



Danmarks Miljøundersøgelser
Miljøministeriet

NOVA 2003

Landovervågningsoplande 2002

Faglig rapport fra DMU, nr. 468

[Tom side]



Danmarks Miljøundersøgelser
Miljøministeriet

NOVA 2003

Landovervågningsoplande 2002

*Faglig rapport fra DMU, nr. 468
2003*

*Ruth Grant
Gitte Blicher-Mathiesen
Morten Lauge Pedersen
Pia Grewy Jensen
Marianne Pedersen
Danmarks Miljøundersøgelser*

*Per Rasmussen
Danmarks og Grønlands Geologiske Undersøgelse*

Datablad

Titel:	Landovervågningsoplande 2002
Undertitel:	NOVA 2003
Forfattere:	Ruth Grant ¹ , Gitte Blicher-Mathiesen ¹ , Morten Lauge Pedersen ¹ , Pia Grewy Jensen ¹ , Marianne Pedersen ¹ , Per Rasmussen ²
Afdelinger:	¹ Afdeling for Ferskvandsøkologi ² Danmarks & Grønlands Geologiske Undersøgelse
Serietitel og nummer:	Faglig rapport fra DMU nr. 468
Udgiver:	Danmarks Miljøundersøgelser© Miljøministeriet
URL:	http://www.dmu.dk
Udgivelsestidspunkt:	December 2003
Redaktionen afsluttet:	November 2003
Faglig kommentering:	Amterne i Danmark
Finansiell støtte:	Ingen ekstern finansiering
Bedes citeret:	Grant, R., Blicher-Mathiesen, G., Pedersen, M.L., Jensen, P.G., Pedersen, M. & Rasmussen, P. 2003: Landovervågningsoplande 2002. NOVA 2003. Danmarks Miljøundersøgelser. 132 s. - Faglig rapport fra DMU nr. 468. http://faglige-rapporter.dmu.dk Gengivelse tilladt med tydelig kildeangivelse.
Emneord:	Landovervågningsoplande, miljøtilstand, overvågning
Layout: Tegninger:	Hanne Kjellerup Hansen Grafisk værksted, Silkeborg
ISBN:	87-7772-770-3
ISSN (elektronisk):	1600-0048
Sideantal:	132
Internet-version:	Rapporten findes kun som PDF-fil på DMU's hjemmeside http://www.dmu.dk/1_viden/2_Publikationer/3_fagrappporter/rapporter/FR468.pdf
Supplerende oplysninger:	NOVA 2003 rapporterne er en fortsættelse af rapporterne om Vandmiljøplanens Overvågningsprogram som dækker årene 1989-1997 (udgivet 1990-1998).
Købes hos:	Miljøministeriet Frontlinien Strandgade 29 1401 København K Tlf.: 32 66 02 00 frontlinien@frontlinien.dk www.frontlinien.dk

Indhold

Forord 5

Resumé 7

1 Indledning 15

2 Nedbørs- og temperaturforhold i oplandene og på landsplan 17

3 Gødnings- og pesticidforbrug i hele landet 19

3.1 Forbrug af kvælstofgødning for hele landet 19

3.2 Forbrug af fosforgødning for hele landet 23

3.3 Pesticidanvendelse på landsplan 24

4 Landbrugspraksis 27

4.1 Interviewundersøgelsen i landovervågnings-oplandene 27

4.2 Afgrøder og husdyrhold i landovervågningsoplandene 29

4.3 Forbrug af effektiv kvælstofgødning og kvælstofnormer til afgrøderne i landovervågningsoplandene 33

4.4 Udnyttelse af husdyrgødning samt forbrug af kvælstof i forhold til bedrifteres N-kvote i landovervågningsoplandene 34

4.5 Markbalancer for kvælstof i landovervågningsoplandene 37

4.6 Markbalancer for fosfor for landovervågningsoplandene 38

4.7 Pesticidanvendelse i oplandene 40

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 54

6 Modelberegning af kvælstofudvaskningen fra rodzonen 57

6.1 Beskrivelse af modellen 57

6.2 Beregning af udvaskning ved gennemsnits- klima 59

7 Grundvand 63

7.1 Grundvandsstand 63

7.2 Næringsstofkoncentrationer i det øvre grundvand 64

7.3 Forekomst af uorganiske sporstoffer i det øvre grundvand 68

7.4 Pesticidforekomst i det øvre grundvand 70

7.5 Øvrige miljøfremmede stoffers forekomst i det øvre grundvand 72

7.6 Grundvandskvalitet i relation til arealanvendelse 74

7.7 Sammenfatning 75

8 Afstrømning, koncentration og transport af næringsstoffer i vandløb 77

- 8.1 Afstrømning 77
- 8.2 Koncentration af kvælstof og fosfor 79
- 8.3 Udvikling i kvælstof- og fosforkoncentration 80
- 8.4 Tab af kvælstof og fosfor fra oplandene 81
- 8.5 Kvælstoftab via langsomt tilstrømmende vand 84

9 Landbruget og vandmiljøet 87

- 9.1 Vandets transportvej og tidsforsinkelse 87
- 9.2 Kvælstofkredsløbet 87
- 9.3 Udvikling i kvælstoftab fra landbrug til vandmiljø i perioden 1990-2002 90

Referencer 91

Bilag

- Bilag 3.1 Markbalance for kvælstof i 1000 tons fra 1985 til 2002 95
- Bilag 3.2 Markbalance for kvælstof i kg N/ha fra 1985 til 2002 95
- Bilag 3.3 Markbalance for fosfor i 1000 tons P for hele landet fra 1985 til 2002 96
- Bilag 3.4 Markbalance for fosfor i kg P/ha for hele landet fra 1985 til 2002 96
- Bilag 4.1 Data til beskrivelse af udviklingstendensen i gødningspraksis 97
- Bilag 4.2 Datagrundlag for opgørelse af kvælstofbalancer 97
- Bilag 5.1 Ejendoms- og markoplysninger for stationsmarkerne 111
- Bilag 5.2 Datagrundlag for opgørelse af kvælstofbalancer 122
- Bilag 7.1 Oversigt og alle analyserede pesticider og nedbrydningsprodukter i Landovervågningen 122
- Bilag 8.1 Metodebeskrivelse 124
- Bilag 8.2 Metodebeskrivelse 126

Appendiks

- Appendiks 1. Beskrivelse af oplandene 127
- Appendiks 2. Vandmiljøplaner 129

Danmarks Miljøundersøgelser

Faglige rapporter fra DMU

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 næringssalte. 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 om overvågningen af de ferske vande.

Rapporten "Marine områder 2002. Miljøtilstand og udvikling" er baseret på amtskommunale data og rapporter om 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 2002" baseret på Danmarks Miljøundersøgelsers overvågning af luftkvaliteten i Danmark.

[Tom side]

Resumé

Konklusion

På landsplan er handelsgødningsforbruget reduceret med 48% i perioden fra 1990 til 2002, mens kvælstofoverskuddet i markbalancen er reduceret med ca. 38 %. Modelberegninger for landovervågningsoplandene har vist at kvælstofudvaskningen fra landbrugsarealerne reduceres med 41 % 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. 31 % siden 1989.

Landovervågningsprogrammet

Landovervågning

I Vandmiljøplanens Landovervågningsprogram undersøges landbrugets 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 km² foretages årlig interviewundersøgelse om landbrugspraksis. I fem af oplandene udføres desuden målinger af næringsstoftransport 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 lands gennemsnittet bedst muligt med hensyn til jordbund, klima og landbrugspraksis. Husdyrtætheden i de fem oplande i 2002 var 1,03 DE ha⁻¹ hvilket var det samme som for hele landet (1,03 DE ha⁻¹). 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).

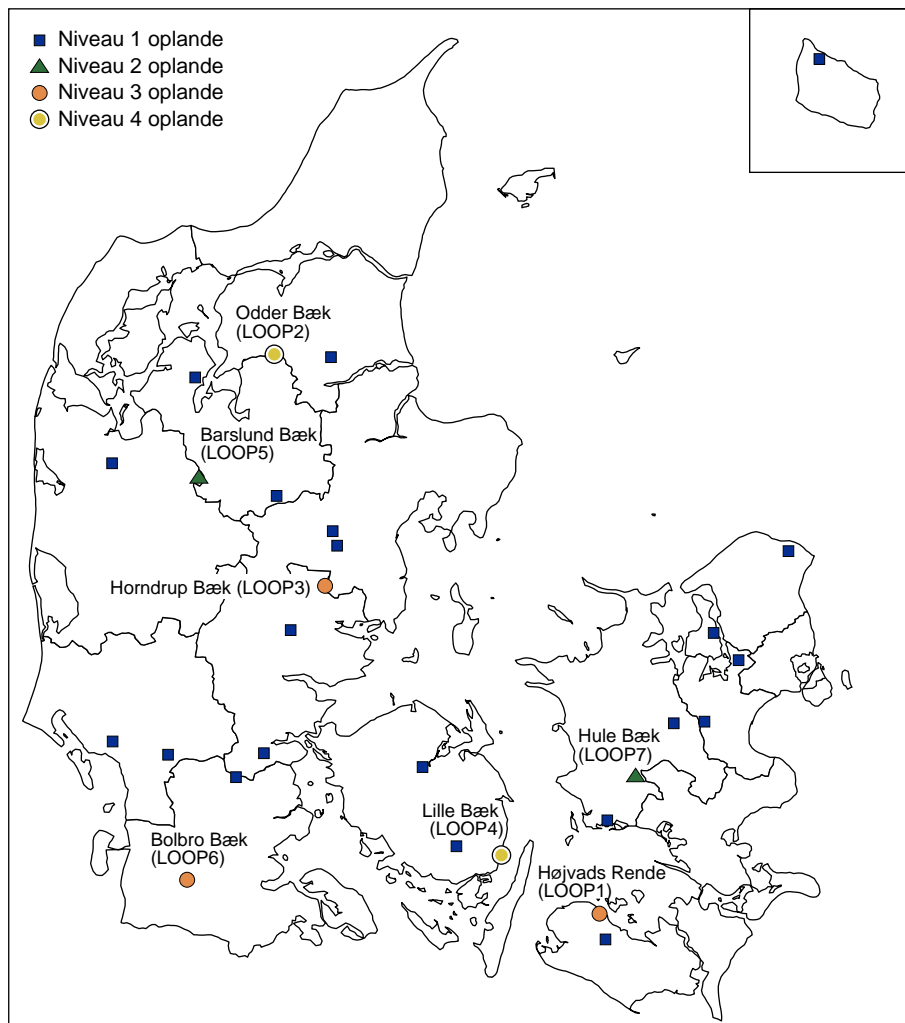
Næringsstoffer og pesticider i landbruget

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 landovervågningsopländenes placering.



LA03 – 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 landovervågningsopländene

Krav om grønne marker og efterafgrøder opfyldt

Grønne marker har igennem hele perioden udgjort 67-77 % af det dyrkede areal. Kravet om 65 % grønne marker er hermed opfyldt. Cirka 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 mængder kvælstof i efterårs- og vintermånederne. Krav i VMP II om ekstra 6 % efterafgrøder er også opfyldt.

Væsentlig forbedring i anvendelsen af husdyrgødning

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 45 % i 2002.

Tabel 2 Oversigt over udvikling i nøgleparametre for husdyrgødningsanvendelse i landovervågningen i perioden 1990-2002.

	1990	2002
9 måneders opbevaringskapacitet, % af dyreenheder	38	79
Forårsudbringning af husdyrgødning, % af total N i husdyrgødning	55	88
Udbringning med slæbeslanger eller nedfælgning, % af total N i flydende husdyrgødning	8	77
Effektiv del af husdyrgødning ¹⁾ , % af total N i husdyrgødning	34	45

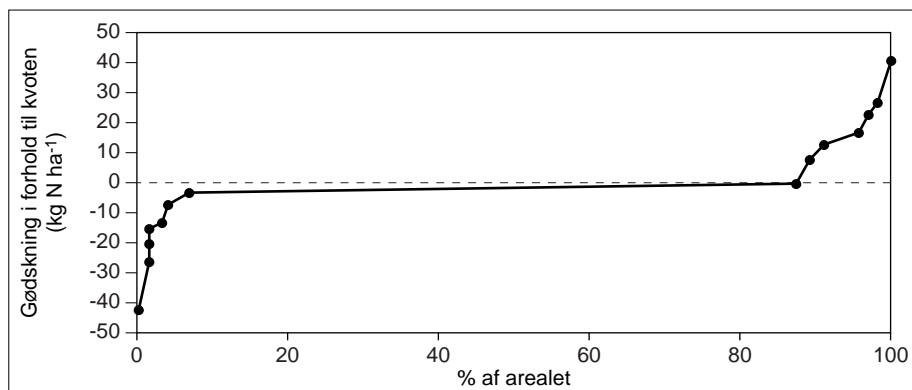
1) tabellagt værdi i forhold til gødningstype, udbringningsmetode, udbringningstidspunkt og afgrøden som gødningen gives til

Lovbindende kvælstofnormer til afgrøderne, indført under Handlingsplanen for Bæredygtig Landbrug, betyder at de enkelte ejendomme har fået lagt loft over deres forbrug af kvælstofgødning; 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 kvælstofnormerne 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 2002 blev der på ca. 11 % af det konventionelt dyrkede areal tilført mere end 10 kg N ha⁻¹ over bedrifternes kvote (overforbrug). På en stor del af arealet havde der tidligere været et betydeligt underforbrug af kvælstofgødning i forhold til kvoten. Dette er imidlertid ikke længere gældende i 2002, idet der kun på ca. 3 % af det konventionelt dyrkede areal blev der tilført mindre end 10 kg N ha⁻¹ under bedrifternes kvote (figur 2). Det vil sige at landbruget i 2002 brugte deres kvote fuldt ud. Dette skyldes at der i 2002 blev indført betydelige stramminger i normregelsættet. Således er landbrugets muligheder for at fastsætte højere kvælstofnormer end hensigten bag normerne blevet indskrænket.

Figur 2 Andel af det konventionelt dyrkede areal efter over- og underforbrug af N-gødning i forhold til bedrifternes kvote i 2002.



LA03 – Fig. 4.8

En opgørelse med standardiserede normer viste at ca. 83 % af ejendommene opfylder krav til udnyttelse af husdyrgødning i 2001

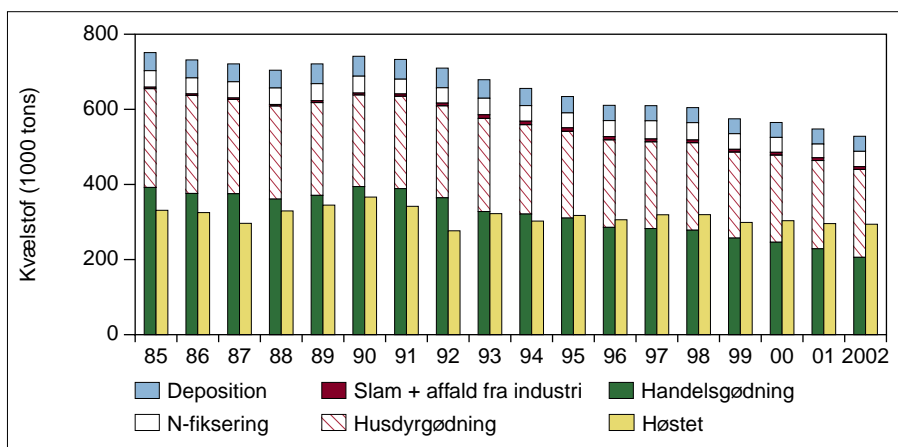
En opgørelse med standardiserede normer til afgrøderne viste at ca. 83 % af ejendommene i 2002 opfyldte kravet til udnyttelse af kvælstof i husdyrgødningen. Ejendomme som ikke opfyldte kravene rådede over 17% af husdyrgødningen. Her skal handelsgødningsforbruget sænkes yderligere for at reglerne bliver opfyldt.

I praksis har landbruget mulighed for at tilpasse normerne til ejendomsspecifikke forhold, hvorfor ovennævnte undersøgelse ikke nødvendigvis svarer til landbrugets egen opgørelse.

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 206.000 tons N i 2002. Kvælstof i husdyrgødningen er faldet fra ca. 244.000 til 234.000 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 234.000 tons N i 2002 (figur 3), en reduktion på ca. 38 %.

Figur 3 Udviklingen i tildelt kvælstof og høstet kvælstof for hele landbrugsarealet i Danmark i perioden 1985 til 2002.



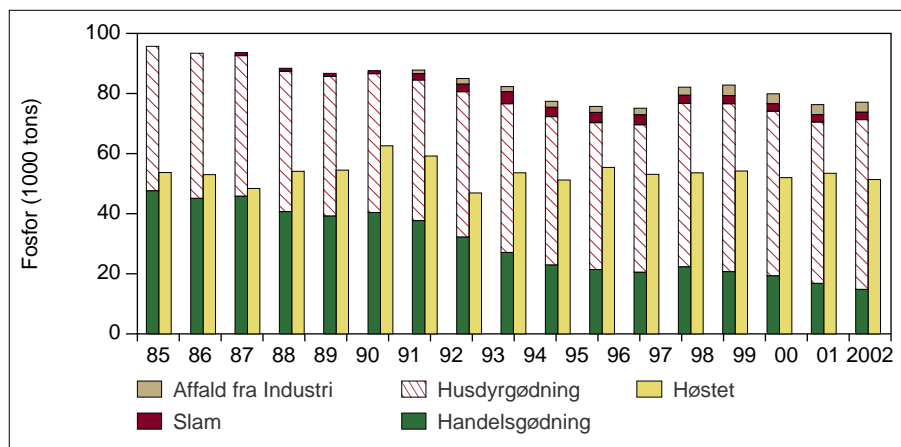
LA03 – Fig. 3.2

Fosfor – gødskningforbrug 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 fosforgødskning. På landsplan er der sket en reduktion i forbrug af fosfor med handelsgødning fra 1990 til

2002, mens fosfortilførsel med husdyrgødning er steget svagt. Netto-tilførslen har været faldende i perioden og udgør i 2002 ca. 28.000 tons P (figur 4).

Figur 4. Udviklingen i tildelt fosfor og høstet fosfor for hele landbrugsarealet i Danmark i perioden 1985 til 2002.



LA03 - Fig. 3.4

Nettotilførsel af fosfor til markerne på husdyrbrug

Data fra landovervågningsoplandene viser at der er stor forskel på nettotilførslen af fosfor afhængig af brugstype og husdyrtæthed. På planteavlsbrug er der i 2002 omtrent balance mellem tilført og fraført fosfor, mens husdyrbrugene har en nettotilførsel. Nettotilførslen stiger med stigende husdyrtæthed (tabel 3).

Tabel 3. Fosforbalancer for landbrugsjord på ejendomme med forskellig brugstyper og dyretæthed, Landovervågningsoplande 2002.

	Dyretæthed (DE ha ⁻¹)	Dyretæthed (DE ha ⁻¹)			
		0	0-1,0	1,0-1,7	> 1,7
Handelsgødning (kg P ha ⁻¹)		11,9	4,6	2,4	1,7
Husdyrgødning ¹⁾ (kg P ha ⁻¹)		6,1	15,2	29,3	32,5
Høstet (kg P ha ⁻¹)		18,6	17,0	21,9	21,4
Total tilført.-høstet (kg P ha ⁻¹)		-0,6	2,8	9,8	12,8

¹⁾ Husdyrgødning incl. udbinding.

Reduktionsmål for salg af pesticider og behandlingshyppighed

Pesticidforbrug og behandlingsindeks

I Pesticidhandlingsplanen fra 1987 var kravet at salget af aktiv stoffer skulle halveres inden 1997 i forhold til referenceperioden 1981-85. Dette reduktionsmål blev på landsplan nået i 1999. I Pesticidhandlingsplanen fra 2000 blev der sat det mål at behandlingshyppigheden skulle 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 2002 for de hyppigst dyrkede afgrøder (vinterkorn 2,1, vårkorn 1,4) meget lig behandlingshyppigheden på landsplan (vinterkorn 2,2, vårkorn 1,2).

Det hydrologiske kredsløb i Landovervågningsoplandene

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. 36-50 %) mens den øvrige del stammer fra dybere jordlag eller grundvand. På sandjordene er en mindre del overfladenært vand (ca. 17-24 %) og en tilsvarende større del stammer 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.

Udviklingstendenser i kvælstofindholdet i det hydrologiske kredsløb

Signifikant reduktion i målt kvælstofudvaskning fra rodzonen

I Landovervågningen måles kvælstofkoncentrationerne i rodzonen på 18 stationsmarker i 3 lerjordsoplande og på 14 stationsmarker i 2 sandjordsoplande. Der er store årsvariationer afhængig af de klimatiske forhold. En analyse af udviklingstendense viser et statistisk signifikant fald i de årlige vandføringsvægtede kvælstofkoncentrationer på ca. 32 % for lerjordsoplandene og 47 % for sandjordsoplandene. Spredningen på tallene er imidlertid stor, og med 95 % sandsynlighed er reduktionen mellem 11 og 50 % for lerjordene og mellem 34 og 61 % for sandjordene.

41 % reduktion i modelberegnet udvaskning

Kvælstofudvaskning fra hele det dyrkede areal i landovervågningsoplandene er desuden modelberegnet ved hjælp af N-LES3 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 41 % i perioden fra 1990 til 2002.

Godt 30 % reduktion i målt kvælstoftransport i vandløb

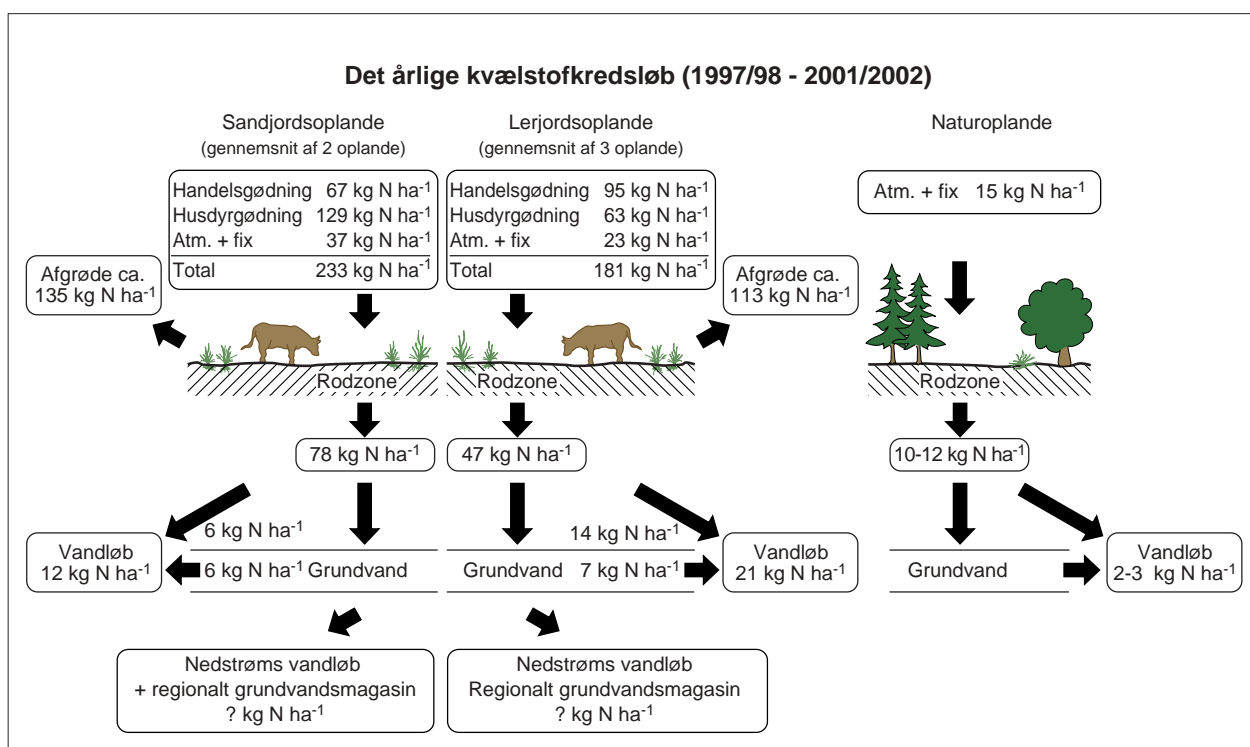
En statistisk analyse af de vandføringsvægtede kvælstofkoncentrationer i vandløbene i oplandene viser et fald som er statistisk signifikant (95 %) i tre ud af de fem oplande. Reduktionen er i størrelsesordenen 25-46 %. I et større antal landbrugsdominerede oplande, i alt 63 oplande, i Ferskvandsovervågningen er der fundet et fald i kvælstoftransporterne i vandløbene på 31 % i samme periode.

Kvælstoftransporter i det hydrologiske kredsløb

Kvælstofkredsløbet for de seneste 4 år, 1997/98- 2001/02, er skitseret i figur 6. Den modelberegnete årlige kvælstofudvaskning fra rodzonen er 47 kg N ha⁻¹ på lerjorde og 78 kg N ha⁻¹ på sandjorde. På såvel lerjordene som sandjordene er udvaskningen mindre end nettotilførslen, idet der også sker tab ved ammoniakfordampning og denitrifikation. Udvasningen er væsentlig større fra sandjordene end fra lerjordene. Til trods herfor er kvælstoftransporterne i vandløbene væsentlig højere i lerjordsoplandene (21 kg N ha⁻¹) end i sandjordsoplandene (henholdsvis 7 og 16 kg N ha⁻¹ for de to oplande). Dette skyldes at vandafstrømningen på lerjordene sker gennem de øvre jordlag, mens vandafstrømningen på sandjordene i højere grad 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 kvælstof er reduceret under vejs.

Fra naturarealer er den årlige kvælstofudvaskning ca. 10-12 kg N ha⁻¹ og transporten til vandløb ca. 2-3 kg N ha⁻¹.



LA03 - Fig. 9.2

Figur 6 Skemativering af kvælstofkredsløbet i henholdsvis dyrkede lerjords- og sandjordsoplande samt for naturoplande for årene 1997/98-2001/02. Tilførsel og fraførsel af kvælstof er baseret på data fra interviewundersøgelsen og udvaskningen er modlberegnet med N-LES3 for alle marker i oplandet. NB! Vandløbstransport i landbrugsoplandene er korrigeret for naturarealer og spildevandsudledning, dvs. transporten repræsenterer det dyrkede areal incl. spredt bebyggelse.

Fosforkredsløbet

Kun en lille del af nettotilført fosfor tabes til vandmiljø

Den gennemsnitlige nettotilførsel af fosfor i Landovervågningsoplandene var i perioden 1991-2002 ca. 8 kg P ha⁻¹ pr år. Tab af fosfor til vandløbene udgjorde i samme periode 0,38 kg P ha⁻¹ 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 1990-2002 har ved 25 stationer varieret mellem 0,010-0,018 mg P l⁻¹. Ved seks stationer har der været væsentlig højere koncentrationer, enten konstant eller over en kortere årrække. Der er målt vandføringsvægtede årgennemsnit på op til 0,420 mg P/l. Dette kan skyldes enten at jorden har et meget højt fosforindhold eller at der er tilført store mængder af husdyrgødning på sandjord.

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

Pesticider og miljøfremmede stoffer i drænvand og grundvand

Drænvand - pesticider

I 2000-2002 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 µg l⁻¹ i mindst ét af de tre måleår. Alle midler der er fundet i koncentrationer over grænseværdien er forbudte i dag. Dog er nedbrydningsproduktet, AMPA, ved en enkelt måling fundet i højere koncentrationer end grænseværdien. Nedbrydningsproduktet, AMPA, stammer fra ukrudtsmidlet glyphosat, som er et godkendt middel.

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 været anvendt på pågældene mark de sidste tre år. Glyphosat er fundet i drænvandet fra tre af markerne. Stofferne blev anvendt på to af markerne i 1999 og på den tredje mark i 1995. Glyphosat har ikke været anvendt på den fjerde mark indenfor de seneste tre år. Midlet dichlobenil, 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 2002 blev der udtaget 149 vandprøver fra 43 grundvandsindtag til analyse for pesticider og nedbrydningsprodukter. I 25 af disse indtag blev der fundet pesticider eller nedbrydningsprodukter, svarende til 58% af prøverne. Grænseværdien var overskredet en eller flere gange i 6 indtag svarende til ca. 4% af samtlige analyserede grundvandsfiltre.

Grundvand – øvrig organisk mikroforurening

Som gennemsnit betragtet overskrider fundene af øvrige organiske mikroforureninger i det øvre grundvand i landovervågningsoplandene ikke de vejledende grænseværdier for drikkevand.

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 2002 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.

Arbejdsdeling

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

*Denne rapport
– særskilte notater*

Undersøgelser af 'næringsstofbalancer på ejendomsniveau' afrapporteres ikke i denne rapport idet data ikke er tilgængelige på tidspunktet for dataindberetning. Rapporteringen sker via et særskilt notat eller rapport som fremsendes til amterne inden næste års afrapportering. For 2001 er opgørelser af 'næringsstofbalancer på ejendomsniveau' rapporteret i Faglig Rapport fra DMU nr. 441 (2003). Endvidere er undersøgelsen af 'miljøfremmede stoffer i gylle' fra 2001 rapporteret i Faglig Rapport fra DMU nr. 430 (2003).

*- revideret
kvælstofudvaskningsmodel*

Ved dette års afrapportering er der anvendt en ny version af kvælstofudvaskningsmodellen, N-LES3. Datagrundlaget for modellen er udvidet i forhold til tidligere versioner.

*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 kvælstofudvaskning

gen 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.

2 Nedbørs- og temperaturforhold i oplandene og på landsplan

De klimatiske forhold har stor indflydelse på størrelsen af udvaskningen af kvælstof. Kvælstof udvaskes når der er nitrat i jordvandet og der samtidigt er en nedadgående vandbevægelse. Begge dele påvirkes af klimaet. Plantevæksten er afhængig af både temperatur og nedbør. Er begge forhold optimale for planterne, øges deres kvælstofoptagelse, og der er mindre kvælstof til rådighed i jorden til udvaskning.

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

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

Temperatur

Temperaturforhold i 2002

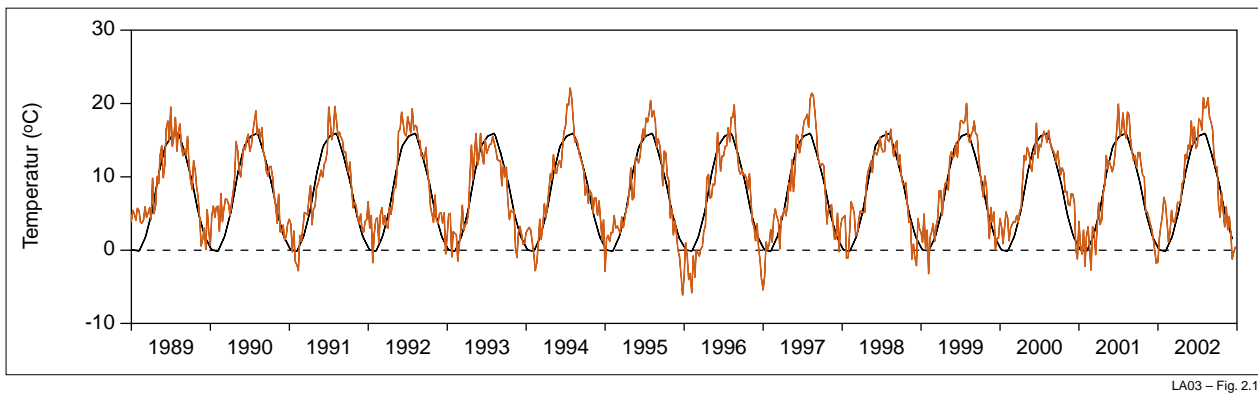
Med en årsmiddeltemperatur på 9,2 °C for landet som helhed blev 2002 1,5 °C varmere end normalgennemsnittet for 1961-1990. Dette betyder at 2002 blev det næstvarmeste år der er registreret (*Cappelen og Jørgensen, 2002*). De første 9 måneder af året var meget varmere end gennemsnittet. Således var middelttemperaturen ved udgangen af september 2,5 °C over normalen. De sidste tre måneder var dog forholdsvis kolde, hvilket bragte årsmiddeltemperaturen ned på 1,5 °C over normalen.

Nedbør

Nedbørsforhold i 2002

Nedbøren blev i gennemsnit for landet 864 mm mod normalt 712 mm, hvilket gør året til det tredje vådeste nogensinde (ukorrigerede værdier, *Cappelen og Jørgensen, 2003*). Februar bød på rekord nedbør, og juni og juli var også præget af meget nedbør fra tordenvejr. August og september var derimod forholdsvis tørre og resten af årets måneder havde tilnærmelsesvis normale nedbørsmængder (*Cappelen og Jørgensen, 2003*).

Nedbøren er ikke jævnt fordelt i landet som det fremgår af tabel 2.1. Sønderjylland og Midt- og Vestjylland får normalt mere nedbør end landet som helhed, og især Storstrøm og Vestsjælland får ofte mindre end landsgennemsnittet. Nedbørsmængderne fordelte sig ujævnt i de 7 LOOP oplande i 2002. Således fik Vejle/Århus 12% mindre nedbør end gennemsnittet for oplandet i perioden 1989-2002. Oplandene på Vestsjælland (+32%) og i Ringkøbing/Viborg (+19%) fik væsentligt mere nedbør end normalt. De resterende oplande fik en nedbørsmængde der tilnærmelsesvist svarede til gennemsnittet for perioden 1989-2002. De store regionale forskelle i nedbørsmængder viser at det er yderst vigtigt at kende de aktuelle nedbørsmængder når f.eks. næringsstofudvaskningen skal beregnes.



LA03 – Fig. 2.1

Figur 2.1 Middeltemperaturen for landet, beregnet på ugebasis for 1989-2002. Normalkurven repræsenterer månedsgennemsnit af perioden 1961-1990.

Tabel 2.1 Årsnedbør korrigeret til jordoverfladen (Allerup et al., 1998) for hydrologiske år (1.6.-31.5.) for 1990-2002 for oplandene samt gennemsnit for perioden

LOOP	Gns. 1990-2002	Nedbør (mm)											
		90/91	91/92	92/93	93/94	94/95	95/96	96/97	97/98	98/99	99/00	00/01	01/02
1. Storstrøm	729	895	721	613	994	873	448	587	704	773	858	537	741
4. Fyn	822	887	785	715	1040	1099	399	671	806	932	1018	687	820
3. Vejle/Århus	896	985	851	806	1189	1168	530	779	842	1025	1047	739	787
7. Vestsjælland	717	715	639	527	853	782	351	457	697	872	902	861	944
2. Nordjylland	852	819	784	666	907	1024	499	728	860	1065	1112	897	866
5. Ringkøbing/Viborg	981	967	958	880	958	1191	508	849	950	1137	1199	1009	1167
6. Sønderjylland	1057	1110	957	947	1271	1347	550	857	1065	1325	1268	948	1036

3 Gødnings- og pesticidforbrug i hele landet

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

I 2001 blev tallene for udskilt kvælstof og fosfor i husdyrgødningen revideret i forhold til tidligere idet Danmarks JordbrugsForskning havde foretaget en genberegning af husdyrgødningsnormerne tilbage i tid. Specielt har udskillelsen af fosfor tidligere været betydeligt undervurderet. I 2001 blev mængderne af kvælstof og fosfor høstet med afgrøderne ligeledes revideret. I tidligere beregninger har kvælstofindholdet i kornafgrøderne været holdt konstant igennem perioden fra 1985 og frem til 2001. Målinger af N-indhold i høstede kerner viser at værdierne har været faldende i perioden (*Grant, 2002*). Disse ændringer betyder samlet set at også kvælstof- og fosforbalancerne blev ændret i 2001 i forhold til tidligere rapporter.

3.1 Forbrug af kvælstofgødning for hele landet

N forbrug og norm i 2002

Forbruget af handelsgødning er faldet med 23.000 tons N fra 2001 til 2002 hvilket fremgår af tabel 3.1. Antallet af husdyr enheder er faldet lidt, ligesom kvælstofudskillelsen i husdyrgødningen. Den samlede tilførsel af kvælstofgødning var i 2002 24.000 tons lavere end i 2001 (se tabel 3.1).

Landbrugets kvælstofkvote på landsplan er opgjort af *L. Knudsen (pers. medd., 2003)* på baggrund af afgrødefordelingen og afgrødernes kvælstofnorm. Kvælstofkvoten er korrigeret for kvælstofprognosen og eftervirkning af husdyrgødning. Før 1993/94 var 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 de opgjorte kvælstofkvoter i 1999.

Fra 1999 til 2000 steg kvælstofkvoten fra 346 til 352 mio. kg N, stigningen skyldes primært at arealet med vårbyg steg på bekostning af bælgسæd, som ikke har nogen kvælstofnorm.

For 2000 og 2001 var der i opgørelsen af landbrugets kvælstofkvote for hele landet 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⁻¹. Fra 2002 blev arealet der kan få dette tillæg begrænset til 50.000 ha. Dette medfører en reduktion i kvælstofkvoten på ca.

12.000 tons N. I 2002 var der en positiv N-prognose på 9.000 tons N. Samlet set blev N-kvoten i 2002 5.000 tons N mindre end i 2001.

*Udvikling i kvælstofforbrug
1985 - 2002*

På landsplan er den samlede tilførsel af handelsgødning faldet med 186 mio. kg N fra 1985 til 2002. Den totale mængde af kvælstof i husdyrgødning er faldet med 29 mio. kg N i samme periode. Det samlede fald i kvælstoftilførsel (handelsgødning og husdyrgødning incl. udbinding) til de dyrkede arealer udgør 215 mio. kg N svarende til et fald på ca. 33 %. I samme periode er landbrugets samlede kvælstofkvote faldet med 64 mio. kg N.

*Handelsgødning udgjorde i
2002 60 % af landbrugets
N-kvote*

Handelsgødningens andel af landbrugets kvælstofkvote var størst i 1985 hvor 96 % af landbrugets 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 60 % af landbrugets kvælstofkvote (bilag 3.1).

Tabel 3.1 Gødningsforbrug, dyreenheder og kvælstofkvoter for hele landet i 1985 samt 1998-2002 (sammendrag af bilag 3.1 og 3.2).

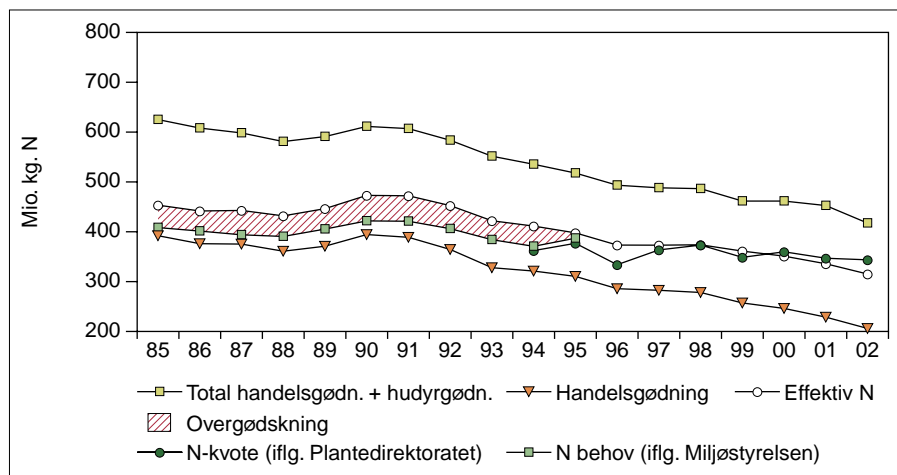
	1985	1998	1999	2000	2001	2002
Handelsgødningskvælstof i mio. kg N	392	278	257	246	229	206
Total husdyrgødningskvælstof i mio. kg N	263	233	229	232	235	234
Effektiv husdyrgødning	60	92	104	105	104	106
Effektiv gødning i mio. kg N ²⁾	456	378	365	355	336	315
Nyttevirkning, %	26	46	45	45	45	46
Landbrugets kvote i mio. kg N ³⁾	408	373	346	351	349	344
N-prognose	0	0	9	8	0	9
DE i 1000	2507	2442	2349	2369	2524	2512
Total kvælstofinput ¹⁾	751	605	575	556	548	528

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 nyttevirkingen fra landovervågningsoplandene (opgjort på baggrund af tabelværdier fra *Håndbog for Plantedyrkning, 2002*)

³⁾ For 1985 er afgrødernes kvælstofkvote opgjort efter *Hansen (1990)*. For 1995-1999 er kvælstofkvoten opgjort efter Plantedirektoratets regler. Kvoten er korrigeret for kvælstofprognosen og eftervirkning af husdyrgødning.

Figur 3.1 Udviklingen i total og effektivt tildelt kvælstof, landbrugets kvælstofkvote og handelsgødningskvælstof for hele landet i perioden 1985 til 2002 (i husdyrgødningen tælles udbinding kun med efter 1999).



LA03 - 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 nyttevirkningsprocenten, 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 mellem 45-46 %. Denne nyttevirkning er opgjort på baggrund af data fra Landovervågningsoplandene mht. husdyrgødningstype, udbringstidspunkter og afgrøden som gødningen gives til (bilag 4.1).

Overgødskning i forhold til lovgivningen

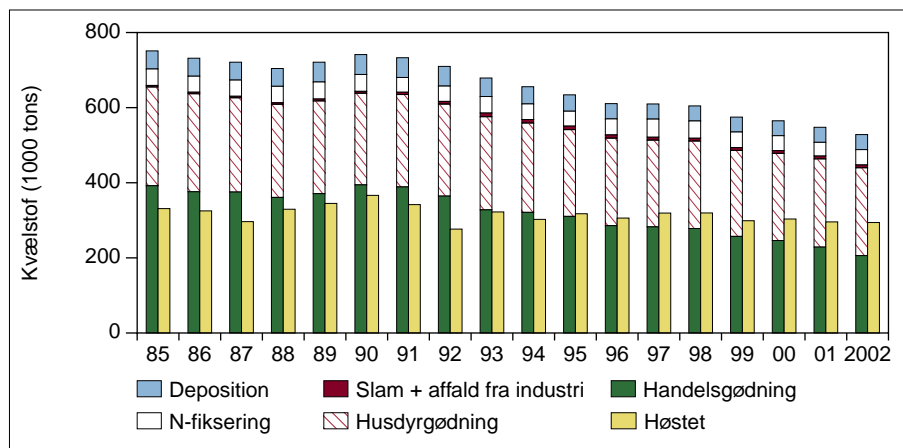
Den totale udbragte kvælstofmængde, den effektive kvælstofmængde, landbrugets kvælstofkvote og kvælstof i handelsgødning vises i figur 3.1. Merforbruget vises ved det skraverede felt som forskellen mellem tilført effektiv kvælstof og landbrugets kvælstofkvote. Indtil 1997 var der et merforbrug på 14-54 mio. kg N år⁻¹. I perioden 1997-2000 har det samlede forbrug af effektiv kvælstofgødning stort set balanceret med den teoretisk beregnede kvælstofkvote for hele landet, mens de sidste to år er forbruget af effektiv kvælstofgødning 10-20 mio. kg N mindre end den teoretisk beregnede landskvote.

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 fixeringen, depositionen og kvælstof udskilt fra husdyrerne fratrukket ammoniakfordampningen fra stald og lager. Kvælstofoverskuddet er reduceret fra 420 mio. kg N i 1985 til 234 mio. kg N i 2002. Set over hele perioden udgør reduktionen 44 %. Fra 1990 til 2002 er faldet 40 %.

Figur 3.2 Udviklingen i tildelt kvælstof og høstet kvælstof for hele landbrugsarealet i Danmark i perioden 1985 til 2002.



LA03 - 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 88 kg N ha⁻¹ fra 1985 til 2002. Set over hele perioden udgør faldet i nettotilførsel af kvælstof pr. arealenhed 41 %. Fra 1990 til 2001 er faldet 36 %.

Tabel 3.2 Kvælstofbalance opgjort pr. arealenhed dyrket jord i Danmark 1985, 1996-2002 (udledt af bilag 3.1 og 3.2).

		1985	1996	1998	1999	2000	2001	2002
Handelsgødning,	kg N ha ⁻¹	138	105	104	97	93	86	77
Udbr. husdyrgødning,	kg N ha ⁻¹	93	86	87	87	88	88	88
Slam + affald	kg N ha ⁻¹	1	3	3	3	3	3	3
Total input,	kg N ha ⁻¹	265	225	226	217	214	205	198
Høstet kvælstof,	kg N ha ⁻¹	117	113	120	113	115	111	110
Tilført - høstet kvælstof,	kg N ha ⁻¹	148	112	106	104	99	94	88

Totalinput er incl. N-fixering og deposition

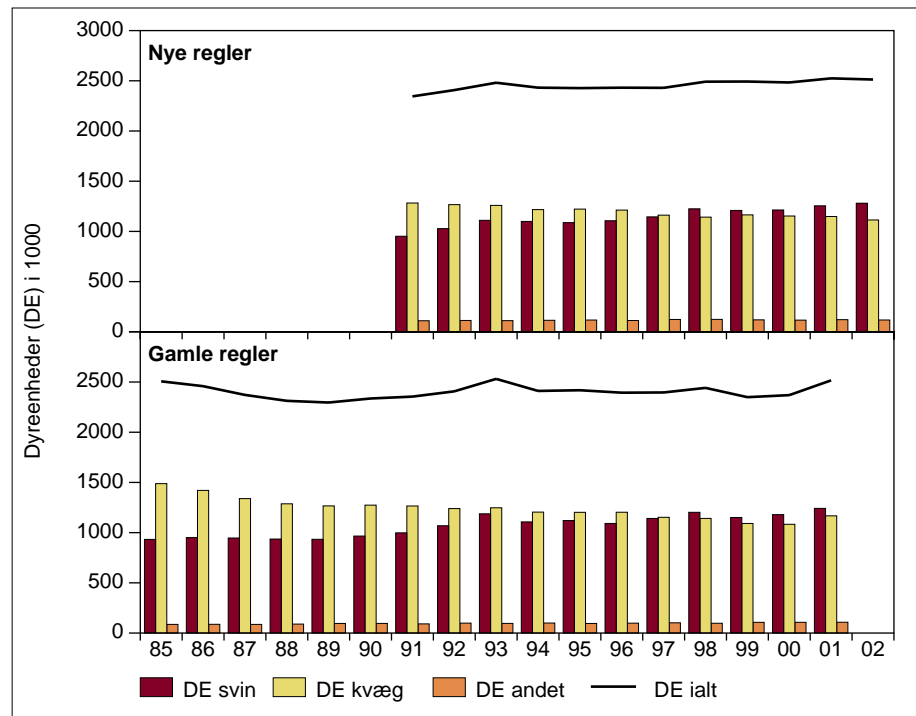
Husdyrtæthed og harmonikrav

Husdyrtætheden i 2002

Antallet af dyreenheder på landsplan er faldet svagt fra 2001 til 2002. Harmoniarealet er faldet lidt. Dermed bliver den gennemsnitlige husdyrtæthed i 2002 på 1,03 DE ha⁻¹ 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 de sidste 4 år (figur 3.3).

Figur 3.3 Udvikling i dyreenheder (DE) i 1000 for hele landet i perioden 1985 til 2002, beregnet efter nu gældende regler.



LA03 – Fig. 3.3

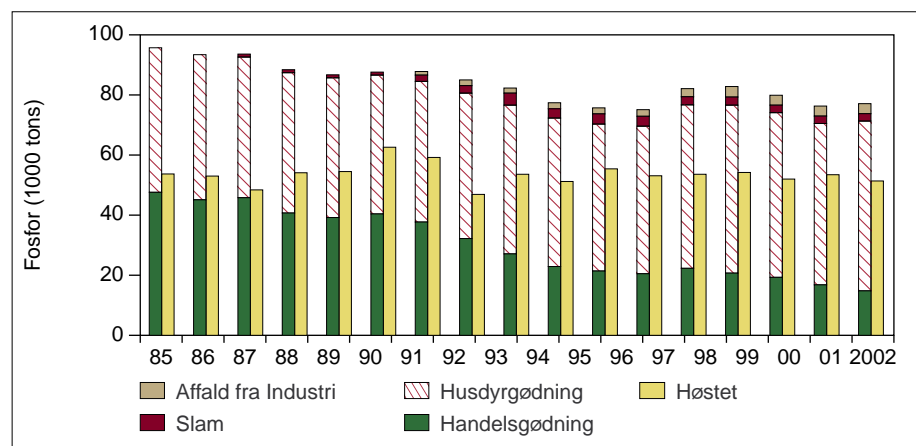
3.2 Forbrug af fosforgødning for hele landet

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 14.800 tons i 2002 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. 75 % af det totale forbrug. Fosfor fjernet med afgrøderne har varieret mellem ca. 48.000 og 63.000 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 42.000 tons i 1985 til ca. 28.000 tons P i 2002.

Figur 3.4 Udviklingen i tilført fosfor med handelsgødning, husdyrgødning og slam til det dyrkede areal og høstet fosfor for perioden 1985 til 2002.



LA03 – Fig. 3.4

Beregnet pr. arealenhed er overskuddet faldet fra ca. 19 kg P ha⁻¹ til 11 kg P ha⁻¹, 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 var et af målene at behandlingshyppigheden på de enkelte arealer blev så lav som mulig. I første omgang var målet at behandlingshyppigheden ved udgangen af 2002 skulle være reduceret til under 2,0. Beregninger baseret på afgrøde- og pesticidpriser fra 1995/96 har vist at behandlingshyppigheden 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

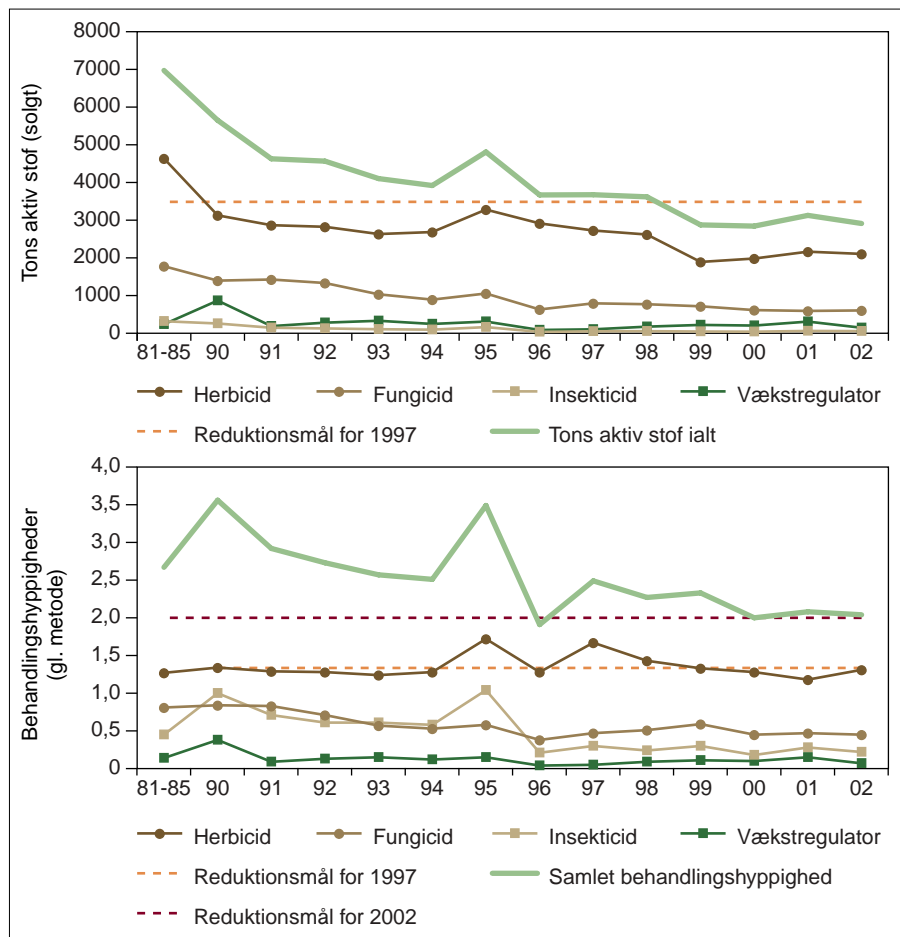
I nedenstående opgørelse er behandlingshyppighederne angivet efter den gamle beregningsmetode. Den nye beregningsmetode har vist sig at give resultater, der ligger højere end den gamle metode. Derfor har Miljøstyrelsen indtil videre fastholdt den gamle metode af hensyn til muligheden for at sammenligning med tidligere års opgørelser. Dette har især været vigtigt i et år, hvor en ny handlingsplan skulle evalueres.

Behandlingshyppighed på 2,04 i 2002

I 2000-01 var mængden af solgt aktivt stof faldet med ca. 58 % i forhold til referenceperioden 1981-85 og dermed var målet for den første Pesticidhandlingsplan opfyldt. Der er ingen mål for mængden af solgt aktivt stof i Pesticidhandlingsplan II.

I 2001 og 2002 var behandlingshyppighederne henholdsvis 2,08 og 2,04, og 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.

Figur 3.5 Udviklingen i mængderne af solgt aktivt stof og behandlingshyppigheder, fra 1990-2002. Udgangspunktet for reduktionen er et gennemsnit af 1981-85



LA03 – Fig. 3.5

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

Behandlingshyppigheden varierer meget mellem de fire pesticidgrupper. Herbicererne udgør 64 % af den samlede behandlingshyppighed, fungicerne 22 %, insekticider 11 % og vækstregulatorer 3 %. Også målt i mængde solgt aktivtstof er herbicererne, ligesom tidligere, den dominerende gruppe. Herbicidsalget udgjorde 73 % af det samlede pesticidesalg i 2002 (*Miljøstyrelsen, 2003*).

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

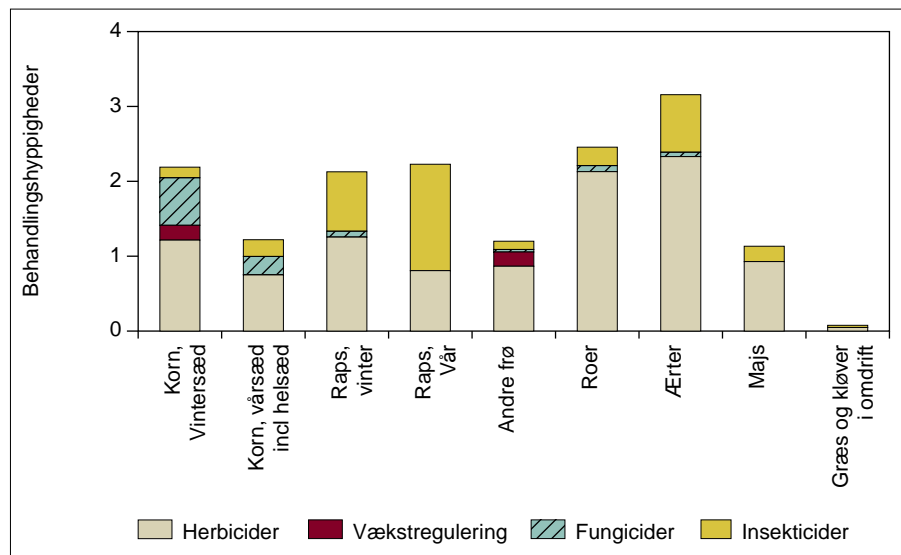
Behandlingshyppighed for vinterkorn og vårkorn henholdsvis 2,2 og 1,2

Vinterkorn og vårkorn havde i 2002 behandlingshyppigheder på henholdsvis 2,2 og 1,2 (figur 3.6). Disse to afgrødegrupper dyrkes på størstedelen af det areal, der må behandles (i alt ca. 73 % af arealet), og er derfor af afgørende betydning for den samlede behandlingshyppighed. Kartoffler havde i 2002 en behandlingshyppighed på 9,8 hvoraf behandlingshyppigheden med fungicider var 7,1. Grønsager

havde en behandlingshyppighed på 4,8 mens ærter havde en behandlingshyppighed på 3,2. Roer havde en samlet behandlingshyppighed på 2,5.

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.

Figur 3.6 Behandlingshyppigheder på landsplan i 2002 fordelt på afgrødegrupper



LA03 - Fig. 3.6

Hyppigst anvendte aktiv stoffer

Her gives en gennemgang af de hyppigst anvendte aktiv stoffer i 2002 (Miljøstyrelsen, 2003).

Herbicider: Glyphosatmidlerne tegnede sig for 44 % af herbicidsalget, mens det eneste hormonmiddel der stadig er tilladt, udgjorde 11 % af herbicidsalget. Herudover tegnede pendimethalin og prosulfocarb sig for henholdsvis 5 og 19 %. Den resterende del af herbicidsalget (21 %) fordelte sig på 40 forskellige aktiv stoffer.

Fungicider: Mancozeb tegnede sig for 56 % af forbruget til behandling af afgrøder. De øvrige mest solgte stoffer er azoxystrobin, fenpropimorph og tebuconazol. Disse udgjorde henholdsvis 10, 15 og 8 % af fungicidforbruget. Den resterende del af fungicidforbruget fordelte sig på 9 forskellige stoffer.

Insekticider: Dimethoat tegnede sig for 70 % af det samlede forbrug til behandling af afgrøder mens de syntetiske pyrethroider androg 22 %. Øvrige stoffer udgjorde 8 %.

Af bejdsemidlerne furathiocarb og imidacloprid blev der solgt 13 tons.

Vækstregulering: Chlormequat-chlorid var fortsat i 2002 det altdominerende vækstregulerende middel, det tegnede sig for 92 % af forbruget til dette formål.

4 Landbrugspraksis

I dette kapitel beskrives udviklingen i landbrugspraksis i landovervågningsoplandene fra 1990 og frem til 31. december 2002.

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 tretten år således at det er muligt at gøre rede for tretten driftsår fra 1989/90 til 2001/2002. I dette kapitel refereres til driftsårene som hele årstal.

I interviewundersøgelsen er anvendt de til enhver tid gældende normer for produktion af husdyrgødning og dennes indhold af næringsstoffer. 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 2001-2002 normtal efter *Poulsen et al., (2001)*. I landbrugets Bedriftsløsning er der dog ændret lidt på N-normerne bl.a. er der tilføjet flere staldsystemer (*Niels Petersen, Dansk Landbrugsrådgivning, pers. kom.*).

Fra 1997/98 bliver interviewdataene indberettet via en speciel udgave af programmet Bedriftsløsning fra Dansk Landbrugsrådgivning. 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 2002 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 kvægbrug, svinebrug, blandede brug og planteavlsbrug er i oplandene henholdsvis 37, 21, 10 og 32 %, mens den tilsvarende fordeling for hele landet er 25, 23, 4 og 48 %.

Svinebrugenes andel i oplandene svarer således til andelen på landsplan, mens kvægbrugene er overrepræsenteret og planteavlsbrugene tilsvarende underrepræsenteret.

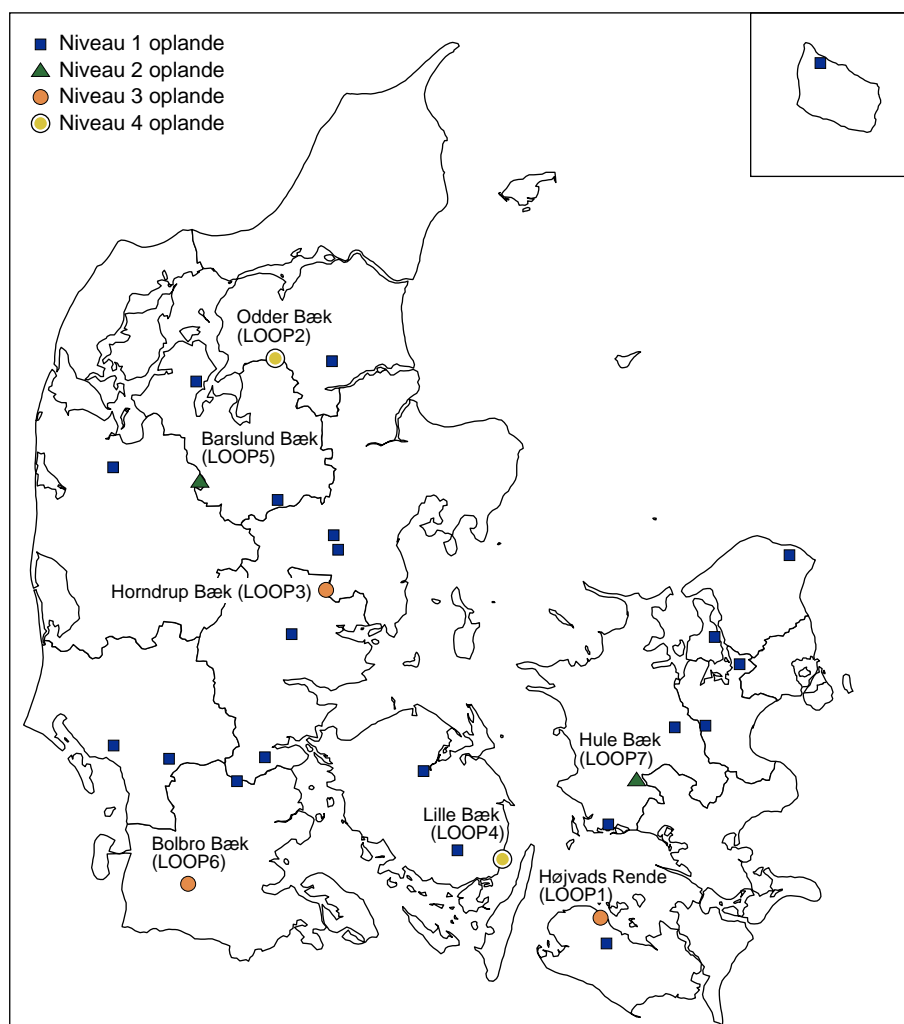
Figur 4.1 Oversigt over landovervågningsoplandenes beliggenhed.

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, eksklusiv pesticidanvendelse.

I niveau 3 oplande foretages årlige interviews af landmændene i oplandene, inklusiv 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.



LA03 – Fig. 4.1

Undersøgelsen omfatter 156 ejendomme

Hele ejendomme i interviewundersøgelsen

Interviewundersøgelsens omfang

På grundlag af interviewundersøgelsen fra 1990 til 2002 er der foretaget en opgørelse af landbrugspraksis for driftsårene 1989/90 til 2001/2002. 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.

Tabel 4.1 Omfang af interviewundersøgelsen fra 1990 til 2002

	LOOP 1-6						LOOP 1-7			
	1990	1991	1998	2000	2001	2002	1998	2000	2001	2002
Ejendomme	162	157	128	126	117	120	168	165	153	156
Areal (ha)	3937	4274	4935	5626	5547	5768	6338	7820	7058	7396
Husdyr (DE)	5655	5877	5517	5607	5700	5530	6000	6356	6369	6185

4.2 Afgrøder og husdyrhold i landovervågningsoplandene

Afgrødefordeling og grønne marker.

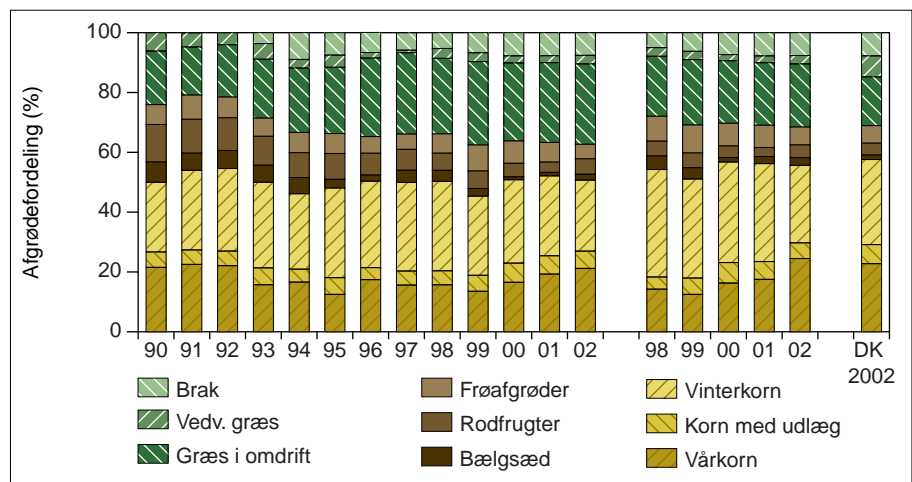
Afgrødefordelingen for oplandene i 1990-2002 samt for hele landet er vist i figur 4.2. I forhold til landet som helhed udgør det samlede kornareal i oplandene en mindre andel og arealet med græs i omdrift en større andel. Arealet med vedvarende græs er lidt mindre i oplandene end i hele landet mens andelen 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.

77 % grønne marker i oplandene i 2002

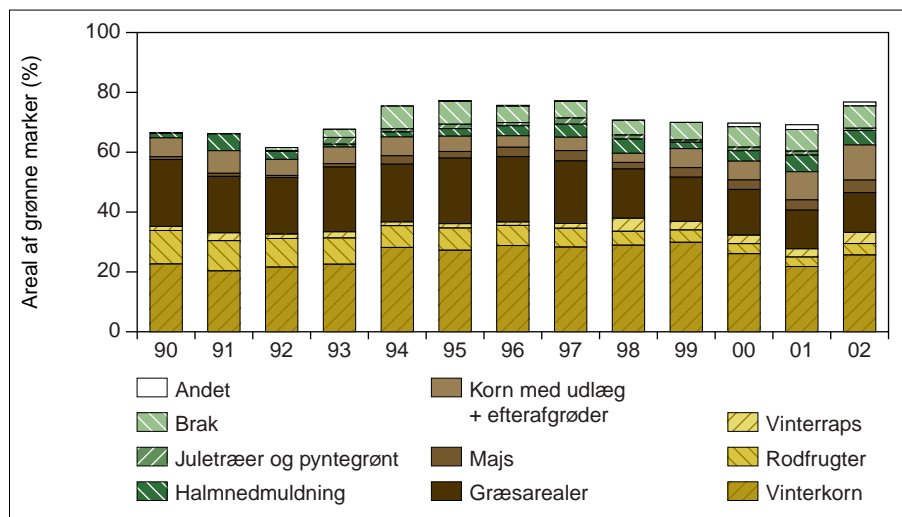
Grønne marker udgør 77 % af arealet i 2002, figur 4.3. Oplandene opfylder dermed som helhed kravet om at 65 % af det dyrkede areal skal være plantedækket om efteråret. Af de grønne marker udgør græs inklusiv brak, vinterraps, rodfrugter og korn med udlæg 52%, vinterkorn 34% og majs, halmnedmuldning og juletræer 14 %. 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 2002.

Figur 4.2 Afgrødefordeling for landovervågningsoplandene (LOOP 1-6 fra 1990 til 2002 og LOOP 1-7 fra 1998 til 2002) samt hele landet i 2002



LA03 - Fig. 4.2

Figur 4.3 Arealet af grønne marker i procent og fordelt på afgrødetyper fra 1990 til 2002.



LA03 - Fig. 4.3

Tabel 4.2 Husdyrtæthed for de syv landovervågningsoplande og for Danmark i 2002

	DE ha ⁻¹
1. Storstrøm	0,12
7. Vestsjælland	0,44
4. Fyn	1,05
3. Vejle/Århus	1,41
5. Ringkøbing/Viborg*	0,28
2. Nordjylland	1,44
6. Sønderjylland	1,12
LOOP 1-4, 6	1,03
LOOP 1-4, 6, 7	0,93
Danmark	1,03

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

I gødningsåret 1998/99 blev der implementeret regler for dyrkning af efterafgrøder. Af et nærmere defineret basisareal skal hver ejendom etablere 6 % med 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 1999-2002. Arealet med efterafgrøder er som gennemsnit opfyldt. Oplandsvis er kravet som gennemsnit af 4 år ikke opfyldt for 2 oplande.

Husdyrhold og økologiske brug

Frem til 1997 var husdyrtætheden i datamaterialet lidt højere end på landsplan. I 2002 var den gennemsnitlige husdyrtæthed 1,03 DE ha⁻¹ hvilket svarer til landsgennemsnittet (tabel 4.2). Ved inkludering af det 7. opland er husdyrtætheden i 2002 lidt lavere for oplandene end i hele landet.

I 2002 var der 10 økologiske brug i Loop 1-4, 6 hvor det økologisk dyrkede areal udgjorde 6,8 % af det dyrkede areal inklusiv brak. Dette svarer stort set til landsgennemsnittet på 6,9 %.

Opbevaringskapaciteter og udbringningstider

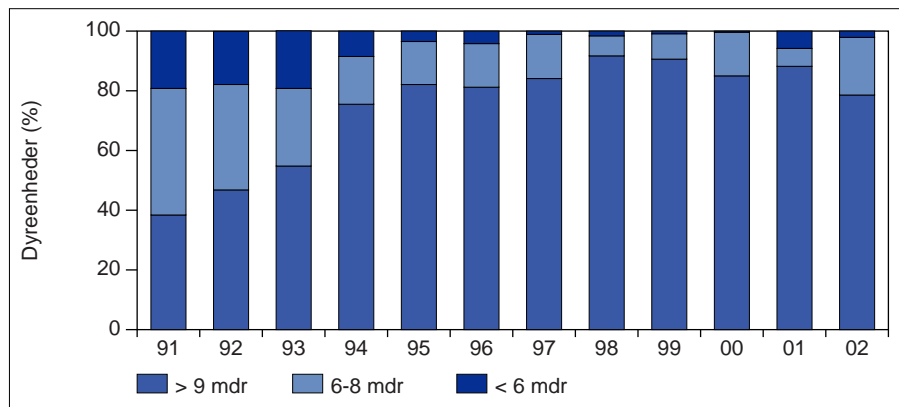
Ved Bekendtgørelse fra Miljøministeriet nr. 1121 af 15. december 1992 blev kravet til opbevaring af husdyrgødning revideret til at der skulle være tilstrækkelig opbevaringskapacitet til at reglerne for udbringningstider og udnyttelsesprocenter kunne overholdes, hvilket normalt svarer til 9 måneder for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

I 2002 stod 79 % af dyreenhederne på ejendomme med en opbevaringskapacitet til flydende husdyrgødning på 9 måneder eller derover, mens yderligere 21 % af dyreenhederne stod på ejendomme med 6-9 måneders opbevaringskapacitet. 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

79% af dyreenhederne på ejendomme med mindst 9 måneders opbevaringskapacitet

stigning fandt sted fra 1993 til 1994, idet lovkravet om tilstrækkelig opbevaringskapacitet skulle være opfyldt med udgangen af 1994. Fra 1998 til 2002 faldt andelen af dyreenheder med mindst 9 måneders opbevaringskapacitet med 13 %-point.

Figur 4.4 Opbevaringskapaciteten til gylle og ajle opgjort i procent af ejendommens dyreenhederne fra 1991 til 2002.



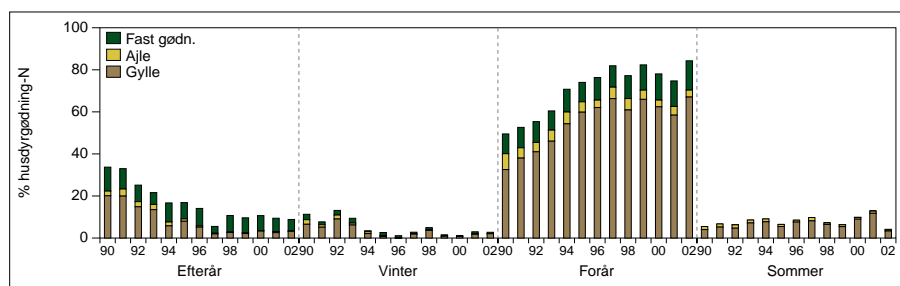
LA03 - Fig. 4.4

På landsbasis i 2001 hørte 83 % af dyreenhederne til ejendomme med 9 måneders opbevaringskapacitet eller derover for gylle og ajle, mens yderligere 14 % af dyreenhederne tilhørte ejendomme med 6-9 måneders opbevaringskapacitet. Dette er beregnet på baggrund af tal fra *Danmarks Statistik (2002)* for opbevaringsfaciliteter til gylle og ajle. Opbevaringskapacitet i oplandene svarer dermed nogenlunde til gennemsnittet for hele landet.

33 %-point stigning i forårs-/sommerudbringning siden 1990

Udbringningstidspunkterne for husdyrgødning er vist i figur 4.5 for årene 1990-2002. 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 88 % i 2002. I 2002 er der en lidt større udbringning i forårs-månederne og en tilsvarende mindre udbringning i sommerperioden end i 2001.

Figur 4.5 Udbringningstid for husdyrgødning fra 1990 til 2002.



LA03 - Fig. 4.5

Der er igennem perioden fra 1990 til 2002 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.

I perioden 1997-2002 er der imidlertid en tilbagegang i andelen af forårs- og sommerudbragt husdyrgødning på ca. 6 %-point for hele data-materialet (LOOP 1-7). En del af nedgangen skyldes at det Vestsjællandske opland (LOOP 7) er medtaget fra 1998. Uden dette opland er

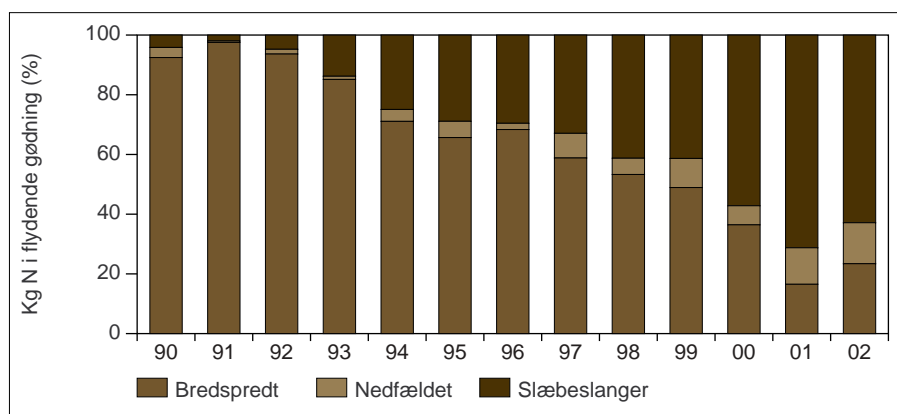
nedgangen ca. 3 %. Nedgangen i forårs-/sommer-udbringningen skyldes at andelen af fastgødning/dybstrøelse er steget i de forløbne år. I 1997 udgjorde andelen af fastgødning/dybstrøelse 14 % af kvælstoffet i husdyrgødningen mod 20-23 % i 1998-2002. Den øgede mængde fastgødning/dybstrøelse er ifølge figur 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. Ved brug af slæbeslanger i stedet for bredspredning øges den del af husdyrgødningens kvælstof som planterne kan optage med 5-10 %-point. Ved brug af nedfældning øges denne del med yderligere 5-10 %-point (*Håndbog for plantedyrkning 2002*). 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 2002.



LA03 - 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 2002 var dette reduceret til 23 %. Især blev slæbeslanger brugt i stedet. I 1990 blev 4 % af kvælstoffet i den flydende husdyrgødning bragt ud med slæbeslange - dette var steget til 63 % i 2002. Nedfældning har først vundet indpas de seneste år og i 2002 blev 14 % af kvælstoffet i den flydende husdyrgødning nedfældet.

4.3 Forbrug af effektiv kvælstofgødning og kvælstofnormer til afgrøderne i landovervågningsoplandene

Effektivt kvælstof i husdyrgødningen

Forventet effektiv kvælstof i husdyrgødningen

Effektivt kvælstof i husdyrgødningen regnes her ud fra markeffekten, som er en tabellagt værdi for hvor meget af husdyrgødningens kvælstof der kan erstatte handelsgødningens kvælstof. 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 11 %-point fra 1990 til 2002

I landovervågningsoplandene er det gennemsnitlige effektive kvælstof af udbragt husdyrgødning til alle afgrødegrupper med et kvælstofbehov steget fra 34 % i 1990 til 45 % i 2002; den effektive andel er opgjort på baggrund af gødningstypen, udbringningsmetoden, tidspunktet for udbringning og afgrøden som gødningen gives til i henhold til *Håndbog for plantedyrkning, 1990, 1994-2002 (bilag 4.1)*. Fra 1990 til 2002 ses således en stigning på 11 %-point som afspejler, at en stigende del af husdyrgødningen er blevet udbragt om foråret og sommeren igennem perioden 1990-2002, og at udbringningsmetoden er blevet forbedret. Stigningen i andelen af kvælstoffet i husdyrgødningen som planterne kan optage, har bevirket at handelsgødningens forbruget har kunnet nedsættes.

Gødningstildeling til afgrøderne i 2002

Alle afgrødegrupper med en kvælstofnorm

Kvælstoftildelingen til de enkelte afgrøder er vist i tabel 4.3. Til vårkorn og frøafgrøder tildeles der gennemsnitlig 102 og 136 kg N ha⁻¹ effektiv gødning, hvilket er lidt mere end de gennemsnitlige normer for de to afgrødegrupper. Til de øvrige afgrøder tildeles gennemsnitlig samme eller mindre effektivt gødning end normen for afgrødegrupperne. Størst forskel er der for vedvarende græs, helsæd og græs i omdrift. For afgrødegrupperne er den gennemsnitlige kvælstoftilførsel mellem 42 og 111 kg N/ha højere end fraførsel via høstet afgrøder, dog er overskuddet kun 4 kg N/ha for helsæd og negativ (-20 kg N/ha) for rodfrugter.

Tabel 4.3 Oversigt over gødningsanvendelse til afgrødegrupper i fem landovervågningsoplande, 2002.

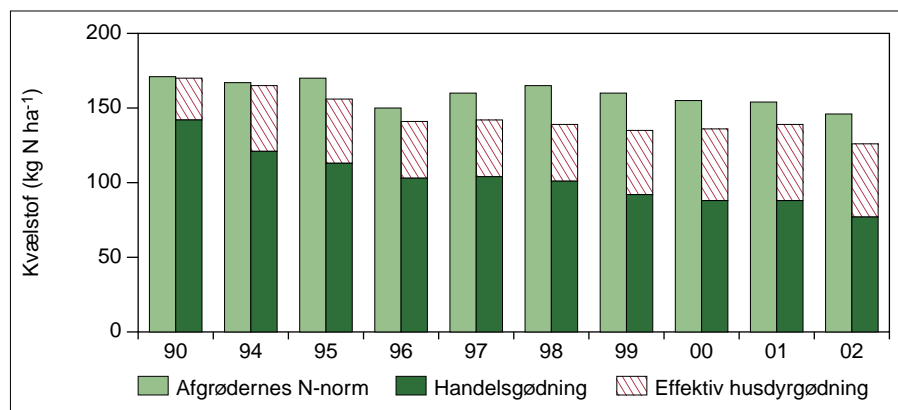
		Vårkorn	Vinterkorn	Korn med udlæg	Rodfrugt	Frøafgrøder	Helsæd	Græs i omdrift	Vedv. græs
Handelsgødning	(kg N ha ⁻¹)	70	107	60	100	95	36	69	43
Husdyrgødning	(kg N ha ⁻¹)	66	94	107	37	98	159	138	8
Udbinding	(kg N ha ⁻¹)	0	0	5	0	0	15	43	64
Afgrødernes norm	(kg N ha ⁻¹)	109	153	128	122	133	164	194	124
Effektiv N i husdyrg.	(kg N ha ⁻¹)	32	46	50	18	41	60	85	37
Effektivt tildelt N	(kg N ha ⁻¹)	102	153	110	118	136	96	154	80
Total tildelt	(kg N ha ⁻¹)	136	201	172	137	193	210	250	115
Høstet	(kg N ha ⁻¹)	94	131	107	157	82	206	165	54
Høstet/tildelt x 100	(%)	69	65	62	115	42	98	66	47
Tildelt - høstet	(kg N ha ⁻¹)	42	65	65	-20	111	4	85	61

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

Udviklingen i forbrug af kvælstofgødning og afgrødernes kvælstofnorm for perioden 1990-2002 er vist i figur 4.7; datamaterialet er desuden vist i bilag 4.1. Der er kun medtaget 1990 og 1994-2002 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 77 kg N ha⁻¹ i perioden 1990-2002. I samme periode steg tilførsel af effektiv husdyrgødningskvælstof fra 28 til 49 kg N ha⁻¹. 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⁻¹ i 1990 til 126 kg N ha⁻¹ i 2002. Kvælstofnormen til afgrøderne har ligget på mellem 150 og 171 kg N ha⁻¹ i 1990-98. Fra 1999 og fremover er kvælstofnormen reduceret med 10 %, og i årene 1999-2002 har kvælstofnormen ligget på 146-160 kg N ha⁻¹. 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, 53 % i 2002 mod 83 % i 1990.

Figur 4.7 Udviklingen i tildeling af effektiv kvælstofgødning for og kvælstofnorm for alle afgrødegrupper med et gødningsbehov, LOOP 1-6 i 1990-2002.



LA03 – 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 samt efterafgrøder. Fra 1999 er normen til græs ændret således at alle græsmarker får normen til slået 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 2002

Det lovmæssige krav til udnyttelse af kvælstof i husdyrgødning på ejendomsniveau var fra 1. august 2001: 60 % for svinegylle, 55 % for kvæggylle, 25 % for dybstrøelse og 50 % 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. Fra 2002 er N-kvoten fratrukket en eftervirkning af 6 % efterafgrøder på 12 kg N ha⁻¹. Den gennemsnitlige udnyttelse af husdyrgødning for ejendommene er vist i tabel 4.4 for 2002. 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⁻¹ 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).

En opgørelse ved standardiserede normer viser at ca. 83 % af ejendommene opfyldte minimumskravet til udnyttelse af kvælstof i husdyrgødning i 2002

Kvælstofprognosen var i 2002 godt 3 kg N ha⁻¹ i gennemsnit. Som gennemsnitlig udnyttelse er anvendt et simpelt gennemsnit for at vise det typiske for ejendommene. Den gennemsnitlige udnyttelse for de opgjorte bedrifter var ca. 16 %-point højere end kravet. Kvægbrugene 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 83 % af ejendommene havde opnået en udnyttelsesprocent der var større end minimumskravet, hvis der i opgørelsen accepteres en usikkerhed på 5 %-point. 17 % havde en udnyttelse der var mere end 5 %-point under kravet. Sidstnævnte gruppe af ejendomme rådede over 17 % af husdyrgødningen.

Opgørelsen er foretaget ved standardiserede normer til afgrøderne. I praksis har landbruget mulighed for at tilpasse normerne til ejendomsspecifikke forhold, hvorfor ovennævnte undersøgelse ikke nødvendigvis svarer til landbrugets egen opgørelse.

Tabel 4.4 Udnyttelse af husdyrgødning i henhold til gældende lovgivning på konventionelle brug i landovervågningsoplandene med anvendelse af husdyrgødning. Opdeling på brugstyper, 2002.

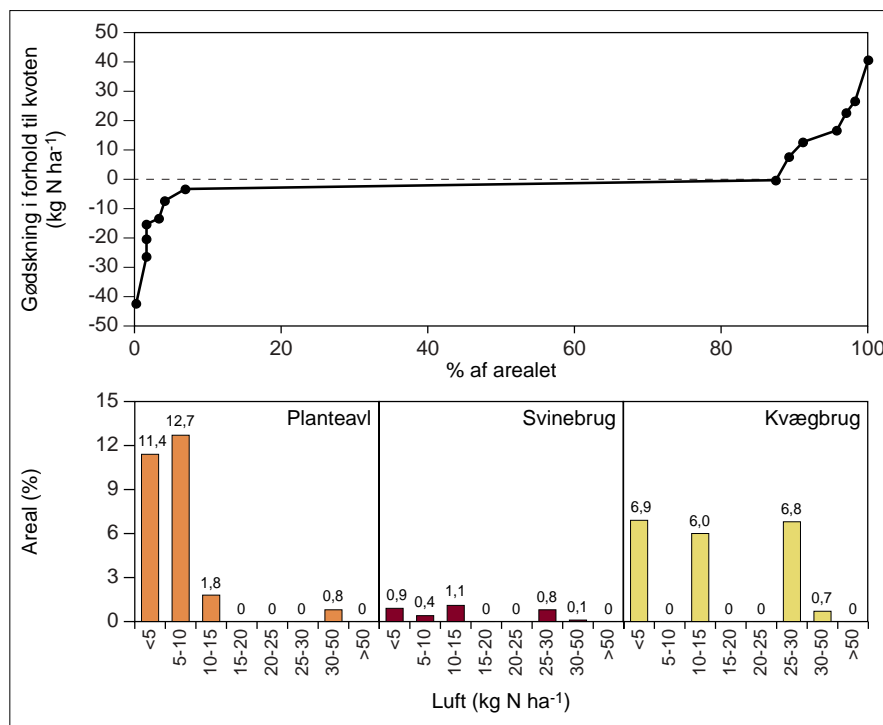
	Antal brug i opgørelsen	Opnået udnyttelse (%)	Krav til udnyttelse (%)	Antal brug som opfylder krav	Areal (ha)	Husdyr-Gødning (tons N)
Kvægbrug	29	70,4	47,2	26	2321	265
Svinebrug	22	59,9	53,2	16	1470	138
Planteavl	14	68,4	57,0	12	475	46
Alle brug	65	66,4	51,3	54	4266	449

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 2002

	Ejendomme	Opnået udnyttelse	Krav til udnyttelse	Areal ¹	Husdyrgødning
	Antal 65	%	%	4266 ha	491 t N
		%	%	%	%
Opfyldt krav til udnyttelsen	75	76,5	51,4	74	74
Udnyttelsen er mindre end krav, men større end krav minus 5	8	46,8	48,9	7	9
Udnyttelsen er mere end 5 % under kravet	17	31,8	51,9	18	17

¹⁾ 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-kvoter i landovervågningen, 2002. N-forbruget er opgjort som handelsgødning-N plus kravet til udnyttelse af N i husdyrgødning.



LA03 – Fig. 4.8

Figur 4.8b Fordeling af ikke benyttet N-kvoter ("luft" i gødningsregnskabet) på konventionelle brug i landovervågningen, 2002. "Luft" er beregnet som N-kvoter - handelsgødning-N - udnyttelseskrav til husdyrgødnings-N.

En opgørelse af henholdsvis over-/underforbrug af kvælstofgødning i forhold til bedrifternes kvoter i 2002 er vist i figur 4.8a. Opgørelsen dækker alene konventionelle bedrifter. Dette er fordi økologiske bedrifter oftest gøder langt mindre end N-normen til afgrøderne tillader. Ca. 11 % af det dyrkede areal på de konventionelle bedrifter får mere end 10 kg N ha⁻¹ over bedrifternes kvote (overforbrug), mens ca. 3 % af arealet på de konventionelle bedrifter får mindre end 10 kg N ha⁻¹ under bedrifternes kvote (underforbrug). Andelen af arealet med mindre kvælstofforbrug end kvote er faldet fra 38 til 3 % fra 2001 til 2002, hvilket primært må tilskrives de øgede krav til udnyttelse af husdyrgødningen samt opstramning af normerne til græs.

Når en bedrift tilfører mindre gødning end kvoten tillader kan man også sige at bedriften har "luft" i gødningsregnskabet. Det var især kvægbrug og planteavlbrug, der tidligere havde luft i gødningsregnskabet (figur 4.8b). Lovgivningsmæssigt set behøvede bedrifter med luft i gødningsregnskabet ikke at skære ned på gødningsforbruget i takt med stramninger i regelsættet. Med stramningerne til kravet om udnyttelsen af husdyrgødning er "luft" i gødningsregnskaberne reduceret væsentlig.

4.5 Markbalancer for kvælstof i landovervågningsoplandene

Opgørelsesmetode til markbalance

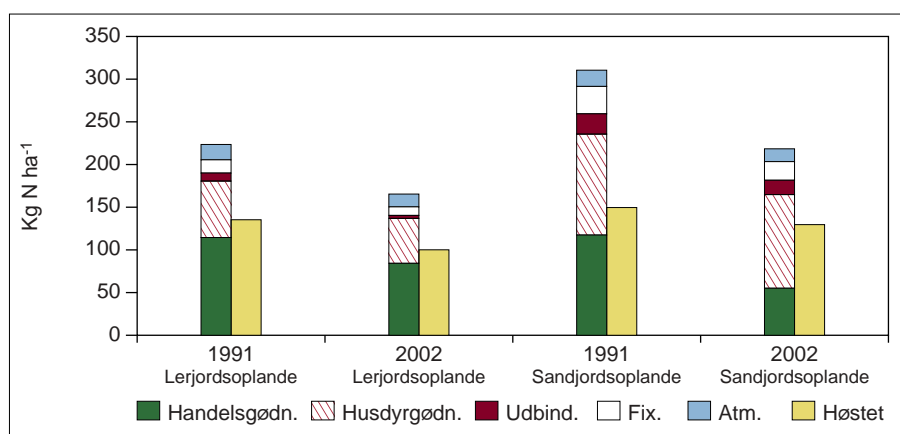
For at belyse tabspotentialer for kvælstof i forbindelse med landbrugsproduktion er der foretaget en opgørelse over input og output på markniveau i landovervågningsoplandene. Input består i denne sammenhæng af tilført kvælstof med handelsgødning og husdyrgødning inklusiv udbinding samt kvælstoffixering 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.

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

Tabspotentiale for kvælstof

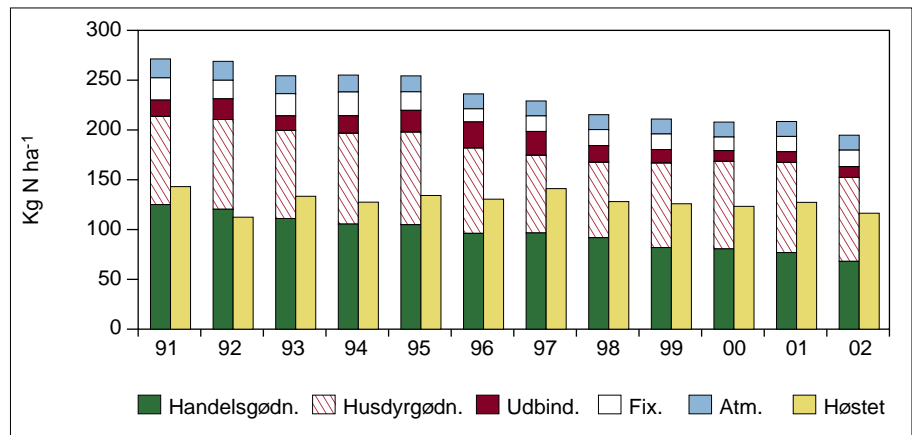
Balancen er et mål for tabspotentialer; kvælstof kan tabes ved udvaskning, men også ved ammoniakfordampning og denitrifikation eller der kan ske en ændring i jordens organiske puljer. I figur 4.9 er kvælstofbalancerne for landbrugsjorden vist for ler- og sandjordsoplande for 1991 og 2002. Tilførsel og nettotilførsel af kvælstof er størst for sandjordsoplandene, men det er også her, der registreres den største reduktion i nettotilførsel. Fra 1991 til 2002 er den gennemsnitlige reduktion i nettotilførsel 72 kg N ha⁻¹ i sandjordsoplandene mod 11 kg N ha⁻¹ på lerjordsoplandene.

Figur 4.9 Markbalance for kvælstof opgjort for ler- og sandjordsoplande i 1991 og 2002



LA03 – Fig. 4.9

Figur 4.10 Markbalance for kvælstof i landovervågningsoplandene 1-4, 6 for 1991-2002. (Brakarealerne er indregnet i denne opgørelse).



LA03 - Fig. 4.10

Udvikling i nettotilførsel til marker

Udviklingen i kvælstofbalancerne for det dyrkede areal i perioden 1991-2002 er vist i figur 4.10. Tilførslen af handelsgødningskvælstof er faldet fra 125 kg N ha⁻¹ i 1991 til 68 kg N ha⁻¹ i 2002. I perioden 1990-1994 har kvælstoftilførsel med husdyrgødning været omtrent uændret, mens der fra 1995 til 2002 har været et jævnt fald i tilførslen til 95 kg N ha⁻¹. Den totale tilførsel til landbrugsarealet er faldet med ca. 28 % fra 1991 til 2002. Kvælstof fjernet med afgrøderne har varieret mellem 112 og 143 kg N ha⁻¹ med de laveste værdier i 1992. Nettotilførslerne er generelt reduceret med 39 %, fra 128 kg N ha⁻¹ i 1991 til 78 kg N ha⁻¹ i 2002. 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 2002 47, 68, 96 og 100 kg N ha⁻¹ på brug med henholdsvis 0, 0-1,0 DE ha⁻¹, 1,0-1,7 DE ha⁻¹ og mere end 1,7 DE ha⁻¹. Data for markbalancer for kvælstof opdelt på brugstyper og husdyrtæthedsgrupper findes i bilag 4.2.

4.6 Markbalancer for fosfor for landovervågningsoplandene

Baggrund

Med hensyn til fosforgødsning forefindes vejledende normer for de enkelte afgrøder (*Håndbog for Plantedyrkning, 2002*); normerne gælder for jorde med middelhøj fosforstatus og behovene og tilførslerne skal ses over en flerårig periode.

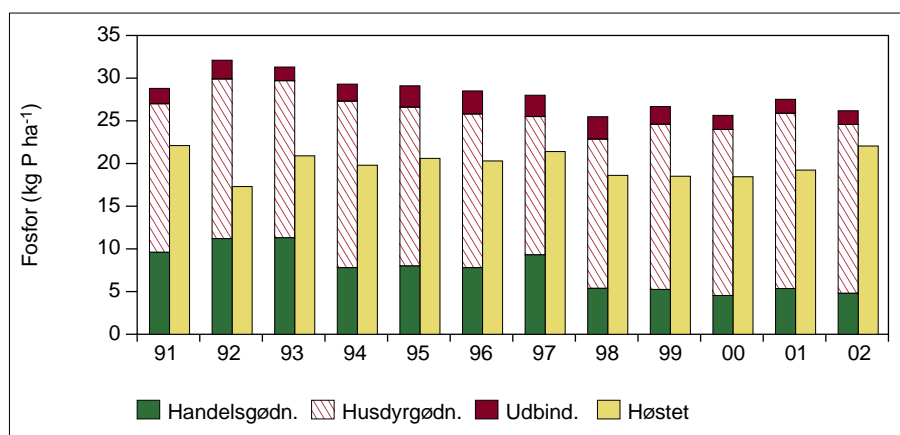
I Danmark sker regulering af kvælstoftilførslen gennem reglerne om gødningsnormer og kravet til udnyttelse af husdyrgødning samt harmonireglerne. For tilførsel af fosfor sker der alene en regulering gennem harmonireglerne. Dette betyder at nogle husdyrgødede marker kan få tilført meget store mængder 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 1991-2002 er vist i figur 4.11. Tilførslen af handelsgødningsfosfor er faldet fra ca. 10,5 kg P ha⁻¹ i 1991-92 til 4,8 kg P ha⁻¹ i 2002. Alene fra 1997 til 2002 er forbruget af handelsgødning faldet fra 9,3 til 4,8 kg P ha⁻¹. Tilførslen af husdyrgødnings fosfor var i 1991-92 ca. 20,0 kg P ha⁻¹ og

i 2002 19,8 kg P ha⁻¹. 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 1-4,6 for 1991-2002. (Brakarealerne er indregnet i denne opgørelse).



LA03 – Fig. 4.11

Fosfor fjernet med afgrøder

Fra 1991 til 1997 er fosfor fjernet med afgrøderne opgjort på basis af høstudbytterne og normaltal 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 20,1 kg P ha⁻¹ i årene 1991-2002 med de laveste værdier i 1992 (figur 4.11). (I 2002 blev der i Bedriftsløsningen foretaget en justering af fosforindholdene i kornafgrøderne, idet disse tidligere havde været behæftet med en betydelig usikkerhed. Dette har sandsynligvis været medvirkende til det markante fald i den beregnede nettotilførsel af fosfor i 2002).

Nettotilførsel af fosfor størst for svinebrug og blandede brug

I tabel 4.6 er fosforbalancerne for 2002 opgjort for henholdsvis brugstyper og dyretæthedsgrupper. Tilførsel af fosfor til markerne på planteavlsbrugene udgjorde 10,0 kg P ha⁻¹ med handelsgødning og 8,1 kg P ha⁻¹ med husdyrgødning. Kvægbrug forbrugte 3,4 kg P ha⁻¹ med handelsgødning og 25,5 kg P ha⁻¹ med husdyrgødning, mens svinebrug forbrugte 0,3 kg P ha⁻¹ med handelsgødning og 30,8 kg P ha⁻¹ 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 2,7 og 12,9 kg P ha⁻¹.

Nettotilførsel af fosfor stiger med stigende husdyrtæthed

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

Table 4.6 Fosforbalancer for landbrugsjord på ejendomme med forskellig brugstyper og dyretæthed, 2002.

Areal	(ha)	Plante 2325	Kvæg 2731	Svin 1490	0 2590	0-1,0 1257	1,0-1,7 2034	> 1,7 1215
Handelsgødning	(kg P ha ⁻¹)	11,3	3,7	1,2	11,9	4,6	2,4	1,7
Husdyrgødning ¹⁾	(kg P ha ⁻¹)	6,4	24,9	30,7	6,1	15,2	29,3	32,5
Høstet	(kg P ha ⁻¹)	18,8	22,1	18,1	18,6	17,0	21,9	21,4
Total tilført.-høstet	(kg P ha ⁻¹)	-1,1	6,5	13,8	-0,6	2,8	9,8	12,8

¹⁾ Husdyrgødning incl. udbinding

4.7 Pesticidanvendelse i oplandene

I bekæmpelsesmiddelstatistikkerne opgøres pesticidforbruget dels som mængden af solgte aktive 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 aktive stoffer udspremt 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 0,87 kg ha⁻¹ og
BI 1,36*

Herbicerne udgør langt den overvejende del af sprøjtningerne. Som gennemsnit for det dyrkede areal blev der i 2002 anvendt 0,87 kg aktiv stof per ha. Heraf udgør herbiciderne 65 % mens fungicider, insekticider og vækstreguleringsmidlerne udgør henholdsvis 27 %, 2 % og 6 %. Opgjort som behandlingsindeks er herbiciderne stadig dominerende, men fungicider og insekticider har også et vist omfang. Det gennemsnitlige behandlingsindeks for hele det dyrkede areal er 1,36. Heraf udgør herbiciderne 59 %, fungiciderne 22 % og insekticiderne 15 %; vækstreguleringsmidlerne udgør 4 %.

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

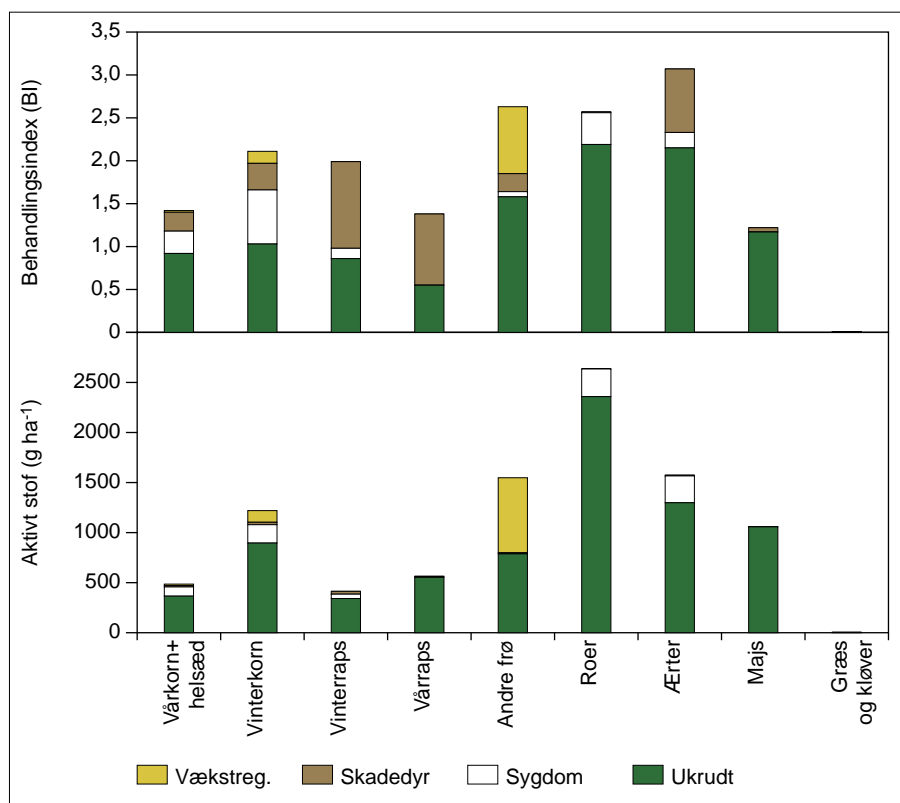
Det gennemsnitlige behandlingsindeks i oplandene (1,36) er lavere end behandlingshyppigheden på landsplan (2,04). Dette skyldes formentlig at andelen af afgrøder der sprøjtes meget, fx kartofler, udgør en mindre andel i oplandene end på landsplan. Behandlingsindekset for de store afgrødegrupper i oplandene (vinterkorn 2,1 og vårkorn 1,4) er meget lig behandlingshyppigheden på landsplan (vinterkorn 2,2; vårkorn 1,2). Roer og ærter har langt det højeste behandlingsindeks (3,1). Græsafgrøder behandles så godt som aldrig, figur 4.12.

*Sprøjtning foregår i maj-
juni og i oktober*

Sprøjtetidspunkterne opgjøret på baggrund af anvendt mængde aktiv

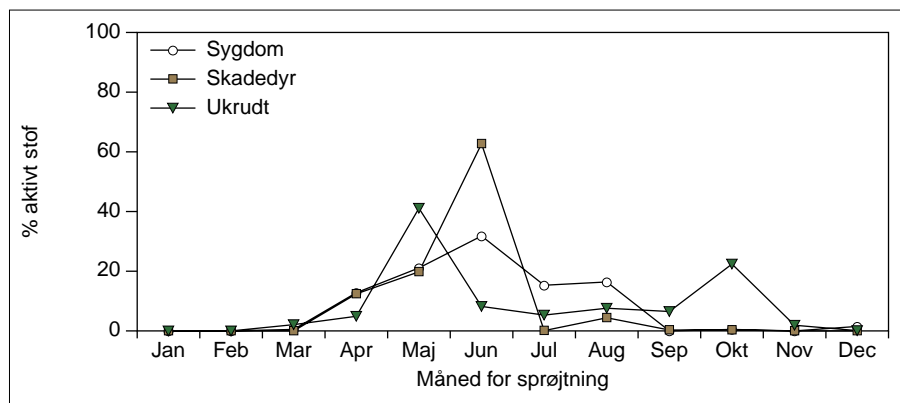
stof er vist i figur 4.13. Det fremgår at sprøjtesæsonerne hovedsagelig er koncentreret til maj-juni (51 % af aktiv stoffer) og oktober måned (16 % af aktiv stoffer). Herbiciderne anvendes især i maj og oktober, fungiciderne i maj-juni og insekticiderne i juni måned. Sprøjtning med herbicider i oktober måned er fortrinsvis til vinterhvedemarker.

Figur 4.12 Behandlingsindeks og udsprede aktiv stof til forskellige afgrøder i Landovervågningen 2001/02 (LOOP 1-4 og 6).2.



LA03 – Fig. 4.12

Figur 4.13. Sprøjtetidspunkter for de enkelte behandlingsemner i Landovervågningen i 2001/02 (LOOP 1-4 og 6).



LA03 – Fig. 4.13

[Tom side]

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. Datagrundlaget er ugentlige målinger af jordvand og drænvand.

5.1 Næringsstoffer i jordvandet

Kvælstoffer i jordvandet

Nitrat N udgør 81-97 % 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⁻¹. 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 1998-2002.

	Tot-N mg l ⁻¹	NO ₃ -N mg l ⁻¹	Forskel %
Lerjorde			
LOOP 1	16,4	15,8	3,6
LOOP 4	14,6	13,8	5,5
LOOP 3	111,0	8,9	19,1
Sandjorde			
LOOP 2	19,0	17,6	7,4
LOOP 6	14,2	12,5	12,0

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. Årene 1998/99 og 1999/00 var igen nedbørsrige år efterfulgt af 2000/01 med relativ lille nedbør. I 2001/02 var nedbøren i oplandene 5-25% større end gennemsnittet for måleperioden

Som gennemsnit for hele måleperioden var afstrømningen fra lerjordsoplandene (LOOP 1, 4, 3) ca. 319 mm pr år og for sandjordsoplandene (LOOP 2, 6) ca. 512 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

De årlige vandføringsvægtede koncentrationer af nitrat-N i jordvandet på landbrugsjord har varieret igennem måleperioden fra 13-35 mg N l⁻¹ som gennemsnit for lerjordsoplandene (LOOP 1, 4, 3) og fra 16-46 mg N l⁻¹ som gennemsnit for 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.

En stationsmark i LOOP 6 blev tilplantet med skov i foråret 2000. Første år efter tilplantningen var koncentrationen i gennemsnit ca. 26 mg N l⁻¹, mens den andet år var faldet til ca. 7 mg N l⁻¹.

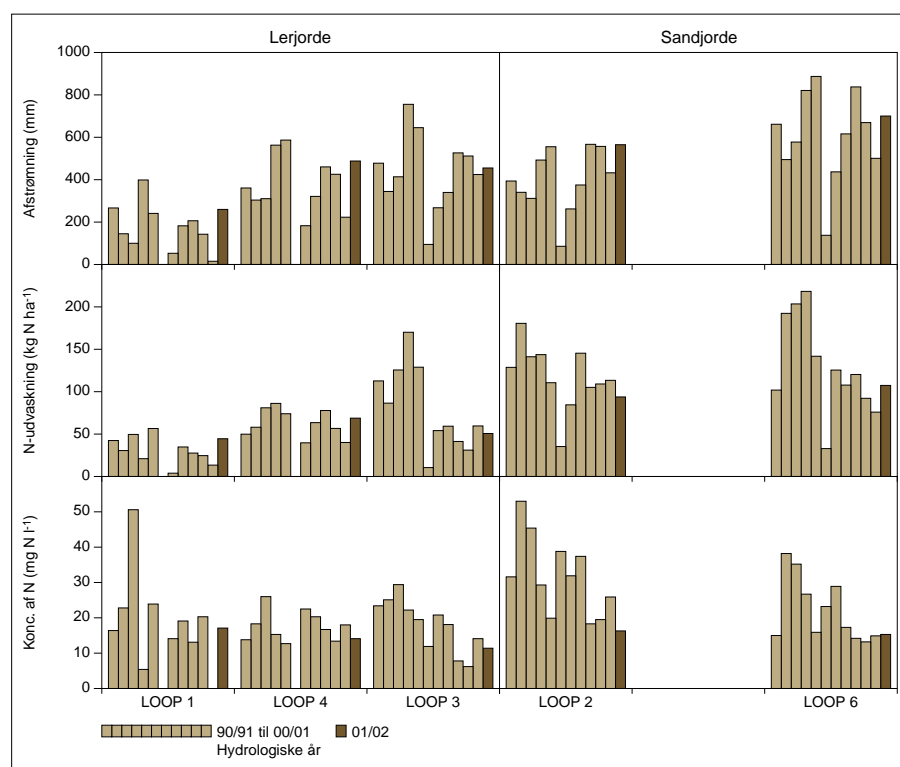
Lav N koncentration ved skovareal

Ved en skovstation i LOOP 3 lå den gennemsnitlige koncentration af nitrat-N på 4,0 mg N l⁻¹ i perioden 1990-2001.

Årlig N udvaskning

De årlige udvaskninger af kvælstof har i måleperioden varieret fra 4 til ca. 90 kg N ha⁻¹ år⁻¹ som gennemsnit for lerjordene (LOOP 1, 4, 3) og fra 34 til ca. 190 kg N ha⁻¹ år⁻¹ som gennemsnit for sandjordene (LOOP 2, 6). Variationerne har 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 - 2001/02. N er angivet som nitrat N.



LA03 - Fig. 5.1

Lave P koncentrationer og udvaskninger ved de fleste stationer

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).

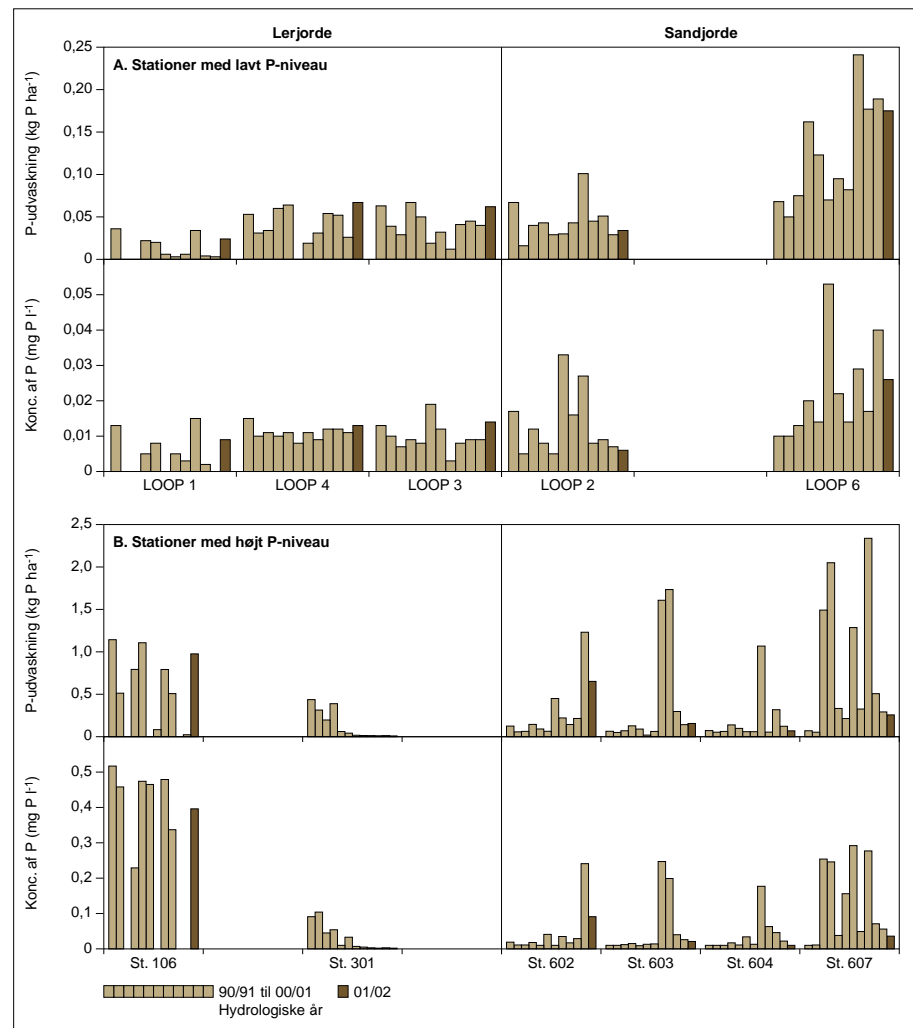
For 25 jordvandsstationer har koncentrationerne af ortho-P været lave i hele måleperioden, henholdsvis 0,009 mg P l⁻¹ for lerjordsoplandene og 0,018 mg P l⁻¹ for sandjordsoplandene. Udvaskningerne har været henholdsvis 0,032 kg P ha⁻¹ år⁻¹ for lerjordsoplandene og 0,085 kg P ha⁻¹ år⁻¹ for sandjordsoplandene.

Høje P koncentrationer og udvaskninger ved enkelte stationer på lerjord

For én station på lerjord i LOOP 1 (Station 106 i Storstrøm) har der ved de ugentlige målinger været konstant høje P koncentrationer i jordvandet. Således har de vandføringsvægtede koncentrationer i gennemsnit af måleperioden ligget på 0,420 mg P l⁻¹. Høje fosforværdier på denne lokalitet er også målt for drænvand og grundvand. Disse høje fosforkoncentrationer kan sandsynligvis 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)

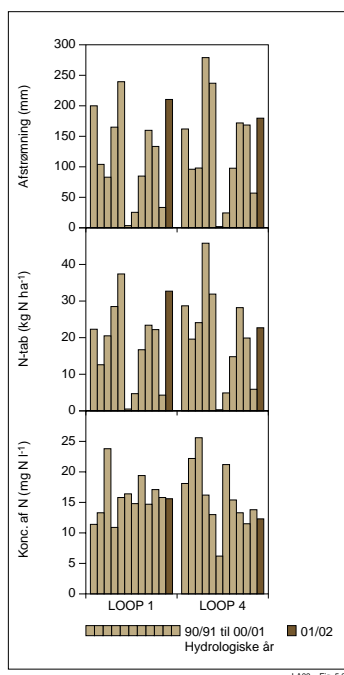
Figur 5.2. Årlig udvaskning af ortho-P fra rodzonen samt vandføringsvægtede koncentrationer af ortho-P i jordvandet som gennemsnit for stationerne i fem oplande for årene 1990/91-2001/02. A: stationer med lave P niveauer, B: stationer med højt P niveau.



LA03 - Fig. 5.2

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 de angivne N tilførsler, og N-udvaskningerne har ligesom P-udvaskningerne været faldende igennem måleperioden (bilag 5.3). De høje udvaskninger af både N og P kan evt. 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) har der ved tre stationer været toppe af høje koncentrationer (årlig vandføringsvægtede koncentrationer på 0,180-0,290 mg P l⁻¹) som er klinget af igen efter ca. 3 år. Desuden har de årlige vandføringsvægtede koncentrationer ved én station fluktueret mellem 0,010 og 0,28 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 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 dræn samt vandføringsvægtede N koncentrationer i drænvandet som gennemsnit for stationerne i to lerjords-oplande for årene 1990/91-2001/02. 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 78 % af afstrømningen fra rodzonen i LOOP 1 og 36 % af afstrømningen i LOOP 4.

Kvælstoftab fra lerjorde

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

Sammenholdes koncentrationerne af NO₃-N og total N for de stationer, hvor begge parametre er bestemt, fremgår at NO₃-N udgør 96 % af total N.

Koncentrationerne af NH₄-N har været lave i drænvandet. Oftest har de ligget på et endnu lavere niveau end i jordvandet.

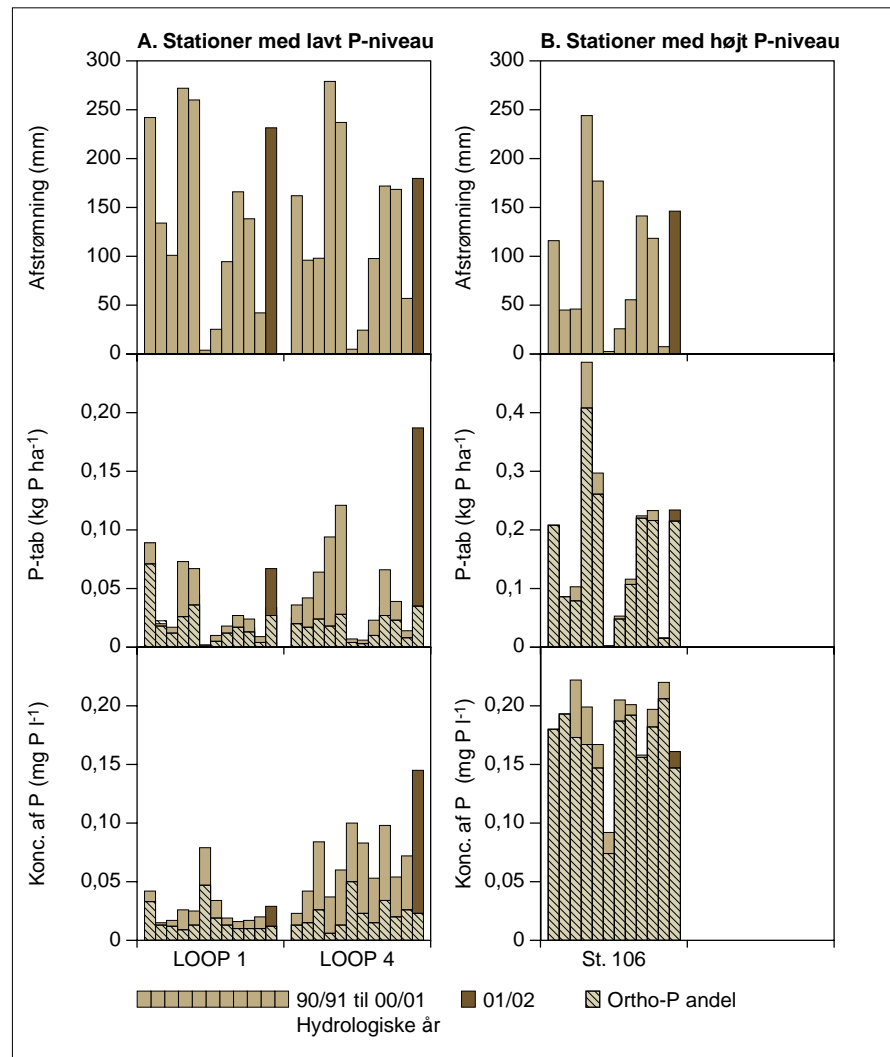
Variationen i kvælstoftab fra drænene i både LOOP 1 og LOOP 4 har fulgt variationen i afstrømningen. Tabet af nitrat fra drænene har i måleperioden udgjort henholdsvis 69 % og 34 % af udvaskningen fra rodzonen i LOOP 1 og LOOP 4.

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

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

Højt fosforindhold i jord giver stort tab af opløst P



LA03 - Fig. 5.4

P og opløst P antages at bestå af partikulært P og/eller organisk P.

Transporten af total fosfor gennem dræn har i gennemsnit af måleperioden ligget på 0,054 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).

Ved station 106 i LOOP 1 har de gennemsnitlige koncentrationer af total P ligget på 0,220 mg P l⁻¹ og udvaskningen har ligget på gennemsnitlig 0,206 kg P ha⁻¹ år⁻¹; heraf har ortho-P udgjort 91 %. Som nævnt tidligere kan årsagen til et stort P tab fra denne jord være et meget højt fosfortal i topjorden (Pt=10,7).

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 1990/91-2001/02. 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.

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

Tabel 5.2 Årlige vandføringsvægtede koncentrationer og drænvandstransport af fosfor fra tre stationer i LOOP 1 og fem stationer i LOOP 4, gennemsnit for 1990/91-2001/02.

	LOOP 1	LOOP 4
Koncentration (mg P l ⁻¹)		
Opløst P	0,020	0,026
Total P	0,034	0,072
Transport (kg P ha ⁻¹)		
Opløst P	0,024	0,021
Total P	0,042	0,065

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 939 mm år⁻¹ i perioden 1990/91-2001/02, og årsvariationerne har været langt mindre end på lerjordene.

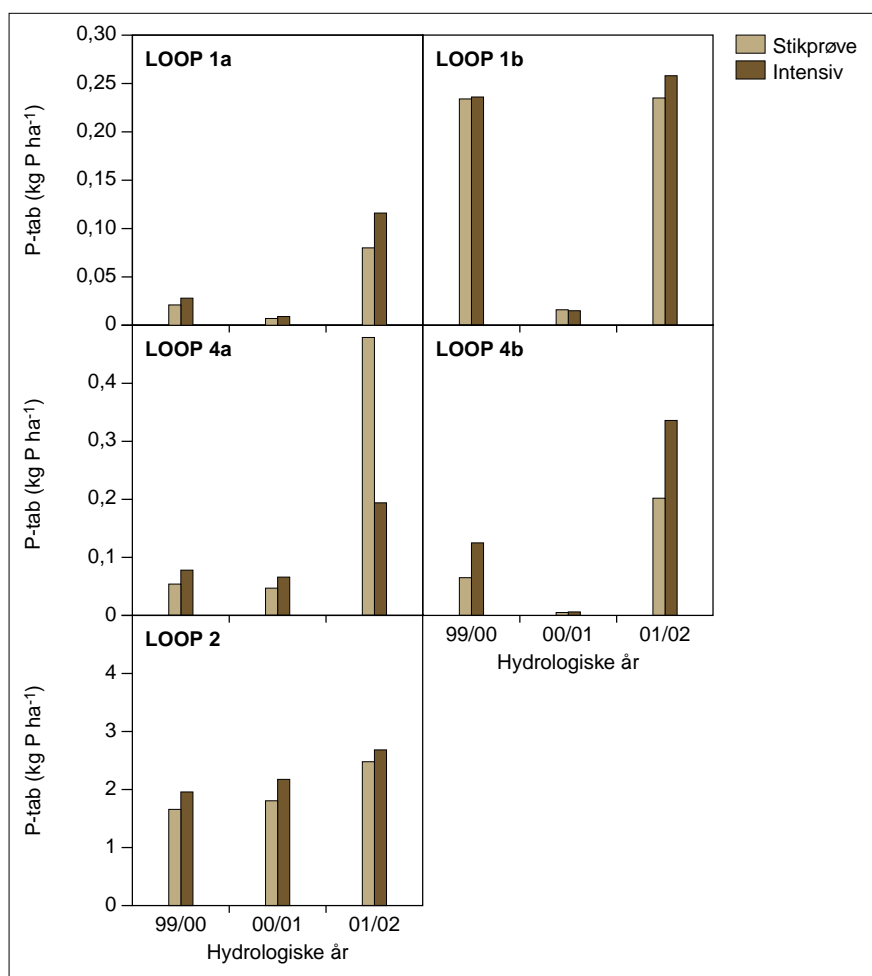
Nitrat koncentrationerne har i samme periode ligget på gennemsnitlig 10,0 mg N l⁻¹ hvilket er lavt sammenlignet med de nitratkoncentrationer, der normalt forekommer i rodzonevand på sandjorde (figur 5.2). Der sker antagelig en vis denitrifikation i det tilstrømmende grundvand.

Fosforkoncentrationerne i drænvandet er derimod høje. Koncentrationen af total P har i måleperioden ligget på gennemsnitlig 1,04 mg P l⁻¹. Ortho-P har udgjort ca. 42 % 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 koncentrationsniveau 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.

Figur 5.5 Bestemmelse af transport fra dræn af total P ved henholdsvis stikprøve og intensiv prøvetagning, 1999/00 og 2001/02



LA03 – Fig. 5.5

Stikprøvetagnings strategi undervurderer dræntransport af total P

Siden 1999/00 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 viste at transporten af opløst fosfor var omtrent uafhængig af prøvetagningsstrategi (ikke afbilledet), mens transporten af total fosfor ved stikprøvetagning i de fleste tilfælde er undervurderet (0-48%) i forhold til den intensive prøvetagning. I enkelte tilfælde kan stikprøvetagningen også overvurdere transporten. Dette er tilfældet ved station i LOOP 4 i 2001/02 (figur 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 for målinger i jordvand, 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 årlige vandføringsvægtede koncentrationer for perioden 1990/91-2001/02, dvs. for en 12-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 31 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 vandføringsrelaterede variationer udgør faldet på lerjorde 0,75 mg N l⁻¹ per år og på sandjorde 1,43 mg N l⁻¹ per år. Ved en udjævning over den 11 årige måleperiode svarer det til at koncentrationerne gennemsnitlig er faldet fra ca. 22 til 14 mg N l⁻¹ på lerjordene og fra 34 til 18 mg N l⁻¹ 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 11 og 50 % for lerjordene og mellem 34 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 hermed en overvurdering af reduktionen. Endvidere er der for sandjordene konstateret en stigning i vandafstrømningen gennem perioden, hvilket kan have givet anledning til lavere koncentrationer i de seneste år. Dette medfører også en overvurdering af reduktionen. Endelig skal det tages i betragtning at stationerne repræsenterer det dyrkede areal uden brak og vedvarende græs

Tabel 5.3 Udvikling i vandføringsvægtede kvælstofkoncentrationer i jordvand i Landovervågningen i perioden 1990/91-2001/02. (I parentes er angivet 95% konfidensinterval for udviklingen).

Opland	Antal st.	Målt N-konc. (vandføringsvægtede) mg N l ⁻¹		Beregnet ændring i N-konc. mg N l ⁻¹ per år
		90/91-94/95	97/98-01/02	
Lerjorde	17	21,6	15,2	-0,75 (-1,1 til -0,2)
Sandjorde	14	30,3	19,3	-1,43 (-2,1 til -1,0)

N-udvaskning stiger med stigende husdyrtæthed

I det følgende er det vist hvorledes kvælstofudvaskningerne i den sidste fem års periode afhænger af brugstypen og husdyrtætheden (tabel 5.4). Det ses her at kvælstofudvaskningen er mindst for planteavlbrug, 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 med husdyrgødning. De store husdyrhold er koncentreret i den vestlige del af landet hvor nedbøren er størst og jorden mest gennemtrængelig, hvilket også bidrager til at øge udvaskningen.

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.

Tabel 5.4 Kvælstofudvaskning, kvælstofbalance samt vandafstrømning for jordvandsstationer opdelt på brugstyper og husdyrtæthedsgrupper, års gennemsnit for den sidste fem års periode, 1997/98-2001/02.

Brug	N-udv kg N ha ⁻¹	afstrøm. mm	total tilf. ¹⁾ kg N ha ⁻¹	N-høst kg N ha ⁻¹	N-netto kg N ha ⁻¹
Plante	33	267	164	138	26
Svin	72	450	210	117	93
Kvæg	104	557	277	156	120

DE ha ⁻¹	N-udv kg N ha ⁻¹	afstrøm. mm	total tilf. ¹⁾ kg N ha ⁻¹	N-høst kg N ha ⁻¹	N-netto kg N ha ⁻¹
0	33	275	166	138	28
0-1	63	442	198	127	71
1-1,7	94	536	251	144	108
1,7-2,3	111	591	348	165	183

¹⁾ Tilført med handelsgødning, total 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 tre måleår 2000, 2001 og 2002. 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 i LOOP 1 og LOOP 4; ved tre dræn i koncentrationerne højere end grænseværdien på 0,1 µg l⁻¹ i mindst et af de tre måleår.

Nogle godkendte sprøjtemidler udvaskes til dræn

Der er gjort fund af fire stoffer som er godkendte 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 er fundet i drænvandet fra tre af markerne. Stoffet blev anvendt på to af markerne i 1999 og på den tredje i 1995. Glyphosat har ikke været anvendt på den fjerde mark indenfor de seneste tre år. Dichlobenil, som er det middel, som BAM stammer fra anvendes normalt ikke på landbrugsjord, og der er da

heller ingen oplysning om at det har været brugt på markerne. Nedbrydningsproduktet AMBA er fundet i koncentrationer over grænseværdien, mens ingen af de øvrige nævnte stoffer er fundet i koncentrationer over grænseværdien.

Miljøstyrelsen arbejder i efteråret 2003 på at opstille begrænsninger i brugen af glyphosat.

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

Med undtagelse af AMPA er alle midler der er fundet i koncentrationer over grænseværdien forbudte i dag. Det drejer sig om nedbrydningsprodukter af atrazin som blev forbudt i 1995. Nedbrydningsprodukterne blev fundet ved to drænstationer i koncentrationer over grænseværdien. Midlet blev sidst givet på den ene mark i 1994. På den anden mark er der ikke oplysning om hvornår det sidst har været anvendt. Det er dog oplyst at det ikke har været anvendt i perioden siden 1989. Nedbrydningsprodukter af atrazin er også fundet i grundvand. 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 fire 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 et dræn. Stoffet blev forbudt i december 1999. På denne mark blev stoffet anvendt i 1999/00, og der blev i 2000 målt koncentrationer på op til 23 µg l⁻¹. Stoffet er også fundet i grundvand.

Forurening fra vaskepladser ikke sandsynlig

Drænsystemerne blev ved overvågningsperiodens start afskåret, således at der ikke er tilledning udefra til drænsystemet. Der burde således ikke være forurening fra f.eks. vaskepladser.

Tabel 5.5 Fund af pesticider i drænvand fra fire dræn i 2000-2002. Fund over grænseværdien er markeret med fed. (* angiver at der ikke foreligger information om pesticid anvendelse på marken forud for 1998)

1.1.1

	Aktiv stof	År	antal fund/ antal prøver	Max. konc ug l ⁻¹	Emne	Nedbrydn. produkt af	Godkendt	Anvendelse på mark	Fund i grund- vand
dr. 3	Glyphosat	2001	1/6	0,016	herbicide		ja	1995	
		2002	1/4	0,058					
	AMPA	2001	1/6	0,012	herbicide	glyphosat	ja	1995	
		2002	1/4	0,140					
	Desethyl- desisopropylatrazin	2001	5/6	0,205	herbicide	atrazin	forbudt 95	1994	
		2002	4/4	0,186					

LOOP 1

1.1.2 LOOP 1

dr. 7	Glyphosat	2001	3/6	0,023	herbicide		ja	1999	ja
	AMPA	2001	3/6	0,030	herbicide	glyphosat	ja	1999	ja
	BAM	2001	1/6	0,031	herbicide	dichlobenil	ja	ikke 89-01	
	Desethyl- desisopropylatrazin	2001	4/6	0,110	herbicide	atrazin	forbudt 95	ikke 89-01	
		2002	3/4	0,067					
	4--nitrophenol	2001	1/6	0,015	insekticide	parathion	forbudt 92	ikke 89-01	

1.1.3 LOOP 4

dr. 2	Glyphosat	2002	1/6	0,017	herbicide		ja	1999	
	loxynil	2000	1/5	0,023	herbicide		ja	ikke 1998-01*	-
	Pendimethalin	2000	1/5	0,040	herbicide		ja	2000	-
	Isoproturon	2000	3/5	23,0	herbicide		forbudt dec 99	2000	ja
		2001	4/12	0,082					
	TCA	2000	1/5	0,077	herbicide		forbudt 90	ikke 1998-01*	-
		2001	1/12	0,014					
	DNOC	2000	1/5	0,750	herbicide		forbudt 93	ikke 1998-01*	ja
	AMPA	2000	1/5	0,014	herbicide	glyphosat	ja	ikke 1998-01*	ja
	4--nitrophenol	2000	1/5	0,790	insekticide	parathion	forbudt 92	ikke 1998-01*	-
		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					
		2002	2/2	0,028					
		2000	2/2	0,020	herbicide	atrazin	forbudt 95	1992	ja
	Hydroxyatrazin	2001	5/6	0,019					
		2002	1/2	0,012					
	Desisopropylatrazin	2001	1/6	0,032	herbicide	atrazin	forbudt 95	1992	ia

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 5.6). På de drænedde lerjorde er der endvidere foretaget en vurdering af kvælstofkoncentrationerne i jordvandet på sugecellefelterne i forhold koncentrationerne i drænvandet. Drænvandet repræsenterer hele marken (tabel 5.7). 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 5.6 Kvælstofudvaskning og -overskud på sugecellefelterne, gennemsnit for perioden 1990/91-2000/01. Deposition fra atmosfæren er regnet til 15 kg N ha⁻¹.

Stnr.	Han-N	Hus-N	Udb.-N	N-fix	N fjernet	Overskud	N-udvaskn.
Kg N ha ⁻¹							
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 5.7 Vandføringsvægtet kvælstofkoncentration i jordvand fra sugecellefelterne og i drænvand fra hele marken, gennemsnit for perioden 1990/91-2000/01.

Stnr.	mg N/l	
	Jordvand	Drænvand
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 kvælstof 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 væksten 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. Udvasningens 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 er ikke registreret uregelmæssige kørespor hen over nogen af felterne – på tre felter går køresporene op, på fire felter med græs, helsæd 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 gødsning (gødningsoverlap) hen over felterne. På baggrund af en vurdering af væksten på felterne, en sammenligning af kvælstofkoncentrationer i jordvand og drænvand, samt en sammenligning 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-LES3. Modellen beskrives og der præsenteres beregninger af udvaskning og tilhørende nøgletal for oplandene for driftsårene 1990/1991 – 2001/2002.

6.1 Beskrivelse af modellen

N-LES3 afløser N-LES2

N-LES3 er en videreudvikling af den oprindelige N-LES1 som blev til i et samarbejde imellem Danmarks JordbrugsForskning (DJF), Dansk Landbrugsrådgivning og Danmarks Miljøundersøgelser (DMU) (Simmelsgaard et al., 2000). Videreudviklingen var i første omgang nødvendiggjort 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). Versionen N-LES2 (Kristensen, 2002) blev anvendt ved afrapporteringen i 2002. Der er siden arbejdet videre med modellen, idet der i grundlaget for modellen nu er inkluderet en lang række yderligere forsøgsdata. Endvidere er der i forhold til tidligere versioner af modellen medtaget en effekt af fjernet kvælstof og en årseffekt – også kaldet en teknologieffekt (Kristensen et al., 2003). Årseffekten er en samlet effekt af den teknologiske udvikling i landbruget, som ikke er beskrevet gennem gødningstildelingen og ved sædskiftet. Eksempler på sådanne effekter kan være forbedret plantebeskyttelse, dyrkning af forbedrede sorter, pløjetider, ændret udbringingspraksis for gødning m.m. Endvidere indgår der i denne årseffekt en effekt af reduceret kvælstofdeposition igennem måleperioden.

Der indgår i datamaterialet bag modellen 1304 observationer for årlig kvælstofudvaskning, heraf er de 338 observationer fra landovervågningen.

Sædskiftet indeholder dels en forfrugtseffekt dels en effekt af afgrøden og bevoksningen den efterfølgende vinter. Ved at der er medtaget en forfrugtsværdi er der ikke længere nogen effekt af ompløjning de foregående år. Modellen er beskrevet nedenfor:

$$\hat{Y} = \{U + V^{\hat{\kappa}}\} [1 - \exp(-\hat{\delta}_1 A_0)] \exp(-\hat{\delta}_2 A_1) \exp(-\hat{\delta}_3 H) \exp(-\hat{\delta}_4 L) \hat{c}$$

Her er

$$U = \begin{cases} \hat{\beta}_0 + \hat{\theta}_1 / (\hat{a}r - \hat{\theta}_2) & \text{hvis } T \geq 0 \\ \hat{\beta}_0 + \hat{\theta}_1 / (\hat{a}r - \hat{\theta}_2) + \hat{\phi}T & \text{hvis } T < 0 \\ \text{dog mindst 0} & \end{cases}$$

$$V = \begin{cases} T & \text{hvis } T > 0 \\ 0 \text{ (0.001)} & \text{hvis } T \leq 0 \end{cases}$$

$$T = \beta_1 N_{\text{niveau}} + \beta_2 (N_{\text{forår}} + N_{\text{fix}}) + \beta_3 N_{\text{udbinding}} + \beta_{4j} N_{\text{efterår}} - \tau N_{\text{fjernet}} + \gamma_{\text{afgrøde}} + \lambda_{\text{forfrugt}}$$

Table 6.1 Estimer af additive effekter

Parameter	Effekt	Parameterestimat
κ	Potens	1.2
β_0	Afskæring	59.6
θ_1	Årseffekt	2455
θ_2	Årseffekt	1962.2
β_1	N-niveau	0.3255
β_2	N-forår	0.2528
β_3	N-udbinding	0.3760
β_{4s}	N-efterår Sandjord	1.0749
β_{4l}	N-efterår Lerjord	0.3539
τ	N-fjernet	0.1936
φ	Andel af negativ T, som benyttes i U Afgørdegrupper ¹	0.5466
γ_1	Frøgræs +Græs	-165.7
γ_2	Korn/udlæg +Korn/efterafgrøde eller vinterraps	-98.6
γ_3	Græs-brak/vinterkorn +Roer +Vårraps	-42.0
γ_4	Korn/vinterkorn	-7.6
γ_5	Korn/bar jord +Ærter +Vinterraps/vinterkorn	0
γ_6	Kartofler +Majs Forfrugtsgrupper ¹	+28.8
λ_1	2.og 3. års græs	+34.7
λ_2	Frøgræs +1. års græs +Majs +Korn/efterafgrøde eller vinter raps +Græs-brak/vinterkorn +Raps	+14.2
λ_3	Korn/udlæg +Korn/vinterkorn +Korn/bar jord +Roer +Ærter	0
λ_4	Kartofler	-38.5

Effekten af korn/efterafgrøde gælder for en veletableret efterafgrøde der gødskes. N-LES3 indeholder ikke en parameter til beskrivelse af de specielle 6 % efterafgrøder

Table 6.2 Estimer af mutiplikative effekter

Parameter	Effekt	Parameterestimat
δ_1	Afstrømning i udvaskningsår ¹⁾	0.001502
δ_2	Afstrømning i foregående udvaskningsår ¹⁾	0.000554
δ_3	Humusindhold	0.1064
δ_4	Lerindhold	0.0325

¹⁾ et afstrømningsår opgøres for perioden 1. juni-31. maj

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. Nedbørsparametre er i henhold til Plauborg et al., 2002. 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 2000/01 hvilket styrker modellens anvendelighed.

Modellen beskriver ikke effekten af 6% efterafgrøder

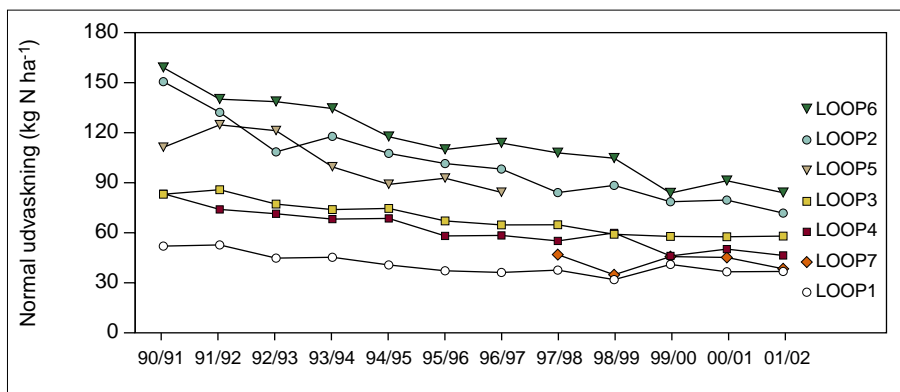
Modellen kan ikke beskrive effekten af de specielle 6 % efterafgrøder, idet datagrundlaget bag modellen ikke er tilstrækkeligt hertil. Vi har derfor valgt at tillægge 6 % efterafgrøderne en effekt på 25 kg N pr ha. Denne størrelse anvendes bl.a. i VMP II sammenhæng og bygger på erfaring fra forsøg.

6.2 Beregning af udvaskning ved gennemsnitsklima

Modelberegningen er blevet udført for 12 driftsår 1990/1991 - 2001/2002. Hvert driftsår er gennemregnet med klimadata for 10 hydrologiske år (1990/1991 - 1999/2000), og der er efterfølgende taget gennemsnit over de 10 hydrologiske år. Denne fremgangsmåde er valgt af to grunde: (i) for at neutralisere effekten af det enkelte 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 gødningsforbrug det pågældende år. Herved antager man at årets gødningspraksis har været gældende for en årrække.

I figur 6.1 er vist de beregnede værdier for udvaskning for de 12 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 for 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 6.1 Modelberegnet udvaskning ved gennemsnitsklima for de 7 overvågningsoplande for driftsårene 1990/1991 - 2001/2002.



LA03 - Fig. 6.1

Fald i den modelberegnete udvaskning fra det dyrkede areal på ca. 41% fra 1990/1991 til 2001/2002 ved gennemsnitsklima.

Rodzone-udvaskningen af N er faldet 50 % på sandjordene (loop 2, 5 og 6) og 36 % på lerjordene (Loop 1, 3, 4 og 7) over perioden på 12 år eller et gennemsnitligt fald på ca. 41 % (tabel 6.3). 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).

Endelig skal det bemærkes at reduktion i udvaskning igennem perioden er større end angivet i tidligere rapporter. Dette skyldes at der i N-LES3 modellen er inkluderet en årseffekt (teknologi effekt). For Landovervågningen er der med N-LES3 beregnet en årseffekt på 1,1 kg N ha⁻¹ år⁻¹ fra 1990 til 1991, og på 0,4 kg N ha⁻¹ år⁻¹ fra 2001 til 2002. Det svarer til et fald i perioden på ca. 6 kg N ha⁻¹.

Tabel 6.3 Beregnet udvaskning ved gennemsnitsklima i kg N ha⁻¹ for driftsårene 1990/1991 – 2001/2002. Den anvendte vandafstrømning er 360 mm for lerjord og 550 mm for sandjord.

	Sandjord (LOOP 2 og 6)	Lerjord (LOOP 1, 3 og 4)	Gennemsn. sand/ler ¹⁾
1990/1991	155	73	106
1991/1992	136	71	97
1992/1993	124	64	88
1993/1994	126	62	88
1994/1995	113	61	82
1995/1996	106	54	75
1996/1997	106	53	74
1997/1998	96	52	70
1998/1999	96	50	69
1999/2000	83	49	62
2000/2001	85	47	62
2001/2002	77	47	59

¹⁾ hvert opland vægter ens. Herved vil gennemsnittet nogenlunde repræsentere jordtypefordelingen på landsplan (Børgesen og Grant, 2003).

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 usikkerhed 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 kg N ha⁻¹ år⁻¹ i 1985 til ca. 17 kg N ha⁻¹ år⁻¹ 2001. Handelsgødning 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, tilførsel større mængder fast husdyrgødning og ompløjning af græs. På baggrund af en analyse af kvadratsnetdata finder Heidmann og Søgaard (2002) at der ikke er belæg for at antage 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 ca. 7 kg N pr ha, svarende til ca. 8 % af den udbragte mængde. Ud fra ovenstående synes størrelsesordenen på restleddet (9-51 kg N ha⁻¹) at være rigtig.

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. Udvaskningen er opgjort for et gennemsnitsklima for perioden 1990-2000, hvorfor der mht. høstet kvælstof i opgørelse af 'restleddet' ligeledes er anvendt et gennemsnit for måleperioden.

År	kg N ha ⁻¹															
	Handelsgødning		Husdyrgødning		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	18	18	141	144	73	155	36	18
1991/1992	125	108	63	123	12	25	7	13	17	17	117	102	71	136	31	19
1992/1993	114	101	69	128	14	35	6	25	17	17	122	118	64	124	34	51
1993/1994	108	100	68	123	15	34	6	28	16	16	111	131	62	126	29	44
1994/1995	111	92	62	128	9	28	5	27	16	16	122	135	61	113	20	47
1995/1996	102	86	56	119	6	22	6	33	15	15	125	131	54	106	9	38
1996/1997	105	85	52	107	9	23	4	30	15	15	128	145	53	106	10	23
1997/1998	106	81	61	98	8	24	5	25	15	15	123	139	52	96	21	16
1998/1999	98	74	61	111	11	20	5	21	15	15	121	139	50	96	18	14
1999/2000	100	69	64	116	6	21	4	17	15	15	122	134	49	83	18	24
2000/2001	99	62	62	123	6	24	4	17	15	15	120	140	47	85	17	25
2001/2002	88	56	63	111	10	23	4	17	15	15	107	120	47	77	11	14

[Tom side]

7 Grundvand

National grundvandsovervågning

Analyseprogrammet for grundvand i landovervågningsoplandene ligger tæt op af det program der gennemføres i 70 nationale grundvandsovervågningsområder (GRUMO). Analyseresultaterne fra landovervågningsoplandene indgår som en del af den nationale grundvandsovervågning, og i "Grundvandsovervågning 2003" (GEUS, 2003) findes en uddybende behandling af de enkelte stofgrupper set i et nationalt perspektiv.

Renovering af grundvandsboringer

I 2001 blev der fortaget en renovering af grundvandsboringerne i LOOP 1, 2, 3 og 4. I den forbindelse blev der etableret en række korte, ca. 1.5 meter dybe boringer, til måling af den terrænnære grundvandsstand. Formålet er at vurdere om grundvandsboringerne ved særlig høj grundvandsstand kan have været oversvømmet, og dermed om de udtagne grundvandsprøver 3 og 5 meter under terræn kan have været påvirket af stofnedrivning langs boringernes filterrør. Toppen af boringer/filterrør er placeret ca. 0,7 meter under terræn. Denne dataindsamling pågår, og vil blive rapporteret i 2004.

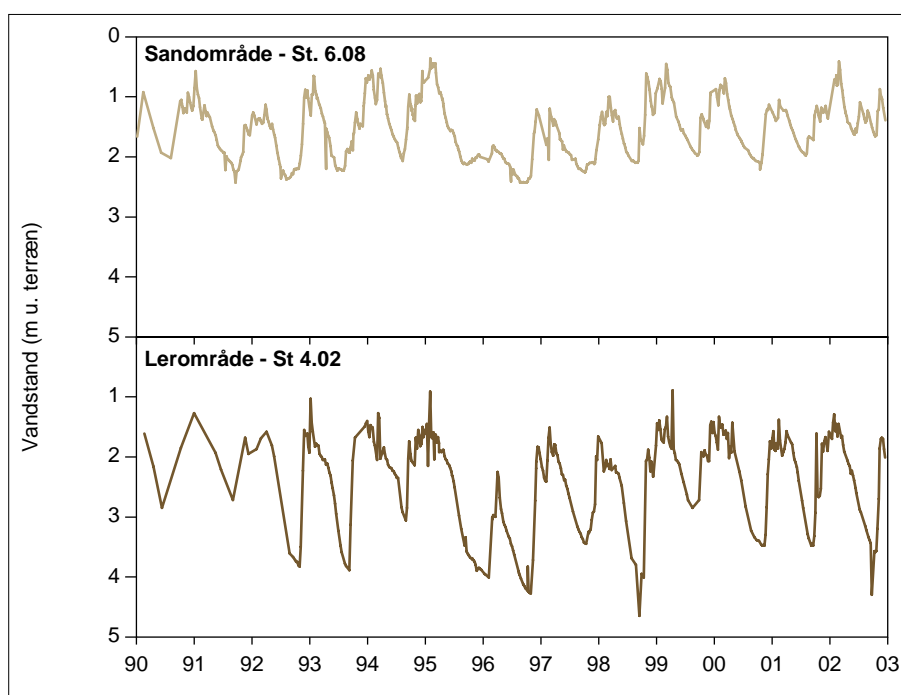
7.1 Grundvandsstand

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 tids-serier for vandstandsvariationerne i de sandede oplande og i de lerede oplande.

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



LA03 - Fig. 7.1

Diskussion

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).

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 nedbørfattig. Normale til nedbørsrige forhold i de følgende vintre har betydet at grundvandsstanden hurtigt har nået et normalt niveau igen. Også variationen i grundvandsstanden i 2002 har generelt fulgt et normalt mønster.

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 meter under terræn er grundvandsprøver.

Antal filtre og analyser

Antallet af grundvandsfiltre som har været anvendt til prøvetagning har varieret gennem overvågningsperioden, dels som følge af nedbørsforholdene 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 - 2002, og tabel 7.2 viser antallet af nitratanalyser gennemført i perioden 1990 - 2002. 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.

Tabel 7.1 Antal grundvandsfiltre anvendt til målinger af nitrat i perioden 1990 - 2002.

År	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	00	01	02
Filtre i grundvandsreder	245	216	232	207	201	214	136	165	133	85	84	85	88
Alle LOOP boringer	260	245	261	232	227	238	148	188	135	87	86	86	90

Tabel 7.2 Antal nitratanalyser gennemført i perioden 1990 - 2002.

År	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	00	01	02
Filtre i grundvandsreder	1086	825	1064	787	916	833	587	661	499	474	434	383	474
Alle LOOP boringer	1125	893	1145	852	996	901	616	722	510	486	443	394	482

Nitratindhold i grundvand

I tabel 7.3 er den gennemsnitlige nitratkoncentration opgjort på filterdybder for de 5 Landovervågningsoplande.

Tabel 7.3 Gennemsnitligt nitratkoncentration i grundvand opgjort på filterdybder for perioden 1990-2002. 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 leropland (mg NO ₃ l ⁻¹)	Loop 3 leropland (mg NO ₃ l ⁻¹)	Loop 4 leropland (mg NO ₃ l ⁻¹)	Loop 2 sandopland (mg NO ₃ l ⁻¹)	Loop 6 sandopland (mg NO ₃ l ⁻¹)
1,5	64	64	52	112	79
3	29	36	31	65	46
5	13	38	26	65	-
5,1-10	-	-	5	112	67
10,1-20	-	-	11	73	22
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. Der er beregnet en årlig medianværdi for det enkelte filter, og derudfra er der beregnet en samlet medianværdi for hvert år.

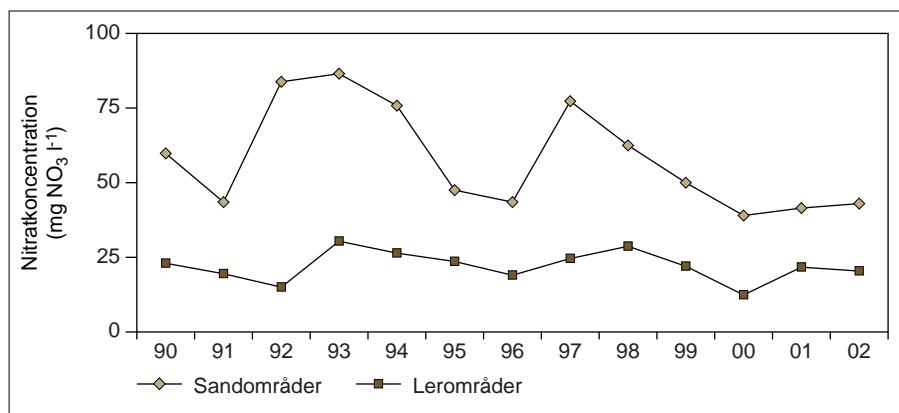
Datagrundlaget er de 82 filtre (fra grundvandsreder) der er prøvetaget mest regelmæssigt gennem overvågningsperioden 1990-2002 med ca. 6 analyser pr år. Der er ikke så hyppige analyser fra 1,5-meter filtre i leroplandene pga. udtørring, hvorfor kun 1 af de 82 filtre er et 1,5 meter filter fra et leropland (tabel 7.4).

Tabel 7.4 De 82 mest analyserede grundvandsfiltre 1990-2002 fordelt på Landovervågningsoplande.

Dybde	Loop 1 leropland	Loop 3 leropland	Loop 4 leropland	Loop 2 sandopland	Loop 6 sandopland
1,5	0	1	0	0	8
3	8	13	5	1	12
5	11	6	10	7	-
I alt	19	20	15	8	20

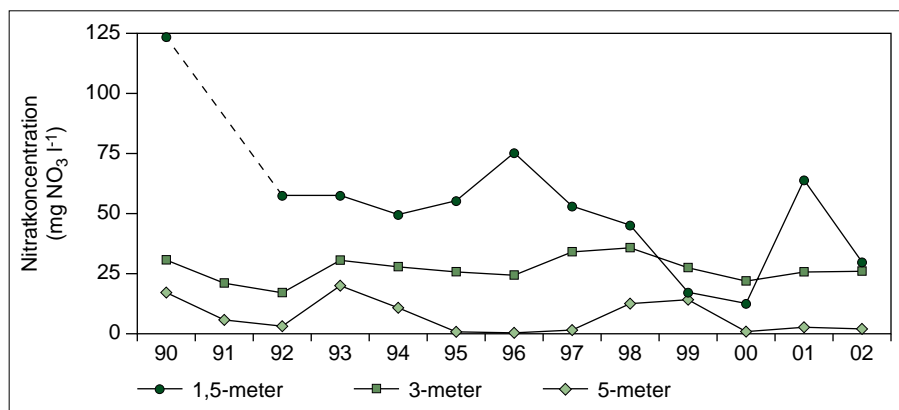
For de 2 sandoplade (LOOP 2 og 6) er de gennemsnitlige nitratkoncentrationer vist separat, da grundvandsfiltrene er placeret i forskellige dybder under terræn, i LOOP 2 fem meter under terræn og i LOOP 6 mellem 1,5 og 3 meter under terræn.

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



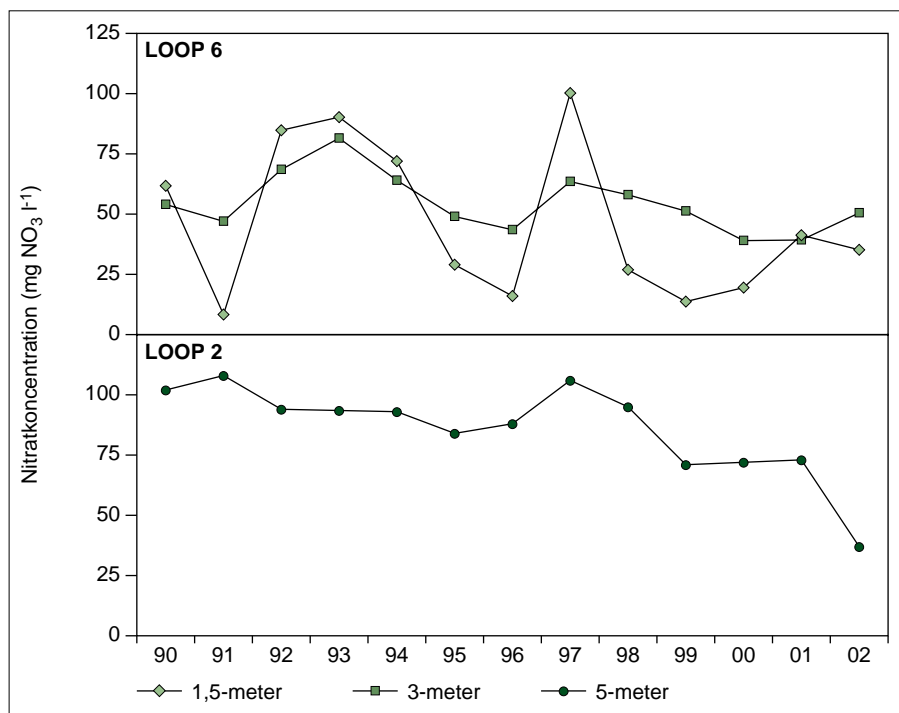
LA03 - Fig. 7.2

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



LA03 - 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 sandoplade, øverst LOOP 6, nederst LOOP 2.



LA03 - Fig. 7.4

Orthofosfat i grundvand

I tabel 7.5 er vist de gennemsnitlige koncentrationer af orthofosfat for perioden 1990-2002 for henholdsvis ler- og sandoplände.

Tabel 7.5 Gennemsnitlig koncentration af orthofosfat i det øvre grundvand i 3 leroplände og 2 sandoplände (medianværdier) for perioden 1990-2002. Detektionsgrænsen varierer mellem 0,01 og 0,002 mg PO₄-P l⁻¹, højest i sandområderne.

Dybde (m u.t.)	Leroplände (mg PO ₄ -P l ⁻¹)	Sandoplände (mg PO ₄ -P l ⁻¹)
1,5	0,030	< 0,01
3	0,008	< 0,01
5	0,007	0,014

Tabel 7.6 viser de gennemsnitlige koncentrationer for orthofosfat og total fosfor for perioden 1990-2002. Her er kun medtaget de prøver, hvori der er analyseret for såvel orthofosfat som total fosfor. Det drejer sig om i alt 696 grundvandsprøver.

Tabel 7.6 Gennemsnitlig koncentration af orthofosfat og total fosfor i det øvre grundvand (medianværdier) for perioden 1990-2002. Dybde 1,5 - 5 meter under terræn.

	LOOP 1 leropländ	LOOP3 leropländ	LOOP 4 leropländ	LOOP 2 sandopländ	LOOP 6 sandopländ
Ortho-P	0,010	0,013	0,006	0,014	0,010
Total P	0,045	0,018	0,024	0,090	0,030

Diskussion

Det gennemsnitlige nitratindhold i det øvre grundvand 1,5 - 5 meter under terræn var i 2002 i de sandede oplände på 43 mg NO₃ l⁻¹, hvilket er under den højst tilladelige koncentration i drikkevand på 50 mg NO₃ l⁻¹. I de lerede oplände var nitratindholdet på 20 mg NO₃ l⁻¹ (figur 7.2).

Især i sandopländene har der været en stor variation i nitratindholdet i det øvre grundvand igennem overvågningsperioden, svingende fra 87 mg NO₃ l⁻¹ i 1993 til 39 mg NO₃ l⁻¹ i 2000. Tilsvarende har nitratindholdet i leropländene ligget mellem 15 og 30 mg NO₃ l⁻¹. 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 (figur 7.2, se også *GEUS, 2003*).

I leropländene 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 sandopländene se 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 mg NO₃ l⁻¹, hvilket svarer til den højst tilladelige koncentration i drikkevand (tabel 7.3).

For overvågningsperioden som helhed ses ikke markante fald eller stigning i nitratkoncentrationen i det allerøverste grundvand i lero-plandene, Men der ses svage tendenser til fald i nitratindholdet i LOOP 3 og 4, hvorimod der ses en stigende tendens i LOOP 1 (GEUS, 2003).

Over de sidste 4 til 5 år ses der i de 2 sandoplande 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 markant lavere nitratindhold i 5 meters dybde i 2002 i forhold til 2001 i LOOP 2 er der ikke umiddelbart nogen forklaring på. Der er ikke målt en tilsvarende ændring i nitratkoncentrationen i jordvand udtaget 1 meter under terræn i LOOP 2 (Nordjyllands Amt, 2003).

Det gennemsnitlige orthofosfat-P indhold målt i det øvre grundvand i landovervågningsoplandene er lavt (tabel 7.5), og viser ingen tegn på påvirkning fra landbrugsdriften i landovervågningsoplandene. Fosforindholdet er på niveau med den krævede detektionsgrænse på 0,01 mg PO₄-P l⁻¹, og også lavt set i forhold til grænseværdien for drikkevand på 0,15 mg P l⁻¹.

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, d.v.s. 5 meter under terræn, med undtagelse af analyserne fra Sønderjyllands Amt (LOOP 6), der stammer fra indtag i ca. 2,2 meters dybde (GEUS, 2003).

For 2002 er der indberettet 46 analyser for uorganiske sporstoffer fra landovervågningsprogrammets grundvandsdel. I tabel 7.7 er de markante forskelle mellem de landovervågningsoplandene fremhævet.

Tabel 7.7 Uorganiske sporstoffer i landovervågningens grundvandsboringer 1998-2002 (median værdier). Analyser under detektionsgrænsen er medregnet med dennes værdi (GEUS, 2003).

	LOOP 1 µg l ⁻¹	LOOP 3 µg l ⁻¹	LOOP 4 µg l ⁻¹	LOOP 1 µg l ⁻¹	LOOP 1 µg l ⁻¹
Arsen	0,5	0,3	0,2	0,4	0,1
Bly	0,3	0,7	0,2	0,5	0,7
Cadmium	0,01	0,11	0,01	0,11	0,5
Selen	0,2	0,3	0,6	0,1	0,3
Nikkel	1,7	20	2,3	6	12
Zink	4,2	68	5,2	27	66
Kobber	0,7	2,9	0,5	2,9	3,6
Chrom	0,1	0,1	0,15	0,6	0,2
Aluminium	2,2	1,3	8,3	60	730
Barium	80	42	43	41	92

De generelle hovedtal for belastningen af det allerøverste grundvand i landovervågningsoplandene med uorganiske sporstoffer er vist i tabel 7.8.

Tabel 7.8 Uorganiske sporstoffer i landovervågningens grundvandsboringer 1998-2002. Analyser under detektionsgrænsen er medregnet med dennes værdi. De sidste to kolonner er baseret på medianværdier pr. indtag (GEUS 2003).

	Grænse værdi ¹⁾ µg l ⁻¹	Grundvandsindtag med							Median-værdi µg l ⁻¹	90 % percentil µg l ⁻¹	Maksimum µg l ⁻¹
		Analyse Fund			Overskridelse i						
		antal	antal	%	Et eller flere	%	Alle analyser	%			
Arsen	5	35	31	88	3	9	0	-	0,2	0,8	6,5
Bly	5	35	34	97	11	31	0	-	0,6	1,4	37
Cadmium	2	35	34	97	1	3	0	-	0,1	0,6	7,1
Selen	10	35	31	88	0	-	-	-	0,2	0,9	5,3
Nikkel	20	35	35	100	18	51	1	3	6,0	52	700
Zink	100	35	35	100	14	40	2	6	30	235	885
Kobber	100	35	35	100	0	-	-	-	2,1	12	61
Chrom	20	35	29	83	0	-	-	-	0,2	0,4	8,1
Aluminium	100	35	35	100	17	49	3	9	1,9	550	2.180
Barium	700	35	35	100	0	-	0	-	52	129	270

¹⁾ Overskridelser er i forhold til grænseværdien for drikkevand ved indgang til ejendom.

Diskussion

Som illustreret i tabel 7.7 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, med undtagelse af aluminium i Sønderjylland. For nikkel, zink og aluminium er der en del overskridelser af grænseværdierne (tabel 7.8). Samlet leder resultaterne til den antagelse, at uorganiske sporstoffer i større mængder kan udvaskes fra rodzonen. I forhold til grundvandsovervågningen og boringskontrollodata skiller landovervågningens grundvand sig klart ud som det mest belastede. Dette grundvand befinder sig terrænnært i områder med intensiv landbrugsdrift (GEUS, 2003).

Ved en station i LOOP 1, Storstrøms Amt, er der analyseret i både 1,5 og 5 meters dybde. De højeste koncentrationer forekommer i det øverste grundvandsfiltre for alle stoffer på nær barium og chrom. Forskellen i koncentrationer dybderne i mellem er især markant for aluminium og zink (Storstrøms Amt, 2003).

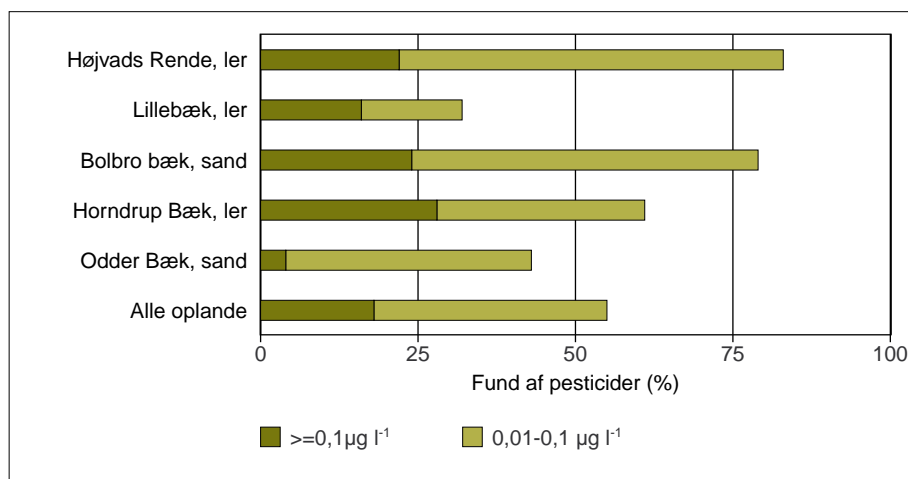
7.4 Pesticidforekomst i det øvre grundvand

Resultater

Der er i perioden 1990-2002 fundet ca. 35 pesticider og nedbrydningsprodukter ud af ca. 90 analyserede stoffer i de fem undersøgte landovervågningsoplande. I perioden 1990-2002 er der gennemført 1167 analyser af vandprøver, heraf er 366 med fund af pesticider, og 70 med fund $\geq 0,1\mu\text{g l}^{-1}$ (GEUS, 2003).

Vandprøverne er udtaget fra 142 indtag, og der er en eller flere gange påvist pesticider eller nedbrydningsprodukter i 78 indtag svarende til ca. 55 % af de undersøgte indtag. Grænseværdien er overskredet én eller flere gange i 26 indtag svarende til ca. 18 %. Figur 7.5 viser fundhyppigheden i perioden 1990-2002 for de 5 landovervågningsoplande.

Figur 7.5 Fund af pesticider og nedbrydningsprodukter i de enkelte landovervågningsoplande, 1990 - 2002 (GEUS, 2003).



LA03 - Fig. 7.5

I 2002 blev der udtaget 149 vandprøver fra 43 grundvandsindtag. I 25 af disse indtag blev der fundet pesticider eller nedbrydningsprodukter, svarende til 58 %. Grænseværdien var overskredet en eller flere gange i 6 indtag svarende til ca. 4 %.

Tabel 7.9 viser at indholdet af pesticider og metabolitter i landovervågningsoplandene svinger meget fra år til år. Da grundvandsprøverne fra landovervågningsoplandene alle er udtaget fra højtliggende og relativt ungt grundvand er det den aktuelle brug af pesticider og de klimatiske forhold som nedbørsfordeling som præger omsætningen af pesticider og nedbrydningsprodukter. Af tabel 7.10 fremgår de 15 hyppigst fundne stoffer i landovervågningsoplandene. I bilag 7.1 ses en oversigt over alle analyserede stoffer i perioden 1993-2002.

Tabel 7.9 Antal analyser pr. år, undersøgte indtag og indtag med fund af pesticider og nedbrydningsprodukter pr. år i landovervågningsoplandene 1993-2002. Den samlede opgørelse omfatter dog også 30 analyser fra 1990, men der ikke er gennemført pesticidanalyser i 1991 og 1992 (GEUS, 2003).

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	95	58	12	21
1998	186	48	19	40
1999	167	52	29	56
2000	98	40	17	43
2001	45	21	6	29
2002	149	43	25	58
1992-2002	1167	142	78	55

Diskussion

Det er især triaziner og nedbrydningsprodukter, som er fundet hyppigt i landovervågningsoplandene (tabel 7.10). De mange fund af deethylisopropylatrazin er i overensstemmelse med mange fund af samme stof i grundvandsovervågningsoplandene, mens stoffet endnu kun sjældent findes i vandværksboringer (henholdsvis 8,4 % og 2,9 %), hvilket dog kan skyldes at stoffet p.t. kun er analyseret i små 200 vandværksboringer. Bentazon er fundet hyppigt, men kun i ét tilfælde i koncentrationer over grænseværdien for drikkevand.

Atrazin blev sidste gang anvendt lovligt i Danmark i 1994. Det skønnes at der i rodzonen må være opbygget en pulje af stoffet som langsomt frigives. Tilsvarende findes der gennem hele overvågningsperioden forskellige nedbrydningsprodukter fra triaziner. Denne gruppe viser snarere en svag tendens til stigning i koncentrationer og hyppighed med hensyn til antal analyser med fund gennem perioden. Triazingruppen indeholder både godkendte og ikke længere godkendte midler.

Tabel 7.10 De 15 hyppigst fundne stoffer i landovervågningen fra 1993-2002. Der er kun medtaget stoffer, som er analyseret i mere end 40 indtag (GEUS, 2003).

LOOP 1993-2002	Analyser antal	Indtag med analyse antal	Indtag med fund		Indtag med fund ≥ 0,1 µg l ⁻¹	
			antal	%	antal	%
4-Nitrophenol	375	54	19	35,2	2	3,7
Atrazin, deethylisopropyl-	331	43	14	32,6	5	11,6
Atrazin, deisopropyl-	715	94	20	21,3	8	8,5
Bentazon 1)	784	103	21	20,4	1	1,0
AMPA 1) 2)	405	58	11	19,0	6	10,3
Glyphosat 1) 2)	408	58	9	15,5	7	12,1
Atrazin, deethyl-	738	100	15	15,0	2	2,0
Terbutylazin, deethyl- 1)	413	57	6	10,5	1	1,8
Metamitron 1)	697	95	10	10,5		
Mechlorprop 1)	1005	118	12	10,2		
MCPA 1)	1009	118	11	9,3		
Isoproturon	802	103	9	8,7	3	2,9
Atrazin, hydroxy-	581	77	6	7,8		
2,6-Dichlorbenzamid BAM	649	91	7	7,7	1	1,1
Atrazin	1017	118	8	6,8	2	1,7

1) Godkendt anvendelse i 2002

2) Vedr. Glyphosat/AMPA fund i LOOP 4, jf. ovenstående afsnit "Renovering af grundvandsboringer", se *Nilsson et al., 2000*.

Opgøres fundene af pesticider og nedbrydningsprodukter efter anvendelsesformål kan det konstateres at herbicider er dominerende, og at fungicider og insekticider kun findes i ringe omfang. Der er kun fundet herbicider og i mindre grad fungicider over grænseværdien for drikkevand (*GEUS, 2003*).

7.5 Øvrige miljøfremmede stoffers forekomst i det øvre grundvand

Resultater

I landovervågningsoplandene er der i perioden 1995-2002 gennemført analyser for organiske mikroforureninger i 405 vandprøver repræsenterende 63 forskellige indtag (tabel 7.11, 7.12 og 7.13).

I landovervågningsoplandene er der fundet organiske mikroforureninger i 49 % (48 % hvis der ses bort fra de anioniske detergenter) af indtagene. Undersøgelserne har især været rettet mod de chlorerede phenoler, men kun stoffet 2,4-dichlorphenol er fundet. Der er udført analyser for phenol i vand fra 46 indtag, og stoffet er fundet i 15, heraf et indtag med indhold over grænseværdien for drikkevand. Der er nogle få data for nonylphenoler og nonylphenol-ethoxylater. Nonylphenol er fundet i 7 ud af 34 indtag, men i lave koncentrationer. Der er også udført analyser for dibutylphthalat (DBP) i landovervågningsoplandene, og der er fund i 11 ud af 33 indtag. For alle stoffer gælder det at medianværdien af fundene ligger under grænseværdierne for indhold i drikkevand (*GEUS, 2003*).

Tabel 7.11 Analyse for organiske mikroforureninger udført pr. år i landovervågningen i perioden 1995-2002. Tallene i parentes angiver de fundprocenter, der fremkommer, hvis anioniske detergenter udelades af opgørelsen (GEUS, 2003).

Prøvetagningsår	Prøver	Indtag med analyse	Indtag med fund		
	antal	antal	antal	%	%
1995	25	16	1	6	(6)
1996	31	15	0	0	(0)
1997	7	4	0	0	(0)
1998	28	22	1	4	(5)
1999	81	37	22	60	(60)
2000	47	18	8	44	(11)
2001	48	19	5	26	(26)
2002	138	42	7	17	(14)
1995-2002	267	53	29	55	(48)

Tabel 7.12 Oversigt over analyseresultaterne for de organiske mikroforureninger i landovervågningen fordelt på grupper dækkende perioden 1995-2002 (GEUS, 2003).

Stofgruppe	Indtag med analyse		Indtag med fund
	antal	antal	%
Aromatiske kulbrinter	35	11	31
Halogenerede alifatiske kulbrinter	10	0	0
Phenoler	46	15	33
Alkylphenol forbindelser	45	8	18
Chlorphenoler	57	3	5
Blødgørere	33	11	33
Detergenter	31	13	42

Diskussion

Der er i landovervågningsoplandene undersøgt 405 vandprøver fra 63 indtag. Der er fund i 55 % af indtagene. Fælles for langt de fleste fund gælder, at de er under grænseværdien for i drikkevand. Medianværdierne for de stoffer, der er medtaget i tabel 7.13, er alle under grænseværdierne for indhold i drikkevand.

De anioniske detergenter tilhører den stofgruppe af organiske mikroforureninger, som er hyppigst rapporteret i grundvandsovervågningen. Den metode, der anvendes til analysen for anioniske detergenter, er dog ikke en specifik analysemetode. Grænseværdien for drikkevand er 100 µg l⁻¹. I en interkalibrering havde nogle laboratorier vanskeligt ved at finde de korrekte indhold under 10 µg l⁻¹. Der arbejdes på at indføre en ny analysemetode. Set i forhold til grænseværdien er der ikke umiddelbare problemer med indholdet af anioniske detergenter i grundvandet. Men alligevel er det yderst relevant at få indført en mere specifik analyse for detergenter i grundvandsovervågningen, således at det kan afgøres, hvorvidt de mange fund i grundvandet skyldes naturligt forekommende stoffer eller udelukkende stammer fra vaske- og rengøringsmidler etc. (GEUS, 2003).

Tabel 7.13 Organiske mikroforureninger i landovervågningen 1993-2002. Udvalgte analyser for organiske mikroforureninger. Alle medianværdier er beregnet på grundlag af medianværdier for de enkelte indtag (GEUS, 2003).

Landovervågning Organiske mikroforureninger	Analyser antal	Analyser med fund antal	Indtag med analyse antal	Indtag med fund antal	%	Over græn- seværdi ¹⁾ %	Median af fund ²⁾ $\mu\text{g l}^{-1}$	Max. værdi $\mu\text{g l}^{-1}$
Aromatiske kulbrinter								
Benzen	55	1	35	1	2,9	-	0,06	0,06
Naphtalen	55	0	35	0	-	-	-	-
Toluen	55	11	35	11	31,4	-	0,05	0,63
m+p-xylen	33	3	27	3	11,1	-	0,16	0,89
o-xylen	33	3	27	3	11,1	-	0,06	0,31
Xylen(uspecifik)	7	6	7	6	85,7	-	0,15	0,44
Halogenerede alifatiske kulbrinter								
Tetrachlorethylen	10	0	10	0	-	-	-	-
1,1,1-trichlorethan	10	0	10	0	-	-	-	-
Trichlormethan(chloroform)	10	0	10	0	-	-	-	-
Phenoler								
Nonylphenoler	43	7	34	7	20,6	-	0,18	0,52
Nonylphenoethoxylater	38	0	31	0	-	-	-	-
Phenol	185	21	46	15	32,6	2,2	0,20	0,76
Chlorphenoler								
2,4-dichlorphenol	324	3	56	3	5,4	-	0,04	0,09
2,6-dichlorphenol	301	0	50	0	-	-	-	-
Pentachlorphenol	300	0	50	0	-	-	-	-
Blødgørere								
Dibutylphthalat(DBP)	42	11	33	11	33,3	15,2	0,81	2,1
Detergenter								
Anioniskedetergenter (sum) ³⁾	46	26	31	13	41,9	-	6,40	35

1) Her anvendes grænseværdien for drikkevand hvor en sådan findes

2) Alle medianværdier er beregnet på grundlag af medianværdier for de enkelte indtag

3) Se GEUS (2003) ang. usikkerhedsaspekter ved analyse af anioniske detergenter

7.6 Grundvandskvalitet i relation til arealanvendelse

Næringsstoffer

Effekten af den generelle nedgang i kvælstoftilførslen til markerne og den bedre udnyttelse af husdyrgødningen ses endnu kun som svage tendenser til nedgang i nitratindholdet i det øvre grundvand i landovervågningsoplandene. Tendensen er mest markant i sandjordsoplandene hvor der også er konstateret de mest direkte sammenhænge mellem areal- og gødningsanvendelse og nitratindhold i det øvre grundvand (Sønderjyllands Amt, 2003). Men de største udsving i nitratindholdet gennem overvågningsperioden er sammenfaldende med usædvanlige klimatiske forhold, primært anomale nedbørsforhold.

Uorganiske sporstoffer

I LOOP 6, Sønderjylland Amt, har koncentrationerne af zink, nikkel og cadmium været jævnt faldende til næsten det halve i perioden fra 1998 til 2001. I 2002 er der konstateret en kortvarig markant stigning i koncentrationerne af de 3 stoffer på 1 stationsmark sammenfaldende med tilførsel af såvel svinegylle som handelsgødning til marken (Sønderjyllands Amt, 2003).

Pesticider og nedbrydningsprodukter

I LOOP 1 (*Storstrøms Amt, 2003*) blev der i det øvre grundvand i 2002 fundet 11 stoffer, hvoraf de 5 var nedbrydningsprodukter. De fleste fund kan relateres til anvendelsen af det tilsvarende pesticid på omkringliggende marker. Ved en del stationer ligger denne anvendelse flere år før fundet. Der er dog også tilfælde, hvor der ikke er oplysninger om, at stoffet har været anvendt på omkringliggende marker. I LOOP 2 (*Nordjyllands Amt, 2003*) har der i perioden 1993-2002 været anvendt mindst 62 forskellige aktivstoffer, og der har været analyseret for 45 pesticider og nedbrydningsprodukter. Af de i alt 9 målte stoffer i det øvre grundvand, kendes kun til brugen af de 3 i området. I LOOP 3 (*Vejle Amt, 2003*) er der i en bestemt boring fundet atrazin og dets nedbrydningsprodukter hvert år i undersøgelsesperioden siden 1993. Forureningen kan hidrøre fra anvendelsen ved vejrabatter, idet boringen er beliggende tæt ved offentlig vej. For andre pesticidfund har det ikke været muligt at finde en sammenhæng mellem fund og aktuel landbrugsmæssig anvendelse.

7.7 Sammenfatning

Det gennemsnitlige nitratindhold i 2003 var i de sandede oplande på 43 mg NO₃ l⁻¹, hvilket er under den højst tilladelige koncentration i drikkevand på 50 mg NO₃ l⁻¹. I de lerede oplande var nitratindholdet på 20 mg NO₃ l⁻¹.

Over de sidste 4 til 5 år ses der i de 2 sandoplande en tendens til et lavere nitratindhold i det øvre grundvand 1.5 - 5 meter under terræn sammenlignet med tidligere i overvågningsperioden. Dette til trods for at det også er i sandområderne der er den største år til år variation. I leroplandene ses for overvågningsperioden som helhed ingen tendens til fald eller stigning i nitratkoncentrationen i det allerøverste grundvand.

Det gennemsnitlige indhold af uorganiske sporstoffer i det øvre grundvand i landovervågningsoplandene overskrider ikke grænseværdierne for drikkevand, med undtagelse af aluminium i et enkelt opland. For nikkel, zink og aluminium er der flere overskridelser af grænseværdierne. Der er i 2002 indberettet 46 analyser for uorganiske sporstoffer. Der er fund i de fleste indtag, og grænseværdierne for drikkevand overskrides i op til 51% af indtagene (for nikkel 51%, aluminium 49%, zink 40%, bly 31% og for arsen 9%).

I 2002 blev der udtaget 149 vandprøver fra 43 grundvandsindtag til analyse for pesticider og nedbrydningsprodukter. I 25 af disse indtag blev der fundet pesticider eller nedbrydningsprodukter, svarende til 58 %. Grænseværdien var overskredet en eller flere gange i 6 indtag svarende til ca. 4 % af samtlige analyserede grundvandsfiltre. Det er især triaziner og nedbrydningsprodukter, som er fundet hyppigt i

landovervågningen. Atrazin, hvis nedbrydningsprodukter især bidrager til denne gruppe, blev sidste gang anvendt lovligt i Danmark i 1994.

Som gennemsnit betragtet overskrider fundene af øvrige organiske mikroforureninger i det øvre grundvand i landovervågningsoplandene ikke de vejledende grænseværdier for drikkevand. I 2002 er der udtaget 138 vandprøver fra 42 indtag. I 17% af disse (7 indtag) er der fund af organiske mikroforureninger, ses der bort fra anioniske detergenter i 14% af grundvandsindtagene.

8 Afstrømning, koncentration og transport af næringsstoffer i vandløb

Hvorfor måle næringsstoffer i vandløb?

Koncentrationen og transporten af kvælstof og fosfor i vandløb afspejler primært menneskeskabte påvirkninger af oplandet samt de naturgivne betingelser som år til år variationer i klimaet og variationer i jordbund og topografi indenfor oplandene.

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). Omsætning af nitrat kan også foregå i udstørningsområder, vådområder (Ambus og Hoffmann, 1990). Det er derfor kun en del af det udvaskede kvælstof fra rodzonen der når frem til vandløbet. I oplande hvor størstedelen af afstrømningen i vandløbet kommer fra grundvandet, vil fald i kvælstoftabet som følge af ændringer i f.eks. dyrkningspraksis indenfor oplandet først kunne registreres efter en endog lang 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 for transporten i vandløbet. 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 af målinger af afstrømning samt koncentration og transport af kvælstof og fosfor fra de fem landovervågningsoplande. Der fokuseres på hydrologiske år, dvs. perioden fra 1. juni til 31. maj det efterfølgende år. Dette gøres 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 13 hydrologiske år: fra 1989/90 til 2001/2002.

8.1 Afstrømning

Afstrømningen var høj i 2001/2002

Afstrømningen i vandløbene i 2001/2002 var generelt højere end gennemsnittet for de foregående 12 år. Afstrømningen varierede fra 23 % over gennemsnittet i Højvads Rende til 46 % over gennemsnittet i Lillebæk (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 mind-

ste afstrømning måles fra det østlige opland, Højvads Rende. År til år variationer i afstrømningen er størst i de lerede oplande, dvs. LOOP 1, LOOP 3 og LOOP 4, hvor den aktuelle nedbør har den største betydning for afstrømningens forløb og størrelse.

Tabel 8.1 Vandafstrømning i de fem landovervågningsvandløb i det hydrologiske år 2001/2002 og gennemsnittet i den forudgående periode 1989/90-2000/01.

	Seneste hydrologiske år (2000/2001)	Gennemsnit forudgående periode (1989/90-1999/00)
Højvads Rende (LOOP 1)	195 mm	158 mm
Lillebæk (LOOP 4)	318 mm	218 mm
Horndrup Bæk (LOOP 3)	368 mm	277 mm
Odderbæk (LOOP 2)	287 mm	216 mm
Bolbro Bæk (LOOP 6)	610 mm	469 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. Langsomt tilstrømmende vand.

Opdelingen i de tre afstrømningskomponenter er foretaget vha. nedbør-afstrømningsmodellen 'NAM' (DHI, 1999) 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)*. Der er i forbindelse med dette års rapportering foretaget en genberegning med NAM-modellen. Dette er gjort fordi der nu foreligger nye klimadata for LOOP oplandene. Genberegningen kan medføre at resultaterne ikke umiddelbart er sammenlignelige med forrige års resultater.

En stor del af overskuds-nedbøren 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 strømningen forgår og opholdstiden for vandet i de enkelte magasiner. Modellen viser overordnet om hurtigt eller langsomt tilstrømmende vand præger et opland. Sandede oplande vil typisk være præget af langsomt tilstrømmende vand fremfor hurtigt tilstrømmende vand. Opgørelsen giver også indirekte et fingerpeg om hvorvidt strømningen forgår overfladisk og overfladenært eller dybt i jorden. Tendensen er at hurtigt tilstrømmende vand primært er overfladeafstrømning eller overfladenært vand (f.eks. tilstrømning via drænrør), hvorimod langsomt tilstrømmende vand primært kommer fra dybere dele af jorden og grundvandet. Modelberegningerne viser at hurtigt tilstrømmende vand udgør en større andel af den samlede afstrømning i de lerede oplande (38-50 %) end det gør i de sandede oplande (17-24 %) for perioden 1989-2002. I de sandede oplande kommer mere af vandet (53-61 %) ved langsom tilstrømning end i de lerede oplande (39-42 %) (tabel 8.2).

Tabel 8.2 Opdeling af vandafstrømningen i de fem landovervågningsvandløb i tre afstrømningskomponenter (hurtigt tilstrømmende vand, mellemhurtigt tilstrømmende vand, langsomt tilstrømmende vand) som gennemsnit for perioden 1989/90-2001/02.

	Gennemsnit forudgående periode (1989/90-2001/02)		
	Hurtigt	Mellem-hurtigt	Langsomt
Højvads Rende (LOOP 1)	38 %	22 %	40 %
Lillebæk (LOOP 4)	50 %	11 %	39 %
Horndrup Bæk (LOOP 3)	36 %	16 %	48 %
Odderbæk (LOOP 2)	24 %	14 %	62 %
Bolbro Bæk (LOOP 6)	17 %	30 %	53 %

8.2 Koncentration af kvælstof og fosfor

Den vandføringsvægtede årsmiddelkoncentration af total kvælstof er vist i tabel 8.3. Den vandføringsvægtede koncentration af total kvælstof er 4 til 9 gange lavere i Bolbro Bæk end både i Odderbæk og de andre 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 $\text{NH}_4\text{-N}$) lille (65 %), set i forhold til i resten af oplandene, hvor den uorganiske andel udgør mellem 80 % og 92 %.

Tabel 8.3 Vandføringsvægtet koncentration af total kvælstof i de fem Landovervågningsvandløb i det hydrologiske år 2001/2002 og gennemsnittet i den forudgående periode 1989/90-2000/01.

	Seneste hydrologiske år (2001/2002)	Gennemsnit forudgående periode (1989/90-2000/01)
Højvads Rende (LOOP 1)	8,9 mg N l ⁻¹	8,9 mg N l ⁻¹
Lillebæk (LOOP 4)	9,5 mg N l ⁻¹	11,4 mg N l ⁻¹
Horndrup Bæk (LOOP 3)	4,9 mg N l ⁻¹	7,0 mg N l ⁻¹
Odderbæk (LOOP 2)	6,2 mg N l ⁻¹	7,1 mg N l ⁻¹
Bolbro Bæk (LOOP 6)	1,2 mg N l ⁻¹	1,5 mg N l ⁻¹

Omsætningen af nitrat-N i grundvandet sænker kvælstof koncentrationen i Bolbro Bæk

Den lave kvælstofkoncentration i Bolbro Bæk skyldes omsætning af nitrat i grundvandet til frit kvælstof ved iltning af pyrit og frigivelse af ferrojern (*Jacobsen et al., 1990*). Dette giver sig udslag i 3-4 gange højere jernkoncentrationer i Bolbro Bæk end i de øvrige fire vandløb (ca. 1,8 mg l⁻¹ sammenlignet med ca. 0,5 mg l⁻¹).

Koncentrationen af kvælstof i Odderbæk er betydeligt højere end 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 at en del af Odderbæks opland er drænet.

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. Som gennemsnit for perioden 1989/90 til 2001/02 er den vandføringsvægtede total-fosfor koncentration højest i vandløb der afvander lerede oplande. Fosforkoncentrationen i Bolbro Bæk i det hydrologiske år 2001/2002 var 41-76 % lavere end i vandløbene der afvander de lerede oplande. I 2001/2002 lå fosfor koncentrationen i Odderbæk på niveau med de lerede oplande. Det overordnede mønster i koncentrationerne 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). I Odderbæk kan den store andel af drænedede arealer i nogle perioder sandsynligvis forøge den hurtigt-responderende afstrømning som dermed influerer på udvaskningen af fosfor. 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. 13 % imod ca. 42 % i de andre fire vandløb set over perioden 1989/90 til 2001/02 (tabel 8.5).

Tabel 8.4 Vandføringsvægtet koncentration af total fosfor i de fem landovervågningsvandløb i det hydrologiske år 2001/2002 og gennemsnittet i den forudgående periode 1989/90-2000/01.

	Seneste hydrologiske år (2001/2002)	Gennemsnit forudgående periode (1989/90-2000/01)
Højvads Rende (LOOP 1)	0,122 mg P l ⁻¹	0,110 mg P l ⁻¹
Lillebæk (LOOP 4)	0,254 mg P l ⁻¹	0,193 mg P l ⁻¹
Horndrup Bæk (LOOP 3)	0,105 mg P l ⁻¹	0,132 mg P l ⁻¹
Odderbæk (LOOP 2)	0,148 mg P l ⁻¹	0,124 mg P l ⁻¹
Bolbro Bæk (LOOP 6)	0,062 mg P l ⁻¹	0,087 mg P l ⁻¹

Tabel 8.5 Vandføringsvægtet koncentration af opløst uorganisk fosfor i de fem Landovervågningsvandløb i det hydrologiske år 2001/2002 gennemsnittet i den forudgående periode 1989/90-2000/01.

	Seneste hydrologiske år (2001/2002)	Gennemsnit forudgående periode (1989/90-2000/01)
Højvads Rende (LOOP 1)	0,054 mg P l ⁻¹	0,052 mg P l ⁻¹
Lillebæk (LOOP 4)	0,105 mg P l ⁻¹	0,106 mg P l ⁻¹
Horndrup Bæk (LOOP 3)	0,044 mg P l ⁻¹	0,055 mg P l ⁻¹
Odderbæk (LOOP 2)	0,065 mg P l ⁻¹	0,052 mg P l ⁻¹
Bolbro Bæk (LOOP 6)	0,008 mg P l ⁻¹	0,009 mg P l ⁻¹

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 overvågningsperioden er sket et fald i koncentrationen af kvælstof og fosfor. Testen tager hensyn til forskelle i

afstrømning, men ikke til at jordens kvælstofpulje ændres mellem tørre og våde år. Testen udnytter at der er sammenhæng mellem afstrømning og koncentration af kvælstof. Metoden er nærmere beskrevet af *Larsen (1996)*.

Koncentrationen af kvælstof falder i vandløbene

Den statistiske test viser at der i 3 af de 5 oplande er sket et signifikant fald i koncentrationen af total kvælstof gennem 14-års perioden 1989-2002 (tabel 8.6). I de to øvrige vandløb er der en *tendens* til fald i koncentrationen i overvågningsperioden. For vandløbene med signifikante fald i kvælstofkoncentration over 14-års perioden er ændringen -25 % til -46 % af 1989-niveaet.

Tabel 8.6 Trend i 2002 i vandløbskoncentration af total kvælstof med relativ ændring i forhold til 1989. ***: 1 %-niveau, **: 5 %-niveau, n.s.: ikke signifikant

	Total kvælstof mg N l ⁻¹ år ⁻¹	Relativ ændring %	Signifikans-niveau
Højvads Rende (LOOP 1)	-0,032	-6,2	n.s.
Lillebæk (LOOP 4)	-0,171	-25,3	***
Horndrup Bæk (LOOP 3)	-0,157	-40,5	***
Odderbæk (LOOP 2)	-0,085	-18,2	n.s.
Bolbro Bæk (LOOP 6)	-0,044	-46,1	***

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

Den statistiske test på koncentrationerne af total fosfor viser at koncentrationen er faldet signifikant i to af oplandene, hvorimod fosforkoncentrationen er steget signifikant i et af vandløbene (tabel 8.7). 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⁻¹ til 1,0 kg P år⁻¹ i perioden siden slutningen af 1980'erne (*Miljøstyrelsen, 1994*).

Tabel 8.7 Trend i 2002 i vandløbskoncentration af total fosfor med relativ ændring i forhold til 1989. ***: 1 %-niveau, **: 5 %-niveau, n.s.: ikke signifikant

	Total fosfor mg P l ⁻¹ år ⁻¹	Relativ ændring %	Signifikans-niveau
Højvads Rende (LOOP 1)	-0,003	-32,2	**
Lillebæk (LOOP 4)	-0,002	-14,0	n.s.
Horndrup Bæk (LOOP 3)	-0,003	-45,6	**
Odderbæk (LOOP 2)	0,002	32,6	**
Bolbro Bæk (LOOP 6)	-0,001	-35,6	n.s.

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 tre lerede oplande (19,4-29,8 kg N ha⁻¹ dyrket areal) end i de to sandede oplande (6,9-15,8 kg N ha⁻¹ dyrket areal) i 13-års perioden 1989/90-2001/2002 (tabel 8.8). I det hydrologiske år 2001/2002 var kvælstoftabet for fire af de fem oplande højere end i den forudgående 12-års periode. Dette afspejler den højere afstrømning i det sidste hydrologiske år i forhold til gennemsnittet for perioden forud. Kun i Horndrup Bæk var kvælstoftabet lavere i 2001/02 end gennemsnittet for den forudgående periode. Da afstrømningen i Horndrup Bæk i 2001/02 var på niveau med de andre oplande, skyldes forskellen i kvælstof tab sandsynligvis, at udvaskningsprocesserne i Horndrup Bæks opland stadig er præget af det tørre forudgående år. Desuden kan mængden af kvælstofforbindelser der kan udvaskes være påvirket af andre forhold (mineralisering og udbringning) der i 2001/02 har begrænset udvaskningen. Det beregnede tab af kvælstof fra de dyrkede arealer til vandløb kan sammenholdes med tabet af kvælstof fra udyrkede natur oplande, der i 2002 udgjorde ca. 3.1 kg N ha⁻¹ (Bøgestrand, 2003).

Tabel 8.8 Tabet af total kvælstof fra dyrkede arealer i de fem landovervågningsvandløb i det hydrologiske år 2001/2002 og gennemsnittet i den forudgående periode 1989/90-2000/01.

	Seneste hydrologiske år (2001/2002)	Gennemsnit forudgående periode (1989/90-2000/01)
Højvads Rende (LOOP 1)	24,5 kg N ha ⁻¹	19,4 kg N ha ⁻¹
Lillebæk (LOOP 4)	36,2 kg N ha ⁻¹	29,8 kg N ha ⁻¹
Horndrup Bæk (LOOP 3)	21,7 kg N ha ⁻¹	23,8 kg N ha ⁻¹
Odderbæk (LOOP 2)	18,0 kg N ha ⁻¹	15,8 kg N ha ⁻¹
Bolbro Bæk (LOOP 6)	7,8 kg N ha ⁻¹	6,9 kg N ha ⁻¹

Signifikante sammenhænge mellem årligt kvælstoftab fra landbrugsarealer og vandafstrømningen

Tabet af kvælstof fra de dyrkede arealer er meget styret af nedbørsmængderne og dermed afstrømningen i de enkelte målear. For de fem vandløb kan der således opstilles signifikante 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 Odderbæk 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.

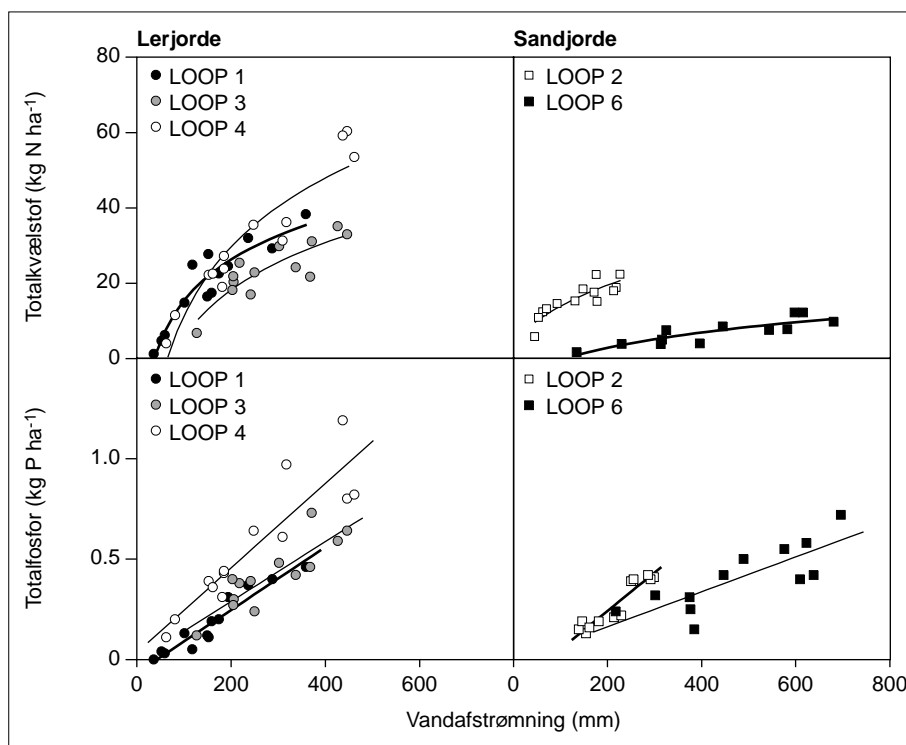
Kvælstoftabet fra dyrkede arealer stiger ikke lineært med stigende afstrømning, men følger derimod en logaritmisk kurve. Dette betyder at stigningstakten i udvaskningen falder med stigende afstrømning. Dette kan forklares med at mængden af udvaskbare kvælstofforbindelser i rodzonen er begrænset af andre faktorer end nedbøren (mineralisering og udbringning), og eventuelt en fortyndingseffekt, når den udvaskbare kvælstofpulje er ved at være udtømt.

Fosfortabet i 2001/2002 var tæt på gennemsnittet.

Fosfortabet fra de dyrkede arealer var i 2001/2002 højere end gennemsnittet for den forudgående periode 1989/90-2000/01, undtaget i Bolbro Bæks opland hvor fosfortabet var på niveau med gennemsnittet (tabel 8.9). Som for kvælstof afspejler det den relativt høje afstrømning gennem dræn eller rodzonen fra de østlige, lerede oplande og Odderbæk. Som gennemsnit af 13-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 natur arealer, som i 2002 er opgjort til $0,11 \text{ kg P ha}^{-1}$ (Bøgestrand, 2003).

Tabel 8.9 Tabet af total fosfor fra dyrkede arealer i de fem landovervågningsvandløb i det hydrologiske år 2001/2002 og gennemsnittet i den forudgående periode 1989/90-2000/01.

	Seneste hydrologiske år (normal prøvetagning) (2001/2002)	Gennemsnit forudgående periode (normal prøvetagning) (1989/90-2000/01)
Højvads Rende (LOOP 1)	$0,31 \text{ kg P ha}^{-1}$	$0,18 \text{ kg P ha}^{-1}$
Lillebæk (LOOP 4)	$0,97 \text{ kg P ha}^{-1}$	$0,51 \text{ kg P ha}^{-1}$
Horndrup Bæk (LOOP 3)	$0,46 \text{ kg P ha}^{-1}$	$0,42 \text{ kg P ha}^{-1}$
Odderbæk (LOOP 2)	$0,43 \text{ kg P ha}^{-1}$	$0,28 \text{ kg P ha}^{-1}$
Bolbro Bæk (LOOP 6)	$0,40 \text{ kg P ha}^{-1}$	$0,41 \text{ kg P ha}^{-1}$



LA03 - Fig. 8.1

Figur 8.1 Sammenhænge mellem årligt kvælstoftab og fosfortab fra landbrugsarealer og vandafstrømningen i perioden 1989/90-2001/02

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, hvilket sandsynligvis afspejler den høje andel af grundvand i afstrømningen herfra (figur 8.1).

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 datidens mere end nutidens 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. Opgørelsen er et skøn over størrelsen af tilstrømningen af kvælstof fra de dybere jordlag og grundvandet. Dette skøn som kan have relevans i forbindelse med en videre diskussion af hvor hurtigt, man i oplande med forskellige hydrologiske og geologiske forhold kan forvente at se resultatet af reduktioner i kvælstofudvaskning fra rodzonen i selve 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.

I Odderbæk 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. Dette 'gammelt kvælstof' udgør for de lerede oplande gennemsnitlig 35 % og for de sandede oplande gennemsnitlig 42 %. Især i Odderbæk er der tilsyneladende mere 'gammelt kvælstof' end i de andre oplande. Overordnet set fører hurtigt og mellemhurtigt tilstrømmende vand mere kvælstof til vandløbene end langsomt tilstrømmende vand – uanset jordtype.

Table 8.10 Andelen af vandløbenes totale kvælstoftransport som er 'gammelt kvælstof' i de 5 Landovervågningsoplande i det hydrologiske år 2001/2002 og gennemsnittet i den forudgående periode 1989/90-2001/02.

	Seneste hydrologiske år (2001/2002)	Gennemsnit forudgående periode (1989/90-2000/01)
Højvads Rende (LOOP 1)	25 %	31 %
Lillebæk (LOOP 4)	34 %	37 %
Horndrup Bæk (LOOP 3)	46 %	36 %
Odderbæk (LOOP 2)	53 %	48 %
Bolbro Bæk (LOOP 6)	43 %	36 %

[Tom side]

9 Landbruget og vandmiljøet

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

9.1 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 (36-50 %), mens den resterende del er langsommere tilstrømmende. På sandjordene derimod når en mindre del hurtigt ud til vandløbene (17-24 %) mens den resterende del er langsommere tilstrømmende vand.

Vand der forlader rodzonen vil derfor hurtigere nå ud til vandløbene på lerjorde end på sandjorde.

9.2 Kvælstofkredsløbet

Kvælstofkoncentrationer

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

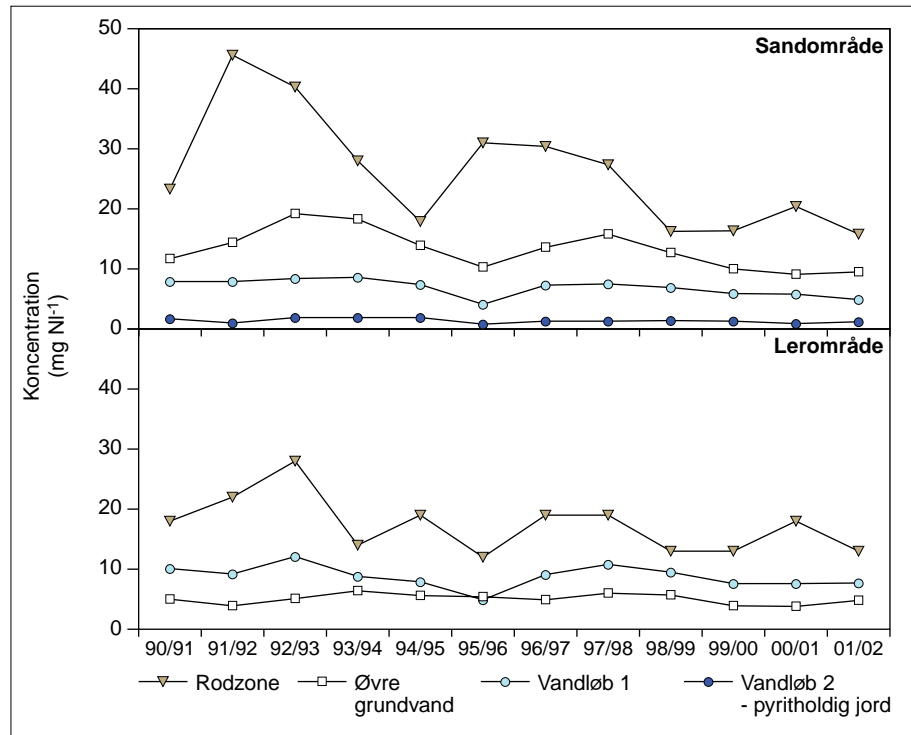
Kvælstofkoncentrationer falder fra rodzonen og ned gennem det øvre grundvand

I perioden 1997/98-2001/02 var de målte kvælstofkoncentrationer i rodzonevandet ved jordvandsstationerne i gennemsnit 15,2 og 19,3 mg N l⁻¹ 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 1997/98-2001/02 målt kvælstofkoncentrationer på 8,6 mg N l⁻¹ i lerede områder og 6,1 og 1,2 mg N l⁻¹ i sandede områder for henholdsvis LOOP 2 g 6. 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 ofte dybere og er længere tid undervejs. Under denne transport kan vandet have passeret re-

doxzoneen hvor der sker omfattende nitratreduktion. Det er også muligt at vandet gennemstrømmer enge/vådområder, hvor der forekommer denitrifikation, inden vandet når ud i vandløbet. Kvælstofkoncentrationerne i vandløb vil således afhænge af om det er oxideret eller reduceret grundvand der når frem. I de to sandjordsoplande ser vi da også vidt forskellige forhold. I Nordjylland er kvælstofkoncentrationerne i vandløbet på niveau med lerjordsoplandene, mens kvælstoffet i grundvandet er betydelig reduceret inden det når ud til vandløbet i Sønderjylland.

Figur 9.1 Udviklingen i målte kvælstofkoncentrationer i perioden 1999/01 til 2001/02 for rodzonevand, det øvre grundvand og vandløb i 3 lerjors- og 2 sandjordsoplande.



LA03 - Fig. 9.1

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

Kvælstoftransporter

De gennemsnitlige kvælstofstrømme i det hydrologiske kredsløb er skematiseret i figur 9.2 for de sidste 5 år af måleperioden 1997/98 - 2001/02 for henholdsvis lerjorde og sandjorde.

I lerjordsoplandene er der årligt netto tilført ca. 68 kg N ha⁻¹. Den modelberegnete udvaskning fra rodzonen har i perioden udgjort ca. 47 kg N ha⁻¹ år⁻¹. Øvrige tabsposter i form af ammoniakfordampning og denitrifikation og eventuel ændring i jordpuljen kan herved opgøres til ca. 21 kg N ha⁻¹ år⁻¹. Kvælstoftransporten i vandløbene har udgjort ca. 21 kg N ha⁻¹ år⁻¹; det svarer til at gennemsnitlig ca. 40 % af rodzoneudvaskningen er nået til vandløbene.

På sandjorde når en mindre del af rodzoneudvaskningen ud til vandløb

I sandjordsoplandene er der årligt netto tilført jorden ca. 98 kg N ha⁻¹ år⁻¹. Den modelberegnete udvaskning er opgjort til ca. 78 kg N ha⁻¹ år⁻¹, mens øvrige tabsposter og evt ændring i jordpuljen kan opgøres til 20 kg N ha⁻¹ år⁻¹. Kvælstoftransporten i vandløbene har udgjort ca. 16 kg N ha⁻¹ fra oplandet i Nordjylland og 7 kg N ha⁻¹ fra oplandet i Sønderjylland. Dette svarer til at ca. 8-20 % af rodzoneudvaskningen er nået ud til vandløbene.

Der skal dog tages et vis forbehold ved en sådan opstilling for oplande med lang transporttid for vandet, idet en del af det vand der når ud til vandløbet repræsenterer landbrugspraksis af betydelig ældre dato.

Også afstrømning til nedstrømsliggende vandløbsstrækninger

På grund af oplandenes beliggenhed i de øverste dele af vandløbssystemet sker der sandsynligvis yderligere afstrømning 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.

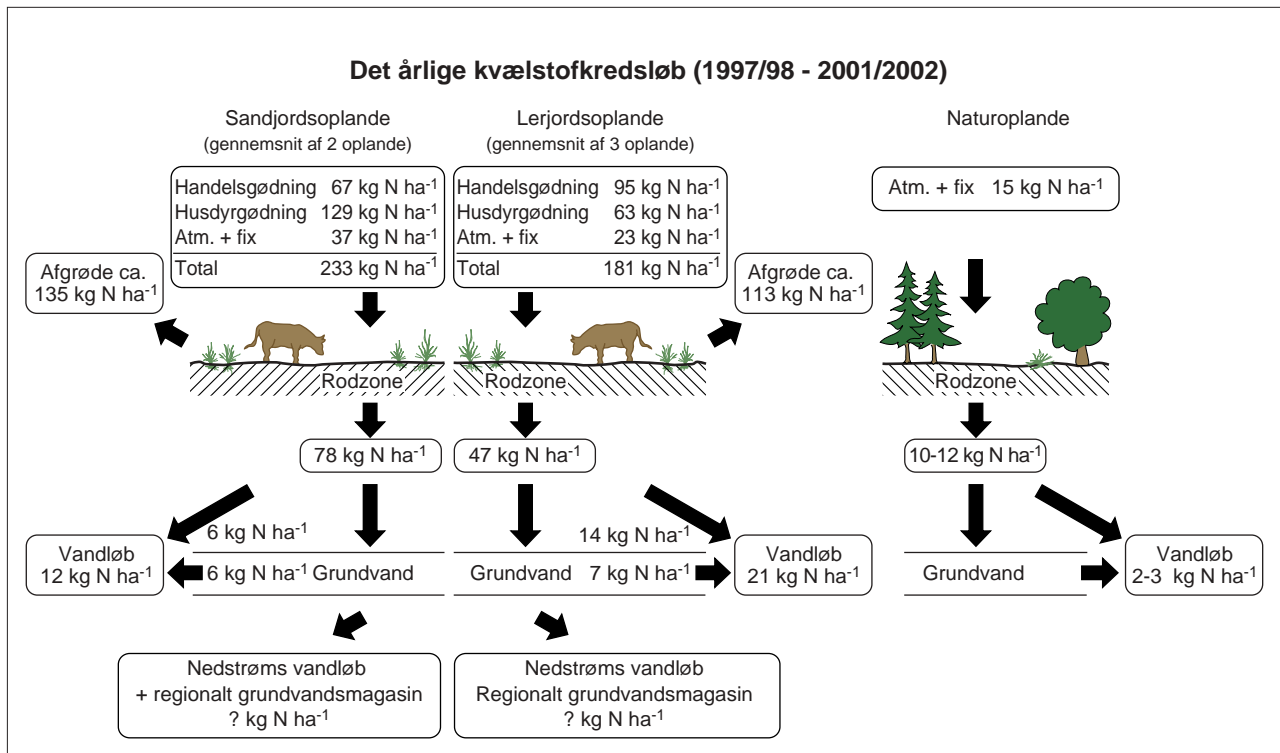
Kvælstofudvaskning fra naturarealer ca. 10-12 kg N ha⁻¹ år⁻¹, ca. 1/4 når ud til vandløb

I naturoplande er der et kvælstofinput fra atmosfæren på ca. 15 kg N ha⁻¹ år⁻¹ mens der ikke sker nogen fraførsel. Udvaskningen fra skovområder vurderes at være i størrelsesorden ca. 10-12 kg N ha⁻¹ år⁻¹, mens afstrømningen til vandløbene ligger på ca. 2-3 kg N ha⁻¹ år⁻¹ (Bøgestrand, 2003).

Baggrundsbidrag fra landbrugsarealer

Det må antages at der fra landbrugsarealer er en baggrundsudvaskning af tilsvarende størrelse, nemlig ca. 10-12 kg N ha⁻¹.

Det kan konkluderes 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.



LA03 - Fig. 9.2

Figur 9.2 Skematisering af kvælstofkredsløbet i henholdsvis dyrkede lerjords- og sandjordsoplande samt for naturoplande for årene 1997/98-2001/02. Kvælstofbalancen er fra interviewundersøgelsen, mens udvaskningen er modelberegnet for alle marker i oplandene med N-LES3 med et gennemsnitsklima for perioden fra 1990 til 2000. Vandløbstransport 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.

9.3 Udvikling i kvælstoftab fra landbrug til vandmiljø i perioden 1990-2002

Opnået effekt i 2002 af vandmiljøplanerne

Markant reduktion i kvælstofforbrug og transport ud af rodzonen

Nedenfor er foretaget en sammenstilling af ændringer i kvælstofforbrug og transporter i landbruget fra 1990 til 2002. Det fremgår at handelsgødningens forbrug og kvælstofoverskuddet på marken for hele landet er reduceret med henholdsvis 48 og 38 % i perioden. Udvaskningen fra rodzonen er beregnet til at være reduceret med 41 %. Denne reduktionsstørrelse understøttes af målinger på rodzonevandet. I vandløb i landbrugsdominerede typeoplande er kvælstoftransporten reduceret med 31 % (Bøgestrand, 2003).

Tabel 9.3 Reduktion i kvælstofforbrug og transporter i landbruget 1990-2002.

	1990	2002	reduktion
Handelgødning, (tons N)	395.000	206.000	48%
Kvælstofoverskud (tons N)	375.000	234.000	38%
Kvælstofkoncentrationer i rodzonevand (udjævnet) (mg N l ⁻¹)			
lerjorde	22	14	32 % (11-50%)
sandjorde	34	18	47 % (34-61%)
Modelberegnet udvaskning (kg N ha ⁻¹)	107	70	41%
Vandløb, dyrkede oplande (mg N l ⁻¹) ¹⁾			31 % (27-35%)

1) Bøgestrand (2003)

I vurderingen af kvælstoftransporterne i det hydrologiske kredsløb skal de bemærkes:

- I modelberegning af kvælstofudvaskning er der tale om *den langsigtede effekt*, dvs. den effekt der fremkommer når en ændret gødningspraksis har været fulgt i en årrække.
- 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⁻¹ 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 Nedbørskorrekationer. 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.

Bøgestrand J. (red.) (2003): Vandområder – Vandløb og kilder 2000. NOVA 2003. Danmarks Miljøundersøgelser. Faglig rapport fra DMU nr. 470.

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

Børgesen, C.D. & Grant, R. (2002): Vandmiljøplan II – modelberegning af kvælstofudvaskning på landsplan. Internt notat, Danmarks JordbrugsForskning og Danmarks Miljøundersøgelser. 6 pp. www.agrsci.dk – vandmiljø og www.dmu.dk – publikationer – øvrige publikationer.

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 (2003): Statistiske efterretninger. Landbrug 2003:9. Husdyrtætheden i landbruget 2002.

Danmarks Statistik. Landbrugsstatistikken 1989 -2002.

Fyns Amt (2003): Vandmiljøovervågning - Landovervågning 2001, 70 pp + bilag.

GEUS. 2003. Grundvandsovervågning 2003. Danmarks og Grønlands Geologiske Undersøgelse. Særudgivelse. December 2003.

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., 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 - midtvejsevaluering. Danmarks Miljøundersøgelser.

Grant, R., Laubel, A. & Kronvang, B. (1997): Nedvaskning af fosfor til dræen. 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. Internt notat, Danmarks Jordbrugsforskning. www.agrsci.dk – vandmiljø.

Hirsch, R.M.S. & Slack, J.R. (1984): A non-parametric trend test for seasonal data with serial dependence. Water Res. Res. 20, 727-732.

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

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 Lantbruksakademins Tidsskrift 135, nr. 7, 11-22.

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

Kristensen, K., Jørgensen, U. & Grant, R. (2003): Notat om genberegning af modellen N-LES. Internt notat, Danmarks Jordbrugsforskning og Danmarks Miljøundersøgelser. www.agrsci.dk – vandmiljø og www.dmu.dk – publikationer – øvrige publikationer.

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 søoplande 1998-2003. Vandløb og søer. NOVA 2003. 2. udg. Danmarks Miljøundersøgelser. Teknisk anvisning fra DMU nr. 15.

Kyllingsbæk, A. (1995): Kvælstofoverskud i dansk ladbrug, 1950-1959 og 1974-1994. SP rapport nr. 23. Statens Planteavlsvforsøg.

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.

Larsen, S.E. (1996): En statistisk testprocedure til analyse af udviklingstendenser i tidsserier af vandkvalitetsdata. Upubliceret notat fra Danmarks Miljøundersøgelser, Afd. for Vandløbsøkologi.

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 (2003): Bekæmpelsesmiddelstatistik 2002. Orientering fra Miljøstyrelsen nr. 5.

Nilsson, B., Brüsch, 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.

Nordjyllands Amt (2002): Vandmiljøovervågning – Landovervågning 2002, 57 pp + bilag.

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

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.

Storstrøms Amt (2003): NOVA 2003 – Landovervågning 2002, 69 pp + bilag.

Sønderjyllands Amt (2003): Vandmiljøovervågning 2002 – Landovervågning, 80 pp. + bilag.

Vejle Amt (2003): Vandmiljøovervågning – Landovervågning 2002, Horndrup Bæk 61 pp + bilag.

Vestsjællands Amt (2003): Landovervågning ved Hulebæk, 2002. 28 pp.

Viborg Amt og Rongkjøbing Amt (2003): Vandmiljøovervågning. Landovervågning 2002. Interviewundersøgelse. 28 pp + bilag.

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 – vandmiljø.

Windolf, J., Svendsen, L.M., Ovesen, N.B., Iversen, H.L., Larsen, S.E., Skriver, J. & Erfurt, J. (1998): Ferske vandområder – Vandløb og kilder. Vandmiljøplanens Overvågningsprogram 1997. Danmarks Miljøundersøgelser. Faglig rapport fra DMU nr. 253.

Bilag 3.1 Markbalance for kvælstof i 1000 tons fra 1985 til 2002

	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	
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	206,0	
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	234,0	
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	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	40,8	
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	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	528,3	
Fraført																			
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	294,1	
Balance (tilført - fraført)	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	234,2	
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 ₃ -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	2666	

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. Værdier for 2002 er foreløbige tal udarbejdet af DMU.

Bilag 3.2 Markbalance for kvælstof i kg N/ha fra 1985 til 2002

	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	
Tilført																			
Handelsgødning ¹	138,4	133,4	134,0	129,5	133,7	141,4	140,4	132,2	119,7	119,4	113,9	105,2	105,1	104,1	97,3	93,0	85,5	77,3	
Husdyrgødning	92,8	92,6	89,6	89,0	89,0	87,5	88,8	88,9	90,6	88,4	84,7	85,8	85,9	87,2	86,6	87,6	87,8	87,8	
Slam + affald ²	1,411	1,419	1,429	1,435	1,802	1,793	2,202	2,576	3,542	3,419	3,412	3,166	2,827	2,7322	2,799	2,796	2,765	2,8	
N-fixering	15,45	15,11	15,39	15,72	16,33	16,1	14,19	14,8	16,07	15,42	14,56	15,68	17,97	17,217	15,7	15	13,64	15,3	
Deposition	19	19	19	19	19	19	19	19	18	17	16	15	15	15	15	15	15	15,0	
Tilførsel ialt	265	259,5	257,5	252,7	259,9	265,9	264,6	257,5	247,9	243,6	232,6	224,8	226,9	226,29	217,4	213,5	204,7	198,2	
Fraført																			
Høstet	116,9	115,3	105,9	118,2	124,4	131,4	123,4	100,4	117,7	112,4	116,5	112,7	118,8	119,6	113	114,7	110,5	110,3	
Balance	148,2	144,2	151,6	134,5	135,5	134,5	141,2	157,2	130,2	131,2	116,1	112,2	108,1	106,7	104,3	98,9	94,1	87,8	

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. Værdier for 2002 er foreløbige tal udarbejdet af DMU.

Bilag 3.3 Markbalance for fosfor i 1000 tons P for hele landet fra 1985 til 2002

	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	
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	13,8	
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	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	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	76,1	
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	47,9	
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	28,2	
Dyrket areal (1000ha)	2834	2819	2800	2787	2774	2788	2770	2756	2739	2691	2726	2716	2688	2672	2644	2647	2676	2666	

Fosforbalancerne er efter pers. komm. med Kyllingsbæk og Damgaard Poulsen, begge DJF (2002).

Balancerne indeholder ikke konserveringssvind, der føres tilbage til markerne. Værdier for 2002 er foreløbige tal udarbejdet af DMU.

Bilag 3.4 Markbalance for fosfor i kg P/ha for hele landet fra 1985 til 2002

	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	
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	5,2	
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	21,2	
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	0,9	
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	28,5	
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	18,0	
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	10,6	
Dyrket areal (1000ha)	2847	2830	2814	2800	2786	2798	2776	2760	2750	2706	2744	2714	2688	2672	2644	2647	2647	2666	

Fosforbalancerne er efter pers. komm. med Kyllingsbæk og Damgaard Poulsen, begge DJF (2002).

Balancerne indeholder ikke konserveringssvind, der føres tilbage til markerne. Værdier for 2002 er foreløbige tal udarbejdet af DMU.

Bilag 4.1

Data til beskrivelse af udviklingstendensen i gødningspraksis til alle afgrødegrupper med et gødningsbehov i perioden 1990 og 1994 til 2002.

	LOOP 1-6									
	1990	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
Handelsgødning (kg N ha ⁻¹)	142	121	113	103	104	101	92	88	84	77
Husdyrgødning (kg N ha ⁻¹)	82	100	101	92	85	83	97	96	99	95
Udbinding (kg N ha ⁻¹)	11	22	21	25	23	18	15	12	12	12
Effektiv N i husdyrgødning (kg N ha ⁻¹)	28	44	43	38	38	38	43	42	44	43
Effektiv N i husdyrg. og udbind. (kg N ha ⁻¹)	235	243	235	220	212	202	50	48	50	49
Total tildelt (kg N ha ⁻¹)							204	196	195	184
Effektiv tildelt, i alt (kg N ha ⁻¹)	170	165	156	141	142	139	135	136	134	126
Afgrødernes norm (kg N ha ⁻¹)	171	167	170	150	160	165	160	155	152	146
Nyttevirkning af udbragt husdyrg. (%)	34	44	42	41	44	46	44	44	44	45

	LOOP 1-7				
	1998	1999	2000	2001	2002
Handelsgødning (kg N ha ⁻¹)	107	101	98	96	84
Husdyrgødning (kg N ha ⁻¹)	72	85	85	90	84
Udbinding (kg N ha ⁻¹)	15	12	10	10	10
Effektiv N i husdyrgødning (kg N ha ⁻¹)	33	38	37	40	37
Effektiv N i husdyrg. og udbind. (kg N ha ⁻¹)		44	42	45	42
Total tildelt (kg N ha ⁻¹)	194	198	193	196	178
Effektiv tildelt, i alt (kg N ha ⁻¹)	140	139	140	141	126
Afgrødernes norm (kg N ha ⁻¹)	166	159	154	156	145
Nyttevirkning af udbragt husdyrg. (%)	46	45	44	44	44

Bilag 4.2

Datagrundlag for opgørelse af kvælstofbalancer for landbrugsarealet i LOOP 1-6 for år 2002 opdelt på fire husdyrtæthedsgrupper og fire bedriftstyper.

	Husdyrtæthed				Bedrifter			
	0 DE ha ⁻¹	0-1 DE ha ⁻¹	1-1,7 DE ha ⁻¹	>1,7 DE ha ⁻¹	Plante- brug	Blandede brug	Kvæg- brug	Svine- brug
Areal (ha)	1811	623	1823	1435	1746	537	2454	954
Antal brug	61	19	19	21	57	16	35	12
Dyreenheder	0	380	2165	2984	0	485	3394	1651
Handelsgødning (kg N ha ⁻¹)	95	80	48	54	95	66	56	50
Husdyrgødning (kg N ha ⁻¹)	30	57	114	127	29	101	114	100
Udbinding (kg N ha ⁻¹)	0	10	17	17	0	7	24	0
N-fixering	11	8	28	13	11	6	28	3
Deposition	15	15	15	15	15	15	15	15
Tilført	151	170	222	226	150	195	237	168
Høstet (kg N ha ⁻¹)	104	102	126	126	105	105	136	93
Tilført-høstet	47	68	96	100	45	90	101	75

Bilag 5.1

LOOP 1

St.	Jbnr	År	Brugstype	DE ha ⁻¹	Afgrøde	N-tilf. (kg ha ⁻¹)		P-tilf. (kg ha ⁻¹)		N-fjernet (kg ha ⁻¹)	N-fix (kg ha ⁻¹)
						ha	hu	ha	hu		
101	6	1990	plante		Fabriksroer	128	0	35		134	2
101	6	1991	plante		Vårbyg, foderkorn	110	0	0		159	2
101	6	1992	plante		Vinterhvede, foderkorn	202	0	24		183	2
101	6	1993	plante		Fabriksroer	131	0	33		137	2
102	7	1990	plante		Fabriksroer	120	0	38		104	2
102	7	1991	plante		Vårbyg, foderkorn	123	0	15		108	2
102	7	1992	plante		Vinterhvede, foderkorn	160	0	19		106	2
102	7	1993	plante		Fabriksroer	101	0	25		104	2
102	7	1994	plante		Vinterhvede, foderkorn	179	0	17		115	2
102	7	1995	plante		Vinterhvede, foderkorn	172	0	20		140	2
102	7	1996	plante		Fabriksroer	96	0	12		83	2
102	7	1997	plante		Vårbyg, malt	90	0	0		128	2
102	7	1998	plante	0	Vinterhvede	235	0	22	0	173	2
102	7	1999	plante	0	Fabriksroer - _top	107	0	28	0	87	2
102	7	2000	plante	0	Vinterhvede (brød)	217	0	0	0	186	2
102	7	2001	plante	0	Vårbyg	115	0	8	0	91	2
102	7	2002	plante	0	Vårbyg til malt	117	0	22	0	90	2
103	6	1990	plante		Vårbyg, foderkorn	176	0	13		106	2
103	6	1991	plante		Vårbyg, foderkorn	118	0	12		104	2
103	6	1992	plante		Vårbyg, foderkorn	110	0	14		72	2
103	6	1993	plante		Vårbyg, foderkorn	95	0	0		115	2
103	6	1994	plante		Fabriksært	0	0	12		175	234
103	6	1995	plante		Vinterhvede, brød	191	0	19		183	2
103	6	1996	plante		Fabriksroer	113	0	33		102	2
103	6	1997	plante		Vårbyg, malt	99	0	0		110	2
103	6	1998	plante	0	Vinterhvede_(brød)	199	0	22	0	160	2
103	6	1999	plante	0	Fabriksroer - _top	123	0	28	0	120	2
103	6	2000	plante	0	Vårbyg til malt	93	0	0	0	126	2
103	6	2001	plante	0	Vinterhvede (brød)	195	0	42	0	177	2
103	6	2002	plante	0	Fabriksroer - top	113	0	22	0	135	2
104	5	1990	svin	0,2	Vinterhvede, foderkorn	292	58	40	4	177	2
104	5	1991	svin	0,1	Markært	0	0	0		206	266
104	5	1992	svin	0,2	Vinterhvede, foderkorn	172	0	20		186	2
104	5	1993	svin	0,2	Fabriksroer	130	0	39		130	2
104	5	1994	svin	0,2	Vårbyg, foderkorn	103	0	13		125	2
104	5	1995	svin	0,2	Vinterhvede, brød	187	0	18		191	2
104	5	1996	plante	0,1	Fabriksroer	119	0	34		109	2
104	5	1997	plante		Vårbyg, malt	93	0	12		155	2
104	5	1998	plante	0	Vinterhvede_(brød)	197	0	14	0	160	2
104	5	1999	plante	0	Fabriksroer - _top	115	0	31	0	152	2
104	5	2000	plante	0	Vårbyg til malt	132	0	0	0	155	2
104	5	2001	plante	0	Vårbyg m. kløverud	115	0	17	0	158	2
104	5	2002	plante	0	Hvidkløver	0	0	0	0	18	200

St.	Jbnr	År	Brugstype	DE ha ⁻¹	Afgrøde	N-tilf. (kg ha ⁻¹)		P-tilf. (kg ha ⁻¹)		N-fjernet (kg ha ⁻¹)	N-fix (kg ha ⁻¹)
						ha	hu	ha	hu		
105	6	1990	plante		Fabriksroer	100	0	28		105	2
105	6	1991	plante		Vinterhvede, foderkorn	208	0	0		165	2
105	6	1992	plante		Vinterhvede, foderkorn	191	0	26		138	2
105	6	1993	plante		Fabriksroer	105	0	36		124	2
105	6	1994	plante		Vårbyg, foderkorn	86	0	0		107	2
105	6	1995	plante		Vinterhvede, brød	178	0	14		195	2
105	6	1996	plante		Fabriksroer	111	0	28		98	2
105	6	1997	plante	0	Vårbyg, malt	82	0	0		126	2
105	6	1998	plante	0	Vinterhvede	201	0	14	0	157	2
105	6	1999	plante	0	Fabriksroer_-_top	100	0	26	0	116	2
105	6	2000	plante	0	Vårbyg til malt	104	0	0	0	137	2
105	6	2001	plante	0	Vinterhvede (brød)	185	0	12	0	173	2
105	6	2002	plante	0	Fabriksroer - top	103	0	24	0	167	2
106	6	1990	plante		Vinterhvede, foderkorn	203	0	19		226	2
106	6	1991	plante		Vinterhvede, foderkorn	189	0	34		191	2
106	6	1992	plante		Fabriksroer	127	0	46		86	2
106	6	1993	plante		Vårbyg, foderkorn	95	0	0		115	2
106	6	1994	plante		Vinterhvede, foderkorn	187	0	18		168	2
106	6	1995	plante		Vårbyg, malt	107	0	0		124	2
106	6	1996	plante		Vårbyg, malt	82	0	12		122	2
106	6	1997	plante		Vinterhvede, brød	192	0	286		183	2
106	6	1998	plante	0	Vårbyg	102	0	0	0	129	2
106	6	1999	plante	0	Konserveresært	0	0	0	0	155	274
106	6	2000	plante	0	Vinterhvede (brød)	191	0	19	0	190	2
106	6	2001	plante	0	Vinterhvede (brød)	182	0	19	0	183	2
106	6	2002	plante	0	Vinterhvede	239	0	24	0	151	2
107	7	1993	plante		Vårbyg, foderkorn	86	0	10		102	2
107	7	1994	plante		Vinterhvede, foderkorn	178	0	17		176	2
107	7	1995	plante		Fabriksroer	126	0	29		93	2
107	7	1996	plante		Vårbyg, malt	74	0	0		134	2
107	7	1997	plante		Vinterhvede, brød	178	0	13		211	2
107	7	1998	plante	0	Fabriksroer_-_top	115	0	35	0	91	2
107	7	1999	plante	0	Vårbyg_til_malt	85	0	0	0	93	2
107	7	2000	plante	0	Vårbyg til malt	118	0	14	0	116	2
107	7	2001	plante	0	Vårbyg	108	0	11	0	111	2
107	7	2002	plante	0	Vårbyg til malt	113	0	14	0	97	2

LOOP 2

St.	Jbnr	År	Brugstyp pe	DE ha ⁻¹	Afgrøde	N-tilf.		P-tilf.		N- fjernet (kg ha ⁻¹)	N-fix (kg ha ⁻¹)
						(kg ha ⁻¹)	ha hu	(kg ha ⁻¹)	ha hu		
201	4	1990	kvæg	1,9	Foderroer	108	340	0	54	158	2
201	4	1991	kvæg	2,0	Vårbyg + udlæg, foderkorn	74	156	0	29	176	5
201	4	1992	kvæg	1,9	Vårbyg, foderkorn	74	204	0	40	47	2
201	4	1993	kvæg	1,9	Vårbyg + udlæg, foderkorn	66	300	0	52	93	5
201	4	1994	kvæg	2,2	Foderroer	24	462	0	76	134	2
201	4	1995	kvæg	2,3	Vårbyg + udlæg, foderkorn	88	319	0	53	135	4
201	4	1996	kvæg	3,2	Majs	36	379	40	65	208	2
201	4	1997	kvæg	1,6	Vårbyg, ærtehelsæd	0	0	9		83	59
201	4	1998	kvæg	1,6	Vinterhvede	62	222	0	40	172	2
201	4	1999	kvæg	1,9	Helsæd, _vårbyg	86	191	0	31	230	4
201	4	2000	kvæg	2,0	Havre	48	74	0	12	96	2
201	4	2001	kvæg	2,1	Vinterhvede (brød)	82	389	0	63	133	2
201	4	2002	kvæg	1,4	Vårbyg m. græsudlæg	31	108	0	22	75	2
202	1	1990	kvæg	1,8	Vårbyg + udlæg, foderkorn	82	169	0	30	166	5
202	1	1991	kvæg	2,0	Vårbyg + udlæg, foderkorn	90	154	0	29	176	5
202	1	1992	kvæg	1,9	Anden rodfrugt	54	352	0	67	170	2
202	1	1993	kvæg	1,9	Vårbyg + udlæg, foderkorn	66	261	0	49	72	5
202	1	1994	kvæg	2,2	Markært	0	109	0	18	152	226
202	1	1995	kvæg	2,3	Vinterhvede, foderkorn	86	217	0	37	171	2
202	1	1996	kvæg	3,2	Vårbyg, ærtehelsæd	0	92	0	14	119	62
202	1	1997	kvæg	1,6	Vinterhvede, foderkorn	58	105	0	15	149	2
202	1	1998	kvæg	1,6	Vinterrug	98	121	0	23	100	2
202	1	1999	kvæg	1,9	Havre	24	163	0	27	87	2
202	1	2000	kvæg	2,0	Vinterhvede (brød)	96	229	0	43	150	2
202	1	2001	kvæg	2,1	Vintertriticale	54	90	0	15	109	2
202	1	2002	kvæg	1,4	Silomajs	16	314	8	63	195	2
203	1	1990	svin	1,0	Vårbyg, foderkorn	74	0	0		129	2
203	1	1991	svin	1,1	Vårraps, industri	123	0	0		68	2
203	1	1992	svin	1,0	Vinterhvede, foderkorn	162	140	0	24	107	2
203	1	1993	svin	1,1	Vårbyg + udlæg, foderkorn	74	253	0	44	88	5
203	1	1994	svin	2,2	Helsæd	68	81	0	13	141	5
203	1	1995	svin	1,5	Markært	0	0	14		121	196
203	1	1996	svin	1,6	Vinterhvede, foderkorn	78	407	0	100	126	2
203	1	1997	svin	1,6	Vinterhvede, foderkorn	49	211	0	46	77	2
203	1	1998	svin	1,4	Vårbyg	48	106	0	26	87	2
203	1	1999	svin	1,3	Vårbyg m. græsudlæg	49	201	0	203	71	2
203	1	2000	svin	1,3	Vårbyg m. græsudlæg	54	110	0	28	113	2
203	1	2001	svin	1,3	Vårbyg m. græsudlæg	38	112	0	28	88	2
203	1	2002	svin	0,5	Havre	75	0	17	0	114	2
204	1	1990	kvæg	2,3	Vårbyg + udlæg, foderkorn	90	132	0	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	0	17	81	5
204	1	1994	kvæg	2,7	Foderroer	54	182	0	27	257	2
204	1	1995	kvæg	2,1	Vårbyg + udlæg, foderkorn	114	156	0	31	97	4
204	1	1996	kvæg	1,7	Vårbyg + udlæg, foderkorn	66	78	0	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	0	23	207	135
204	1	1999	kvæg	1,4	Vårraps	47	67	0	6	111	2
204	1	2000	kvæg	0,6	Vinterhvede (brød)	60	77	0	10	154	2
204	1	2001	kvæg	0,3	Vårbyg m. græsudlæg	123	98	0	18	125	4
204	1	2002	kvæg	0,1	Kartoffel, spise	130	0	8	0	153	2
205	3	1990	kvæg	1,3	Græs til slet	402	219	10	28	435	83

St.	Jbnr	År	Brugstyp pe	DE ha ⁻¹	Afgrøde	N-tilf. (kg ha ⁻¹)		P-tilf. (kg ha ⁻¹)		N- fjernet (kg ha ⁻¹)	N-fix (kg ha ⁻¹)
						ha	hu	ha	hu		
205	3	1991	kvæg	1,3	Foderroer	95	386	0	63	172	2
205	3	1992	kvæg	1,1	Markært	0	0	12		104	175
205	3	1993	kvæg	1,1	Vinterhvede, foderkorn	149	98	0	14	171	2
205	3	1994	kvæg	1,1	Vårbyg + udlæg, foderkorn	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	0	0	16		118	176
205	3	1997	kvæg	1,2	Vinterhvede, foderkorn	120	96	0	15	155	2
205	3	1998	kvæg	1	Vårbyg	74	105	0	19	124	4
205	3	1999	kvæg	1,2	Vårbyg_m._græsudlæg	117	130	0	22	108	4
205	3	2000	kvæg	1,1	Silomajs	43	241	36	52	170	2
205	3	2001	kvæg	1	Silomajs	25	235	14	38	174	2
205	3	2002	kvæg	1	Silomajs	48	201	20	34	155	2
206	1	1990	kvæg	1,7	Vinterhvede, foderkorn	184	0	6		112	2
206	1	1991	kvæg	1,6	Vårbyg, industri	122	121	0	15	64	2
206	1	1992	kvæg	1,6	Vårbyg, foderkorn	47	108	0	15	38	2
206	1	1993	kvæg	1,6	Markært	0	134	0	19	135	205
206	1	1994	kvæg	1,9	Udyrket Brak	0	0	0		0	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	0	16	153	64
206	1	1997	kvæg	1,4	Vårbyg + udlæg, helsæd	144	321	0	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	0	25	180	4
206	1	2000	kvæg	1,8	Helsæd, vårbyg	129	252	0	41	180	4
206	1	2001	kvæg	1,8	Helsæd, vårbyg	148	190	0	31	180	4
206	1	2002	kvæg	1,7	Helsæd, vårbyg/ært	49	76	0	13	228	18

LOOP 3

St.	Jbnr	År	Brugstype	DE ha	Afrøde	N-tilf.		P-tilf.		N-fjernet	N-fix
						(kg ha ⁻¹)		(kg ha ⁻¹)			
						ha	hu	ha	hu		
301	6	1990	kvæg	0,5	Vinterhvede, foderkorn	164	0	0		192	2
301	6	1991	kvæg	1,3	Vinterbyg + udlæg, foderkorn	135	146	0	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	0	0		207	2
301	6	1994	kvæg	1,5	Vinterbyg + udlæg, foderkorn	142	128	0	18	150	2
301	6	1995	kvæg	1,3	Græs til afgræsning+slet, 0-10 pct. kløver	138	101	0	13	221	76
301	6	1996	kvæg	1,3	Vinterhvede, foderkorn	115	93	0	34	167	2
301	6	1997	kvæg	1,1	Vinterbyg + udlæg, foderkorn	122	145	0	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	0	23	150	2
301	6	2001	kvæg	0,8	Vinterhvede (brød)	123	148	0	25	145	2
301	6	2002	kvæg	0,9	Grøn_korn, vår_b	140	73	0	18	186	12
302	6	1990	kvæg	1,3	Vårbyg + udlæg, foderkorn	99	0	0		192	5
302	6	1991	kvæg	1,7	Kløvergræs	216	174	0	9	266	63
302	6	1992	kvæg	1,2	Kløvergræs	189	188	0	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	0	19		149	2
302	6	1995	kvæg	1,2	Vinterbyg, foderkorn	165	0	21		139	2
302	6	1996	kvæg	1,2	Vårbyg, foderkorn	88	0	11		130	2
302	6	1997	kvæg	1,0	Vinterbyg, foderkorn	119	0	0		133	2
302	6	1998	kvæg	0,8	Vinterhvede	165	0	0	0	147	2
302	6	1999	kvæg	0,2	Vinterbyg	146	0	6	0	108	2
302	6	2000	kvæg	0,2	Vinterraps	179	0	0	0	147	2
302	6	2001	kvæg	0,3	Vinterhvede	162	0	12	0	175	2
302	6	2002	kvæg	0,2	Vinterhvede	168	0	11	0	113	2
303	6	1990	svin	0,5	Vinterhvede, foderkorn	185	0	22		134	2
303	6	1991	svin	0,5	Vinterbyg, foderkorn	168	0	31		135	2
303	6	1992	svin	0,7	Vårbyg + udlæg, foderkorn	84	0	16		67	2
303	6	1993	svin	1,2	Frøgræs	122	328	0	78	64	36
303	6	1994	svin	1,4	Rent græs	34
303	6	1995	svin	1,5	Vårbyg, malt	92	0	0		145	2
303	6	1996	svin	1,4	Vårbyg, foderkorn	78	0	0		110	2
303	6	1997	svin	1,4	Vinterhvede, foderkorn	122	139	0	30	134	2
303	6	1998	svin	1,3	Vinterhvede	96	112	0	28	149	2
303	6	1999	svin	1,5	Vårbyg_m._græsudlæg	0	119	0	30	109	2
303	6	2000	svin	1,3	Rajgræs, alm. sild	48	96	0	24	79	2
303	6	2001	svin	1,3	Vinterhvede	108	115	0	29	159	2
303	6	2002	svin	1,3	Vinterhvede	108	101	0	28	143	2
304	7	1990	plante		Vinterraps, industri	206	0	23		150	2
304	7	1991	plante		Vinterhvede, foderkorn	179	0	33		157	2
304	7	1992	plante		Vårbyg, foderkorn	127	0	26		42	2
304	7	1993	plante		Vinterhvede, foderkorn	169	0	28		103	2
304	7	1994	plante		Vinterhvede, foderkorn	206	0	30		103	2
304	7	1995	plante		Vinterbyg, foderkorn	142	0	19		73	2
304	7	1996	plante		Vinterbyg, foderkorn	130	0	16		82	2
304	7	1997	plante		Vinterbyg, foderkorn	129	0	16		67	2
304	7	1998	plante	0	Vinterraps	152	0	19	0	60	2
304	7	1999	plante	0	Vinterhvede	130	0	16	0	82	2
304	7	2000	plante	0	Vinterhvede	160	0	20	0	60	2
304	7	2001	plante	0	Vinterhvede	175	0	19	0	136	2
304	7	2002	plante	0	Vårbyg	113	0	14	0	56	2
305	6	1990	kvæg+svin	1,1	Vinterhvede, foderkorn	0	69	0	17	85	2

St.	Jbnr	År	Brugstype	DE ha	Afgørde	N-tilf.		P-tilf.		N-fjernet (kg ha ⁻¹)	N-fix (kg ha ⁻¹)
						(kg ha ⁻¹)		(kg ha ⁻¹)			
						ha	hu	ha	hu		
305	6	1991	kvæg+svin	2,3	Udyrket Brak	0	36	0	12	0	2
305	6	1992	kvæg+svin	1,0	Vårbyg, foderkorn	0	0	0		16	2
305	6	1993	kvæg	0,4	Spildkorn	0	0	0		0	2
305	6	1994	kvæg	0,4	Frilandsgrønsager	0	101	0	24	0	2
305	6	1995	kvæg	0,5	Frilandsgrønsager	0	0	0		0	2
305	6	1996	kvæg	1,0	Vårhvede, brød	0	82	0	29	63	2
305	6	1997	kvæg	0,7	Græs til afgræsning+slet, 11-30 pct. kløver	0	166	0	42	189	71
305	6	1998	andet	0,6	Kl.græs,_a_11-30	0	209	0	39	119	162
305	6	1999	andet	0,4	Kl.græs,_a_11-30	0	118	0	19	112	172
305	6	2000	andet	0,4	Kl.græs, a. 11-30	0	118	0	19	112	172
305	6	2001	andet	0,3	Vårbyg	0	162	0	33	50	2
305	6	2002	plante	0	Vårbyg	0	0	0	0	58	2

LOOP 4

St.	Jbnr	År	Brugsty- pe	DE ha ⁻¹	Afgrøde	N-tilf.		P-tilf.		N-fjernet (kg ha ⁻¹)	N-fix (kg ha ⁻¹)
						(kg ha ⁻¹)	ha hu	(kg ha ⁻¹)	ha hu		
401	7	1990	plante		Foderroer	122	0	33		255	2
401	7	1991	plante		Fodermajs	181	0	32		243	2
401	7	1992	plante		Fodermajs	181	0	54		225	2
401	7	1993	plante		Fodermajs	190	0	53		162	2
401	7	1994	plante		Majs	170	0	72		202	2
401	7	1995	plante		Vårbyg, malt	107	0	0		119	2
401	7	1996	plante		Majs	66	210	23	36	235	2
401	7	1997	plante		Vinterhvede, foderkorn	108	174	0	25	199	2
401	7	1998	svin	1,6	Vårbyg_til_malt	74	81	0	20	96	2
401	7	1999	svin	14,6	Vårbyg	91	76	0	19	125	2
401	7	2000	plante	0	Vinterbyg	74	112	0	28	133	2
401	7	2001	plante	0	Vinterraps	80	234	0	64	128	2
401	7	2002	plante	0	Vinterhvede	49	272	0	183	146	2
402	6	1990	svin	0,7	Vinterhvede, foderkorn	172	0	18		177	2
402	6	1991	svin	0,7	Vårbyg + udlæg, foderkorn	108	0	18		97	2
402	6	1992	svin	0,6	Kløverfrø	0	0	0		.	202
402	6	1993	svin	0,6	Vinterhvede, brød	182	0	12		162	2
402	6	1994	svin	0,9	Vårbyg + udlæg, foderkorn	83	0	26		91	2
402	6	1995	svin	0,8	Markært	0	0	27		158	226
402	6	1996	svin	0,8	Vinterhvede, foderkorn	58	99	0	19	169	2
402	6	1997	svin	0,9	Vinterbyg, malt	137	0	22		131	2
402	6	1998	svin	0,9	Vinterraps	155	182	0	58	134	2
402	6	1999	svin	0,9	Raj-græs, alm._sild.,_udl._e ft.	110	0	13	0	75	2
402	6	2000	svin	1,5	Rajgræs, alm. 2.år	45	131	0	38	49	2
402	6	2001	svin	1,5	Vinterhvede	84	125	0	36	164	2
402	6	2002	svin	1,5	Vinterhvede	67	161	0	48	129	2
403	6	1990	svin	0,7	Vinterhvede, foderkorn	159	183	6	63	207	2
403	6	1991	svin	0,7	Vårbyg, foderkorn	101	0	0		82	2
403	6	1992	svin	0,6	Vinterraps, industri	165	0	19		147	2
403	6	1993	svin	0,6	Vinterhvede, brød	135	170	0	41	211	2
403	6	1994	svin	0,9	Vinterbyg, foderkorn	170	0	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	0	106	159	2
403	6	1997	svin	0,9	Vinterhvede, foderkorn	123	114	0	94	177	2
403	6	1998	svin	0,9	Vinterhvede	100	206	0	65	147	2
403	6	1999	svin	0,9	Vinterbyg	160	0	0	0	144	2
403	6	2000	svin	1,5	Vinterraps	96	210	0	60	121	2
403	6	2001	svin	1,5	Vinterhvede	52	125	0	36	164	2
403	6	2002	svin	1,5	Vinterhvede	67	144	0	43	137	2
404	6	1990	plante		Våraps, industri	164	0	28		104	2
404	6	1991	plante		Vinterhvede, foderkorn	166	0	18		155	2
404	6	1992	plante		Vårbyg, foderkorn	107	0	0		78	2
404	6	1993	plante		Vinterbyg, foderkorn	162	88	19	21	128	2
404	6	1994	plante		Vinterraps, industri	164	0	8		109	2
404	6	1995	plante		Vinterhvede, brød	168	0	16		196	2
404	6	1996	plante		Vinterhvede, foderkorn	158	0	13		120	2
404	6	1998	plante	0	Vinterbyg	204	0	25	0	119	2
404	6	1999	plante	0	Nonfood,_vinterraps	172	86	8	33	91	2
404	6	2000	plante	0	Vinterhvede (brød)	162	0	10	0	192	2
404	6	2001	plante	0	Vårbyg	120	0	21	0	123	2
404	6	2002	kvæg	0	Vårbyg til malt	99	0	0	0	85	2

St.	Jbnr	År	Brugstyp pe	DE ha ⁻¹	Afgrøde	N-tilf.		P-tilf.		N-fjernet (kg ha ⁻¹)	N-fix (kg ha ⁻¹)
						(kg ha ⁻¹)	ha hu	(kg ha ⁻¹)	ha hu		
405	6	1990	plante		Vårbyg, foderkorn	107	0	25		154	2
405	6	1991	plante		Markært	0	0	33		118	188
405	6	1992	plante		Vinterhvede, foderkorn	174	0	32		230	2
405	6	1993	plante		Vinterhvede, foderkorn	187	0	35		191	2
405	6	1994	plante		Fabriksroer	162	0	37		209	2
405	6	1995	plante		Vårbyg, foderkorn	117	0	22		122	2
405	6	1996	plante		Vårrops, biobrændsel	134	0	45		248	2
405	6	1997	plante		Vinterhvede, foderkorn	167	0	16		187	2
405	6	1998	plante	0	Vinterhvede_(brød)	122	0	12	0	177	2
405	6	1999	plante	0	Vårbyg_til_malt	120	0	23	0	124	2
405	6	2000	plante	0	Vårbyg til malt	114	0	19	0	116	2
405	6	2001	plante	0	Nonfood, vinterrap	159	0	18	0	137	2
405	6	2002	plante	0	Vinterhvede	142	0	27	0	146	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	0	24	197	2
406	6	1994	kvæg	1,4	Vinterhvede, foderkorn	159	120	0	15	214	2
406	6	1995	kvæg	1,5	Vinterhvede, foderkorn	135	53	0	7	197	2
406	6	1996	kvæg	1,2	Vinterhvede, foderkorn	118	99	0	12	155	2
406	6	1997	kvæg	1,3	Vinterhvede, foderkorn	134	89	0	11	176	2
406	6	1998	kvæg	1,1	Fabriksroer_-_top	27	179	0	34	93	2
406	6	1999	kvæg	1,4	Helsæd,_vårbyg	34	207	0	32	176	12
406	6	2000	kvæg	1,4	Kl.græs, s+a 31-50	30	383	0	59	222	220
406	6	2001	kvæg	1,9	Kl.græs, s+a 11-30	33	308	0	48	159	181
406	6	2002	kvæg	2,2	Helsæd, vårbyg	34	356	0	64	117	4

LOOP 5

St.	Jbnr	År	Brugstyppe	DE ha ⁻¹	Afgrøde	N-tilf. (kg ha ⁻¹)		P-tilf. (kg ha ⁻¹)		N-fjernet (kg ha ⁻¹)	N-fix (kg ha ⁻¹)
						ha	hu	ha	hu		
501	1	1990	kvæg	0,8	Vinterhvede, foderkorn	137	0	26		124	2
501	1	1991	kvæg	0,7	Kartofler, spise	169	133	0	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	0	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	0	0	20		135	190
502	1	1991	kvæg	0,7	Vinterrug	147	0	28		72	2
502	1	1992	kvæg	0,8	Anden rodfrugt	183	348	0	68	122	2
502	1	1993	kvæg	0,8	Markært	0	0	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	0	29		46	2
503	1	1991	kvæg	0,7	Vårbyg + udlæg, foderkorn	158	0	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	0	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	0	0		102	2
504	1	1990	kvæg	1,8	Anden rodfrugt	176	309	0	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	0	40		152	2
504	1	1993	kvæg	1,4	Vårbyg + udlæg, foderkorn	111	127	0	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	0	40		122	2
504	1	1996	plante		Vårbyg, foderkorn	107	173	0	28	110	2
504	1	1997	plante		Vårbyg, foderkorn	66	148	0	14	112	2
505	1	1990	plante	0,1	Markært	0	0	22		67	133
505	1	1991	kvæg	0,1	Vinterbyg, foderkorn	161	0	31		49	2
505	1	1992	kvæg	0,3	Kartofler, spise	164	0	36		88	2
505	1	1993	kvæg	0,4	Vinterbyg, foderkorn	194	0	20		97	2
505	1	1994	kvæg	0,4	Vårbyg, foderkorn	154	0	17		98	2
505	1	1995	kvæg	0,5	Kartofler, spise	167	0	32		111	2
505	1	1996	kvæg	0,4	Vårbyg, foderkorn	125	0	18		97	2
505	1	1997	kvæg	0,4	Kartofler, industri	210	0	38		114	2
506	1	1990	plante		Vårbyg + udlæg, foderkorn	139	0	29		106	2
506	1	1991	plante		Kartofler, spise	208	0	40		140	2
506	1	1992	plante		Markært	0	0	20		121	190
506	1	1993	plante		Vinterhvede, foderkorn	218	0	140		207	2
506	1	1994	plante		Vårbyg, foderkorn	132	0	0		119	2
506	1	1995	plante		Kartofler, spise	188	0	0		159	2
506	1	1996	plante		Vårbyg, malt	125	0	16		98	2
506	1	1997	plante		Kartofler, industri	227	0	23		176	2

St.	Jbnr	År	Brugstype	DE ha ⁻¹	Afgrøde	N-tilf.		P-tilf.		N-fjernet (kg ha ⁻¹)	N-fix (kg ha ⁻¹)
						(kg ha ⁻¹)	ha hu	(kg ha ⁻¹)	ha hu		
507	1	1990	plante		Vårbyg, foderkorn	146	0	27		53	2
507	1	1991	plante		Vårbyg, foderkorn	170	0	14		40	2
507	1	1992	plante		Vårbyg, foderkorn	142	0	16		75	2
507	1	1993	plante		Vårbyg, malt	150	0	70		109	2
507	1	1994	plante		Kartofler, spise	230	0	0		159	2
507	1	1995	plante		Vårbyg, malt	133	0	0		82	2
507	1	1996	plante		Vårbyg, malt	125	0	16		91	2
507	1	1997	plante		Kartofler, spise	140	0	24		131	2
508	1	1990	plante		Vårbyg, foderkorn	149	0	27		69	2
508	1	1991	plante		Vårbyg, foderkorn	141	0	27		53	2
508	1	1992	plante		Kartofler, spise	176	0	40		43	2
508	1	1993	plante		Udyrket Brak	0	0	0		0	2
508	1	1994	plante		Vinterbyg, foderkorn	163	0	25		45	2
508	1	1995	plante		Udyrket Brak	0	0	0		0	2
508	1	1996	plante		Kartofler, industri	156	0	21		53	2
508	1	1997	plante		Kartofler, spise	144	0	30		88	2

LOOP 6

St.	Jbnr	År	Brugstype	DE ha ⁻¹	Afgrøde	N-tilf.		P-tilf.		N-fjernet (kg ha ⁻¹)	N-fix (kg ha ⁻¹)
						(kg ha ⁻¹)	ha hu	(kg ha ⁻¹)	ha hu		
601	1	1990	svin	3,3	Vinterbyg, foderkorn	122	214	0	54	128	2
601	1	1991	kvæg+svin	2,8	Markært	0	24	0	4	141	210
601	1	1992	svin	2,9	Vinterhvede, foderkorn	68	208	0	53	80	2
601	1	1993	kvæg+svin	2,4	Vårraps, industri	107	177	0	61	83	2
601	1	1994	kvæg+svin	2,2	Vinterhvede, foderkorn	54	262	0	66	188	2
601	1	1995	kvæg+svin	1,6	Vinterbyg, foderkorn	69	238	0	60	128	2
601	1	1996	kvæg+svin	1,5	Vårbyg, foderkorn	48	138	0	34	109	2
601	1	1997	kvæg+svin	1,4	Vinterraps, industri	63	112	0	28	45	2
601	1	1998	andet	1,6	Vinterhvede	49	139	0	39	155	2
601	1	1999	andet	1,6	Vinterhvede	80	157	0	44	119	2
601	1	2000	andet	1,7	Vinterbyg	62	99	0	27	99	2
601	1	2001	andet	1,7	Vinterraps	72	231	0	64	74	2
601	1	2002	andet	1,5	Vinterhvede	73	115	0	34	133	2
602	5	1990	kvæg	1,3	Kløvergræs-slet	178	0	19		262	64
602	5	1991	kvæg	1,3	Vårbyg, foderkorn	158	0	15		137	2
602	5	1992	kvæg	1,3	Vinterhvede, foderkorn	173	0	19		183	2
602	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	0	20	125	2
602	5	1997	kvæg	1,4	Vinterhvede, foderkorn	138	144	0	22	166	2
602	5	1998	kvæg	1,3	Fodersukkerroe	123	304	0	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	0	17	116	2
602	5	2001	kvæg	1,7	Vårbyg	47	118	0	18	108	2
602	5	2002	kvæg	1,5	Silomajs	15	340	4	84	163	2
603	1	1990	kvæg	1,3	Græs til slet	209	0	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	0	0		73	2
603	1	1993	kvæg	1,3	Vinterhvede, foderkorn	122	101	0	12	161	2
603	1	1994	kvæg	1,8	Foderroer	135	300	0	61	183	2
603	1	1995	kvæg	1,7	Korn, ærter modenhed	41	213	0	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	0	31	156	4
603	1	2000	kvæg	1,3	Helsæd, vårbyg	152	37	0	6	174	4
603	1	2001	kvæg	1,7	Helsæd, vårbyg/ært	0	0	0	0	218	17
603	1	2002	kvæg	1,5	Helsæd, vårbyg/ært	34	150	0	25	221	18
604	1	1990	kvæg	1,4	Vårbyg + udlæg, foderkorn	95	0	0		204	5
604	1	1991	kvæg	2,0	Vårbyg, foderkorn	81	49	0	0	97	2
604	1	1992	kvæg	1,1	Vårhvede, foderkorn	34	114	0	10	79	2
604	1	1993	kvæg	1,3	Fodermajs	27	268	0	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	0	32	126	4
604	1	1996	kvæg	1,3	Græs til afgræsning, 0-10 pct. kløver	146	217	0	22	191	2
604	1	1997	kvæg	1,5	Grønkorn	128	244	0	29	199	4
604	1	1998	kvæg	2,1	Grønkorn,_vårbyg	162	392	0	78	186	4
604	1	1999	kvæg	2,5	Kl.græs,_a_11-30	153	307	0	55	131	123
604	1	2000	kvæg	2,4	Grønkorn, vårbyg	94	239	0	42	145	4
604	1	2001	kvæg	2,3	Grønkorn, vårbyg	0	266	0	47	145	4
604	1	2002	kvæg	2,9	Grønkorn, vårbyg	45	205	0	36	132	4

St.	Jbnr	År	Brugstype	DE ha ⁻¹	Afgrøde	N-tilf.		P-tilf.		N-fjernet (kg ha ⁻¹)	N-fix (kg ha ⁻¹)
						(kg ha ⁻¹)	ha hu	(kg ha ⁻¹)	ha hu		
605	1	1990	kvæg	3,1	Helsæd	220	120	9	15	142	2
605	1	1991	kvæg	3,8	Græs til slet	284	376	0	48	290	67
605	1	1992	kvæg	1,7	Græs til slet	295	179	0	23	127	48
605	1	1993	kvæg	1,4	Sletgræs, 0-10 pct. kløver	243	188	0	24	217	64
605	1	1994	kvæg	1,6	Korn, ærter modenhed	120	120	0	15	149	80
605	1	1995	kvæg	1,7	Korn, ærter modenhed	112	229	0	30	169	76
605	1	1996	kvæg	1,3	Vårbyg, helsæd	81	65	0	10	142	2
605	1	1997	kvæg	2,0	Vårbyg + udlæg, helsæd	54	69	0	11	131	2
605	1	1998	kvæg	1,2	Grønkorn, vinterrug	134	163	0	30	152	4
605	1	1999	kvæg	1,3	Brak, flerårig	0	0	0	0	0	0
605	1	2000	kvæg	1,3	Brak, flerårig	0	0	0	0	0	5
605	1	2001	kvæg	0,7	Brak, flerårig	0	0	0	0	0	5
605	1	2002	plante	0	Brak, flerårig	0	0	0	0	0	5
606	1	1990	svin	0,3	Vårbyg, foderkorn	90	0	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	0	14		51	2
606	1	1993	svin	0,3	Vårbyg, foderkorn	107	0	12		89	2
606	1	1994	svin	0,3	Vårraps, industri	52	232	0	38	83	2
606	1	1995	svin	0,3	Vinterhvede, brød	76	202	0	48	148	2
606	1	1996	plante		Vinterbyg, foderkorn	75	164	0	26	108	2
606	1	1997	plante		Grønkorn	196	0	29		153	2
606	1	1998	kvæg	1,9	Kl.græs, a_0-10	174	191	8	31	129	2
606	1	1999	plante	0	Kl.græs, s+a_11-30	0	79	0	15	180	198
606	1	2000	plante	0	Grønkorn, vinterrug	0	201	0	39	162	4
606	1	2001	plante	0	Kl.græs, a_31-50	0	172	0	30	99	145
606	1	2002	kvæg	10	Helsæd, vårbyg/ært (øk	0	93	0	16	142	20
607	1	1990	kvæg	1,0	Græs til slet	199	0	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	0	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	0	196	0	55	113	5
607	1	1995	kvæg	1,3	Græs til afgræsning, 0-10 pct. kløver	213	108	10	14	223	2
607	1	1996	kvæg	1,3	Græs til afgræsning+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	0	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
607	1	2002	andet	2,0	Vårbyg m. græsudlæg	138	77	12	8	96	4
608	1	1990	kvæg	1,4	Græs til slet	135	0	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	0	0		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 afgræsning+slet, 0-10 pct. kløver	351	145	0	18	252	81

St.	Jbnr	År	Brugstype	DE ha ⁻¹	Afgrøde	N-tilf.		P-tilf.		N-fjernet (kg ha ⁻¹)	N-fix (kg ha ⁻¹)
						(kg ha ⁻¹)	ha hu	(kg ha ⁻¹)	ha hu		
608	1	1996	kvæg	1,9	Græs til afgræsning+slet, 0-10 pct. kløver	305	129	0	17	221	2
608	1	1997	kvæg	1,6	Græs til afgræsning+slet, 0-10 pct. kløver	204	265	0	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	0	45	166	2
608	1	2000	kvæg	2,1	Rent græs, s+a	180	146	0	24	218	2
608	1	2001	kvæg	2,1	Rent græs, s+a	331	193	0	33	267	2
608	1	2002	kvæg	2,1	Rent græs, s+a	185	314	0	56	174	2

Bilag 5.2

LOOP 1

St.	År	Nedbør mm	Afst. mm	Vand mm	N-udv. kg N ha ⁻¹	P-udv. kg P ha ⁻¹
102	9091	895	259		7	0,023
102	9192	723	154		11	
102	9293	613	124		97	
102	9394	995	413			0,022
102	9495	874	275		69	0,045
102	9596	448				0,049
102	9697	587	75		3	0,005
102	9798	703	205		46	0,009
102	9899	773	227		39	0,127
102	9900	858	143		9	0,002
102	0001	537	28		49	0,001
102	0102	909	301		64	0,026
103	9091	895	290		50	0,066
103	9192	723	155		19	
103	9293	613	143		38	
103	9394	995	425		75	0,012
103	9495	874	250		52	0,016
103	9596	448				0,016
103	9697	587	75		6	0,003
103	9798	703	199		23	0,004
103	9899	773	214		24	0,000
103	9900	858	153		15	0,010
103	0001	537			2	0,009
103	0102	909	274		32	0,014
104	9091	895	291		66	0,027
104	9192	723	143		54	
104	9293	613	140		69	0,013
104	9394	995	398			0,036
104	9495	874	219		42	0,013
104	9596	448				
104	9697	587	75		9	0,005
104	9798	703	174		39	0,011
104	9899	773	239		35	0,007
104	9900	858	126		7	
104	0001	537	50		19	
104	0102	909	233		28	0,047
105	9091	895	272		6	0,027
105	9192	723	159		16	0,007
105	9293	613	45		47	0,008
105	9394	995	410		2	0,018
105	9495	874	191		60	0,024
105	9596	448				
105	9697	587	78		9	0,002
105	9798	703	180		47	
105	9899	773	238		38	0,022
105	9900	858	147		13	0,010
105	0001	537				0,010
105	0102	909	242		50	0,016
106	9091	895	221		82	1,143
106	9192	723	112		52	0,514
106	9293	613	47			
106	9394	995	347		49	0,793

St.	År	Nedbør mm	Afst. mm	Vand mm	N-udv. kg N ha ⁻¹	P-udv. kg P ha ⁻¹
106	9495	874	234		76	1,107
106	9596	448				
106	9697	587				0,083
106	9798	703	166		27	0,792
106	9899	773	151		35	0,508
106	9900	858	105		87	
106	0001	537	2		10	0,023
106	0102	909	246		69	0,976
107	9495	874	277		40	0,003
107	9596	448				
107	9697	587	35		4	0,002
107	9798	703	172		27	0,011
107	9899	773	168			0,014
107	9900	858	182		17	
107	0001	537	38		2	0,001
107	0102	909	265		24	0,019

LOOP 2

St.	År	Nedbør mm	Afst. mm	Vand mm	N-udv. kg N ha ⁻¹	P-udv. kg P ha ⁻¹
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
201	0102	1061	537		128	0,015
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
202	0102	1061	607		171	0,022
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
203	0102	1061	581		55	0,076
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
204	0102	1061	543		23	0,018
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

St.	År	Nedbør mm	Afst. mm	Vand mm	N-udv. kg N ha ⁻¹	P-udv. kg P ha ⁻¹
205	9697	728	290		81	0,090
205	9798	860	395		67	0,099
205	9899	1065	586		68	0,043
205	9900	1112	560		127	0,044
205	0001	897	448		329	0,028
205	0102	1061	595		142	0,032
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
206	0102	1061	526		43	0,041

LOOP 3

St.	År	Nedbør mm	Afst. mm	Vand mm	N-udv. kg N ha ⁻¹	P-udv. kg P ha ⁻¹
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	1040	479		87	0,011
301	0001	611	174		68	0,005
301	0102	966	426		112	0,009
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	1040	493		9	0,111
302	0001	611	174		29	0,047
302	0102	966	442		26	0,189
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	1040	464		28	0,032
303	0001	611	174		16	0,015
303	0102	966	444		47	0,030
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	1040	488		13	0,017
304	0001	611	174		4	0,008
304	0102	966	456		24	0,016
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

St.	År	Nedbør mm	Afst. mm	Vand mm	N-udv. kg N ha ⁻¹	P-udv. kg P ha ⁻¹
305	9798	842	392		4	0,016
305	9899	1025	549		56	0,018
305	9900	1040	480		3	0,018
305	0001	611	231		1	0,010
305	0102	966	509		44	0,013

LOOP 4

St.	År	Nedbør mm	Afst. mm	Vand mm	N-udv. kg N ha ⁻¹	P-udv. kg P ha ⁻¹
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
401	0102	1024	511		40	0,214
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
402	0102	1024	495		46	0,078
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
403	0102	1024	496		101	0,027
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
404	0102	1024	443		52	0,023
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

St.	År	Nedbør mm	Afst. mm	Vand mm	N-udv. kg N ha ⁻¹	P-udv. kg P ha ⁻¹
405	9899	932	463		73	0,016
405	9900	1018	456		102	0,009
405	0001	687	193		22	0,006
405	0102	1024	497		74	0,018
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
406	0102	1024	486		100	0,039

LOOP 5

St.	År	Nedbør mm	Afst. mm	Vand mm	N-udv. kg N ha ⁻¹	P-udv. kg P ha ⁻¹
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
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 ⁻¹	P-udv. kg P ha ⁻¹
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
601	0102	1249	693		145	0,103
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
602	0102	1249	717		102	0,651
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
603	0102	1249	730		74	0,156
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
604	0102	1249	707		251	0,069
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

St.	År	Nedbør mm	Afst. mm	Vand mm	N-udv. kg N ha ⁻¹	P-udv. kg P ha ⁻¹
605	9798	1065	581		49	0,106
605	9899	1325	806		20	0,122
605	9900	1268	679		16	0,086
605	0001	948	468		123	0,072
605	0102	1249	690		47	0,438
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
606	0102	1249	664		6	0,121
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
607	0102	1249	713		89	0,257
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
608	0102	1249	687		145	0,039

Bilag 7.1

Oversigt over alle analyserede pesticider og nedbrydningsprodukter i Landovervågningen i perioden 1993-2002. Sorteret efter faldende fundhyppighed (Brüsch, 2003).

Landovervågning 1993-2002	Analyser			Indtag					Koncentration		
	antal	med fund	fund ≥0,1µg/l	med analyse	med fund		med fund ≥0,1µg/l		Gnst.	Median	Max.
		antal	antal	antal	antal	antal	%	antal	%	µg/l	µg/l
4-Nitrophenol	375	24	2	54	19	35,2	2	3,7	0,046	0,025	0,31
DEIA	331	70	18	43	14	32,6	5	11,6	0,125	0,034	1,7
Atrazin, deisopropyl-	715	75	19	94	20	21,3	8	8,5	0,079	0,028	0,45
Bentazon	784	59	1	103	21	20,4	1	1,0	0,020	0,010	0,19
AMPA	405	25	14	58	11	19,0	6	10,3	0,130	0,075	0,7
Glyphosat	408	20	11	58	9	15,5	7	12,1	0,380	0,130	2,6
Atrazin, deethyl-	738	84	13	100	15	15,0	2	2,0	0,047	0,020	0,219
Terbutylazin, deethyl-	413	14	5	57	6	10,5	1	1,8	0,285	0,023	2,1
Metamitron	697	17		95	10	10,5			0,009	0,005	0,032
Mechlorprop	1005	23		118	12	10,2			0,024	0,014	0,083
MCPA	1009	17		118	11	9,3			0,023	0,021	0,07
Isoproturon	802	28	4	103	9	8,7	3	2,9	0,086	0,023	1,07
Atrazin, hydroxy-	581	13		77	6	7,8			0,019	0,017	0,03
2,6-Dichlorbenzamid BAM	649	24	2	91	7	7,7	1	1,1	0,047	0,030	0,13
4CCP	20	1		13	1	7,7			0,066	0,066	0,066
Atrazin	1017	59	3	118	8	6,8	2	1,7	0,033	0,019	0,121
Dichlorprop	1009	10		118	8	6,8			0,015	0,014	0,038
Trichloreddikesyre	213	2	1	30	2	6,7	1	3,3	0,092	0,092	0,17
Maleinhydrazid	173	2		37	2	5,4			0,020	0,020	0,03
DNOC	1005	7	1	118	6	5,1	1	0,8	0,036	0,016	0,1
Metribuzin	488	3		63	3	4,8			0,030	0,019	0,06
Pirimicarb	491	3		65	3	4,6			0,012	0,006	0,023
2,4-D	974	5	1	111	5	4,5	1	0,9	0,044	0,016	0,124
Propyzamid	86	1	1	23	1	4,3	1	4,3	0,113	0,113	0,113
Hexazinon	662	3		77	3	3,9			0,038	0,040	0,067
Dinoseb	1005	4	1	118	4	3,4	1	0,8	0,035	0,007	0,12
Pendimethalin	568	3		67	2	3,0			0,025	0,025	0,04
Diuron	565	2		77	2	2,6			0,013	0,013	0,015
Simazin	1004	33		118	3	2,5			0,030	0,030	0,05
Cyanazin	732	2		99	2	2,0			0,022	0,022	0,024
Lenacil	414	1		54	1	1,9			0,030	0,030	0,03
Ethofumesat	466	2	1	56	1	1,8	1	1,8	39,012	39,012	78
Bromoxynil	489	1		65	1	1,5			0,050	0,050	0,05
Terbutylazin	698	8	5	99	1	1,0	1	1,0	0,268	0,108	1,4
Carbofuran	685	1		100	1	1,0			0,030	0,030	0,03
2,3,6-TCBA	55			9							
2,4,5-T	55			9							
2,4,5-trichlorphenol	5			5							
2,4-DB	79			23							
2,6-D	55			9							
2,6-DCPP	102			34							
2,6-dichlorebnzosyre	55			9							
2C6MPP	5			5							

Landovervågning 1993-2002	Analyser			Indtag					Koncentration		
	antal	med fund antal	fund ≥0,1µg/l antal	med analyse antal	med fund		med fund ≥0,1µg/l		Gnst.	Median	Max.
		antal	antal	antal	antal	%	antal	%	µg/l	µg/l	µg/l
2CCP	34			13							
2CPA	5			5							
2-M-4,6-DCPA	55			9							
2-M-4,6-DCPP	55			9							
2-M-6-CPA	55			9							
Alachlor	183			57							
Aldicarb	24			14							
Benazolin	12			6							
Benazolin-ethyl	72			20							
Carbofuran, hydroxy-	440			60							
Chloridazon	503			74							
Chlorpyrifos	58			9							
Chlorsulfuron	396			55							
Clopyralid	59			10							
Cypermethrin	5			5							
Dalapon	275			40							
Diazinon	58			9							
Dicamba	83			23							
Dichlobenil	531			66							
Dimethoat	678			91							
Dinoterb	75			22							
Ethylentiurea	383			43							
Fenpropimorph	469			59							
Flamprop	72			20							
Fluazifop	72			20							
Fluazifop-butyl	11			8							
Heptenophos	69			29							
Ioxynil	513			72							
Isoxaben	24			14							
Linuron	229			61							
MCPB	55			9							
Metazachlor	132			54							
Methabenzthiazuron	101			41							
Metsulfuron methyl	396			55							
Omethoat	46			9							
Parathion	28			16							
Phenmedipham	5			5							
Prochloraz	86			23							
Propazin	5			5							
Propiconazol	492			65							
Propoxur	24			14							
Simazin, hydroxy	349			51							
Terbutylazin, hydroxy-	23			14							
Thifensulfuron methyl	17			11							
Triadimenol	86			23							
Triasulfuron	17			11							

Bilag 8.1 Metodebeskrivelse

Kvælstoftab til vandløb via langsomt tilstrømmende vand.

Skønnet af hvor stort et kvælstoftab, 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 kvælstoftabet 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 9).

Samlet kvælstoftab til vandløb

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

Hvorfor estimerer vi *det samlede kvælstoftab* 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 kvælstoftabet 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 hovedvandløb (*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 (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.

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 fin-

des et sammenhængende sandlag. De dominerende jordtyper i oplandet 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 Tværmosse 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. Vandmiljøplaner

De gennemførte foranstaltninger til begrænsning af landbrugets næringsstofforurening 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 gærdbidraget, 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 gærdbidraget, 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 gødskningspraksis 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 tildeling af kvælstof til afgrøderne, krav til udnyttelsen af husdyrgødningen og skærpede regler for udbringning af husdyrgødningen fra driftsåret 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 skulle foretage en midtvejsevaluering i 1999/2000. Ved denne Midtvejsevaluering, der indeholdt en prognose for udviklingen frem til 2003, forventedes 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 Fødevareministeriets 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*).

Tabel 1. Justeringer af Vandmiljøplan II, ved midtvejsevalueringen.

	Reduktion i udvaskning kg N ha ⁻¹ 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
Vejsøvej 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

Afdeling for Vildtbiologi og Biodiversitet

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

2002

- Nr. 426: Statistisk optimering af monitoringsprogrammer på miljøområdet. Eksempler fra NOVA-2003. Af Larsen, S.E., Jensen, C. & Carstensen, J. 195 s. (elektronisk)
- Nr. 427: Air Quality Monitoring Programme. Annual Summary for 2001. By Kemp, K. & Palmgren, F. 32 pp. (electronic)

2003

- Nr. 428: Vildtbestande, jagt og jagttider i Danmark 2002. En biologisk vurdering af jagtens bæredygtighed som grundlag for jagttidsrevisionen 2003. Af Bregnballe, T. et al. 227 s. (elektronisk)
- Nr. 429: Movements of Seals from Rødsand Seal Sanctuary Monitored by Satellite Telemetry. Relative Importance of the Nysted Offshore Wind Farm Area to the Seals. By Dietz, R. et al. 44 pp. (electronic)
- Nr. 430: Undersøgelse af miljøfremmede stoffer i gylle. Af Schwærter, R.C. & Grant, R. 60 s. (elektronisk)
- Nr. 432: Metoder til miljøkonsekvensvurdering af økonomisk politik. Af Møller, F. 65 s. (elektronisk)
- Nr. 433: Luftforurening med partikler i København. En oversigt. Af Palmgren, F., Wåhlin, P. & Loft, S. 77 s. (elektronisk)
- Nr. 434: Forsøgsprojekt Døstrup Dambrug. Resultater og konklusioner. Af Fjordback, C. et al. 270 s., 150,00 kr.
- Nr. 435: Preliminary Assessment based on AQ Modelling. Ploiesti Agglomeration in Romania. Assistance to Romania on Transposition and Implementation of the EU Ambient Air Quality Directives. By Jensen, S.S. et al. 53 pp. (electronic)
- Nr. 436: Naturplanlægning - et system til tilstandsvurdering i naturområder. Af Skov, F., Buttenschøn, R. & Clemmensen, K.B. 101 s. (elektronisk)
- Nr. 437: Naturen i hverdagslivsperspektiv. En kvalitativ interviewundersøgelse af forskellige danskeres forhold til naturen. Af Læssøe, J. & Iversen, T.L. 106 s. (elektronisk)
- Nr. 438: Havterne i Grønland. Status og undersøgelser. Af Egevang, C. & Boertmann, D. 69 s. (elektronisk)
- Nr. 439: Anvendelse af genmodificerede planter. Velfærdsøkonomisk vurdering og etiske aspekter. Af Møller, F. 57 s. (elektronisk)
- Nr. 440: Thermal Animal Detection System (TADS). Development of a Method for Estimating Collision Frequency of Migrating Birds at Offshore Wind Turbines. By Desholm, M. 25 pp. (electronic)
- Nr. 441: Næringsstofbalancer på udvalgte bedrifter i Landovervågningen. Af Hansen, T.V. & Grant, R. 26s. (elektronisk)
- Nr. 442: Emissionsfaktorer og emissionsopgørelse for decentral kraftvarme. Eltra PSO projekt 3141. Kortlægning af emissioner fra decentrale kraftvarmeværker. Delrapport 6. Af Nielsen, M. & Illerup, J.B. 113 s. (elektronisk)
- Nr. 443: Miljøøkonomisk analyse af skovrejsning og braklægning som strategier til drikkevandsbeskyttelse. Af Schou, J.S. 43 s. (elektronisk)
- Nr. 444: Tungmetaller i tang og musling ved Ivittuut 2001. Af Johansen, P. & Asmund, G. 32 s. (elektronisk)
- Nr. 445: Modeller til beskrivelse af iltsvind. Analyse af data fra 2002. Af Carstensen, J. & Erichsen, A.C. 60 s. (elektronisk)
- Nr. 447: Modelanalyser af mobilitet og miljø. Slutrapport fra TRANS og AMOR II. Af Christensen, L. & Gudmundsson, H. 114 s. (elektronisk)
- Nr. 448: Newcastle Disease i vilde fugle. En gennemgang af litteraturen med henblik på at udpege mulige smitekilder for dansk fjerkræ. Af Therkildsen, O.R. 61 s. (elektronisk)
- Nr. 449: Marin recipientundersøgelse ved Thule Air Base 2002. Af Glahder, C.M. et al. 143 s. (elektronisk)
- Nr. 450: Air Quality Monitoring Programme. Annual Summary for 2002. By Kemp, K. & Palmgren, F. 36 pp. (electronic)
- Nr. 451: Effekter på havbunden ved passage af højhastighedsfærger. Af Dahl, K. & Kofoed-Hansen, H. 33 s. (elektronisk)
- Nr. 452: Vingeindsamling fra jagtsæsonen 2002/03 i Danmark. Wing Survey from the 2002/03 Hunting Season in Denmark. Af Clausager, I. 66 s.
- Nr. 453: Tålegrænser for kvælstof for Idom Hede, Ringkøbing Amt. Af Nielsen, K.E. & Bak, J.L. 48 s. (elektronisk)
- Nr. 454: Naturintegration i Vandmiljøplan III. Beskrivelse af tiltag der, ud over at mindske tilførsel af næringsstoffer fra landbrugsdrift til vandområder, også på anden vis kan øge akvatiske og terrestriske naturværdier. Af Andersen, J.M. et al. 67 s. (elektronisk)
- Nr. 455: Kvantificering af næringsstoffers transport fra kilde til recipient samt effekt i vandmiljøet. Modeltyper og deres anvendelse illustreret ved eksempler. Nielsen, K. et al. 114 s. (elektronisk)
- Nr. 456: Opgørelse af skadevirkninger på bundfaunaen efter iltsvindet i 2002 i de indre danske farvande. Af Hansen, J.L.S. & Josefson, A.B. 32 s. (elektronisk)
- Nr. 457: Kriterier for gunstig bevaringsstatus. Naturtyper og arter omfattet af EF-habitatdirektivet & fugle omfattet af EF-fuglebeskyttelsesdirektivet. Af Søgaard, B. et al. 2. udg. 460 s. (elektronisk)
- Nr. 458: Udviklingen i Vest Stadil Fjord 2001-2002. Af Søndergaard, M. et al. 25 s. (elektronisk)
- Nr. 459: Miljøøkonomiske beregningspriser. Forprojekt. Af Andersen, M.S. & Strange, N. 88 s. (elektronisk)
- Nr. 460: Aerosols in Danish Air (AIDA). Mid-term report 2000-2002. By Palmgren, F. et al. 92 pp. (electronic)

[Tom side]

Danmarks Miljøundersøgelser
Miljøministeriet

ISBN 87-7772-770-3
ISSN 1600-0048