleperioden varieret mellem 0,009-0,107 mg P l<sup>-1</sup>.

## Pesticider og miljøfremmede stoffer i drænvand og grundvand

*Drænvand - pesticider*

I 2000 og 2001 blev der udtaget prøver til pesticid analyse fra fire drænairealer. Der blev gjort fund af pesticider ved alle 4 dræn; ved tre



dræn i koncentrationer højere end grænseværdien på  $0,1 \mu\text{g l}^{-1}$  for vand der forlader rodzonen. Alle midler der er fundet i koncentrationer over grænseværdien er forbudte i dag.

Der er gjort fund af fire stoffer som er godkendt i dag, ioxynil, pendimethalin, glyphosat incl. nedbrydningsproduktet AMPA og nedbrydningsproduktet BAM. Pendimethalin har været anvendt på marken i 2000. Ioxynil har ikke har været anvendt på pågældene mark de sidste tre år. Glyphosat har på den ene mark været anvendt i 1999, på en anden mark i 1995, mens stoffet ikke har været anvendt på tredje mark indenfor de seneste tre år. Midlet som BAM stammer fra, anvendes normalt ikke på landbrugsjord og der er da heller ingen oplysning om at det har været brugt på markerne.

#### *Grundvand - pesticider*

I 2001 er der fundet pesticider i 6 af 21 undersøgte boringer. Grænseværdien for drikkevand var ikke overskredet i nogle af de undersøgte grundvandsprøver.

#### *Grundvand - øvrig organisk mikrforurening*

Som gennemsnit betragtet overskrider fundene af øvrige organiske mikroforureninger i det øvre grundvand i landovervågningsoplandene ikke de vejledende grænseværdier for drikkevand. Der er gjort enkelte fund af dibutylphthalat (blødgører) og phenol i koncentrationer over grænseværdien for drikkevand.

*[Tom side]*

# 1 Indledning

*Overvågning af landbrugsoplande, grundvand og vandløb*

Med vedtagelsen af Vandmiljøplan I i 1987 blev det samtidig besluttet at igangsætte et overvågningsprogram til at følge op på effekten af de vedtagne tiltag. Landovervågningsprogrammet blev iværksat i 1989. Målet med dette program er at kortlægge udviklingen i landbrugspraksis, at bestemme næringsstofudvaskningen og næringsstoftransporten til vandløbene samt at vurdere landbrugets betydning for grundvandskvaliteten.

I 1998 blev overvågningsprogrammet udvidet fra 6 til 7 overvågningsoplande med årlig kortlægning af landbrugspraksis, og der blev etableret yderligere 20 oplande hvor landbrugspraksis kortlægges med års mellemrum. Endvidere blev der i 1998 inkluderet miljøfremmede stoffer.

Undersøgelserprogrammet gennemføres af amterne og bestod i 2001 af følgende komponenter:

- Interviewundersøgelse blandt landmændene i oplandene, markniveau og ejendomsniveau
- Måleprogram for vandafstrømning og næringsstofkoncentrationer i samtlige dele af vandkredsløbet (5 oplande); stationsnettet består af:
  - Jordvandsstationer
  - Drænstationer
  - Grundvandsstationer (øvre grundvand)
  - Vandløbsstationer.
- Måleprogram for uorganiske sporstoffer, pesticidindhold og andre miljøfremmede stoffer i det øvre grundvand (5 oplande) og for pesticider i dræn og vandløb.
- Måleprogram for miljøfremmede stoffer i husdyrgødning.

*Arbejdsdeling*

Amterne står for de årlige interviewundersøgelser samt målinger i vandkredsløbet og udarbejder rapport for hvert opland. Danmarks Miljøundersøgelser og Danmarks og Grønlands Geologiske Undersøgelse foretager sammenstilling af data og landsdækkende vurderinger som offentliggøres i denne rapport.

*Denne rapport  
– særskilte notater*

Undersøgelser af 'næringsstofbalancer på ejendomsniveau' og 'miljøfremmede stoffer i husdyrgødning' afrapporteres ikke i denne rapport idet data ikke er tilgængelige på tidspunktet for dataindberetning. Afrapporteringen sker via notater som fremsendes til amterne inden næste års afrapportering.

*- reviderede  
beregningsmetoder*

Ved dette års afrapportering er der foretaget genberegning af samtlige vandbalancer i henhold til konsensus notat om beregningsprocedurer fra februar 2002, udarbejdet af Danmarks JordbrugsForskning, Danmarks Miljøundersøgelser, Danmarks og Grønlands Geologiske Undersøgelse og Danmarks Meteorologiske Institut. Den anvendte kvælstofudvaskningsmodel, N-LES2, er tilpasset de genberegnete vandbalancer.

Endvidere er kvælstof- og fosforbalancerne for hele landet revideret. Dette skyldes at Danmarks JordbrugsForskning har foretaget genberegning af husdyrgødningsnormerne, specielt har fosfor i husdyrgødning været undervurderet tilbage i tid. Endelig har Danmarks JordbrugsForskning, Danmarks Miljøundersøgelser og Landbrugets Rådgivningscenter arbejdet med normer for kvælstofindhold i korn hvilket har givet anledning til en revision af normerne tilbage i tid.

*Ny beregning af  
kvælstofudvaskning på  
landsplan*

Danmarks Miljøundersøgelser og Danmarks JordbrugsForskning har i november 2002 offentliggjort en ny beregning af kvælstofudvaskningen på landsplan tilbage i tid. Denne viser at kvælstofudvaskningen midt i 1980'erne har ligget på 310.000-320.000 tons kvælstof hvilket er væsentlig større end de 260.000 tons som er forudsætningen for Vandmiljøplanerne. Arbejdet er offentliggjort på de to institutioners hjemmeside.

Den nye beregning af kvælstofudvaskning på landsplan har ikke betydning for konklusionerne om kvælstofudvaskning i nærværende overvågningsrapport idet disse alene bygger på målinger og beregninger i landovervågningsoplandene.

## 2 Nedbørs- og temperaturforhold i oplandene og på landsplan

De klimatiske forhold har stor indflydelse på udvaskningen af især kvælstof i form af nitrat. Kvælstof udvaskes når der er nitrat i jordvandet og der samtidigt er en nedadgående vandbevægelse. Begge dele påvirkes af vejret. Plantevæksten er afhængig af både temperatur og nedbør. Er begge forhold optimale, har planterne den største kvælstofoptagelse, og der efterlades mindre kvælstof i jorden til potentiel udvaskning.

Temperaturen i vintermånederne har betydning for mineraliseringen af organisk bundet kvælstof i jorden. Jo højere temperatur, jo mere kvælstof frigives til potentiel udvaskning. Temperaturen er desuden afgørende for fordampningen af vand. Om sommeren sker der fordampning der ofte overstiger nedbøren, mens der om vinteren stort set ingen fordampning forekommer. Des mindre fordampning des større overskud af vand til at sive gennem rodzonen og medtage opløst kvælstof.

Nedbørsmængden er bestemmende for vandbevægelsen i jorden og dermed afgørende for den aktuelle udvaskning.

### Temperatur

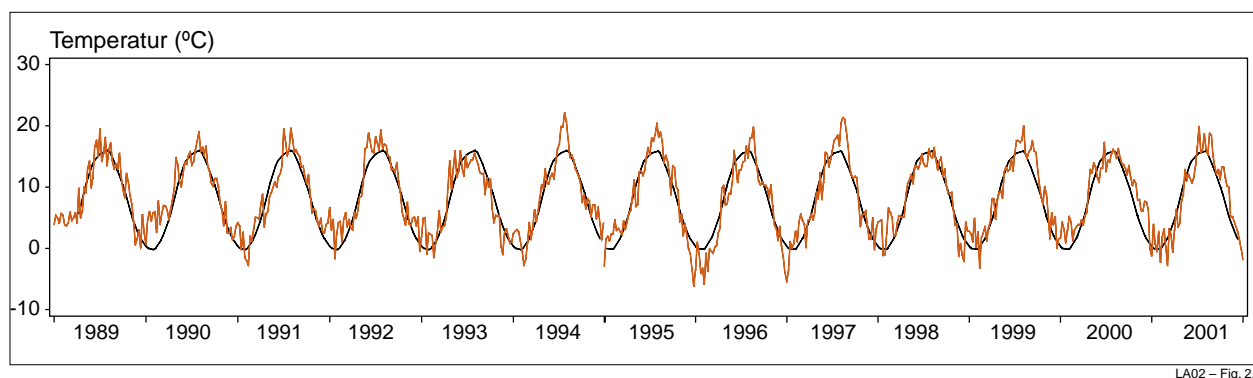
#### Temperaturforhold i 2001

Foråret startede sent i 2001, og juni var i begyndelsen kølig. Resten af sommeren var derimod varm. Oktober var den varmeste registreret nogensinde. Resten af året var temperaturmæssigt lidt over normalen. Med en årsmiddeltemperatur på 8,2 °C for landet som helhed blev 2001 0,5 °C varmere end normalgennemsnittet for 1961-1990 (Cappelen og Jørgensen, 2002).

### Nedbør

#### Nedbørsforhold i 2001

September 2001 bød på store mængder regn, men ellers var nedbøren ret jævnt fordelt over året. Nedbøren blev i gennemsnit for landet 751 mm mod normalt 712 mm (ukorrigerede værdier, Cappelen og Jørgensen, 2002).



Figur 2.1 Middeltemperaturen for landet, beregnet på ugebasis for 1989-2001. Normalkurven repræsenterer månedsgennemsnit af perioden 1961-1990.

Som det fremgår af tabel 2.1 er nedbøren ikke jævnt fordelt i landet. Sønderjylland og Midt- og Vestjylland får normalt mere nedbør end landet som helhed, og især Storstrøm får ofte mindre end lands gennemsnittet. I 2001 fik Storstrøm endda kun knap 74 % af gennemsnittet for regionen for 1990-2001 mens Vestsjælland til gengæld med 124 % fik mere nedbør end gennemsnittet for sin region. Det er derfor vigtigt at kende den aktuelle nedbørsmængde i landovervågningsoplandene når fx næringsstofudvaskningen skal beregnes.

Tabel 2.1 Årsnedbør korrigeret til jordoverfladen (Allerup et al., 1998) for hydrologiske år (1.6.-31.5.) for 1990-2001 for oplandene samt gennemsnit for perioden

LOOP	Nedbør mm											
	Gns. 1990-2001	90/91	91/92	92/93	93/94	94/95	95/96	96/97	97/98	98/99	99/00	00/01
1. Storstrøm	728	895	721	613	994	873	448	587	704	773	858	537
4. Fyn	822	887	785	715	1040	1099	399	671	806	932	1018	687
3. Vejle/Århus	905	985	851	806	1189	1168	530	779	842	1025	1047	739
7. Vestsjælland	696	715	639	527	853	782	351	457	697	872	902	861
2. Nordjylland	851	819	784	666	907	1024	499	728	860	1065	1112	897
5. Ringkøbing/Viborg	964	967	958	880	958	1191	508	849	950	1137	1199	1009
6. Sønderjylland	1059	1110	957	947	1271	1347	550	857	1065	1325	1268	948

### 3 Gødnings- og pesticidforbrug i hele landet

I dette kapitel beskrives udviklingen i forbruget af kvælstof- og fosforgødning samt forbruget af pesticider på landsplan.

Tallene for udskilt kvælstof og fosfor i husdyrgødningen er revideret i forhold til tidligere idet Danmarks JordbrugsForskning har foretaget genberegning af husdyrgødningsnormerne tilbage i tid. Specielt har udskillelsen af fosfor tidligere været betydeligt undervurderet. Endvidere er mængderne af kvælstof og fosfor høstet med afgrøderne revideret. I tidligere beregninger har kvælstofindholdet i kornafgrøderne været holdt konstant igennem perioden fra 1985 og frem til i dag. Nye sammenstillinger har synliggjort at indholdet af kvælstof i kernene har været faldende (*Grant, 2002*). Disse ændringer betyder samlet set at også kvælstof- og fosforbalancerne er ændret i forhold til tidligere rapporter.

#### 3.1 Forbrug af kvælstofgødning for hele landet

##### *N forbrug og norm i 2001*

Forbruget af handelsgødning er faldet med 17.500 tons N fra 2000 til 2001 hvilket fremgår af tabel 3.1. Antallet af husdyr enheder er steget svagt, ligesom kvælstofudskillelsen i husdyrgødningen. Det samlede gødningsforbrug i effektiv N var i 2001 15.300 tons lavere end i 2000 (se tabel 3.1).

Afgrødernes kvælstofbehov eller -kvote på landsplan er beregnet ud fra afgrødefordelingen og afgrødernes kvælstofnorm (*L. Knudsen, pers. medd.*). Kvælstofkvoten korrigeres for kvælstofprognosen og eftervirkning af husdyrgødning. Før 1993/94 er der tale om et anbefalet behov og herefter om en kvote. I det følgende refereres dog for hele perioden til en kvote. I 1999 blev kvælstofnormen reduceret med 10 % hvilket betød et fald i kvoten på ca. 40.000 tons N. Samtidig blev normerne for græs ændret således at der ikke er fradrag for afgræsning, men samtidig skal der indregnes udnyttelse af gødning lagt på marken ved afgræsning. Dette betyder at kvoten øges med ca. 15.000 tons N pr år. Disse forhold giver et "spring" i den teoretisk beregnede kvote i 1999. Igennem de sidste tre år er der et fald i kvoten, men dette skyldes først og fremmest variationer i kvælstofprognosen, der udgjorde henholdsvis 9.000, 7.500 og 0 tons N i 1999, 2000 og 2001.

##### *Udvikling i kvælstofforbrug 1985 - 2001*

På landsplan er den samlede tilførsel af handelsgødning faldet med 163 mio. kg N fra 1985 til 2001. Den totale mængde af kvælstof i husdyrgødning er faldet med 28 mio. kg N i samme periode. Det samlede fald i kvælstoftilførsel (handelsgødning og husdyrgødning incl. udbinding) til de dyrkede arealer udgør 191 mio. kg N svarende til et fald på ca. 30 %. I samme periode er afgrødernes samlede kvælstofkvote faldet med 60 mio. kg N.

*Handelsgødning udgjorde i 2000 66 % af afgrødernes kvote*

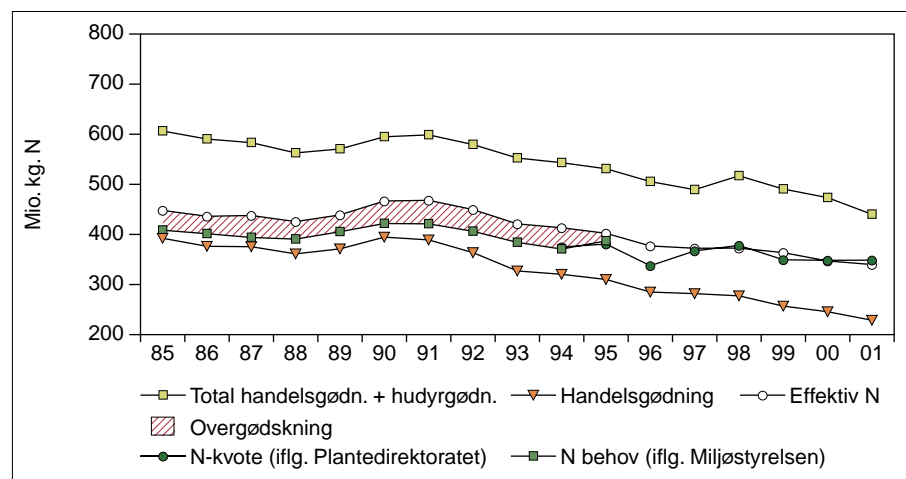
Handelsgødningens andel af afgrødernes kvælstofkvote var størst i 1985 hvor 96 % af afgrødernes kvælstofkvote blev dækket af handelsgødning og næsten alt kvælstof i husdyrgødningen var i overskud. Dette forhold er ændret gradvist frem til nu hvor handelsgødningen udgør omkring 66 % af afgrødernes kvælstofkvote (bilag 3.1).

**Tabel 3.1** Gødningsforbrug, dyreenheder og kvælstofkvoter for hele landet i 1985, 1997, 1998, 1999, 2000 og 2001 (sammendrag af bilag 3.1 og 3.2).

	1985	1997	1998	1999	2000	2001
Handelsgødningskvælstof i mio. kg N	392	283	278	257	246	229
Total husdyrgødningskvælstof i mio. kg N	263	231	233	229	232	235
Effektiv husdyrgødning	60	87	92	104	105	107
Effektiv gødning i mio. kg N <sup>2)</sup>	456	377	378	365	355	340
Nyttevirkning, %	26	44	46	45	45	45
Afgrødernes kvote i mio. kg N <sup>3)</sup>	408	364	373	349	360	349
DE i 1000	2507	2396	2442	2349	2369	2524
Total kvælstofinput <sup>1)</sup>	751	609	605	575	556	548

- 1) Kvælstofinput består af kvælstof i handelsgødning og husdyrgødning, slam, industriaffald, kvælstoffiksering og kvælstofdeposition.
- 2) Effektivt N = den effektive del af den udbragte husdyrgødning: fra 1999 indregnes desuden 15,0 mio. kg N fra gødning lagt ved udbinding. Til beregning af effektivt N benyttes nyttevirkningen fra landovervågningstallene.
- 3) For 1985 er afgrødernes kvælstofkvote opgjort efter Hansen (1990a). For 1995-1999 er kvælstofkvoten opgjort efter Plantedirektoratets regler. Kvoten er korrigeret for kvælstofprognisen og eftervirkning af husdyrgødning.

**Figur 3.1** Udviklingen i total og effektivt tildelt kvælstof, afgrødernes kvælstofkvote og handelsgødningskvælstof for hele landet i perioden 1985 til 2001 (i husdyrgødningen tælles udbinding kun med efter 1999).



LA02 – Fig. 3.1

Den kvælstofmængde der er tilgængelig for afgrøderne, angives som effektiv N og består dels af kvælstof fra handelsgødningen dels af det kvælstof i husdyrgødningen der umiddelbart kan udnyttes af planterne samt af det anslåede indhold af kvælstof i industriaffald og spildevandsslam der kan udnyttes af planterne. I opgørelsen af effektiv N er nyttevirkningensprocenten, dvs. den procentdel af husdyrgødningen som er tilgængelig for planterne, beregnet ud fra udbragt husdyrgødning uden udbinding. Det bedste skøn over den gennemsnitlige nyttevirkning af husdyrgødningen blev for 1985 fastsat til 26 %. Det er siden steget frem til 1998 hvorefter nyttevirkningen har været konstant på ca. 45 % beregnet på baggrund af Landovervågningen (bilag 4.1).

**Overgødskning i forhold til lovgivningen**

Den totale udbragte kvælstofmængde, den effektive kvælstofmængde, afgrødernes kvælstofkvote og kvælstof i handelsgødning vises i figur 3.1. Merforbruget vises ved det skraverede felt som forskellen mellem tilført effektiv kvælstof og afgrødernes kvælstofkvote. Indtil 1997 var der et merforbrug på 14-54 mio. kg N år<sup>-1</sup>. i perioden 1997-



2001 har det samlede forbrug af kvælstofgødning stort set balanceret med den teoretisk beregnede kvælstofkvote for hele landet.

*Brødhvedearealet udgør 70 % af vinterhveden*

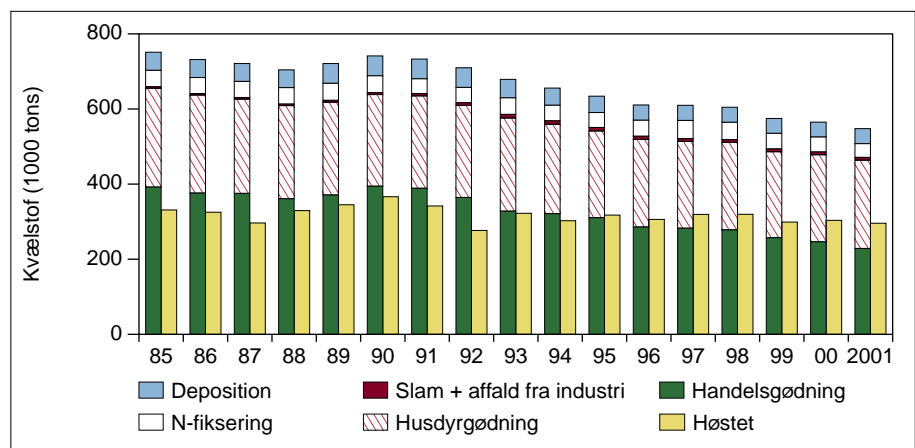
I opgørelsen af afgrødernes kvælstofkvote for hele landet er der indregnet et areal med brødhvedesorter på ca. 70 % af det samlede areal med vinterhvede, svarende til 450.000 ha i 2000. Denne opgørelse er baseret på salget af sædekorn (*L. Knudsen, 2001, pers. medd. og Plantedirektoratet 2002, pers. medd.*). For hver hektar der blev dyrket med brødhvede i 2001, blev der givet et brødhvedetillæg på 30 kg N ha<sup>-1</sup>. Fra 2002 begrænses arealet der kan få dette tillæg til 50.000 ha. Dette vil medføre en reduktion i kvælstofkvoten på ca. 12.000 tons N.

### Markbalance for det totale kvælstofinput og høstet kvælstof fra det dyrkede areal

*Markbalance for kvælstof opgjort for hele landet*

Udviklingen i det totale kvælstofinput i forhold til det høstede kvælstof er vist i figur 3.2. Det totale input af kvælstof kommer fra handelsgødningsforbruget, forbruget af slam, industriaffald, kvælstof-fixerings, depositionen og kvælstof udskilt fra husdyrerne fratrukket ammoniakfordampningen fra stald og lager. Kvælstofoverskuddet er reduceret fra 420 mio. kg N i 1985 til 252 mio. kg N i 2001. Set over hele perioden udgør reduktionen 40 %. Fra 1990 til 2001 er faldet 33 %.

*Figur 3.2 Udviklingen i tildelt kvælstof og høstet kvælstof for hele landbrugsarealet i Danmark i perioden 1985 til 2001.*



LA02 - Fig. 3.2

*Nettotilførsel pr. arealenhed dyrket jord i Danmark*

En opgørelse af kvælstofbalancerne pr. arealenhed dyrket jord findes i tabel 3.2. Det fremgår at nettotilførsel af kvælstof til det dyrkede areal er faldet fra 148 til 94 kg N ha<sup>-1</sup> fra 1985 til 2001. Set over hele perioden udgør faldet i nettotilførsel af kvælstof pr. arealenhed 36 %. Fra 1990 til 2001 er faldet 30 %.

**Table 3.2** Kvælstofbalance opgjort pr. arealenhed dyrket jord i Danmark 1985, 1996, 1997, 1998, 1999, 2000 og 2001 (udledt af bilag 3.1 og 3.2).

		1985	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Handelsgødning,	kg N ha <sup>-1</sup>	138	105	105	104	97	93	86
Udbr. husdyrgødning,	kg N ha <sup>-1</sup>	93	86	86	87	87	88	88
Slam + affald	kg N ha <sup>-1</sup>	1	3	3	3	3	3	3
Total input,	kg N ha <sup>-1</sup>	265	225	227	226	217	214	205
Høstet kvælstof,	kg N ha <sup>-1</sup>	117	113	119	120	113	115	111
Tilført - høstet kvælstof,	kg N ha <sup>-1</sup>	148	112	108	106	104	99	94

Totalinput er incl. N-fixering og deposition

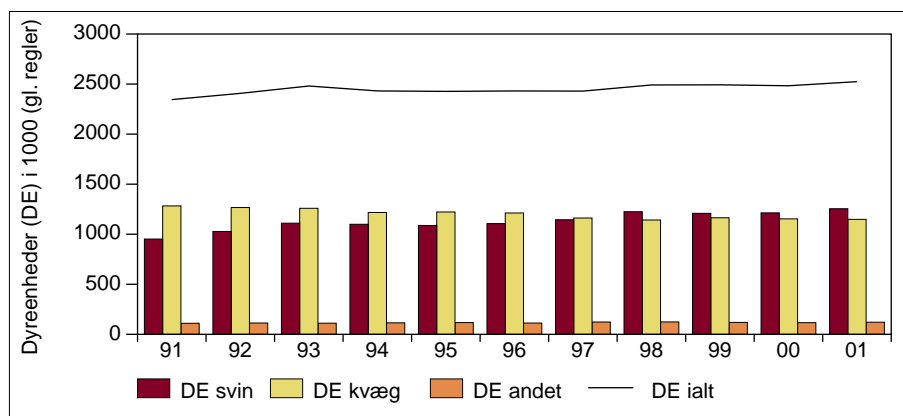
### Husdyrtæthed og harmonikrav

#### Husdyrtætheden i 2001

Antallet af dyreenheder på landsplan er steget svagt fra 2000 til 2001. Harmoniarealet er faldet lidt. Dermed bliver den gennemsnitlige husdyrtæthed i 2001 på 1,02 DE ha<sup>-1</sup> opgjort for det dyrkede areal med en gødningsnorm. Det vil sige hele det dyrkede areal fratrukket brakarealet.

Det totale antal dyreenheder (DE) har været nogenlunde stabilt i perioden siden 1991. Fordelingen af dyreenhederne mellem svin, kvæg og andre dyr er derimod ændret markant gennem perioden. I 1991 udgjorde kvæg knap 60 % af dyreenhederne, men kvæg og svin har nærmet sig hinanden og har i perioden 1993-97 udgjort nogenlunde det samme antal dyreenheder. I 1998 var andelen af svine-dyreenheder for første gang større end kvægandelen. Denne tendens er fortsat i 2000 og 2001 (figur 3.3).

**Figur 3.3** Udvikling i dyreenheder (DE) i 1000 for hele landet i perioden 1985 til 2001, beregnet efter regler gældende før 1998.



LA02 - Fig. 3.3

## 3.2 Forbrug af fosforgødning for hele landet

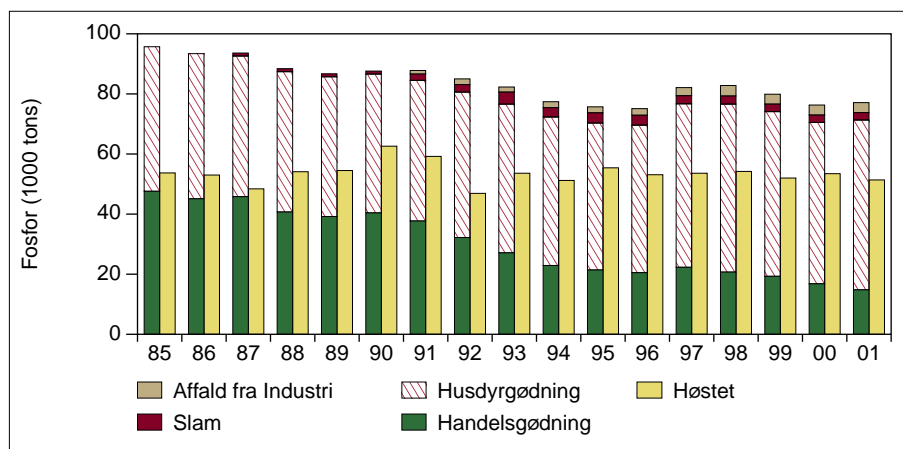
I dette afsnit er foretaget en opgørelse af forbrug af fosforgødning samt høstet fosfor (figur 3.4). I bilag 3.3 og 3.4 er opgørelsen vist dels totalt for hele landet dels opgjort pr. arealenhed.

#### Forbrug og fraførsel af fosfor til dyrket jord i Danmark

Tilførsel af fosfor med handelsgødning faldt fra 47.800 tons i 1985 til 15.200 tons i 2001 hvilket betyder et fald på mere end to trediedele af forbruget i nævnte periode. Med hensyn til udskilt fosfor i husdyrgødning er denne stort set uændret igennem perioden, 56-58.000 tons P Fosfor i husdyrgødning udgør i dag den største andel, ca. 70 % af

det totale forbrug. Fosfor fjernet med afgrøderne har varieret mellem ca. 44.000 og 61.000 tons P i perioden afhængig af udbytterne de enkelte år. Der har således været et overskud af fosfortilførsel gennem hele perioden. Dette er dog mindsket betydeligt fra godt 54.000 tons i 1985 til ca. 24.000 tons P i 2001.

Figur 3.4 Udviklingen i tilført fosfor med handelsgødning, husdyrgødning og slam til det dyrkede areal og høstet fosfor for perioden 1985 til 2001.



LA02 - Fig. 3.4

Beregnet pr. arealenhed er overskuddet faldet fra ca. 19 kg P ha<sup>-1</sup> til 8,8 kg P ha<sup>-1</sup>, se desuden bilag 3.4.

Beregnes fosforoverskuddet på baggrund af total balancer fås et større overskud (*Danmarks Miljøundersøgelser og Danmarks JordbrugsForskning, 2002*). Det kunne tyde på enten at husdyrgødningsmængden er undervurderet i markbalancen, eller at -fodermængden er overvurderet i totalbalancen.

#### Overskud og jordens fosforstatus

Overskud af tilført fosfor bindes til jorden mens kun en mindre del udvaskes til vandmiljøet. Den konstante nettotilførsel medfører at der sker en ophobning af fosfor i jorden på det dyrkede areal. Fra midten af 1980'erne til 1999/00 er der sket en stigning i fosformætning og fosfortal både i pløjelaget og i den underliggende jord (*Rubæk et al., 2000*).

### 3.3 Pesticidanvendelse på landsplan

I 1987 vedtog Folketinget en handlingsplan til nedsættelse af pesticidforbruget i Danmark. Målet var en 50 % reduktion af pesticidforbruget inden 1. januar 1997, både målt i kg aktivstof og som behandlingshyppighed. Gennemsnitsforbruget i perioden 1981-85 anvendes som udgangspunkt. Målet blev ikke nået; 1. januar 1997 var mængden af solgt aktivt stof faldet med ca. 40 % i forhold til referenceperioden. Behandlingshyppigheden var faldet ca. 25 % når der tages højde for den ændrede afgrødesammensætning.

#### Pesticidhandlingsplan II, reduktionsmål for 2002: Behandlingshyppigheden < 2,0

I Pesticidhandlingsplan II er et af målene at behandlingshyppigheden på de enkelte arealer bliver så lav som mulig. I første omgang er målet at behandlingshyppigheden ved udgangen af 2002 skal være reduceret til under 2,0. Beregninger baseret på afgrøde- og pesticidpriser fra 1995/96 har vist at den nuværende behandlingshyppighed under en række forudsætninger mht. mekanisk bekæmpelse m.v. kan nedsættes til mellem 1,4 og 1,7 inden for 5-10 år uden væsentlige

drifts- og samfundsøkonomiske tab (*Miljø- og Energiministeriet, Ministeriet for Fødevarer, Landbrug og Fiskeri, 2000*).

### Behandlingshyppighed på landsplan

Behandlingshyppigheden angiver det antal gange det dyrkede areal kunne have været behandlet hvis den godkendte dosis for hvert middel var blevet anvendt. I det dyrkede areal indregnes ikke græsarealer uden for omdrift, udyrkede brakmarker og fra 1997 heller ikke økologisk dyrkede arealer. Behandlingshyppigheden udregnes på baggrund af det dyrkede areal, afgrødefordelingen, den solgte mængde aktivstof året før (eller det solgte produkt, gammel metode) og den godkendte dosis.

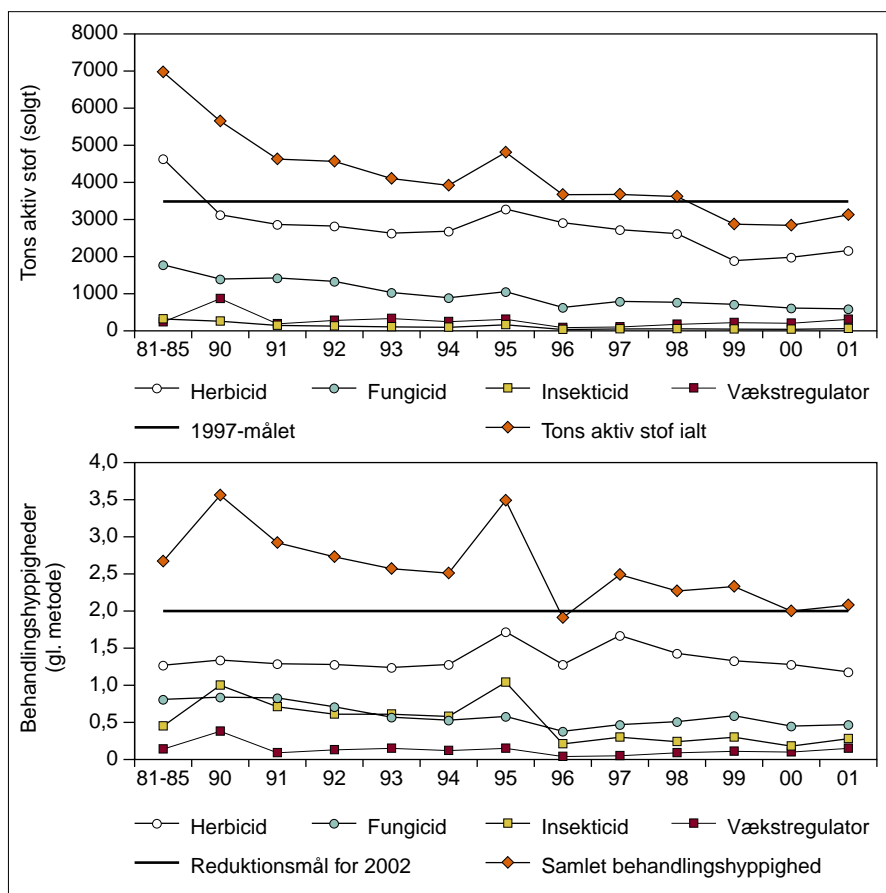
Ny Beh.hyp. = (solgt aktivstof / godkendt dosis) / dyrket areal

Gl. Beh.hyp. = (solgt produkt / godkendt dosis) / dyrket areal

Alle behandlingshyppigheder er beregnet efter gammel beregningsmetode

I nedenstående opgørelse er alle behandlingshyppigheder angivet efter den gamle beregningsmetode. Baggrunden for dette er muligheden for at sammenligne tal fra årene før 1997 hvor tallene kun foreligger beregnet efter den gamle beregningsmetode. Desuden er det tilkendegivet at evalueringen af hvorvidt målsætningen i Pesticidhandlingsplan II er opfyldt, vil ske med udgangspunkt i behandlingshyppigheder beregnet efter den gamle metode (*Miljøstyrelsen, 2002*).

Figur 3.5 Udviklingen i mængde aktivstof, solgt og behandlingshyppigheder, fra 1990-2001. Udgangspunktet for reduktionen er et gennemsnit af 1981-85.



LA02 - Fig. 3.5

I 2000-01 var mængden af solgt aktivt stof faldet med ca. 57 % i forhold til referenceperioden 1981-85 og dermed er målet for den første Pesticidhandlingsplan opfyldt. Der er ingen mål for mængden af solgt aktivt stof i Pesticidhandlingsplan II.

Behandlingshyppighed på 2,1 i 2001

Herbicerer udgør den største del af pesticidforbruget (ca. 60 %)

Behandlingshyppighed for vinterkorn og vårkorn henholdsvis 2,1 og 1,3

Figur 3.6 Behandlingshyppigheder på landsplan i 2001 fordelt på afgrødegrupper.

Hyppigst anvendte aktive stoffer

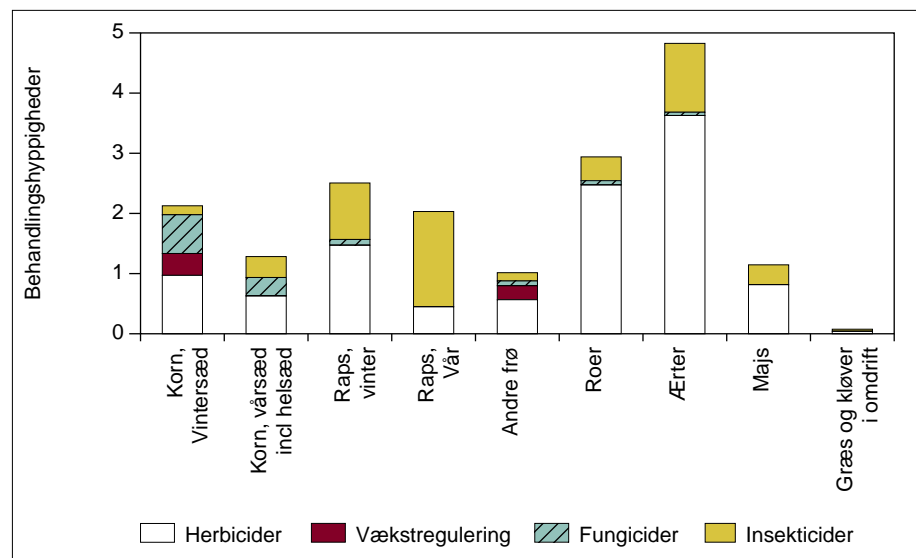
I 2000 og 2001 var behandlingshyppighederne henholdsvis 2,0 og 2,08, dermed tangeres målet for 2002 i henhold til Pesticidhandlingsplan II. Set i forhold til den oprindelige referenceperiode er det et fald på ca. 24 %, se figur 3.5.

Behandlingshyppigheden varierer meget mellem de fire pesticidgrupper. Herbicererne udgør 57 % af den samlede behandlingshyppighed, fungiciderne 23 %, insekticider 13 % og vækstregulatorer 7 %. Også målt i mængde solgt aktivstof er herbicererne, ligesom tidligere, den dominerende gruppe. Herbicidsalget udgjorde 62 % af det samlede pesticidsalg i 2001 (Miljøstyrelsen, 2002).

Vintersæd og frø, primært græsfrø, er de eneste afgrødegrupper hvor der bruges vækstregulerende midler i nævneværdig grad.

Vinterkorn og vårkorn havde i 2001 behandlingshyppigheder på henholdsvis 2,1 og 1,3 (figur 3.6). Disse to afgrødegrupper har langt den største udbredelse af det areal der må behandles (i alt ca. 70 % af arealet), og er derfor af afgørende betydning for den samlede behandlingshyppighed. Kartoffler havde i 2001 en behandlingshyppighed på 9,8 hvoraf behandlingshyppigheden med fungicider var 6,0. Grønsager havde en behandlingshyppighed på 5,1 mens ærter havde en behandlingshyppighed på 4,8. Roer havde en samlet behandlingshyppighed på 2,9.

Behandlingshyppigheden er ikke udtryk for hvor mange gange der aktuelt er sprøjtet på marken, idet der ofte anvendes nedsatte doser. Nedsatte doser betyder at enten kan et større areal behandles eller samme areal kan behandles flere gange end behandlingshyppigheden antyder.



LA02 - Fig. 3.6

Her gives en gennemgang af de hyppigst anvendte aktive stoffer i 2001 (Miljøstyrelsen, 2002).

Herbicerer: Glyphosatmidlerne tegnede sig for 38 % af herbicidsalget, mens det eneste hormonmiddel der nu er tilbage, udgjorde 11 % af herbicidsalget. Herudover tegnede pendimethalin og prosulfocarb sig

for henholdsvis 12 og 16 %. Den resterende del af herbicidsalget (24 %) fordelte sig på 35 forskellige aktiv stoffer.

Fungicider: Mancozeb tegnede sig for 45 % af forbruget til behandling af afgrøder og til bejdsning. De øvrige mest solgte stoffer er azoxystrobin, fenpropimorph og tebuconazol. Disse udgjorde henholdsvis 13, 18 og 8 % af fungicidforbruget. Den resterende del af fungicidforbruget (incl. bejdsemidler) fordelte sig på 18 forskellige stoffer, incl. bejdsemidler anvendt til dette formål.

Insekticider: Dimethoat tegnede sig for 54 % af det samlede forbrug til behandling af afgrøder og til bejdsning mens de syntetiske pyrethroider androg 18 %. Bejdsemidlerne furathiocarb og imidacloprid udgjorde 20 % af det samlede forbrug. Øvrige stoffer udgjorde 8 %.

Vækstregulering: Chlormequat-chlorid var fortsat i 2001 det altdominerende vækstregulerende middel, det tegnede sig for mere end 95 % af forbruget til dette formål.

## 4 Landbrugspraksis

I dette kapitel beskrives udviklingen i landbrugspraksis i landovervågningsoplandene fra 1990 og frem til 31. december 2001.

### 4.1 Interviewundersøgelsen i landovervågningsoplandene

Landmændene i de syv landovervågningsoplande bliver en gang om året interviewet om afgrødesammensætning, gødningsforbrug og husdyrhold. I fem oplande interviewes desuden om pesticidanvendelse. Interviewundersøgelsen er gennemført i tolv år således at det er muligt at gøre rede for tolv driftsår fra 1989/90 til 2000/2001. I dette kapitel refereres til driftsårene som hele årstal.

I interviewundersøgelsen er anvendt de til enhver tid gældende normer for husdyrgødning. Det vil sige for perioden 1990-1995 er der anvendt normtal fra *Laursen (1987)*, for perioden 1996-1997 normtal efter *Laursen (1994)*, for 1998-2000 normtal efter *Poulsen & Kristensen (1997)* og for 2001 normtal efter *Poulsen et al., (2001)*.

Fra 1997/98 bliver interviewdataene indberettet via en speciel udgave af programmet Bedriftsløsning fra Landbrugets Rådgivningscenter. Ændring af indberetningsmetode kan betyde mindre forskydninger fra 1997 til 1998.

Indtil 1996/97 bestod undersøgelsen af seks oplande hvoraf deltagelsen i ét opland blev reduceret betydeligt igennem perioden (LOOP 5). Fra driftsår 1997/98 er undersøgelsen udvidet med ét opland beliggende i Vestsjællands Amt (LOOP 7). Opgørelser som beskriver udvikling af gødningsforbrug over tid er foretaget uden LOOP 5 (Viborg/Ringkøbing) og LOOP 7 (Vestsjælland).

#### Oplandenes repræsentativitet

Landovervågningsprogrammet i 2001 omfatter tre sandjords- og fire lerjordsoplande. For de to sandjordsoplande LOOP 2 og 6 samt lerjordsoplandene LOOP 1, 3, 4 og 7 er andelen af sandede jorde i oplandene lidt mindre (41 %) end på landsplan (48 %). Lerjorde er derimod lidt overrepræsenteret med 59 % i oplandene mod 45 % af landsbrugsjorden i Danmark som helhed. Ved opgørelse uden LOOP 7 bliver andelen af sandjorde større, 54 %, og lerjorde tilsvarende mindre, 46 %.

Beliggenheden af de 7 overvågningsoplande (LOOP 1-7) er vist i figur 4.1. Beskrivelse af oplandene findes i appendiks 1.

*Tre sandjords- og fire lerjordsoplande*

*Fordeling af bedriftstyper*

Det dyrkede areals fordeling på svinebrug i oplandene svarer næsten fuldstændig til fordelingen i hele landet. Andelen for kvægbrug og blandede brug i oplandene er større end på landsplan, henholdsvis 36 % mod 21 % og 8 % mod 4 %. Andelen af planteavlbrug tilsvarende mindre, 29 % mod 48 %.

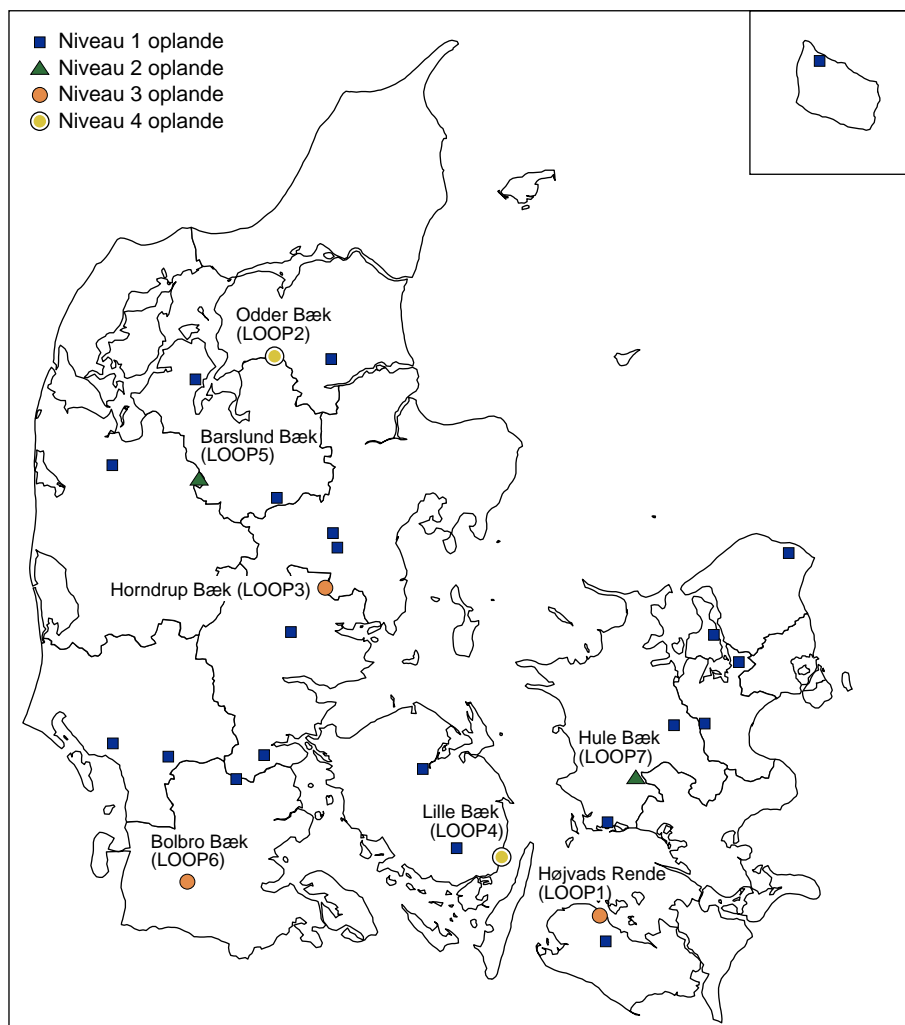
**Figur 4.1** Oversigt over landovervågningsoplandenes beliggenhed.

I niveau 1 oplande foretages interview om markanvendelse hvert 5. – 7. år.

I niveau 2 oplande foretages årlige interviews af landmændene i oplandene om markanvendelsen, eks. pesticidanvendelse.

I niveau 3 oplande foretages årlige interviews af landmændene i oplandene, incl. pesticidanvendelse. Desuden måles på udvalgte marker jordvand, drænvand, pesticider i drænvand og fosfor i jord. Desuden registreres klimadata.

Niveau 4 oplande er som niveau 3 blot udvidet med målinger af hydraulisk ledningsevne og vandindhold i jord.



LA02 – Fig. 4.1

### Interviewundersøgelsens omfang

På grundlag af interviewundersøgelsen fra 1990 til 2001 er der foretaget en opgørelse af landbrugspraksis for driftsårene 1989/90 til 2000/2001. Opgørelsen er foretaget for alle marker der er omfattet af interviewundersøgelsen og som har fuldstændige oplysninger på markniveau. I interviewundersøgelsen arbejdes med hele ejendomme, dvs. der indgår også arealer der helt eller delvis ligger udenfor oplandene. Dette skyldes at al gødningsregulering sker på bedriftsniveau. Enkelte landbrug med meget store arealer udenfor oplandet indgår dog kun med arealer i oplandet. Antallet af ejendomme og størrelserne af de arealer der har fuldstændige oplysninger om gødningstilførsler og udbytter for driftsårene, er vist i tabel 4.1.

Undersøgelsen kan ikke beskrive gødskningsniveauet for hele landet, men kan anvendes til at belyse landbrugspraksis for forskellige brugstyper idet oplandene anses for at være nogenlunde repræsentative i den henseende.

*Undersøgelsen omfatter 165 ejendomme*

*Hele ejendomme i interviewundersøgelsen*



Tabel 4.1 Omfang af interviewundersøgelsen fra 1990 til 2001

	LOOP 1-6					LOOP 1-7		
	1990	1991	1998	2000	2001	1998	2000	2001
Ejendomme	162	157	128	126	117	168	165	153
Areal (ha)	3937	4274	4935	5626	5547	6338	7820	7058
Husdyr (DE)	5655	5877	5517	5607	5700	6000	6356	6369

## 4.2 Afgrøder og husdyrhold i landovervågningsoplandene

### Afgrødefordeling og grønne marker

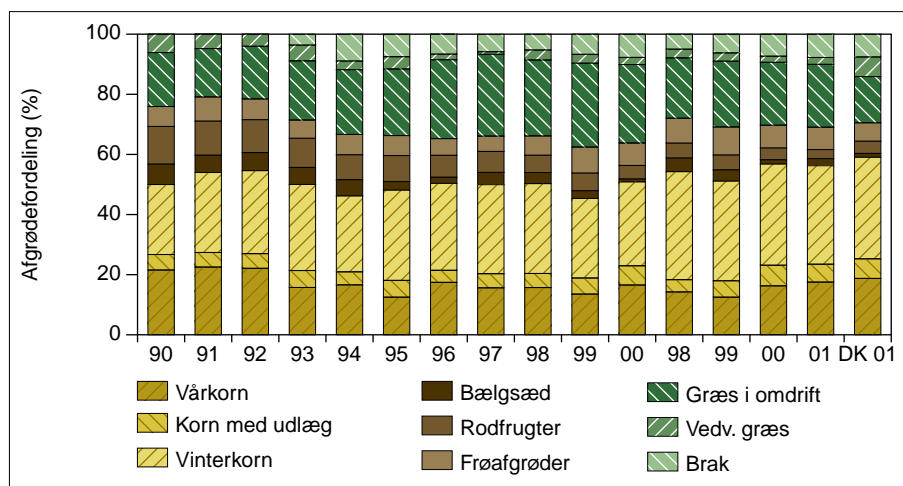
Afgrødefordelingen for oplandene i 1990-2001 samt for hele landet er vist i figur 4.2. I forhold til landet som helhed udgør det samlede kornareal i oplandene en mindre andel og arealet med græs i omdrift en større andel. Arealet med vedvarende græs er lidt mindre i oplandene end i hele landet mens andelen af brak på 7,7 % i oplandene svarer til andelen for hele landet.

Ifølge bekendtgørelsen om grønne marker er det et lovkrav at 65 % af det dyrkede areal på landbrugsbedrifter over 10 ha skal være plantede i efteråret. Afgrøder der kan indgå i grønne marker omfatter vinterkorn, fodermajs, rodfrugter, frøgræs, vinterraps, juletræer og pyntegrønt, sene frilandsgrøntsager samt frugt- og bærkulturer. Desuden kan græsmarksafgrøder der pløjes efter 20. oktober, indgå. Op til 20 % af arealet der indgår i grønne marker, kan erstattes med halmnedmuldning. Dog skal 1,6 ha nedmuldes for at erstatte 1 ha grønne marker.

69 % grønne marker i oplandene i 2001

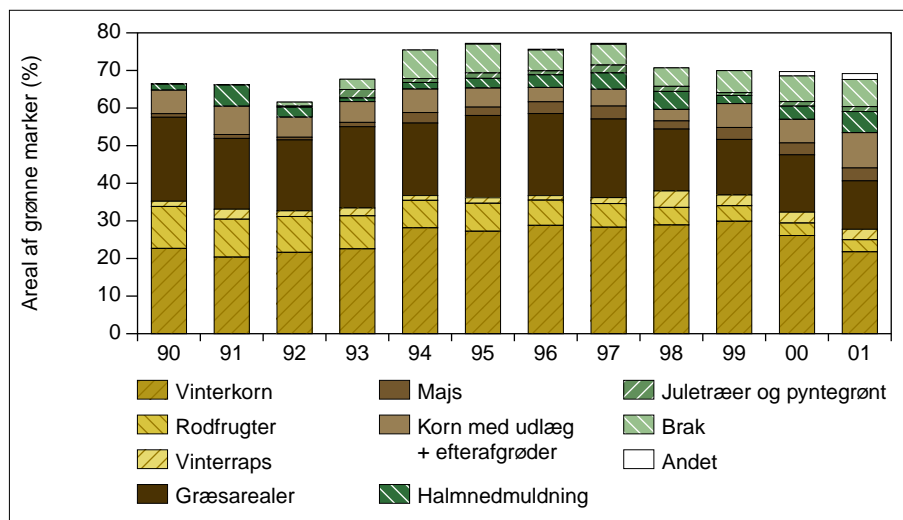
Grønne marker udgør 69 % af arealet i 2001, figur 4.3. Oplandene opfylder dermed som helhed kravet om at 65 % af det dyrkede areal skal være plantede om efteråret. Af de grønne marker udgør græs inklusiv brak, vinterraps og korn med udlæg 47 %, vinterkorn 32% og majs, halmnedmuldning og juletræer 15 %. Kun førstnævnte gruppe kan forventes at optage betydelige kvælstofmængder i efterårs- og vintermånederne. Andelen af de grønne marker er steget fra 67 % i 1990 til 77 % i 1997. Efter 1998 er andelen faldet til ca. 70 %.

Figur 4.2 Afgrødefordeling for landovervågningsoplandene LOOP 1-6 fra 1990 til 2001 og LOOP 1-7 fra 1998 til 2001 samt hele landet i 2001.



LA02 - Fig. 4.2

Figur 4.3 Arealet af grønne marker i procent og fordelt på afgrødetyper fra 1990 til 2001.



LA02 – Fig. 4.3

Tabel 4.2 Husdyrtæthed for de syv landovervågningsoplande og for Danmark i 2001

	DE ha <sup>-1</sup>
1. Storstrøm	0,22
7. Vestsjælland	0,35
4. Fyn	1,01
3. Vejle/Århus	1,08
5. Ringkøbing/ Viborg*	0,40
2. Nordjylland	1,63
6. Sønderjylland	1,29
LOOP 1-4, 6	1,05
LOOP 1-4, 6, 7	0,93
Danmark	1,02

\* indgår med ganske få ejendomme og arealer, medtages derfor ikke i gennemsnittet.

I gødningsåret 1998/99 blev der implementeret regler for ekstra efterafgrøder. Af et nærmere defineret basisareal skal hver ejendom etablere 6 % efterafgrøder. Reglen om 6 % efterafgrøder kan opfyldes som et gennemsnit af det aktuelle år samt 4 foregående planperioder, men man kan ikke "skylde" efterafgrøder. I oplandene blev der etableret efterafgrøder på 5,6 – 7,7 % af basisarealet i perioden 1999-2001. Arealet med efterafgrøder er som gennemsnit opfyldt.

### Husdyrhold

Frem til 1997 var husdyrtætheden i datamaterialet lidt højere end på landsplan. I 2001 var den gennemsnitlige husdyrtæthed 1,05 DE ha<sup>-1</sup> hvilket er meget tæt på landsgennemsnittet på 1,02 DE ha<sup>-1</sup> (tabel 4.2). Ved inkludering af det 7. opland er husdyrtætheden i 2001 lidt lavere for oplandene end i hele landet.

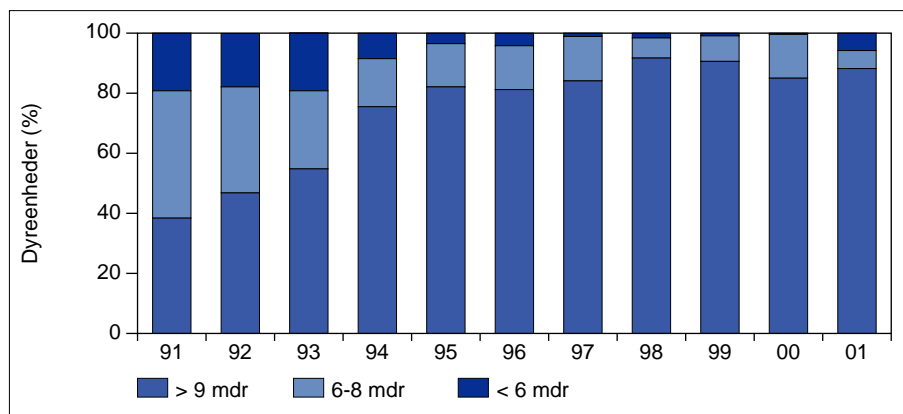
### Opbevaringskapaciteter og udbringningstider

Ved Bekendtgørelse fra Miljøministeriet nr. 1121 af 15. december 1992 blev opbevaringskravet revideret til at der skulle være tilstrækkelig opbevaringskapacitet til at reglerne for udbringningstider og udnyttelsesprocenten kan overholdes, hvilket normalt svarer til 9 måneder for svinebrug og 7 måneder for kvægbrug med dyrene ude om sommeren. Der skal dog altid være minimum 6 måneders opbevaringskapacitet. Kravet skulle være opfyldt den 31. december 1994.

I 2001 stod 87 % af dyreenhederne på ejendomme med opbevaringskapacitet til flydende husdyrgødning på 9 måneder eller derover, mens 92 % af dyreenhederne stod på ejendomme med 6 måneders opbevaringskapacitet eller derover. Andelen af dyreenheder med mindst 9 måneders opbevaringskapacitet er steget igennem perioden fra 1991 til 1998 med i alt 53 %-point (figur 4.4). Den største stigning fandt sted fra 1993 til 1994, idet lovkravet om tilstrækkelig opbevaringskapacitet skulle være opfyldt med udgangen af 1994. Fra 1998 til 2001 faldt andelen af dyreenheder med mindst 9 måneders opbevaringskapacitet med 5 %-point.

87 % af dyreenhederne på ejendomme med mindst 9 måneders opbevaringskapacitet

Figur 4.4 Opbevaringskapaciteten til gylle og ajle opgjort i procent af ejendommenes dyreenhederne fra 1991 til 2001.



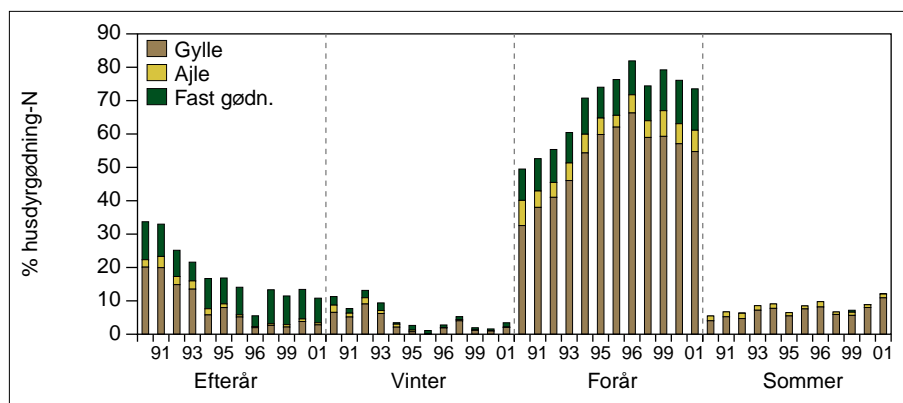
LA02 – Fig. 4.4

På landsbasis i 2000 hørte 83 % af dyreenhederne til ejendomme med 9 måneders opbevaringskapacitet eller derover for gylle eller ajle, mens yderligere 13 % af dyreenhederne tilhørte ejendomme med 6 måneders opbevaringskapacitet eller derover. Dette er beregnet på baggrund af tal fra *Danmarks Statistik (2001)* for opbevaringsfaciliteter til gylle og ajle. Opbevaringskapacitet i oplandene svarer dermed nogenlunde til gennemsnittet for hele landet.

31 %-point stigning i forårs-/sommerudbringning siden 1990

Udbringningstidspunkterne for husdyrgødning er vist i figur 4.5 for årene 1990-2001. Opgørelsen registrerer den udbragte husdyrgødning eksklusiv den mængde der efterlades på marken ved afgræsning. Det ses at den største husdyrgødningsmængde udbringes om foråret. Således er forårs- og sommerudbringningen steget fra 55 % i 1990 til 86 % i 2001.

Figur 4.5 Udbringningstid for husdyrgødning fra 1990 til 2001.



LA02 – Fig. 4.5

Der er igennem perioden fra 1990 til 1997 sket en stigning i andelen af forårs- og sommerudbragt husdyrgødning i takt med udbygningen af opbevaringskapacitet. Følgelig var stigningen også størst fra 1993 til 1994.

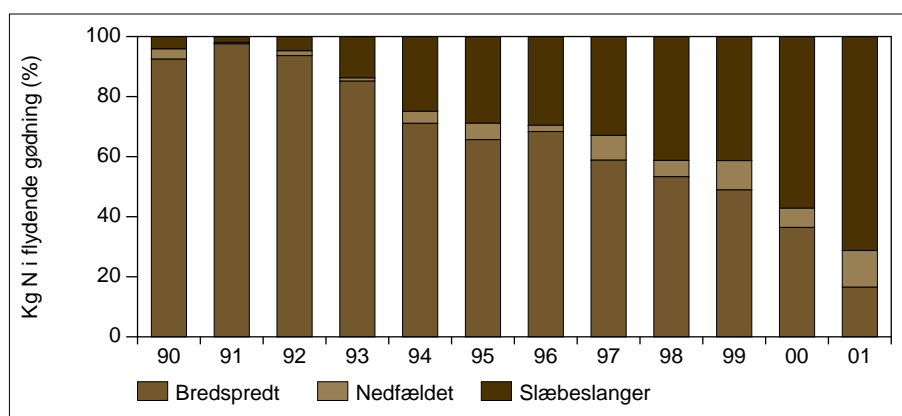
Fra 1997 er der imidlertid en tilbagegang i andelen af forårs- og sommerudbragt husdyrgødning på ca. 7 %-point for hele datamaterialet (LOOP 1-7). En del af nedgangen skyldes at det Vestsjællandske opland (LOOP 7) er medtaget fra 1998. Uden dette opland er nedgangen ca. 4 %. Nedgangen i forårs-/sommerudbringningen skyldes at andelen af fastgødning/dybstrøelse er steget i de forløbne år. I 1997 udgjorde andelen af fastgødning/dybstrøelse 14 % af kvælstoffet i husdyrgødningen mod 20-23 % i 1998-2001. Den øgede mængde fastgødning/dybstrøelse er ifølge figur 4.5 udbragt fortrinsvis om efteråret.

Stigning i produktion af fast gødning/dybstrøelse går i retning af bedre dyrevelfærd, men muligheden for at udnytte kvælstoffet i denne gødningsform er ringere end for flydende husdyrgødning.

### Udbringningsmetode

Udbringningsmetoden har stor betydning for hvor stor ammoniakfordampningen fra husdyrgødningen (ab lager) bliver. Ved nedfældning af husdyrgødning er ammoniakfordampningen mindst. Det er vurderet at ved brug af slæbeslanger er markeeffekten 5-10 % point mindre og ved bredspredning yderligere 5-10 %-point mindre end ved nedfældning. Disse forskelle i udbringningsmetode er mest udtalte i forårs månederne (*Håndbog for plantedyrkning 2001*). Kravene til udnyttelse af kvælstof i husdyrgødningen trådte i kraft første gang pr. 1. august 1993. Af figur 4.6 ses at den største ændring i udbringningsmetode netop skete fra 1993 til 1994.

Figur 4.6 Udviklingen i udbringningsmetode for flydende husdyrgødning fra 1990 til 2001.



LA02 – Fig. 4.6

Udbringningsmetoden har indflydelse på hvor meget kvælstof der er tilbage i husdyrgødningen når den ender i jorden. Med skærpede krav til udnyttelsen af husdyrgødningen er interessen for at mindske kvælstoftabet ved ammoniakfordampning tilsvarende øget. I 1990 blev 92 % af kvælstoffet i den flydende husdyrgødning bredspredt, i 2001 var dette reduceret til 17 %. Især blev slæbeslanger brugt i stedet. I 1990 blev 4 % af kvælstoffet i den flydende husdyrgødning bragt ud med slæbeslange - dette var steget til 71 % i 2001. Nedfældning har først vundet indpas de seneste år og i 2001 blev 12 % af kvælstoffet i den flydende husdyrgødning nedfældet.

## 4.3 Forbrug af kvælstofgødning og kvælstofnormer til afgrøderne i landovervågningsoplandene

### Effektivt kvælstof i husdyrgødningen

Forventet markeeffekt af kvælstof i husdyrgødning

Effektivt kvælstof i husdyrgødningen regnes her ud fra markeeffekten, som er en tabellagt værdi for hvor meget af husdyrgødningens kvælstof der kan erstatte handelsgødningskvælstof. Når der tildeles kvælstof i form af husdyrgødning, vil en del af kvælstoffet være organisk bundet og dermed ikke umiddelbart tilgængeligt for planterne. En del af husdyrgødningens uorganiske kvælstof vil fordampe ved eller efter udbringning. Resten af det uorganiske kvælstof er i princippet tilgængeligt for afgrøderne, men denne del kan også udvaskes i perioder med afstrømning. Hvor meget der er tilgængeligt afhænger af afgrøde, udbringningstidspunktet og udbringningsmetode.

### Effektiv kvælstof steg 16 %-point fra 1990 til 2001

I landovervågningsoplandene er det gennemsnitlige effektive kvælstof af udbragt husdyrgødning til alle afgrødegrupper med et kvælstofbehov steget fra 34 % i 1990 til 50 % i 2001; beregningerne er baseret på forventet markeffekt for de enkelte år (bilag 4.1) (*Håndbog for plantedyrkning, 1990, 1994-2001*). Fra 1990 til 2001 ses således en stigning på 16 %-point som afspejler, at en stigende del af husdyrgødningen er blevet udbragt om foråret og sommeren igennem perioden 1990-2001, og at udbringningsteknikken er blevet forbedret. Stigningen i andelen af kvælstoffet i husdyrgødningen som planterne kan optage, har bevirket at handelsgødningsforbruget har kunnet ned-sættes.

### Gødningstildeling til afgrøderne i 2001

#### Alle afgrødegrupper med en kvælstofnorm

Kvælstoftildelingen til de enkelte afgrøder er vist i tabel 4.3. Til vår- og vinterkorn tildeles der gennemsnitlig 108 og 157 kg N ha<sup>-1</sup> effektiv gødning, hvilket stort set svarer til de gennemsnitlige normer for de to afgrødegrupper. Til de øvrige afgrøder tildeles gennemsnitlig mindre effektivt gødning end normen for afgrødegrupperne. Størst forskel er der for vedvarende græs, helsæd og græs i omdrift. Ud- viklingen i forbrug af kvælstofgødning og afgrødernes kvælstofnorm for perioden 1990-2001 er vist i figur 4.7. Der er kun medtaget 1990 og 1994-2001 i denne opgørelse, fordi lovbindende krav om kvælstofnormer først blev indført i 1994. 1990 er med for at vise udgangspunktet.

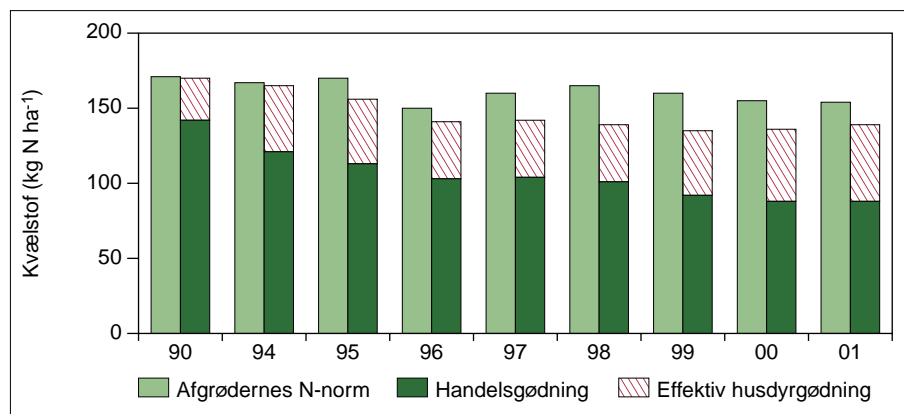
Handelsgødningsforbruget faldt fra 142 til 88 kg N ha<sup>-1</sup> i perioden 1990-2001. I samme periode steg tilførsel af effektiv husdyrgødningskvælstof fra 28 til 51 kg N ha<sup>-1</sup>. I beregning af effektiv husdyrgødning fra år 1999 indgår den effektive andel af udbindingen med 50 % af total N, hvilket nogenlunde svarer til udnyttelseskravet. Total effektiv kvælstoftilførsel er således faldet fra 170 kg N ha<sup>-1</sup> i 1990 til 139 kg N ha<sup>-1</sup> i 2001. Kvælstofnormen til afgrøderne har ligget på mellem 150 og 171 kg N ha<sup>-1</sup> i 1990-98. Fra 1999 og fremover er kvælstofnormen reduceret med 10 %, og i årene 1999-2001 har kvælstofnormen ligget på 154-160 kg N ha<sup>-1</sup>. Gennem årene er der sket et fald i det gennemsnitlige forbrug af kvælstofgødning set i forhold til afgrødernes kvælstofnorm. Således udgør handelsgødningen nu en mindre andel af afgrødernes normer, 57 % i 2001 mod 83 % i 1990.

Tabel 4.3 Oversigt over gødningsanvendelse til afgrødegrupper i fem landovervågningsoplande, 2001.

		Vår- korn	Vinter- korn	Korn med udlæg	Rodfrugt	Frø- afgrøder	Helsæd	Græs i omdrift	Vedv. græs
Handelsgødning	(kg N ha <sup>-1</sup> )	79	116	77	184	81	42	80	42
Husdyrgødning	(kg N ha <sup>-1</sup> )	69	86	113	78	115	166	141	5
Udbinding	(kg N ha <sup>-1</sup> )	0	0	4	0	0	23	41	58
Afgrødernes norm	(kg N ha <sup>-1</sup> )	107	159	136	110	135	192	204	169
Effektiv N i husdyrg.	(kg N ha <sup>-1</sup> )	29	41	54	40	55	71	84	31
Effektivt tildelt N	(kg N ha <sup>-1</sup> )	108	157	131	124	136	113	164	73
Total tildelt	(kg N ha <sup>-1</sup> )	148	202	194	162	196	231	262	105
Høstet	(kg N ha <sup>-1</sup> )	109	147	128	146	80	197	175	85
Høstet/tildelt x 100	(%)	74	73	66	90	41	85	67	81
Tildelt - høstet	(kg N ha <sup>-1</sup> )	39	55	66	16	116	34	87	20

Anbefalet kvælstof (fra Plantedirektoratet) er ikke korrigeret i forhold til forventet udbytte.

Figur 4.7 Udviklingen i tildeling af kvælstofgødning for og kvælstofnorm for alle afgrødegrupper med et gødningsbehov, LOOP 1-6 i 1990-2001.



LA02 – Fig. 4.7

#### 4.4 Udnyttelse af husdyrgødning samt forbrug af kvælstof i forhold til bedrifters N-kvote i landovervågningsoplandene

"Udnyttelsen af husdyrgødning" udtrykker den procentandel af N-kvoten som dækkes af husdyrgødningen. Den resterende andel dækkes af handelsgødning. Bedriftens N-kvote er summen af afgrødernes kvælstofnormer plus N-prognose og minus eftervirkning af husdyrgødning. Fra 1999 er normen til græs ændret således at alle græsmarker får normen til slæt græs. Samtidig er der stillet krav om at kvælstof afsat på marken ved afgræsning skal udnyttes med samme procentsats, som den gødning der afsættes i stalden. Derfor indgår udbinding i "Total tildelt husdyrgødningskvælstof" og altså i beregningen af udnyttelsen fra gødningsåret 1998/99 og frem.

Udnyttelsen beregnes på følgende måde:

$$\frac{\text{Bedriftens "N - kvote" - Tildelt handelsgødningskvælstof}}{\text{Total tildelt husdyrgødningskvælstof}} \times 100$$

*Lovkrav til udnyttelse af kvælstof i husdyrgødning steg med 5 %-point i 2000*

Det lovmæssige krav til udnyttelse af kvælstof i husdyrgødning på ejendomsniveau var fra 1. august 1999: 55 % for svinegyde, 50 % for kvæggylle, 20 % for dybstrøelse og 45 % for anden husdyrgødning. For alle gødningstyper var dette en stigning i kravet på 5 %-point i forhold til året før. Yderligere er der et krav til eftervirkningen af husdyrgødning og anden organisk gødning udbragt året før; 15 % for dybstrøelse og 10 % for al anden organisk gødning. I 1999 blev afgrødernes kvælstofnormer reduceret med 10 %.

Udnyttelsen af kvælstof i husdyrgødningen er opgjort i følge lovgivningen jvf. formlen ovenover. Den gennemsnitlige udnyttelse af husdyrgødning for ejendommene er vist i tabel 4.4 for 2000. I henhold til lovgivningen er der medtaget ejendomme som har mere end 10 dyreenheder eller har en husdyrtæthed på mere end 1,0 DE ha<sup>-1</sup> eller modtager mere end 25 tons husdyrgødning om året. Kvælstofnormerne i henhold til Plantedirektoratet er ikke udbyttekorrigeret da data fra Plantedirektoratets kontrolrapporter viser, at opjustering af normerne på baggrund af dokumenteret merudbytte kun udnyttes i ganske få tilfælde og udgør mindre end 0,05 % af den samlede kvote (Grant et al., 2000).

*Ca. 75 % af ejendommene opfyldte minimumskravet til udnyttelse af kvælstof i husdyrgødning i 2001*

Kvælstofprognosen var i 2001 0 kg N ha<sup>-1</sup> i gennemsnit. Som gennemsnitlig udnyttelse er anvendt et simpelt gennemsnit for at vise det typiske for ejendommene. Den gennemsnitlige udnyttelse var ca. 13 %-point højere end kravet. Kvægbrugene og de blandede brug havde væsentlig højere udnyttelsesprocent i forhold til lovkravet. Årsagen hertil kan være at græsmarker ofte ikke gødes så meget som tilladt, jvf. afsnit 4.3. Dette betyder en høj udnyttelse på ejendomme med græsmarker. Den gennemsnitlige udnyttelse for svinebrugene var lidt større end lovkravet. Gennemsnitstallene dækker dog over store variationer. Af tabel 4.5 fremgår det at 74 % af ejendommene havde opnået en udnyttelsesprocent der var større end minimumskravet, hvis der i opgørelsen accepteres en usikkerhed på 5 %-point. 26 % havde en udnyttelse der var mere end 5 %-point under kravet. Sidstnævnte gruppe af ejendomme rædede over 26 % af husdyrgødningen.

I opgørelsen af udnyttelse af anvendt standardiserede normer for afgrøderne. De enkelte landmænd har mulighed for at tilpasse normerne til ejendomspecifikke behov, fx med hensyn til anvendelsen af afgrøderne.

En opgørelse af henholdsvis over-/underforbrug af kvælstofgødning i forhold til bedrifternes kvote i 2001 er vist i figur 4.8a. Opgørelsen dækker alene konventionelle bedrifter. Dette er fordi økologiske bedrifter oftest ikke gøder efter N-normen. Ca. 14 % af det dyrkede areal på de konventionelle bedrifter får mere end 10 kg N ha<sup>-1</sup> over bedrifternes kvote (overforbrug), mens ca. 38 % af arealet på de konventionelle bedrifter får mindre end 10 kg N ha<sup>-1</sup> under bedrifternes kvote (underforbrug).

Når en bedrift tilfører mindre gødning end kvoten tillader kan man også sige at bedriften har "luft" i gødningsregnskabet. Det er især kvægbrug og planteavl, der har luft i gødningsregnskabet (figur 4.8b). Lovgivningsmæssigt set behøver bedrifter med luft i gødningsregnskabet ikke at skære ned på gødningsforbruget i takt med stramninger i regelsættet.

*Tabel 4.4 Udnyttelse af husdyrgødning i henhold til gældende lovgivning på konventionelle brug i landovervågningsoplandene med anvendelse af husdyrgødning. Opdeling på brugstyper, 2001.*

	Antal brug i opgørelsen	Opnået udnyttelse (%)	Krav til udnyttelse (%)	Antal brug som opfylder krav	Areal (ha)	Husdyr-Gødning ( tons N)
Kvægbrug	30	58,1	38,7	27	1897	269
Svinebrug	23	50,6	48,0	13	1357	128
Planteavl	14	49,8	46,1	8	472	39
Alle brug	67	53,8	40,8	46	3726	436

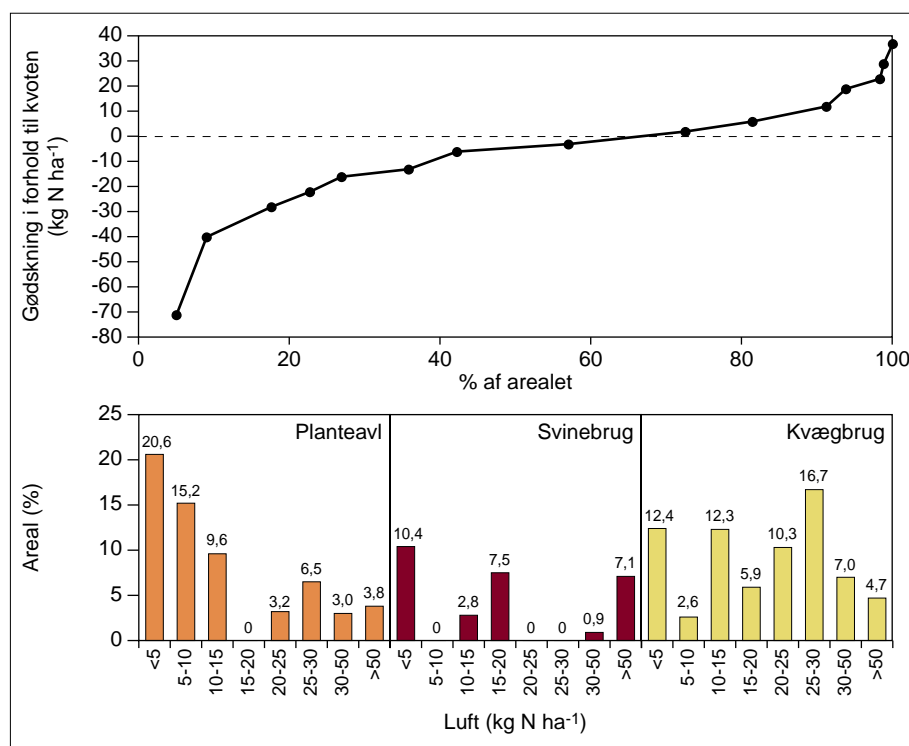
*Tabel 4.5 Antal konventionelle brug i procent i forhold til opfyldelse af krav om udnyttelse af deres husdyrgødning på ejendomme i landovervågningsoplandene for år 2001*

	Ejendomme	Opnået udnyttelse	Krav til udnyttelse	Areal <sup>1</sup>	Husdyr-gødning
	Antal			4188 ha	491 t N
	67				
Opfyldt krav til udnyttelsen	%	%	%	%	%
Udnyttelsen er mindre end krav, men større end krav minus 5	44	65,4	37,5	60	66
Udnyttelsen er mere end 5 % under kravet	4	48,9	51,6	10	8
	19	27,8	46,4	30	26

<sup>1)</sup> Angiver areal for ejendomme, som anvender husdyrgødning.

Figur 4.8a. Fordeling af det dyrkede areal på konventionelle bedrifter efter over- og underforbrug af N-gødning i forhold til bedrifternes N-kvote i landovervågningen, 2001. N-forbruget er opgjort som handelsgødning-N plus kravet til udnyttelse af N i husdyrgødning.

Figur 4.8b Fordeling af ikke benyttet N-kvote ("luft" i gødningsregnskabet) på konventionelle brug i landovervågningen, 2001. "Luft" er beregnet som N-kvote - handelsgødning-N - udnyttelseskrav til husdyrgødnings-N.



LA02 - Fig. 4.8

## 4.5 Markbalancer for kvælstof i landovervågningsoplandene

### Opgørelsesmetode til markbalance

For at belyse tabspotentialt for kvælstof i forbindelse med landbrugsproduktion er der foretaget en opgørelse over input og output på markniveau i landovervågningsoplandene. Input består i denne sammenhæng af tilført kvælstof med handelsgødning og husdyrgødning inklusiv udbinding samt kvælstoffixering og atmosfærisk deposition. Kvælstoffixering er fra 1990-97 beregnet efter *Kyllingsbæk (1995)*, og fra 1998 beregnet efter model opstillet i Grønt Regnskab i landbruget. Output i form af fjernet kvælstof er opgjort på basis af høstudbyttet og normtal for afgrødernes kvælstofindhold for 1990-97 (*Vilhelm og Nielsen, 1990; Landsudvalget for kvæg, 1993 og 1995*), og for 1998-2000 i indberetningsprogrammet *Bedriftsløsning*. Opgørelsen over fjernet kvælstof er imidlertid forbundet med en vis usikkerhed; dette gælder specielt hvor afgrøden, afgrøderesten eller en eventuel efterafgrøde anvendes til foder. Dette skyldes dels usikkerhed ved indberetningerne med hensyn til brutto- og nettoudbytter; dels skyldes det usikkerhed over hvorvidt hele udbyttet er blevet registreret eller der for eksempel er taget et ekstra slæt eller foregået en sen afgræsning. Balancen kan følgelig undervurdere fraførslen af kvælstof især fra græsafgrøder og korn med udlæg.

Ved beregning af balancer ses på hele det dyrkede areal, dvs. brakarealerne er også indregnet.

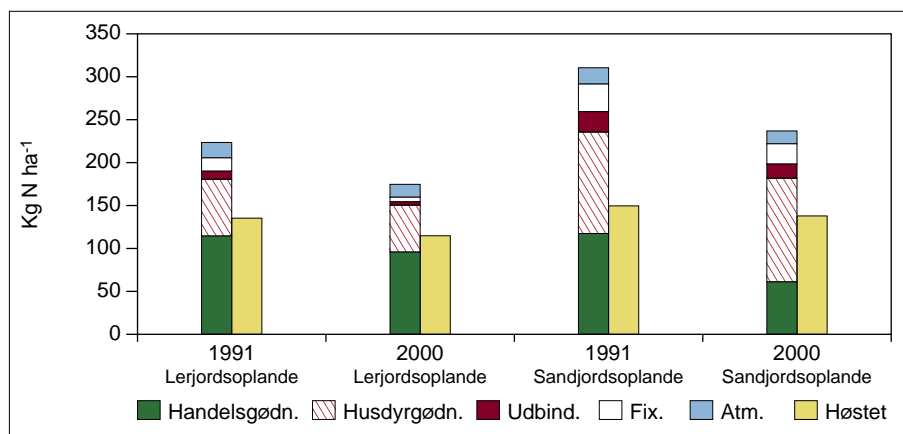
### Tabspotentiale for kvælstof

Balancen er et mål for tabspotentialt; kvælstof kan tabes ved udvaskning, men også ved ammoniakfordampning og denitrifikation eller der kan ske en ændring i jordens organiske puljer. I figur 4.9 er kvælstofbalancerne for landbrugsjorden vist for ler- og sandjordoplande for 1991 og 2001. Tilførsel og nettotilførsel af kvælstof er størst for sandjordsoplandene, men det er også her, der er set den



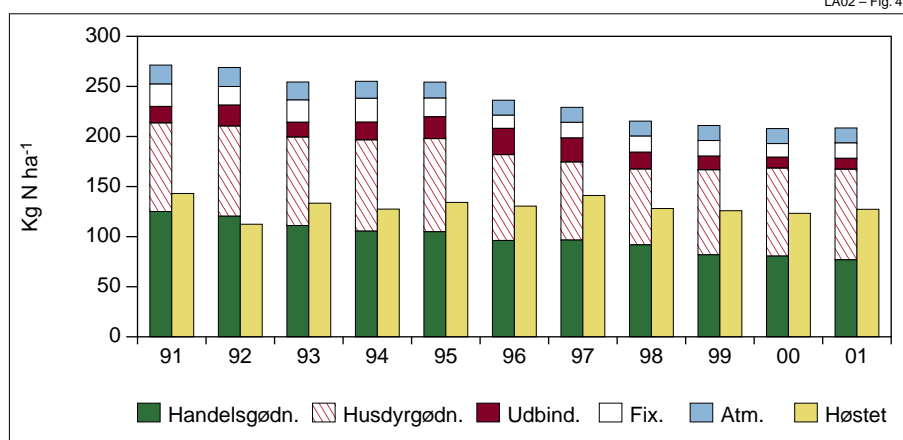
største reduktion i nettotilførsel. Fra 1991 til 2001 er den gennemsnitlige reduktion i nettotilførsel 62 kg N ha<sup>-1</sup> i sandjordsoplandene mod 28 kg N ha<sup>-1</sup> på lerjordsoplandene .

Figur 4.9 Markbalance for kvælstof opgjort for ler- og sandjordsoplande i 1991 og 2001.



LA02 – Fig. 4.9

Figur 4.10 Markbalance for kvælstof i landovervågningsoplandene 1-6, 1991-2001. (Brakarealerne er indregnet i denne opgørelse).



LA02 – Fig. 4.10

### Udvikling i nettotilførsel til marker

Udviklingen i kvælstofbalancerne for det dyrkede areal i perioden 1991-2001 er vist i figur 4.10. Tilførslen af handelsgødningskvælstof er faldet fra 125 kg N ha<sup>-1</sup> i 1991 til 80 kg N ha<sup>-1</sup> i 2001. I perioden 1990-1994 har kvælstoftilførsel med husdyrgødning været omtrent uændret, mens der fra 1995 til 2001 har været et jævnt fald i tilførslen til 101 kg N ha<sup>-1</sup>. Den totale tilførsel til landbrugsarealet er faldet med ca. 23 % fra 1991 til 2001. Kvælstof fjernet med afgrøderne har varieret mellem 112 og 143 kg N ha<sup>-1</sup> med de laveste værdier i 1992. Nettotilførslerne er generelt reduceret med 37 %, fra 128 kg N ha<sup>-1</sup> i 1991 til 81 kg N ha<sup>-1</sup> i 2001. Der fremkommer dog nogen variation på grund af forskelle i høstudbyttet.

### Nettotilførsel af kvælstof stiger med stigende husdyrtæthed

Nettotilførslen af kvælstof til markerne stiger med stigende husdyrtæthed. Således var overskuddet i 2001 41, 69, 105 og 115 kg N ha<sup>-1</sup> på brug med henholdsvis 0, 0-1,0 DE ha<sup>-1</sup>, 1,0-1,7 DE ha<sup>-1</sup> og mere end 1,7 DE ha<sup>-1</sup>.

## 4.6 Markbalancer for fosfor for landovervågningsoplandene

### Baggrund

Med hensyn til fosforgødsning forefindes vejledende normer for de enkelte afgrøder (*Håndbog for Plantedyrkning, 2001*); normerne gælder

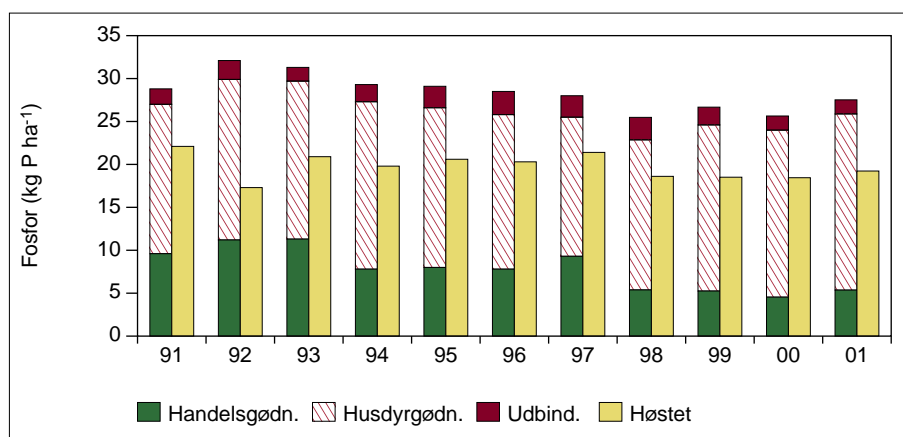
for jorde med middelhøj fosforstatus og behovene og tilførslerne skal ses over en flerårig periode.

I Danmark sker regulering af husdyrgødningstilførsel til afgrøderne på basis af afgrødernes kvælstofbehov og husdyrgødningens indhold af kvælstof og i mindre omfang af fosfor. Dette betyder at nogle husdyrgødede marker kan få tilført meget store mængder fosfor, uafhængigt af jordens fosforindhold i øvrigt. I nogle lande, fx Sverige, reguleres husdyrgødningstilførslen desuden på basis af fosforindholdet i denne.

### Udvikling i fosfor input

Udviklingen i fosforbalancerne for landbrugsarealet i perioden 1991-2001 er vist i figur 4.11. Tilførslen af handelsgødningsfosfor er faldet fra ca. 10,5 kg P ha<sup>-1</sup> i 1991-92 til 5,4 kg P ha<sup>-1</sup> i 2001. Alene fra 1997 til 2001 er forbruget af handelsgødning faldet fra 9,3 til 5,4 kg P ha<sup>-1</sup>. Tilførslen af husdyrgødnings fosfor var i 1991-92 ca. 20,0 kg P ha<sup>-1</sup> og i 2001 22,1 kg P ha<sup>-1</sup>. Den totale tilførsel til landbrugsarealet er faldet med knap 10 %. Det største fald er sket fra 1997 til 1998 og skyldes primært faldet i brugen af handelsgødning.

Figur 4.11 Markbalance for fosfor i landovervågningsoplandene 1-6, 1991-2001. (Brakarealerne er indregnet i denne opgørelse).



LA02 - Fig. 4.11

### Fosfor fjernet med afgrøder

Fra 1991 til 1997 er fosfor fjernet med afgrøderne opgjort på basis af høstudbyttet og normtal for afgrødernes kvælstofindhold (Vilhelm og Nielsen, 1990; Landsudvalget for kvæg, 1993 og 1995). Fra 1998 er fosforindholdet udregnet i indberetningsprogrammet Bedriftsløsning. Opgørelsen er behæftet med samme usikkerhed som beskrevet for høstet kvælstof (afsnit 4.4). Høstet fosfor har varieret mellem 17,3 og 22,1 kg P ha<sup>-1</sup> i årene 1991-2000 med de laveste værdier i 1992 (figur 4.11). Dette medfører at nettotilførslerne af fosfor til landbrugsjorden er faldet fra ca. 10,5 kg P ha<sup>-1</sup> i 1991-92 til 8,3 kg P ha<sup>-1</sup> i 2001.

### Nettotilførsel af fosfor størst for svinebrug og blandede brug

I tabel 4.6 er fosforbalancerne for 2001 opgjort for henholdsvis brugstyper og dyretæthedsgrupper. Tilførsel af fosfor til markerne på planteavlsbrugene udgjorde 12,6 kg P ha<sup>-1</sup> med handelsgødning og 5,3 kg P ha<sup>-1</sup> med husdyrgødning, mens husdyrbrugene forbrugte gennemsnitlig 2,3 kg P ha<sup>-1</sup> med handelsgødning og 26,2 kg P ha<sup>-1</sup> med husdyrgødning. Resultatet blev at alle husdyrbrug havde en positiv nettotilførsel af fosfor. Planteavlsbrugene havde omtrent balance mellem tilførsel og fraførsel af fosfor, mens kvæg- og svinebrugene havde en nettotilførsel på henholdsvis 10,5 og 10,9 kg P ha<sup>-1</sup>.

Table 4.6 Fosforbalancer for landbrugsjord på ejendomme med forskellig brugstyper og dyretæthed, 2001.

		Brugstyper			Dyretæthed (DE ha <sup>-1</sup> )			
		Plante	Kvæg	Svin	0	0-1,0	1,0-1,7	> 1,7
Areal (ha)		2053	2672	1547	2115	1519	1508	1715
Handelsgødning (kg P ha <sup>-1</sup> )		12,6	3,7	1,9	12,6	5,1	2,1	1,5
Husdyrgødning <sup>1)</sup> (kg P ha <sup>-1</sup> )		5,3	25,7	27,0	5,3	17,5	27,3	32,9
Høstet (kg P ha <sup>-1</sup> )		17,8	18,9	18,0	17,7	16,4	18,0	20,7
Total tilført.-høstet (kg P ha <sup>-1</sup> )		0,1	10,5	10,9	0,1	6,2	11,4	13,7

<sup>1)</sup> Husdyrgødning incl. udbinding

*Netttilførsel af fosfor stiger med stigende husdyrtæthed*

Af tabellen ses endvidere, at netttilførslen steg med stigende husdyrtæthed.

## 4.7 Pesticidanvendelse i oplandene

I bekæmpelsesmiddelstatistikkerne opgøres pesticidforbruget dels som mængden af solgte aktiv stoffer dels som behandlingshyppigheden (kapitel 3). Behandlingshyppigheden er et udtryk for hvor mange gange et areal er behandlet med den godkendte dosis. Behandlingshyppigheden beregnes på baggrund af salgsstatistikken for pesticider, afgrødefordelingen og det dyrkede areal.

*Definition af behandlingsindeks BI*

I Landovervågningen, hvor pesticidforbruget er kendt på markniveau, kan foretages mere detaljerede opgørelser. Mængden af aktiv stoffer udspredd på den enkelte mark er kendt. Endvidere kan der udregnes et behandlingsindeks (BI). Dette indeks beregnes for den enkelte behandling som den faktisk anvendte dosis set i forhold til den godkendte dosis. Herefter kan det totale behandlingsindeks for de enkelte marker eller for forskellige gruppeinddelinger opgøres. Behandlingsindekset udtrykker således samme forhold som den ovenfor beskrevne behandlingshyppighed. Såvel behandlingshyppigheden som behandlingsindekset opgøres for det konventionelt dyrkede omdriftsareal.

*Gennemsnitlig mængde aktiv stof 0,63 kg ha<sup>-1</sup> og BI 1,19*

Herbicerne udgør langt den overvejende del af sprøjtningerne. Som gennemsnit for det dyrkede areal blev der i 2001 anvendt 0,63 kg aktiv stof per ha. Heraf udgør herbicerne 75 % mens fungicider, insekticider og vækstreguleringsmidlerne udgør henholdsvis 18 %, 1 % og 6 %. Opgjort som behandlingsindeks er herbicerne stadig dominerende, men fungicider og insekticider har også et vist omfang. Det gennemsnitlige behandlingsindeks for hele det dyrkede areal er 1,19. Heraf udgør herbicerne 61 %, fungiciderne 25 % og insekticiderne 11 %; vækstreguleringsmidlerne udgør 4 %.

*Roer og ærter har det højeste BI og græs behandles stort set ikke*

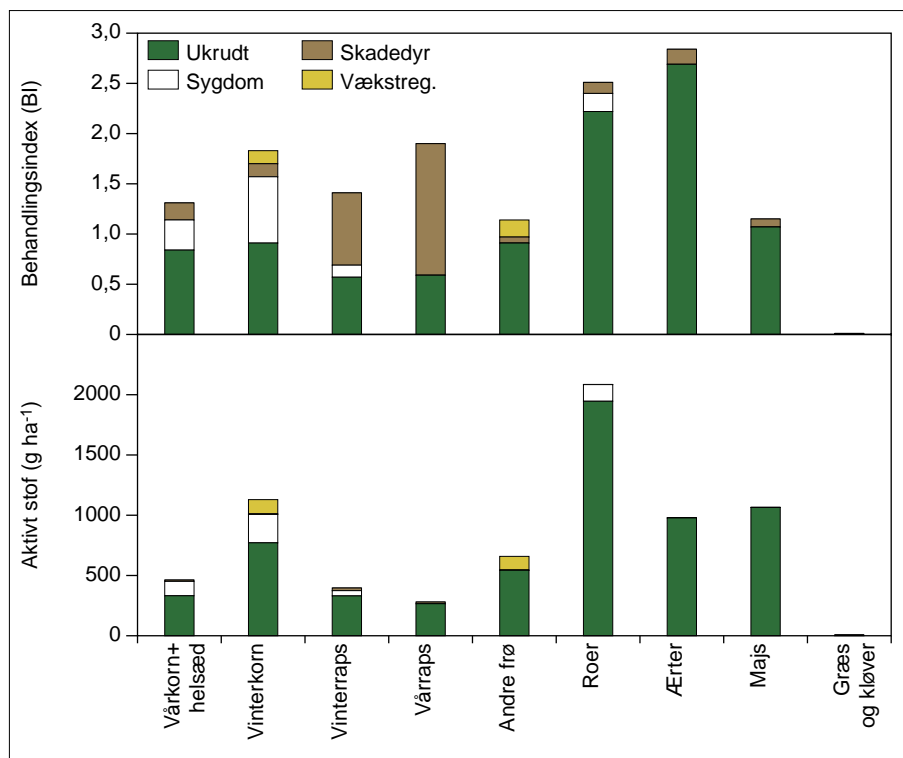
De gennemsnitlige behandlingsindeks i oplandene er lavere end behandlingshyppigheden på landsplan. Dette skyldes formentlig at andelen af afgrøder der sprøjtes meget, fx kartofler, udgør en mindre andel i oplandene end på landsplan. Behandlingsindekset for de store afgrødegrupper i oplandene (vinterkorn 1,8 og vårkorn 1,3) er meget lig behandlingshyppigheden på landsplan (vinterkorn 2,1; vårkorn 1,3). Roer og ærter har langt det højeste behandlingsindeks (over 2,5). Græsafgrøder behandles så godt som aldrig, figur 4.12.

*Sprøjtning foregår i maj-juni og i oktober*

Sprøjtetidspunkterne opgjørt på baggrund af anvendt mængde aktiv stof er vist i figur 4.13. Det fremgår at sprøjtesæsonerne hovedsagelig

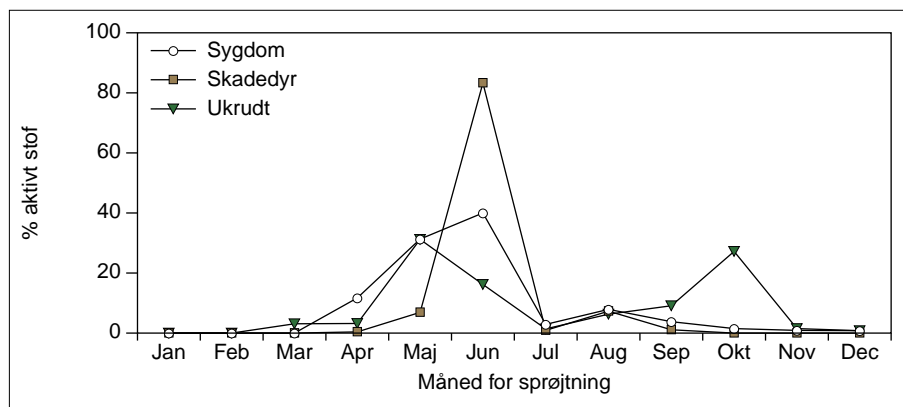
er koncentreret til maj-juni (48 % af aktiv stoffer) og oktober måned (26 % af aktiv stoffer). Herbiciderne anvendes især i maj og oktober, fungiciderne i maj-juni og insekticiderne i juni måned. Sprøjtning med herbicider i oktober måned er fortrinsvis til vinterhvedemarker.

**Figur 4.12**  
Behandlingsindeks og udspredd aktiv stof til forskellige afgrøder i Landovervågningen 2000/01 (LOOP 1-4 og 6).



LA02 – Fig. 4.12

**Figur 4.13.** Sprøjtetidspunkter for de enkelte behandlingsemner i Landovervågningen i 2000/01 (LOOP 1-4 og 6).



LA02 – Fig. 4.13

## 5 Rodzone målinger – næringsstoffer og pesticider

I dette kapitel præsenteres resultater fra jordvandsmålinger og drænvandsmålinger, og der foretages en beskrivelse af udviklingstendenser med hensyn til kvælstofkoncentrationer i jordvandet.

### 5.1 Næringsstoffer i jordvandet

#### Kvælstoffer i jordvandet

*Nitrat N udgør 80-97 % af total N*

Jordvandets kvælstofindhold består overvejende af nitrat-N (tabel 5.1). Indholdet af ammonium N har været lavt ved alle stationer, overvejende mellem 0,01 og 0,1 mg N l<sup>-1</sup>. Forskellen mellem total N og nitrat N må derfor hovedsageligt bestå af organisk bundet kvælstof.

*Tabel 5.1 Gennemsnitlige årlige koncentrationer af total N og nitrat N (simple middelværdier af ugentlige målinger) for årene 1997-2001.*

	Tot-N mg l <sup>-1</sup>	NO <sub>3</sub> -N mg l <sup>-1</sup>	Forskel %
<b>Lerjorde</b>			
LOOP 1	15,6	15,1	3,2
LOOP 4	16,4	15,5	5,5
LOOP 3	12,9	10,3	20,0
<b>Sandjorde</b>			
LOOP 2	22,7	20,9	7,9
LOOP 6	15,7	13,4	11,8

#### Afstrømning fra rodzonen

Afstrømning fra rodzonen beregnes vha. en afstrømningsmodel (EVACROP eller DAISY) på baggrund af nedbør korrigeret til jordoverfladen (Allerup et al, 1998) og fordampning efter Makkink med afgrødefaktorer.

Afstrømningerne har varieret betydeligt gennem måleperioden afhængig af nedbør og vækstbetingelser i øvrigt (figur 5.1). Således var 1993/94 og 1994/95 meget nedbørsrige år med stor afstrømning fra rodzonen. Disse år blev efterfulgt af 1995/96 - et år med rekordlav nedbør og lille afstrømning fra rodzonen. For nogle af lerjordsoplandene var der slet ikke afstrømning i dette år. Også i 1996/97 var afstrømningen lav. 1998/99 og 1999/00 var igen nedbørsrige år efterfulgt af 2000/01 med relativ lille nedbør, 20-25 % lavere afstrømning end gennemsnittet for måleperioden.

Som gennemsnit for hele måleperioden var afstrømningen fra lerjordsoplandene (LOOP 1, 4, 3) ca. 340 mm pr år og for sandjordsoplandene (LOOP 2, 6) ca. 500 mm pr. år.

#### Kvælstofudvaskning fra rodzonen

De årlige udvaskninger af kvælstof samt de årlige vandføringsvægtede kvælstofkoncentrationer i rodzonevandet er vist i figur 5.1. Koncentrationer og udvaskning er beregnet for nitrat-N.

### Høje N koncentrationer for landbrugsjord

Koncentrationen af nitrat-N i jordvandet på landbrugsjord har varieret igennem måleperioden fra 8-29 mg N l<sup>-1</sup> i lerjordsoplandene (LOOP 1, 4, 3) og fra 15-53 mg N l<sup>-1</sup> i sandjordsoplandene (LOOP 2, 6).

De højeste koncentrationer igennem måleperioden var generelt at finde for lerjordene i 1992/93 og for sandjordene i 1991/92 og 1992/93. De høje koncentrationer i 1992/93 skyldes utvivlsomt den tørre sommer (lavt udbyttensniveau) efterfulgt af store nedbørsmængder i efteråret 1992.

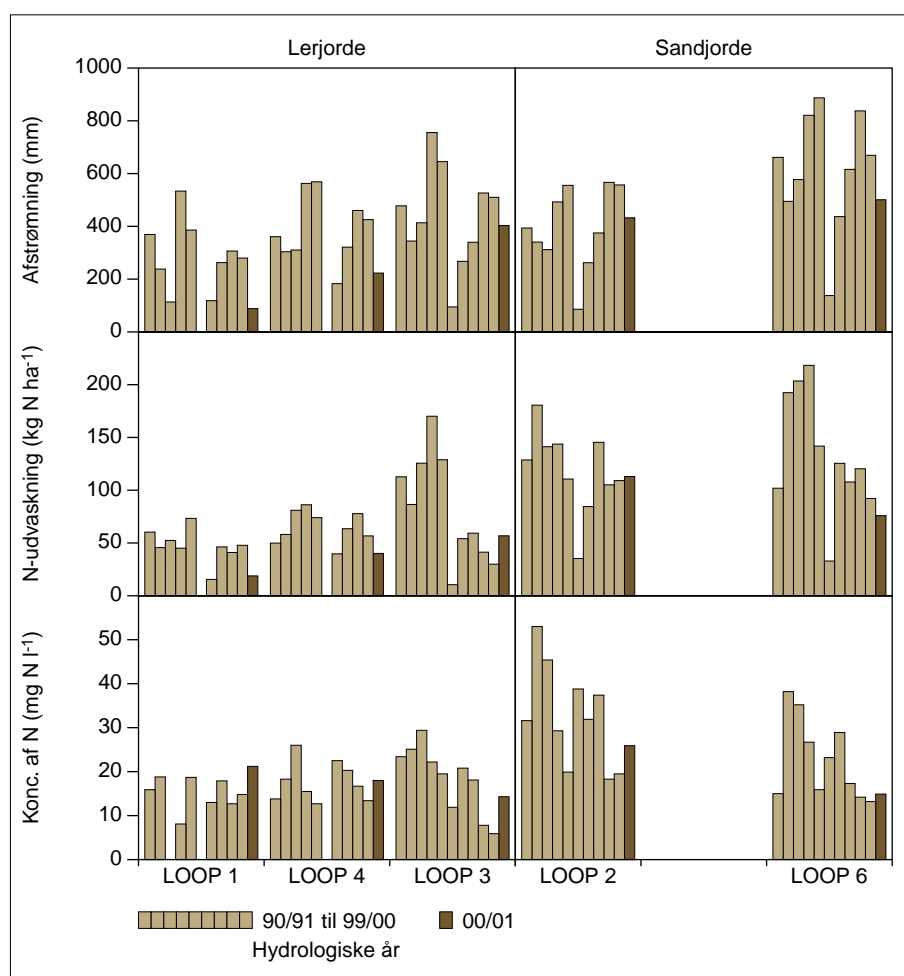
### Lav N koncentration ved skovareal

Ved en skovstation i LOOP 3 lå den gennemsnitlige koncentration af nitrat-N på 3,9 mg N l<sup>-1</sup> i perioden 1990-2001.

### Årlig N udvaskning

De årlige udvaskninger af kvælstof har i måleperioden varieret fra 0 til ca. 170 kg N ha<sup>-1</sup> år<sup>-1</sup> for lerjordene (LOOP 1, 4, 3) og fra 33 til ca. 220 kg N ha<sup>-1</sup> år<sup>-1</sup> for sandjordene (LOOP 2, 6). Variationerne har i nogen grad fulgt variationerne i vandafstrømning.

Figur 5.1 Årlig vandafstrømning og N udvaskning fra rodzonen, samt vandføringsvægtede N koncentrationer i jordvandet som gennemsnit for stationerne i fem oplande for perioden 1990/91 - 2000/01. N er angivet som nitrat N.



LA02 - Fig. 5.1

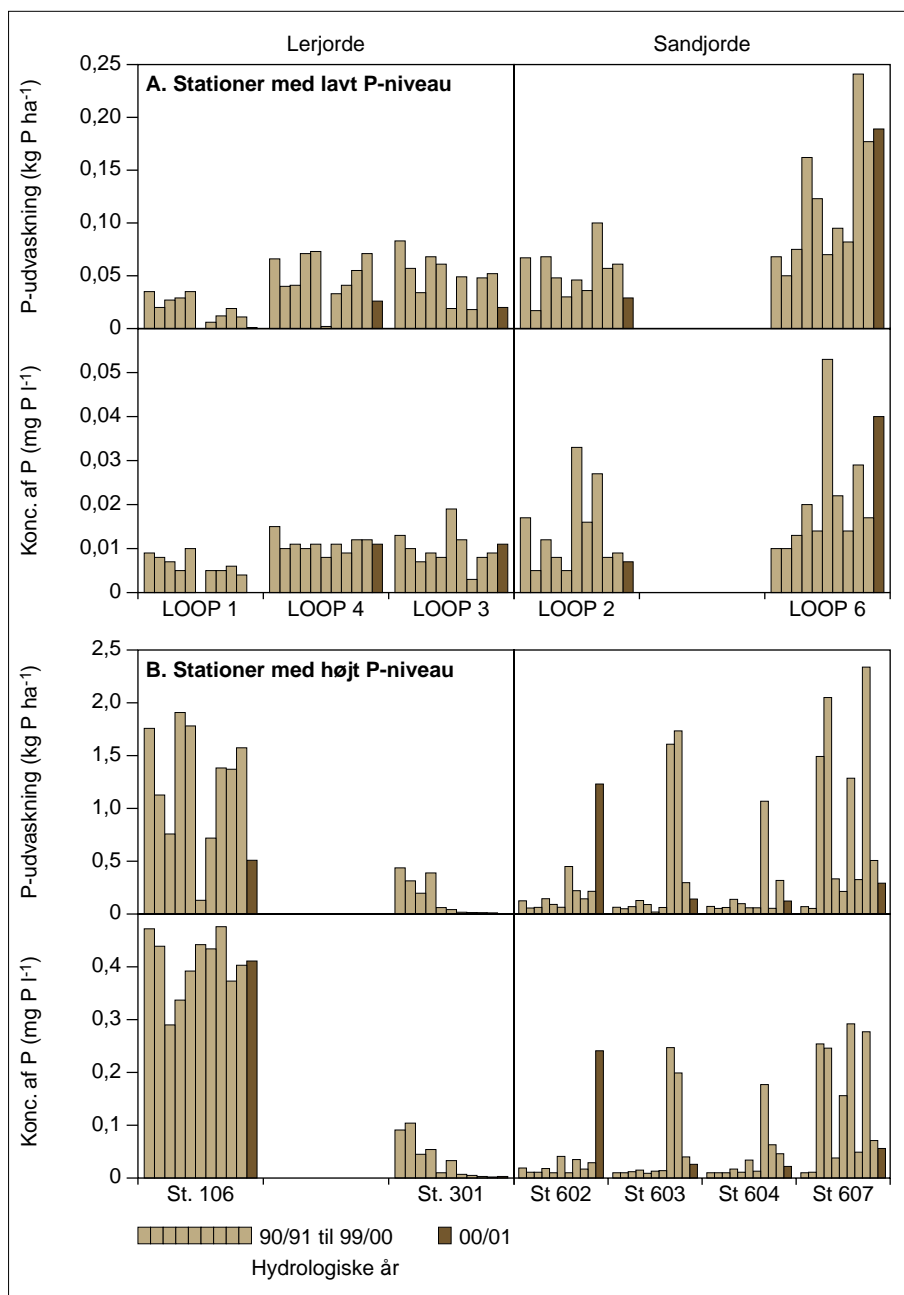
### Fosforudvaskning til grundvand

De årlige udvaskninger af ortho-P samt de årlige vandføringsvægtede koncentrationer af ortho-P i rodzonevandet er vist i figur 5.2 som gennemsnit for stationer dels med lave P værdier (a) dels med høje P værdier (b).

*Lave P koncentrationer og udvaskninger ved de fleste stationer*

For 25 jordvandsstationer har koncentrationerne af ortho-P været lave i hele måleperioden, henholdsvis 0,010 mg P l<sup>-1</sup> for lerjordsoplandene og 0,022 mg P l<sup>-1</sup> for sandjordsoplandene. Udvasningerne har været henholdsvis 0,037 kg P ha<sup>-1</sup> år<sup>-1</sup> for lerjordsoplandene og 0,086 kg P ha<sup>-1</sup> år<sup>-1</sup> for sandjordsoplandene.

Figur 5.2. Årlig udvaskning af ortho-P fra rodzonen samt vandføringsvægtede koncentrationer af ortho-P i jordvandet som gennemsnit for stationerne i fem oplande for årene 1990/91-2000/01. A: stationer med lave P niveauer, B: stationer med højt P niveau.



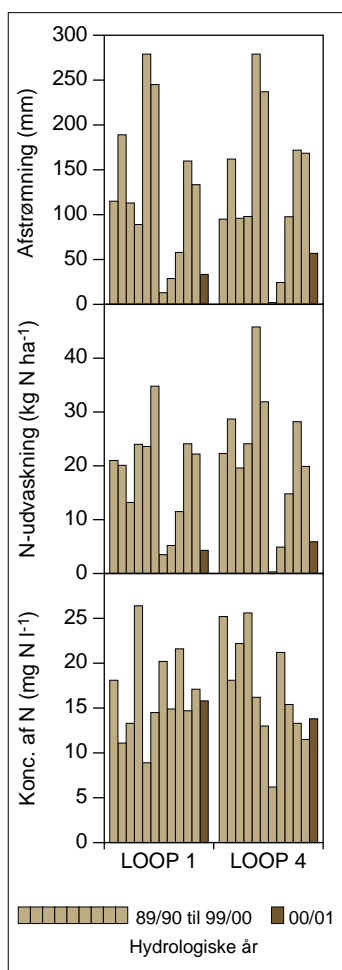
LA02 - Fig. 5.2

*Høje P koncentrationer og udvaskninger ved enkelte stationer på lerjord*

For én station på lerjord i LOOP 1 (Station 106 i Storstrøm) har der været konstant høje P koncentrationer i jordvandet, gennemsnitlig 0,40 mg P l<sup>-1</sup>. Høje fosforværdier på denne lokalitet er også målt for drænvand og grundvand. Disse høje fosforkoncentrationer må ses som en effekt af jordens meget høje fosfortal (Pt=10,7). Marken adskiller sig ikke fra de øvrige marker i samme opland med hensyn til jordtype (jb 6) og sædskifte (vinterhvede, vårbyg, ærter og fabriksroer)

Endvidere er der ved én station på lerjord i LOOP 3 (Vejle/Århus) målt høje koncentrationer af ortho-P i begyndelsen af måleperioden. Koncentrationen er dog tydeligvis faldet igennem måleperioden og er i 1996/97 på niveau med de øvrige stationer i oplandet. Ved samme station har N-udvaskningerne også været større end forventet på baggrund af N tilførslerne, og N-udvaskningerne har ligesom P-udvaskningerne været faldende igennem måleperioden (bilag 5.3). De høje udvaskninger af både N og P må skyldes at der ved måleperiodens begyndelse fandtes et stort indhold af let omsættelig organisk materiale i jorden, fx på grund af tidligere store tilførsler af husdyrgødning.

På sandjorde i LOOP 6 (Sønderjylland) var der ved fire stationer i 1997/98 og 1998/99 meget høje koncentrationer  $0,060-0,25 \text{ mg P l}^{-1}$ , og ved én station har koncentrationerne fluktueret mellem  $0,010$  og  $0,28 \text{ mg P l}^{-1}$ . Årsagen til de høje koncentrationer kan henføres til meget store P tilførsler med husdyrgødning givet på en gang - op til  $155 \text{ kg ha}^{-1}$  (st. 607) eller stor afgræsningsintensitet. Ompløjning af græs (st. 603 og 607) kan eventuelt også medvirke til den store udvaskning. *Johnston (1998)* har beskrevet betydningen af husdyrgødning og organisk materiale for fosfortransporten i jorden.



Figur 5.3 Årlig vandafstrømning og N-udvaskning fra drænen samt vandføringsvægtede N-koncentrationer i drænvandet som gennemsnit for stationerne i to lerjordsoplande for årene 1990/91-2000/01. N er angivet som nitrat N.

## 5.2 Næringsstoffer i drænvand

### Drænvandsafstrømning fra lerjorde

Drænvandsafstrømningen har ligesom afstrømningen fra rodzonen varieret betydeligt igennem måleperioden afhængig af de klimatiske forhold. Som gennemsnit for hele måleperioden 1990/91-2000/01 udgjorde drænvandsafstrømningen 50 % af afstrømningen fra rodzonen i LOOP 1 og 37 % af afstrømningen i LOOP 4.

### Kvælstoftab fra lerjorde

De gennemsnitlige koncentrationer af nitrat-N har igennem måleperioden meget nøje fulgt variationerne for jordvandet (figur 5.3).

Sammenholdes koncentrationerne af NO<sub>3</sub>-N og total N for de stationer, hvor begge parametre er bestemt, fremgår at NO<sub>3</sub>-N udgør 96 % af total N.

Koncentrationerne af NH<sub>4</sub>-N har været lave i drænvandet. Oftest har de ligget på et endnu lavere niveau end ved jordvandsanalyserne.

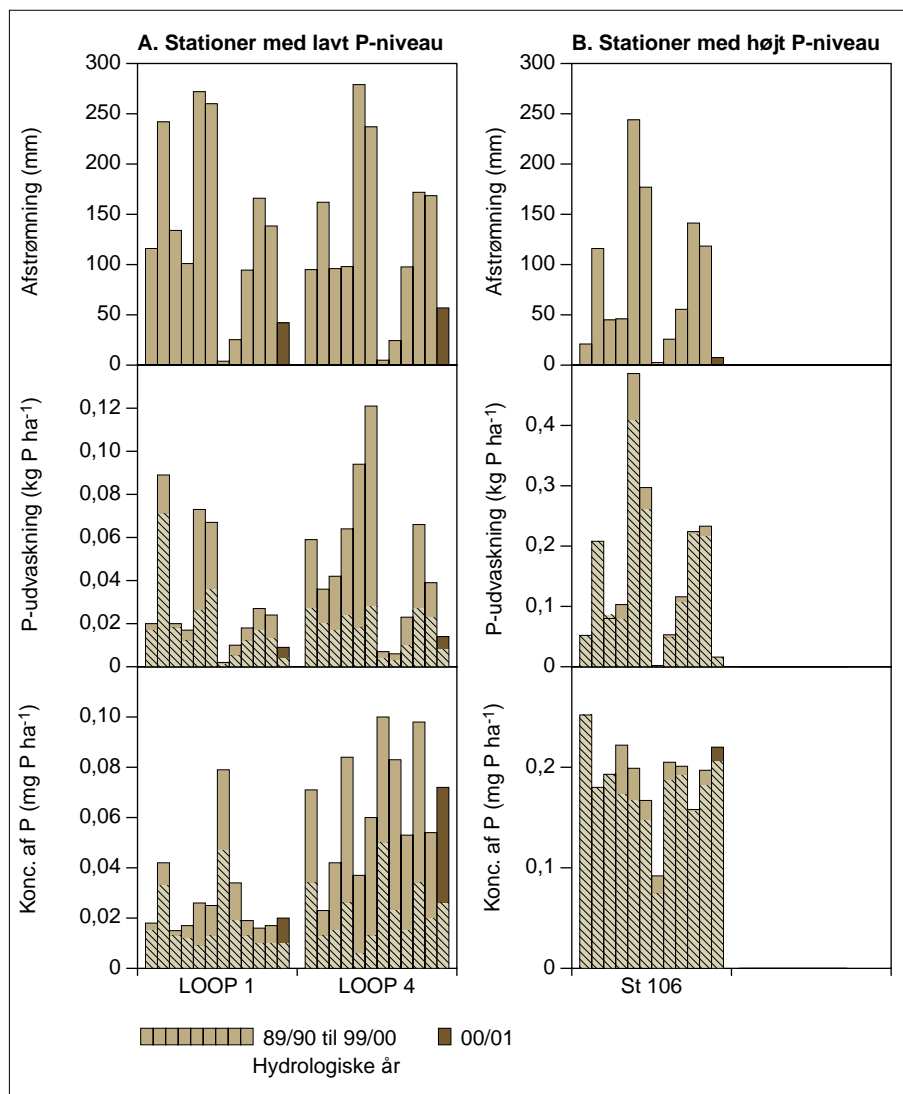
Variationen i kvælstoftab fra drænene i både LOOP 1 og LOOP 4 har fulgt variationen i afstrømningen. Tabet af nitrat fra drænene har i måleperioden udgjort henholdsvis 41 % og 36 % af udvaskningen fra rodzonen i LOOP 1 og LOOP 4.

### Fosfortab fra lerjorde

De årlige tab af opløst og total P samt de årlige vandføringsvægtede koncentrationer af P former er vist i figur 5.4. Forskellen mellem total P og opløst P antages at bestå af partikulært P og/eller organisk P.



Figur 5.4 Årlig vand-afstrømning og P tab fra dræn samt vandføringsvægtede koncentrationer af P i drænvand som gennemsnit for stationerne i to lerjordsoplande for årene 1990/91-2000/01. Søjlerne angiver total P mens den skraverede del af søjlerne angiver ortho-P. A: stationer med lavt P niveau, B: station med højt P niveau.



LA02 – Fig. 5.4

*Opløst P udgør 45 % af total P indholdet i drænvand på lerjord*

Transporten af total fosfor gennem dræn har i gennemsnit af måleperioden ligget på  $0,044 \text{ kg P ha}^{-1}$  pr år hvoraf opløst P har udgjort ca. 45 % (tabel 5.2). Det vil sige partikulært P udgør en væsentlig del af P tabet fra dræn på lerede jorde; andelen har været særlig stor i LOOP 4. Lignende indhold af partikulært P er rapporteret af f.eks. Hansen (1986), Hansen og Petersen (1985) og Grant et al. (1996; 1997).

*Højt fosforindhold i jord giver stort tab af opløst P*

Ved station 106 i LOOP 1 har de gennemsnitlige koncentrationer af total P ligget på  $0,203 \text{ mg P l}^{-1}$  og udvaskningen har ligget på gennemsnitlig  $0,182 \text{ kg P ha}^{-1} \text{ år}^{-1}$ ; heraf har ortho-P udgjort 92 %. Som nævnt tidligere kan årsagen til et stort P tab fra denne jord være et meget højt fosfortal i topjorden ( $P_t=10,7$ ).

*Tabel 5.2* Årlige vandføringsvægtede koncentrationer og drænvandstransport af fosfor fra tre stationer i LOOP 1 og fem stationer i LOOP 4, gennemsnit for 1990/91-2000/01.

	LOOP 1	LOOP 4
Koncentration (mg P l <sup>-1</sup> )		
Opløst P	0,019	0,024
Total P	0,031	0,071
Transport (kg P ha <sup>-1</sup> )		
Opløst P	0,022	0,018
Total P	0,036	0,051

*Lav N koncentration, men høj P koncentration i drænvand fra et lavt liggende sandjordsareal*

### Næringsstofudvaskning fra et lavtliggende areal på sandjord

Næringsstofudvaskningen bestemmes fra et lavtliggende areal i LOOP 2 (Nordjylland). Arealet er et tidligere engareal med tilstrømmende grundvand. De arealspecifikke afstrømninger baseret på det topografiske opland er derfor høje; den gennemsnitlige vandafstrømning har således ligget på 919 mm år<sup>-1</sup> i perioden 1990/91-2000/01, og årsvariationerne har været langt mindre end på lerjordene.

Nitrat koncentrationerne har i samme periode ligget på gennemsnitlig 10,4 mg N l<sup>-1</sup> hvilket er lavt sammenlignet med de nitratkoncentrationer, der normalt forekommer i rodzonevand på sandjorde (figur 5.2). Der sker antagelig en vis denitrifikation i det tilstrømmende grundvand.

Fosforkoncentrationerne i drænvandet er derimod høje. Koncentrationen af total P har i måleperioden ligget på gennemsnitlig 0,099 mg P l<sup>-1</sup>. Ortho-P har udgjort ca. 40 % af den totale P udvaskning. Den resterende del af udvasket P består formodentlig både af partikulært/kollodiale P samt opløst organisk P idet der er tale om et tidligere engareal. Det må konkluderes at dette tidligere engområde på sandjord har et stort potentiale for fosfortab til vandmiljøet.

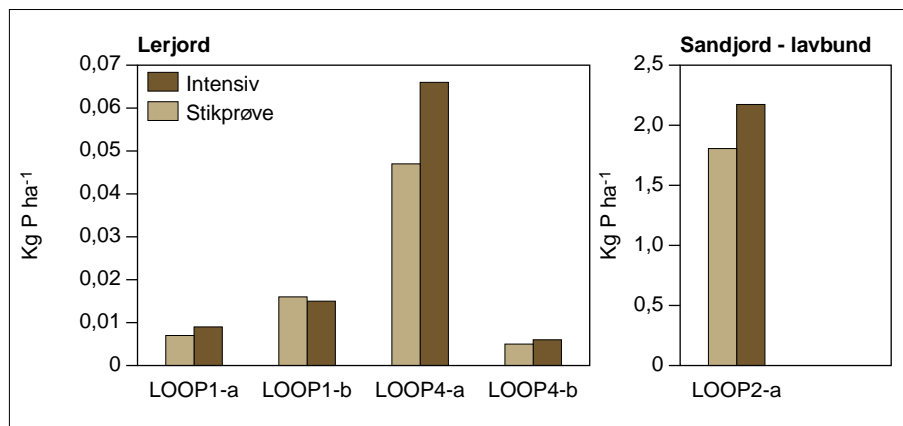
### Usikkerhed omkring bestemmelse af fosfortab - intensiv prøvetagning

De ovenfor beskrevne fosfortab gennem dræn er bestemt ved udtagning af ugentlige stikprøver. Da fosforkoncentrationen i drænvandet kan variere betydeligt indenfor korte tidsintervaller i forbindelse med nedbørshændelser, kan det være ret tilfældigt hvilket koncentrationniveau stikprøven repræsenterer. Tidligere undersøgelser af drænvand (*Grant et al., 1997*) og vandløb (*Bøgestrand, 2000*) har vist at fosfortransporten oftest undervurderes med stikprøvetagning i forhold til intensiv prøvetagning.

*Stikprøvetagnings strategi undervurderer dræntransport af total P*

For 1999/00 og 2000/01 er der desuden foretaget intensiv prøvetagning fra to dræn i LOOP 1 og i LOOP 4 og fra ét dræn i LOOP 2. Der er foretaget en tidsproportional prøvetagning i form af timeprøver puljet til en ugentlig prøve. Resultaterne heraf viser at transporten af opløst fosfor var omtrent uafhængig af prøvetagningsstrategi, mens transporten af total fosfor ved stikprøvetagning var understimeret med 1-48 % i 1999/00 og med 0-29 % i 2000/01 i forhold til den intensive prøvetagning (figur 5.5).

Figur 5.5 Bestemmelse af transport fra dræn af total P ved henholdsvis stikprøve og intensiv prøvetagning, 1999/00 og 2000/01.



LA02 – Fig. 5.5

### 5.3 Udviklingstendenser i jordvandets kvælstofkoncentrationer og effekt af brugstyper

Opgørelser over landbrugspraksis (kapitel 3 og 4) har vist en væsentlig forbedring i landbrugets gødningsanvendelse. Ligeledes har modelberegninger ved normalt klima vist en reduktion i kvælstofudvaskningen (kapitel 6). Også målinger af kvælstof i jordvandet har vist faldende kvælstofkoncentrationer siden 1990. Klimatiske variationer samt år til år variationer i driftsforhold slører imidlertid billedet. I det følgende er der foretaget en statistisk udviklingsanalyse, som i nogen grad tager højde for de store variationer fra år til år.

#### Kendall test på grupper af stationer

En 'Kendall sæson test' (Hirsch & Slack, 1984) er velegnet til analyse af miljødata. En Kendall test er en ikke-parametrisk statistisk test som er robust mod sæsonvariationer. Analysen foretages på grupper af målestationer. Der udføres først en statistisk test for hver station, og disse test kombineres herefter til en overordnet test. Analysen er udført på vandføringsvægtede årskoncentrationer for perioden 1990/91-2000/01, dvs. for en 11-års måleperiode. Til trods for at koncentrationerne er vandføringsvægtede er de dog ikke fuldstændig klima uafhængige. I undersøgelsen indgår data fra alle jordvandsstationer hvor der er en fuld analyseserie, i alt 29 jordvandsstationer. LOOP 5 er udeladt af undersøgelsen.

#### Signifikant fald i N koncentration i jordvandet

Undersøgelsen er udført for målestationer i henholdsvis sandjords- og lerjordsoplande. Der er for begge oplandstyper fundet et signifikant fald (95 % niveau) i kvælstofkoncentrationerne i jordvandet (tabel 5.3). Når der korrigeres for årsvariationer udgør faldet på lerjorde 0,63 mg N l<sup>-1</sup> per år og på sandjorde 1,66 mg N l<sup>-1</sup> per år. Ved en udjævning over den 11 årige måleperiode svarer det til at koncentrationerne gennemsnitlig er faldet fra ca. 20 til 14 mg N l<sup>-1</sup> på lerjordene og fra 35 til 20 mg N l<sup>-1</sup> på sandjordene. Herved kan der opgøres et fald i kvælstofkoncentrationerne på 32 % for lerjordsoplandene og på 47 % for sandjordsoplandene. Spredningen på tallene er imidlertid meget stor og med 95 % sandsynlighed er reduktionen i udvaskningen mellem 9 og 47 % for lerjordene og mellem 32 og 61 % for sandjordene. På grund af det begrænsede antal stationer og effekten af klimapåvirkningen skal de aktuelle reduktionsstørrelser dog tages med et vist forbehold. For det første kan der ved overvågningsperiodens start have været en pulje af ophobet kvælstof i jorden som i de første år har givet anledning til forhøjede kvælstofkoncentrationer, og her-

med en overvurdering af reduktionen. Omvendt er der for lerjordene konstateret et fald i vandafstrømningen gennem perioden, hvilket kan have givet anledning til forhøjede koncentrationer i de seneste år. Dette medfører en undervurdering af reduktionen. Endelig skal det tages i betragtning at stationerne repræsenterer det dyrkede areal uden brak og vedvarende græs

*Table 5.3.* Udvikling i vandføringsvægtede kvælstofkoncentrationer i jordvand i Landovervågningen i perioden 1990/91-2000/01. (I parentes er angivet 95% konfidensinterval for udviklingen).

Opland	Antal st.	Målt N-konc. (vandføringsvægtede) mg N l <sup>-1</sup>		Beregnet ændring i N-konc. mg N l <sup>-1</sup> per år
		90/91-93/94	96/97-00/01	
Lerjorde	17	20,5	17,2	-0,64 (-1,0 til -0,2)
Sandjorde	14	33,5	22,5	-1,47 (-2,4 til -1,0)

### *N-udvaskning stiger med stigende husdyrtæthed*

I det følgende er det vist hvorledes kvælstofudvaskningerne i den sidste 4 års periode afhænger af brugstypen og husdyrtætheden (tabel 5.4). Det ses her at kvælstofudvaskningen er mindst for planteavlsbrug, større for svinebrug og størst for kvægbrug. Endvidere stiger udvaskningen med stigende husdyrtæthed.

At udvaskningen stiger med stigende husdyrtæthed er en effekt af øget kvælstoftilførsel, men også en effekt af at de store husdyrhold er koncentreret i den vestlige del af landet hvor nedbøren er størst og jorden mest gennemtrængelig.

Ved planteavlsbrugene er udvaskningen lidt større end nettotilførslen af kvælstof, dvs. der er et forbrug af jordens kvælstofpulje. Ved husdyrbrugene er udvaskningen mindre end nettotilførslen.

*Table 5.4.* Kvælstofudvaskning, kvælstofbalance samt vandafstrømning for jordvandsstationer opdelt på brugstyper og husdyrtæthedsgrupper, årsgennemsnit for den sidste fem års periode, 1997-2001.

Brug	N-udv kg N ha <sup>-1</sup>	afstrøm. mm	total tilf. <sup>1)</sup> kg N ha <sup>-1</sup>	N-høst kg N ha <sup>-1</sup>	N-netto kg N ha <sup>-1</sup>
Plante	37	278	170	136	34
Svin	71	381	238	117	121
Kvæg	101	496	292	157	136

DE ha <sup>-1</sup>	N-udv kg N ha <sup>-1</sup>	afstrøm. mm	total tilf. <sup>1)</sup> kg N ha <sup>-1</sup>	N-høst kg N ha <sup>-1</sup>	N-netto kg N ha <sup>-1</sup>
0	38	281	172	137	35
0-1	60	344	221	134	97
1-1,7	98	493	272	143	130

<sup>1)</sup> Tilført med handelsgødning, husdyrgødning, deposition og N-fiksering.

## 5.4 Pesticider i dræn

Fra 2000 blev der iværksat prøvetagning til pesticidanalyser på 2 dræn i hvert af oplandene LOOP 1 og LOOP 4. Der er programsat 8 analyser pr år, 5 prøver under stormhændelser og 3 under fastlagte tidspunkter. Der er i nogle dræn udtaget færre prøver fordi der ikke har været tilstrækkelig afstrømning. Der er i alt analyseret for 47-50 stoffer i henhold til Programbeskrivelsen. Der foreligger nu analyser fra to måleår 2000 og 2001. Fund af stoffer er vist i tabel 5.6.

I LOOP1 blev pesticidanalyserne i 2001 flyttet fra de to intensive dræn til to andre dræn for at opnå sammenhæng mellem drænvands- og grundvandsanalyser af pesticider.

*Grænseværdien er overskredet i nogle tilfælde*

Der er gjort fund af pesticider ved alle fire dræn, som går videre i analyseprogrammet; ved tre dræn i koncentrationerne højere end grænseværdien på  $0,1\mu\text{g l}^{-1}$  for vand der forlader rodzonen i mindst et af de to måleår.

*Nogle godkendte sprøjtemidler udvaskes til dræn*

Der er gjort fund af fire stoffer som er godkendt i dag, ioxynil, pendimethalin, glyphosat incl. nedbrydningsproduktet AMPA og nedbrydningsproduktet BAM. Pendimethalin har været anvendt på marken i 2000. Ioxynil har ikke har været anvendt på pågældene mark de sidste tre år. Glyphosat har på den ene mark været anvendt i 1999, på en anden mark i 1995, mens stoffet ikke har været anvendt på tredje mark indenfor de seneste tre år. Midlet som BAM stammer fra anvendes normalt ikke på landbrugsjord, og der er da heller ingen oplysning om at det har været brugt på markerne. Ingen af de nævnte stoffer er fundet i koncentrationer over grænseværdien.

*Stadig fund af aktiv stoffer fra midler der ikke har været anvendt de sidste 3-10 år*

Alle midler der er fundet i koncentrationer over grænseværdien, er forbudte i dag. Det drejer sig om nedbrydningsprodukter af atrazin som blev forbudt i 1995. Nedbrydningsprodukterne er også fundet i grundvand. Atrazin har ikke været anvendt på nogen af markerne siden 1992-94 . Af øvrige stoffer som blev forbudt i 1992-93, er der gjort fund af herbiciderne trichloreddikesyre (TCA) og DNOC samt et nedbrydningsprodukt, 4-nitrophenol, af insekticidet parathion. Det er oplyst at stofferne ikke har været anvendt på markerne de sidste tre år, og for nogle marker de sidste 10 år. Der foreligger ingen oplysning om hvornår de sidst har været anvendt.

Endelig blev der i 2000 gjort fund af herbicidet isoproturon ved to dræn. Stoffet blev forbudt i december 1999. På den ene mark har stoffet været anvendt i 1999. På den anden mark har stoffet ikke været anvendt i de sidste tre år, og her blev målt koncentrationer på op til  $23\mu\text{g l}^{-1}$ . Stoffet er også fundet i grundvand.

Table 5.6 Fund af pesticider i drænvand fra fire dræn i 2000 og 2001. Fund over grænseværdien er markeret med fed. (\* angiver at der ikke foreligger information om pesticid anvendelse på marken forud for 1998)

**LOOP 1**

	Aktiv stof	År	antal fund/ antal prøver	Max. konc ug l <sup>-1</sup>	Emne	Nedbrydn. produkt af	Godkendt	Anvendelse på mark	Fund i grund- vand
dr. 5	-	2000							
dr. 6	Desethyl- desisopropylatrazin	2000	1/1	0,037	herbicide	atrazin	forbudt 95	ikke 1989-00	1995
	Isoproturon	2000	1/1	0,037	herbicide		forbudt dec 99	nov 99	2000
	Hydroxyatrazin		2/2	0,020	herbicide	atrazin	forbudt 95	1992	ja

**LOOP 1**

dr. 3	Glyphosat	2001	1/5	0,016	herbicide		ja	1995	
	AMPA	2001	1/5	0,012	herbicide	glyphosat	ja	1995	
	<b>Desethyl- desisopropylatrazin</b>	<b>2001</b>	<b>5/5</b>	<b>0,205</b>	<b>herbicide</b>	<b>atrazin</b>	<b>forbudt 95</b>	<b>1994</b>	

**LOOP 1**

dr. 7	Glyphosat	2001	3/5	0,023	herbicide		ja	1999	
	AMPA	2001	3/5	0,030	herbicide	glyphosat	ja	1999	ja
	BAM	2001	1/5	0,031	herbicide		ja	ikke 89-01	
	<b>Desethyl- desisopropylatrazin</b>	<b>2001</b>	<b>4/5</b>	<b>0,110</b>	<b>herbicide</b>	<b>atrazin</b>	<b>forbudt 95</b>	<b>ikke 89-01</b>	
	4-nitrophenol	2001	1/5	0,015	insekticide	parathion	forbudt 92	ikke 89-01	

**LOOP 4**

dr. 2	Ioxynil	2000	1/5	0,023	herbicide		ja	ikke 1998-01*	-
	Pendimethalin	2000	1/5	0,040	herbicide		ja	2000	-
	<b>Isoproturon</b>	<b>2000</b>	<b>3/5</b>	<b>23,0</b>	<b>herbicide</b>		<b>forbudt dec 99</b>	<b>2000</b>	<b>ja</b>
		2001	4/12	0,082					
	TCA	2000	1/5	0,077	herbicide		forbudt 90	ikke 1998-01*	-
		2001	1/12	0,014					
	<b>DNOC</b>	<b>2000</b>	<b>1/5</b>	<b>0,750</b>	<b>herbicide</b>		<b>forbudt 93</b>	<b>ikke 1998-01*</b>	<b>ja</b>
	AMPA	2000	1/5	0,014	herbicide	glyphosat	ja	ikke 1998-01*	ja
	<b>4-nitrophenol</b>	<b>2000</b>	<b>1/5</b>	<b>0,790</b>	<b>insekticide</b>	<b>parathion</b>	<b>forbudt 92</b>	<b>ikke 1998-01*</b>	<b>-</b>
		2001	1/12	0,078					

**LOOP 4**

dr. 6	Desethyl- desisopropylatrazin	2000	2/2	0,059	herbicide	atrazin	forbudt 95	1992	ja
		2001	5/6	0,068					
	Desethylatrazin	2000	2/2	0,041	herbicide	atrazin	forbudt 95	1992	ja
		2001	6/6	0,031					
	Hydroxyatrazin	2000	2/2	0,020	herbicide	atrazin	forbudt 95	1992	ja
		2001	5/6	0,019					
	Desisopropylatrazin	2001	176	0,032	herbicide	atrazin	forbudt 95	1992	ja

## 5.5 Betydning af jordvandsstationernes placering

Alle jordvandsstationer ligger langs skel eller vej med opsamlingsbrøndene placeret i skellet eller ved vejen og med strenge ud i marken med sugeceller. Dette er for at sikre at driften på markerne ikke forstyrres samt for at sikre at prøvetagerne kan komme til brøndene. Hvis marken er uregelmæssig eller køresporene ikke går op, kan denne placering imidlertid betyde at gødningstildelingen hen over felterne bliver uregelmæssig.

For at vurdere om felterne kan være påvirket af gødningsoverlap, har amterne i forsommeren 2002 foretaget en kortlægning af køresporenes placering hen over sugecellefelterne samt vurderet væksten i forhold til væksten på mark i øvrigt. I det følgende er der desuden foretaget en vurdering af kvælstofudvaskningens størrelse i forhold til kvælstofoverskuddet på marken (tabel 5.7). På de drænedde lerjor-

de er der endvidere foretaget en vurdering af kvælstofkoncentrationerne i jordvandet på sugecellefelterne i forhold koncentrationerne i drænvandet. Drænvandet repræsenterer hele marken (tabel 5.8). Drænvandet forventes at have en lavere koncentration af kvælstof end jordvandet, idet drænvandet består af jordvand og det allerøverste grundvand. Væsentlig højere koncentration i jordvandet end i drænvandet kan evt. være et tegn på at der er givet mere gødning hen over feltet end på marken som helhed.

*Tabel 5.7* Kvælstofudvaskning og -overskud på sugecellefelterne, gennemsnit for perioden 1990/91-2000/01. Deposition fra atmosfæren er regnet til 15 kg N ha<sup>-1</sup>.

Stnr.	Han-N	Hus-N	Udb.-N	N-fix	N fjernet	Overskud	N-udvaskn.
Kg N ha <sup>-1</sup>							
LOOP 1							
102	136	0	0	2	114	39	33
103	113	0	0	25	119	34	35
105	129	0	0	2	127	18	35
106	134	0	0	27	153	22	60
LOOP 4							
402	105	41	0	22	109	74	47
406	92	170	25	35	211	126	85
LOOP 2							
202	60	175	4	29	137	145	148
203	71	137	0	20	103	141	147
205	100	121	10	27	129	141	78

*Tabel 5.8* Vandføringsvægtet kvælstofkoncentration i jordvand fra sugecellefelterne og i drænvand fra hele marken, gennemsnit for perioden 1990/91-2000/01.

Stnr.	Jordvand	Drænvand
mg N/l		
LOOP 1		
102	13,9	13,1
103	21,0	17,0
105	14,3	14,7
106	27,5	18,3
LOOP 4		
402	11,3	13,6
406	22,4	27,1

### LOOP 1 - Storstrøm

Station 5 ligger ved uregelmæssig kørespor og station 6 ligger i et skævt hjørne. Station 3 ligger på et hjørne og station 2 ved et let skævt kørespor. Ved station 5 går forageren med korn lidt ind over sugecellefeltet hvor der er roer. Denne forager ser lidt gul-sveden ud. Herudover er der ingen synlig påvirkning af væksten hen over de nævnte felter.

Ved station 6 er kvælstofkoncentrationerne i jordvandet noget højere end i drænvandet. Ved de øvrige stationer er koncentrationerne i jordvand og drænvand nogenlunde ensartede. Ved station 6 er den målte udvaskning endvidere noget større end overskuddet af kvæl-

stof på marken. Dette er langt mindre udpræget på de øvrige arealer. Disse forhold antyder at der kan være en effekt af større gødningstil- deling til sugecellefeltet på station 6 end forventet.

#### **LOOP 4 - Fyn**

Ved station 2 forekommer et ekstra, let skrå kørespor og ved station 6 kiler marken let, dog er kørespor svære at identificere her. Væksten hen over sugecellefelterne tyder ikke på at der har været ujævn gødskning. Kvælstofkoncentrationerne i jordvandet er ved begge stationer lidt lavere end i drænvandet hvilket indikerer at der næppe er gødningsoverlap over sugecellefelterne.

#### **LOOP 3 - Vejle/Århus**

Her er ingen vurdering af køresporenes regelmæssighed eller af væk- sten hen over sugecellefelterne

#### **LOOP 2 - Nordjylland**

Ved station 2 kiler marken let ifølge flyfoto fra 1999. Registreringer i 2002 viser imidlertid at køresporene går op. Ved station 3 kiler mar- ken let, og station 5 ligger i et hjørne af marken. Væksten er ensartet hen over felterne. Udvaskningens størrelse er lig med eller mindre end overskuddet af kvælstof. Det må konkluderes at der ikke er no- gen synlige tegn på gødningsoverlap på de nævnte sugecellefelter.

#### **LOOP 6 - Sønderjylland**

Der ikke registreret uregelmæssige kørespor hen over nogen af fel- terne – på tre felter går køresporene op, på fire felter med græs, hel- sæd og majs er der ikke registreret kørespor og på det sidste felt er der plantet skov. Væksten er regelmæssig hen over alle felter.

#### **Konklusion**

Ni ud af 26 sugecellefelter er placeret således at der kan være risiko for ujævn gødskning (gødningsoverlap) hen over felterne. På bag- grund af en vurdering af væksten på felterne, en sammenligning af kvælstofkoncentrationer i jordvand og drænvand, samt en sammen- ligning af udvaskning og overskud af kvælstof på markerne, er der kun tegn på at gødningsoverlap evt. forekommer på én station.

Amterne fortsætter med i de kommende år at vurdere køresporenes placering og væksten hen over sugecellefelterne.



## 6 Modelberegning af kvælstofudvaskningen fra rodzonen

I dette kapitel præsenteres beregninger af udvaskningen for alle marker i landovervågningsoplandene. Beregningerne er udført med den empiriske model N-LES2. Modellen beskrives og der præsenteres beregninger af udvaskning og tilhørende nøgletal for oplandene for driftsårene 1990/1991 – 2000/2001.

### 6.1 Beskrivelse af modellen

#### *N-LES2 afløser N-LES1*

N-LES2 er en videreudvikling af N-LES1 som blev til i et samarbejde imellem Danmarks JordbrugsForskning (DJF), Landbrugets Rådgivningscenter og Danmarks Miljøundersøgelser (DMU) (*Simmelsgaard et al., 2000*). Videreudviklingen var nødvendig gjort af ændringer i de tilgrundliggende data forårsaget af ændringer i den måde nedbørskorrektion og fordampning hidtil har været beregnet på (se *Plauborg et al., 2002* eller *Blicher-Mathiesen og Andersen, 2002*). N-LES2 er beskrevet af *Kristensen (2002)*. Datamaterialet består af eksperimentelle data og monitoringsdata fra DJF og DMU. Data fra stationsmarkerne i Landovervågningsoplandene til og med driftsåret 1999/2000 er inkluderet, dog er det første års målinger udeladt. I alt indgår 596 observationer af årlig N-udvaskning fra rodzonen. Modellen er opbygget som N-LES1 og har følgende formulering:

$$Y = [\beta_0 + \beta_1 N_{\text{niveau}}^2 + \beta_2 N_{\text{forår}}^2 + \beta_3 N_{\text{udbinding}} + \tau N_{\text{efterår}} + \eta_{aj}]$$

$$[\theta_{\text{effekt}}] [1 - \exp(-\delta_1 A)] \exp(-\delta_2 L) \exp(-\delta_3 H) \exp(c), R^2 = 0,57$$

$\tau$  = effekten af efterårsudbragt ammonium kvælstof,  $\beta_4$  eller  $\beta_5$ .

$\eta_a$  = Den kvælstofmængde der frigives ved ompløjning i år  $a$  forud på jordtype  $j$ ,  $\beta_6$ ,  $\beta_7$ ,  $\beta_8$  eller  $\beta_9$ .

$\theta_{\text{effekt}}$  = Effekt af den pågældende afgrødegruppe,  $l$ -  $\gamma_1$ ,  $l$ - $\gamma_2$ , ...,  $l$ - $\gamma_{14}$  eller  $l$ - $\gamma_{15}$ .

$L$  = Lerindhold i pløjelaget, %.

$H$  = Humusindholdet i pløjelaget, %.

$c$  = Additiv korrektion for skævhed = 0,115.

$Y$  = Udvasning i kg N ha $^{-1}$ år $^{-1}$

$N_{\text{niveau}}$  = Gennemsnitlig mængde tilført kvælstof til hele ejendommens marker.

$N_{\text{forår}}$  = Forårsudbragt kvælstof.

$N_{\text{efterår}}$  = Efterårsudbragt uorganisk kvælstof.

Øvrige parametre som angivet i tabel 6.1 og 6.2.

**Tabel 6.1** Additive effekter der omfatter effekten af tilført kvælstof, N-niveau, N-forår, N-efterår og N-udbinding og pløjeeffekt

Parameter	Effekt	Parameter-estimat
$\beta_0$	Afskæring	101
$\beta_1$	N-niveau	0.0012
$\beta_2$	N-forår	0.0003
$\beta_3$	N-udbinding	0.5566
$\beta_4$	N-efterår Sandjord	1.000
$\beta_5$	N-efterår Lerjord	0.3078
<i>Pløjeeffekt på sandjord:</i>		
$\beta_6$	Ompløjning af græs (slt./afgrs.) 1. år	0
$\beta_7$	Ompløjning af græs (slt./afgrs.) 2. år	27
<i>Pløjeeffekt på lerjord:</i>		
$\beta_8$	Ompløjning af græs (slt./afgrs.) 1. år	31
$\beta_9$	Ompløjning af græs (slt./afgrs.) 2. år	94

**Tabel 6.2** Multiplikative effekter. For afgrøder er vist parameteren,  $1-\gamma_i$ , som direkte udtrykker afgrødens multiplikative effekt i forhold til udvaskningen efter korn efterfulgt af bar jord.

Parameter	Effekt, $X_j$	Parameterestimat
Sommer / vinterafgrøde:		
$1-\gamma_1$	Frøgræs / do.	0,2183
$1-\gamma_2$	1. års græs / do.	0,3627
$1-\gamma_3$	2. års græs / do.	0,6169
$1-\gamma_4$	Korn med udlæg / græs	0,4749
$1-\gamma_5$	Græs eller brak / vinterkorn	0,5557
$1-\gamma_6$	Foderroer / bar jord	0,7218
$1-\gamma_7$	Fabriksroer / bar jord	0,5758
$1-\gamma_8$	Kartofler eller anden rodfrugt / bar jord	1,005
$1-\gamma_9$	Korn / vinterkorn	0,8814
$1-\gamma_{10}$	Korn / efterafgrøde eller vinterraps	0,6024
$1-\gamma_{11}$	Korn / bar jord	1,000
$1-\gamma_{12}$	Ærter / vinterkorn	1,176
$1-\gamma_{13}$	Vårraps / vinterkorn	0,9763
$1-\gamma_{14}$	Vinterraps / vinterkorn	1,071
$1-\gamma_{15}$	Majs /barjord	1,000
$\delta_1$	Afstrømning	0,004
$\delta_2$	Lerindhold	0,0322
$\delta_3$	Humusindhold	0,088

*Beregning af afstrømning fra rodzonen.*

Afstrømning fra rodzonen beregnes med vandbalancemodellen EVACROP (Olesen og Heidmann, 1990) på basis af oplysninger om klima, afgrøde og jordtype. De årlige værdier refererer til en afstrømningsperiode, dvs. et hydrologisk år.

*Beregninger i modellen*

Da modellen er empirisk er den kun gyldig for forhold svarende til de eksperimenter på hvilke den er funderet. Det vil sige at hvis der sker store ændringer i sædskifte eller dyrkningspraksis, kan modellen ikke længere bruges. Imidlertid indgår der i det empiriske grundlag monitoringsdata til og med dyrkningsåret 1999/2000, hvilket styrker modellens anvendelighed.

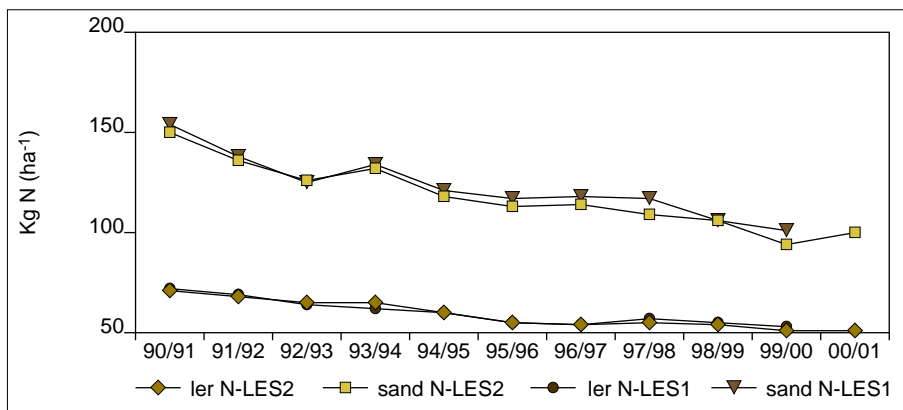
*Forsinkelse i rodzonen*

Modelberegningen forudsætter, at der er en tilnærmet ligevægt i jordens organiske puljer. Ved ændret gødskning vil der gå en årrække (evt. 5-10 år) inden dette er tilfældet. En af modellen beskrevet ændring i kvælstofudvaskning kan således være forbundet med en forsinkelse på en længere årrække.

*Sammenligning med N-LES1*

Effekten af kvælstoftilførsel i N-LES2 er reduceret i forhold til N-LES1 samtidig med at der er ændringer i afgrøde-parametrene. En modelsammenligning på Landovervågningsdataene viser dog en god overensstemmelse mellem de to modeller, fig. 6.1.

*Figur 6.1 Sammenligning af beregninger på Landovervågningsoplandene med hhv. N-LES1 og N-LES2.*



LA02 - Fig. 6.1

*Validering af N-LES2*

Alle tilgængelige, danske data er brugt til udvikling af modellen. Det har derfor ikke været muligt at gennemføre en egentlig validering af modellen på uafhængige data. Det forsøges pt. at skaffe brugbare data fra Sydsverige og England.

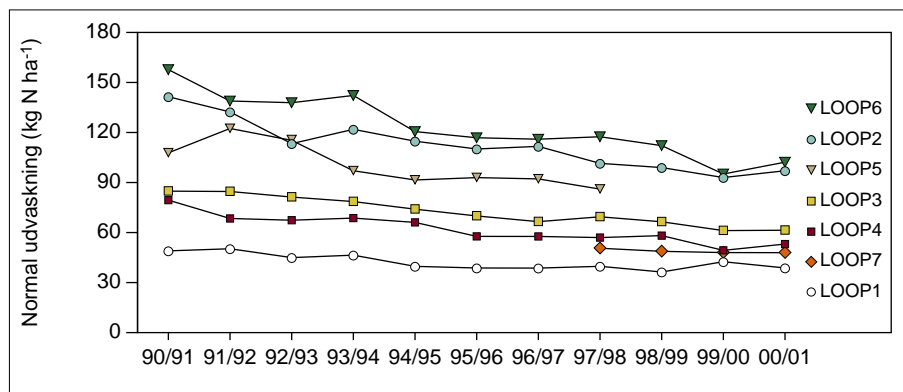
## 6.2 Beregning af udvaskning ved gennemsnitsklima

Modelberegningen er blevet udført for de 11 driftsår 1990/1991 - 2000/2001. Hvert driftsår er gennemregnet med klimadata for 10 hydrologiske år (1990/1991 - 1999/2000), og der er efterfølgende taget gennemsnit over de 10 beregninger. Denne fremgangsmåde er valgt af to grunde: (i) for at neutralisere effekten af det enkelt års klima for derved at tydeliggøre betydningen af afgrødesammensætning, gødningsforbrug og gødningshåndtering, (ii) for alligevel at inkorporere den klimatiske variation, idet udvaskningen ikke er en lineær funktion af afstrømningen. Generelt N-niveau til de enkelte marker og for et enkelt år er antaget at være lig bedriftens gennemsnitlige gød-

ningsforbrug det pågældende år. Herved antager man at årets gødningspraksis har været gældende for en årrække.

I figur 6.2 er vist de beregnede værdier for udvaskning for de 11 driftsår. I tabel 6.3 er udvaskningen fra oplandene grupperet efter jordtype, mens tabel 6.4 indeholder nøgletal fra udvaskningsberegningen. I alle foretagne gennemsnit over oplandene på udvaskning, gødningsforbrug, udbinding og N-fixering er alle oplande vægtet ens uanset forskel i størrelse. Data fra LOOP 5 og LOOP 7 indgår ikke i gennemsnittene, idet der kun foreligger kortere tidsserier fra disse oplande.

Figur 6.2 Modelberegnet udvaskning ved gennemsnitsklima for de 7 overvågningsoplande for driftsårene 1990/1991 – 2000/2001.



LA02 – Fig. 6.2

Fald i den modelberegnete udvaskning fra det dyrkede areal på 32 % fra 1990/1991 til 2000/2001 ved gennemsnitsklima.

Rodzone-udvaskningen af N er faldet 33,3 % på sandjordene og 28,2 % på lerjordene over perioden på 11 år eller ca. 32 % i gennemsnit. Den større reduktion i udvaskningen fra sandjordsoplandene, også i absolutte tal, harmonerer med at reduktionen i overskuddet i markbalancerne har været størst for disse oplande (se kapitel 4).

### Massebalance

I tabel 6.4 er opstillet en massebalance hvor alle input i form af gødning, fixering og atmosfærisk deposition er fratrukket den høstede mængde og udvaskningen. Massebalancens restled dækker dels over kvælstof tabt ved denitrifikation og ammoniakfordampning og kvælstof indlejret i jordens puljer, dels over fejl på de indgående parametre. For eksempel er høst af grovfoderafgrøder svær at kvantificere. Denitrifikation er en stærkt variabel størrelse, men *Vinther et al. (2002)* anslår den i gennemsnit er faldet fra ca. 21 N ha<sup>-1</sup> år<sup>-1</sup> i 1985 til ca. 17 N ha<sup>-1</sup> år<sup>-1</sup> i 2001. Handelsgødede og sandede marker har de laveste denitrifikationstab. Ændringer i jordens kvælstofpuljer er ligeledes meget svære at kvantificere. Det er kendt fra langtidsforsøg, at visse driftstiltag kan have en markant effekt på indholdet af kvælstof i jordens pløjelag, fx nedmuldning af halm og tilførsel større mængder fast husdyrgødning. På baggrund af en analyse af kvadratsnetdata finder *Heidmann og Søgaard (2002)* at der ikke er belæg for at antale at jordens indhold af kvælstof har ændret sig i perioden 1986/87 – 1997/98. Ammoniakfordampning fra marken forekommer især i forbindelse med udbringning af husdyrgødning og afhænger bl.a. af gødningstype og udbringningsmetode. *Kyllingsbæk et al. (2000)* skønnede at tabet ved udbringning af husdyrgødning i 1998/99 var 19.200 tons N, svarende til ca. 8 % af den udbragte mængde. Ud fra ovenstående synes størrelsesordenen på restleddet at være rigtig.

**Tabel 6.3** Beregnet udvaskning ved gennemsnitsklima i kg N ha<sup>-1</sup> for driftsårene 1990/1991 – 2000/2001. Et driftsår strækker sig fra forrige års høst til dette års høst. Udvasningen fra et bestemt driftsår vil hovedsagelig forekomme i det hydrologiske år, der starter den 1.6. i driftsåret og slutter den 31.5. det følgende år.

	Sandjord (LOOP 2 og 6)	Lerjord (LOOP 1, 3 og 4)	Gennemsn. sand/ler <sup>1)</sup>
1990/1991	150	71	111
1991/1992	136	68	102
1992/1993	126	65	96
1993/1994	132	65	99
1994/1995	118	60	89
1995/1996	113	55	84
1996/1997	114	54	84
1997/1998	109	55	82
1998/1999	106	54	80
1999/2000	94	51	83
2000/2001	100	51	76

<sup>1)</sup> hvert opland vægter ens. Herved vil gennemsnittet nogenlunde repræsentere jordtypefordelingen på landsplan (Grant, 2002).

**Tabel 6.4** Nøgletal fra beregningen af udvaskning for Landovervågningsoplandene, vist som gennemsnit for de to jordtyper. Tallene gælder det totale, dyrkede areal. 'Rest' er differencen mellem summen af gødning, fixering og atmosfærisk deposition og summen af høst og udvaskning.

År	kg N ha <sup>-1</sup>															
	Handels- gødning		Husdyr- gødning		Fixering		Udbinding		Atmosfærisk deposition		Høst		Udvaskning		Rest	
	Ler	Sand	Ler	Sand	Ler	Sand	Ler	Sand	Ler	Sand	Ler	Sand	Ler	Sand	Ler	Sand
1990/1991	127	118	60	119	18	28	8	21	15	15	142	149	71	150	15	1
1991/1992	125	108	63	123	12	25	7	12	15	15	117	107	68	136	37	41
1992/1993	114	101	69	128	14	35	6	25	15	15	122	122	65	126	31	57
1993/1994	108	100	68	123	15	34	6	28	15	15	111	132	65	132	36	35
1994/1995	111	92	62	128	9	28	5	27	15	15	122	142	60	118	21	31
1995/1996	102	86	56	119	6	22	6	33	15	15	125	140	56	114	4	21
1996/1997	105	85	52	107	9	23	4	30	15	15	128	156	54	114	3	-10
1997/1998	107	81	61	98	8	24	5	25	15	15	124	130	55	110	17	4
1998/1999	98	74	63	111	10	20	4	21	15	15	120	127	54	106	16	8
1999/2000	100	69	64	116	6	21	4	17	15	15	122	124	51	94	17	19
2000/2001	99	62	62	123	6	24	4	17	15	15	119	129	51	100	15	12

*[Tom side]*

## 7 Grundvand

### National grundvandsovervågning

Analyseprogrammet for grundvand i landovervågningsoplandene ligger tæt op af det program der gennemføres i 67 nationale grundvandsovervågningsområder (GRUMO). Analyseresultaterne fra landovervågningsoplandene indgår som en del af den nationale grundvandsovervågning, og i Grundvandsovervågning 2002 (*Stockmarr og Jørgensen, 2002*) findes en uddybende behandling af de enkelte stofgrupper set i et nationalt perspektiv.

### Renovering af grundvandsboringer

I 2001 er der gennemført færre grundvandsanalyser i landovervågningsoplandene 1, 2, 3 og 4 pga. renovering af grundvandsboringer i disse oplande. Især grundvandsanalyser for pesticider, øvrige organiske mikroforureninger og uorganiske sporstoffer har været begrænset i 2001.

### Effekter af renoveringen

Ved de første grundvandsprøvetagninger efter renoveringen af boringerne vil der muligvis kunne spores en effekt på vandkemien. Der er efter afslutningen af renoveringen i LOOP 1 målt forhøjede værdier for pH og kalium i de første grundvandsprøver (*Storstrøms Amt, 2002*).

## 7.1 Grundvandsstand

### Resultater

#### *Pejling af grundvandsstand*

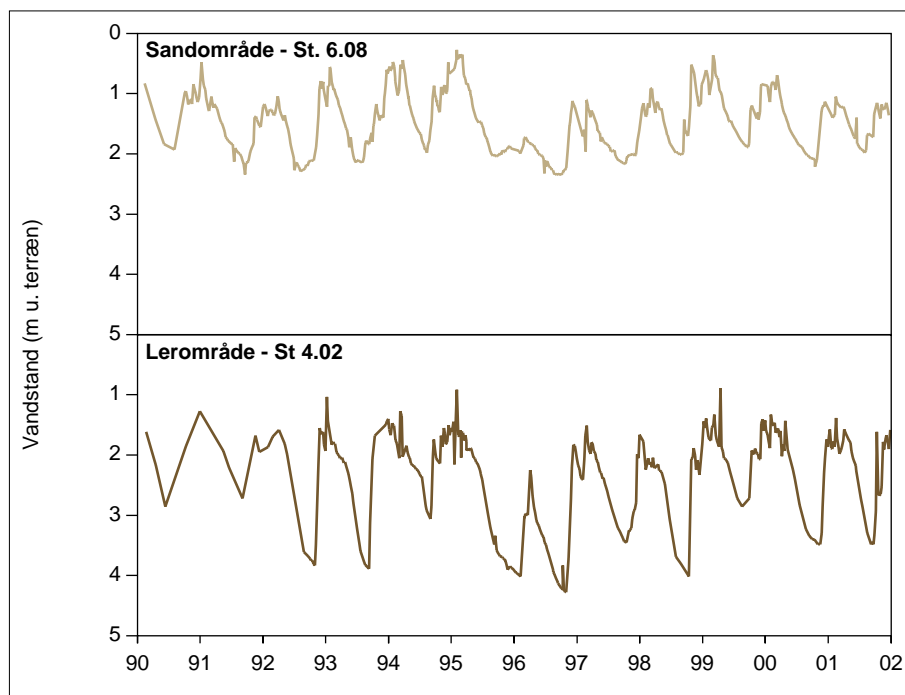
Grundvandsstanden måles ugentlig i vinterhalvåret ved hver jordvandsstation i de fem landovervågningsoplande, og i sommerperioden måles grundvandsstanden månedligt. I figur 7.1 ses typiske tidsserier for vandstandsvariationerne i de sandede oplande og i de lerede oplande.

### Diskussion

#### *Hydrogeologi og grundvandsstand*

Der ses en geologisk betinget væsentlig større årsvariation i grundvandsstanden i lerområder sammenlignet med sandområder. I lerområder vil den dybeste vandstand ofte svare til dybden af den hydraulisk aktive zone og den i geokemisk sammenhæng oxiderede zone (*Nilsson et al., 2000*).

Figur 7.1 Eksempler på variationer i grundvandsstanden i sandområder (øverst fra Bolbro Bæk) og i lerområder (nederst Lillebæk).



LA02 - Fig. 7.1

### **Normal grundvandsstand**

Grundvandsstanden er nu på et niveau i såvel sommer- som vintersituationen, svarende til niveauet før den meget tørre vinter 1995/96. Også vinteren 1996/97 var forholdsvis nedbørsfattig. Normale til nedbørsrige forhold i de følgende vintre har betydet at grundvandsstanden hurtigt har nået et normalt niveau igen. I 2000 og 2001 har nedbøren i Sønderjylland og på Fyn været nær det normale, men noget lavere end i de forudgående nedbørsrige år 1998 og 1999. Grundvandsstanden i de to oplande viser et tilsvarende normalt forløb i 2001 (figur 7.1). En høj nedbør i august 2001 har dog betydet at grundvandsstanden begyndte at stige igen efter sommeren tidligere end normalt. Nedbør og klimaforhold i landovervågningsoplandene er mere uddybende behandlet i kapitel 2.

## **7.2 Næringsstofkoncentrationer i det øvre grundvand**

### **Resultater**

#### **Prøvetagningsdybder**

Grundvandets indhold af næringsstoffer måles i landovervågningsoplande i såvel overvågningsboringer, der udelukkende bruges til dette formål, som i dybere markvandingsboringer. Overvågningsboringerne er filtersat mellem 1,5 og 5 meter under terræn. Der udtages udelukkende vandprøver fra mættet zone i boringerne, dvs. også vandprøver udtaget fra boringer filtersat 1,5 m under terræn er grundvandsprøver, jævnfør Vandrammedirektivets definition af grundvand.

#### **Antal filtre og analyser**

Antallet af grundvandsfiltre som har været anvendt til prøvetagning har varieret gennem overvågningsperioden, dels som følge af ned-



børsforholdene hvor tørre perioder har medført tørre filtre og dels som følge af de ændrede prioriteringer i den nationale overvågning. Tabel 7.1 viser antallet af grundvandsfiltre anvendt til målinger af nitrat i perioden 1990 - 2001 og tabel 7.2 viser antallet af nitratanalyser gennemført i perioden 1990 - 2001. I tabel 7.1 og 7.2 er ikke medregnet grundvandsfiltre og nitratanalyser fra Barslund Bæk oplandet, LOOP 5, hvor prøvetagningen blev stoppet med udgangen af 1997. De markante ændringer i antallet af anvendte filtre og foretagne nitratanalyser fra 1998 følger starten på den nye overvågningsperiode, og faldet i 2001 skyldes reoveringen af grundvandsreder i LOOP 1, 2, 3 og 4.

*Tabel 7.1* Antal grundvandsfiltre anvendt til målinger af nitrat i perioden 1990 - 2001

År	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	00	01
Filtre i grundvandsreder	245	216	232	193	201	214	136	165	133	85	84	63
Alle LOOP borer	260	245	261	218	227	238	148	188	135	87	86	65

*Tabel 7.2* Antal nitratanalyser gennemført i perioden 1990 - 2001.

År	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	00	01
Filtre i grundvandsreder	1086	825	1064	787	916	833	587	661	499	474	434	258
Alle LOOP borer	1125	893	1145	852	996	901	616	722	510	486	443	269

### **Nitratindhold i grundvand**

I tabel 7.3 er den gennemsnitlige nitratkoncentration opgjort på filterdybder for oplandene LOOP 1, 2, 3, 4 og 6.

*Tabel 7.3* Gennemsnitligt nitratkoncentration i grundvand opgjort på filterdybder for perioden 1990-2001. Gennemsnit er baseret på alle målinger foretaget i perioden. Filtre placeret i dybder mellem 1,5 og 5 meter under terræn er overvågningsfiltre, mens prøvetagningsfiltre placeret dybere end 5 meter under terræn overvejende er markvandingsboringer.

Dybde (m u.t.)	LOOP 1	LOOP 2	LOOP 3	LOOP 4	LOOP 6
	leropland (mg NO <sub>3</sub> l <sup>-1</sup> )	Sandopland (mg NO <sub>3</sub> l <sup>-1</sup> )	leropland (mg NO <sub>3</sub> l <sup>-1</sup> )	leropland (mg NO <sub>3</sub> l <sup>-1</sup> )	sandopland (mg NO <sub>3</sub> l <sup>-1</sup> )
1,5	63	111	68	52	74
3	24	67	38	31	44
5	13	64	33	26	-
5,1-10	-	112	-	5	66
10,1-20	-	71	-	11	21
20,1-50	-	46	-	-	1

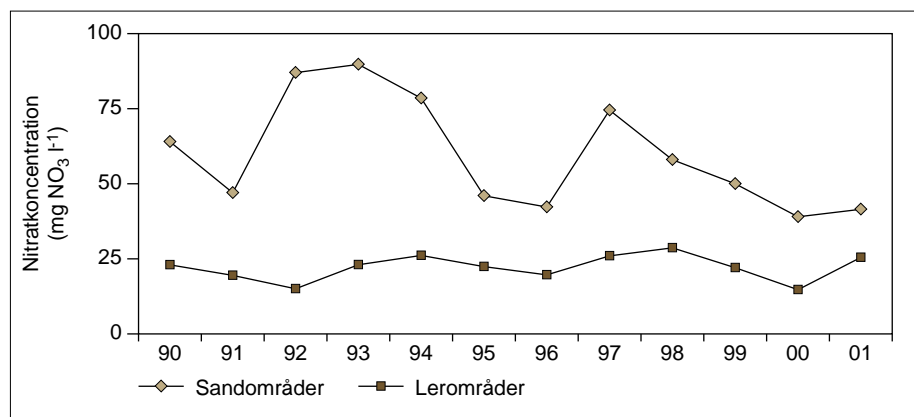
I figur 7.2 er beregnet den årlige gennemsnitskoncentration af nitrat i overvågningsboringer filtersat mellem 1,5 og 5 meter under terræn for de 2 sandoplande og 3 leroplande.

Den tidlige udvikling i det øvre grundvands nitratindhold for de 3 leroplande fremgår af figur 7.3 og for de 2 sandoplande af figur 7.4 for de enkelte filterdybder. Der er beregnet en årlig medianværdi for det enkelte filter, og derudfra er der beregnet en samlet medianværdi for hvert år.

Datagrundlaget er de 85 filtre (fra grundvandsreder) som blev prøvetaget i 1999, og som er anvendt til prøvetagning i hele perioden 1990-2001 med ca. 6 analyser pr år, dog kun 63 filtre for 2001. Der er ikke så hyppige analyser fra 1,5-meter filterne da disse ofte er tørre, hvilket især gælder i leroplandene.

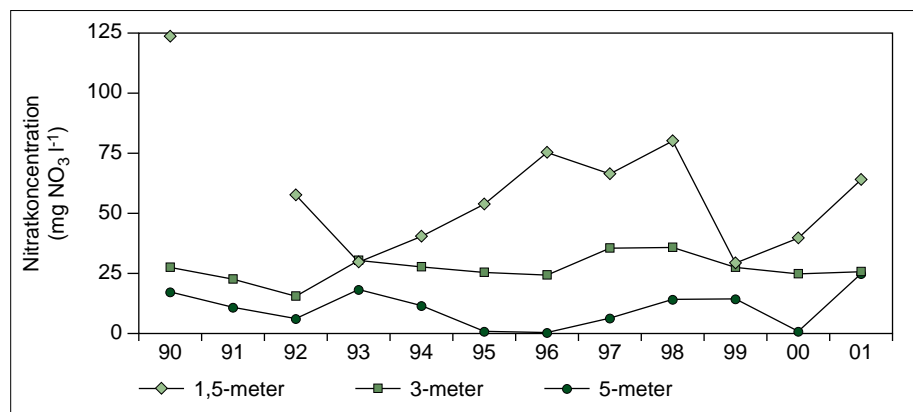
For de 2 sandoplande (LOOP 2 og 6) er de gennemsnitlige nitratkoncentrationer vist separat, da grundvandsfiltrene er placeret i forskellige dybder under terræn. I LOOP 2 fem meter under terræn og i LOOP 6 mellem 1,5 og 3 meter under terræn (figur 7.4).

Figur 7.2 Årlig gennemsnitskoncentration (medianværdi) af nitrat for 3 leroplande og 2 sandoplande i grundvand udtaget mellem 1,5 og 5 meter under terræn.



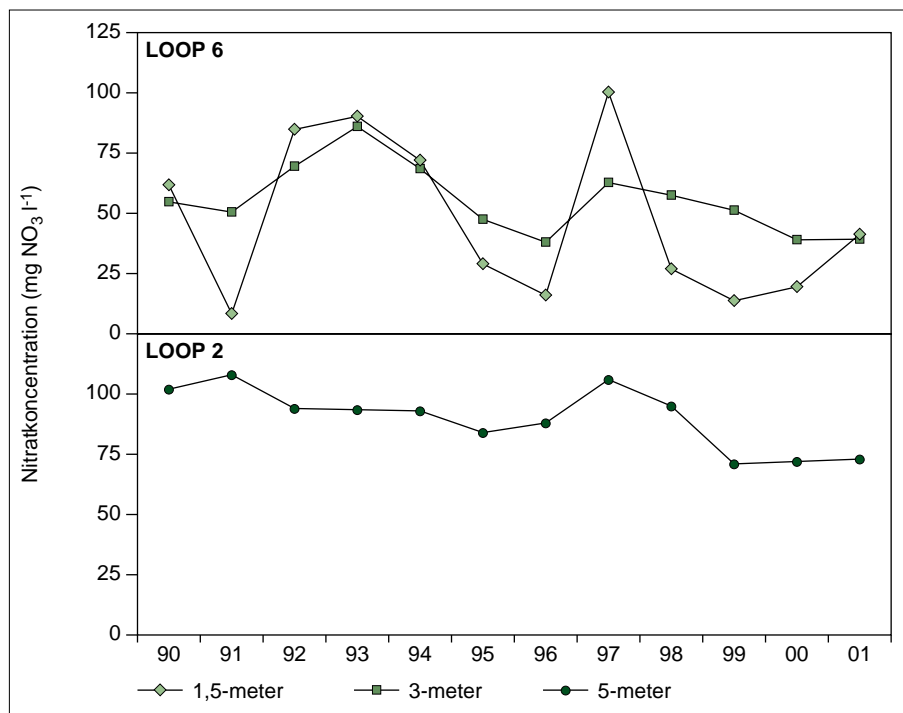
LA02 – Fig. 7.2

Figur 7.3 Nitratkoncentration i det øvre grundvand, filterdybder 1,5, 3 og 5 meter under terræn. Årligt gennemsnit (median) for 3 leroplande.



LA02 – Fig. 7.3

Figur 7.4 Nitratkoncentration i det øvre grundvand, filterdybder 1,5, 3 og 5 meter under terræn. Årligt gennemsnit (median) for 2 sandoplunde, øverst LOOP 6, nederst LOOP 2.



LA02 – Fig. 7.4

### Orthofosfat i grundvand

I tabel 7.4 er vist de gennemsnitlige koncentrationer af orthofosfat for perioden 1990-2001 for henholdsvis ler- og sandoplunde.

Tabel 7.4 Gennemsnitlig koncentration af orthofosfat i det øvre grundvand i 3 leroplunde og 2 sandoplunde (medianværdier) for perioden 1990-2001. Detektionsgrænsen varierer mellem 0.01 og 0.002 mg PO<sub>4</sub>-P/l, højest i sandområderne.

Dybde (m u.t.)	Leroplunde (mg PO <sub>4</sub> -P l <sup>-1</sup> )	Sandoplunde (mg PO <sub>4</sub> -P l <sup>-1</sup> )
1,5	0,017	< 0,01
3	0,009	< 0,01
5	0,007	0,02

### Diskussion

Det gennemsnitlige nitratindhold i 2001 var i de sandede oplunde på 42 mg NO<sub>3</sub> l<sup>-1</sup>, hvilket er under den højst tilladelige koncentration i drikkevand på 50 mg NO<sub>3</sub> l<sup>-1</sup> (figur 7.4). I de lerede oplunde var nitratindholdet på 25 mg NO<sub>3</sub> l<sup>-1</sup> (figur 7.3).

Især i sandoplundene har der været en stor variation i nitratindholdet i det øvre grundvand igennem overvågningsperioden, svingende fra 90 mg NO<sub>3</sub> l<sup>-1</sup> i 1993 til 39 mg NO<sub>3</sub> l<sup>-1</sup> i 2000. Tilsvarende har nitratindholdet i leroplundene ligget mellem 15 og 29 mg NO<sub>3</sub> l<sup>-1</sup>. Et generelt mønster begynder at tegne sig med faldende og lavt nitratindhold i relativt nedbørsfattige perioder, som efterfølges af en relativ kraftig stigning af nitratindholdet ved begyndelsen af en mere nedbørsrig periode, og gennem den nedbørsrige periode ses igen et fald i nitratindholdet. Se også kapitlet Grundvandets Hovedbestanddele i Stockmarr og Jørgensen, 2002.

For overvågningsperioden som helhed ses ingen tendens til fald eller stigning i nitratkoncentrationen i det allerøverste grundvand. Fra 1997/1998 til 2000 var der generelt et fald i det øvre grundvands nitratindhold. De målte nitratkoncentrationer i 2001 er på niveau med eller højere end den målte gennemsnitlige koncentrationer i 2000. Men som følge af den gennemførte renovering af boringer i 4 oplande må der tages et vist forbehold for de målte udsving i nitratindholdet i 2001.

I leroplandene ses et markant fald i nitratindholdet med dybden fra 1,5 til 5 meter under terræn, som følge af den geokemisk betingede nitratreduktion som finder sted i lerjorde relativt tæt på terræn. I sandoplandene ses faldet i nitratkoncentration først markant fra dybder 5 til 20 meter under terræn afhængigt af de geologiske forhold. I grundvandsprøver udtaget fra boringer dybere end fem meter under terræn, ofte fra markvandingsboringer, ses ofte et nitratindhold på omkring på  $50 \text{ mg NO}_3 \text{ l}^{-1}$ , hvilket svarer til den højst tilladelige koncentration i drikkevand (tabel 7.3).

Den generelle nedgang i kvælstoftilførslen til markerne og den bedre udnyttelse af husdyrgødningen ses endnu ikke som et generelt lavere nitratindhold i det øvre grundvand i landovervågningsoplandene, når der ses på overvågningsperioden som helhed. Men over de sidste 3 til 4 år ses der i sandoplandene en tendens til et lavere nitratindhold sammenlignet med tidligere i overvågningsperioden. Dette til trods for at det også er i sandområderne der er den største år til år variation.

Det gennemsnitlige orthofosfat-P indhold målt i det øvre grundvand i landovervågningsoplandene er lavt (tabel 7.4) og viser ingen tegn på påvirkning fra landbrugsdriften i landovervågningsoplandene. Fosforindholdet er på niveau med den krævede detektionsgrænse på  $0,01 \text{ mg PO}_4\text{-P l}^{-1}$ , og også lavt set i forhold til grænseværdien for drikkevand på  $0,15 \text{ mg P}$ .

### **7.3 Forekomst af uorganiske sporstoffer i det øvre grundvand**

#### **Resultater**

Det øvre grundvand i landovervågningsoplandene analyseres for de uorganiske sporstoffer som formodes at kunne tilføres det nydannede grundvand fra overfladen, nemlig aluminium, arsen, barium, bly, cadmium, chrom, nikkel, kobber, selen og zink. Detektionsgrænserne er de samme som for grundvandsovervågningen. Alle stoffer er fundet, selen dog kun i et mindre antal indtag. Analyserne stammer overvejende fra de dybeste indtag i grundvandsrederne, dvs. 5 meter under terræn, med undtagelse af analyserne fra Sønderjyllands Amt (LOOP 6) der stammer fra indtag i ca. 2,2 meters dybde. Af tabel 7.5 fremgår at der er markante forskelle i koncentrationsniveauer mellem de enkelte landovervågningsoplande.

**Tabel 7.5** Uorganiske sporstoffer i landovervågningens grundvandsboringer 1998-2001 (median værdier). Analyser under detektionsgrænsen er medregnet med dennes værdi.

	LOOP 1	LOOP 2	LOOP 3	LOOP 4	LOOP 6	Detektionsgrænse
	$\mu\text{g l}^{-1}$	$\mu\text{g l}^{-1}$	$\mu\text{g l}^{-1}$	$\mu\text{g l}^{-1}$	$\mu\text{g l}^{-1}$	$\mu\text{g l}^{-1}$
Arsen	0,5	0,3	0,3	0,3	0,1	0,05
Bly	0,4	0,4	0,9	0,2	0,7	0,05
Cadmium	0,02	0,11	0,13	0,01	0,75	0,005
Selen	0,2	0,1	0,3	0,5	0,2	0,1
Nikkel	1,9	6	22	0,8	61	0,05
Zink	3,2	28	73	4,2	110	0,5
Kobber	1,0	3,1	2,9	0,4	3,9	0,05
Chrom	0,12	0,6	0,1	0,15	0,3	0,04
Aluminium	1,6	60	0,9	7,0	350	0,1

De generelle hovedtal for belastningen af det allerøverste grundvand i landovervågningsoplandene med uorganiske sporstoffer er vist i tabel 7.6.

### Diskussion

Som illustreret i tabel 7.5 ses der store forskelle landovervågningsoplandene imellem. Som gennemsnit betragtet (medianværdier) overskrider indholdet af uorganiske sporstoffer i det øvre grundvand i landovervågningsoplandene ikke grænseværdierne for drikkevand. Men for nikkel, zink og aluminium er der en del overskridelser af grænseværdierne (tabel 7.6). Samlet leder resultaterne til den antagelse, at uorganiske sporstoffer i større mængder kan udvaskes fra rodzonen. En sammenligning med terænnære grundvandsindtag i

**Tabel 7.6** Uorganiske sporstoffer i landovervågningens grundvandsboringer 1998-2001. Analyser under detektionsgrænsen er medregnet med dennes værdi. De sidste to kolonner er baseret på medianværdier pr. indtag.

	Grænse værdi <sup>1)</sup> $\mu\text{g l}^{-1}$	Grundvandsindtag med							Median-værdi $\mu\text{g l}^{-1}$	90 % percentil $\mu\text{g l}^{-1}$	Maksimum $\mu\text{g l}^{-1}$
		analyse fund		Overskridelse i							
		antal	antal	%	En analyse	%	Alle Analyser	%			
Arsen	5	35	31	88	5	14	0	-	0,3	0,8	6,5
Bly	5	35	34	97	12	34	1	3	0,5	2,1	39
Cadmium	2	35	34	97	2	6	1	3	0,11	0,80	9,3
Selen	10	35	31	88	0	-	-	-	0,2	1,3	5,3
Nikkel	20	35	35	100	18	51	10	29	7,0	94	700
Zink	100	35	34	97	17	49	6	17	30	200	885
Kobber	100	35	35	100	0	-	-	-	2,2	9	61
Chrom	20	35	26	74	0	-	-	-	0,2	0,6	8,9
Aluminium	100	35	35	100	15	43	5	14	6,2	730	2.180

<sup>1)</sup> Overskridelser er i forhold til grænseværdien for drikkevand ved indgang til ejendom.

grundvandsovervågningen indikerer en eventuel tilbageholdelse af udvaskede uorganiske sporstoffer i den øverste del af den mættede zone (Stockmarr og Jørgensen, 2002).

## 7.4 Pesticidforekomst i det øvre grundvand

### Resultater

Der er i 2001 kun udtaget vandprøver til analyse for pesticider fra 21 indtag, tabel 7.7. Heraf er langt de fleste er udtaget i LOOP 6, Sønderjyllands Amt. De få udtagne prøver skyldes at grundvandsrederne er blevet renoveret i LOOP 1, 2, 3 og 4.

Tabel 7.7 Antal analyser pr år, undersøgte indtag og indtag med fund af pesticider og nedbrydningsprodukter i pr. år landovervågningen 1993-2001.

År	Analyser	Indtag med analyse	Indtag med fund	
			Antal	%
1993	44	38	4	11
1994	129	57	24	42
1995	131	63	34	54
1996	93	48	16	33
1997	96	58	12	21
1998	194	48	19	40
1999	188	52	29	56
2000	98	40	17	43
2001	45	21	6	29

### Diskussion

I 2001 blev der udtaget 45 vandprøver fra 21 grundvandsindtag. I 6 af disse indtag blev der fundet pesticider eller nedbrydningsprodukter, svarende til 29 %. Grænseværdien var ikke overskredet i nogle af de undersøgte indtag. De få analyseresultater betyder at LOOP data-sættet ikke i år beskrives nærmere, men at der henvises til sidste års afsnit i Grant et al. (2001) og Stockmarr (2001).

## 7.5 Øvrige miljøfremmede stoffers forekomst i det øvre grundvand

### Resultater

I landovervågningsoplandene er der i perioden 1995-2001 gennemført analyser for organiske mikroforureninger i 267 vandprøver repræsenterende 53 forskellige indtag (tabel 7.8 og 7.9).

*Tabel 7.8* Analyser for organiske mikroforureninger udført pr. år i landovervågningen i perioden 1995-2001.

Prøvetagningsår	Prøver	Indtag med analyse	Indtag med fund	
	antal	antal	antal	%
1995	25	16	1	6
1996	31	15	0	0
1997	7	4	0	0
1998	28	22	1	4
1999	81	37	22	60
2000	47	18	8	44
2001	48	19	5	26
Total 1995-2001	267	53	29	55

I landovervågningsoplandene er der i perioden 1998-2001, og sporadisk i 1996-1997, analyseret for 6 af de 7 grupper af organiske mikroforureninger (tabel 7.8 og 7.9). Der er fundet organiske mikroforureninger i 55 % af indtagene. Undersøgelserne har især været rettet mod de chlorerede phenoler, men det er kun stoffet 2,4-dichlorphenol der er fundet. Der er udført analyser for phenol fra 39 indtag og stoffet er fundet i 12, heraf et indtag med indhold over grænseværdien for drikkevand. Der er nogle få data for nonylphenoler og nonylphenolethoxylater, nonylphenol er fundet i 8 ud af 40 indtag, men i lave koncentrationer. Der er også udført analyser for dibutylphthalat (DBP) i landovervågningsoplandene og det er fund i 5 ud af 23 indtag.

*Tabel 7.9* Oversigt over analyseresultaterne for de organiske mikroforureninger i landovervågningen fordelt på grupper dækkende perioden 1996-2001.

Stofgruppe	Indtag med analyse	Indtag med fund	
	antal	antal	%
Aromatiske kulbrinter	26	11	42
Halogenerede alifatiske kulbrinter	7	0	0
Phenoler	39	12	31
Chlorphenoler	47	3	6
Blødgørere	23	11	48
Detergenter	23	11	48

**Tabel 7.10** Organiske mikroforureninger i landovervågningen 1993-2001. Udvalgte analyser for organiske mikroforureninger. Alle medianværdier er beregnet på grundlag af medianværdier for de enkelte indtag, da en simpel gennemsnitsberegning ville være meget påvirkelig af enkeltstående meget høje koncentrationer.

	Analyser	Analyser med fund	Indtag med analyse	Indtag med fund		Over grænseværd <sup>1)</sup>	Median af fund <sup>2)</sup>	Maksimum af fund	Grænseværdi <sup>1)</sup>
	antal	antal	antal	antal	%	%	(µg l <sup>-1</sup> )	(µg l <sup>-1</sup> )	(µg l <sup>-1</sup> )
<b>Aromatiske kulbrinter</b>									
Benzen	44	1	26	1	3,8	-	0,1	0,1	1
Naphtalen	39	0	25	0	-	-	-	-	2
Toluen	44	11	26	11	42,3	-	0,1	0,6	10
m+p-xylen	22	3	18	3	16,7	-	0,2	0,9	10
o-xylen	22	3	18	3	16,7	-	0,1	0,3	10
Xylen (uspecifik)	7	6	7	6	85,7	-	0,2	0,4	10
<b>Halogenerede alifatiske kulbrinter</b>									
Tetrachlorethylen	7	0	7	0	-	-	-	-	
1,1,1-trichlorethan	7	0	7	0	-	-	-	-	1
Trichlormethan (chloroform)	7	0	7	0	-	-	-	-	1
<b>Phenoler</b>									
Nonylphenoler	32	7	25	7	28,0	-	0,2	0,5	20
Nonylphenoethoxylater	27	0	20	0	-	-	-	-	45
Phenol	112	14	39	12	30,8	2,6	0,2	0,8	0,5
<b>Chlorphenoler</b>									
2,4-dichlorphenol	195	3	46	3	6,5	-	0,0	0,1	0,1
2,6-dichlorphenol	172	0	40	0	-	-	-	-	0,1
Pentachlorphenol	171	0	40	0	-	-	-	-	0,1
<b>Blødgørere</b>									
Dibutylphthalat (DBP)	31	11	23	11	47,8	21,7	0,8	2,1	1
<b>Detergenter</b>									
Kationisk DTDMAC (sum)	5	0	5	0	-				
Anioniske detergenter (sum)	37	24	23	11	47,8	-	4,9	35,0	100

<sup>1)</sup> Her anvendes grænseværdien for drikkevand hvor en sådan findes (se tabel 7.5.1 i *Stockmar & Jørgensen 2002*)

<sup>2)</sup> Alle medianværdier er beregnet på grundlag af medianværdier for de enkelte indtag

### Diskussion

Der er i landovervågningsoplandene undersøgt 267 vandprøver fra 53 indtag. Der er fund i 55 % af indtagene. Fælles for langt de fleste fund gælder at de er under grænseværdien for drikkevand. Medianværdierne for de stoffer der er medtaget i tabel 7.10, er alle under grænseværdierne for indhold i drikkevand.



## 7.6 Sammenfatning

Det gennemsnitlige nitratindhold i 2001 var i de sandede oplande på 42 mg NO<sub>3</sub> l<sup>-1</sup>, hvilket er under den højst tilladelige koncentration i drikkevand på 50 mg NO<sub>3</sub> l<sup>-1</sup>.

For overvågningsperioden som helhed ses ingen tendens til fald eller stigning i nitratkoncentrationen i det allerøverste grundvand. Fra 1997/1998 til 2000 var der generelt et fald i det øvre grundvands nitratindhold. De målte nitratkoncentrationer i 2001 var på niveau med eller højere end den målte gennemsnitlige koncentrationer i 2000. Men som følge af den gennemførte renovering af boringer i 4 oplande må der tages et vist forbehold for de målte udsving i nitratindholdet i 2001.

I 2001 er der fundet pesticider i 6 af 21 undersøgte boringer. Grænseværdien for drikkevand var ikke overskredet i nogle af de undersøgte grundvandsprøver.

Som gennemsnit betragtet overskrider fundene af øvrige organiske mikroforureninger i det øvre grundvand i landovervågningsoplandene ikke de vejledende grænseværdier for drikkevand. Der er gjort enkelte fund af dibutylphthalat (blødgører) og phenol i koncentrationer over grænseværdien for drikkevand.

*[Tom side]*

## 8 Afstrømning, koncentration og transport af næringsstoffer i vandløb

*Hvorfor måle næringsstoffer i vandløb?*

Koncentrationen og transporten af kvælstof og fosfor i vandløb afspejler både menneskeskabte påvirkninger af oplandet og de naturgivne betingelser som år til år variationer i klimaet, jordbund og topografi.

*Kvælstof kredsløb*

Det udvaskede kvælstof fra rodzonen på de dyrkede arealer føres enten direkte til vandløb med det tilstrømmende overfladenære vand eller siver ned til øvre og nedre grundvandsmagasiner. Herfra når vandet efter kortere eller længere tid frem til vandløb. Under vandets nedsivning i jorden kan nitrat under iltfrie forhold blive omdannet til frit kvælstof (denitrifikation) ved biologiske eller kemiske processer (Jacobsen *et al.*, 1990). Den samme omsætning af nitrat kan foregå i udstrømningsområder, vådområder (Ambus og Hoffmann, 1990). Det er derfor kun en del af det udvaskede kvælstof fra rodzonen der når frem til vandløb. Hvor de hydrogeologiske forhold betinger at størstedelen af afstrømningen i vandløbet kommer fra grundvandet, vil effekter af ændringer i f.eks. dyrkningspraksis indenfor oplandet først kunne registreres efter en længere måleperiode. Derimod vil ændringer i kvælstoftabet hurtigt kunne registreres i vandløb med en stor overfladenær tilstrømning, som f.eks. i lerede og drænedede oplande.

*Fosforkilder*

Tabet af fosfor fra dyrkede arealer sker både via udvaskning og erosion. Hertil kommer at fosforudledninger fra spredt bebyggelse, mindre bysamfund og i form af eventuelle gårdbidrag kan have stor betydning. De mange kilder til fosfor i vandløb, de enkelte kilders store geografiske variation og den store tidsmæssige variation i den diffuse tilførsel af fosfor gør at det er svært at måle - og at fastslå årsagen til - eventuelle ændringer i tilførslerne af fosfor til vandløb selv over forholdsvis lange måleperioder.

*Indholdet i kapitlet*

I kapitlet gennemgås resultaterne fra de fem landovervågningsoplande hvad angår afstrømning samt koncentration og transport af kvælstof og fosfor. Der fokuseres på hydrologiske år, dvs. perioden juni til maj. Det gør vi for bedre at kunne sammenligne kvælstoftabet via vandløb med udvaskningen af kvælstof fra de dyrkede arealer indenfor oplandene. Denne sammenstilling findes i kapitel 9. I de fleste af oplandene findes der målinger fra tolv hydrologiske år: fra 1989/90 til 2000/2001.

### 8.1 Afstrømning

*Stor spredning på afstrømningen i 2000/2001*

Afstrømningen i vandløbene i 2000/2001 varierede fra 32 % til 121 % af gennemsnittet for de foregående 11 år. De østlige vandløb lå under gennemsnittet, mens Odderbæk i Nordjylland lå over (tabel 8.1). Den gennemsnitlige årlige afstrømning i de 5 hovedvandløb, som afvander overvågningsoplandene, varierer betydeligt. Afstrømningen er størst fra Bolbro Bæk hvor nedbørsoverskuddet (nedbør minus fordampning) også er størst. Den mindste afstrømning er målt fra det

østlige opland, Højvadsrende. År til år variationer i afstrømningen er størst i de lerede oplande, dvs. LOOP 1, LOOP 3 og LOOP 4.

**Tabel 8.1** Vandafstrømning i de fem landovervågningsvandløb i det hydrologiske år 2000/2001 og gennemsnittet i den forudgående periode 1989/90-1999/00.

	Seneste hydrologiske år (2000/2001)	Gennemsnit forudgående periode (1989/90-1999/00)
Højvads Rende (LOOP 1)	53 mm	167 mm
Lillebæk (LOOP 4)	182 mm	239 mm
Horndrup Bæk (LOOP 3)	242 mm	282 mm
Oddebæk (LOOP 2)	256 mm	212 mm
Bolbro Bæk (LOOP 6)	447 mm	468 mm

*Nedbør-afstrømningsmodellen 'NAM'*

Afstrømningen i de enkelte vandløb er forsøgt opdelt på tre afstrømningskomponenter som udtrykker hvor hurtigt responsen på nedbør ses ude i vandløbet:

1. Hurtigt tilstrømmende vand,
2. Mellem-hurtigt tilstrømmende vand,
3. Langsamt tilstrømmende vand.

Opdelingen i de tre afstrømningskomponenter er foretaget vha. nedbør-afstrømningsmodellen 'NAM' (DHI, 1996) på baggrund af daglige afstrømninger i de fem vandløb. Opgørelsen giver et godt mål for forskellen i nedbørsrespons imellem de enkelte vandløb. En beskrivelse af modellen kan findes i Kronvang m.fl. (2000).

*En stor del af overskudsnedbøren når hurtigt frem til vandløb fra de lerede oplande*

Opgørelsen giver ikke et mål for hvor hurtigt tilstrømningen foregår for hver af de tre komponenter. Den giver heller ikke informationer om hvor i jorden strømning forgår. Den viser overordnet om hurtigt eller langsamt tilstrømmende vand præger et opland. Sandede oplande vil typisk være præget af langsamt tilstrømmende vand fremfor hurtigt tilstrømmende vand. Opgørelsen giver også indirekte et fingerpeg om hvorvidt strømningen forgår overfladisk og overfladenært eller derimod dybt i jorden. Tendensen er at hurtigt tilstrømmende vand primært er overfladeafstrømning eller overfladenært vand (f.eks. tilstrømning via drænrør), hvorimod langsamt tilstrømmende vand primært kommer fra dybere dele af jorden. Modellen viser at hurtigt tilstrømmende vand udgør en større andel af den samlede afstrømning i de lerede oplande (38-40 %) end det gør i de sandede oplande (16-18 %) i 10-års perioden siden 1989. I de sandede oplande kommer mere af vandet (56-62 %) ved langsom tilstrømning end i de lerede oplande (41-52 %) (tabel 8.2).

**Tabel 8.2** Opdeling af vandafstrømningen i de fem landovervågningsvandløb i tre afstrømningskomponenter (hurtigt tilstrømmende vand, mellem-hurtigt tilstrømmende vand, langsomt tilstrømmende vand) som gennemsnit for perioden 1989/90-1998/99.

	Gennemsnit forudgående periode (1989/90-1998/99)		
	Hurtigt	Mellem-hurtigt	Langsomt
Højvads Rende (LOOP 1)	40 %	19 %	41 %
Lillebæk (LOOP 4)	38 %	10 %	52 %
Horndrup Bæk (LOOP 3)	38 %	20 %	42 %
Odderbæk (LOOP 2)	18 %	26 %	56 %
Bolbro Bæk (LOOP 6)	16 %	22 %	62 %

## 8.2 Koncentration af kvælstof og fosfor

*Den vandføringsvægtede koncentration af total kvælstof er 5-7 gange lavere i Bolbro Bæk end i de øvrige vandløb pga. omsætning af nitrat-N i grundvandet.*

Den vandføringsvægtede årsmiddelkoncentration af total kvælstof er vist i tabel 8.3. Den vandføringsvægtede koncentration af total kvælstof er 5-7 gange lavere i Bolbro Bæk end i Odderbæk og de vandløb som afvander lerede oplande - til trods for stor kvælstofudvaskning fra rodzonen. I Bolbro Bæk er andelen af uorganisk kvælstof ( $\text{NO}_3\text{-N}$  og  $\text{NH}_4\text{-N}$ ) også uforholdsmæssig lille (72 %).

Den lave kvælstofkoncentration i Bolbro Bæk skyldes omsætning af nitrat i grundvandet, hvilket også giver sig udslag i 3-4 gange højere jernkoncentrationer i Bolbro Bæk end i de øvrige fire vandløb (ca.  $1,8 \text{ mg l}^{-1}$  sammenlignet med ca.  $0,5 \text{ mg l}^{-1}$ ), da der ved iltning af pyrit både frigives ferrojern som udvaskes og frit kvælstof til luften (*Jacobsen et al., 1990*).

Koncentrationen af kvælstof i Odderbæk afviger betydeligt fra koncentrationen i Bolbro Bæk selvom begge vandløb afvander sandede oplande (tabel 8.3). Dette skyldes formentlig at der i Odderbæks opland kun er en mindre andel organogene og okkerpotentielle lavbundsområder og måske også, at en del af oplandet er drænet.

**Tabel 8.3** Vandføringsvægtet koncentration af total kvælstof i de fem Landovervågningsvandløb i det hydrologiske år 1999/2000 og gennemsnittet i den forudgående periode 1989/90-1998/99.

	Seneste hydrologiske år (12000/2001)	Gennemsnit forudgående periode (1989/90-199/00)
Højvads Rende (LOOP 1)	$7,7 \text{ mg N l}^{-1}$	$8,9 \text{ mg N l}^{-1}$
Lillebæk (LOOP 4)	$9,4 \text{ mg N l}^{-1}$	$11,5 \text{ mg N l}^{-1}$
Horndrup Bæk (LOOP 3)	$5,8 \text{ mg N l}^{-1}$	$7,1 \text{ mg N l}^{-1}$
Odderbæk (LOOP 2)	$5,8 \text{ mg N l}^{-1}$	$7,3 \text{ mg N l}^{-1}$
Bolbro Bæk (LOOP 6)	$0,9 \text{ mg N l}^{-1}$	$1,5 \text{ mg N l}^{-1}$

*Den vandføringsvægtede koncentration af total fosfor er højest i vandløb, der afvander de lerede oplande*

Den vandføringsvægtede årsmiddelkoncentration af total fosfor er vist i tabel 8.4. Tendensen er at fosforkoncentrationen er højere i vandløbene der afvander de lerede oplande end i vandløbene der afvander de sandede oplande. Det skyldes formentlig at andelen af den overfladenære afstrømning (drænvand, mv.) er større i de lerede

oplande end i de sandede oplande (jævnfør tabel 8.2). Fosforudledninger fra mindre bysamfund og spredt bebyggelse kan også påvirke billedet, og desuden spiller de høje jernkoncentrationer i Bolbro Bæk en rolle, idet okker er i stand til at adsorbere opløst fosfor som herefter kan sedimentere på vandløbsbunden og først komme i transport igen under episodiske hændelser i vandløbet. Opløst uorganisk fosfor udgør i den okkerpåvirkede Bolbro Bæk kun ca. 12 % imod 29-62 % i de andre fire vandløb (tabel 8.5).

*Tabel 8.4 Vandføringsvægtet koncentration af total fosfor i de fem Landovervågningsvandløb i det hydrologiske år 2000/2001 og gennemsnittet i den forudgående periode 1989/90-1999/00.*

	Seneste hydrologiske år (2000/2001)	Gennemsnit forudgående periode (1989/90-1999/00)
Højvads Rende (LOOP 1)	0,097 mg P l <sup>-1</sup>	0,110 mg P l <sup>-1</sup>
Lillebæk (LOOP 4)	0,158 mg P l <sup>-1</sup>	0,196 mg P l <sup>-1</sup>
Horndrup Bæk (LOOP 3)	0,140 mg P l <sup>-1</sup>	0,132 mg P l <sup>-1</sup>
Odderbæk (LOOP 2)	0,155 mg P l <sup>-1</sup>	0,120 mg P l <sup>-1</sup>
Bolbro Bæk (LOOP 6)	0,095 mg P l <sup>-1</sup>	0,087 mg P l <sup>-1</sup>

*Tabel 8.5 Vandføringsvægtet koncentration af opløst uorganisk fosfor i de fem Landovervågningsvandløb i det hydrologiske år 2000/2001 gennemsnittet i den forudgående periode 1989/90-1999/00.*

	Seneste hydrologiske år (2000/2001)	Gennemsnit forudgående periode (1989/90-1999/00)
Højvads Rende (LOOP 1)	0,043 mg P l <sup>-1</sup>	0,052 mg P l <sup>-1</sup>
Lillebæk (LOOP 4)	0,098 mg P l <sup>-1</sup>	0,107 mg P l <sup>-1</sup>
Horndrup Bæk (LOOP 3)	0,041 mg P l <sup>-1</sup>	0,056 mg P l <sup>-1</sup>
Odderbæk (LOOP 2)	0,058 mg P l <sup>-1</sup>	0,052 mg P l <sup>-1</sup>
Bolbro Bæk (LOOP 6)	0,011 mg P l <sup>-1</sup>	0,009 mg P l <sup>-1</sup>

### 8.3 Udvikling i kvælstof- og fosforkoncentration

#### *Statistisk test for udvikling i kvælstof- og fosforkoncentration*

Ved hjælp af en ikke-parametrisk test hvor der korrigeres for vandføringen på de dage hvor vandprøverne er taget, er det muligt at undersøge om der igennem måleperioden er sket et fald i koncentrationen af kvælstof og fosfor. Testen tager hensyn til forskelle i afstrømning, men ikke til at jordens kvælstofpulje ændres ved skift mellem tørre og våde år. Testen udnytter at der er sammenhæng mellem afstrømning og koncentration af kvælstof. Den er nærmere omtalt af *Larsen (1996)*.

**Tabel 8.6** Trend i 2001 i vandløbskoncentration af total-N med relativ ændring i forhold til 1989. \*\*\*: 1%-niveau, \*\*: 5%-niveau, n.s.: ikke signifikant

	Total-N	Relativ ændring	Signifikans-niveau
	mg N l <sup>-1</sup> år <sup>-1</sup>	%	
Højvads Rende (LOOP 1)	0	-	-
Lillebæk (LOOP 4)	-0,157	-27,2	**
Horndrup Bæk (LOOP 3)	-0,138	-33,9	***
Odderbæk (LOOP 2)	-0,078	-20,4	n.s.
Bolbro Bæk (LOOP 6)	-0,044	-44,0	***

**Tabel 8.7** Trend i 2001 i vandløbskoncentration af total-P med relativ ændring i forhold til 1989. \*\*\*: 1 %-niveau, \*\*: 5 %-niveau, n.s.: ikke signifikant

	Total-P	Relativ ændring	Signifikans-niveau
	mg P l <sup>-1</sup> år <sup>-1</sup>	%	
Højvads Rende (LOOP 1)	-0,004	-46,6	**
Lillebæk (LOOP 4)	-0,002	-70,4	n.s.
Horndrup Bæk (LOOP 3)	-0,003	-30,7	**
Odderbæk (LOOP 2)	0,003	39,6	**
Bolbro Bæk (LOOP 6)	-0,001	-15,9	n.s.

*Koncentrationen af kvælstof falder i vandløbene*

Den statistiske test på enkeltobservationer viser at der i 3 af de 5 oplande er sket et signifikant fald i koncentrationen af total kvælstof gennem 13-års perioden 1989-2001 (tabel 8.6). I et af de øvrige to vandløb er der en *tendens* til fald i koncentrationen. For vandløbene med signifikante fald i kvælstofkoncentration over 11-års perioden er ændringen -27 % til -44 % af 1989-niveauet.

*Fosforkoncentrationen falder signifikant i 2 vandløb og stiger signifikant i 1 vandløb*

Den statistiske test på enkeltobservationer viser tabel 8.7 at koncentrationen af total fosfor er faldet signifikant i 2 af oplandene, hvori mod fosforkoncentrationen er steget signifikant i et af vandløbene. Faldet i fosforkoncentrationen i de to oplande er sandsynligvis relateret til en faldende fosforudledning fra punktkilder og spredt bebyggelse. Fosforbidraget pr. personækvivalent (p.e.) er reduceret fra 1,5 kg P år<sup>-1</sup> p.e.<sup>-1</sup> til 1,0 kg P år<sup>-1</sup> p.e.<sup>-1</sup> i perioden siden slutningen af 1980'erne (*Miljøstyrelsen, 1994*).

## 8.4 Tab af kvælstof og fosfor fra oplandene

Den målte transport af kvælstof og fosfor i vandløbet kan omregnes til et tab fra landbrugsarealer ved at fratække udledninger fra punktkilder og naturarealer i oplandet (se bilag 8.2). I det beregnede tab fra landbrugsarealer indgår udledninger af kvælstof og fosfor fra spredt bebyggelse og gårde.

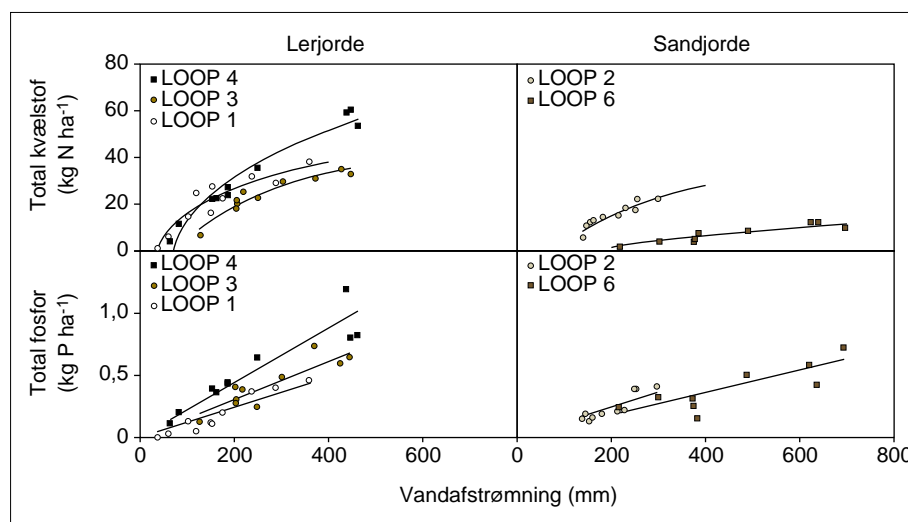
Kvælstoftabet fra de dyrkede arealer var større i de 3 lerede oplande (20,7-30,8 kg N ha<sup>-1</sup> dyrket areal) end i de sandede oplande (7,2-15,9 kg N ha<sup>-1</sup> dyrket areal) i 11-års perioden 1989/90-2000/2001 (tabel 8.8). I det hydrologiske år 2000/2001 var kvælstoftabet især for de lerede oplande markant lavere end i den forudgående 11-års periode.

Dette afspejler den lave afstrømning relativt til den forudgående periode for disse oplande. Det beregnede tab af kvælstof fra de dyrkede arealer til vandløb kan sammenholdes med tabet af kvælstof fra udyrkede arealer, der i 2001 udgjorde ca. 2,1 kg N ha<sup>-1</sup> (Bøgestrand, 2002).

**Tablet af total kvælstof fra dyrkede arealer i de fem Landovervågningsvandløb i det hydrologiske år 2000/2001 og gennemsnittet i den forudgående periode 1989/90-1999/00.**

	Seneste hydrologiske år (2000/2001)	Gennemsnit forudgående periode (1989/90-1998/00)
Højvads Rende (LOOP 1)	4,7 kg N ha <sup>-1</sup>	20,7 kg N ha <sup>-1</sup>
Lillebæk (LOOP 4)	19,0 kg N ha <sup>-1</sup>	30,8 kg N ha <sup>-1</sup>
Horndrup Bæk (LOOP 3)	17,0 kg N ha <sup>-1</sup>	24,4 kg N ha <sup>-1</sup>
Oddebæk (LOOP 2)	15,2 kg N ha <sup>-1</sup>	15,9 kg N ha <sup>-1</sup>
Bolbro Bæk (LOOP 6)	4,0 kg N ha <sup>-1</sup>	7,2 kg N ha <sup>-1</sup>

**Figur 8.1** Sammenhænge mellem årligt kvælstoftab og fosfortab fra landbrugsarealer og vandafstrømningen i perioden 1998/99.



LA02 – Fig. 8.1

**Signifikante sammenhænge mellem årligt kvælstoftab fra landbrugsarealer og vandafstrømningen**

Tablet af kvælstof fra de dyrkede arealer er meget styret af nedbørmængderne og dermed afstrømningen i de enkelte måleår. For de fem vandløb kan der således opstilles signifikante logaritmiske regressions-sammenhænge mellem den årlige afstrømning og det årlige tab af total kvælstof fra landbrugsarealer i oplandet indenfor hydrologiske år (figur 8.1). Det årlige kvælstoftab fra landbrugsarealer stiger i de enkelte oplande med stigende afstrømning (figur 8.1). Ved stigende afstrømning stiger kvælstoftabet mest fra det lerede Lillebæk opland efterfulgt af det sandede Oddebæk opland og de to andre lerede oplande Højvads Rende og Horndrup Bæk (figur 8.1). I det grovsandede Bolbro Bæk opland stiger kvælstoftabet fra dyrkede arealer derimod kun svagt ved stigende afstrømning.

Kvælstoftabet fra dyrkede arealer stiger ikke lineært med stigende afstrømning. I stedet falder stigningstakten med stigende afstrømning. Dette kan forklares med at mængden af udvaskbare kvælstof-forbindelser i rodzonen er begrænset af andre faktorer end nedbøren (mineralisering og udbringning).



Fosfortabet fra de dyrkede arealer var i 2000/2001 markant lavere end eller på niveau med gennemsnittet for den forudgående periode 1989/90-1999/00 (tabel 8.9). Som for kvælstof afspejler det den relativt lave afstrømning fra de østlige, lerede oplande. Set over 11-års perioden er der ikke den store forskel i tabet af total fosfor fra landbrugsarealer i de 3 lerede oplande sammenholdt med tabet fra de 2 sandede oplande. Det beregnede tab af total fosfor fra de dyrkede arealer til vandløb kan sammenholdes med tabet af total fosfor fra udyrkede arealer, som i 2001 er opgjort til 0,081 kg P ha<sup>-1</sup> (Bøgestrand, 2002).

*Signifikante sammenhænge mellem årligt fosfortab fra landbrugsarealer og vandafstrømningen*

Tabet af fosfor fra de dyrkede arealer er meget styret af nedbørsmængderne og dermed afstrømningen i de enkelte måleår. For de fem vandløb kan der således opstilles signifikante lineære regressionsammenhænge mellem den årlige afstrømning og det årlige tab af total fosfor fra landbrugsarealer i oplandet indenfor hydrologiske år (figur 8.1). Det årlige fosfortab fra landbrugsarealer stiger i de enkelte oplande med stigende afstrømning (figur 8.1). Ved stigende afstrømning stiger fosfortabet mest fra det lerede Lillebæk opland og mindst fra det grovsandede opland til Bolbro Bæk (figur 8.1).

*Tabel 8.9* Tabet af total fosfor fra dyrkede arealer i de fem Landovervågningsvandløb i det hydrologiske år 2000/2001 og gennemsnittet i den forudgående periode 1989/90-1999/00.

Vandløbsopland	Seneste hydrologiske år (normal prøvetagning) (2000/2001)	Gennemsnit forudgående periode (normal prøvetagning) (1989/90-1999/00)
Højvads Rende (LOOP 1)	0,04 kg P ha <sup>-1</sup>	0,19 kg P ha <sup>-1</sup>
Lillebæk (LOOP 4)	0,31 kg P ha <sup>-1</sup>	0,53 kg P ha <sup>-1</sup>
Horndrup Bæk (LOOP 3)	0,39 kg P ha <sup>-1</sup>	0,42 kg P ha <sup>-1</sup>
Odderbæk (LOOP 2)	0,40 kg P ha <sup>-1</sup>	0,27 kg P ha <sup>-1</sup>
Bolbro Bæk (LOOP 6)	0,42 kg P ha <sup>-1</sup>	0,41 kg P ha <sup>-1</sup>

## 8.5 Kvælstoftab via langsomt tilstrømmende vand

Vi har forsøgt at tolke på hvor forskelligt oplandene fungerer med hensyn til hvor meget 'gammelt kvælstof' som modtages i vandløbet. Med 'gammelt kvælstof' mener vi kvælstof som langsomt tilstrømmende vand har ført ud i vandløbet. Sådant kvælstof kan have været lang tid undervejs, og altså afspejle datiden mere end nutidens forhold vedr. udvaskning af kvælstof fra rodzonen. 'Langsomt tilstrømmende vand' er en af de 3 komponenter som NAM opsplittningen definerer (afsnit 8.1).

En sådan tolkning vedr. kvælstoftilstrømning giver ikke et mål for *hvor* lang tid 'gammelt kvælstof' har været undervejs. Den giver heller ikke et *præcist mål* for tilstrømningen af 'gammelt kvælstof' - snarere et *skøn*. Et skøn som kan have relevans i forbindelse med en videre diskussion af hvor hurtigt, man i forskellige slags oplande kan forvente at se resultatet af reduktioner i kvælstofudvaskning fra rodzonen uden i vandløbene.

Tilstrømningen af 'gammelt kvælstof' er vurderet på baggrund af regressions sammenhænge mellem de enkelte målinger af kvælstofkoncentrationen og afstrømningen i perioder hvor der er dominans af

vandtilstrømning fra langsomt tilstrømmende vand. Bilag 8.1 beskriver metoden.

*Tabel 8.10* Andelen af vandløbenes totale kvælstoftransport som er 'gammelt kvælstof' i de 5 Landovervågningsoplande i det hydrologiske år 1999/2000 og gennemsnittet i den forudgående periode 1989/90-1998/99.

	Seneste hydrologiske år (1999/2000)	Gennemsnit forudgående periode (1989/90-1998/99)
Højvads Rende (LOOP 1)	24 %	28 %
Lillebæk (LOOP 4)	43 %	46 %
Horndrup Bæk (LOOP 3)	29 %	27 %
Oddebæk (LOOP 2)	42 %	32 %
Bolbro Bæk (LOOP 6)	46 %	40 %

*I Lillebæk er der  
tilsyneladende en stor andel  
'gammelt kvælstof'*

I tabel 8.10 er det anslået hvor stor en andel af oplandstabet af kvælstof der når frem til vandløb via langsomt tilstrømmende vand, primært dybere vand. Tallene antyder at der ikke generelt er forskel mellem lerede og sandede oplande med hensyn til hvor stor en andel 'gammelt kvælstof' der findes i vandløbene. I Lillebæk er der tilsyneladende mere 'gammelt kvælstof' end i de to andre lerede oplande, Højvadsrende og Horndrup bæk. Hurtigt og mellem-hurtigt tilstrømmende vand fører dog generelt set mere kvælstof til vandløbene end langsomt tilstrømmende vand – uanset jordtype.

## 9 Landbruget og vandmiljøet

I dette afsnit sammenstilles hovedresultaterne fra de enkelte delprogrammer i landovervågningen til en samlet beskrivelse af næringsstoftransporter i landbrugsøkosystemer. Der gives en beskrivelse af de reviderede vandbalancer for oplandene. Kvælstofkredsløbet beskrives, og udviklingstendenser for kvælstoftransporten omtales.

### 9.1 Vandbalancen

*Konsensus: nye faste nedbørskorrekationer fra DMI, fordampning med Makkink og afgrødefaktorer*

I efteråret 2001 blev der sat fokus på vandbalancen, idet der var problemer med at få vandbalancen til at gå op. Der blev nedsat et hurtigt arbejdende udvalg bestående af DJF, DMU, GEUS og DMI, og de fire institutioner udgav i februar 2002 en anbefaling til hvorledes nedbør og fordampning beregnes (*Plauborg et al., 2002*).

Vandbalancerne for det dyrkede areal i oplandene er genberegnet i henhold til ovennævnte anbefaling. Resultatet er præsenteret for oplandene i tabel 9.1, idet der er korrigeret for skov og vådområder i forhold til opgørelserne i tabel 9.2 (se også *Blicher-Mathiesen og Grant, 2002*).

Landovervågningsoplandene udgør små oplande i de øvre dele af vandløbssystemerne. Det er sandsynligt at der sker transport af vand ud af sådanne oplande til nedstrømsliggende vandløbsstrækninger. En evaluering af vandbalancen i oplandene bør derfor ske på baggrund af vandtransportmålinger ved nedstrømsliggende stationer. Det ses at der for lerjordsoplandene er god overensstemmelse mellem den beregnede vandtransport ud af rodzonen og transporten i vandløbene. Derimod er der på sandjordene stadig en større beregnet rodzoneafstrømning, end der kan genfindes i vandløbene.

*Grundvandsafstrømning ud af de øvre dele af vandløbssystemer*

Der er således forhold omkring vandstrømningerne som stadig ikke kan forklares entydigt. Årsagen kan være:

- at der stadig er fejl ved beregningsmetoderne,
- at der er problemer med vandløbsmålingerne,
- at der forekommer udstrømninger direkte til havet eller over vandskel. I *Ovesen et al. (2000)*, kort G er vandbalanceopørelserne vist for hele landet. Her fremgår det at der er en betydelig grundvandsbevægelse fra Vest Jylland over israndslinien mod Østjylland. I Sønderjylland ses at grundvand bevæger sig væk fra området, formodentlig direkte ud i havet.

Problemstillingen omkring vandbalancerne er ikke færdigbehandlet og der vil fra forskellig side blive arbejdet videre hermed.

**Tabel 9.1** Vandbalancen i fem Landovervågningsoplande, 1990/91-1999/00.

	Lerjordsoplande			Sandjordsoplande	
	Stor-strøm	Fyn	Vejle /Århus	Nordjyll.	Sønderjyll.
	LOOP1	LOOP4	LOOP3	LOOP2	LOOP6
Nedbør	747	835	921	846	1103 <sup>2</sup>
Fordampn. – landbrug	471	471	476	391	461
Merfordampning pga skov og vådområder	32	0	16	13	21
Percolation - landbrug	276	364	445	455	642
Percolation – result	274	364	429	442	621
Vandløbsafst. opland	168	243	276	203	453
Vandløbsafst. nedstrøms <sup>1</sup>	261	367	432	337	300 <sup>3</sup>
Oppumpning (vanding)					33
Rest	-17	3	3	105	(321)
Grundvandsafst. til havet / ud af region	delvis	ja	nej	nej	ja

1. Vandløbsafstrømningen for nedstrøms liggende/nabo område

2. Incl. gns. 33 mm vanding pr. år

3. Af Ovesen *et al.* (2000) fremgår at der her er vandafstrømning ud af området.

**Tabel 9.2** Jordbunds- og arealopgørelse i fem Landovervågningsoplande (Jensen og Madsen, 1990), anvendt til korrektion af fordampningen i tabel 9.1.

	Lerjordsoplande			Sandjordsoplande	
	Stor-strøm	Fyn	Vejle /Århus	Nordjyll.	Sønderjyll.
	LOOP1	LOOP4	LOOP3	LOOP2	LOOP6
Landbrugsareal					
Lerjord	70	86	60	0	0
Sandjord	1	4	20	93	85
Humusjord	3		2	5	14
Naturarealer og andet					
Skov og sø	26	3	18	2	<1
Byer, veje m.v.	<1	7	0	0	<1

## 9.2 Vandets transportvej og tidsforsinkelse

*På lerjorde hurtig afstrømning gennem øvre jordlag til overfladevand*

*På sandjord afstrømning til overfladevand fortrinsvis via grundvand*

En analyse af vandets strømningsveje er foretaget vha. NAM modellen (kapitel 8). Modellen deler vandløbstilstrømningen op i komponenter med forskellig nedbørsrespons (hurtig, mellemhurtig og langsom tilstrømning). Modellen giver hermed et mål for om et opland er præget af hurtigt eller langsommere afstrømmende vand, og dermed indirekte et fingerpeg for om hvorvidt strømningen foregår overfladenært eller via grundvand. Modellen viser at på lerjordene er en stor del af det vand der når ud til vandløbene hurtigt tilstrømmende vand (38 %), mens den resterende del er langsommere tilstrømmende. På sandjordene derimod når en mindre del hurtigt ud til vandløbene (17 %) mens den resterende del er langsommere tilstrømmende vand.

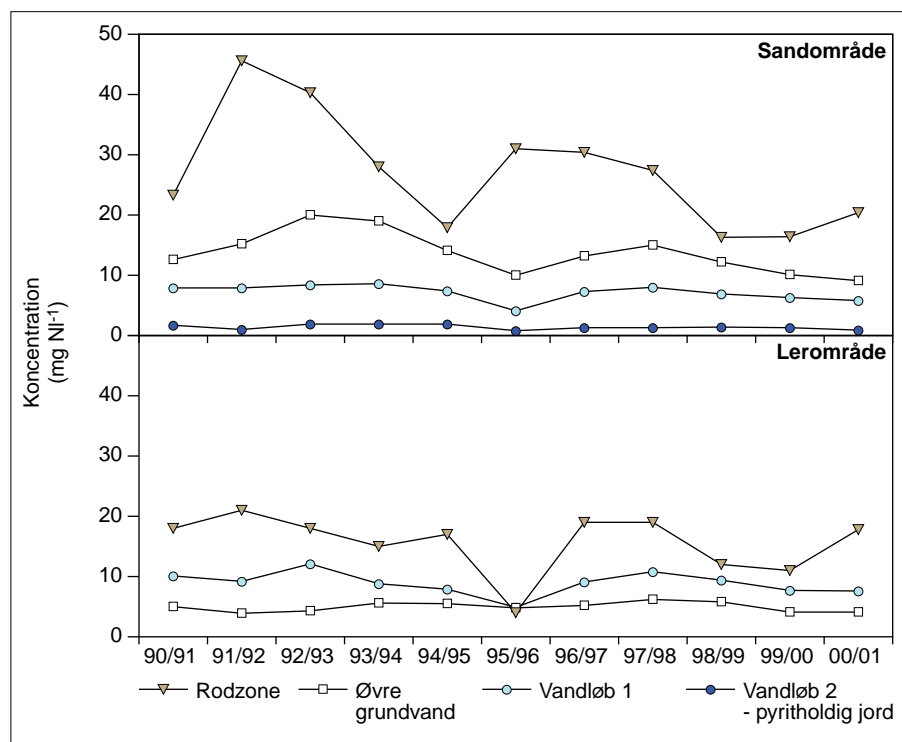
Vand der forlader rodzonen, vil derfor relativt hurtigt nå ud til vandløbene på lerjorde mens der vil gå betydelig længere tid inden det når til vandløbene på sandjorde.

### 9.3 Kvælstofkredsløbet

#### Kvælstofkoncentrationer

Kvælstofkoncentrationerne i de forskellige medier i kredsløbet er vist i figur 9.1.

Figur 9.1 Udviklingen i kvælstofkoncentrationer i perioden 1999/01 til 2000/01 for rodzonevand, det øvre grundvand og vandløb i 3 lerjords- og 2 sandjordsoplande.



LA02 - Fig. 9.1

*Kvælstofkoncentrationer falder fra rodzonen og ned gennem det øvre grundvand*

I perioden 1996/97- 2000/01 var kvælstofkoncentrationerne i rodzonevandet i gennemsnit 15,8 og 22,2 mg N l<sup>-1</sup> på henholdsvis lerjord og sandjord. Der er et markant fald i kvælstofkoncentrationerne ned gennem det øvre grundvand. Dette skyldes denitrifikationsprocesser under stedvis reducerede forhold i jorden. Dybere i grundvandet vil der normalt være reducerende jordlag, og her vil kvælstofindholdet falde til under detektionsgrænsen. I lerjordsområder strækker den oxiderede zone sig typisk 3-7 m under terræn mens den i sandede områder oftest er betydelig dybere, 15-20 m under terræn, enkelte steder meget dybere.

I vandløbene er der i perioden 1996/97-2000/01 målt kvælstofkoncentrationer på henholdsvis 8,9 mg N l<sup>-1</sup> i lerede områder og 4,1 mg N l<sup>-1</sup> i sandede områder. Der skal lægges mærke til at vandløbskoncentrationerne er større i lerområderne end i sandområderne til trods for at kvælstofkoncentrationerne i rodzonen er lavest på lerjorderne. Det skyldes at en stor del af vandet på lerjorderne hurtigt strømmer til vandløbene via de øvre jordlag. På sandjorderne derimod bevæger vandet sig dybere og er meget længere tid undervejs. Under denne transport kan vandet have passeret redoxzonen hvor der sker omfattende nitratreduktion. Det er også muligt at vandet gennemstrømmer enge/vådområder, hvor der forekommer denitrifikation, inden van-

det når ud i vandløbet. Kvælstofkoncentrationerne i vandløb vil således afhænge af om det er oxideret eller reduceret grundvand der når frem. I de to sandjorsoplande ser vi da også vidt forskellige forhold. I Nordjylland er kvælstofkoncentrationerne i vandløbet på niveau med lerjorsoplandene, mens kvælstoffet i grundvandet er betydelig reduceret inden det når ud til vandløbet i Sønderjylland.

### **Kvælstoftransporter**

De gennemsnitlige kvælstofstrømme i det hydrologiske kredsløb er skematiseret i figur 9.2 for de sidste 5 år af måleperioden 1996/97 – 2000/01 for henholdsvis lerjorde og sandjorde.

I lerjordsoplandene er der årligt netto tilført ca. 70 kg N ha<sup>-1</sup>. Den modelberegnete udvaskning fra rodzonen har i perioden udgjort ca. 53 kg N ha<sup>-1</sup> år<sup>-1</sup>. Kvælstoftransporten i vandløbene har udgjort ca. 22 kg N ha<sup>-1</sup> år<sup>-1</sup>; det svarer til at gennemsnitlig ca. 40 % af rodzoneudvaskningen er nået til vandløbene.

I sandjordsoplandene er der årligt netto tilført jorden ca. 105 kg N ha<sup>-1</sup> år<sup>-1</sup>. Den modelberegnete udvaskning er opgjort til ca. 105 kg N ha<sup>-1</sup> år<sup>-1</sup>. Kvælstoftransporten i vandløbene har udgjort ca. 15 kg N ha<sup>-1</sup> fra oplandet i Nordjylland og 6 kg N ha<sup>-1</sup> fra oplandet i Sønderjylland. Dette svarer til at henholdsvis 15 % og 6 % af rodzoneudvaskningen er nået ud til vandløbene.

Som vist i afsnit 9.1 afstrømmer der også vand fra oplandene til nedstrømsliggende vandløbsstrækninger. Dette vand transporterer også kvælstof hvorfor den mængde kvælstof der faktisk når ud til vandløbene, kan være større end angivet ved målinger i LOOP oplandene. Dog må det antages at der her er tale om vand der har været længere tid undervejs, hvilket betyder at der kan have fundet kvælstofreduktionsprocesser sted.

I naturoplande er der et kvælstofinput fra atmosfæren på ca. 15 kg N ha<sup>-1</sup> år<sup>-1</sup> mens der ikke sker nogen fraførsel. Udvasningen er af størrelsesorden ca. 10 kg N ha<sup>-1</sup> år<sup>-1</sup> (*Forskningscenter for Skov og Landskab, pers. medd. 2000*) mens afstrømningen til vandløbene ligger på ca. 2 kg N ha<sup>-1</sup> år<sup>-1</sup> (*Bøgestrand, 2002*).

Det må antages at der fra landbrugsarealer er en baggrundsudvaskning af tilsvarende størrelse, nemlig ca. 10 kg N ha<sup>-1</sup>.

Det må konkluderes at kvælstofudvaskning fra rodzonen har en størrelsesorden der svarer til nettotilførslen af kvælstof til markerne samt at kun en del af den kvælstof, der vaskes ud af rodzonen vil nå ud til vandløbene. Hvor stor denne andel er, er stærkt variabelt og afhænger af lokale forhold.

*Gennemsnitlig kvælstofudvaskning fra rodzonen af dyrkede arealer på niveau med nettotilførslen*

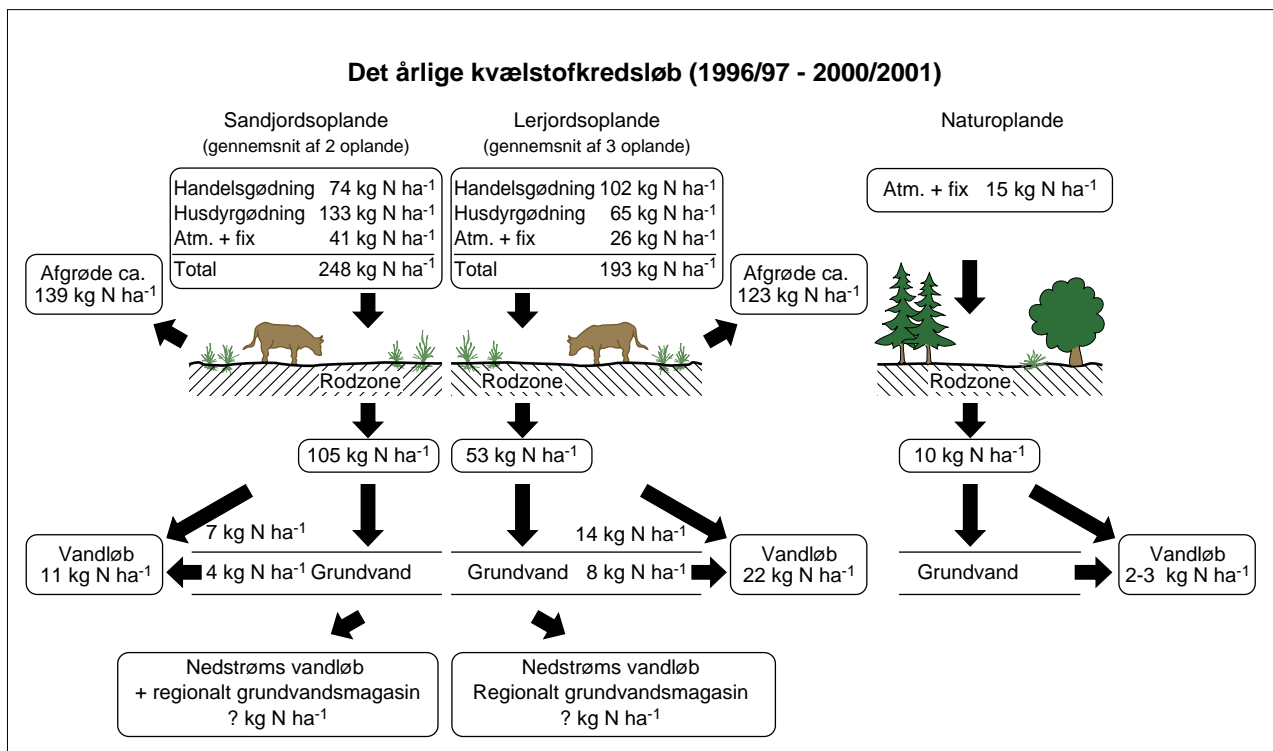
*På lerjorde når ca. 40 % af rodzoneudvaskningen ud til vandløb*

*På sandjorde når en mindre del af rodzoneudvaskningen ud til vandløb*

*Også afstrømning til nedstrømsliggende vandløbsstrækninger*

*Kvælstofudvaskning fra naturarealer ca. 10 kg N ha<sup>-1</sup> år<sup>-1</sup>, ca. 1/4 når ud til vandløb*

*Baggrundsbidrag fra landbrugsarealer*



LA02 - Fig. 9.2

*Figur 9.2* Skemativering af kvælstofkredsløbet i henholdsvis dyrkede lerjords- og sandjordsoplande samt for naturoplande for årene 1996/97-2000/01. Kvælstofbalancen er fra interviewundersøgelsen, mens udvaskningen er modelberegnet med N-LES2 med et gennemsnitsklima for perioden fra 1990 til 2000. Vandløbs-transport i landbrugsoplandene er korrigeret for naturarealer og spildevandsudledning, dvs. transporten repræsenterer det dyrkede areal incl. spredt bebyggelse. Opdeling i overflade og grundvandskomponenter er foretaget vha. NAM modellen.

## 9.4 Udvikling i kvælstoftab fra landbrug til vandmiljø i perioden 1990-2001

### Opnået effekt i 2001 af vandmiljøplanerne

Nedenfor er foretaget en sammenstilling af ændringer i kvælstofforbrug og transporter i landbruget fra 1990 til 2001. Det fremgår at handelsgødningsforbruget og kvælstofoverskuddet på marken er reduceret med henholdsvis 42 og 36 % i perioden. Udvasningen fra rodzonen er beregnet til at være reduceret med 32 %. Denne reduktionsstørrelse understøttes af målinger på rodzonevandet. I vandløb i landbrugsdominerede typeoplande er kvælstoftransporten reduceret med 23 % (Bøgestrand, 2003).

*Markant reduktion i kvælstofforbrug og transport ud af rodzonen*

**Tabel 9.3** Reduktion i kvælstofforbrug og transporter i landbruget 1990-2001.

	1990	2001	reduktion
Handelgødning, (tons N)	395.000	229.000	42%
Kvælstofoverskud (tons N)	375.000	252.000	33%
Kvælstofkoncentrationer i rodzonevand (udjævnet) (mg N l <sup>-1</sup> )			
lerjorde	20	14	32 % (9-47%)
sandjorde	32	20	47% (32-61%)
Modelberegnet udvaskning (kg N ha <sup>-1</sup> )	111	76	32%
Vandløb, dyrkede oplande (mg N l <sup>-1</sup> ) <sup>1)</sup>			23%

<sup>1)</sup> Bøgestrand (2002)

Den lavere reduktion i vandmiljøet end i den modelberegnete udvaskning fra rodzonen skyldes en række forhold, herunder:

- I modelberegning af kvælstofudvaskning er der tale om *den langsigtede effekt*, dvs. den effekt der fremkommer når en ændret gødskningspraksis har været fulgt i en årrække, således at der tilnærmelsesvis har indstillet sig en ny ligevægt i jorden.
- Vandets strømningsveje i det hydrologiske kredsløb medfører at der er en tidsforsinkelse fra vandet forlader rodzonen til det når ud til vandløbene. Denne tidsforsinkelse vil være betydelig større på sandjorde end på lerjorde.
- En opfyldelse af vandmiljøplanernes mål vil aldrig føre til en tilsvarende reduktion af kvælstofindhold og – transport i vandløb. Det naturbetingede baggrundsbidrag på ca. 1 mg N l<sup>-1</sup> vil stadig være der fra både dyrkede arealer og naturarealer.

#### **Hvilken effekt kan forventes af vandmiljøplanerne på overfladevandet**

Af ovennævnte fremgår at en halvering af landbrugsbidraget ikke vil medføre en halvering af kvælstoftransporten i vandløb.

På vandets vej mod det åbne hav sker der også en delvis nitratfjernelse i søer og fjorde. I takt med reduktion i nitratudvaskning fra dyrkede arealer til vandløb bliver denitrifikationen i søer og fjorde også mindre fordi kvælstof tilførslen bliver mindre. Det er dog sandsynligt at denitrifikationen udtrykt som % af den tilførte mængde i gennemsnit kan fastholdes.



## Referencer

*Allerup, P., Madsen, H. og Vejen, F. (1998).* Standardværdier (1961-96) af Nedbørskorrektioner. Teknisk Rapport 98-10. pp. 17. Danmarks Meteorologiske Institut

*Ambus, P. og Hoffmann, C.C. (1990):* Kvælstofomsætning og stofbalance i ånære områder. NPo-forskning fra Miljøstyrelsen, Nr. C13, 67 s.

*Blicher-Mathiesen, G. & Andersen, H.E. (2002):* Overskud i vandbalance. Vand og Jord (2000) 2, 75-80.

*Bøgestrand J. (red.) (2000):* Vandområder – Vandløb og kilder 1999. NOVA 2003. Danmarks Miljøundersøgelser. Faglig rapport fra DMU nr. 336.

*Cappelen, J. og Jørgensen, B.V. (2001):* Danmarks Klima 2001. Teknisk rapport 01-06. Danmarks Meteorologiske institut.

*Danish Hydraulic Institute (1999):* NAM Technical Reference and Model Documentation (draft). Danish Hydraulic Institute, Hørsholm. 48 pp.

*Danmarks JordbrugsForskning & Danmarks Miljøundersøgelser (2002):* Effekten af virkemidlerne i Vandmiljøplan I og II set i relation til en ny vurdering af kvælstofudvaskningen i midten af 1980'erne. Notat til Skov- og Naturstyrelsen og Fødevareministeriets Departement. www.dmu.dk – publikationer – øvrige publikationer.

*Danmarks JordbrugsForskning & Danmarks Miljøundersøgelser (2002):* Notat vedr. status om landbrug og fosfor. Notat til Skov- og Naturstyrelsen og Fødevareministeriets Departement. www.dmu.dk – publikationer – øvrige publikationer.

*Danmarks Statistik (2001):* Husdyrtætheden i landbruget 2000.

*Danmarks Statistik .* Landbrugsstatistikken 1989 -2000.

*Fyns Amt (2002):* Vandmiljøovervågning - Landovervågning 2001, 70 pp + bilag.

*Grant, R. (2002):* Kornudbytter og høstet kvælstofudvikling i perioden 1985-2000. Internt notat, Danmarks Miljøundersøgelser. 6 pp. www.dmu.dk – publikationer – øvrige publikationer.

*Grant, R. (2002):* Landovervågningen: Opskalering af modelberegnet kvælstofudvaskning til landsplan. Internt notat, Danmarks Miljøundersøgelser. 6 pp. www.dmu.dk – publikationer – øvrige publikationer.

*Grant, R., Blicher-Mathiesen, G., Paulsen, I., Jørgensen, J.O., Laubel, A.R. Jensen, P.G., Pedersen, M. & Rasmussen, P. (2001):* Landovervågnings-

oplande 1999. NOVA 2003. Danmarks Miljøundersøgelser. 112 pp+ bilag - Faglig rapport fra DMU nr. 376.

*Grant, R., Blicher-Mathiesen, G., Jørgensen, V., Kyllingsbæk, A., Poulsen, H.D., Børsting, C., Jørgensen, J.O., Schou, J.S., Kristensen, E.S., Waagepetersen, J. & Mikkelsen, H. (2000): Vandmiljøplan II - midtvejsevalue-ring. Danmarks Miljøundersøgelser.*

*Grant, R., Laubel, A. & Kronvang, B. (1997): Nedvaskning af fosfor til dræn. Vand og Jord 4 , 169-172.*

*Grant, R., Laubel, A., Kronvang, B., Andersen, H.E., Svendsen, L.M. & Fulgsang, A. (1996): Loss of dissolved and particulate phosphorus from arable catchments by subsurface drainage. Water Research 30, 2633-2642.*

*Hansen, B. (1986): Tilførsel af kvælstof, fosfor og organisk stof til vandløb fra landbrugsområder: Gjelbæk og Rabis Bæk. Rapport til Miljøstyrelsens Ferskvandslaboratorium.*

*Hansen, E. (1990): Normtal for økonomisk optimale N-mængder til landbrugsafgrøder. Miljøstyrelsen. 4 pp.*

*Hansen, L. & Pedersen, E.F. (1985): Drænvandsundersøgelser 1971-74. Tidsskrift for Planteavl 79: 670-688.*

*Heidmann, T. & Søgaard, K.. ( 2002):Ændring i jordens N-indhold. Intern notat, Danmarks Jordbrugsforskning. www.agrsci.dk – vandmiljø.*

*Håndbog for plantedyrkning (1990-2001): Landskontoret for planteavl.*

*Jensen, N.H. & Madsen, H.B. (1990): Jordprofilundersøgelse i Vandmiljøplanens landovervågningsoplande. Statens Planteavlsforsøg, Afdeling for Arealdata og Kortlægning. 17 pp. + bilag.*

*Jacobsen, O.S., Larsen, H.V. & Andersen, L. (1990): Geokemiske processer i et grundvandsmagasin. NPO-forskning fra Miljøstyrelsen, nr. B10, 45 pp.*

*Johnston., A.J. (1998): Phosphorus: essential plant nutrient, possible pollutant. I Göte Bertilsson (red.): Phosphorus balance and utilization in agriculture – towards sustainability. Kungl. Skogs- och Lantbruk-sakadiemens Tidsskrift 135, nr. 7, 11-22.*

*Kristensen, K. (2002): Notat om genberegning af N-LES. Internt notat, Danmarks JordbrugsForskning. www.agrsci.dk – vandmiljø.*

*Kronvang, B. & Bruhn, A.J. (1990): Overvågningsprogram. Metoder til bestemmelse af stoftransport i vandløb. Miljøministeriet. Danmarks Miljøundersøgelser.*

*Kronvang, B. & Bruhn, A.J. (1996): Choice of sampling strategy and estimation method for calculating nitrogen and phosphorus transport in small lowland streams. Hydrological Processes.*

*Kronvang, B., Jensen, J.P., Pedersen, M.L., Larsen, S.E., Laubel, A.R., Müller-Wohlfeil, D.I., Wiggers, L., Kronquist, H., Tornbjerg, H. & Ringsborg, O. (2000): Oplandsanalyse af vandløbs- og søoplade 1998-2003. Vandløb og søer. NOVA 2003. 2. udg. Danmarks Miljøundersøgelser. Teknisk anvisning fra DMU nr. 15.*

*Kyllingsbæk A., Børgensen, C.D., Andersen, J.M., Poulsen, H.D. Børsting, C.F., Vinther, F.P., Heidemann, T., Jørgensen, V., Simmelsgaard, S.E., Nielsen, J., Christensen, B.T., Grant, R. & Blicher-Mathiesen, G., (2000). Kvælstofbalancer i dansk landbrug. Mark- og staldbalancer. Danmarks Miljøundersøgelser og Danmarks Jordbrugsforskning.- Udgivet af Danmarks Miljøundersøgelser.*

*Landsudvalget for kvæg (1993): Fodermiddeltabel 1993. Statens Planteavlsvforsøg, rapport nr. 28.*

*Landsudvalget for kvæg (1995): Fodermiddeltabel 1995. Statens Planteavlsvforsøg, rapport nr. 52.*

*Laursen B. (1994): Normtal for husdyrgødning - revideret udgave af rapport nr. 28. Statens Jordbrugsøkonomiske Institut, rapport nr. 82.*

*Laursen, B. (1987): Normtal for husdyrgødning. Statens Jordbrugsøkonomiske Institut, rapport nr. 28.*

*Miljø- og Energiministeriet. Ministeriet for Fødevarer, Landbrug og Fiskeri (2000): Pesticidhandlingsplan II.*

*Miljøstyrelsen (1990): Vandmiljø-90. Redegørelse fra Miljøstyrelsen, nr 1.*

*Miljøstyrelsen (1994): Punktkilder 1993. Orientering fra Miljøstyrelsen nr. 8 1994. 131 pp.*

*Miljøstyrelsen (2002). Bekæmpelsesmiddelstatistik 2001. Orientering fra Miljøstyrelsen nr. 5.*

*Nilsson, B., Brüsich, W., Morthorst, J., Vosgerau, H., Abildtrup, H.C., Pedersen, D., Jensen, P. og Clausen, E.V. (2000): Undersøgelse af landovervågningsboringerne DGU nr. 165.295 – 165.297 i LOOP område 4, Lillebæk, Fyns Amt. Danmarks og Grønlands Geologiske Undersøgelse. Rapport 2000/47.*

*Nordjyllans Amt (2002): Vandmiljøovervågning – Landovervågning 2001, 63 pp + bilag.*

*Olesen, J.E. og Heidmann, T. (1990): EVACROP. Et program til beregning af aktuel fordampning og afstrømning fra rodzonen. Statens Planteavlsvforsøg.*

*Ovesen, N.B., Iversen, H.L., Larsen, S.E., Müller-Wohlfeil, D.-I., Svendsen, L.M., Blicher, A.S. & Jensen, P.M. (2000): Afstrømningsforhold i danske vandløb. Faglig rapport fra DMU, nr. 340.*

*Plauborg, F., Refsgaard, J.C., Henriksen, H.J., Blicher-Mathiesen, G. & Kern-Hansen, C. (2002): Vandbalance på mark- og oplandsskala. DJF rapport. Markbrug nr. 70.*

*Poulsen, H.D. & Kristensen, V.F. (1997): Normtal for husdyrgødning. En revurdering af danske normtal for husdyrgødningens indhold af kvælstof, fosfor og kalium. Danmarks JordbrugsForskning. Beretning nr. 736. 165 pp.*

*Poulsen, H.D., Børsting, C.F., Rom, H.B. & Sommer, S.G. (2001): Kvælstof, fosfor og kalium i husdyrgødning – normtal 2000. DJF rapport. Markbrug nr. 36.*

*Ringkjøbing Amtskommune og Viborg Amt (2002): Landovervågning 2001 – Interviewundersøgelse, 27 pp + bilag.*

*Rubæk, G.H., Djurhuus, J., Heckrath, G., Olesen, S.E. & Østergaard, H.S. (2000). Er danske jorde mættede med fosfor? I Jacobsen., O.H. & Kronvang, B. (red.) (2000): Tab af fosfor fra landbrugsjord til miljøet. DJF rapport Markbrug nr. 34.*

*Simmelsgaard, S.E., Kristensen, K., Andersen, H.E., Grant, R., Jørgensen, J.O. & Østergaard, H.S. (2000): Empirisk model til beregning af kvælstofudvaskning fra rodzonen. N\_Les - Nitrate Leaching Estimator. DJF rapport. Markbrug nr. 32. September 2000.*

*Stockmarr, J. (red.) 2001. Grundvandsovervågning 2000. Danmarks og Grønlands Geologiske Undersøgelse. Særudgivelse. December 2001.*

*Stockmarr, J. & Jørgensen, L.F. (2002): Grundvandsovervågning 2001. Danmarks & Grønlands Geologiske Undersøgelse. Særudgave. December 2002.*

*Storstrøms Amt (2002): NOVA 2003 – Landovervågning 2001, 77 pp + bilag.*

*Sønderjyllands Amt (2002): Vandmiljøovervågning 2001 – Landovervågning, 63 pp.*

*Vejle Amt (2002): Vandmiljøovervågning 2001 – Landovervågning Horndrup Bæk (LOOP 3). Landbrugsdrift. Næringsstofudvaskning. Stoftransport. 58 pp + bilag.*

*Vestsjællands Amt (2002): Landovervågning ved Hulebæk, høstår 2001. 21 pp.*

*Vilhelm, K. & Nielsen, H. (1990): Næringsstofbalancer på landbrugsjendomme. Danmarks Miljøundersøgelser, 57 sider.*

*Vinther, F.P. (2002): Kvælstoftab ved denitrifikation i rodzonen i perioden 1985 til 2000. Internt notat. Danmarks JordbrugsForskning. [www.agrsci.dk](http://www.agrsci.dk) – vandmiljø.*

### Bilag 3.1 Markbalance for kvælstof i 1000 tons fra 1985 til 2001

	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Handelsgødning	392,1	376,1	375,3	361	371	394,4	388,9	364,5	327,9	321,2	310,5	285,8	282,6	278,2	257,2	246,2	228,7
Husdyrgødning	263,0	261,0	251,0	248,0	247,0	244,0	246,0	245	248,0	238,0	231,0	233,0	231,0	233,0	229,0	232,0	235,0
Slam + affald	4,0	4,0	4,0	4,0	5,0	5,0	6,1	7,1	9,7	9,2	9,3	8,6	7,6	7,3	7,4	7,4	7,4
N-fiksering	43,8	42,6	43,1	43,8	45,3	44,9	39,3	40,8	44,0	41,5	39,7	42,6	48,3	46,0	41,5	39,7	36,5
Deposition	48,2	47,9	47,6	47,4	52,7	53,0	52,6	52,4	49,3	45,8	43,6	40,7	40,3	40,1	39,7	39,7	40,1
Tilført	751,1	731,6	721	704,2	721	741,3	732,9	709,8	678,9	655,7	634,1	610,7	609,8	604,6	574,8	565,0	547,7
<b>Fraført</b>																	
Høstet	331,2	325,1	296,5	329,5	345	366,4	341,8	276,6	322,3	302,5	317,5	306,0	319,3	319,6	298,9	303,5	295,8
<b>Balance (tilført - fraført)</b>	419,9	406,5	424,5	374,7	376	374,9	391,1	433,2	356,6	353,2	316,6	304,7	290,5	285	275,9	261,5	251,9
Udskilt N	310	309	299	296	294	288	288	289	289	279	269	271	270	274	266	270	273
Udbinding	34	33	32	32	32	32	34	33	34	33	33	34	33	32	32	33	31,1
NH <sub>3</sub> -fordampning	47	48	48	48	47	44	42	44	41	41	38	38	39	41	37	38	38
Husdyrg. lager	229	228	219	216	215	212	212	212	214	205	198	199	198	201	197	199	203,9
Dyrket areal (1000ha)	2834	2819	2800	2787	2774	2788	2770	2756	2739	2691	2726	2716	2688	2671,9	2644	2647	2676

Kvælstofbalancerne er efter Kyllingsbæk et al. (2000) samt pers. komm. med Kyllingsbæk og Damgaard Poulsen, begge DJF (2002). Balancerne indeholder ikke konserveringssvind, der føres tilbage til markerne.

### Bilag 3.2 Markbalance for kvælstof i kg N/ha fra 1985 til 2001

	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
<b>Tilført</b>																	
Handelsgødning <sup>1</sup>	138	133	134	130	134	141	140	132	120	119	114	105	105	104	97	93	86
Husdyrgødning	93	93	90	89	89	88	89	89	91	88	85	86	86	87	87	88	88
Slam + affald <sup>2</sup>	1,4	1,4	1,4	1,4	1,8	1,8	2,2	2,6	3,5	3,4	3,4	3,2	2,8	2,7	2,8	2,8	2,8
N-fixering	16	15	15	16	16	16	14	15	16	15	15	16	18	17	16	15	14
Deposition	19	19	19	19	19	19	19	19	18	17	16	15	15	15	15	15	15
Tilførsel ialt	265	260	258	253	260	266	265	258	248	244	233	225	227	226	217	214	205
<b>Fraført</b>																	
Høstet	117	115	106	118	124	131	123	100	118	112	117	113	119	120	113	115	115
<b>Balance</b>	148	144	152	135	136	135	141	157	130	131	116	112	108	107	104	99	94

Kvælstofbalancerne er efter Kyllingsbæk et al. (2000) samt pers. komm. med Kyllingsbæk og Damgaard Poulsen, begge DJF (2002). Balancerne indeholder ikke konserveringssvind, der føres tilbage til markerne.

### Bilag 3.3 Markbalance for fosfor i 1000 tons P for hele landet fra 1985 til 2001

	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Handelsgødning	47,8	45,3	46	40,9	39,4	40,6	37,9	32,7	27,6	23,3	21,9	21	22,8	21,2	19,8	17,3	15,2
Husdyrgødning	58,0	57,8	55,6	55,5	55,5	54,6	54,9	54,9	55,0	53,9	54,8	54,9	54,9	55,9	54,8	54,8	56,5
Slam	2,5	2,5	2,5	2,6	2,9	3,4	3,4	4,6	5,7	5,2	5,4	5,6	5,0	5,0	5,0	5	5
Tilførsel ialt	108,3	105,6	104,1	99,0	97,8	98,6	96,2	92,2	88,3	82,4	82,1	81,5	82,7	82,1	79,6	77,1	76,7
Fraført																	
Høstet	54,0	53,5	48,3	53,8	56,8	60,8	57,0	44,5	51,9	48,8	52,3	51,0	53,4	53,5	51,0	52,3	53,2
Balance i 1000 tons P	54,3	52,1	55,8	45,2	41,0	37,8	39,2	47,7	36,4	33,6	29,8	30,5	29,3	28,6	28,6	24,8	23,5
Dyrket areal (1000ha)	2834	2819	2800	2787	2774	2788	2770	2756	2739	2691	2726	2716	2688	2672	2644	2647	2676

Fosforbalancerne er efter pers. komm. med Kyllingsbæk og Damgaard Poulsen, begge DJF (2002).  
Balancerne indeholder ikke konserveringssvind, der føres tilbage til markerne.

### Bilag 3.4 Markbalance for fosfor i kg P/ha for hele landet fra 1985 til 2001

	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Handelsgødning	16,9	16,1	16,4	14,7	14,2	14,6	13,7	11,9	10,1	8,7	8,0	7,7	8,5	7,9	7,5	6,5	5,7
Husdyrgødning	20,5	20,5	19,9	19,9	20,0	19,6	19,8	19,9	20,1	20,0	20,1	20,2	20,4	20,9	20,7	20,7	21,1
Slam + affald	0,9	0,9	0,9	0,9	1,0	1,2	1,2	1,7	2,1	1,9	2,0	2,1	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9
I alt kg P/ha	38,2	37,5	37,2	35,5	35,3	35,4	34,7	33,5	32,2	30,6	30,1	30,0	30,8	30,7	30,1	29,1	28,7
Fraført																	
Høstet	19,1	19,0	17,3	19,3	20,5	21,8	20,6	16,1	19,0	18,1	19,2	18,8	19,9	20,0	19,3	19,8	19,9
Balance i kg P/ha	19,2	18,5	19,9	16,2	14,8	13,6	14,2	17,3	13,3	12,5	10,9	11,2	10,9	10,7	10,8	9,4	8,8
Dyrket areal (1000ha)	2847	2830	2814	2800	2786	2798	2776	2760	2750	2706	2744	2714	2688	2672	2644	2647	2647

Fosforbalancerne er efter pers. komm. med Kyllingsbæk og Damgaard Poulsen, begge DJF (2002).  
Balancerne indeholder ikke konserveringssvind, der føres tilbage til markerne.

## Bilag 5.1

### LOOP 1

St.	Jbnr	År	Brugstype	DE ha <sup>1</sup>	Afgørde	N-tilf.		P-tilf.		N-fjernet (kg ha <sup>-1</sup> )	N-fix (kg ha <sup>-1</sup> )
						ha	hu	ha	hu		
101	6	1990	plante	.	Fabriksroer	128	.	35	.	134	2
101	6	1991	plante	.	Vårbyg, foderkorn	110	.	.	.	159	2
101	6	1992	plante	.	Vinterhvede, foderkorn	202	.	24	.	183	2
101	6	1993	plante	.	Fabriksroer	131	.	33	.	137	2
102	7	1990	plante	.	Fabriksroer	120	.	38	.	104	2
102	7	1991	plante	.	Vårbyg, foderkorn	123	.	15	.	108	2
102	7	1992	plante	.	Vinterhvede, foderkorn	160	.	19	.	106	2
102	7	1993	plante	.	Fabriksroer	101	.	25	.	104	2
102	7	1994	plante	.	Vinterhvede, foderkorn	179	.	17	.	115	2
102	7	1995	plante	.	Vinterhvede, foderkorn	172	.	20	.	140	2
102	7	1996	plante	.	Fabriksroer	96	.	12	.	83	2
102	7	1997	plante	.	Vårbyg, malt	90	.	.	.	128	2
102	7	1998	plante	.	Vinterhvede	235	.	22	.	173	2
102	7	1999	plante	.	Fabriksroer_-_top	107	.	28	.	87	2
102	7	2000	plante	.	Vinterhvede (brød)	217	.	.	.	186	2
102	7	2001	plante	.	Vårbyg	115	.	8	.	91	2
103	6	1990	plante	.	Vårbyg, foderkorn	176	.	13	.	106	2
103	6	1991	plante	.	Vårbyg, foderkorn	118	.	12	.	104	2
103	6	1992	plante	.	Vårbyg, foderkorn	110	.	14	.	72	2
103	6	1993	plante	.	Vårbyg, foderkorn	95	.	.	.	115	2
103	6	1994	plante	.	Fabriksært	.	.	12	.	175	234
103	6	1995	plante	.	Vinterhvede, brød	191	.	19	.	183	2
103	6	1996	plante	.	Fabriksroer	113	.	33	.	102	2
103	6	1997	plante	.	Vårbyg, malt	99	.	.	.	110	2
103	6	1998	plante	.	Vinterhvede_(brød)	199	.	22	.	160	2
103	6	1999	plante	.	Fabriksroer_-_top	123	.	28	.	120	2
103	6	2000	plante	.	Vårbyg til malt	93	.	.	.	126	2
103	6	2001	plante	.	Vinterhvede (brød)	195	.	42	.	177	2
104	5	1990	svin	0,2	Vinterhvede, foderkorn	292	58	40	4	177	2
104	5	1991	svin	0,1	Markært	.	.	.	.	206	266
104	5	1992	svin	0,2	Vinterhvede, foderkorn	172	.	20	.	186	2
104	5	1993	svin	0,2	Fabriksroer	130	.	39	.	130	2
104	5	1994	svin	0,2	Vårbyg, foderkorn	103	.	13	.	125	2
104	5	1995	svin	0,2	Vinterhvede, brød	187	.	18	.	191	2
104	5	1996	plante	0,1	Fabriksroer	119	.	34	.	109	2
104	5	1997	plante	.	Vårbyg, malt	93	.	12	.	155	2
104	5	1998	plante	.	Vinterhvede_(brød)	197	.	14	.	160	2
104	5	1999	plante	.	Fabriksroer_-_top	115	.	31	.	152	2
104	5	2000	plante	.	Vårbyg til malt	132	.	.	.	155	2
104	5	2001	plante	.	Vårbyg m. kløverud	115	.	17	.	158	2
105	6	1990	plante	.	Fabriksroer	100	.	28	.	105	2
105	6	1991	plante	.	Vinterhvede, foderkorn	208	.	.	.	165	2
105	6	1992	plante	.	Vinterhvede, foderkorn	191	.	26	.	138	2
105	6	1993	plante	.	Fabriksroer	105	.	36	.	124	2
105	6	1994	plante	.	Vårbyg, foderkorn	86	.	.	.	107	2
105	6	1995	plante	.	Vinterhvede, brød	178	.	14	.	195	2
105	6	1996	plante	.	Fabriksroer	111	.	28	.	98	2
105	6	1997	plante	.	Vårbyg, malt	82	.	.	.	126	2
105	6	1998	plante	.	Vinterhvede	201	.	14	.	157	2
105	6	1999	plante	.	Fabriksroer_-_top	100	.	26	.	116	2
105	6	2000	plante	.	Vårbyg til malt	104	.	.	.	137	2
105	6	2001	plante	.	Vinterhvede (brød)	185	.	12	.	173	2
106	6	1990	plante	.	Vinterhvede, foderkorn	203	.	19	.	226	2
106	6	1991	plante	.	Vinterhvede, foderkorn	189	.	34	.	191	2
106	6	1992	plante	.	Fabriksroer	127	.	46	.	86	2
106	6	1993	plante	.	Vårbyg, foderkorn	95	.	.	.	115	2
106	6	1994	plante	.	Vinterhvede, foderkorn	187	.	18	.	168	2
106	6	1995	plante	.	Vårbyg, malt	107	.	.	.	124	2

St.	Jbnr	År	Brugstype	DE ha <sup>-1</sup>	Afgrøde	N-tilf.		P-tilf.		N-fjernet (kg ha <sup>-1</sup> )	N-fix (kg ha <sup>-1</sup> )
						(kg ha <sup>-1</sup> )		(kg ha <sup>-1</sup> )			
						ha	hu	ha	hu		
106	6	1996	plante	.	Vårbyg, malt	82	.	12	.	122	2
106	6	1997	plante	.	Vinterhvede, brød	192	.	286	.	183	2
106	6	1998	plante	.	Vårbyg	102	.	.	.	129	2
106	6	1999	plante	.	Konserverært	.	.	.	.	155	274
106	6	2000	plante	.	Vinterhvede (brød)	191	.	19	.	190	2
106	6	2001	plante	.	Vinterhvede (brød)	182	.	19	.	183	2
107	7	1993	plante	.	Vårbyg, foderkorn	86	.	10	.	102	2
107	7	1994	plante	.	Vinterhvede, foderkorn	178	.	17	.	176	2
107	7	1995	plante	.	Fabriksroer	126	.	29	.	93	2
107	7	1996	plante	.	Vårbyg, malt	74	.	.	.	134	2
107	7	1997	plante	.	Vinterhvede, brød	178	.	13	.	211	2
107	7	1998	plante	.	Fabriksroer_-_top	115	.	35	.	91	2
107	7	1999	plante	.	Vårbyg_til_malt	85	.	.	.	93	2
107	7	2000	plante	.	Vårbyg til malt	118	.	14	.	116	2
107	7	2001	plante	.	Vårbyg	108	.	11	.	111	2



## LOOP 2

St.	Jbnr	År	Brugstype	DE ha <sup>1</sup>	Afgørde	N-tilf.		P-tilf.		N-fjernet (kg ha <sup>-1</sup> )	N-fix (kg ha <sup>-1</sup> )
						ha	hu	ha	hu		
201	4	1990	kvæg	1,8	Foderroer	108	340	.	54	158	2
201	4	1991	kvæg	2,0	Vårbyg + udlæg, foderkorn	74	156	.	29	176	5
201	4	1992	kvæg	1,9	Vårbyg, foderkorn	74	204	.	40	47	2
201	4	1993	kvæg	1,9	Vårbyg + udlæg, foderkorn	66	300	.	52	93	5
201	4	1994	kvæg	2,2	Foderroer	24	462	.	76	134	2
201	4	1995	kvæg	2,3	Vårbyg + udlæg, foderkorn	88	319	.	53	135	4
201	4	1996	kvæg	3,2	Majs	36	379	40	65	208	2
201	4	1997	kvæg	1,6	Vårbyg, ærtehelsæd	.	.	9	.	83	59
201	4	1998	kvæg	1,6	Vinterhvede	62	222	.	40	172	2
201	4	1999	kvæg	1,9	Helsæd, vårbyg	86	191	.	31	230	4
201	4	2000	kvæg	2,0	Havre	48	74	.	12	96	2
201	4	2001	kvæg	2,1	Vinterhvede (brød)	82	389	.	63	133	2
202	1	1990	kvæg	1,8	Vårbyg + udlæg, foderkorn	82	169	.	30	166	5
202	1	1991	kvæg	2,0	Vårbyg + udlæg, foderkorn	90	154	.	29	176	5
202	1	1992	kvæg	1,9	Anden rodfrugt	54	352	.	67	170	2
202	1	1993	kvæg	1,9	Vårbyg + udlæg, foderkorn	66	261	.	49	72	5
202	1	1994	kvæg	2,2	Markært	.	109	.	18	152	226
202	1	1995	kvæg	2,3	Vinterhvede, foderkorn	86	217	.	37	171	2
202	1	1996	kvæg	3,2	Vårbyg, ærtehelsæd	.	92	.	14	119	62
202	1	1997	kvæg	1,6	Vinterhvede, foderkorn	58	105	.	15	149	2
202	1	1998	kvæg	1,6	Vinterrug	98	121	.	23	100	2
202	1	1999	kvæg	1,9	Havre	24	163	.	27	87	2
202	1	2000	kvæg	2,0	Vinterhvede (brød)	96	229	.	43	150	2
202	1	2001	kvæg	2,1	Vintertriticale	54	90	.	15	109	2
203	1	1990	svin	1,0	Vårbyg, foderkorn	74	.	.	.	129	2
203	1	1991	svin	1,1	Vårbyg, industri	123	.	.	.	68	2
203	1	1992	svin	1,0	Vinterhvede, foderkorn	162	140	.	24	107	2
203	1	1993	svin	1,1	Vårbyg + udlæg, foderkorn	74	253	.	44	88	5
203	1	1994	svin	2,2	Helsæd	68	81	.	13	141	5
203	1	1995	svin	1,5	Markært	.	.	14	.	121	196
203	1	1996	svin	1,6	Vinterhvede, foderkorn	78	407	.	100	126	2
203	1	1997	svin	1,6	Vinterhvede, foderkorn	49	211	.	46	77	2
203	1	1998	svin	1,4	Vårbyg	48	106	.	26	87	2
203	1	1999	svin	1,3	Vårbyg m. græsudlæg	49	201	.	203	71	2
203	1	2000	svin	1,3	Vårbyg m. græsudlæg	54	110	.	28	113	2
203	1	2001	svin	1,3	Vårbyg m. græsudlæg	38	112	.	28	88	2
204	1	1990	kvæg	2,3	Vårbyg + udlæg, foderkorn	90	132	.	24	146	5
204	1	1991	kvæg	2,2	Kløvergræs	192	248	6	41	178	54
204	1	1992	kvæg	1,6	Kløvergræs	251	229	13	33	160	52
204	1	1993	kvæg	1,6	Vårbyg + udlæg, foderkorn	90	144	.	17	81	5
204	1	1994	kvæg	2,7	Foderroer	54	182	.	27	257	2
204	1	1995	kvæg	2,1	Vårbyg + udlæg, foderkorn	114	156	.	31	97	4
204	1	1996	kvæg	1,7	Vårbyg + udlæg, foderkorn	66	78	.	16	134	2
204	1	1997	kvæg	1,5	Græs til afgræsning+slet, 0-10 pct. kløver	160	203	4	14	284	2
204	1	1998	kvæg	1,4	Kl.græs, _s+a_11-30	147	168	.	23	207	135
204	1	1999	kvæg	1,4	Vårbyg	47	67	.	6	111	2
204	1	2000	kvæg	0,6	Vinterhvede (brød)	60	77	.	10	154	2
204	1	2001	kvæg	0,3	Vårbyg m. græsudlæg	123	98	.	18	125	4

St.	Jbnr	År	Brugstype	DE ha <sup>-1</sup>	Afgrøde	N-tilf. (kg ha <sup>-1</sup> )		P-tilf. (kg ha <sup>-1</sup> )		N- fjernet (kg ha <sup>-1</sup> )	N-fix (kg ha <sup>-1</sup> )
						ha	hu	ha	hu		
205	3	1990	kvæg	1,3	Græs til slet	402	219	10	28	435	83
205	3	1991	kvæg	1,3	Foderroer	95	386	.	63	172	2
205	3	1992	kvæg	1,1	Markært	.	.	12	.	104	175
205	3	1993	kvæg	1,1	Vinterhvede, foderkorn	149	98	.	14	171	2
205	3	1994	kvæg	1,1	Vårbyg + udlæg, fo- derkorn	161	105	10	13	142	5
205	3	1995	kvæg	1,1	Foderroer	122	296	4	41	116	2
205	3	1996	kvæg	1,2	Markært	.	.	16	.	118	176
205	3	1997	kvæg	1,2	Vinterhvede, foderkorn	120	96	.	15	155	2
205	3	1998	kvæg	1,0	Vårbyg	74	105	.	19	124	4
205	3	1999	kvæg	1,2	Vårbyg_m._græsudlæg	117	130	.	22	108	4
205	3	2000	kvæg	1,1	Silomajs	43	241	36	52	170	2
205	3	2001	kvæg	1,0	Silomajs	25	235	14	38	174	2
206	1	1990	kvæg	1,7	Vinterhvede, foderkorn	184	.	6	.	112	2
206	1	1991	kvæg	1,6	Vårbyg, industri	122	121	.	15	64	2
206	1	1992	kvæg	1,6	Vårbyg, foderkorn	47	108	.	15	38	2
206	1	1993	kvæg	1,6	Markært	.	134	.	19	135	205
206	1	1994	kvæg	1,9	Udyrket Brak	.	.	.	.	.	2
206	1	1995	kvæg	1,4	Vinterhvede, foderkorn	113	134	15	20	165	2
206	1	1996	kvæg	2,3	Vårbyg, ærtehelsæd	96	105	.	16	153	64
206	1	1997	kvæg	1,4	Vårbyg + udlæg, hel- sæd	144	321	.	48	194	4
206	1	1998	kvæg	1,5	Helsæd,_vårbyg	142	115	8	22	199	4
206	1	1999	kvæg	1,8	Helsæd,_vårbyg	123	149	.	25	180	4
206	1	2000	kvæg	1,8	Helsæd, vårbyg	129	252	.	41	180	4
206	1	2001	kvæg	1,8	Helsæd, vårbyg	148	190	.	31	180	4

### LOOP 3

St.	Jbnr	År	Brugstype	DE ha <sup>-1</sup>	Afgrøde	N-tilf.		P-tilf.		N-fjernet (kg ha <sup>-1</sup> )	N-fix (kg ha <sup>-1</sup> )
						(kg ha <sup>-1</sup> )		(kg ha <sup>-1</sup> )			
						ha	hu	ha	hu		
301	6	1990	kvæg	0,5	Vinterhvede, foderkorn	164	.	.	.	192	2
301	6	1991	kvæg	1,3	Vinterbyg + udlæg, foderkorn	135	146	.	18	201	5
301	6	1992	kvæg	1,3	Græs til afgræsning	184	199	24	25	229	60
301	6	1993	kvæg	1,4	Vinterhvede, foderkorn	119	.	.	.	207	2
301	6	1994	kvæg	1,5	Vinterbyg + udlæg, foderkorn	142	128	.	18	150	2
301	6	1995	kvæg	1,3	Græs til afgræsning+slet, 0-10 pct. kløver	138	101	.	13	221	76
301	6	1996	kvæg	1,3	Vinterhvede, foderkorn	115	93	.	34	167	2
301	6	1997	kvæg	1,1	Vinterbyg + udlæg, foderkorn	122	145	.	19	175	4
301	6	1998	kvæg	1,0	Rent græs, s+a	171	151	20	25	186	2
301	6	1999	kvæg	1,1	Rent græs, s+a	202	110	20	17	193	2
301	6	2000	kvæg	0,8	Vinterhvede (brød)	87	106	.	23	150	2
301	6	2001	kvæg	0,8	Vinterhvede (brød)	123	148	.	25	145	2
302	6	1990	kvæg	1,3	Vårbyg + udlæg, foderkorn	99	.	.	.	192	5
302	6	1991	kvæg	1,7	Kløvergræs	216	174	.	9	266	63
302	6	1992	kvæg	1,2	Kløvergræs	189	188	.	12	231	59
302	6	1993	kvæg	1,2	Græs til afgræsning+slet, 0-10 pct. kløver	140	237	14	11	.	61
302	6	1994	kvæg	1,2	Vinterhvede, foderkorn	190	.	19	.	149	2
302	6	1995	kvæg	1,2	Vinterbyg, foderkorn	165	.	21	.	139	2
302	6	1996	kvæg	1,2	Vårbyg, foderkorn	88	.	11	.	130	2
302	6	1997	kvæg	1,0	Vinterbyg, foderkorn	119	.	.	.	133	2
302	6	1998	kvæg	0,8	Vinterhvede	165	.	.	.	147	2
302	6	1999	kvæg	0,2	Vinterbyg	146	.	6	.	108	2
302	6	2000	kvæg	0,2	Vinterraps	179	.	.	.	147	2
302	6	2001	kvæg	0,3	Vinterhvede	162	.	12	.	175	2
303	6	1990	svin	0,5	Vinterhvede, foderkorn	185	.	22	.	134	2
303	6	1991	svin	0,5	Vinterbyg, foderkorn	168	.	31	.	135	2
303	6	1992	svin	0,7	Vårbyg + udlæg, foderkorn	84	.	16	.	67	2
303	6	1993	svin	1,2	Frøgræs	122	328	.	78	64	36
303	6	1994	svin	1,4	Rent græs	.	.	.	.	.	34
303	6	1995	svin	1,5	Vårbyg, malt	92	.	.	.	145	2
303	6	1996	svin	1,4	Vårbyg, foderkorn	78	.	.	.	110	2
303	6	1997	svin	1,4	Vinterhvede, foderkorn	122	139	.	30	134	2
303	6	1998	svin	1,3	Vinterhvede	96	112	.	28	149	2
303	6	1999	svin	1,5	Vårbyg_m_græsudlæg	.	119	.	30	109	2
303	6	2000	svin	1,3	Rajgræs, alm. sild	48	96	.	24	79	2
303	6	2001	svin	1,3	Vinterhvede	108	115	.	29	159	2
304	7	1990	plante	.	Vinterraps, industri	206	.	23	.	150	2
304	7	1991	plante	.	Vinterhvede, foderkorn	179	.	33	.	157	2
304	7	1992	plante	.	Vårbyg, foderkorn	127	.	26	.	42	2
304	7	1993	plante	.	Vinterhvede, foderkorn	169	.	28	.	103	2
304	7	1994	plante	.	Vinterhvede, foderkorn	206	.	30	.	103	2
304	7	1995	plante	.	Vinterbyg, foderkorn	142	.	19	.	73	2
304	7	1996	plante	.	Vinterbyg, foderkorn	130	.	16	.	82	2
304	7	1997	plante	.	Vinterbyg, foderkorn	129	.	16	.	67	2
304	7	1998	plante	.	Vinterraps	152	.	19	.	60	2
304	7	1999	plante	.	Vinterhvede	130	.	16	.	82	2
304	7	2000	plante	.	Vinterhvede	160	.	20	.	60	2
304	7	2001	plante	.	Vinterhvede	175	.	19	.	136	2
305	6	1990	kvæg+svin	1,1	Vinterhvede, foderkorn	.	69	.	17	85	2
305	6	1991	kvæg+svin	2,3	Udyrket Brak	.	36	.	12	.	2
305	6	1992	kvæg+svin	1,0	Vårbyg, foderkorn	.	.	.	.	16	2
305	6	1993	kvæg	0,4	Spildkorn	.	.	.	.	.	2
305	6	1994	kvæg	0,4	Frilandsgrønsager	.	101	.	24	.	2
305	6	1995	kvæg	0,5	Frilandsgrønsager	.	.	.	.	.	2

St.	Jbnr	År	Brugstype	DE ha <sup>-1</sup>	Afgrøde	N-tilf.		P-tilf.		N-fjernet (kg ha <sup>-1</sup> )	N-fix (kg ha <sup>-1</sup> )
						ha	hu	ha	hu		
305	6	1996	kvæg	1,0	Vårhvede, brød	.	82	.	29	63	2
305	6	1997	kvæg	0,7	Græs til afgræsning+slet, 11-30 pct. kløver	.	166	.	42	189	71
305	6	1998	andet	0,6	Kl.græs, a. 11-30	.	209	.	39	119	162
305	6	1999	andet	0,4	Kl.græs, a. 11-30	.	118	.	19	112	172
305	6	2000	andet	0,4	Kl.græs, a. 11-30	.	118	.	19	112	172
305	6	2001	andet	0,3	Vårbyg	.	162	.	33	50	2
306	6	1990	kvæg	2,7	Skov	.	.	.	.	.	2
306	6	1991	kvæg	2,7	Skov	.	.	.	.	.	2
306	6	1992	kvæg	1,4	Skov	.	.	.	.	.	2
306	6	1993	kvæg	0,9	Skov	.	.	.	.	.	2
306	6	1994	plante	0,1	Skov	.	.	.	.	.	2
306	6	1995	plante	.	Skov	.	.	.	.	.	2

## LOOP 4

St.	Jbnr	År	Brugstyppe	DE ha <sup>-1</sup>	Afgrøde	N-tilf. (kg ha <sup>-1</sup> )		P-tilf. (kg ha <sup>-1</sup> )		N-fjernet (kg ha <sup>-1</sup> )	N-fix (kg ha <sup>-1</sup> )
						ha	hu	ha	hu		
401	7	1990	plante	.	Foderroer	122	.	33	.	255	2
401	7	1991	plante	.	Fodermajs	181	.	32	.	243	2
401	7	1992	plante	.	Fodermajs	181	.	54	.	225	2
401	7	1993	plante	.	Fodermajs	190	.	53	.	162	2
401	7	1994	plante	.	Majs	170	.	72	.	202	2
401	7	1995	plante	.	Vårbyg, malt	107	.	.	.	119	2
401	7	1996	plante	.	Majs	66	210	23	36	235	2
401	7	1997	plante	.	Vinterhvede, foderkorn	108	174	.	25	199	2
401	7	1998	svin	1,6	Vårbyg_til_malt	74	81	.	20	96	2
401	7	1999	svin	14,6	Vårbyg	91	76	.	19	125	2
401	7	2000	plante	.	Vinterbyg	74	112	.	28	133	2
401	7	2001	plante	.	Vinterraps	80	234	.	64	128	2
402	6	1990	svin	0,7	Vinterhvede, foderkorn	172	.	18	.	177	2
402	6	1991	svin	0,7	Vårbyg + udlæg, foderkorn	108	.	18	.	97	2
402	6	1992	svin	0,6	Kløverfrø	.	.	.	.	.	202
402	6	1993	svin	0,6	Vinterhvede, brød	182	.	12	.	162	2
402	6	1994	svin	0,9	Vårbyg + udlæg, foderkorn	83	.	26	.	91	2
402	6	1995	svin	0,8	Markært	.	.	27	.	158	226
402	6	1996	svin	0,9	Vinterhvede, foderkorn	58	99	.	19	169	2
402	6	1997	svin	0,9	Vinterbyg, malt	137	.	22	.	131	2
402	6	1998	svin	0,9	Vinterraps	155	182	.	58	134	2
402	6	1999	svin	0,9	Raj-græs, alm._sild.,_udl._eft.	110	.	13	.	75	2
402	6	2000	svin	1,5	Rajgræs, alm. 2.år	45	131	.	38	49	2
402	6	2001	svin	1,5	Vinterhvede	84	125	.	36	164	2
403	6	1990	svin	0,7	Vinterhvede, foderkorn	159	183	6	63	207	2
403	6	1991	svin	0,7	Vårbyg, foderkorn	101	.	.	.	82	2
403	6	1992	svin	0,6	Vinterraps, industri	165	.	19	.	147	2
403	6	1993	svin	0,6	Vinterhvede, brød	135	170	.	41	211	2
403	6	1994	svin	0,9	Vinterbyg, foderkorn	170	.	23	.	115	2
403	6	1995	svin	0,8	Vinterraps, industri	175	204	9	51	120	2
403	6	1996	svin	0,9	Vinterhvede, foderkorn	60	369	.	106	159	2
403	6	1997	svin	0,9	Vinterhvede, foderkorn	123	114	.	94	177	2
403	6	1998	svin	0,9	Vinterhvede	100	206	.	65	147	2
403	6	1999	svin	0,9	Vinterbyg	160	.	.	.	144	2
403	6	2000	svin	1,5	Vinterraps	96	210	.	60	121	2
403	6	2001	svin	1,5	Vinterhvede	52	125	.	36	164	2
404	6	1990	plante	.	Vårraps, industri	164	.	28	.	104	2
404	6	1991	plante	.	Vinterhvede, foderkorn	166	.	18	.	155	2
404	6	1992	plante	.	Vårbyg, foderkorn	107	.	.	.	78	2
404	6	1993	plante	.	Vinterbyg, foderkorn	162	88	19	21	128	2
404	6	1994	plante	.	Vinterraps, industri	164	.	8	.	109	2
404	6	1995	plante	.	Vinterhvede, brød	168	.	16	.	196	2
404	6	1996	plante	.	Vinterhvede, foderkorn	158	.	13	.	120	2
404	6	1998	plante	.	Vinterbyg	204	.	25	.	119	2
404	6	1999	plante	.	Nonfood,_vinterraps	172	86	8	33	91	2
404	6	2000	plante	.	Vinterhvede (brød)	162	.	10	.	192	2
404	6	2001	plante	.	Vårbyg	120	.	21	.	123	2
404											
405	6	1990	plante	.	Vårbyg, foderkorn	107	.	25	.	154	2
405	6	1991	plante	.	Markært	.	.	33	.	118	188
405	6	1992	plante	.	Vinterhvede, foderkorn	174	.	32	.	230	2
405	6	1993	plante	.	Vinterhvede, foderkorn	187	.	35	.	191	2
405	6	1994	plante	.	Fabriksroer	162	.	37	.	209	2
405	6	1995	plante	.	Vårbyg, foderkorn	117	.	22	.	122	2
405	6	1996	plante	.	Vårraps, biobrændsel	134	.	45	.	248	2
405	6	1997	plante	.	Vinterhvede, foderkorn	167	.	16	.	187	2
405	6	1998	plante	.	Vinterhvede_(brød)	122	.	12	.	177	2
405	6	1999	plante	.	Vårbyg_til_malt	120	.	23	.	124	2

St.	Jbnr	År	Brugstype	DE ha <sup>-1</sup>	Afgrøde	N-tilf.		P-tilf.		N-fjernet (kg ha <sup>-1</sup> )	N-fix (kg ha <sup>-1</sup> )
						(kg ha <sup>-1</sup> )		(kg ha <sup>-1</sup> )			
						ha	hu	ha	hu		
405	6	2000	plante	.	Vårbyg til malt	114	.	19	.	116	2
405	6	2001	plante	.	Nonfood, vinterraps	159	.	18	.	137	2
406	6	1990	kvæg	1,4	Fodermajs	95	250	9	31	310	2
406	6	1991	kvæg	1,6	Fodermajs	123	222	28	30	310	2
406	6	1992	kvæg	1,5	Fodermajs	70	312	17	39	256	2
406	6	1993	kvæg	1,2	Vinterhvede, brød	134	192	.	24	197	2
406	6	1994	kvæg	1,4	Vinterhvede, foderkorn	159	120	.	15	214	2
406	6	1995	kvæg	1,5	Vinterhvede, foderkorn	135	53	.	7	197	2
406	6	1996	kvæg	1,2	Vinterhvede, foderkorn	118	99	.	12	155	2
406	6	1997	kvæg	1,3	Vinterhvede, foderkorn	134	89	.	11	176	2
406	6	1998	kvæg	1,1	Fabriksroer_-_top	27	179	.	34	93	2
406	6	1999	kvæg	1,4	Helsæd,_vårbyg	34	207	.	32	176	12
406	6	2000	kvæg	1,4	Kl.græs, s+a 31-50	30	383	.	59	222	220
406	6	2001	kvæg	1,9	Kl.græs, s+a 11-30	33	308	.	48	159	181

## LOOP 5

St.	Jbnr	År	Brugstyppe	DE ha <sup>-1</sup>	Afgrøde	N-tilf.		P-tilf.		N-fjernet (kg ha <sup>-1</sup> )	N-fix (kg ha <sup>-1</sup> )
						ha	hu	ha	hu		
501	1	1990	kvæg	0,8	Vinterhvede, foderkorn	137	.	26	.	124	2
501	1	1991	kvæg	0,7	Kartofler, spise	169	133	.	31	106	2
501	1	1992	kvæg	0,8	Vårbyg + udlæg, foderkorn	132	87	16	4	93	4
501	1	1993	kvæg	0,8	Markært	.	145	18	18	34	107
501	1	1994	kvæg	0,8	Korn, ærter modenhed	149	90	14	11	216	91
501	1	1995	kvæg	0,8	Græs til afgræsning, 11-30 pct. kløver	174	140	14	18	238	76
501	1	1996	kvæg	0,7	Græs til afgræsning, 0-10 pct. kløver	165	216	10	22	159	2
501	1	1997	kvæg	0,7	Græs til afgræsning, 0-10 pct. kløver	165	223	10	23	159	2
502	1	1990	kvæg	0,8	Markært	.	.	20	.	135	190
502	1	1991	kvæg	0,7	Vinterrug	147	.	28	.	72	2
502	1	1992	kvæg	0,8	Anden rodfrugt	183	348	.	68	122	2
502	1	1993	kvæg	0,8	Markært	.	.	18	.	67	137
502	1	1994	kvæg	0,8	Majs	107	204	20	33	259	2
502	1	1995	kvæg	0,8	Vårbyg, foderkorn	119	176	8	23	106	2
502	1	1996	kvæg	0,7	Vårbyg, ærtehelsæd	189	108	8	16	121	61
502	1	1997	kvæg	0,7	Majs	135	86	20	12	243	2
503	1	1990	kvæg	0,6	Kartofler, spise	119	.	29	.	46	2
503	1	1991	kvæg	0,7	Vårbyg + udlæg, foderkorn	158	.	14	.	27	4
503	1	1992	kvæg	0,7	Kartofler, spise	148	145	40	20	127	2
503	1	1993	kvæg	0,8	Vårbyg + udlæg, foderkorn	118	.	22	.	97	2
503	1	1994	kvæg	0,5	Kartofler, spise	166	143	126	20	127	2
503	1	1995	kvæg	0,6	Vårbyg, foderkorn	133	.	.	.	102	2
504	1	1990	kvæg	1,8	Anden rodfrugt	176	309	.	54	134	2
504	1	1991	kvæg	1,9	Helsæd	226	85	28	1	244	7
504	1	1992	kvæg	2,2	Kartofler, spise	251	.	40	.	152	2
504	1	1993	kvæg	1,4	Vårbyg + udlæg, foderkorn	111	127	.	10	112	2
504	1	1994	kvæg	1,3	Korn, ærter modenhed	236	209	13	15	146	80
504	1	1995	plante	.	Kartofler, spise	140	.	40	.	122	2
504	1	1996	plante	.	Vårbyg, foderkorn	107	173	.	28	110	2
504	1	1997	plante	.	Vårbyg, foderkorn	66	148	.	14	112	2
505	1	1990	plante	0,1	Markært	.	.	22	.	67	133
505	1	1991	kvæg	0,1	Vinterbyg, foderkorn	161	.	31	.	49	2
505	1	1992	kvæg	0,3	Kartofler, spise	164	.	36	.	88	2
505	1	1993	kvæg	0,4	Vinterbyg, foderkorn	194	.	20	.	97	2
505	1	1994	kvæg	0,4	Vårbyg, foderkorn	154	.	17	.	98	2
505	1	1995	kvæg	0,5	Kartofler, spise	167	.	32	.	111	2
505	1	1996	kvæg	0,4	Vårbyg, foderkorn	125	.	18	.	97	2
505	1	1997	kvæg	0,4	Kartofler, industri	210	.	38	.	114	2
506	1	1990	plante	.	Vårbyg + udlæg, foderkorn	139	.	29	.	106	2
506	1	1991	plante	.	Kartofler, spise	208	.	40	.	140	2
506	1	1992	plante	.	Markært	.	.	20	.	121	190
506	1	1993	plante	.	Vinterhvede, foderkorn	218	.	140	.	207	2
506	1	1994	plante	.	Vårbyg, foderkorn	132	.	.	.	119	2
506	1	1995	plante	.	Kartofler, spise	188	.	.	.	159	2
506	1	1996	plante	.	Vårbyg, malt	125	.	16	.	98	2
506	1	1997	plante	.	Kartofler, industri	227	.	23	.	176	2
507	1	1990	plante	.	Vårbyg, foderkorn	146	.	27	.	53	2
507	1	1991	plante	.	Vårbyg, foderkorn	170	.	14	.	40	2
507	1	1992	plante	.	Vårbyg, foderkorn	142	.	16	.	75	2
507	1	1993	plante	.	Vårbyg, malt	150	.	70	.	109	2
507	1	1994	plante	.	Kartofler, spise	230	.	.	.	159	2
507	1	1995	plante	.	Vårbyg, malt	133	.	.	.	82	2
507	1	1996	plante	.	Vårbyg, malt	125	.	16	.	91	2
507	1	1997	plante	.	Kartofler, spise	140	.	24	.	131	2

St.	Jbnr	År	Brugstyp pe	DE ha <sup>-1</sup>	Afgrøde	N-tilf. (kg ha <sup>-1</sup> )		P-tilf. (kg ha <sup>-1</sup> )		N- fjernet (kg ha <sup>-1</sup> )	N-fix (kg ha <sup>-1</sup> )
						ha	hu	ha	hu		
508	1	1990	plante	.	Vårbyg, foderkorn	149	.	27	.	69	2
508	1	1991	plante	.	Vårbyg, foderkorn	141	.	27	.	53	2
508	1	1992	plante	.	Kartofler, spise	176	.	40	.	43	2
508	.	1993	plante	1,0	Udyrket Brak	.	.	.	.	.	2
508	1	1994	plante	.	Vinterbyg, foderkorn	163	.	25	.	45	2
508	.	1995	plante	1,0	Udyrket Brak	.	.	.	.	.	2
508	1	1996	plante	.	Kartofler, industri	156	.	21	.	53	2
508	1	1997	plante	.	Kartofler, spise	144	.	30	.	88	2



## LOOP 6

St.	Jbnr	År	Brugstype	DE ha <sup>-1</sup>	Afgrøde	N-tilf.		P-tilf.		N-fjernet (kg ha <sup>-1</sup> )	N-fix (kg ha <sup>-1</sup> )
						ha	hu	ha	hu		
601	1	1990	svin	3,3	Vinterbyg, foderkorn	122	214	.	54	128	2
601	1	1991	kvæg+svin	2,8	Markært	.	24	.	4	141	210
601	1	1992	svin	2,9	Vinterhvede, foderkorn	68	208	.	53	80	2
601	1	1993	kvæg+svin	2,4	Vårrops, industri	107	177	.	61	83	2
601	1	1994	kvæg+svin	2,2	Vinterhvede, foderkorn	54	262	.	66	188	2
601	1	1995	kvæg+svin	1,6	Vinterbyg, foderkorn	69	238	.	60	128	2
601	1	1996	kvæg+svin	1,5	Vårbyg, foderkorn	48	138	.	34	109	2
601	1	1997	kvæg+svin	1,4	Vinterraps, industri	63	112	.	28	45	2
601	1	1998	andet	1,6	Vinterhvede	49	139	.	39	155	2
601	1	1999	andet	1,6	Vinterhvede	80	157	.	44	119	2
601	1	2000	andet	1,7	Vinterbyg	62	99	.	27	99	2
601	1	2001	andet	1,7	Vinterraps	72	231	.	64	74	2
602	5	1990	kvæg	1,3	Kløvergræs-slet	178	.	19	.	262	64
602	5	1991	kvæg	1,3	Vårbyg, foderkorn	158	.	15	.	137	2
602	5	1992	kvæg	1,3	Vinterhvede, foderkorn	173	.	19	.	183	2
302	5	1993	kvæg	1,3	Foderroer	97	421	10	75	171	2
602	5	1994	kvæg	1,8	Fodermajs	80	257	24	50	256	2
602	5	1995	kvæg	1,7	Fodermajs	93	163	23	36	270	2
602	5	1996	kvæg	1,6	Vårbyg, foderkorn	48	132	.	20	125	2
602	5	1997	kvæg	1,4	Vinterhvede, foderkorn	138	144	.	22	166	2
602	5	1998	kvæg	1,3	Fodersukkerroe	123	304	.	80	122	2
602	5	1999	kvæg	1,5	Silomajs	57	223	15	33	179	2
602	5	2000	kvæg	1,3	Vårbyg	58	115	.	17	116	2
602	5	2001	kvæg	1,7	Vårbyg	47	118	.	18	108	2
603	1	1990	kvæg	1,3	Græs til slet	209	.	22	.	254	63
603	1	1991	kvæg	1,3	Kløvergræs,afgr,slet	205	175	11	24	173	56
603	1	1992	kvæg	1,3	Vårbyg, foderkorn	103	.	.	.	73	2
603	1	1993	kvæg	1,3	Vinterhvede, foderkorn	122	101	.	12	161	2
603	1	1994	kvæg	1,8	Foderroer	135	300	.	61	183	2
603	1	1995	kvæg	1,7	Korn, ærter modenhed	41	213	.	36	209	83
603	1	1996	kvæg	1,6	Græs til afgræsning, 11-30 pct. kløver	224	340	17	35	204	71
603	1	1997	kvæg	1,4	Græs til afgræsning, 11-30 pct. kløver	207	288	17	30	221	74
603	1	1998	kvæg	1,3	Kl.græs,_a_11-30	180	129	6	20	139	109
603	1	1999	kvæg	1,5	Helsæd,_vårbyg	84	206	.	31	156	4
603	1	2000	kvæg	1,3	Helsæd, vårbyg	152	37	.	6	174	4
603	1	2001	kvæg	1,7	Helsæd, vårbyg/ært	.	.	.	.	218	17
604	1	1990	kvæg	1,4	Vårbyg + udlæg, foderkorn	95	.	.	.	204	5
604	1	1991	kvæg	2,0	Vårbyg, foderkorn	81	49	.	0	97	2
604	1	1992	kvæg	1,1	Vårhvede, foderkorn	34	114	.	10	79	2
604	1	1993	kvæg	1,3	Fodermajs	27	268	.	47	243	2
604	1	1994	kvæg	1,3	Fodermajs	57	310	34	67	270	2
604	1	1995	kvæg	1,7	Vårbyg + udlæg, foderkorn	105	244	.	32	126	4
604	1	1996	kvæg	1,3	Græs til afgræsning, 0-10 pct. kløver	146	217	.	22	191	2
604	1	1997	kvæg	1,5	Grønkorn	128	244	.	29	199	4
604	1	1998	kvæg	2,1	Grønkorn,_vårbyg	162	392	.	78	186	4
604	1	1999	kvæg	2,5	Kl.græs,_a_11-30	153	307	.	55	131	123
604	1	2000	kvæg	2,4	Grønkorn, vårbyg	94	239	.	42	145	4
604	1	2001	kvæg	2,3	Grønkorn, vårbyg	.	266	.	47	145	4
605	1	1990	kvæg	3,1	Helsæd	220	120	9	15	142	2
605	1	1991	kvæg	3,8	Græs til slet	284	376	.	48	290	67
605	1	1992	kvæg	1,7	Græs til slet	295	179	.	23	127	48
605	1	1993	kvæg	1,4	Sletgræs, 0-10 pct. kløver	243	188	.	24	217	64
605	1	1994	kvæg	1,6	Korn, ærter modenhed	120	120	.	15	149	80
605	1	1995	kvæg	1,7	Korn, ærter modenhed	112	229	.	30	169	76
605	1	1996	kvæg	1,3	Vårbyg, helsæd	81	65	.	10	142	2
605	1	1997	kvæg	2,0	Vårbyg + udlæg, helsæd	54	69	.	11	131	2

St.	Jbnr	År	Brugstype	DE ha <sup>-1</sup>	Afgrøde	N-tilf.		P-tilf.		N-fjernet (kg ha <sup>-1</sup> )	N-fix (kg ha <sup>-1</sup> )
						ha	hu	ha	hu		
605	1	1998	kvæg	1,2	Grønkorn,_vinterrug	134	163	.	30	152	4
605	1	1999	kvæg	1,3	Brak,_flerårig	.	.	.	.	.	.
605	1	2000	kvæg	1,3	Brak,_flerårig	.	.	.	.	.	5
605	1	2001	kvæg	0,7	Brak,_flerårig	.	.	.	.	.	5
606	1	1990	svin	0,3	Vårbyg, foderkorn	90	.	13	.	128	2
606	1	1991	svin	0,3	Vårbyg, foderkorn	82	140	8	34	109	2
606	1	1992	svin	0,3	Vårbyg, foderkorn	90	.	14	.	51	2
606	1	1993	svin	0,3	Vårbyg, foderkorn	107	.	12	.	89	2
606	1	1994	svin	0,3	Vårraps, industri	52	232	.	38	83	2
606	1	1995	svin	0,3	Vinterhvede, brød	76	202	.	48	148	2
606	1	1996	plante	.	Vinterbyg, foderkorn	75	164	.	26	108	2
606	1	1997	plante	.	Grønkorn	196	.	29	.	153	2
606	1	1998	kvæg	1,9	Kl.græs,_a_0-10	174	191	8	31	129	2
606	1	1999	plante	.	Kl.græs,_s+a_11-30	.	79	.	15	180	198
606	1	2000	plante	.	Grønkorn, vinterrug	.	201	.	39	162	4
606	1	2001	plante	.	Kl.græs, a. 31-50	.	172	.	30	99	145
607	1	1990	kvæg	1,0	Græs til slet	199	.	10	.	218	59
607	1	1991	kvæg+svin	1,3	Rent græs	184	130	14	15	177	55
607	1	1992	kvæg	1,0	Vårbyg, foderkorn	32	.	3	.	73	2
607	1	1993	kvæg	1,0	Foderroer	110	595	2	155	189	2
607	1	1994	kvæg	1,3	Vårbyg + udlæg, foderkorn	.	196	.	55	113	5
607	1	1995	kvæg	1,3	Græs til afgræsn., 0-10 pct. kløver	213	108	10	14	223	2
607	1	1996	kvæg	1,3	Græs til afgræsn.+slet, 0-10 pct. kløver	276	184	19	19	158	2
607	1	1997	kvæg	1,2	Vårbyg, foderkorn	4	92	16	19	95	2
607	1	1998	kvæg	1,3	Fodersukkerroe	90	308	9	104	207	2
607	1	1999	kvæg	1,6	Vårbyg_m.kløverudlæg	98	14	.	2	306	12
607	1	2000	svin	2,4	Grønkorn, vinterrug	173	95	16	14	101	12
607	1	2001	svin	3,3	Kl.græs, a. 0-10	173	135	4	26	122	2
608	1	1990	kvæg	1,4	Græs til slet	135	.	11	.	254	63
608	1	1991	kvæg	1,5	Rent græs	110	360	6	47	225	61
608	1	1992	kvæg	1,3	Vinterhvede, foderkorn	162	.	.	.	114	2
608	1	1993	kvæg	1,6	Fodermajs	99	196	34	28	202	2
608	1	1994	kvæg	2,2	Korn, ærter modenhed	119	200	7	25	179	90
608	1	1995	kvæg	1,9	Græs til afgræsn.+slet, 0-10 pct. kløver	351	145	.	18	252	81
608	1	1996	kvæg	1,9	Græs til afgr.+slet, 0-10 pct. kløver	305	129	.	17	221	2
608	1	1997	kvæg	1,6	Græs til afgræsn+slet, 0-10 pct. kløver	204	265	.	35	236	2
608	1	1998	kvæg	1,9	Rent_græs,_s+a	266	212	8	37	212	2
608	1	1999	kvæg	2,1	Rent_græs,_s+a	208	257	.	45	166	2
608	1	2000	kvæg	2,1	Rent græs, s+a	180	146	.	24	218	2
608	1	2001	kvæg	2,1	Rent græs, s+a	331	193	.	33	267	2

## Bilag 5.2

### LOOP 1

St.	År	Nedbør mm	Afst. mm	Vand mm	N-udv. kg N ha <sup>-1</sup>	P-udv. kg P ha <sup>-1</sup>
102	9091	895	334	.	11	0,033
102	9192	721	207	.	11	0,017
102	9293	613	19	.	.	0,045
102	9394	994	484	.	.	0,027
102	9495	873	349	.	69	0,054
102	9596	448	.	.	.	0,044
102	9697	587	91	.	14	0,005
102	9798	704	245	.	54	0,011
102	9899	773	277	.	50	0,045
102	9900	858	233	.	19	0,014
102	0001	537	.	.	.	0,011
103	9091	895	355	.	59	0,038
103	9192	721	221	.	28	0,018
103	9293	613	185	.	46	0,010
103	9394	994	494	.	90	0,018
103	9495	873	343	.	66	0,022
103	9596	448	.	.	0,5	0,000
103	9697	587	98	.	8	0,004
103	9798	704	236	.	25	0,006
103	9899	773	266	.	27	0,009
103	9900	858	243	.	24	0,010
103	0001	537	89	.	10	0,005
104	9091	895	362	.	79	0,032
104	9192	721	226	.	77	0,020
104	9293	613	187	.	75	0,016
104	9394	994	557	.	16	0,044
104	9495	873	346	.	49	0,038
104	9596	448	.	.	.	.
104	9697	587	114	.	13	0,008
104	9798	704	235	.	52	0,014
104	9899	773	306	.	40	0,014
104	9900	858	241	.	18	0,018
104	0001	537	94	.	16	.
105	9091	895	347	.	18	0,032
105	9192	721	231	.	21	0,018
105	9293	613	217	.	54	0,021
105	9394	994	505	.	19	0,020
105	9495	873	381	.	77	0,030
105	9596	448	.	.	.	.
105	9697	587	120	.	14	0,005
105	9798	704	265	.	57	0,013
105	9899	773	315	.	49	0,015
105	9900	858	244	.	26	0,008
105	0001	537	94	.	12	0,011
106	9091	895	326	.	115	1,537
106	9192	721	207	.	74	0,874
106	9293	613	158	.	47	0,288
106	9394	994	459	.	72	1,406
106	9495	873	348	.	69	1,377
106	9596	448	0	.	0	0

St.	År	Nedbør mm	Afst. mm	Vand mm	N-udv. kg N ha <sup>-1</sup>	P-udv. kg P ha <sup>-1</sup>
106	9697	587	74	.	12	0,342
106	9798	704	218	.	36	1,037
106	9899	773	270	.	56	0,935
106	9900	858	242	.	125	0,927
106	0001	537	68	.	32	0,304
107	9495	873	364	.	47	0,021
107	9596	448	.	.	.	.
107	9697	587	77	.	10	0,005
107	9798	704	242	.	36	0,014
107	9899	773	252	.	.	0,008
107	9900	858	273	.	24	0,004
107	0001	537	70	.	11	0,008

**LOOP 2**

St.	År	Nedbør mm	Afst. mm	Vand mm	N-udv. kg N ha <sup>-1</sup>	P-udv. kg P ha <sup>-1</sup>
201	9091	819	362	.	61	0,051
201	9192	784	305	.	116	0,011
201	9293	666	276	.	99	0,023
201	9394	907	462	.	98	0,022
201	9495	1024	522	.	92	0,027
201	9596	499	52	.	20	0,003
201	9697	728	246	.	171	0,013
201	9798	860	338	.	77	0,078
201	9899	1065	547	.	121	0,043
201	9900	1112	535	.	90	0,036
201	0001	897	441	.	118	0,025
202	9091	819	428	.	161	0,073
202	9192	784	366	.	221	0,026
202	9293	666	335	.	136	0,144
202	9394	907	529	.	161	0,046
202	9495	1024	604	.	190	0,051
202	9596	499	143	.	96	0,033
202	9697	728	303	.	77	0,043
202	9798	860	416	.	238	0,099
202	9899	1065	593	.	152	0,044
202	9900	1112	597	.	125	0,114
202	0001	897	443	.	72	0,053
203	9091	819	416	.	255	0,063
203	9192	784	338	.	197	0,015
203	9293	666	315	.	170	0,031
203	9394	907	494	.	181	0,033
203	9495	1024	540	.	115	0,040
203	9596	499	84	.	47	0,018
203	9697	728	280	.	106	0,037
203	9798	860	388	.	234	0,167
203	9899	1065	591	.	171	0,058
203	9900	1112	556	.	82	0,046
203	0001	897	419	.	59	0,031
204	9091	819	343	.	61	0,045
204	9192	784	355	.	181	0,017
204	9293	666	320	.	132	0,011
204	9394	907	481	.	186	0,018
204	9495	1024	530	.	156	0,020
204	9596	499	67	.	12	0,058
204	9697	728	235	.	60	0,049
204	9798	860	390	.	233	0,078
204	9899	1065	547	.	106	0,048
204	9900	1112	559	.	144	0,036
204	0001	897	413	.	85	0,015
205	9091	819	453	130	156	0,115
205	9192	784	358	.	152	0,017
205	9293	666	348	60	157	0,014
205	9394	907	518	60	80	0,120
205	9495	1024	575	.	31	0,020
205	9596	499	121	.	19	0,064
205	9697	728	290	.	81	0,090
205	9798	860	395	.	67	0,099

St.	År	Nedbør mm	Afst. mm	Vand mm	N-udv. kg N ha <sup>-1</sup>	P-udv. kg P ha <sup>-1</sup>
205	9899	1065	586	.	68	0,043
205	9900	1112	560	.	127	0,044
205	0001	897	448	.	329	0,028
206	9091	819	360	.	79	0,053
206	9192	784	320	.	217	0,011
206	9293	666	276	.	155	0,015
206	9394	907	470	.	157	0,017
206	9495	1024	562	.	81	0,018
206	9596	499	48	.	18	0,002
206	9697	728	219	.	11	0,027
206	9798	860	323	.	23	0,085
206	9899	1065	537	.	12	0,035
206	9900	1112	535	.	86	0,027
206	0001	897	431	.	18	0,020

**LOOP 3**

St.	År	Nedbør mm	Afst. mm	Vand mm	N-udv. kg N ha <sup>-1</sup>	P-udv. kg P ha <sup>-1</sup>
301	9091	985	480	.	237	0,437
301	9192	851	302	.	103	0,314
301	9293	806	436	.	232	0,197
301	9394	1189	713	.	235	0,388
301	9495	1168	601	.	92	0,061
301	9596	530	128	.	6	0,042
301	9697	779	236	.	115	0,018
301	9798	842	292	.	89	0,014
301	9899	1025	545	.	33	0,013
301	9900	1047	479	.	94	0,011
301	0001	739	174	.	149	0,005
302	9091	985	473	.	144	0,080
302	9192	851	400	.	130	0,085
302	9293	806	432	.	231	0,027
302	9394	1189	805	.	397	0,090
302	9495	1168	659	.	136	0,066
302	9596	530	66	.	9	0,012
302	9697	779	287	.	74	0,048
302	9798	842	350	.	128	0,010
302	9899	1025	511	.	64	0,105
302	9900	1047	493	.	10	0,111
302	0001	739	174	.	87	0,047
303	9091	985	474	.	52	0,066
303	9192	851	345	.	58	0,029
303	9293	806	361	.	20	0,037
303	9394	1189	729	.	24	0,089
303	9495	1168	640	.	11	0,062
303	9596	530	87	.	13	0,004
303	9697	779	287	.	35	0,025
303	9798	842	337	.	46	0,016
303	9899	1025	524	.	41	0,029
303	9900	1047	464	.	29	0,032
303	0001	739	174	.	36	0,015
304	9091	985	509	.	99	0,065
304	9192	851	337	.	102	0,017
304	9293	806	412	.	98	0,017
304	9394	1189	731	.	98	0,029
304	9495	1168	635	.	79	0,030
304	9596	530	55	.	8	0,007
304	9697	779	268	.	33	0,032
304	9798	842	328	.	31	0,007
304	9899	1025	502	.	13	0,010
304	9900	1047	488	.	14	0,017
304	0001	739	174	.	11	0,008
305	9091	985	453	.	32	0,039
305	9192	851	339	.	40	0,024
305	9293	806	426	.	46	0,033
305	9394	1189	800	.	96	0,058
305	9495	1168	692	.	326	0,043
305	9596	530	137	.	17	0,056
305	9697	779	260	.	13	0,023
305	9798	842	392	.	4	0,016
305	9899	1025	549	.	56	0,018

St.	År	Nedbør mm	Afst. mm	Vand mm	N-udv. kg N ha <sup>-1</sup>	P-udv. kg P ha <sup>-1</sup>
305	9900	1047	480	.	3	0,018
305	0001	739	231	.	1	0,010



**LOOP 4**

St.	År	Nedbør mm	Afst. mm	Vand mm	N-udv. kg N ha <sup>-1</sup>	P-udv. kg P ha <sup>-1</sup>
401	9091	887	359	.	8	0,128
401	9192	785	356	.	48	0,082
401	9293	715	353	.	59	0,083
401	9394	1040	617	.	104	0,174
401	9495	1099	625	.	66	0,192
401	9596	399	.	.	.	.
401	9697	671	185	.	36	0,054
401	9798	806	338	.	34	0,093
401	9899	932	464	.	47	0,164
401	9900	1018	433	.	40	0,183
401	0001	687	232	.	25	0,093
402	9091	887	370	.	40	0,045
402	9192	785	263	.	21	0,027
402	9293	715	357	.	73	0,032
402	9394	1040	572	.	87	0,055
402	9495	1099	615	.	39	0,066
402	9596	399	.	.	.	.
402	9697	671	195	.	24	0,017
402	9798	806	338	.	27	0,030
402	9899	932	488	.	141	0,051
402	9900	1018	459	.	5	0,059
402	0001	687	254	.	14	0,031
403	9091	887	346	.	31	0,034
403	9192	785	287	.	18	0,017
403	9293	715	284	.	45	0,022
403	9394	1040	547	.	106	0,036
403	9495	1099	578	.	132	0,033
403	9596	399	2	.	0	0,000
403	9697	671	159	.	80	0,016
403	9798	806	298	.	144	0,016
403	9899	932	456	.	128	0,029
403	9900	1018	428	.	35	0,024
403	0001	687	246	.	82	0,012
404	9091	887	328	.	67	0,026
404	9192	785	263	.	44	0,015
404	9293	715	273	.	71	0,020
404	9394	1040	522	.	61	0,027
404	9495	1099	551	.	88	0,028
404	9596	399	.	.	.	.
404	9697	671	166	.	30	0,009
404	9899	932	440	.	29	0,026
404	9900	1018	414	.	115	0,010
404	0001	687	205	.	30	0,006
405	9091	887	354	.	64	0,036
405	9192	785	293	.	81	0,021
405	9293	715	272	.	60	0,024
405	9394	1040	555	.	71	0,030
405	9495	1099	576	.	30	0,029
405	9596	399	.	.	.	.
405	9697	671	174	.	30	0,009
405	9798	806	299	.	46	0,015
405	9899	932	463	.	73	0,016
405	9900	1018	456	.	102	0,009

St.	År	Nedbør mm	Afst. mm	Vand mm	N-udv. kg N ha <sup>-1</sup>	P-udv. kg P ha <sup>-1</sup>
405	0001	687	193	.	22	0,006
406	9091	887	408	.	89	0,050
406	9192	785	360	.	138	0,026
406	9293	715	323	.	178	0,023
406	9394	1040	565	.	88	0,039
406	9495	1099	576	.	89	0,037
406	9596	399	.	.	.	.
406	9697	671	219	.	39	0,011
406	9798	806	360	.	69	0,019
406	9899	932	451	.	50	0,034
406	9900	1018	363	.	43	0,025
406	0001	687	208	.	67	0,011

**LOOP 5**

St.	År	Nedbør mm	Afst. mm	Vand mm	N-udv. kg N ha <sup>-1</sup>	P-udv. kg P ha <sup>-1</sup>
501	9091	1017	656	30	147	0,035
501	9192	958	625	120	163	0,046
501	9293	880	592	160	89	0,033
501	9394	1048	730	90	149	0,051
501	9495	1206	786	80	225	0,055
501	9596	504	206	154	68	0,014
501	9697	841	477	160	253	0,033
502	9091	1017	646	60	160	0,053
502	9192	958	561	30	155	0,020
502	9293	880	613	160	105	0,025
502	9394	1048	717	90	158	0,036
502	9495	1206	779	40	113	0,039
502	9596	504	219	130	63	0,011
502	9697	841	467	140	21	0,023
503	9091	1017	658	75	105	0,033
503	9192	958	534	30	86	0,027
503	9293	880	686	200	110	0,034
503	9394	1048	680	.	109	0,034
503	9495	1206	747	.	120	0,037
503	9596	504	109	60	17	0,005
504	9091	1017	638	100	226	0,388
504	9192	958	738	300	275	0,071
504	9293	880	724	275	192	0,112
504	9394	1048	715	75	67	0,381
504	9495	1206	810	100	148	0,753
504	9596	504	192	.	71	0,229
504	9697	841	477	125	85	0,652
505	9091	1017	665	66	89	0,056
505	9192	958	605	102	160	0,020
505	9293	880	625	220	120	0,022
505	9394	1048	704	91	106	0,037
505	9495	1206	782	44	96	0,043
505	9596	504	213	176	52	0,012
505	9697	841	486	120	73	0,028
506	9091	1017	613	40	78	0,105
506	9192	958	572	60	127	0,079
506	9293	880	587	220	67	0,036
506	9394	1048	697	60	84	0,049
506	9495	1206	778	.	91	0,054
506	9596	504	179	.	62	0,013
506	9697	841	490	132	70	0,034
507	9091	1017	679	74	71	0,108
507	9192	958	568	40	156	0,028
507	9293	880	603	140	111	0,040
507	9394	1048	712	40	31	0,050
507	9495	1206	800	126	137	0,056
507	9596	504	190	110	57	0,013
507	9697	841	498	132	100	0,035
508	9091	1017	613	.	282	0,043
508	9192	958	565	.	260	0,040
508	9293	880	556	.	256	0,039
508	9394	1048	675	.	311	0,047
508	9495	1206	729	.	335	0,051

St.	År	Nedbør mm	Afst. mm	Vand mm	N-udv. kg N ha <sup>-1</sup>	P-udv. kg P ha <sup>-1</sup>
508	9596	504	152	.	70	0,011
508	9697	841	462	.	212	0,032

**LOOP 6**

St.	År	Nedbør mm	Afst. mm	Vand mm	N-udv. kg N ha <sup>-1</sup>	P-udv. kg P ha <sup>-1</sup>
601	9091	1110	671	.	112	0,067
601	9192	957	468	.	239	0,047
601	9293	947	571	.	175	0,059
601	9394	1271	815	.	242	0,141
601	9495	1347	870	.	117	0,086
601	9596	550	99	.	24	0,016
601	9697	857	419	.	185	0,197
601	9798	1065	614	.	97	0,049
601	9899	1325	829	.	132	0,076
601	9900	1268	685	.	116	0,178
601	0001	948	469	.	13	0,049
602	9091	1110	645	30	9	0,125
602	9192	957	500	25	130	0,057
602	9293	947	596	50	229	0,063
602	9394	1271	816	.	189	0,145
602	9495	1347	882	.	208	0,091
602	9596	550	157	.	54	0,064
602	9697	857	438	.	274	0,045
602	9798	1065	627	.	200	0,221
602	9899	1325	852	.	34	0,144
602	9900	1268	730	.	107	0,215
602	0001	948	512	.	97	1,231
603	9091	1110	645	55	35	0,064
603	9192	957	499	75	56	0,050
603	9293	947	595	100	181	0,070
603	9394	1271	848	.	169	0,128
603	9495	1347	909	60	155	0,090
603	9596	550	144	90	18	0,019
603	9697	857	430	60	33	0,062
603	9798	1065	652	190	32	1,608
603	9899	1325	871	.	107	1,734
603	9900	1268	734	60	59	0,297
603	0001	948	550	60	28	0,142
604	9091	1110	721	30	189	0,072
604	9192	957	518	60	331	0,053
604	9293	947	589	90	285	0,062
604	9394	1271	812	.	208	0,138
604	9495	1347	898	40	248	0,097
604	9596	550	173	90	65	0,059
604	9697	857	444	60	88	0,059
604	9798	1065	604	125	103	1,068
604	9899	1325	865	40	325	0,542
604	9900	1268	692	.	227	0,318
604	0001	948	550	90	242	0,123
605	9091	1110	590	.	62	0,070
605	9192	957	450	.	54	0,050
605	9293	947	544	.	195	0,072
605	9394	1271	800	.	275	0,172
605	9495	1347	862	.	49	0,093
605	9596	550	129	.	16	0,039
605	9697	857	418	.	166	0,050
605	9798	1065	581	.	49	0,106
605	9899	1325	806	.	20	0,122

St.	År	Nedbør mm	Afst. mm	Vand mm	N-udv. kg N ha <sup>-1</sup>	P-udv. kg P ha <sup>-1</sup>
605	9900	1268	679	.	16	0,086
605	0001	948	468	.	123	0,072
606	9091	1110	656	.	71	0,066
606	9192	957	485	.	49	0,048
606	9293	947	573	.	73	0,068
606	9394	1271	835	.	99	0,142
606	9495	1347	895	.	46	0,222
606	9596	550	128	.	15	0,033
606	9697	857	491	.	84	0,058
606	9798	1065	581	.	26	0,081
606	9899	1325	824	.	18	0,525
606	9900	1268	680	.	29	0,106
606	0001	948	471	.	10	0,098
607	9091	1110	688	105	253	0,071
607	9192	957	518	130	446	0,053
607	9293	947	589	55	261	1,492
607	9394	1271	832	25	141	2,050
607	9495	1347	886	.	88	0,333
607	9596	550	137	80	61	0,214
607	9697	857	441	75	103	1,286
607	9798	1065	667	25	215	0,326
607	9899	1325	845	.	149	2,338
607	9900	1268	717	25	36	0,507
607	0001	948	520	75	23	0,292
608	9091	1110	676	90	84	0,068
608	9192	957	521	150	234	0,052
608	9293	947	564	.	229	0,099
608	9394	1271	809	.	423	0,195
608	9495	1347	897	90	221	0,093
608	9596	550	135	120	10	0,191
608	9697	857	414	60	71	0,074
608	9798	1065	602	60	141	0,092
608	9899	1325	808	.	178	0,240
608	9900	1268	678	.	148	0,096
608	0001	948	467	.	70	0,536

## Bilag 8.1 Metodebeskrivelse

### Kvælstof tab til vandløb via langsomt tilstrømmende vand.

Skønnet af hvor stort et kvælstof tab, der stammer fra langsomt tilstrømmende vand, bygger på to ting:

1. Estimering af daglige værdier for langsomt tilstrømmende vand, fundet ved en nedbørs-afstrømningsmodel ('NAM')
2. Estimerede døgnkoncentrationer af kvælstof i det vand, som kommer ved langsomt tilstrømmende vand.

Sidstnævnte døgnkoncentrationer findes ved, at der på hydrologiske år for hver enkelt vandløb etableres en sammenhæng mellem registrerede kvælstofkoncentrationer og tilhørende registrerede døgnmiddelfafstrømninger.

Sammenhængen er etableret alene på baggrund af de dage, som har mindst 50% langsomt tilstrømmende vand. Registrerede kvælstofkoncentrationer er altså sorteret fra, hvis de er målt på dage, hvor afstrømningen ifølge NAM-modellen består af mere end 50 % hurtigt og mellem-hurtigt tilstrømmende vand.

Der er væsentlig usikkerhed forbundet med estimering af kvælstof tabet via langsomt tilstrømmende vand. Derfor bør det angivne procentiske tab ikke opfattes som en nøjagtig opgørelse, men som et skøn, der muliggør sammenligning af kvælstofbelastninger fra forskellige vandløbsoplande på baggrund af oplandenes forskellige afstrømningsforhold og kvælstofudvaskning fra rodzonen (kapitel 10).

### Samlet kvælstof tab til vandløb

Det samlede kvælstof tab findes på baggrund af registrerede døgnmiddelvandføringer samt døgnkoncentrationer af kvælstof, estimeret ved lineær interpolation (*Kronvang og Bruhn, 1990*).

Hvorfor estimerer vi *det samlede kvælstof tab* med lineær interpolationsmetoden fremfor at benytte samme metode ("regressionsmetoden") som er brugt ved estimering af det tab, der stammer fra langsomt tilstrømmende vand? Det hænger sammen med, at lineær interpolationsmetoden bedst tager højde for forskellige afstrømningsforhold i hhv. lerede og sandede oplande. Ved regressionsmetoden er der en tendens til en relativ overvurdering af det samlede tab for de tre hovedvandløb, som afvander lerede landovervågningsoplande. I gennemsnit er kvælstof tabet for disse tre vandløb 10 % større ved estimering efter regressionsmetoden sammenlignet med lineær interpolationsmetoden. Problemet skyldes tildels, at der er relativt få målinger af kvælstofkoncentration ved de meget store afstrømninger. Netop ved de store afstrømninger er kvælstofkoncentrationen i vandløb meget varierende og derfor svær at beskrive. Det skyldes komplekse forhold som udtømmning af den uorganiske kvælstofpulje i

rodzonen og en eventuel fortynding af det overfladisk afstrømmende vand, fx ved snesmeltning.

I sammenligning med andre metoder til estimering af kvælstoftransporten, herunder regressionsmetoder, er lineær interpolationsmetoden den bedste og betragtes mht. beregningsresultatet som den bedst reproducerbare metode (*Kronvang og Bruhn, 1996*). Lineær interpolationsmetoden tager bedre end de øvrige testede metoder højde for variationer mellem vandløb og mellem år. Metoden er i nævnte undersøgelse i Gjærn Å oplandet fundet at underestimere den årlige N transport med 1-4 %, når man sammenligner med en beregning baseret på meget intensive målinger.



## Bilag 8.2 Metodebeskrivelse

### Opgørelse af kvælstof og fosfor tab

Det samlede tab af hhv. kvælstof og fosfor fra et opland findes på baggrund af målinger i oplandets hovedvandløbet (*oplandstabet*). Døgnmiddelvandføringer registreres, og døgnkoncentrationer estimeres ved lineær interpolation (*Kronvang og Bruhn, 1990*). For fosfors vedkommende kan man alternativt estimere tabet på baggrund af prøver, der tages hyppigere vha. automatisk prøvetager. Døgntransporter kan summeres op på måneder og år, og det samlede tab ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) fås ved, at man dividerer transporten med oplandsarealet.

*Tabet fra dyrkede arealer* i oplandet beregnes her i rapporten på denne måde: Bidrag fra punktkilder, naturarealer, og eventuel deposition direkte på ferskvand trækkes fra den samlede transport, som derpå divideres med oplandsarealet fratrukket naturarealer. I princippet bør man også fratække bidraget fra spredt bebyggelse, når tabet fra dyrkede arealer gøres op. Det er ikke gjort her i rapporten. Der er nemlig væsentlig usikkerhed forbundet med at estimere det faktiske bidrag fra spredt bebyggelse. Specielt i tørre år er det usikkert, hvor stor en andel af det potentielle bidrag fra spredt bebyggelse, der når ud til vandløbet.

For kvælstof udgør bidraget fra spredt bebyggelse kun en meget lille andel, typisk mindre end 2 % af tabet fra dyrkede arealer (jvf. *Windolf et al., 1998*). For fosfors vedkommende betyder bidraget fra spredt bebyggelse derimod mere, ofte ca. 20-30 % af det diffuse fosfortab fra et opland.

*[Tom side]*

## Appendiks 1. Beskrivelse af oplandene

### Kortlægning af alle oplandene

*Jordtypen kan bestemmes for hver enkelt mark*

Jordbundsundersøgelsen blev udført af Statens Planteavlsvforsøg, Afdeling for Arealdata og Kortlægning i 1989 (*Jensen og Madsen, 1990*). I hvert opland er 10-11 jordprofiler detaljeret beskrevet og analyseret; endvidere er der udtaget et stort antal boreprøver. På grundlag heraf er udarbejdet detaljerede jordklassificeringskort. En geologisk jordartskortlægning samt en hydrogeologisk kortlægning blev udført af GEUS i 1988/89. På grundlag af jordklassificerings- og jordartskortene er det muligt at henføre hver enkelt mark i oplandene til en beskrevet jordtype.

### Beskrivelse af de enkelte oplande

*Storstrøm*

#### **LOOP 1, Højvads Rende (Storstrøms Amtskommune).**

Oplandet udgør ca. 980 ha. Den nordøstlige del er præget af et bakket terræn med mange lavninger og mosearealer, den vestlige del er svagt bakket, mens den sydlige del er karakteriseret ved et fladt landskab. De øvre jordlag består af moræneler og sandlag, og herunder i 35-45 m's dybde findes skrivekridt. De dominerende jordtyper i oplandet er klassificeret som sandblandet ler (80 %) og lerjorder (14 %). Skov udgør 27 % af oplandsarealet, resten er i landbrugsmæssig drift.

*Nordjylland*

#### **LOOP 2, Odderbæk (Nordjyllands Amtskommune).**

Oplandet udgør ca. 1140 ha. Den nordlige og vestlige del er karakteriseret ved et småbakket terræn, mod øst er landskabet svagt kuperet, og i den sydlige del er terrænet markant fladt. Jordlagene består af vekslende ler og sandlag til stor dybde; i den øverste meter findes overvejende sand. De dominerende jordtyper i oplandet er klassificeret som grovsandet jord (72 %) og finsandet jord (17 %). Skov udgør ca. 2 % af oplandsarealet, omtrent resten er i landbrugsmæssig drift.

*Vejle/Århus*

#### **LOOP 3, Horndrup Bæk (Vejle/Århus Amtskommune).**

Oplandet udgør ca. 550 ha. Det er karakteriseret ved et stærkt kuperet terræn med Ejer Baunehøj beliggende i den sydlige del. Jordlagene består overvejende af moræneler med morænesand og -grus i små isolerede områder. Smeltevandssand findes i vandløbsdalene. De dominerende jordtyper i oplandet er klassificeret som sandblandet ler (70 %) og lerblandet sand (24 %). Skov udgør 18 % af oplandsarealet, resten anvendes til landbrugsmæssig drift.

*Fyn*

#### **LOOP 4, Lillebæk (Fyns Amtskommune).**

Oplandet udgør ca. 470 ha. Det fremtræder som et svagt skrånende terræn ned mod Storebælt. Jordlagene består overvejende af moræneler med indslag af smeltevandssand og ler. I de dybere jordlag findes et sammenhængende sandlag. De dominerende jordtyper i op-

landet er klassificeret som sandblandet ler (86 %) og lerblandet sand (4 %). Skov udgør 2 % af oplandsarealet, 89 % anvendes til intensiv landbrugsdrift, og 9 % af arealet er veje, byer m.v.

*Ringkøbing/Viborg*

**LOOP 5, Barslund Bæk og Tværmose Bæk (Ringkøbing/Viborg Amtskommune).**

Oplandet udgør ca. 1310 ha. Området er en typisk hedeslette med okkerpåvirkninger. Jordtyperne i oplandet er klassificeret som grovsandet jord (90 %) og humusjord (10 %). Flyvestation Karup udgør en del af oplandsarealet (ca. 13 %); skov findes i ca. 22 % af arealet, mens omtrent resten anvendes til landbrugsmæssig drift.

*Sønderjylland*

**LOOP 6, Bolbro Bæk (Sønderjyllands Amtskommune).**

Oplandet udgør ca. 820 ha og er karakteriseret ved et fladt terræn, der skræner svagt fra nordøst mod sydvest. Jordtyperne i oplandet er klassificeret som grovsandet jord (67 %), lerblandet sandjord (18 %) og humusjord (14 %). Mere end 99 % af arealet er i landbrugsdrift; 0,4 % er skov.

*Vestsjælland*

**LOOP 7, Hulebæk (Vestsjællands Amtskommune).**

Oplandet udgør ca. 1520 ha. Området er karakteriseret ved et småkuperet morænelandskab. I oplandet er 76 % af landbrugsjorden klassificeret som sandblandet lerjord og 20 % som lerjord. Det dyrkede areal udgør 78 % , 15 % er skov og 7 % bebyggelse. Skovpartierne findes hovedsagelig i den nordlige del af oplandet, mens Fuglebjerg by skærer sydgrænsen. Oplandet i øvrigt er præget af spredt bebyggelse og mange mindre ejendomme.

## Appendiks 2. Vandmiljøhandlingsplaner

De gennemførte foranstaltninger til begrænsning af landbrugets forurening af vandmiljøet har taget udgangspunkt i NPO-Handlingsplanen fra 1986, Vandmiljøplanen fra 1987 og Handlingsplanen for Bæredygtigt Landbrug fra 1991. Endelig blev Vandmiljøplan II vedtaget i februar 1998.

*NPO-Handlingsplanen, 1986*

NPO-Handlingsplanen omhandler bl.a. initiativer med henblik på at stoppe gårdbidraget, dvs udledning fra møddingspladser m.v., samt krav til husdyrbrug om harmoni mellem størrelsen af husdyrholdet og det jordtilliggende, som ejendommen har til rådighed for udspreddning af husdyrgødningen.

*Vandmiljøplanen, 1987*

Vandmiljøplanen har som målsætning at reducere kvælstof- og fosforudledningen med henholdsvis 50% og 80% inden 1993. Den samlede kvælstofudledning fra landbruget til vandmiljøet var beregnet til 260.000 t N midt i 1980'erne. Vandmiljøplanen indebar, at landbrugets udledning skulle reduceres med 127.000 t N, svarende til 49% af den samlede udledning fra landbruget. Der forventedes en reduktion af markbidraget (udvaskning fra rodzonen) på 100.000 t N, mens den øvrige reduktion skulle komme fra gårdbidraget, først og fremmest ved stop af de ulovlige udledninger (*Miljøstyrelsen, 1990*).

De bindende virkemidler i Vandmiljøplanen overfor landbruget omfatter krav om 9 måneders opbevaringskapacitet for husdyrgødning (med dispensationsmulighed ned til 6 måneder), krav om udarbejdelse af sædskifte og gødningsplaner, samt krav om 65% grønne marker.

*Handlingsplanen for bæredygtigt landbrug, 1991*

De to ovenfor nævnte handlingsplaner har i væsentlig omfang bygget på, at landbruget frivilligt og gennem godt landmandskab skulle nedbringe forureningsproblemerne. Selvom landbruget allerede i slutningen af 80'erne stort set levede op til de bindende krav, har det frem til først i 90'erne ikke i væsentlig grad ændret gødningspraksis imod en bedre udnyttelse af husdyrgødningen, og et deraf følgende reduceret handelsgødningsforbrug.

Som følge af de manglende resultater blev der i 1991 udarbejdet Handlingsplanen for Bæredygtigt Landbrug. Handlingsplanen omfatter bl.a. forlængelse af frister frem til år 2000 med hensyn til landbrugets opfyldelse af reduktionsmål for kvælstofudledningen. Desuden stilles der krav om gødningsregnskaber, bindende normer for gødningstildeling til afgrøderne, krav til udnyttelsen af husdyrgødningen og skærpede regler for udbringning af husdyrgødningen fra driftåret 1993/94. Disse regler omfatter forbud mod at sprede flydende husdyrgødning om efteråret, dog med undtagelse af udbringning til vinterraps og overvintrende græs. Endvidere er det fra 1995 kun tilladt at udbringe fast gødning i perioden fra høst og indtil 20. oktober på arealer, hvor der skal være afgrøder den følgende vinter.

*Opfølgning på Handlingsplanen for Bæredygtigt Landbrug, 1996*

Som led i opfølgning på Handlingsplanen for Bæredygtigt Landbrug har Landbrugs og Fiskeriministeriet den 15. december 1995 på regeringens vegne forelagt "Redegørelse for udnyttelse af husdyrgødning og udvikling i landbrugets kvælstofhusholdning". Det fremgår heraf, at udbygning af eksisterende regelsæt sammen med iværksættelse

af yderligere initiativer på landbrugsområdet er nødvendig for at målene i Handlingsplanen kan nås.

Ved en forespørgselsdebat i Folketinget i marts 1996 fremlagde regeringen sine planer til sikring af at målene nås. Dette har resulteret i, at landmændene ved udarbejdelse af gødningsregnskaber fra 1996 ikke længere frit kan fastlægge forventet udbytte, dette skal baseres på et gennemsnit af tidligere år. Med hensyn til næringsstofindhold i husdyrgødning kan landmændene selv værdisætte dette på baggrund af husdyrgødningsanalyser indtil 1997; fra 1998 skal fastsættelsen af næringsstofindholdet i husdyrgødning ske på baggrund af normværdier med mulighed for korrektion for aktuell fodring. Desuden indebærer planen en gradvis stigning i kravet til udnyttelse af husdyrgødning; fra 1. august 1997 er udnyttelseskravet således øget til 50% for svinegylle, 45% for kvæggylle, 15% for dybstrøelse og 40% for anden husdyrgødning.

#### *Vandmiljøplan II, 1998*

I januar 1998 foretog Danmarks Miljøundersøgelser og Danmarks JordbrugsForskning for Folketinget en evaluering af de hidtil iværksatte og aftalte styringsinstrumenters effektivitet. På baggrund heraf vedtog Folketinget i februar 1998 Vandmiljøplan II (VMPII). I planen er landbrugets reduktionskrav fastholdt, og initiativer til opfyldelse heraf skal være iværksat senest 2003. VMPII omfatter en bred vifte af virkemidler, herunder vådområder, skovrejsning, SFL områder, økologisk jordbrug, forbedret foderudnyttelse, skærpede harmoniregler, 6% efterafgrøder, nedsatte normer og skærpet krav til udnyttelse af kvælstof i husdyrgødning.

#### *Politisk midtvejsevaluering af Vandmiljøplan II*

Effekten for en del af virkemidlerne bygger på en forventet udvikling i landbrugspraksis, hvorfor Vandmiljøplan II indebærer, at Danmarks Miljøundersøgelser og Danmarks JordbrugsForskning skal foretage en midtvejsevaluering i 1999/2000. Ved denne Midtvejsevaluering, der indeholder en prognose for udviklingen frem til 2003, forventes der at mangle en udvaskningsreduktion på ca. 7.000 tons N i at nå målet på 100.000 tons N i 2003.

Den 2. maj 2001 blev der derfor vedtaget en politisk Midtvejsevaluering af Vandmiljøplan II. Denne indeholder ændrede regler for tilskud til retablering af vådområder, som skulle gøre ordningen mere attraktiv. Der indføres en kontraktordning, som skal sikre at arealet, der kan opnå brødhvedetillæg vil komme til at svare til behovet for brødhvede. Endelig foretages revision af normerne, som skal sikre at landmændenes kvotefastsættelse bliver bedre i overensstemmelse med hensigten bag normerne end tidligere (tabel 1).

Samtidig med Midtvejsevalueringen af Vandmiljøplan II i 2000 foretog Danmarks JordbrugsForskning og Danmarks Miljøundersøgelser en ny beregning af kvælstofudvaskning tilbage i tid. Denne viste at antagelserne om udvaskningens størrelse midt i 1980'erne havde været undervurderet. På den baggrund anmodede Skov- og Naturstyrelsen og Fødevarerministeriets Departement de to institutioner om at foretage en ny beregning af Midtvejsevalueringen med de nye forudsætninger for kvælstofudvaskning. Beregningen blev offentliggjort i november 2002. Denne viste at den årlige udvaskning midt i 1980'erne havde været 310.000-320.000 tons kvælstof, og det vurderes

at udvaskningen frem til 2003 vil reduceres med 138.000-148.000 tons kvælstof, svarende til en reduktion på 45-46 % (*Danmarks Jordbrugs-Forskning og Danmarks Miljøundersøgelser, 2002*).

*Table A2.1* Justeringer af Vandmiljøplan II, ved midtvejsevalueringen.

	Reduktion i udvaskning kg N ha <sup>-1</sup> pr år
Vådområder	1.500
Skovrejsning	50
MVJ	200
Reduktion af brødhvedtillæg, fra 330.000 til 50.000 ha	2.000
Revision af N, Normer, 6% efterafgrøder	1.500
Revision af N, Normer, vinterbyg og vinterhvede	800
Revision af N, Normer, vedvarende græs	200
Revision af N, Normer, græsefterslæt, udlæg og brak	1325
I alt	7.575

# Danmarks Miljøundersøgelser

Danmarks Miljøundersøgelser - DMU - er en forskningsinstitution i Miljøministeriet. DMU's opgaver omfatter forskning, overvågning og faglig rådgivning inden for natur og miljø.

Henvendelser kan rettes til:

URL: <http://www.dmu.dk>

Danmarks Miljøundersøgelser  
Frederiksborgvej 399  
Postboks 358  
4000 Roskilde  
Tlf.: 46 30 12 00  
Fax: 46 30 11 14

*Direktion*  
*Personale- og Økonomisekretariat*  
*Forsknings- og Udviklingssektion*  
*Afd. for Systemanalyse*  
*Afd. for Atmosfærisk Miljø*  
*Afd. for Marin Økologi*  
*Afd. for Miljøkemi og Mikrobiologi*  
*Afd. for Arktisk Miljø*  
*Projektchef for kvalitets- og analyseområdet*

Danmarks Miljøundersøgelser  
Vejlsovej 25  
Postboks 314  
8600 Silkeborg  
Tlf.: 89 20 14 00  
Fax: 89 20 14 14

*Overvågningssektionen*  
*Afd. for Terrestrisk Økologi*  
*Afd. for Ferskvandsøkologi*  
*Afd. for Marin Økologi*  
*Projektchef for det akvatiske område*

Danmarks Miljøundersøgelser  
Grenåvej 12-14, Kalø  
8410 Rønde  
Tlf.: 89 20 17 00  
Fax: 89 20 15 15

*Afd. for Landskabsøkologi*  
*Afd. for Kystzoneøkologi*

## Publikationer:

DMU udgiver faglige rapporter, tekniske anvisninger, temarapporter, samt årsberetninger. Et katalog over DMU's aktuelle forsknings- og udviklingsprojekter er tilgængeligt via World Wide Web.

I årsberetningen findes en oversigt over det pågældende års publikationer.



# Faglige rapporter fra DMU/NERI Technical Reports

## 2001

- Nr. 383: Pesticider 2 i overfladevand. Metodaoprøvning. Af Nyeland, B. & Kvamm, B. 45 s. + Annex 1, 75,00 kr.
- Nr. 384: Natural Resources in the Nanortalik Area. An Interview Study on Fishing, Hunting and Tourism in the Area around the Nalunaq Gold Project. By Glahder, C.M. 81 pp., 125,00 kr.
- Nr. 385: Natur og Miljø 2001. Påvirkninger og tilstand. Af Bach, H., Christensen, N. & Kristensen, P. 368 s., 200,00 kr.
- Nr. 386: Pesticider 3 i overfladevand. Metodeoprøvning. Af Nyeland, B. & Kvamm, B. 94 s., 75,00 kr.
- Nr. 387: Improving Fuel Statistics for Danish Aviation. By Winther, M. 56 pp., 75,00 DKK.

## 2002

- Nr. 388: Microorganisms as Indicators of Soil Health. By Nielsen, M.N. & Winding, A. 82 pp., 90,00 DKK.
- Nr. 389: Naturnær skovrejsning – et bæredygtigt alternativ? Af Aude, E. et al. 47 s. (elektronisk)
- Nr. 390: Metoder til at vurdere referencetilstanden i kystvande – eksempel fra Randers Fjord. Vandrammedirektiv-projekt. Fase II. Af Nielsen, K. et al. 43 s. (elektronisk)
- Nr. 391: Biologiske effekter af råstofindvinding på epifauna. Af Lisbjerg, D. et al. 54 s. (elektronisk)
- Nr. 392: Næringssaltbegrænsning af makroalger i danske kystområder. Et samarbejdsprojekt mellem Ringkøbing Amt, Nordjyllands Amt, Viborg Amt, Århus Amt, Ribe Amt, Sønderjyllands Amt, Fyns Amt, Roskilde Universitetscenter og Danmarks Miljøundersøgelser. Af Krause-Jensen, D. et al. 112 s. (elektronisk)
- Nr. 393: Vildtudbyttet i Danmark i jagtsæsonen 2000/2001. Af Asferg, T. 34 s., 40,00 kr.
- Nr. 394: Søerne i De Østlige Vejler. Af Jeppesen, E. et al. 90 s., 100,00 kr.
- Nr. 395: Menneskelig færdsels effekt på rastende vandfugle i saltvandssøen. Af Laursen, K. & Rasmussen, L.M. 36 s., 50,00 kr.
- Nr. 396: Miljøundersøgelser ved Maarmorilik 1999-2000. Af Møller, P. et al. 53 s. (elektronisk).
- Nr. 397: Effekt af lystfiskeri på overvintrende troldeænder i Store Kattinge Sø. Af Madsen, J. 23 s. (elektronisk)
- Nr. 398: Danske duehøges populationsøkologi og forvandling. Af Drachmann, J. & Nielsen, J.T. 51 s., 75,00 kr.
- Nr. 399: NEXT 1998-2003, Pesticider 1 i drikkevand. Samlet rapport over 3 præstationsprøvningsrunder. Af Nyeland, B. & Kvamm, B.L. 43 s. (elektronisk)
- Nr. 400: Population Structure of West Greenland Narwhals. A Multidisciplinary Approach. By Riget, F. et al. 53 pp. (electronic)
- Nr. 401: Dansk tilpasning til et ændret klima. Af Fenger, J. & Frich, P. 36 s. (elektronisk)
- Nr. 402: Persistent Organic Pollutants in Soil, Sludge and Sediment. A Multianalytical Field Study of Selected Organic Chlorinated and Brominated Compounds. By Vikelsøe et al. 96 pp. (electronic)
- Nr. 403: Vingeindsamling fra jagtsæsonen 2001/02 i Danmark. Wing Survey from the 2001/02 hunting season in Denmark. Af Clausager, I. 62 s., 50,00 kr.
- Nr. 404: Analytical Chemical Control of Phthalates in Toys. Analytical Chemical Control of Chemical Substances and Products. By Rastogi, S.C., Jensen, G.H. & Worsøe, I.M. 25 pp. (electronic)
- Nr. 405: Indikatorer for Bæredygtig Transport – oplæg til indhold og strategi. Af Gudmundsen, H. 112 s., 100,00 kr.
- Nr. 408: Blykontaminering af havfugle i Grønland fra jagt med blyhagl. Af Johansen, P., Asmund, G. & Riget, F. 31 s. (elektronisk)
- Nr. 409: The State of the Environment in Denmark 2001. Bach, H., Christensen, N. & Kristensen, P. (eds). 368 pp., 200,00 DKK.
- Nr. 411: Satellite Tracking of Humpback Whales in West Greenland. Dietz, R. et al. 38 pp. (electronic)
- Nr. 412: Control of Pesticides 2001. Chemical Substances and Chemical Preparations. By Krongaard, T. Petersen, K.K. & Christoffersen, C. 28 pp. (electronic)
- Nr. 413: Vegetation i farvandet omkring Fyn 2001. Af Rasmussen, M.B. 138 s. (elektronisk)
- Nr. 418: Atmosfærisk deposition 2001. NOVA 2003. Af Ellermann, T. (elektronisk)
- Nr. 419: Marine områder 2001 - Miljøtilstand og udvikling. NOVA 2003. Af Ærtebjerg, G. (red.) (elektronisk)
- Nr. 420: Landovervågningsoplande 2001. NOVA 2003. Af Grant, R. (elektronisk)
- Nr. 421: Søer 2001. NOVA 2003. Af Jensen, J.P. (elektronisk)
- Nr. 422: Vandløb og kilder 2001. NOVA 2003. Af Bøgestrand, J. (elektronisk)
- Nr. 423: Vandmiljø 2002. Tilstand og udvikling - faglig sammenfatning. Af Andersen, J.M. et al. 56 s., 100,00 kr.

Danmarks Miljøundersøgelser  
Miljøministeriet

ISBN 87-7772-702-9  
ISSN 1600-0048