



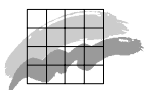
Danmarks Miljøundersøgelser
Miljøministeriet

NOVA 2003

Landovervågningsoplande 2003

Faglig rapport fra DMU, nr. 514

[Tom side]



Danmarks Miljøundersøgelser
Miljøministeriet

NOVA 2003

Landovervågningsoplande 2003

*Faglig rapport fra DMU, nr. 514
2004*

Ruth Grant

Gitte Blicher-Mathiesen

Pia Grewy Jensen

Morten Lauge Pedersen

Bente Clausen

Danmarks Miljøundersøgelser

Per Rasmussen

Danmarks og Grønlands Geologiske Undersøgelse

Datablad

Titel:	Landovervågningsoplande 2003
Undertitel:	NOVA 2003
Forfattere:	Ruth Grant ¹ , Gitte Blicher-Mathiesen ¹ , Pia Grewy Jensen ¹ , Morten Lauge Pedersen ¹ , Bente Clausen ¹ , Per Rasmussen ²
Afdelinger:	¹ Afdeling for Ferskvandsøkologi ² Danmarks & Grønlands Geologiske Undersøgelse
Serietitel og nummer:	Faglig rapport fra DMU nr. 514
Udgiver:	Danmarks Miljøundersøgelser© Miljøministeriet
URL:	http://www.dmu.dk
Udgivelsestidspunkt:	December 2004
Redaktionen afsluttet:	November 2004
Faglig kommentering:	Amterne i Danmark
Finansiell støtte:	Ingen ekstern finansiering
Bedes citeret:	Grant, R., Blicher-Mathiesen, G., Jensen, P.G., Pedersen, M.L., Clausen, B. & Rasmussen, P. 2004: Landovervågningsoplande 2003. NOVA 2003. Danmarks Miljøundersøgelser. 118 s. - Faglig rapport fra DMU nr. 514 http://faglige-rapporter.dmu.dk Gengivelse tilladt med tydelig kildeangivelse.
Emneord:	Landovervågningsoplande, miljøtilstand, overvågning
Layout: Tegninger:	Hanne Kjellerup Hansen Grafisk værksted, Silkeborg
ISBN:	87-7772-838-6
ISSN (elektronisk):	1600-0048
Sideantal:	118
Internet-version:	Rapporten findes kun som PDF-fil på DMU's hjemmeside http://www2.dmu.dk/1_viden/2_Publikationer/3_fagrapporter/rapporter/FR514.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 Rentemestervej 8 2400 København NV Tel. 70 12 02 11 frontlinien@frontlinien.dk www.frontlinien.dk

Indhold

Resumé 7

- Konklusion 7
- Landovervågningsprogrammet 7
- Vandmiljøplanerne 7
- Kvælstof 9
- Fosfor 12
- Pesticider 13

1 Landovervågningsprogrammet 15

2 Nedbørs- og temperaturforhold i oplandene og på landsplan 17

- Temperatur 17
- Nedbør 17

3 Kvælstofanvendelse i landbruget 19

- 3.1 Handlingsplaner 19
- 3.2 Husdyrtæthed i hele landet og i landovervågningsoplandene 20
- 3.3 Gødningsforbrug og N-behov i hele landet 20
- 3.4 Markbalancer for kvælstof i hele landet og i landovervågningsoplandene 21
- 3.5 Grønne marker og efterafgrøder 23
- 3.6 Håndtering af husdyrgødning 24
- 3.7 Gødningstildeling til afgrøderne i 2003 24
- 3.8 Udnyttelse af husdyrgødning 24
- 3.9 Forbrug af kvælstof i forhold til bedriftenes N-kvote 26

4 Kvælstof i rodzonevand, drænvand og øvre grundvand – målinger 28

- 4.1 Kvælstofformer i jordvandet 28
- 4.2 Udvikling i målt kvælstofudvaskning 28
- 4.3 Målt kvælstofudvaskning i relation til lokalitet og landbrugsdrift 30
- 4.4 Målt kvælstoftransport fra dræn 31
- 4.5 Kvælstof i det øvre grundvand 32
- 4.6 Sammenhæng mellem nitratindhold i jordvand og i det øvre grundvand 34

5 Kvælstofudvaskning fra rodzonen - modelberegnet 35

- 5.1 N-LES3 modellen 35
- 5.2 Resultat af modelberegningen 37

6 Kvælstofafstrømning til vandløb 39

- 6.1 Vandafstrømning fra lerede og sandende oplande 39
- 6.2 Koncentration af kvælstof 40
- 6.3 Tab af kvælstof fra oplandene 41

7 Kvælstofkredsløbet i landbrugsøkosystemer 45

- 7.1 Koncentrationsprofilen i det hydrologiske kredsløb 45
- 7.2 Kvælstoftransporter i det hydrologiske kredsløb 46

8	Fosforanvendelse i landbruget	48
8.1	Fosfor – gødningsforbrug for hele landet og i landovervågningsoplandene	48
9	Fosfor i rodzonevand, drænvand og øvre grundvand - målinger	50
9.1	Måleprogram	50
9.2	Fosforudvaskning fra rodzonen til grundvand	50
9.3	Fosfortransport fra dræn til overfladevand	51
9.4	Fosfor i det øvre grundvand	53
10	Fosforafstrømning til vandløb	55
10.1	Koncentration af fosfor	55
10.2	Tab af fosfor fra oplandene	57
11	Fosforkredsløbet i landbrugsøkosystemer	59
11.1	Fosforoverskud og tab til overfladevand	59
11.2	Fosforkoncentrationer i de forskellige dele af det hydrologiske kredsløb	60
12	Pesticidanvendelse i landbruget	61
12.1	Pesticidhandlingsplaner	61
12.2	Opgørelsesmetoder	61
12.3	Behandlingshyppighed på landsplan	61
12.4	Behandlingsindeks og aktiv stoffer i landovervågningsoplandene	63
12.5	Sprøjtetidspunkter	65
13	Pesticider og nedbrydningsprodukter i det øvre grundvand	66
13.1	Fundprocenter af pesticider i grundvandsindtag	66
13.2	Hyppigst forekomne stoffer	67
14	Uorganiske sporstoffer og organiske mikroforureninger i det øvre grundvand	70
14.1	Fund af uorganiske sporstoffer i det øvre grundvand	70
14.2	Fund af organiske mikroforureninger i det øvre grundvand	71
Referencer 73		
Bilag		
Bilag 1.1	Markbalance for kvælstof i 1000 tons fra 1985 til 2003	77
Bilag 1.2	Markbalance for kvælstof i kg N/ha fra 1985 til 2003	77
Bilag 1.3	Markbalance for fosfor i 1000 tons P for hele landet fra 1985 til 2003	78
Bilag 1.4	Markbalance for fosfor i kg P/ha for hele landet fra 1985 til 2002	78
Bilag 2.1	Udvikling i kvælstofbalance for marken i landovervågningsoplandene	79
Bilag 2.2	Kvælstof- og fosforbalancer i landovervågningsoplandene, opdelt på brugstyper og husdyrtætheder	80
Bilag 3	Opgørelsesmetoder til markbalancer og N-kvoter	81
Bilag 4	Regler for landbrugets dyrkning af afgrøder og anvendelse af gødning	83
Bilag 5.1	Landbrugsdrift på stationsmarkerne i landovervågningsoplandene	85

Bilag 5.2	Kvælstof- og fosforudvaskning fra rodzonen på stationsmarkerne i landovervågningen	98
Bilag 7.1	Metodebeskrivelse	109
	Kvælstoftab til vandløb via langsomt tilstrømmende vand	109
Bilag 7.2	Metodebeskrivelse	110
	Opgørelse af kvælstof og fosfor tab	110
Bilag 8	Pesticidanvendelse i landovervågningsoplandene	111
	Aktiv stoffer i 2003	112
Appendiks 1.	Beskrivelse af oplandene	113
Appendiks 2.	Vandmiljøhandlingsplaner	115
Appendix 3.	Pesticidhandlingsplaner	118

Danmarks Miljøundersøgelser

Faglige rapporter fra DMU

[Tom side]

Resumé

Konklusion

På landsplan er handelsgødningsforbruget reduceret med 50 % i perioden fra 1990 til 2003, mens kvælstofoverskuddet i markbalancen er reduceret med ca. 34 %. Modelberegninger for landovervågningsoplandene har vist, at kvælstofudvaskningen fra landbrugsarealerne er reduceret med 46 % fra 1990 til 2003. Målinger har ligeledes vist at kvælstofkoncentrationerne i rodzonevandet er faldet ca. 38-50 %. Spredningen på tallene er imidlertid meget stor. I Ferskvandsovervågningen er der for vandløb i dyrkede oplande beregnet et generelt fald i kvælstoftransporten på ca. 35 % siden 1989.

I 2003 blev der foretaget en slutevaluering af Vandmiljøplan II. I Evalueringen blev der udarbejdet en prognose for kvælstofudvaskningen i 2002/2003. Herved blev den samlede forventning til reduktionen i kvælstofudvaskningen 48 % fra 1985 til 2003. Vandmiljøplanens målsætning om en 49 % reduktion i landbrugets udledning af kvælstof blev herved anset for at være opfyldt af forligspartierne bag VMPII..

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 2003 var 0,95 DE ha⁻¹ hvilket stort set var det samme som for hele landet (0,93 DE ha⁻¹). Oplandene vil dog ikke nødvendigvis i alle forhold være repræsentative for landet, men de kan betragtes som nogenlunde 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).

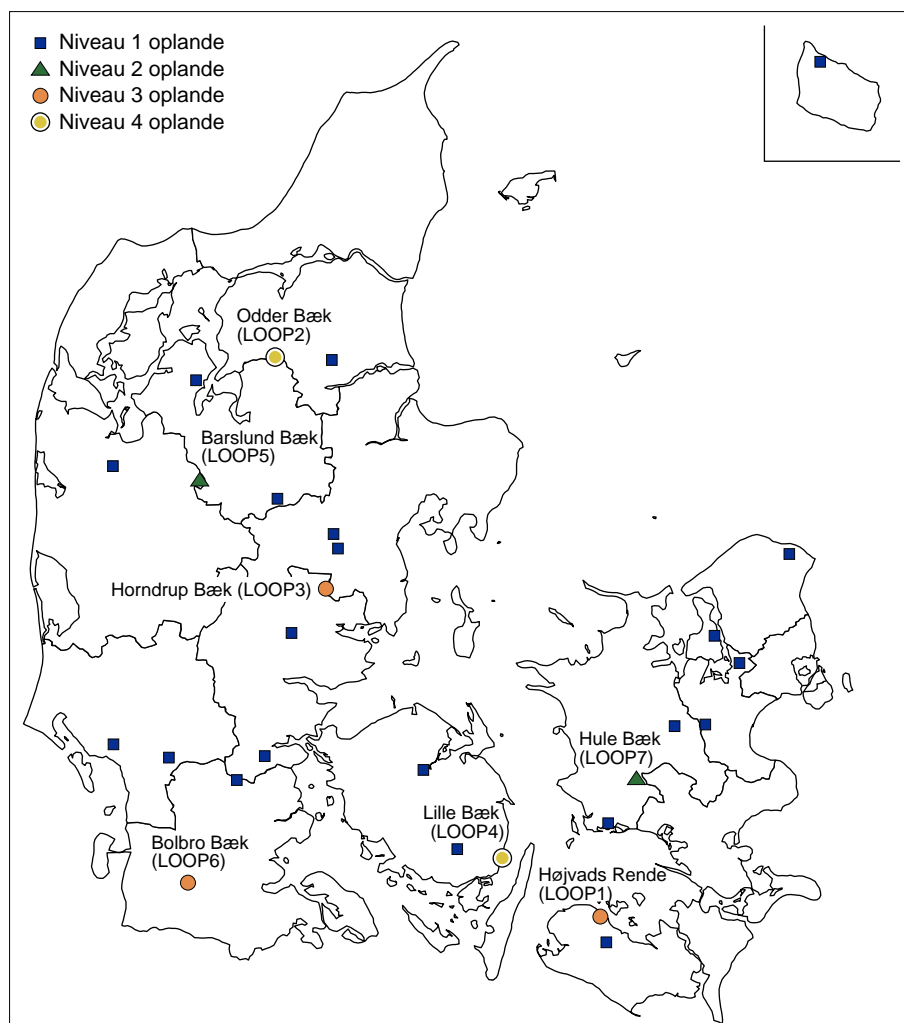
Vandmiljøplanerne

En række af handlingsplaner

Under vandmiljøplanerne er indført en række initiativer, som har medvirket til at nedbringe forbruget af kvælstof i handelsgødning. Herigennem er udvaskningen af kvælstof reduceret. 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 landovervågingsoplandenes placering.



LA04 – Fig. 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
Vandmiljøplan III, 2003	Øget krav til efterafgrøder, udnyttelse af husdyrgødning, vådområder, miljøvenlig jordbrugsdrift og skovrejsning

Kvælstof

N-overskud i marken reduceret med 34 % fra 1990 til 2003

Kvælstofanvendelse i landbruget

Handelsgødningsforbruget af kvælstof for hele landet er faldet fra 394.000 tons N i 1990 til 196.000 tons N i 2003. Kvælstof i husdyrgødning er faldet fra 244.000 til 237.000 tons N i samme periode. Mængderne af kvælstof fjernet fra markerne ved høst har varieret i perioden afhængig af årets høst. Overskuddet i markbalancen er herved faldet fra 375.000 tons N i 1990 til 247.000 tons N i 2003, en reduktion på 34 %.

En del af reduktionen skyldes, at der er taget landbrugsareal ud af drift. Opgøres overskuddet pr. arealenhed, er overskuddet reduceret med 31 % fra 1990 til 2003. I 2003 udgjorde overskuddet 93 kg N ha⁻¹.

Data fra landovervågningen har vist, at overskuddet af kvælstof er mindst for planteavlsbrug (52 kg ha⁻¹), større for svinebrug (79 kg ha⁻¹) og størst for kvægbrug (85 kg ha⁻¹). Endvidere stiger overskuddet med stigende husdyrtæthed.

Stor forbedring i anvendelsen af husdyrgødning. I 2003 udgør kvælstof i husdyrgødningen 40 % af N-kvoten.

Der har igennem overvågningsperioden været en markant forbedring af udnyttelsen af husdyrgødningen som følge af at opbevaringskapaciteten er øget, at stigende andel af gødningen udbringes om foråret og sommeren samt at der er taget forbedrede udbringningsteknikker i anvendelse (tabel 2). Dette har ført til, at husdyrgødningen i 2003 udgør ca. 40 % af afgrødernes N-kvote. Denne andel var ca. 4 % i 1990.

Tabel 2 Oversigt over udvikling i nøgleparametre for husdyrgødningsanvendelse i landovervågningen for 1990, 2002 og 2003.

	1990	2002	2003
9 måneders opbevaringskapacitet, % af dyreenheder	38	79	89
Forårsudbringning af husdyrgødning, % af total N i husdyrgødning	55	88	91
Udbringning med slæbeslanger eller nedfældning, % af total N i flydende husdyrgødning	8	77	84
Effektiv del af husdyrgødning ¹⁾ , % af total N i husdyrgødning	34	45	48

¹⁾ tabellagt værdi i forhold til gødningstype, udbringningsmetode, udbringningstidspunkt og afgrøden som gødningen gives til. Den effektive del svarer stort set til 1. års virkningen i udnyttelsen af husdyrgødningen.

Underforbrug af kvælstof på kvægbrugene i forhold til N-kvoten

Data fra landovervågningen viser, at der i 2003 var et underforbrug af kvælstofgødning på 35 % det konventionelt dyrkede areal (underforbruget er her defineret som tilførsel af 10 kg N ha⁻¹ mindre end kvoten). Underforbruget forekommer næsten udelukkende på kvægbrugene. Samlet set blev der for hele landet i 2002 og 2003 anvendt 10.000-25.000 tons N mindre end den teoretiske beregnede kvote til lader. Et underforbrug vil automatisk give høje udnyttelsesprocenter, hvilket betyder at kravet til udnyttelse kan strammes uden at landmanden reelt behøver at mindske gødningsforbruget.

I 2003 var der på landsplan vintergrønne marker på ca. 85 % af arealet. I landovervågningen har ca. halvdelen af det vintergrønne areal 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. I landovervågningen blev der i årene 2000-03 registreret efterafgrøder efter 6% reglen på henholdsvis 5,5 %, 6,4 %, 3,8 % og 3,9 % af efterafgrødegrundlaget (dvs. af det areal, hvor der kan dyrkes efterafgrøder). Fra 2002 blev der indført krav om at der i gødningsregnskabet skal indregnes en eftervirkning på 12 kg N ha⁻¹ efterafgrødeareal.

Udviklingstendenser i kvælstofindholdet i det hydrologiske krdsløb

N koncentrationer i rodzonevand reduceret 38-50 % fra 1990/91 til 2002/03

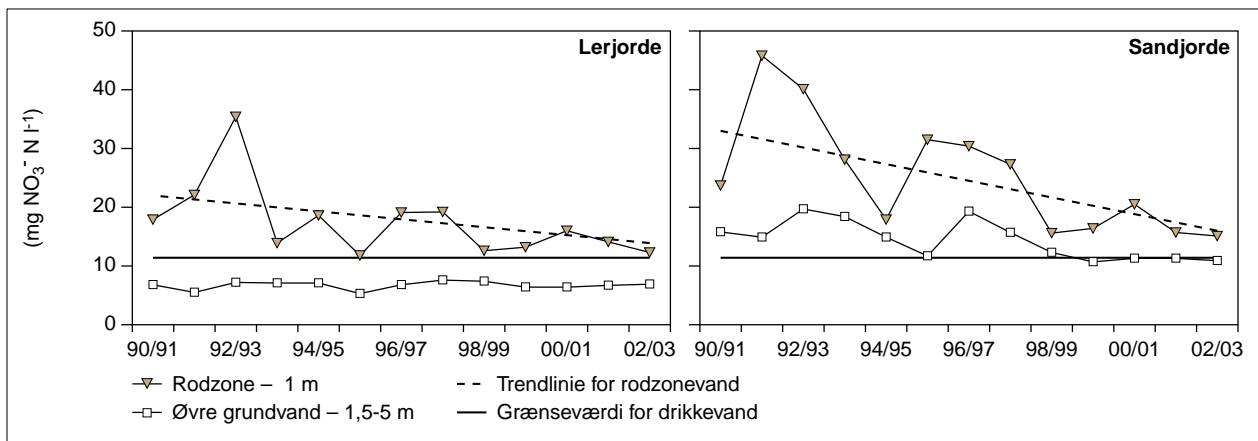
I Landovervågningen måles kvælstofkoncentrationerne i rodzonen på 18 stationsmarker i 3 lerjordsoplande og på 14 stationsmarker i 2 sandjordsoplande. Der er store årsvariationer afhængigt af de klimatiske forhold. En analyse af udviklingstendenser viser et statistisk signifikant fald i de årlige vandføringsvægtede kvælstofkoncentrationer på ca. 38 % for lerjordsoplandene og 50 % for sandjordsoplandene. Spredningen på tallene er imidlertid stor, og med 95 % sandsynlighed er reduktionen mellem 24 og 50 % for lerjordene og mellem 40 og 66 % for sandjordene.

I det øvre grundvand ses en reduktion i kvælstofkoncentrationen på sandjord, mens der ingen markant ændring ses for lerjord. Variationer i rodzonevandets kvælstofindhold følges af tilsvarende variationer i det øvre grundvand, blot med ca. et års forskydning og mere udjævnet i grundvandet.

N koncentrationerne i det øvre grundvand er på niveau med eller lavere end grænseværdien for drikkevand

Kvælstofkoncentrationen i rodzonevandet har i hele perioden ligget over EU's krav til drikkevand. Der er dog tendens til at koncentrationerne nærmer sig denne grænseværdi. Denitrifikationsprocesser i den umættede zone medfører lavere koncentrationer i det øvre grundvand. På lerjord har koncentrationerne i det øvre grundvand ligget under grænseværdien for drikkevand i hele perioden, og på sandjord har koncentrationerne siden 1999/00 ligget på niveau med grænseværdien for drikkevand (figur 2).

Kvælstofudvaskning fra hele det dyrkede areal i landovervågningsoplandene er 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 46 % i perioden fra 1990/91 til 2002/03.



LA04 - Fig. 2

Figur 2 Udviklingen i målte kvælstofkoncentrationer i perioden 1990/91 til 2002/03 for rodzonevand og det øvre grundvand i tre lerjord- og to sandjordsoplande.

N transport i vandløb reduceret 35 % fra 1989/90 til 2002/03

En statistisk analyse af de vandføringsvægtede kvælstofkoncentrationer i vandløbene i oplandene viser et fald, som er statistisk signifikant (95 %) i fire ud af de fem oplande. Reduktionen er i størrelsesordenen 25-45 % for perioden 1989/90-2002/03. I et større antal landbrugsdominerede oplande, i alt 63 oplande, i Ferskvandsovervågningen er der fundet et fald i kvælstoftransporterne i vandløbene på 35 % i samme periode.

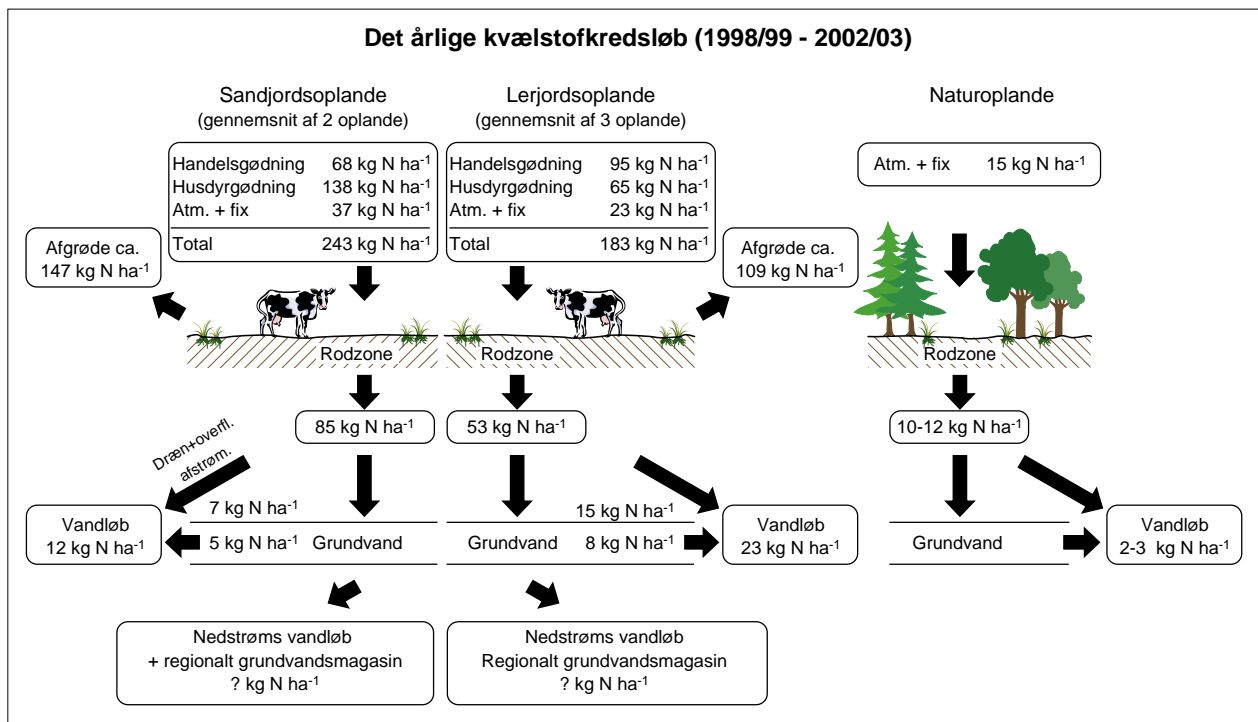
Kvælstoftransporter i det hydrologiske kredsløb

Kvælstofkredsløbet for de seneste 5 år, 1998/99-2002/03, er skitseret i figur 3. Den modelberegnete årlige kvælstofudvaskning fra rodzonen er 53 kg N ha⁻¹ på lerjorde og 85 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 (23 kg N ha⁻¹) end i sandjordsoplandene (henholdsvis 6 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 kan have været udsat for betydelig nitratreduktion.

Ovennævnte er et generelt mønster for oplandene i landovervågningen. Der kan være store forskelle mellem oplande. Således vil ikke alle sandjordsoplande være præget af samme grad af reduceret grundvand.

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.



LA04 - Fig. 3

Figur 3 Skematisering af kvælstofkredsløbet i henholdsvis dyrkede lerjords- og sandjordsoplande samt for naturoplande for de hydrologiske år 1998/99-2002/03 (og tilhørende landbrugspraksis 1998-02). Tilførsel og fraførsel af kvælstof er baseret på data fra interviewundersøgelsen og udvaskningen er modelberegnet 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.

Fosfor

Fosforanvendelse i landbruget

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 40.400 tons P i 1990 til 13.100 tons P i 2003, mens fosfortilførsel med husdyrgødning er omtrent uændret. Fosforoverskuddet i marken er herved faldet med 27 % i perioden og udgjorde i 2003 ca. 23.700 tons P, svarende til 9 kg P ha⁻¹.

Data fra landovervågningen har vist, at der på planteavlsbrugene blev tilført mindre fosfor end der blev fjernet med afgrøderne (overskud på -3,5 kg P ha⁻¹), mens der på kvægbrug og svinebrug blev tilført henholdsvis 5 og 12,2 kg P ha⁻¹ mere end der blev fjernet.

P overskud i marken reduceret 27 % fra 190 til 2003

Generelt lave P koncentrationer i jordvand og øvre grundvand

- men høje koncentrationer på nogle lokaliteter og i nogle år

Ophobning af P i jorden ved overskudstilførsel

Tab af fosfor til overfladevand ved erosion, drænvandstab og fra spredt bebyggelse - jordvand og grundvand kan også bidrage, omfanget heraf er ikke kendt

Reduktionsmål for salg af pesticider og behandlingshyppighed

Behandlingshyppighed i 2003 på 2,2

Fosfor i vandmiljøet

Ved $\frac{3}{4}$ af jordvandsstationerne har de gennemsnitlige koncentrationer af opløst ortho-P ligget på 0,006-0,021 mg P l⁻¹, mens der ved $\frac{1}{4}$ af stationerne har været koncentrationer på 0,2-0,5 mg P l⁻¹ i nogle få år eller i hele perioden.

I det øvre grundvand har mediankoncentrationen af ortho-P ligget på mindre end 0,01-0,012 mg P l⁻¹, mens mediankoncentrationen af total P har ligget på 0,019-0,085. I 5-10 % af alle grundvandsanalyserne har der været markant højere fosforindhold, over 0,1 mg P l⁻¹.

Tab af fosfor til vandløbene har i gennemsnit for perioden 1990-2003 udgjort 0,19-0,55 kg P ha⁻¹ pr år for landovervågningsoplandene. Det er altså kun en lille del af nettotilførslen, der tabes til overfladevand. Den øvrige del ophobes i overfladejorden eller nedvaskes til dybere jordlag.

Fosfortabet til vandløb er lille i forhold til de fosformængder der tilføres i landbruget. Tabet øges imidlertid med stigende ophobning af fosfor i marken. Det skal understreges at det forøgede tab vil forekomme i lang tid efter at overskudstilførslen er ophørt, og at de koncentrationer, der forekommer i vandløbene i dag (0,080-0,190 mg total P l⁻¹), kan give anledning til eutrofiering i søerne.

Tab af fosfor til vandløbene skyldes erosion fra marker og brinker, drænvandstab samt udledninger fra spredt bebyggelse. Det kan imidlertid ikke udelukkes, at også udvaskning af fosfor med jordvand og grundvand kan bidrage til P tabet, idet der på nogle lokaliteter og i nogle år måles høje fosforkoncentrationer i disse medier.

I grundvandet er koncentrationen af total P betydeligt højere end koncentrationen af ortho-P. Dette kunne tyde på, at opløst organisk P i grundvandet også kan bidrage til tab af fosfor.

Pesticider

Pesticidanvendelse i landbruget

I Pesticidhandlingsplanen fra 1987 var kravet, at salget af aktive stoffer skulle halveres inden 1997 i forhold til referenceperioden 1981-85. Dette reduktionsmål blev på landsplan nået i 1999. I Pesticidhandlingsplanen fra 2003 blev der sat det mål, at behandlingshyppigheden skal reduceres fra 2,04 i 2002 til 1,7 inden 2009.

Behandlingshyppigheden er en teoretisk beregning, der foretages på baggrund af salgsstatistikken for pesticider, afgrødefordelingen og det dyrkede areal. I 2003 var behandlingshyppigheden på landsplan 2,2. I landovervågningen er der foretaget opgørelser over faktisk pesticidanvendelse på markerne. Her er behandlingsindeks i 2003 for de hyppigst dyrkede afgrøder (vinterkorn 2,1, vårkorn 1,4) meget lig behandlingshyppigheden på landsplan (vinterkorn 2,2, vårkorn 1,2).

Fund af pesticider i 69 % af undersøgte grundvandsindtag i det øvre grundvand

Der foretages analyse af pesticider i det øvre grundvand. I perioden 1998 til 2003 er der gennemført 808 analyser med fund af pesticider eller nedbrydningsprodukter i 267 analyser, hvoraf 60 overskred 0,1 µg l⁻¹. Vandprøverne er udtaget fra 75 indtag (placeret i højtliggende ungt grundvand under landbrugsmæssigt drevne marker), og der er én eller flere gange påvist pesticider eller nedbrydningsprodukter i 52 indtag svarende til ca. 69 % af de undersøgte indtag. Grænseværdien er overskredet én eller flere gange i 19 indtag svarende til ca. 25 %.

Der er især fundet triaziner og nedbrydningsprodukter heraf. Atrazin blev sidste gang anvendt lovligt i Danmark i 1994, men stoffet nedbrydes meget langsomt. Bentazon er fundet hyppigt i landovervågningsoplandene, men kun i ét tilfælde i koncentrationer over grænseværdien for drikkevand. Tilsvarende er glyphosat og glyphosats nedbrydningsprodukt, AMPA, fundet hyppigt.

Af interviewundersøgelsen fremgår at der af atrazin-lignende stoffer blev anvendt terbuthylazin på ca. 8 % af arealet i 2003. Tebutylazin indgik sammen med bentazon og glyphosat blandt de 15 stoffer, som blev anvendt i størst mængde i oplandene.

Grundvand – øvrig organisk mikroforurening og uorganiske sporstoffer

Som gennemsnit betragtet overskrider fundene af øvrige organiske mikroforureninger i det øvre grundvand i landovervågningsoplandene ikke de vejledende grænseværdier for drikkevand. Med hensyn til uorganiske sporstoffer er der for aluminium, bly, zink og nikkel en del overskridelser af grænseværdierne for drikkevand.

Uorganiske sporstoffer overvåges i terrænnært grundvand i landovervågningsområderne. Her ses overskridelser af grænseværdier for drikkevand i forhold til antal analyserede indtag på 8 % for arsen, 39 % for bly, 46 % for zink og 56 % for nikkel. I større vandværker med vandbehandling og velfungerende sandfiltre, tilbageholdes uorganiske sporstoffer i nogen grad, hvorfor overskridelser af grænseværdierne i grundvandet ikke nødvendigvis medfører en problematisk drikkevandskvalitet. For enkeltforsyninger og små fælles vandforsyninger uden vandbehandling kan sporstofferne derimod udgøre et kvalitetsproblem.

1 Landovervågningsprogrammet

Overvågning af landbrugsoplunde, 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 overvågningsoplunde med årlig kortlægning af landbrugspraksis, og der blev etableret yderligere 20 oplunde hvor landbrugspraksis kortlægges med års mellemrum (figur 1.1, appendix 1). Endvidere blev der i 1998 inkluderet miljøfremmede stoffer.

Undersøgelserprogrammet gennemføres af amterne og bestod i 2003 af følgende komponenter:

- Interviewundersøgelse blandt landmændene i oplandene, markniveau og ejendomsniveau
- Måleprogram for vandafstrømning og næringsstofkoncentrationer i samtlige dele af vandkredsløbet (5 oplunde); stationsnettet består af:
 - Jordvandsstationer
 - Drænstationer
 - Grundvandsstationer (øvre grundvand)
 - Vandløbsstationer.
- Måleprogram for uorganiske sporstoffer, pesticidindhold og andre miljøfremmede stoffer i det øvre grundvand (5 oplunde). Endvidere blev der gennemført et projekt med det formål at fastlægge den mest hensigtsmæssige strategi for udtagning af vandprøver til pesticidanalyse i vandløb og drænvand.

Arbejdsdeling

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

Denne rapport – særskilte notater

Undersøgelser af 'næringsstofbalancer på ejendomsniveau' 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 bliver projektet vedr. prøvetagningsstrategi afrapporteret i et særskilt notat. Endelig er undersøgelsen af 'miljøfremmede stoffer i gylle' fra 2001 rapporteret i Faglig Rapport fra DMU nr. 430 (2003).

Data fra Landovervågningen blev i 2003 anvendt i forbindelse med slutevalueringen af VMP II. Dette arbejde er offentliggjort på Danmarks Miljøundersøgelser's og Danmarks JordbrugsForskning's hjemmesider.

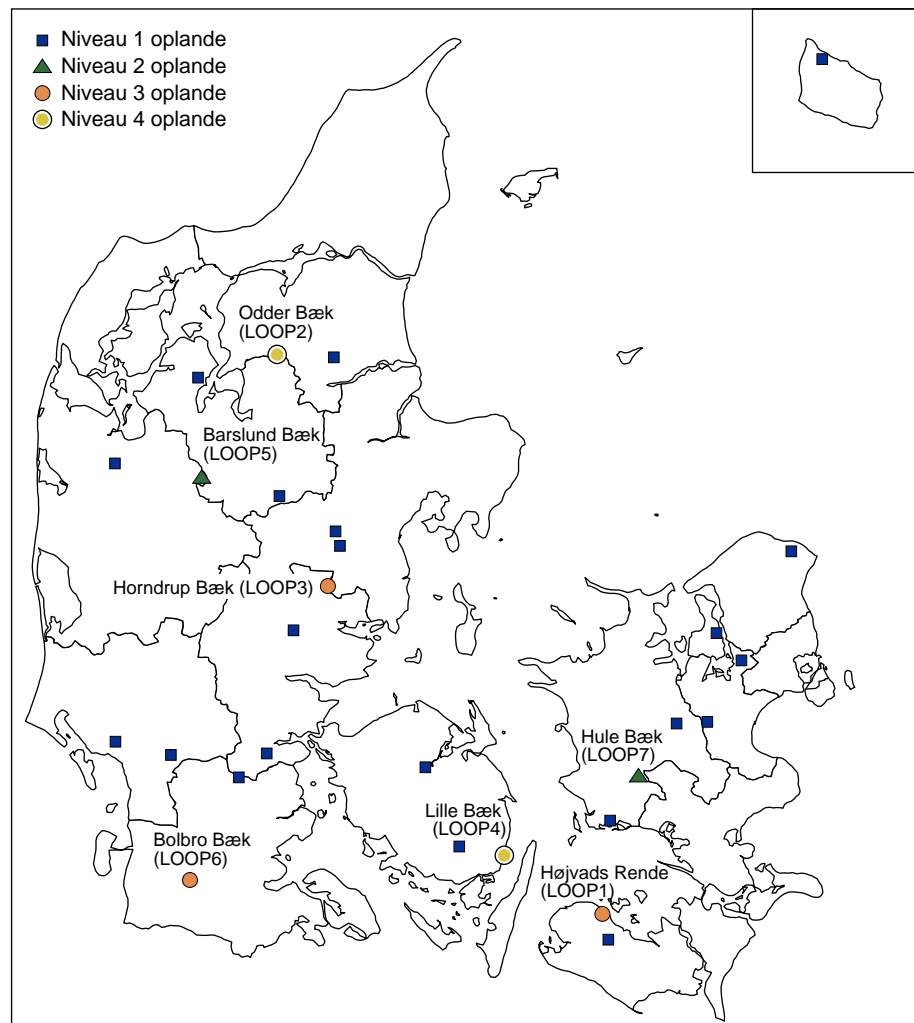
Figur 1.1 Oversigt over landovervågningsoplandenes beliggenhed.

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

2 Nedbørs- og temperaturforhold i oplandene og på landsplan

Temperaturen i vintermånederne har betydning for mineraliseringen af organisk bundet kvælstof i jorden. Jo højere temperatur, jo mere kvælstof kan der frigives. Temperatur og vindforhold er 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 næringsstoffer.

Nedbørsmængden er bestemmende for hvor meget vand der siver gennem jorden og har dermed afgørende betydning for den aktuelle udvaskning af næringsstoffer.

Temperatur

Temperaturforhold i 2003

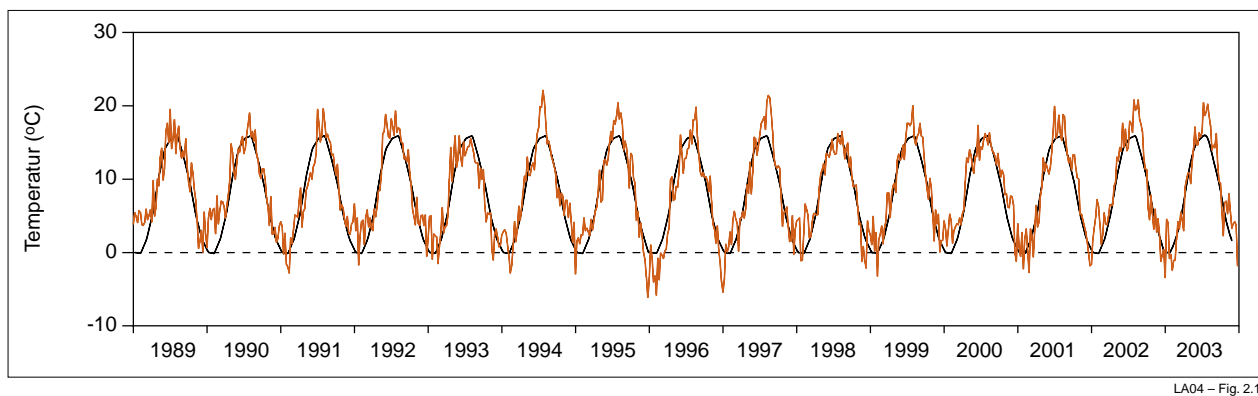
Med en årsmiddeltemperatur på 8,7 °C for landet som helhed blev 2003 1,0 °C varmere end normalgennemsnittet for 1961-1990 (Cappelen, 2004), men tæt på temperaturgennemsnittet på 8,5 °C for overvågningsperioden 1990-2003. Marts samt forårsmånederne april og maj var meget koldere, mellem 0,6 og 1,4 grader koldere end normaltemperaturerne for 1961-1990. Til gengæld var sommeren samt november og december en del varmere; 1,4-2,3 grader højere end normaltemperaturerne for disse måneder.

Nedbør

Nedbørsforhold i 2003

Nedbøren blev i gennemsnit for landet 630 mm mod normalt 712 mm, hvilket gør året til det tredje mest tørre år i overvågningsperioden (ukorrigerede værdier, Cappelen, 2004). April til juni var præget af forholdsvis meget nedbør, mens februar, marts samt perioden fra august til november var derimod forholdsvis tørre (Cappelen, 2004).

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 2003. Nedbøren i Nordjylland, Vejle/Århus, Vestsjælland og Storstrøm for det hydrologiske år 2002/2003 var tæt på gennemsnittet for overvågningsperioden, mens nedbøren i det hydrologiske år 2002/2003 var mindre for Ringkøbing/Viborg, Sønderjylland og Fyn end gennemsnittet for disse oplande i overvågningsperioden.



LA04 – Fig. 2.1

Figur 2.1 Middeltemperaturen for landet, beregnet på ugebasis for 1989-2003. 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 1990–2003 for oplandene samt gennemsnit for perioden

LOOP	Gns. 1990-2003	90/91	91/92	92/93	93/94	94/95	95/96	96/97	97/98	98/99	99/00	00/01	01/02	02/03
1. Storstrøm	742	895	721	613	994	873	448	587	704	773	858	537	910	731
4. Fyn	831	887	785	715	1040	1099	399	671	806	932	1018	687	1022	740
3. Vejle/Århus	901	985	851	806	1189	1168	530	779	842	1025	1040	599	978	916
7. Vestsjælland	805	870	799	683	1123	1001	446	574	762	872	902	680	946	809
2. Nordjylland	872	819	784	666	907	1024	499	728	860	1065	1112	897	1071	898
5. Ringkøbing/Viborg	988	1017	958	880	1048	1206	504	841	950	1137	1199	1043	1178	888
6. Sønderjylland	1071	1110	957	947	1271	1347	550	857	1065	1325	1268	948	1267	1009

3 Kvælstofanvendelse i landbruget

Hele landet og interviewundersøgelse i 7 landovervågningsoplande

I 7 små landbrugsdominerede vandløbsoplande på hver 5-15 km² foretages årlig interviewundersøgelse om landbrugspraksis (figur 1.1). I fem af oplandene udføres desuden målinger af næringstoftransport i samtlige dele af vandkredsløbet. Disse fem oplande har været med i hele undersøgelsesperioden og anvendes ved opgørelse af udviklingen i landbruget. Oplandene er udvalgt med henblik på at repræsentere landsgennemsnittet bedst muligt med hensyn til jordbund, klima og landbrugspraksis. Oplandene vil dog ikke nødvendigvis i alle forhold være repræsentative for landet, men de kan betragtes som nogenlunde repræsentative, hvad angår landbrugspraksis for de enkelte bedriftstyper.

I det følgende er vist en opgørelse af husdyrhold og næringsstof forbrug for hele landet og i landovervågningsoplandene. Endvidere er der foretaget en analyse af landbrugspraksis på baggrund af detaildata fra interviewundersøgelsen.

3.1 Handlingsplaner

En række af handlingsplaner

Under vandmiljøplanerne er indført en række initiativer, som har medført at forbruget af kvælstof i handelsgødning er reduceret (tabel 3.1). 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. I 2003 blev VMP III vedtaget.

Tabel 3.1 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
Vandmiljøplan III, 2003	Øget krav til efterafgrøder, udnyttelse af husdyrgødning, vådområder, miljøvenlig jordbrugsdrift og skovrejsning

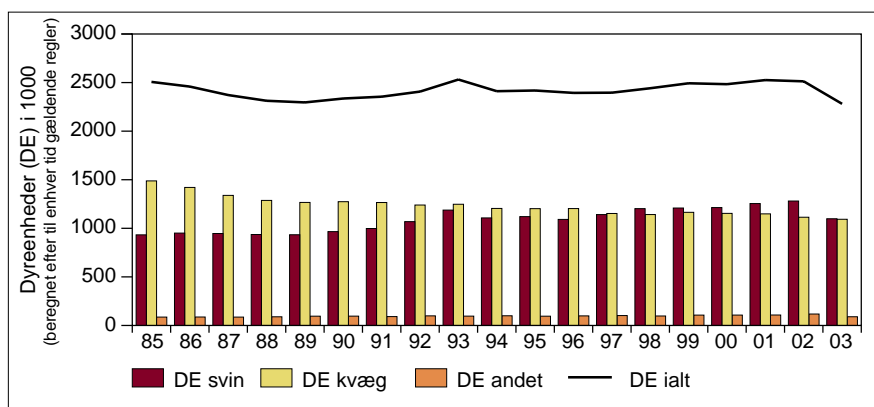
3.2 Husdyrtæthed i hele landet og i landovervågningsoplandene

Husdyrtætheden på 0,93 DE ha⁻¹ i hele landet i 2003

Antallet af dyreenheder på landsplan udgjorde i 2003 0,93 DE ha⁻¹. For 2002 var husdyrtætheden opgjort til 1,03 DE ha⁻¹. Forskellen skyldes dog alene at beregningsgrundlaget for en dyreenhed for svin blev ændret pr. 1. august 2002. Ved den gamle beregningsmetode ville husdyrtætheden for 2003 stadig være 1,03 DE ha⁻¹. For kvæg blev beregningsmetoden ændret pr. 1. august 1998. Dette gav anledning til en lille stigning i den opgjorte husdyrtæthed på 0,03 DE ha⁻¹.

Når der ses bort fra de ændringer der skyldes ændret beregningsmetode har det totale antal dyreenheder (DE) 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 (figur 3.1)

Figur 3.1 Udvikling i dyreenheder (DE) i 1000 for hele landet i perioden 1985 til 2003.



LA04 – Fig. 3.1

På grund af ændrede beregningsmetoder steg antallet af dyreenheder i 1999 med 82.000 DE, mens antallet af svine-dyreenheder faldt med 192.000 DE i 2003.

Husdyrtætheden i landovervågningsoplandene er meget tæt på landsgennemsnittet (tabel 3.2) og er ligesom for landet ca. 0,1 DE ha⁻¹ lavere i 2003 end i 2002 pga. af ændringer i beregningsmetoden for svin.

Tabel 3.2 Husdyrtæthed for de syv landovervågningsoplande og for Danmark i 2003

	DE ha ⁻¹
1. Storstrøm	0,13
7. Vestsjælland	0,39
4. Fyn	0,85
3. Vejle/Århus	1,30
2. Nordjylland	1,36
6. Sønderjylland	1,13
LOOP 1-4, 6	0,95
LOOP 1-4, 6, 7	0,86
Danmark	0,93

3.3 Gødningsforbrug og N-behov i hele landet

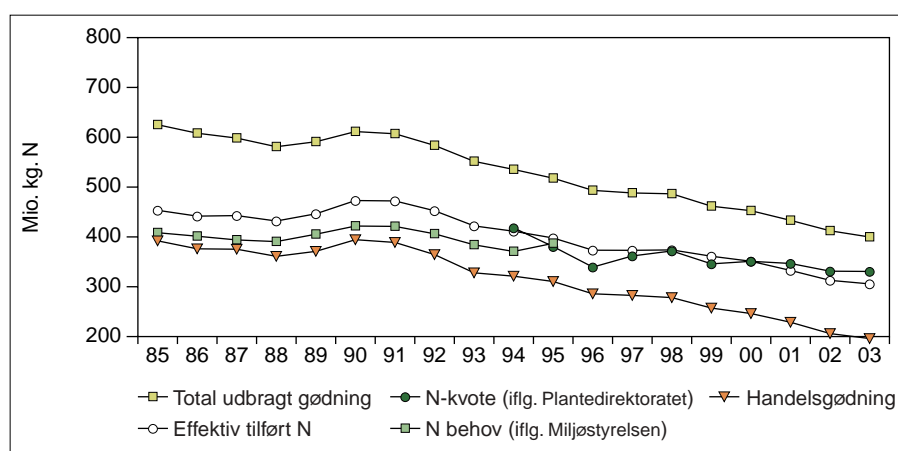
Den kvælstofmængde, der er tilgængelig for afgrøderne, angives som effektiv N og består dels af kvælstof fra handelsgødningen, dels af det kvælstof i husdyrgødningen, der umiddelbart kan udnyttes af planterne samt af det anslåede indhold af kvælstof i industriaffald og spildevandsslam, der kan udnyttes af planterne. I opgørelsen af effektiv N er nyttevirkningsprocenten, dvs. den procentdel af husdyrgødningen, som er tilgængelig for planterne. 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 45-48 %. Denne nyttevirkning er opgjort på baggrund af data fra Landovervågningsoplandene mht. husdyrgødningstype, udbringstidspunkter og afgrøden, som gødningen gives til (bilag 2).

Den totale udbragte kvælstofmængde, den effektive kvælstofmængde, landbrugets kvælstofkvote og kvælstof i handelsgødning er vist i figur 3.2. 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 forbruget af effektiv kvælstofgødning i de sidste tre år har været 10-25 mio. kg N mindre end den teoretisk beregnede landskvote.

Handelsgødning dækker i dag 60% af landbrugets kvælstofkvote

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.

Figur 3.2 Udviklingen i total og effektiv tildelt kvælstof, landbrugets kvælstofkvote og handelsgødningskvælstof for hele landet i perioden 1985 til 2003 (i husdyrgødningen tælles udbinding kun med efter 1999).



LA03 – Fig. 3.1

3.4 Markbalancer for kvælstof i hele landet og i landovervågningsoplandene

Opgørelsesmetode til markbalance

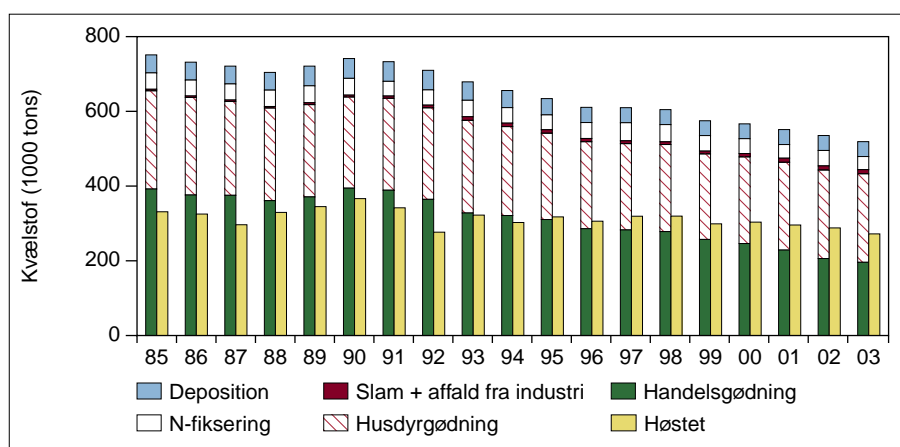
For at belyse tabspotentialt for kvælstof i forbindelse med landbrugsproduktion er der foretaget en opgørelse over input og output på markniveau for hele landet og i landovervågningsoplandene. Input består i denne sammenhæng af tilført kvælstof med handelsgødning og husdyrgødning inklusiv udbinding samt kvælstoffixering og atmosfærisk deposition. (se bilag 3 for opgørelsesmetoder til markbalancer)

N overskud på landsplan reduceret med 34% fra 1990 til 2003

Opgørelserne på landsplan er vist i figur 3.3 (datagrundlaget findes i bilag 1). Handelsgødningsforbruget er faldet markant siden 1990. Således viser data fra Danmarks Statistik, at handelsgødningsforbruget af kvælstof er faldet fra 394.000 tons N i 1990 til 196.000 tons N i 2003. Kvælstof i husdyrgødningen er faldet fra ca. 244.000 til 237.000 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 247.000 tons N i 2003, en reduktion på ca. 34 %.

En del af reduktionen skyldes, at der er taget landbrugsareal ud af drift. Opgøres overskuddet pr. arealenhed (dvs. i kg N pr ha) er overskuddet reduceret med 31 % fra 1990 til 2003.

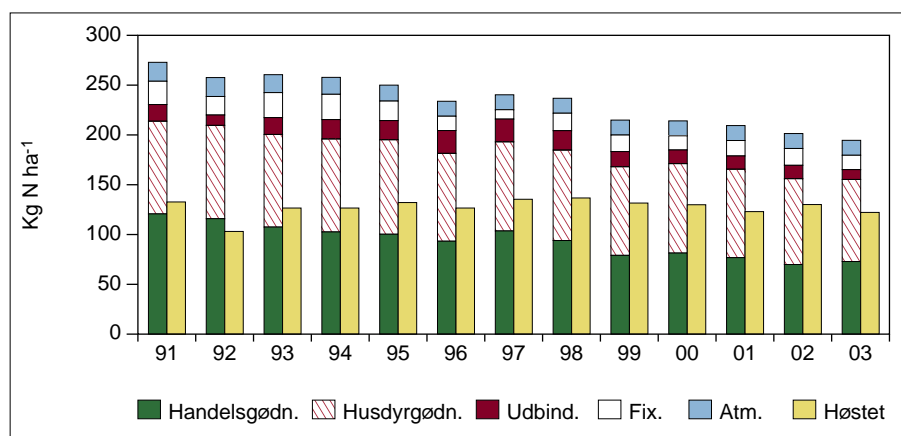
Figur 3.3 Udviklingen i tildelt kvælstof og høstet kvælstof for hele landbrugsarealet i Danmark, 1985 til 2003.



LA04 – Fig. 3.3

I landovervågningsoplandene er registreret en større reduktion i overskuddet (figur 3.4 og tabel 3.3). I begyndelsen af overvågningsperioden var husdyrgødningsmængden lidt større end på landsplan, mens handelsgødningsforbruget var lidt lavere. Samlet set var den totale kvælstoftilførsel lidt større end på landsplan. I 2003 svarede den totale kvælstof tilførsel i landovervågningsoplandene til tilførslen på landsplan. Der var imidlertid en noget større registreret høst i oplandene, hvilket især har givet anledning til en større reduktion i overskuddet.

Figur 3.4 Markbalance for kvælstof i landovervågningsoplandene 1-4, 6 for 1991-2003.



LA04 – Fig. 3.4

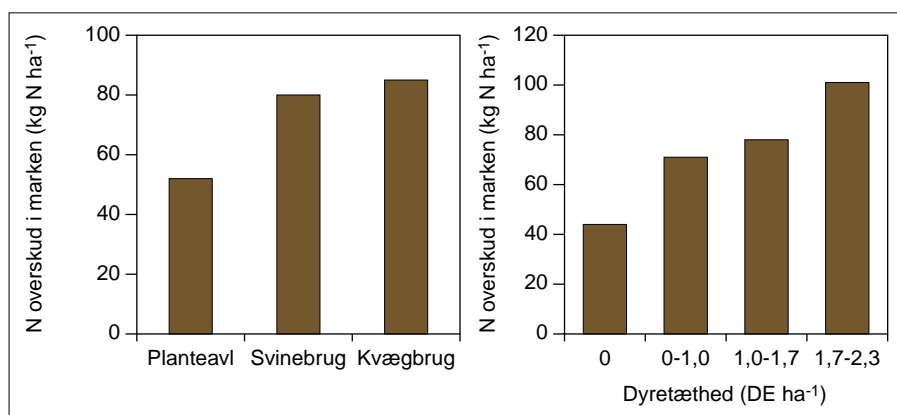
Tabel 3.3 Sammenligning af gødningsforbrug i landovervågningsoplandene og for hele landet

		Handelsgødn.	Husdyrgødn.+slam	N-fiks.	N-atm.	Total tilført	N høst	N overskud
		kg N ha ⁻¹						
1991	Hele landet	140	91	14	19	264	123	141
	LOOP	121	110	23	19	273	132	140
2003	Hele landet	74	91	15	15	195	102	93
	LOOP	73	92	14	15	194	122	72

N overskud i marken er størst for husdyrbrug og stiger med stigende husdyrtæthed

Figur 3.5 N overskud i marken for forskellige brugstyper grupperet med stigende husdyrtæthed, 2003

På baggrund af detaildata fra interviewundersøgelsen i 2003 er det fundet at kvælstofoverskuddet i marken er mindst for planteavlsbrug, større for svinebrug og størst for kvægbrug. Endvidere stiger overskuddet med stigende husdyrtæthed (figur 3.5). Datagrundlaget findes i bilag 2.



LA04 – Fig. 3.5

3.5 Grønne marker og efterafgrøder

Siden 1987 har der været krav om, at der skulle være vintergrønne marker på 65 % af arealet og fra 1999 endvidere krav om, at der skulle være efterafgrøder på 6 % af et nærmere defineret efterafgrødegrundlag (se bilag 4 mht. regelgrundlag).

Danmarks Statistik opgør, at der i perioden fra 1999-2003 har været vintergrønne marker på 85 % af arealet. I landovervågningsoplandene er der i samme periode registreret vintergrønne marker på gennemsnitlig 73 % af arealet. Cirka halvdelen af det vintergrønne areal i oplandene 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 vintermånedene.

Det implementerede areal med de såkaldte 6 % efterafgrøder på landsplan er opgjort i forbindelse med slutevaluering af VMP II på baggrund af landbrugets indberetning af gødningsregnskaber. For årene 2000, 2001 og 2002 var der efterafgrøder efter 6 % reglen på henholdsvis 9,3 %, 11,5 % og 6,5 % af efterafgrødegrundlaget (et nærmere defineret areal som kan dyrkes med efterafgrøder). I Plantedirektoratets kontrolrapporter for gødningsregnskab er der for de tilsvarende år registreret efterafgrøder uden gødningsnorm på henholdsvis 6,7 %, 5,1 % og 5,4 % af efterafgrødegrundlaget (Grant og Waagepetersen, 2003). I landovervågningsoplandene er der for de samme år registreret 6 % efterafgrøder på henholdsvis 5,5 %, 6,4 % og 3,8 % og i 2003 på 3,9 % af efterafgrødegrundlaget. Landovervågningsdataene er på samme niveau som Plantedirektoratets kontroldata, dog således at der i Landovervågningen er færre efterafgrøder efter 2002, hvor kravet om indregning af eftervirkning på 12 kg N ha⁻¹ efterafgrødeareal blev gennemført.

3.6 Håndtering af husdyrgødning

Gennem vandmiljøplanerne er der indført en række krav til landbruget vedr. husdyrgødningens anvendelse (se bilag 4 for gødningsregler).

Krav til opbevaringskapacitet har medført, at 89 % af dyreenhederne i landovervågningen i 2003 stod på ejendomme med 9 måneders opbevaringskapacitet eller derover. For hele landet udgjorde denne andel ca. 83 % i 2003. Forårs/sommer-udbringningen af den flydende husdyrgødning udgjorde i 2003 91 % af den samlede mængde husdyrgødnings-kvælstof. Udbringning af den flydende husdyrgødning med slæbeslanger eller ved nedfældning lå på 84 % (tabel 3.4).

Den forbedrede anvendelse af husdyrgødningen samt krav til udnyttelse af husdyrgødningen har ført til, at den effektive del af husdyrgødningen herved er steget fra 34 % i 1990 til 48 % i 2003. Forbedringerne har været størst i begyndelsen af perioden, men også fra 2002 til 2003 er der sket forbedringer (tabel 3.4).

Tabel 3.4 Oversigt over udvikling i nøgleparametre for husdyrgødningsanvendelse i landovervågningen for 1990, 2002 og 2003.

	1990	2002	2003
9 måneders opbevaringskapacitet, % af dyreenheder	38	79	89
Forårsudbringning af husdyrgødning, % af total N i husdyrgødning	55	88	91
Udbringning med slæbeslanger eller nedfældning, % af total N i flydende husdyrgødning	8	77	84
Effektiv del af husdyrgødning ¹⁾ , % af total N i husdyrgødning	34	45	48

1) tabellagt værdi i forhold til gødningstype, udbringningsmetode, udbringningstidspunkt og afgrøden som gødningen gives til. Den effektive del svarer stort set til 1. års virkningen i udnyttelsen af kvælstof i husdyrgødningen.

3.7 Gødningstildeling til afgrøderne i 2003

Til alle afgrødegrupper tildeles gennemsnitligt mindre kvælstof end normen for afgrøderne

Til alle afgrødegrupper tildeles gennemsnitlig mindre effektivt gødning end normen for afgrødegrupperne. Størst forskel er der for hedsæd+efterafgrøde, vedvarende græs og græs i omdrift. For alle afgrødegrupper er den gennemsnitlige kvælstoftilførsel mellem 12 og 100 kg N ha⁻¹ højere end fraførsel via høstet afgrøder.

3.8 Udnyttelse af husdyrgødning

Lovkrav til udnyttelse af kvælstof i husdyrgødning steg med 5 %-point i 2003

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.

Table 3.5 Oversigt over gødningsanvendelse til afgrødegrupper i fem landovervågningsoplande, 2003.

		Vår- korn	Vinter- korn	Korn med udlæg	Rodfrugt	Frø- afgrøder	Helsæd + ef- terafgr.	Græs i omdrift	Vedv. græs
Handelsgødning	(kg N ha ⁻¹)	64	110	93	86	84	50	64	45
Husdyrgødning	(kg N ha ⁻¹)	60	76	82	59	101	148	136	2
Udbinding	(kg N ha ⁻¹)	0	0	4	0	0	15	35	49
N-fiksering	(kg N ha ⁻¹)	2	2	4	2	2	18	49	5
Afgrødernes norm	(kg N ha ⁻¹)	111	156	153	115	149	200	186	121
Effektiv N i husdyrg.	(kg N ha ⁻¹)	29	38	38	32	40	67	87	33
Effektivt tildelt N	(kg N ha ⁻¹)	93	148	131	118	124	117	151	78
Total tildelt	(kg N ha ⁻¹)	124	188	183	147	185	231	284	101
Høstet	(kg N ha ⁻¹)	97	121	119	125	92	219	184	89
Høstet/tildelt x 100	(%)	78	64	65	85	50	95	65	88
Tildelt - høstet	(kg N ha ⁻¹)	27	67	64	22	93	12	100	12

Det lovmæssige krav til udnyttelse af kvælstof i husdyrgødning på ejendomsniveau var i 2003: 75 % for svinegylle, 70 % for kvæggylle, 45 % for dybstrøelse og 65 % for anden husdyrgødning. For alle gødningstyper var dette en stigning i kravet på 5 %-point i forhold til året før. I udnyttelseskravet indgår både 1. års virkningen og eftervirkningen.

Til beregning af udnyttelsen af kvælstof i husdyrgødningen i landovervågningsoplandene for 2003 er N-kvoten opgjort ved, at der er fratrukket en eftervirkning af 6 % efterafgrøder på 12 kg N ha⁻¹ og fratrukket en N-prognose på gennemsnitlig 2 kg N ha⁻¹. Kvoten er udbyttekorrigeret i henhold til landmændenes dokumenterede højere udbytter.

En opgørelse ved standardiserede normer viser at ca. 83 % af ejendommene opfyldte minimumskravet til udnyttelse af kvælstof i husdyrgødning i 2003

Den gennemsnitlige udnyttelse af husdyrgødning for ejendommene er vist i tabel 3.6 for 2003. Der er anvendt et simpelt gennemsnit for at vise det typiske for ejendommene. Den gennemsnitlige udnyttelse for de opgjorte bedrifter var ca. 19 %-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, jf. afsnit 3.6. 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 3.7 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 21 % af husdyrgødningen.

Tabel 3.6 Antal konventionelle brug i procent i forhold til opfyldelse af krav om udnyttelse af deres husdyrgødning på ejendomme i landovervågningsoplandene for år 2003

	Ejendomme	Opnået udnyttelse	Krav til udnyttelse	Areal ¹⁾	Husdyrgødning
	Antal 65 %	%	%	4266 ha %	491 t N %
Opfyldt krav til udnyttelsen	73	83,5	65,3	67	63
Udnyttelsen er mindre end krav, men større end krav minus 5	10	46,8	48,9	14	16
Udnyttelsen er mere end 5 % under kravet	17	31,8	51,9	19	21

¹⁾ Angiver areal for ejendomme, som anvender husdyrgødning.

Tabel 3.7 Udnyttelse af husdyrgødning i henhold til gældende lovgivning på konventionelle brug i landovervågningsoplandene med anvendelse af husdyrgødning. Opdeling på brugstyper, 2003.

	Antal brug i opgørelsen	Opnået udnyttelse (%)	Krav til udnyttelse (%)	Antal brug som opfylder krav	Areal (ha)	Husdyrgødning (tons N)
Kvægbrug	28	83,4	62,8	25	2165	256
Svinebrug	22	71,9	68,2	16	1831	156
Planteavl	20	66,4	65,8	15	747	61
Alle brug	70	75,0	65,4	56	4743	473

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.

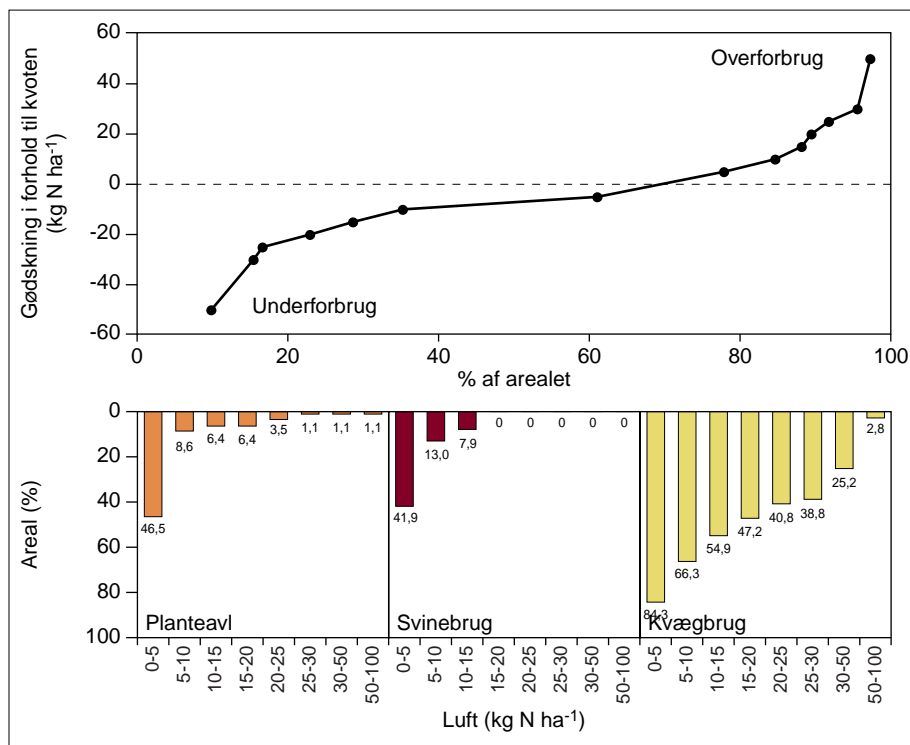
3.9 Forbrug af kvælstof i forhold til bedrifternes N-kvote

En opgørelse af henholdsvis over-/underforbrug af kvælstofgødning i forhold til bedrifternes kvoter i 2003 er vist i figur 3.6a. Opgørelsen dækker alene konventionelle bedrifter. Dette er fordi økologiske bedrifter oftest gøder langt mindre end N-normen til afgrøderne tillader. Ca. 15 % af det dyrkede areal på de konventionelle bedrifter får mere end 10 kg N ha⁻¹ over bedrifternes kvote (overforbrug), mens 35 % af arealet får mindre end 10 kg N ha⁻¹ under bedrifternes kvote (underforbrug). Arealet med overforbrug er det samme som i 2002, mens arealet med underforbrug er reduceret med 15 % point i forhold til 2002. Dette skyldes antageligt, at kravet til udnyttelse af kvælstof i husdyrgødningen er blevet strammet.

Når en bedrift tilfører mindre gødning end kvoten tillader, kan man også sige, at bedriften har "luft" i gødningsregnskabet. Det er næsten udelukkende kvægbrug, der har luft i gødningsregnskabet (figur 3.6b). Til trods for stramminger i gødningsreglerne tildeles stadig mindre gødning end tilladt, specielt til helsæd med efterafgrøde og vedvarende græs, men også til græs i omdrift (jf. tabel 3.5). Det skal anføres at luft i gødningsregnskabet automatisk vil give høje udnyttelsesprocenter, hvilket betyder at udnyttelseskravet kan strammes uden at landmanden reelt behøver at reducere gødningsforbruget.

Figur 3.6a Fordeling af det dyrkede areal på konventionelle bedrifter efter over- og underforbrug af N-gødning i forhold til bedrifternes N-kvota i landovervågningen, 2003. N-forbruget er opgjort som handelsgødningens-N plus kravet til udnyttelse af N i husdyrgødning.

Figur 3.6b Fordeling af ikke benyttet N-kvota (underforbrug af gødning) på konventionelle brug i landovervågningen, 2003.



LA04 - Fig. 3.6

4 Kvælstof i rodzonevand, drænvand og øvre grundvand – målinger

Kvælstofudvaskning fra rodzonen måles ved 32 jordvandsstationer (sugecellefelter) fordelt over 5 oplande. Der foretages ugentlige målinger i perioder med afstrømning. Vandafstrømning fra rodzonen modelberegnes ved hjælp af Evacrop eller Daisy. Daisy anvendes på de tætte jorde, hvor der er kapillær vandstigning i sommerperioden. Dyrkningspraksis og kvælstofudvaskning for de enkelte stationer er vist i bilag 5 og 6.

Transport af kvælstof til overfladevand via dræn måles ved 9 stationer på lerjord og 1 station på et lavtliggende sandjordsareal. Vandafstrømningen måles kontinuert, mens der udtages stikprøver af drænvandet én gang ugentlig.

I det øvre grundvand måles kvælstofindholdet i 100 boringer fordelt over de 5 oplande. Der foretages analyser af grundvandets nitratindhold 6 gange årligt.

4.1 Kvælstofformer i jordvandet

Nitrat N udgør 80-96 % af total N

Jordvandets kvælstofindhold består overvejende af nitrat-N (tabel 4.1). Organisk N (beregnet som forskellen mellem total N og nitrat N) kan dog i visse tilfælde også udgøre en ikke ubetydelig andel. I oplandene er det fundet, at organisk N udgør 4-20%. Indholdet af ammonium N er lavt ved alle stationer, overvejende mellem 0,01 og 0,1 mg N l⁻¹.

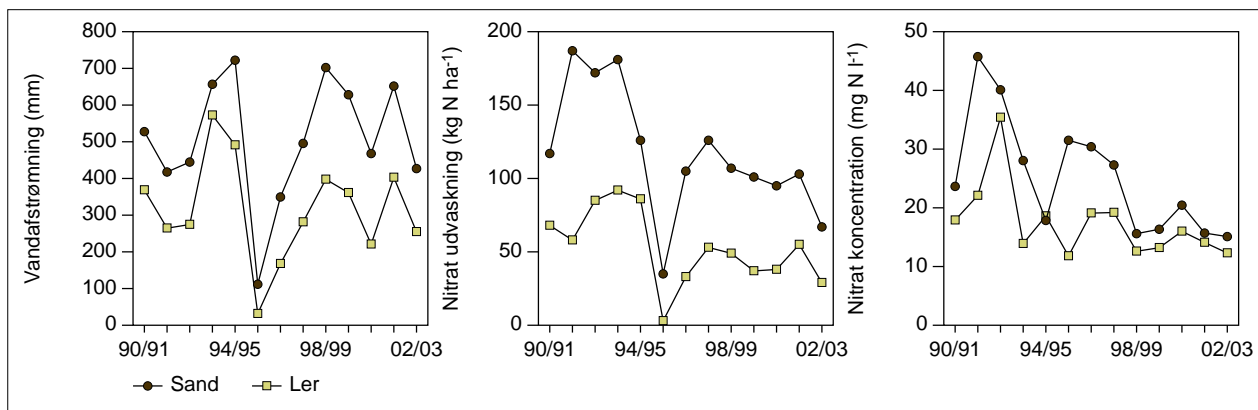
Tabel 4.1 Gennemsnitlige årlige koncentrationer af total N og nitrat N (simple middelværdier af ugentlige målinger) for årene 1999-2003.

	Tot-N mg l ⁻¹	NO ₃ -N mg l ⁻¹	Forskel %
Lerjorde			
LOOP 1	16,1	15,5	3,7
LOOP 4	13,2	12,6	4,5
LOOP 3	10,7	8,6	19,6
Sandjorde			
LOOP 2	17,4	16,2	6,9
LOOP 6	15,5	13,8	11,0

4.2 Udvikling i målt kvælstofudvaskning

Store klimatisk betingede årsvariationer

Udviklingen i kvælstofudvaskning fra rodzonen og i kvælstofkoncentration i rodzonevandet er vist som gennemsnit for henholdsvis sand- og lerjordene i figur 4.1. Der er en betydelig klimatisk betinget årsvariation i vandafstrømningen. Dette betyder også store årlige udsving i kvælstofudvaskningerne. Som mål for udviklingen er anvendt de vandføringsvægtede koncentrationer. Heri kan dog indgå en fortyndelseeffekt i våde år. Desuden er der i de vandføringsvægtede koncentrationer ikke taget højde for effekten af variationer i kvælstofomsætning i jorden som følge af forskelle i temperatur og jordfugtighed.



LA04 – Fig. 4.1

Figur 4.1 Udvikling i vandafstrømning, samt målinger af N-udvaskning samt N-koncentrationer i rodzonevandet i 1990/91-2002/03

Kendall-test på grupper af stationer

Der er udført en statistisk analyse af udviklingen i de vandføringsvægtede kvælstofkoncentrationer for perioden 1990/91- 2002/03, dvs. for en 13-års periode. Hertil er anvendt en 'Kendall sæson test' (Hirsch & Slack, 1984). Dette er en ikke-parametrisk statistisk test som er robust mod sæsonvariationer. Analysen er foretaget på grupper af målestationer. Der er først udført en statistisk test for hver station, og disse tester er herefter kombineret til en overordnet test.

Signifikant fald i N koncentration i jordvandet på 38-50% fra 1990 til 2003

Udviklingen er opgjort for målestationer i henholdsvis sandjords- og lerjordsoplande. Der er for begge oplandstyper fundet et signifikant fald (95 % niveau) i de vandføringsvægtede kvælstofkoncentrationer i jordvandet (tabel 4.2). Faldet er på lerjordene 0,7 mg N l⁻¹ per år og på sandjordene 1,4 mg N l⁻¹ per år. Ved en udjævning over den 13-årige måleperiode svarer det til, at koncentrationerne gennemsnitlig er faldet fra ca. 22 til 14 mg N l⁻¹ på lerjordene og fra 33 til 16 mg N l⁻¹ på sandjordene. Herved kan der opgøres et fald i kvælstofkoncentrationerne på 38 % for lerjordsoplandene og på 50 % for sandjordsoplandene.

Spredningen på tallene er imidlertid meget stor og med 95 % sandsynlighed er reduktionen i udvaskningen mellem 24 og 50 % for lerjordene og mellem 40 og 66 % 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. Da brak er introduceret efter 1990 ville inkludering af brak i sædskiftet have medført en øget reduktion i koncentrationerne.

Tabel 4.2 Udvikling i vandføringsvægtede kvælstofkoncentrationer i jordvand i Landovervågningen i perioden 1990/91-2002/03. (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	21,5	14,4	-0,71 (-1,0 til -0,4)
Sandjorde	14	30,4	15,9	-1,38 (-2,0 til -1,0)

4.3 Målt kvælstofudvaskning i relation til lokalitet og landbrugsdrift

Den målte udvaskning er i tabel 4.3 opgjort for de enkelte oplande og for forskellig landbrugsdrift. Opgørelsen dækker den sidste femårsperiode, 1998/99-2002/03.

Udvaskningen er lille på naturarealer. På landbrugsjord er udvaskningen mindst på planteavlsbrug, større på svinebrug og størst på kvægbrug. Udvaskningen stiger med stigende husdyrtæthed.

Udvaskningen er stærkt påvirket af landbrugsdrift. Fra en skovjord i Østjylland er udvaskningen 17 kg N/ha, mens udvaskningen fra landbrugsjord, angivet som gennemsnit for de enkelte oplande i perioden 1998/99-2002/03, har varieret mellem 30 og 93 kg N/ha pr år.

Tabel 4.3 Kvælstofudvaskning, kvælstofbalance samt vandafstrømning for jordvandsstationer opdelt på oplande, brugstyper og husdyrtæthedsgrupper, årsgennemsnit for den sidste femårsperiode, 1998/99-2002/03.

	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
Oplande					
Lerjorde:					
Storstrøm	28	175	163	125	38
Fyn	53	359	244	129	115
Vejle	45	470	212	128	84
Sandjorde:					
Nordjyll	95	498	268	151	117
Sønderjyll	93	651	296	170	126
Brugstype					
Plante	32	277	175	122	53
Svin	60	449	219	111	108
Kvæg	89	545	298	172	126
Dyretætheder					
0	32	274	174	121	53
0-1	60	475	201	129	72
1-1,7	80	526	260	149	111
1,7-2,3	107	559	391	188	203

¹⁾ Tilført med handelsgødning, total husdyrgødning, deposition og N-fiksering.

Udvaskningen på landbrugsjord er mindst i Storstrøm og størst i Nord- og Sønderjylland. Dette skyldes dels at jorderne er mere sandede og nedbøren større i Vest- end i Østdanmark, dels at husdyrtætheden, specielt med hensyn til kvæg, er størst i Vestdanmark. Disse forhold vil oftest være sammenfaldende i landbrugsstrukturen i Danmark.

Det fremgår endvidere, at kvælstofudvaskningen er mindst for plan-teavlsbrug, større for svinebrug og størst for kvægbrug. Desuden stiger udvaskningen med stigende husdyrtæthed. Forskellen skyldes for det første husdyrgødningsmængderne, men også landbrugets strukturfordeling indenfor landet.

4.4 Målt kvælstoftransport fra dræn

Kvælstoftransport fra dræn på lerjorde

Der måles på drænvand i henholdsvis Storstrøms og Fyns oplande (figur 4.2). Drænvandsafstrømningen har ligesom afstrømningen fra rodzonen varieret betydeligt igennem måleperioden afhængig af de klimatiske forhold. Som gennemsnit for hele måleperioden 1990/91-2002/03 udgjorde drænvandsafstrømningen 78 % af afstrømningen fra rodzonen i Storstrøm og 36 % af afstrømningen på Fyn.

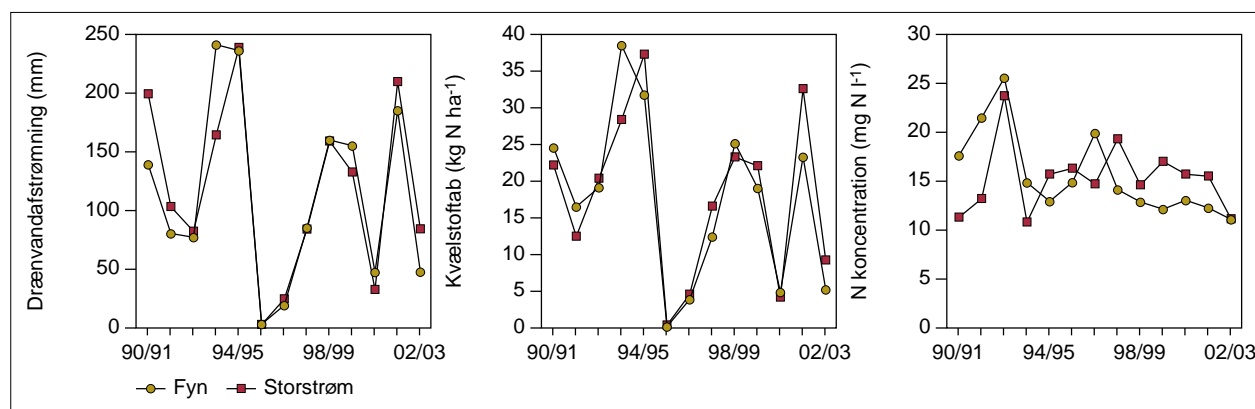
N transport fra dræn udgør 69 % og 34 % af udvaskningen i henholdsvis Storstrøm og Fyn

De gennemsnitlige koncentrationer af nitrat-N i drænvand har igennem måleperioden meget nøje fulgt variationerne for jordvandet. Transport af nitrat fra drænene har i måleperioden udgjort henholdsvis 69 % og 34 % af udvaskningen fra rodzonen i Storstrøm og Fyn.

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

Kvælstoftransport fra dræn på et lavtliggende areal på sandjord

Næringsstofudvaskningen bestemmes fra et lavtliggende areal i 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 1076 mm år⁻¹ i perioden 1998/99-2002/03, og årsvariationerne har været langt mindre end på lerjordene.



LA04 – Fig. 4.2

Figur 4.2 Målinger af drænvandsafstrømning og kvælstoftab fra to lerjordsoplande.

Bemærk. Kvælstoftabet er givet som nitrat-N. 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. Ofte har de ligget på et endnu lavere niveau end i jordvandet.

Nitratkoncentrationerne har i samme periode ligget på gennemsnitlig 7,1 mg N l⁻¹, hvilket er lavt sammenlignet med de nitratkoncentrationer, der forekommer i rodzonevandet i oplandet i Nordjylland i samme periode (23,5 mg N l⁻¹). Der sker antagelig en vis denitrifikation i det tilstrømmende grundvand. Fosforkoncentrationerne er derimod høje, se kapitel 8.

4.5 Kvælstof i det øvre grundvand

Grundvandets indhold af kvælstof måles i landovervågningsoplandene i såvel overvågningsboringer, der udelukkende bruges til dette formål, som i dybere boringer. Overvågningsboringerne er filtersat mellem 1,5 og 5 meter under terræn. Prøvetagningsfiltre placeret dybere end 5 meter under terræn er overvejende markvandingsboringer.

I grundvand angives kvælstofkoncentrationer traditionelt i nitrat (NO₃), mens der i de øvrige medier anvendes nitrat-kvælstof (NO₃-N). I dette afsnit om grundvand opretholdes denne tradition, bl.a. for at kunne henvise til EU-reglerne for drikkevand. I næste afsnit (afsnit 4.6) foretages en sammenligning af kvælstof koncentrationer i grundvand med koncentrationerne i jordvandet, hvor der er omregnet til nitrat-N.

EU's krav til drikkevand er en maksimal grænseværdi på 50 mg NO₃l⁻¹.

Nitratkoncentrationen ned gennem det øvre grundvand

I lerjordsoplandene 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 relativt tæt på terræn i lerjorde. I sandjordsoplandene ses faldet i nitratkoncentration først markant fra dybder 10 til 20 meter under terræn afhængigt af de geologiske forhold (tabel 4.4). Af tabellen fremgår dog at grundvandet ned gennem jordlagene må være fra forskellige strømningsveje.

Tabel 4.4 Gennemsnitlig nitratkoncentration i grundvand opgjort på filterdybder for perioden 1990-2003. 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	67	69	51	111	72
3	27	37	31	66	44
5	13	34	26	63	1
5,1-10	-	-	5	112	67
10,1-20	-	-	10	70	21
20,1-50	-	-	-	46	1

Nitratreduktion forekommer tæt på terræn på lerjorde, og væsentlig dybere på sandjorde

Udviklingen i nitratkoncentrationer

Den tidlige udvikling i det øvre grundvands nitratindhold for de 3 leroplande og for de 2 sandoplande fremgår af figur 4.3. Der er beregnet et gennemsnitligt nitratindhold for hvert hydrologisk år for prøvetagningsfiltre placeret mellem 1,5 og 5 meter under terræn.

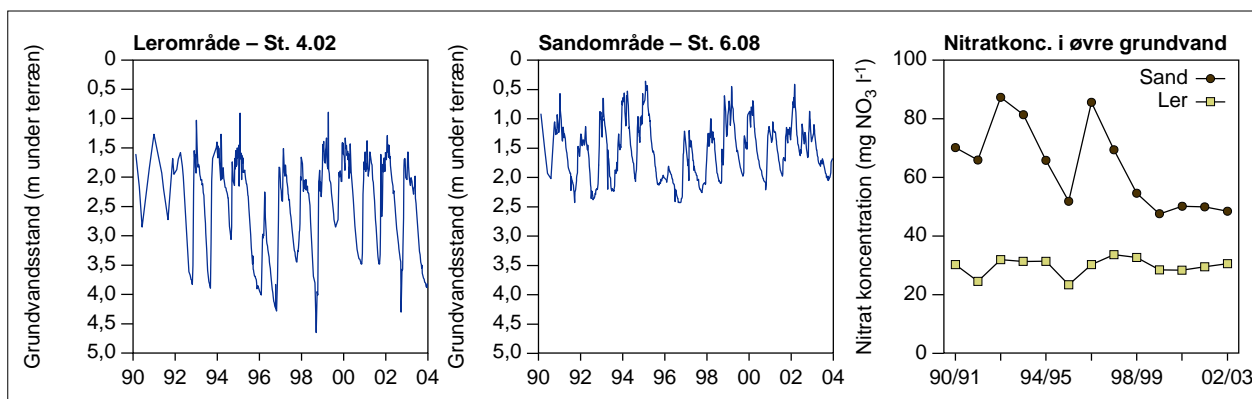
Datagrundlaget er de 82 grundvandsfiltre, der er prøvetaget mest regelmæssigt gennem overvågningsperioden 1990-2003 med ca. 6 analyser pr. år. Der er ikke så hyppige analyser fra 1,5-meter filtre i leroplandene pga. udtørring, hvorfor kun 1 af de 82 filtre er et 1,5-meter filter fra et leropland.

Grundvandsstanden måles ugentlig i vinterhalvåret ved hver jordvandsstation i de fem landovervågningsoplande, og i sommerperioden måles grundvandsstanden månedligt. I figur 4.3 ses typiske tidsrækker for vandstandsvariationerne i de sandede oplande og i de lerede oplande. Den meget tørre vinter 1995/96 betød ringe vandafstrømning og dermed faldende grundvandsstand. Den beskedne vandafstrømning betød samtidig et fald i grundvandsnitratindhold, som i det hydrologiske år 1995/96 var relativt lavt for overvågningsperioden.

Fald i nitratkoncentration i det øvre grundvand på sandjorde, ingen markant ændring på lerjorde

I sandoplandene ses et fald i nitratkoncentration igennem overvågningsperioden. Dog har der været store variationer i nitratindholdet, svingende fra ca. 90 mg NO₃ l⁻¹ i 1992/93 til omkring 50 mg NO₃ l⁻¹ i 1999/2000. Over de sidste 4 hydrologiske år har det gennemsnitlige nitratindhold ligget forholdsvis konstant omkring 50 mg NO₃ l⁻¹, svarende til 11 mg NO₃-N l⁻¹.

For overvågningsperioden som helhed ses ingen markante ændringer i nitratkoncentrationen i det allerøverste grundvand i leroplandene, nitratindholdet har ligget relativt konstant omkring 30 mg NO₃ l⁻¹, svarende til 7 mg NO₃-N l⁻¹.



LA04 - Fig. 4.3

Figur 4.3 Karakteristisk tidsserie for grundvandsstanden i lerområder og sandområder. Gennemsnitlig nitratkoncentration i øvre grundvand i ler- og sandområder for de hydrologiske år 1990/91 til 2002/03.

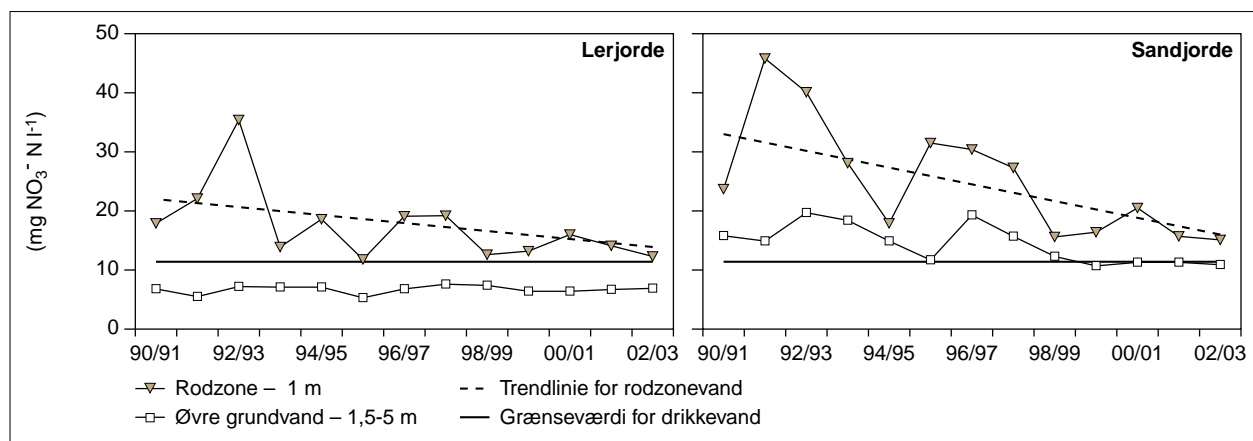
4.6 Sammenhæng mellem nitratindhold i jordvand og i det øvre grundvand

Nitratreduktion finder sted i den umættede zone.

Figur 4.4 viser kvælstofindholdet i jordvandet sammenholdt med indholdet i det øvre grundvand (1,5-5 m's dybde). Der ses et betydeligt fald i kvælstofkoncentrationen i vandet fra det forlader rodzonen, til det når ned i det øvre grundvand. Dette skyldes denitrifikationsprocesser under stedvis reducerede forhold i den umættede zone. Under vandets videre transport ned gennem den mættede zone sker yderligere nitratreduktion (jf. tabel 4.5).

Sammenstillingen viser endvidere at udviklingen i jordvandets kvælstofindhold oftest følges af samme udvikling i grundvandet, men med ca. et års forsinkelse og mere udjævnet.

Kvælstofkoncentrationen i rodzonevandet har i hele perioden ligget over EU's krav til drikkevand. Der er dog tendens til at koncentrationerne nærmer sig denne grænseværdi. Denitrifikationsprocesser i den umættede zone medfører lavere koncentrationer i det øvre grundvand. På lerjord har koncentrationerne i det øvre grundvand ligget under grænseværdien for drikkevand i hele perioden, og på sandjord har koncentrationerne siden 1999/00 ligget på niveau med grænseværdien for drikkevand.



LA04 - Fig. 4.4

Figur 4.4 Udviklingen i målte kvælstofkoncentrationer i perioden 1990/91 til 2002/03 for rodzonevand og det øvre grundvand i tre lerjord- og to sandjords-områder.

5 Kvælstofudvaskning fra rodzonen - modelberegnet

Målinger af N-udvaskning ikke nødvendigvis repræsentative for oplandene – derfor modelberegning

Målinger af kvælstofudvaskning fra rodzonen udføres på 6-8 felter i hvert opland, hvor et felt udgør ca. 100 m² (kapitel 4). Idet udvaskningen er påvirket af en lang række faktorer, kan det ikke forventes, at målingerne er repræsentative for hele oplandet. For at få et repræsentativt estimat for udvaskningen fra oplandene er det nødvendigt at foretage en modelberegning. Hertil anvendes N-LES3 modellen, som også blev brugt ved evalueringen af VMP II i 2003. Modellen kræver information om jordtype, afstrømningsforhold og landbrugspraksis (Kristensen *et al.*, 2003). Modellen er beskrevet i Boks 5.1. Med hensyn til usikkerheder på modelresultater henvises til Kristensen *et al.*, 2003).

5.1 N-LES3 modellen

N-LES3 modellen er en empirisk model udviklet på baggrund af 1304 observationer for årlig kvælstofudvaskning. Heraf er de 338 observationer fra Landovervågningen. Man kan sige, at oplysning om landbrugspraksis og målinger fra jordvandsstationerne i Landovervågningen bliver anvendt til opskalering til oplandsniveau på baggrund af information om landbrugspraksis fra interviewundersøgelsen.

Grundlag for modelberegning af kvælstofudvaskning i oplandene

Afstrømning opgjort vha. EVACROP, med Makkink fordampning og nye nedbørskorektioner

Til modelberegningen er anvendt afstrømningsværdier fra rodzonen beregnet med vandbalancemodellen EVACROP version 3.00 (Olesen og Heidmann 1990) på basis af oplysninger om klima, afgrøde og jordtype. Klimaparametre er i henhold til Plauborg *et al.*, 2002. De årlige værdier refererer til en afstrømningsperiode, dvs. et hydrologisk år.

Modelberegningen er ved et gennemsnitsklima for 1990/91-1999/00

Modelberegningen er gennemført på baggrund af interviewdata for 13 driftsår 1990/1991 - 2002/2003. 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 gødskningspraksis har været gældende for en årrække.

Boks 5.1. Beskrivelse af N-LES3 modellen (Kristensen et al. (2003))

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

Her er

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

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

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

Y angiver udvaskningen i kg N/ha. U og V består af en række additive effekter, hvor V er landbrugsparametre, mens U er en årseffekt. 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 udbringningspraksis for gødning m.m. Endvidere indgår der i denne årseffekt en effekt af reduceret kvælstofdeposition igennem måleperioden.

De enkelte parametre er beskrevet ved:

Estimater af additive effekter

Parameter	Effekt	Parameter-estimat
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	0.5466
	Afgrødegupper ¹	
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	+28.8
	Forfrugtsgrupper ¹	
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

Estimater af mutiplicative effekter

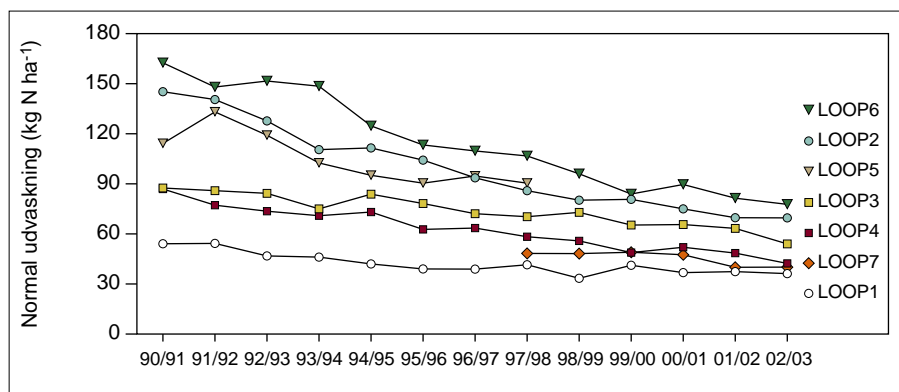
Parameter	Effekt	Parameterestimat
δ_1	Afstrømning i udvaskningsår ¹⁾	0.001502
δ_2	Afstrømning i foregående udvaskningsår ¹⁾	0.000554
δ_3	Humusindhold	0.1064
δ_4	Lerindhold	0.0325

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

5.2 Resultat af modelberegningen

De beregnede værdier for udvaskning er vist i figur 5.1 for de enkelte oplande, mens udvaskningen grupperet efter jordtype er vist i tabel 5.1.

Figur 5.1 Modelberegnet udvaskning ved gennemsnitsklima for de 7 overvågningsoplande for driftsårene 1990/1991 – 2002/2003.



LA04 – Fig. 5.1

Tabel 5.1 Beregnet udvaskning ved gennemsnitsklima for driftsårene 1990/1991 – 2002/2003. Den anvendte vandafstrømning er 360 mm for lerjord og 550 mm for sandjord. LOOP 7 og LOOP 5 indgår ikke i denne opgørelse, idet der ikke er en fuld tidsserie.

	Sandjord (LOOP 2 og 6)	Lerjord (LOOP 1, 3 og 4)	Gennemsn. sand/ler ¹⁾
	kg N ha ⁻¹		
1990/1991	154	76	107
1991/1992	144	72	101
1992/1993	139	68	96
1993/1994	129	64	90
1994/1995	118	66	87
1995/1996	109	60	80
1996/1997	102	58	76
1997/1998	96	57	73
1998/1999	88	54	68
1999/2000	82	52	64
2000/2001	82	51	63
2001/2002	76	50	60
2003/2003	74	44	56

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

Fald i den modelberegnete udvaskning fra det dyrkede areal på ca. 46 % fra 1990/1991 til 2002/2003 ved gennemsnitsklima.

Den modelberegnete rodzone-udvaskning af N er faldet 52 % på sandjordene (Nordjylland og Sønderjylland) og 42 % på lerjordene (Storstrøm, Fyn og Vejle) over perioden på 13 år. Ved vægtning af jordtyperne i forhold til landet svarer det til et gennemsnitligt fald på ca. 46 %.

I tabel 5.2 er opstillet en markbalance for oplandene opgjort som gennemsnit for perioden 1998/99-2002/03 samt en opgørelse af tabsposterne for samme periode. Udvasningen er modelberegnet som beskrevet ovenfor. Denitrifikationen er estimeret til 8-30 kg N ha⁻¹ i henhold til en simpel model 'Simden' af Finn Vinther (2004) baseret

på jordtypen, handelsgødnings- og husdyrgødningsforbruget. Ammoniakfordampning i forbindelse med udbringning af husdyrgødning er antaget at svare til fordampningen på landsplan (11 % i 2002 i henhold til *Gyldenkerne og Mikkelsen (2003 pers. medd)*). For oplandene vurderes ammoniakfordampningen herved at udgøre på 2-15 kg N ha⁻¹. Summen af denitrifikationen og ammoniakfordampningen i LOOP oplandene skønnes således at udgøre 20-40 kg N ha⁻¹.

Massebalancen ser realistisk ud

Tilbage er en rest som indeholder eventuelle ændringer i jordens kvælstofpulje samt usikkerheder ved opgørelserne. Ændringer i jordens kvælstofpuljer er meget svære at kvantificere. På baggrund af en analyse af kvadratnetsdata fandt *Heidmann og Søgaard (2002)*, at der er meget store forskelle i jordenes puljeopbygning af kvælstof, og at der ikke er belæg for at antage, at jordens indhold af kvælstof som gennemsnit for landet har ændret sig i perioden 1986/87 – 1997/98. I nedenstående opgørelse er usikkerhederne og ændringer i jordpuljen opgjort som et restled. Dette udgør fra -1 til 20 kg N ha⁻¹. Massebalancen vurderes herved at se nogenlunde realistisk ud.

Table 5.2 Nøgletal fra beregningen af udvaskning for Landovervågningsoplandene vist som gennemsnit for de to jordtyper. Tallene gælder det totale, dyrkede areal. Udvasningen er opgjort for et gennemsnitsklima for perioden 1990-2000, hvorfor der mht. høstet kvælstof er anvendt et gennemsnit for måleperioden.

År	Markbalancen							Tabsposterne		
	Handels- gødning	Husdyr- gødning	Fixering	Udbin- ding	Atm. deposition	Høst	Landbru- gets balance	Model Udvas- ning	Skøn NH3 ford.+ denitri.	Rest + jordpulje
	kg N ha ⁻¹							kg N ha ⁻¹		
Lerjorde										
Storstrøm	113	16	10,6	1,7	16	95	62	27	20	17
Vestsj.	111	38	10,8	1,5	16	104	73	45	25	3
Fyn	91	78	6	3,9	16	99	96	49	35	12
Vejle	81	91	6,8	7,2	16	99	103	64	40	-1
Sandjorde										
Nordjylland	61	120	18	17,3	16	112	120	75	25	20
Sønderjylland	64	105	24,9	17,2	16	101	126	86	20	20

6 Kvælstofafstrømning til vandløb

Næringsstofafstrømningen til vandløb måles i de fem landovervågningsoplande, hvor der også måles på jordvand og grundvand. Vandafstrømningen måles kontinuert, og der udtages stikprøver af vandløbsvandet én gang hver 2. uge. Opgørelser af vandafstrømning og koncentration og transport af kvælstof er foretaget for det hydrologiske år, dvs. perioden fra 1. juni til 31. maj det efterfølgende år. I de fleste af oplandene findes der målinger fra 14 hydrologiske år: fra 1989/90 til 2002/2003.

6.1 Vandafstrømning fra lerede og sandende oplande

Vandafstrømningen stiger fra de østlige til de vestlige oplande

Den årlige afstrømning i de 5 vandløb varierer betydeligt (tabel 6.1). Afstrømningen er mindst i Højvads Rende i Storstrøm og stiger for vandløbene mod vest med den største afstrømning i Bolbro Bæk i Sønderjylland. Dette mønster følger nedbørsmængderne (jvf. kapitel 2).

Tabel 6.1 Afstrømningen i de fem landovervågningsvandløb i det hydrologiske år 2002/03 og gennemsnittet i den forudgående periode 1989/90-2001/02. Til beregningerne anvendtes de oplandsarealer, der fremgår af Appendix 1.

	Seneste hydrologiske år (2002/2003)	Gennemsnit forudgående periode (1989/90-2001/02)
Højvads Rende (LOOP 1)	132 mm	161 mm
Lillebæk (LOOP 4)	149 mm	235 mm
Horndrup Bæk (LOOP 3)	309 mm	324 mm
Odderbæk (LOOP 2)	254 mm	221 mm
Bolbro Bæk (LOOP 6)	543 mm	456 mm ⁽¹⁾

⁽¹⁾ 1989/90 ikke medtaget i gennemsnittet på grund af manglende data

Nedbør-afstrømningsmodellen 'NAM'

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

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

Opdelingen i de tre afstrømningskomponenter er foretaget vha. nedbør-afstrømningsmodellen 'NAM' (DHI, 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 findes i *Kronvang m.fl. (2000)*.

*En stor del af overskuds-
nedbøren når hurtigt frem
til vandløbene i de lerede
oplande, mens sandede
oplande er præget af
langsomt afstrømmende
vand*

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 foregår, og opholdstiden for vandet i de enkelte magasiner. Modellen viser overordnet om hurtigt eller langsomt tilstrømmende vand præger et opland. Opgørelsen giver indirekte et fingerpeg om, hvorvidt strømningen foregår 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 for perioden 1989/90-2002/03 viser, at hurtigt tilstrømmende vand udgør en større andel af den samlede afstrømning i de lerede oplande (36-49 %) i forhold til de sandede oplande (17-23 %). I de sandede oplande kommer mere af vandet (53-61 %) ved langsom tilstrømning end i de lerede oplande (40-48 %) (tabel 6.2).

Tabel 6.2 Opdeling af vandafstrømningen i de fem landovervågningsvandløb i tre afstrømningskomponenter (hurtigt tilstrømmende vand, mellemhurtigt tilstrømmende vand, langsomt tilstrømmende vand) som gennemsnit for perioden 1989/90-2002/03.

	Gennemsnit forudgående periode (1989/90-2002/03)		
	Hurtigt	Mellem-hurtigt	Langsomt
Højvads Rende (LOOP 1)	37 %	22 %	41 %
Lillebæk (LOOP 4)	49 %	11 %	40 %
Horndrup Bæk (LOOP 3)	36 %	16 %	48 %
Odderbæk (LOOP 2)	23 %	16 %	61 %
Bolbro Bæk (LOOP 6)	17 %	30 %	53 %

6.2 Koncentration af kvælstof

Sandede og lerede oplande

Den vandføringsvægtede årsmiddelkoncentration af total kvælstof er i gennemsnit større for de lerede oplande end for de sandede oplande (tabel 6.3). Uorganisk kvælstof ($\text{NO}_3\text{-N}$ og $\text{NH}_4\text{-N}$) udgør 80-92 % af total kvælstof i 4 oplande, mens den uorganiske andel i det okkerpåvirkede vandløb, Bolbro Bæk kun udgør 65 % af total kvælstof for perioden 1989/90-2002/03.

Tabel 6.3 Vandføringsvægtet koncentration af total kvælstof i de fem landovervågningsvandløb i det hydrologiske år 2002/2003 og gennemsnittet i den forudgående periode 1989/90-2001/02.

	Seneste hydrologiske år (2002/2003)	Gennemsnit forudgående periode (1989/90-2001/02)
Højvads Rende (LOOP 1)	6,7 mg N l ⁻¹	8,9 mg N l ⁻¹
Lillebæk (LOOP 4)	8,9 mg N l ⁻¹	10,7 mg N l ⁻¹
Horndrup Bæk (LOOP 3)	4,5 mg N l ⁻¹	6,8 mg N l ⁻¹
Odderbæk (LOOP 2)	4,5 mg N l ⁻¹	7,0 mg N l ⁻¹
Bolbro Bæk (LOOP 6)	1,1 mg N l ⁻¹	1,4 mg N l ⁻¹

*Kvælstofkoncentrationen
større i lerede end i sandede
oplande*

Omsætningen af nitrat-N i grundvandet sænker kvælstofkoncentrationen i Bolbro Bæk

I det sandede opland til Bolbro Bæk forekommer lave kvælstofkoncentrationer. Dette skyldes formentlig 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 det andet sandede opland, Odderbæk, er betydeligt højere end koncentrationen i Bolbro Bæk. 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.

Udviklingstendenser

Statistisk test for udvikling i kvælstofkoncentration

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 ændringer i koncentrationen af kvælstof. Testen tager hensyn til forskelle i afstrømning, men ikke til at jordens uorganiske 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 4 af de 5 oplande er sket et signifikant fald i koncentrationen af total kvælstof gennem 14-års perioden 1989-2003 (tabel 6.4). I Højvads Rende er der en *tendens* til fald i koncentrationen i overvågningsperioden. For vandløbene med signifikant fald i kvælstofkoncentration over 14-års perioden er ændringen -25 % til -46 % af 1989-niveaue.

Tabel 6.4 Trend i vandløbskoncentration af total kvælstof i perioden 1989/90-2002/03 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 %	Signifikansniveau
Højvads Rende (LOOP 1)	-0,041	-11,7	n.s.
Lillebæk (LOOP 4)	-0,159	-24,5	***
Horndrup Bæk (LOOP 3)	-0,167	-36,8	***
Odderbæk (LOOP 2)	-0,075	-18,1	**
Bolbro Bæk (LOOP 6)	-0,035	-45,3	***

6.3 Tab af kvælstof fra oplandene

Sandede og lerede oplande

Den målte transport af kvælstof i vandløbet kan omregnes til et tab fra landbrugsarealer ved at fratække udledninger fra punktkilder og naturarealer i oplandet fra det observerede i vandløbet (se bilag 7.2) Landbrugstab er en integreret effekt af landbrugspraksis gennem en årrække. 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 (12-16 kg N ha⁻¹) end i de to sandede oplande (mindre end 10 kg N ha⁻¹) i 2002/03. Lignende forskel var også tilstede i 13-års perioden 1989/90-2001/02 (tabel 6.5). Det beregnede tab af kvælstof fra de dyrkede arealer til vandløb kan sammenholdes med tabet af kvælstof fra udyrkede natur oplande, der i 2003 udgjorde ca. 1,3 kg N ha⁻¹ (*Bøgestrand, 2004*).

Tabel 6.5 Tabet af total kvælstof fra dyrkede arealer i de fem landovervågningsvandløb i det hydrologiske år 2002/2003 og gennemsnittet i den forudgående periode 1989/90-2001/02.

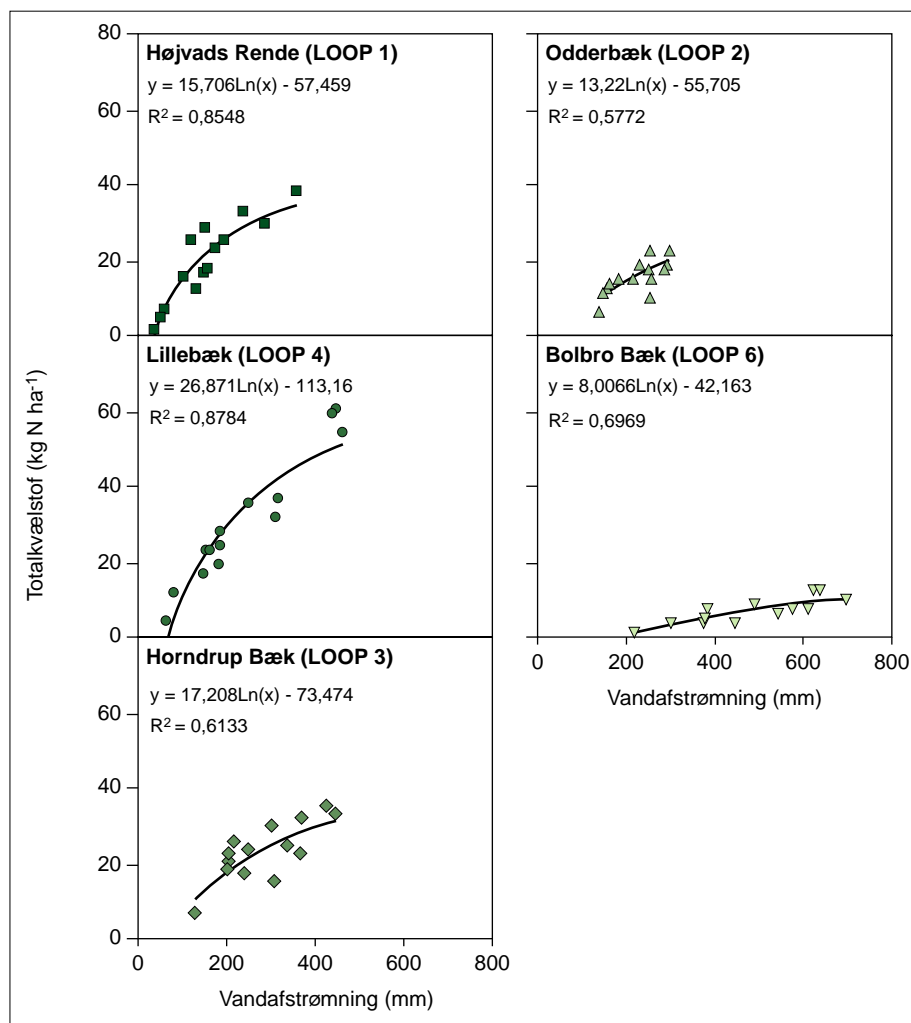
	Seneste hydrologiske år (2002/03)	Gennemsnit forudgående periode (1989/90-2001/02)
Højvads Rende (LOOP 1)	11,9 kg N ha ⁻¹	19,8 kg N ha ⁻¹
Lillebæk (LOOP 4)	15,7 kg N ha ⁻¹	30,3 kg N ha ⁻¹
Horndrup Bæk (LOOP 3)	14,6 kg N ha ⁻¹	23,6 kg N ha ⁻¹
Odderbæk (LOOP 2)	10,0 kg N ha ⁻¹	16,0 kg N ha ⁻¹
Bolbro Bæk (LOOP 6)	6,1 kg N ha ⁻¹	7,0 kg N ha ⁻¹

Det årlige kvælstoftab fra landbrugsarealer stiger med stigende vandafstrømning

Sammenhæng mellem kvælstoftab og vandafstrømning

Tabet af kvælstof fra de dyrkede arealer er meget styret af nedbørmængderne 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. Det årlige kvælstoftab fra landbrugsarealer stiger i de enkelte oplande med stigende afstrømning (figur 6.1). 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. 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 nogenlunde 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 ud-tømt.



LA04 – Fig. 6.1

Figur 6.1 Sammenhænge mellem årligt kvælstoftab fra landbrugsarealer og vandafstrømningen i perioden 1989/90-2002/03

Kvælstoftab via langsomt tilstrømmende vand

Vi har forsøgt at tolke, 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 således afspejle datidens mere end nutidens udvaskning af kvælstof fra rodzonen. 'Langsomt tilstrømmende vand' er en af de 3 komponenter som NAM opsplittningen definerer (afsnit 6.1).

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 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 7.1 beskriver metoden.

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

I tabel 6.6 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 gennemsnitligt 35 % og for de sandede oplande gennemsnitligt 42 %. Især i Oddebæk 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.

Tabel 6.6 Andelen af vandløbenes totale kvælstoftransport som er 'gammelt kvælstof' i de 5 landovervågningsoplande i det hydrologiske år 2002/03 og gennemsnittet i den forudgående periode 1989/90-2001/02.

	Seneste hydrologiske år (2002/2003)	Gennemsnit forudgående periode (1989/90-2001/02)
Højvads Rende (LOOP 1)	18 %	31 %
Lillebæk (LOOP 4)	36 %	37 %
Horndrup Bæk (LOOP 3)	41 %	37 %
Oddebæk (LOOP 2)	45 %	48 %
Bolbro Bæk (LOOP 6)	42 %	37 %

7 Kvælstofkredsløbet i landbrugsøkosystemer

I dette afsnit sammenstilles hovedresultaterne fra målinger og modelberegninger i de fem landovervågningsoplande til en samlet beskrivelse af næringsstoftransporter i henholdsvis sandede og lerede landbrugsøkosystemer. Der er anvendt data fra de sidste 5 år, 1998/99-2002/03.

7.1 Koncentrationsprofilen i det hydrologiske kredsløb

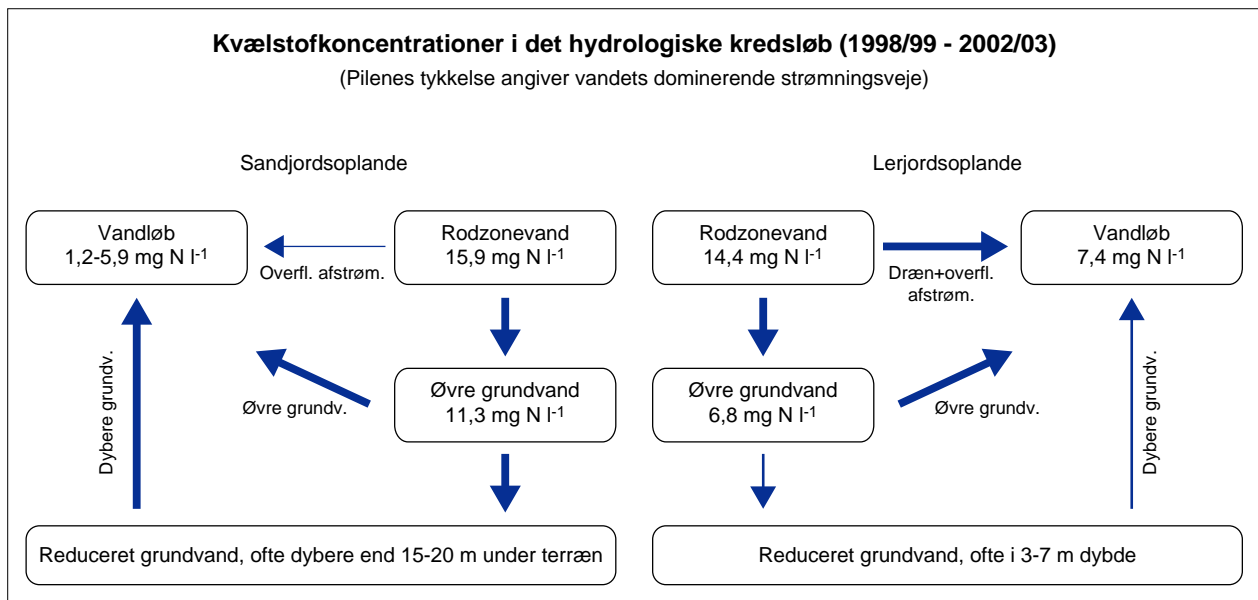
Kvælstofkoncentrationerne i de forskellige dele af kredsløbet er vist i figur 7.1.

Kvælstofkoncentrationer falder fra rodzonen og ned gennem det øvre grundvand

Der er et markant fald i kvælstofkoncentrationerne fra rodzonen og ned til 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.

Lerjordsoplandene er præget af en hurtig respons på nedbørshændelser, dvs. oplandene er karakteriseret ved overfladenær strømning, herunder afstrømning gennem dræn. Det vand, der strømmer ud til vandløbene, har derfor kun i ringe grad været udsat for reduktionsprocesser og vandet har forholdsvis høje kvælstofkoncentrationer.

Sandjordsoplandene er derimod præget af en forholdsvis langsom respons på nedbørshændelse, og er karakteriseret ved at en større andel af det vand der strømmer ud til vandløbene er fra det dybere grundvand. Dette afstrømningsvand kan have været udsat for en betydelig grad af reduktionsprocesser, og vandet har forholdsvis lave kvælstofkoncentrationer. Det skal dog påpeges at der er store forskelle mellem oplande generelt, og at det afstrømmede grundvand ikke i alle sandjordsoplande er reduceret.



Figur 7.1 Gennemsnitlige målte koncentrationer i rodzonevand (1 m u.t.), det øvre grundvand (1,5-5 m u. t.) og i vandløbet for henholdsvis tre lerjords- og to sandjordsoplände, 1998/99-2002/03.

7.2 Kvælstoftransporter i det hydrologiske kredsløb

Det overordnede strømningsmøster for vandet har betydning for hvor meget kvælstof der strømmer af til vandløbene (figur 7.2).

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

I lerjordsopländene er der årligt netto tilført ca. 74 kg N ha⁻¹. Den modelberegnete udvaskning fra rodzonen har i perioden udgjort ca. 44 kg N ha⁻¹ år⁻¹. Øvrige tabsposter i form af ammoniakfordampning og denitrifikation og eventuel ændring i jordpuljen kan herved opgøres til ca. 30 kg N ha⁻¹ år⁻¹. Kvælstoftransporten i vandløbene har udgjort ca. 23 kg N ha⁻¹ år⁻¹; det svarer til, at gennemsnitlig ca. 43 % af rodzoneudvaskningen er nået til vandløbene.

På sandjorde når en mindre del af rodzoneudvaskningen ud til vandløb

I sandjordsopländene er der årligt netto tilført jorden ca. 97 kg N ha⁻¹ år⁻¹. Den modelberegnete udvaskning er opgjort til ca. 74 kg N ha⁻¹ år⁻¹, mens øvrige tabsposter og evt. ændring i jordpuljen kan opgøres til 23 kg N ha⁻¹ år⁻¹. Kvælstoftransporten i vandløbene har udgjort ca. 16 kg N ha⁻¹ fra oplandet i Nordjylland og 6 kg N ha⁻¹ fra oplandet i Sønderjylland. Dette svarer til at ca. 8-20 % af rodzoneudvaskningen er nået ud til vandløbene. På sandjorde med mindre tilstrømning af reduceret grundvand vil en større andel af rodzoneudvaskningen nå ud til vandløbene.

Opgørelser over hvor stor en andel af kvælstofudvaskningen, der når ud til vandløbene skal tages med et vist forbehold, idet det langsomt tilstrømmende vand eventuelt repræsenterer landbrugspraksis af ældre dato.

Også afstrømning til nedstrømsliggende vandløbsstrækninger

På grund af opländenes 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.

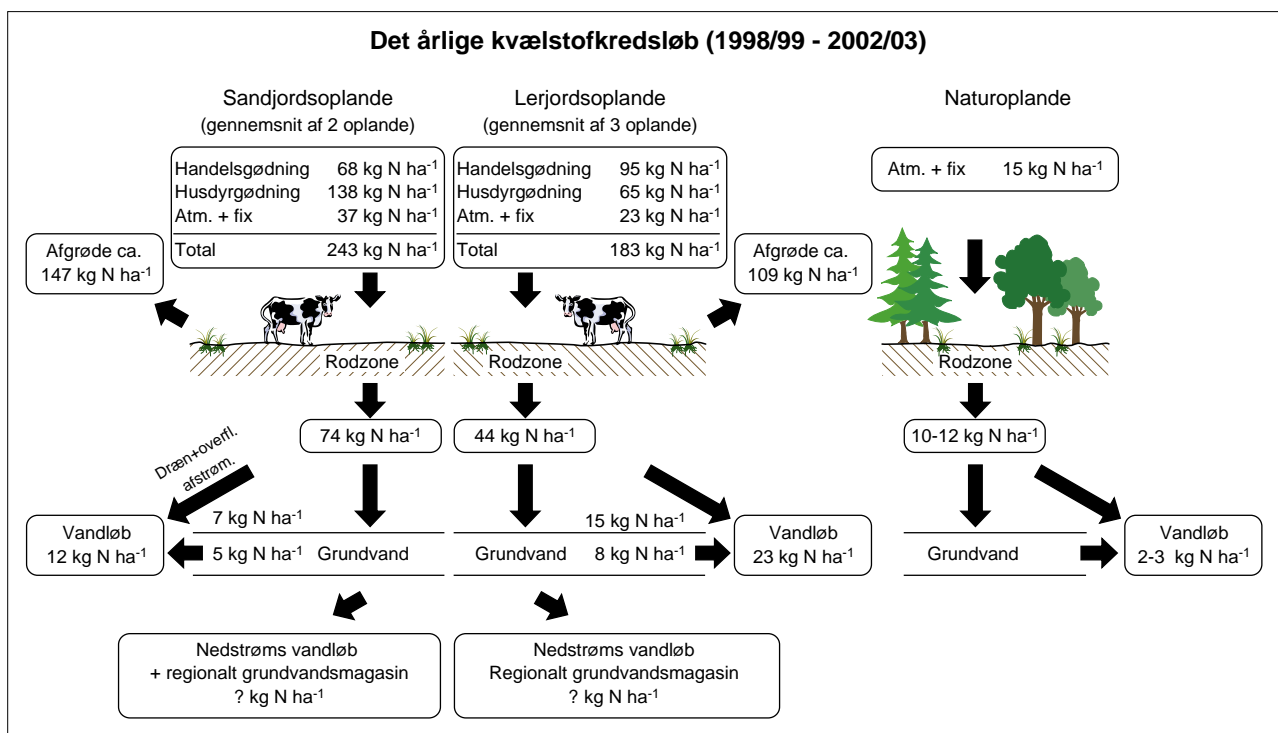
Kvælstofudvaskning fra naturarealer ca. 10-12 kg N ha⁻¹ år⁻¹, ca. 1/4 når ud til vandløb

I naturoplande er der et kvælstofinput fra atmosfæren på ca. 15 kg N ha⁻¹ år⁻¹ mens der ikke sker nogen fraførsel. Udvasningen fra skov etableret på landbrugsjord vurderes at være i størrelsesorden ca. 10-12 kg N ha⁻¹ år⁻¹ og fra gammel skov på ca. 5 kg N ha⁻¹ år⁻¹. Til sammenligning er kvælstoftransporten fra naturarealer til vandløbene ca. 2-3 kg N ha⁻¹ år⁻¹ (Bøgestrand, 2004).

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.



LA04 – Fig. 7.2

Figur 7.2 Skematisering af kvælstofkredsløbet i henholdsvis dyrkede lerjords- og sandjordsoplande samt for naturoplande for årene 1998/99-2002/03. Kvælstofbalancen er fra interviewundersøgelsen 1998-2002, 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.

8 Fosforanvendelse i landbruget

8.1 Fosfor – gødningsforbrug for hele landet og i landovervågningsoplandene

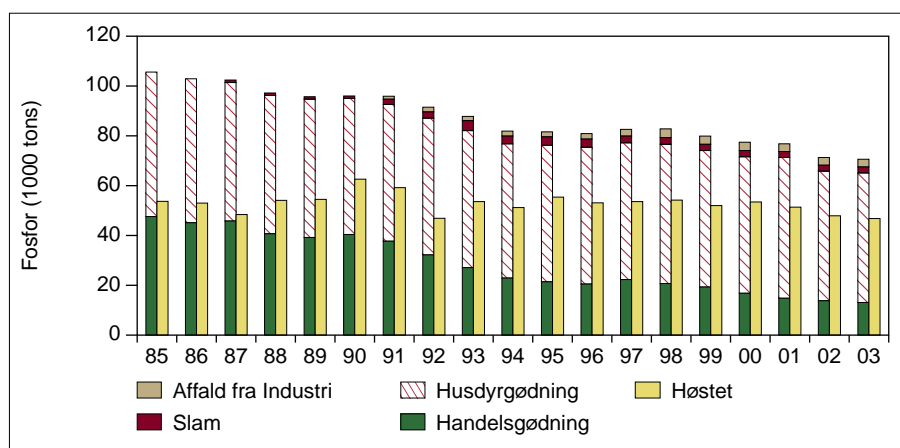
Vandmiljøplan I's krav med hensyn til fosfor i landbruget antages at være opfyldt med stop for de direkte udledninger fra gårdene. Anvendelse af fosfor i husdyrgødning er reguleret gennem harmonikravene. Endvidere blev det med vedtagelsen af Vandmiljøplan III i 2004 besluttet at lægge en afgift på 4 kr pr kg mineralisk fosfor i foder. Derudover er der ingen krav i forhold til landbrugets fosforgødskning.

På landsplan er der sket en reduktion i forbrug af fosfor på 27.500 tons P med handelsgødning fra 1990 til 2003, mens fosfortilførsel med husdyrgødning er omtrent uændret. Forskellen (også betegnet markoverskuddet), har været faldende i perioden og udgør i 2003 ca. 23.700 tons P, svarende til ca. 9 kg P ha⁻¹ (figur 8.1) (datagrundlaget bilag 1).

Ved opgørelse af den totale fosforbalance for dansk landbrug fås et større overskud. I 2001 udgjorde dette overskud 32.900 tons P, mens overskuddet for markbalancen blev opgjort til 25.400 tons P. Idet der ikke er luftformige tab, burde total overskuddet og markoverskuddet i princippet være ens. Det er pt. ikke muligt at afgøre årsagen til forskel i markbalancen og total balancen.

I Vandmiljøplan III er det en målsætning at total overskuddet inden 2015 skal reduceres med 50 % i forhold til overskuddet i 2001, dels gennem afgiften på foderfosfater, dels gennem en forbedret foderudnyttelse.

Figur 8.1. Markbalancen for fosfor: Udviklingen i tildelt fosfor og høstet fosfor for hele landbrugsarealet i Danmark i perioden 1985 til 2003.



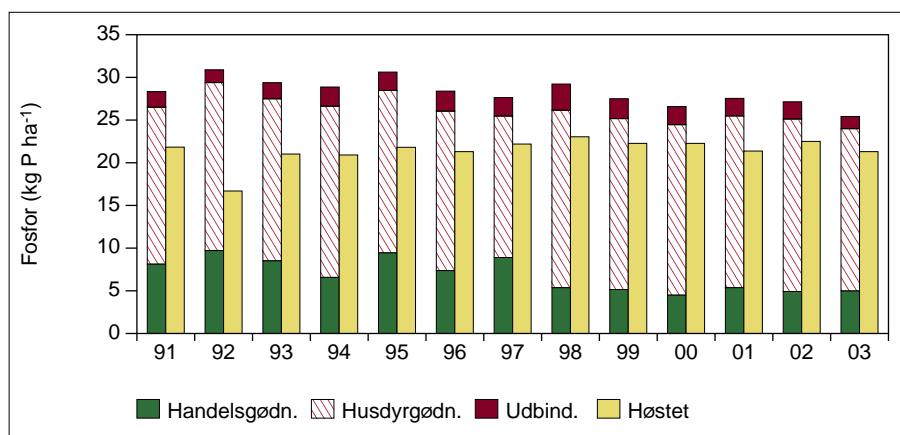
LA04 – Fig. 8.1

Mindre opgjort P overskud i landovervågningsoplandene end på landsplan

I landovervågningen er der registreret et mindre fosforoverskud i markbalancen end på landsplan (figur 8.2 og tabel 8.1). I begyndelsen af perioden skyldes dette, at der i landovervågningen blev registreret mindre forbrug af fosfor i handelsgødning. I slutningen af perioden

har handelsgødningsforbruget i landovervågningen og på landsplan nærmet sig hinanden. Derimod er der i sidste del af perioden i landovervågningen opgjort større mængde fosfor fjernet med afgrøderne end på landsplan. Dette medvirker til, at overskuddet bliver mindre i landovervågningen.

Figur 8.2 Udviklingen i tildelt fosfor og høstet fosfor for landovervågningsoplandene i perioden 1991 til 2003



LA04 – Fig. 8.2

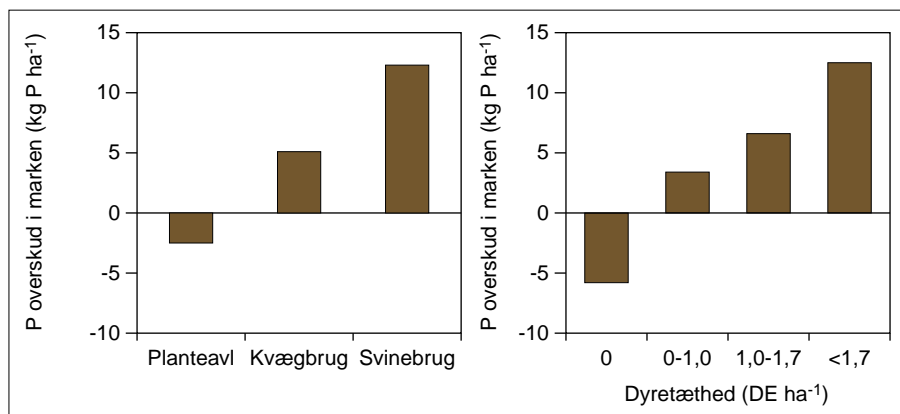
Tabel 8.1. Sammenligning af P gødningsforbrug og P overskud i landovervågningsoplandene og for hele landet.

		Handelsgødn.	Husdyrgødn.+slam	Total tilført	P høst	P overskud
kg P ha ⁻¹						
1991	Hele landet	14	21	35	22	14
	LOOP	8	20	28	21	7
2003	Hele landet	5	22	27	18	9
	LOOP	5	20	25	21	4

Der er overskud af fosfor til markerne på husdyrbrug. Overskuddet er større på svinebrug end på kvægbrug, og overskuddet stiger med stigende husdyrtæthed

Detalldata fra interviewundersøgelsen i landovervågningen viser at der er stor forskel på markoverskuddet af fosfor afhængig af brugstype og husdyrtæthed. På planteavlsbrugene er der i 2003 tilført lidt fosfor end der blev fjernet med afgrøderne, mens husdyrbrugene og især svinebrugene har et relativt stort overskud af fosfor. Overskuddet stiger med stigende husdyrtæthed (figur 8.3). Det skal påpeges at de opgjorte overskud i landovervågningen, især for husdyrbrugene er undervurderet i forhold til overskuddet på landsplan.

Figur 8.3 Fosforoverskud i markerne i landovervågningen på ejendomme med forskellig brugstype og husdyrtæthed, 2003



LA04 – Fig. 8.3

9 Fosfor i rodzonevand, drænvand og øvre grundvand - målinger

9.1 Måleprogram

Udvaskning af opløst fosfor fra rodzonen måles ved 32 jordvandsstationer (sugecellefelter) fordelt over 5 oplande. Der foretages ugentlige målinger i perioder med afstrømning. Vandafstrømning fra rodzonen modelberegnes ved hjælp af Evacrop eller Daisy. Daisy anvendes på de tætte jorde, hvor der er kapillær vandstigning i sommerperioden. Dyrkningspraksis og fosforudvaskningen for de enkelte stationer fremgår af bilag 5 og 6.

Transport af opløst og total fosfor til overfladevand via dræn måles ved 9 stationer på lerjord (Storstrøm og Fyn) og 1 station på et lavtliggende sandjordsareal (Nordjylland). Vandafstrømningen måles kontinuert, mens der udtages stikprøver af drænvandet én gang ugentlig. Endvidere foretages intensiv måling af fosfortransporten fra dræn.

Opløst fosfor og total fosfor måles i det øvre grundvand 1.5 til 5 meter under terræn i omkring 20 boringer i hvert af de 5 oplande. Der er i overvågningsperioden 1998-2003 foretaget én grundvandsanalyse pr. boring pr. år for de 2 fosfor parametre. I perioden 1990-1997 blev der årligt foretaget 100-200 grundvandsanalyser for opløst fosfor pr. opland, og kun i ét opland, Vejle, blev der analyseret for total fosfor.

9.2 Fosforudvaskning fra rodzonen til grundvand

For 25 jordvandsstationer på landbrugsjord har koncentrationerne af ortho-P været lave i hele måleperioden (0,06-0,021 mg P l⁻¹). Ligeledes har udvaskningerne være lavt (0,012 – 0,119 kg P ha⁻¹ år⁻¹). Dog har udvaskningen af fosfor i Sønderjylland været lidt større end i de øvrige oplande på grund af en højere koncentration og en større vandafstrømning (tabel 9.1).

Tabel 9.1 Fosforudvaskning fra jorde med lav P mobilitet, 1990/91-2002/03

	Antal stationer	afstrømning mm	P-udvaskn. kg P ha ⁻¹	P-konc. mg P l ⁻¹
Lerjorde				
Storstrøm	5	187	0,012	0,006
Fyn	6	332	0,043	0,011
Vejle	4	442	0,040	0,012
Sandjorde				
Nordjylland	6	409	0,044	0,012
Sønderjylland	4	592	0,119	0,021

Lave P koncentrationer og udvaskninger ved de fleste stationer

Høje P koncentrationer og udvaskninger ved enkelte stationer

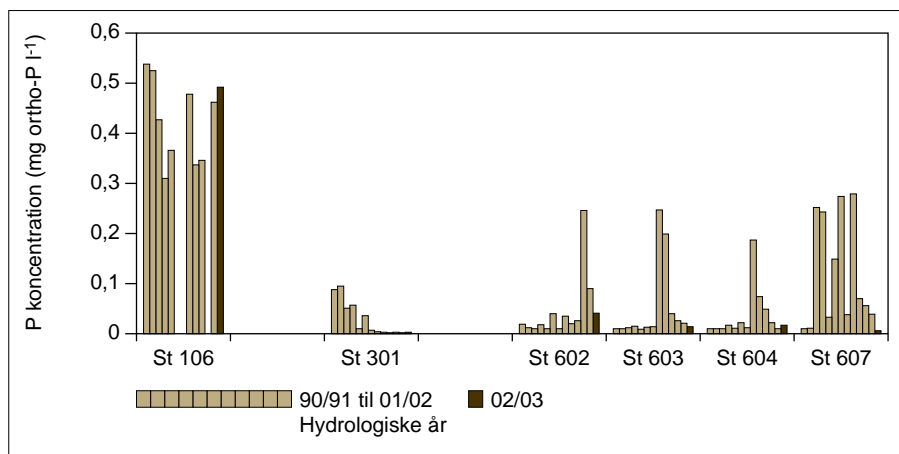
På 6 stationer har der i hele perioden eller i en årrække været høje koncentrationer (figur 9.1). Disse stationer udgør 24 % af stationerne på landbrugsjord.

For én station på lerjord i Storstrøm (station 106) har der ved de ugentlige målinger været konstant høje P koncentrationer i jordvandet (gennemsnitlig $0,420 \text{ mg P l}^{-1}$). 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 ($P_t=10,7$). 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 Vejle (st. 301) målt høje koncentrationer af ortho-P i begyndelsen af måleperioden. Koncentrationen er dog faldet igennem måleperioden og er i 1996/97 på niveau med de øvrige stationer i oplandet.

På sandjorde i Sønderjylland har der ved tre stationer været toppe af høje koncentrationer (årlig vandføringsvægtede koncentrationer på $0,180\text{-}0,290 \text{ mg P l}^{-1}$) som er klinget af igen efter ca. 3 år. Desuden har de årlige vandføringsvægtede koncentrationer ved én station fluktueret mellem $0,010$ og $0,28 \text{ mg P l}^{-1}$. Årsagen til de høje koncentrationer kan henføres til meget store P tilførsler med husdyrgødning givet på en gang - op til 155 kg ha^{-1} (st. 607) eller stor afgræsningsintensitet.

Figur 9.1 Fosforkoncentrationer ved 6 marker med P mobilitet



LA04 - Fig. 9.1

Lavt P indhold i jordvand under skov

Fosforindholdet i jordvandet ved en skovstation har i hele perioden været lavt, $0,002\text{-}0,004 \text{ mg P l}^{-1}$

9.3 Fosfortransport fra dræn til overfladevand

Fosfortransport fra drænedede lerjorde

P tab fra drænedede lerjorde fortrinsvis lav

Fra 8 af de 9 drænearealer på lerjord har koncentrationerne af opløst og partikulært P været ret lave, henholdsvis ca. $0,018$ og $0,045 \text{ mg P l}^{-1}$ (tabel 9.2). Forskellen, $0,027 \text{ mg P l}^{-1}$, må på disse lerede højbundsjarige antages at bestå fortrinsvis af partikulært P. Transporten af total fosfor gennem drænene har i gennemsnit af måleperioden ligget på $0,041 \text{ kg P ha}^{-1}$ pr år, fordelt med $0,019$ og $0,022 \text{ kg P/ha}$ på henholdsvis den opløste og partikulære fraktion.

Højt fosforindhold i jord giver dog stort tab af opløst P

Ved én station i Storstrøm har de gennemsnitlige koncentrationer af total P ligget på 0,180 mg P l⁻¹ og udvaskningen har ligget på gennemsnitlig 0,167 kg P ha⁻¹ år⁻¹. Det er udelukkende opløst P som giver anledning til den forhøjede koncentration, idet koncentrationen af partikulært P er på niveau med de øvrige stationer i Storstrøm. Som nævnt tidligere kan årsagen til et stort P tab fra denne jord være et meget højt fosfortal i topjorden (Pt=10,7).

Tabel 9.2 Årlige vandføringsvægtede koncentrationer og drænvandstransport af fosfor fra tre stationer i LOOP 1 og fem stationer i LOOP 4, gennemsnit for 1990/91-2002/03.

Drænaireal	Lerjorde lave P konc.		Lerjorde Høje P konc.	Sandjorde Lavbundsjord
	Storstrøm	Fyn	Storstrøm	Nordjylland
Lokalitet				
Antal stationer	3	5	1	1
Koncentration (mg P l ⁻¹)				
Opløst P	0,016	0,020	0,167	0,042
Partikulært / organisk P	0,012	0,042	0,013	0,063
Total P	0,028	0,062	0,180	0,105
Transport (kg P ha ⁻¹)				
Opløst P	0,019	0,018	0,153	0,412
Partikulært / organisk P	0,015	0,030	0,014	0,609
Total P	0,034	0,048	0,167	1,021

Fosfortransport fra dræn på et lavtliggende areal på sandjord

Arealet er et tidligere engareal med tilstrømmende grundvand. De arealspecifikke afstrømninger baseret på det topografiske opland er derfor høje; gennemsnitlig 950 mm år⁻¹ i perioden 1990/91-2002/03.

Fosforkoncentrationerne i drænvandet har været høje. Koncentrationen af opløst og total P har i måleperioden ligget på gennemsnitlig 0,042 og 0,105 mg P l⁻¹. Forskellen, 0,063 mg P l⁻¹, består formodentlig både af partikulært P (herunder evt. også udfældet og kolloidalt P) samt opløst organisk P idet der er tale om et tidligere engareal. På denne jord er der altså et forøget indhold af både opløst og partikulært/organisk P.

Kvælstofindholdet i drænvandet har været lavt i forhold til udvaskningen fra rodzonen på sandjordsarealer generelt. Det er sandsynligt at området eller dele heraf er vandlidende, således at der sker en denitrifikation. På dette areal har disse forhold medført at udledningen af fosfor er blevet forøget.

Usikkerhed omkring bestemmelse af fosfortab – intensiv prøvetagning

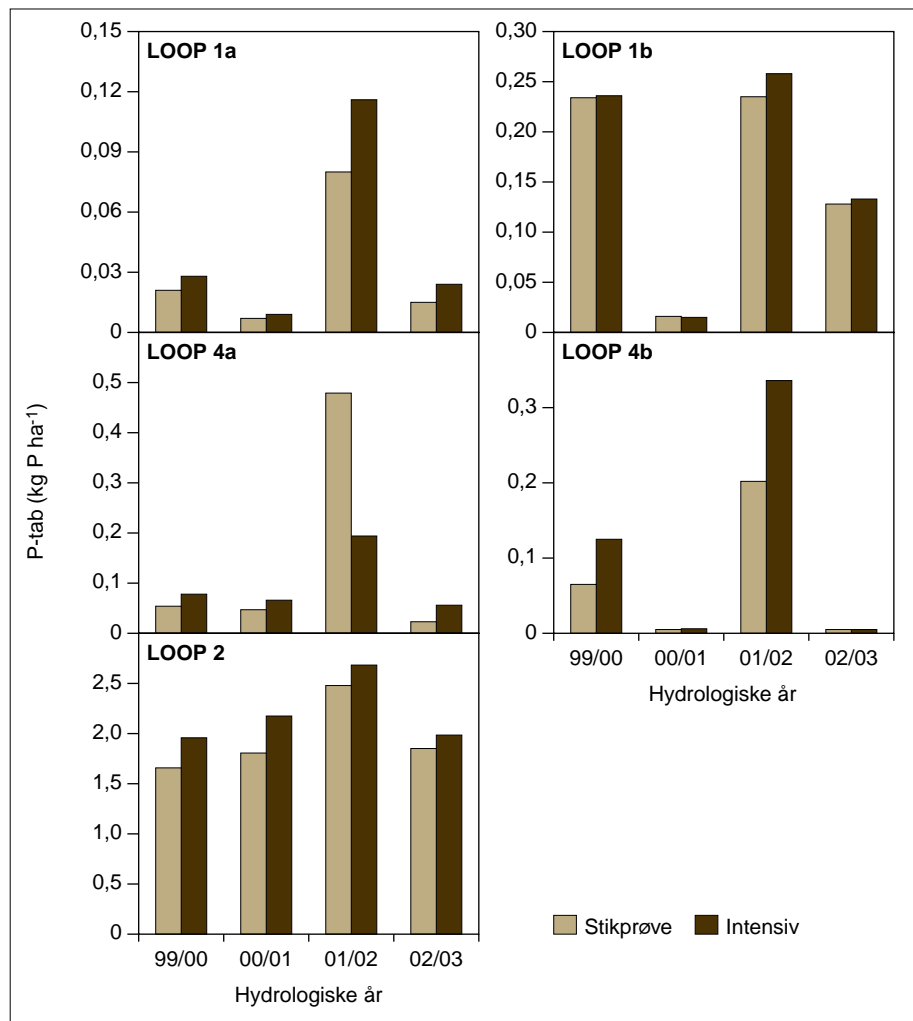
De ovenfor beskrevne fosfortab gennem dræn er bestemt ved udtagning af ugentlige stikprøver. Tidligere undersøgelser af drænvand (*Grant et al., 1997*) og vandløb (*Bøgestrand, 2000*) har vist at fosfortransporten oftest undervurderes med stikprøvetagning i forhold til intensiv prøvetagning.

I drænvandet fra et lavt liggende sandjordsareal er P koncentrationer høje, derimod er N koncentrationerne lave

Stikprøvetagningsstrategi undervurderer dræntransport af total P

Siden 1999/00 er der derfor også 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 egentlig 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 9.2).

Figur 9.2 Bestemmelse af transport fra dræn af total P ved henholdsvis stikprøve og intensiv prøvetagning, 1999/00 - 2002/03



LA04 - Fig. 9.2

9.4 Fosfor i det øvre grundvand

I tabel 9.3 er vist de gennemsnitlige koncentrationer (median-værdier) af orthofosfat og total opløst fosfor i det øvre grundvand for perioden 1990-2003 for de 5 landovervågningsoplande. Gennemsnittet er baseret på alle analyser foretaget på grundvandsprøver udtaget mellem 1,5 og 5 meter under terræn.

Tabel 9.3. Koncentrationer (median-værdier) af orthofosfat og total-fosfor i det øvre grundvand for perioden 1990-2003. Detektionsgrænsen varierer mellem 0,01 og 0,002 mg PO₄-P l⁻¹, højest i sandområderne.

	Ortho-P. (mg P l ⁻¹)	Total opløst P (mg P l ⁻¹)
Lerjorde		
Storstrøm	0,007	0,046
Fyn	0,009	0,031
Vejle	0,012	0,019
Sandjorde		
Nordjylland	<0,01	0,085
Sønderjylland	<0,01	0,035

Det gennemsnitlige orthofosfat-P indhold (median-værdier) i det øvre grundvand i landovervågningsoplandene er lavt (tabel 9.3). Indholdet af total opløst fosfor for såvel ler- som sandjordsoplande er højere end indholdet af orthofosfat-P, hvilket indikerer at der kan være kolloidal P eller organisk opløst P i grundvandet, som evt. kan være en påvirkning fra rodzonen.

Fosforindholdet i det øvre grundvand er generelt under 0,01 mg P l⁻¹ for ortho-P og under 0,1 mg P l⁻¹ for total opløst P. Disse fosforniveauer er under grænseværdien for drikkevand på 0,15 mg P l⁻¹. Ved udsivning til overfladevand kan høje koncentrationer, typisk højere end ca. 0,1 mg P l⁻¹ imidlertid give anledning til eutrofiering i søer.

5-10 % af grundvandsanalyserne har et markant højere fosforindhold på mellem 0,1 og op til 5 mg P l⁻¹. Disse analyser bevirker at det gennemsnitlige fosforindhold (tabel 9.4) er højere end det generelle niveau (median-værdier, tabel 9.3).

Tabel 9.4 Gennemsnitlige koncentrationer af orthofosfat og total-fosfor i det øvre grundvand for perioden 1990-2003. Grundvandsanalyser fra én station på lerjord i Storstrøm (station 106) hvor der har været konstant høje P koncentrationer i jordvandet er udeladt.

	Ortho-P. (mg P l ⁻¹)	Total-P (mg P l ⁻¹)
Lerjorde		
Storstrøm	0,031	0,287
Fyn	0,057	0,083
Vejle	0,025	0,031
Sandjorde		
Nordjylland	0,020	0,154
Sønderjylland	0,024	0,044

Grundvandsanalyser fra én station på lerjord i Storstrøm (station 106) hvor der har været konstant høje P koncentrationer i jordvandet viser gennemsnitlige koncentrationer i grundvandet for ortho-P på 0,101 mg P l⁻¹ og for total-P på 0,291 mg P l⁻¹. På samme station var der også høje fosforkoncentrationer i jordvandet og drænvandet, hvilket hænger sammen med et højt fosfortal i overjorden.

10 Fosforafstrømning til vandløb

Hvorfor måle næringsstoffer i vandløb?

Næringsstofafstrømningen til vandløb måles i de fem landovervågningsoplande, hvor der også måles på jordvand og grundvand. Vandafstrømningen måles kontinuert, og der udtages stikprøver af vandløbsvandet én gang hver 2. uge. Opgørelser af vandafstrømning og koncentration og transport af fosfor er foretaget for det hydrologiske år, dvs. perioden fra 1. juni til 31. maj det efterfølgende år. For de fleste af oplandene findes der målinger fra 14 hydrologiske år: fra 1989/90 til 2002/2003.

Vandafstrømningsmønsteret er beskrevet i kapitel 6. Det fremgår heraf at afstrømningen er mindst i Højvads Rende i Storstrøm og stiger for vandløbene mod vest med den største afstrømning i Bolbro Bæk i Sønderjylland.

10.1 Koncentration af fosfor

Sandede og lerede oplande

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

Som gennemsnitsbetragtning for perioden 1989/90 til 2002/03 er den vandføringsvægtede total-fosfor koncentration højest i vandløb, der afvander lerede oplande (tabel 10.1). Dette 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 6.2). I Oddebæk, hvor fosfor koncentrationen ligger på niveau med nogle af vandløbene i de lerede oplande, kan den store andel af drænedede arealer sandsynligvis forøge den hurtigt-responderende afstrømning i nogle perioder, og dette vil øge udvaskningen af fosfor. Fosforudledninger fra mindre bysamfund og spredt bebyggelse kan også påvirke billedet. I det sandede opland til Bolbro bæk 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 10 % af total fosfortransporten, mens denne andel udgør 41-53 % i de andre fire vandløb set over perioden 1989/90 til 2002/03 (tabel 10.1 og 10.2).

Tabel 10.1 Vandføringsvægtet koncentration af total fosfor i de fem landovervågningsvandløb i det hydrologiske år 2002/03 og gennemsnittet i den forudgående periode 1989/90-2001/02.

	Seneste hydrologiske år (2002/2003)	Gennemsnit forudgående periode (1989/90-2001/02)
Højvads Rende (LOOP 1)	0,117 mg P l ⁻¹	0,111 mg P l ⁻¹
Lillebæk (LOOP 4)	0,162 mg P l ⁻¹	0,192 mg P l ⁻¹
Horndrup Bæk (LOOP 3)	0,071 mg P l ⁻¹	0,130 mg P l ⁻¹
Odderbæk (LOOP 2)	0,096 mg P l ⁻¹	0,126 mg P l ⁻¹
Bolbro Bæk (LOOP 6)	0,061 mg P l ⁻¹	0,081 mg P l ⁻¹

Tabel 10.2 Vandføringsvægtet koncentration af opløst uorganisk fosfor i de fem landovervågningsvandløb i det hydrologiske år 2002/03 og gennemsnittet i den forudgående periode 1989/90-2001/02.

	Seneste hydrologiske år (2002/03)	Gennemsnit forudgående periode (1989/90-2001/02)
Højvads Rende (LOOP 1)	0,060 mg P l ⁻¹	0,052 mg P l ⁻¹
Lillebæk (LOOP 4)	0,105 mg P l ⁻¹	0,102 mg P l ⁻¹
Horndrup Bæk (LOOP 3)	0,038 mg P l ⁻¹	0,054 mg P l ⁻¹
Odderbæk (LOOP 2)	0,042 mg P l ⁻¹	0,053 mg P l ⁻¹
Bolbro Bæk (LOOP 6)	0,011 mg P l ⁻¹	0,008 mg P l ⁻¹

Udviklingstendenser

Statistisk test for udvikling i 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 næringsstoffkoncentrationen. Metoden er nærmere beskrevet af *Larsen (1996)*.

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

Den statistiske test på koncentrationerne af total fosfor viser at koncentrationerne er faldet signifikant i to af lerjordsoplandene, hvori fosforkoncentrationen ikke er ændret signifikant i det tredje lerjordsopland og i de sandede oplande (tabel 10.3). Faldet i fosforkoncentrationen i de to oplande kan evt. være relateret til en faldende fosforudledning fra spredt bebyggelse.

Tabel 10.3 Trend i 2003 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	-26,8	**
Lillebæk (LOOP 4)	-0,002	-12,7	n.s.
Horndrup Bæk (LOOP 3)	-0,003	-33,7	***
Odderbæk (LOOP 2)	0,002	26,9	n.s.
Bolbro Bæk (LOOP 6)	-0,001	-19,0	n.s.

10.2 Tab af 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 fra det observerede i vandløbet (se bilag 7.2). I det beregnede tab fra landbrugsarealer indgår udledninger af kvælstof og fosfor fra spredt bebyggelse og gårde.

Sandede og lerede oplande

Ingen systematisk forskel på tab af fosfor fra sandede og lerede oplande

Der er ingen systematisk forskel på tabet af total fosfor fra sandede og lerede oplande (tabel 10.4). Det beregnede tab af total fosfor fra de dyrkede arealer til vandløb $0,19-0,55 \text{ kg P ha}^{-1} \text{ år}^{-1}$ kan sammenholdes med tabet af total fosfor fra udyrkede natur arealer, som i 2003 er opgjort til $0,06 \text{ kg P ha}^{-1}$ (Bøgestrand, 2004).

Tabel 10.4 Tabet af total fosfor fra dyrkede arealer i de fem landovervågningsvandløb i det hydrologiske år 2002/03 og gennemsnittet pr hydrologisk år i den forudgående periode 1989/90-2001/02.

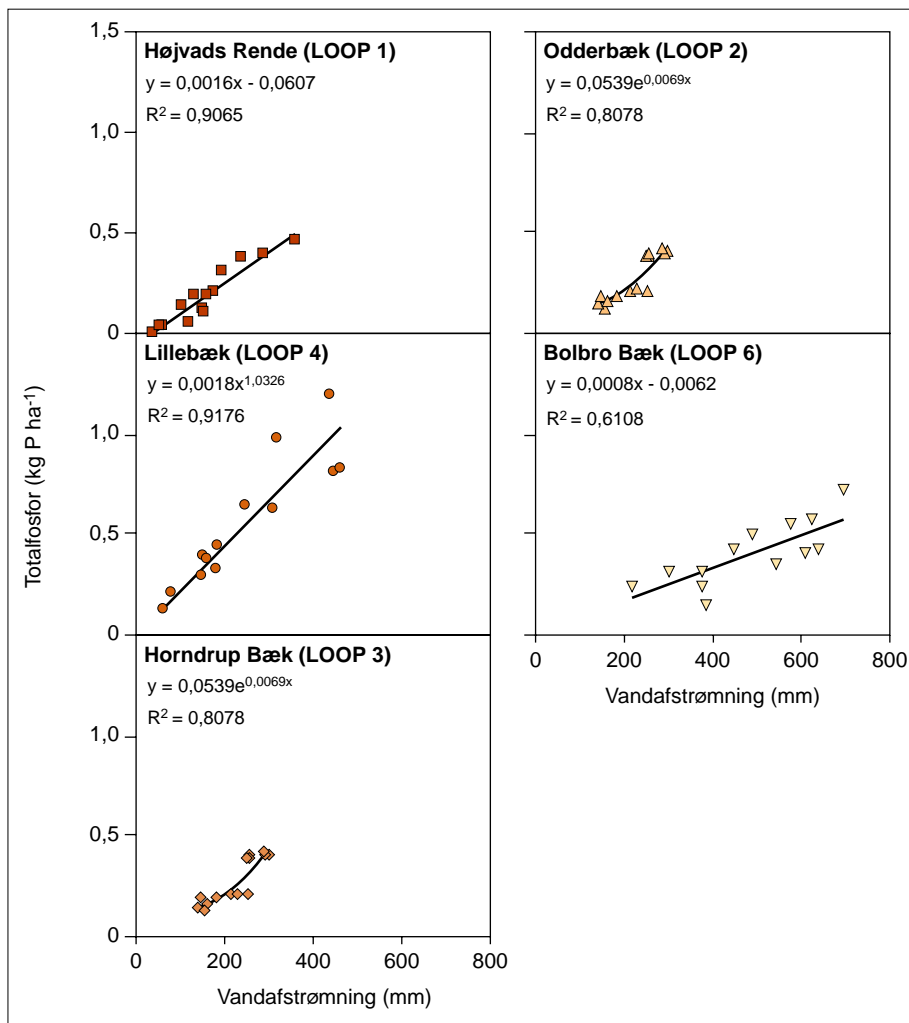
	Seneste hydrologiske år (normal prøvetagning) (2002/03)	Gennemsnit forudgående periode (normal prøvetagning) (1989/90-2001/02)
Højvads Rende (LOOP 1)	0,19 kg P ha ⁻¹	0,19 kg P ha ⁻¹
Lillebæk (LOOP 4)	0,28 kg P ha ⁻¹	0,55 kg P ha ⁻¹
Hornstrup Bæk (LOOP 3)	0,22 kg P ha ⁻¹	0,42 kg P ha ⁻¹
Odderbæk (LOOP 2)	0,21 kg P ha ⁻¹	0,29 kg P ha ⁻¹
Bolbro Bæk (LOOP 6)	0,35 kg P ha ⁻¹	0,41 kg P ha ⁻¹

Sammenhæng mellem fosfortab og afstrømning

Det årlige fosfortab stiger signifikant med stigende vandafstrømning

Tabet af fosfor fra de dyrkede arealer er meget styret af nedbørmængderne og dermed afstrømningen i de enkelte måleår. For de fem vandløb kan der således opstilles signifikante sammenhænge mellem den årlige afstrømning og det årlige tab af total fosfor fra landbrugsarealer i oplandet indenfor hydrologiske år. Det årlige fosfortab fra landbrugsarealer stiger i de enkelte oplande med stigende afstrømning (figur 10.1). Sammenhængene beskrives bedst ved lineære til eksponentielle regressioner, men der er ingen entydig forskel i beskrivelsen mellem sandjords- og lerjordsoplandene.

Figur 10.1 Sammenhænge mellem årligt fosfortab fra landbrugsarealer og vandafstrømningen i perioden 1989/90-2002/03



LA04 – Fig. 10.1

11 Fosforkredsløbet i landbrugsøkosystemer

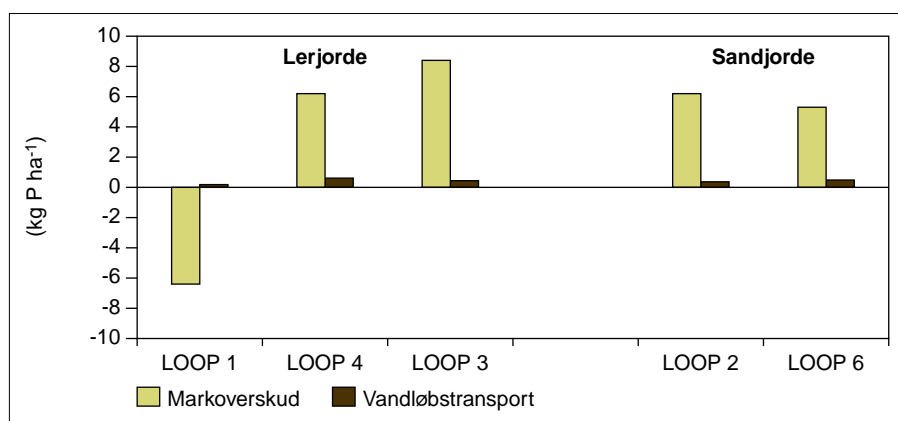
I dette afsnit sammenstilles hovedresultaterne fra målinger i de fem landovervågningsoplande. Det er ikke muligt at opstille en oversigt over fosforkredsløbet, idet vores viden om transportvejene stadig er meget mangelfuld. Derimod er opstillet nogle sammenligninger mellem de forskellige medier. Denne opstilling viser den meget store variation i både sted og tid.

11.1 Fosforoverskud og tab til overfladevand

Fosforoverskuddet på marken i de fem overvågningsoplande er sammenlignet med fosfortransporten i vandløbene i figur 11.1. Det ses, at vandløbstransporten i 4 oplande udgør mindre end 10 % af overskuddet. Da der ikke er luftformige tab af fosfor, vil den største del af overskuddet i disse oplande ophobes i jorden. I et opland, Storstrøm, er der et negativt fosforoverskud. Til trods herfor er der et betydeligt fosfortab til vandløbet. Det må konkluderes, at fosfortabet til vandløb er påvirket af den ophobede fosfor i jorden snarere end af det årlige fosforoverskud. Endvidere bidrager spredt bebyggelse til fosfor transporten til vandløbene.

Fosfortabet til vandløb er lille i forhold til de fosformængder der tilføres i landbruget. Tabet øges imidlertid med stigende ophobning af fosfor i marken. Det skal understreges at det forøgede tab vil forekomme i lang tid efter at overskudstilførslen er ophørt, og at de koncentrationer, der forekommer i vandløbene i dag (0,080-0,190 mg total P l⁻¹), kan give anledning til eutrofiering i søerne.

Figur 11.1 Fosforoverskud i marken og fosfortab til vandløb i fem landovervågningsoplande, gennemsnit for 1998/99-2002/03.



LA04 – Fig. 11.1

11.2 Fosforkoncentrationer i de forskellige dele af det hydrologiske kredsløb

Tabel 11.1 giver en oversigt over fosforkoncentrationerne i de forskellige dele af vandkredsløbet.

Ved $\frac{3}{4}$ af jordvandsstationer har de gennemsnitlige koncentrationer af opløst ortho-P ligget på 0,006-0,021 mg P l⁻¹, mens der ved $\frac{1}{4}$ af stationerne har været koncentrationer på 0,2-0,5 mg P l⁻¹ i nogle få år eller i hele perioden.

I drænvand fra lerjord er der observeret gennemsnitlige årlige koncentrationer af total P på 0,03-0,06 mg P l⁻¹ ved 8 stationer og 0,18 mg P l⁻¹ ved 1 station. Disse værdier gælder for prøver udtaget som stikprøver. Det er fundet, at disse kan være undervurderet med 0-48 % i forhold intensiv prøvetagning. På et lavtliggende sandjordsareal er der fundet koncentrationer i drænvand på gennemsnitlig 0,105 mg total P l⁻¹.

I det øvre grundvand har mediankoncentrationen af ortho-P ligget på mindre end 0,01-0,012 mg P l⁻¹, mens median koncentrationen af total P har ligget på 0,019-0,085. I 5-10 % af alle grundvandsanalyserne har der været markant højere fosforindhold, over 0,1 mg P l⁻¹.

I vandløbsvand har de gennemsnitlige årlige koncentrationer af total P ligget på 0,19-0,55 mg P l⁻¹, dvs. væsentlige højere koncentrationer end det typiske for jordvand, drænvand og grundvand. Dette skyldes, at væsentlige kilder til fosfortabene er jorderosion og brinkerosion samt spredt bebyggelse. Det er endvidere dokumenteret, at også drænvand bidrager til tabet af fosfor. Det kan imidlertid ikke udelukkes, at også udvaskning fra rodzonen og grundvandsbidrag kan have en ikke uvæsentlig betydning, jf. de punktvis høje koncentrationer i disse medier. Omfanget heraf er ikke kendt.

I grundvandet er koncentrationen af total P betydeligt højere end koncentrationen af ortho-P. Dette kunne tyde på, at opløst organisk P i grundvandet også kan bidrage til tab af fosfor.

Tabel 11.1 Fosforkoncentrationer i de forskellige dele af det hydrologiske kredsløb, 1990/91-2002/03

Vandmiljøet	Beskrivelse	opgørelse	ortho-P mg P l ⁻¹	Total P mg P l ⁻¹
jordvand	25 stationer (konstant lave konc.)	gns. vandf. vægtet	0,006-0,021	
	5 stationer (forhøjet konc. i nogle år)	gns. vandf. vægtet (i 2-5 år ud af 13 år)	0,1-0,3	
	1 station (permanent høje konc.)	gns. vandf. vægtet	0,3-0,5	
drænvand (stikprøve)*	lerjorde, 8 stationer	-	0,016-0,020	0,028-0,062
	lerjorde, 1 station	-	0,167	0,180
	sandjord, 1 station, lavbundsjord	-	0,042	0,105
øvre grundvand		median konc.	<0,01-0,012	0,019-0,085
	5-10% af alle målinger	enkelt målinger		<0,1-5
vandløb		gns. vandf. vægtet	0,008-0,102	0,080-0,190

*kan være undervurderet 0-48% i forhold intensiv prøvetagning

12 Pesticidanvendelse i landbruget

12.1 Pesticidhandlingsplaner

I oktober 2003 indgik regeringen, Dansk Folkeparti og Kristeligt Folkeparti en ny pesticidplan for perioden 2004-2009. Planens målsætning er at reducere behandlingshyppigheden med pesticider fra 2,04 i 2002 til 1,7 (efter gammel beregningsmetode) ved udgangen af 2009 samt at fremme omlægning til pesticidfri dyrkning. Metoderne til beregning af behandlingshyppigheden i Pesticidhandlingsplanen, 2004-2009 følger Bicheludvalgets betænkning (Bichel, 1998). Den nye pesticidplan har en lavere målsætning for behandlingshyppigheden end pesticidplanen fra 1987. Dengang var målet en halvering af pesticidforbruget, både målt i aktivstof og i behandlingshyppighed. Pesticidhandlingsplan II fra år 2000 havde en målsætning om at reducere behandlingshyppigheden til under 2 inden 2003. (se appendix 3 for Pesticidhandlingsplaner)

12.2 Opgørelsesmetoder

Pesticidanvendelsen i landbruget er opgjort på baggrund af data fra Bekæmpelsesmiddelstatistikken samt detailldata fra interviewundersøgelsen i 5 landovervågningsoplande, hvor der også måles på pesticid forekomst i grundvandet.

Behandlingshyppighed på landsplan 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. De enkelte stoffers fordeling på afgrødegrupperne findes ud fra at nogle produkter kun er godkendt til specifikke afgrøder samt ud fra et fagligt skøn foretaget af Danmarks JordbrugsForskning.

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

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

12.3 Behandlingshyppighed på landsplan

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 2003, hvor pesticidhandlingsplan II blev evalueret.

Alle behandlingshyppigheder er beregnet efter gammel beregningsmetode

I 2003 var mængden af solgt aktivt stof faldet med ca. 58 % i forhold til referenceperioden 1981-85, og dermed var delmålet for den første Pesticidhandlingsplan opfyldt. Der var ingen målsætning for mængden af solgt aktivt stof i Pesticidhandlingsplan II, hvilket også er tilfældet for den nye pesticidplan, 2003-2004 (figur 12.1).

Behandlingshyppighed på 2,17 i 2003

I 2002 og 2003 var behandlingshyppighederne henholdsvis 2,04 og 2,17 (Miljøstyrelsen, 2004a). Der observeres en stigning i behandlingshyppigheden for alle hovedgrupper af bekæmpelsesmidler, stigningen udgør samlet 6 %. Set i forhold til den oprindelige referenceperiode er det et fald på ca. 18 % (figur 12.1).

Herbicerer udgør den største del af pesticidforbruget (godt 60 %)

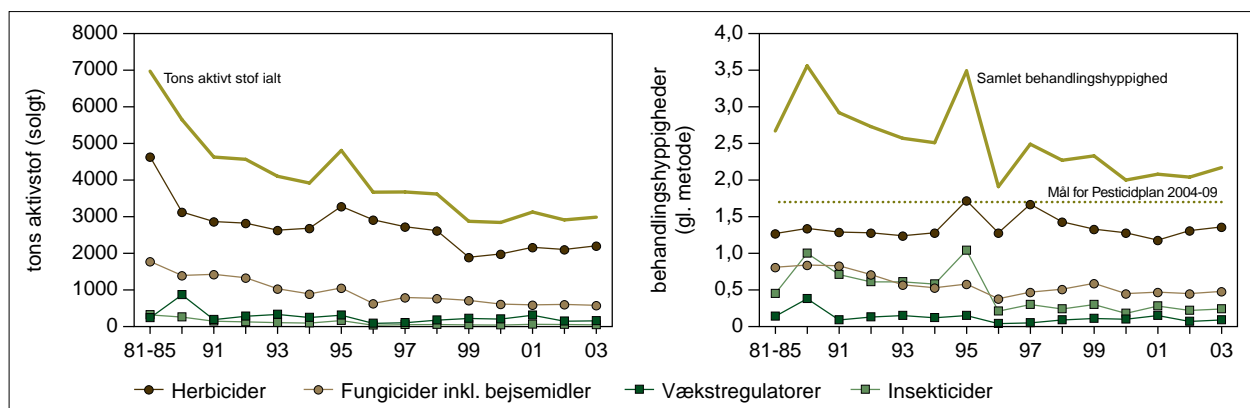
Behandlingshyppigheden varierer meget mellem de fire pesticidgrupper. Herbicererne udgør 63 % af den samlede behandlingshyppighed, fungiciderne 22 %, insekticider 11 % og vækstregulatorer 4 %. Også målt i mængde solgt aktivtstof er herbicererne, ligesom tidligere, den dominerende gruppe. Herbicidesalget udgjorde 74 % af det samlede pesticidesalg i 2002 (Miljøstyrelsen, 2004a).

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 1,4

Vinterkorn og vårkorn havde i 2003 behandlingshyppigheder på henholdsvis 2,2 og 1,4 (figur 12.2). Disse to afgrødegrupper dyrkes på størstedelen af det areal, der må behandles (i alt godt 70 % af arealet), og er derfor af afgørende betydning for den samlede behandlingshyppighed. Kartoffler havde i 2003 en behandlingshyppighed på 10,4 hvoraf behandlingshyppigheden med fungicider var 7,2. Grønsager havde en behandlingshyppighed på 4,9 mens ærter havde en behandlingshyppighed på 3,3. Roer havde en samlet behandlingshyppighed på 2,8.

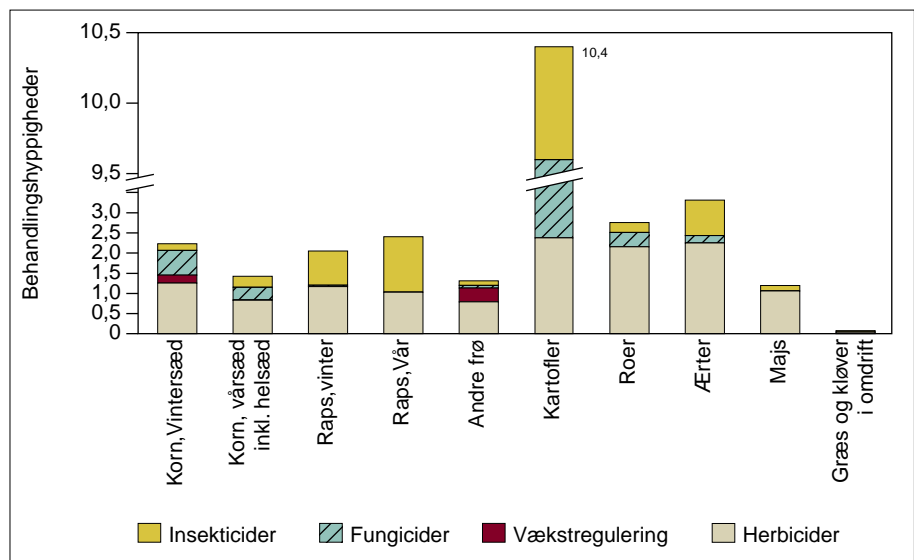
Behandlingshyppigheden er ikke udtryk for hvor mange gange, der aktuelt er sprøjtet på marken, idet der ofte anvendes nedsatte doser. Nedsatte doser betyder enten at et større areal kan behandles eller at samme areal kan behandles flere gange end behandlingshyppigheden antyder.



LA04 - Fig. 12.1

Figur 12.1 Udviklingen i mængderne af solgt aktivtstof og behandlingshyppigheder fra 1990-2003. Udgangspunktet for reduktionen er et gennemsnit af 1981-85

Figur 12.2 Behandlingshyppigheder for hele landet i 2003 fordelt på afgrødegrupper



LA04 - Fig. 12.2

Aktiv stoffer der anvendes i størst mængde

Her gives en gennemgang af de aktiv stoffer der er anvendt i størst mængde i 2003 (*Miljøstyrelsen, 2003*).

Herbicider: Glyphosatmidlerne tegnede sig for 43 % af herbicidalget, prosulfocarb tegnede sig for 21 %. Det eneste hormonmiddel, der stadig er tilladt (MCPA), udgjorde 7 % af herbicidalget. Den resterende del af herbicidalget (29 %) fordelte sig på 42 forskellige aktiv stoffer.

Fungicider: Mancozeb tegnede sig for 55 % af forbruget til behandling af afgrøder. De øvrige mest solgte stoffer er pyraclostrobin, azoxystrobin, fenpropimorph og tebuconazol. Disse udgjorde henholdsvis 8, 6, 13 og 5 % af fungicidforbruget. Den resterende del af fungicidforbruget fordelte sig på 11 forskellige stoffer.

Insekticider: Dimethoat tegnede sig for 62 % af det samlede forbrug til behandling af afgrøder, mens de syntetiske pyrethroider androg 27 %. Øvrige stoffer udgjorde 11 %.

Af bejdsemidlerne furathiocarb og imidacloprid blev der solgt 34 tons.

Vækstregulering: Chlormequat-chlorid var fortsat i 2003 det altdominerende vækstregulerende middel, det tegnede sig for 87 % af forbruget til dette formål.

12.4 Behandlingsindeks og aktiv stoffer i landovervågningsoplandene

Behandlingsindeks

I Landovervågningen, hvor pesticidforbruget er kendt på markniveau, kan foretages mere detaljerede opgørelser. Mængden af aktiv stoffer udspredd på den enkelte mark er kendt. Endvidere kan der udregnes et behandlingsindeks (BI). Dette indeks beregnes for den enkelte behandling som den faktisk anvendte dosis set i forhold til den godkendte dosis. Herefter kan det totale behandlingsindeks for

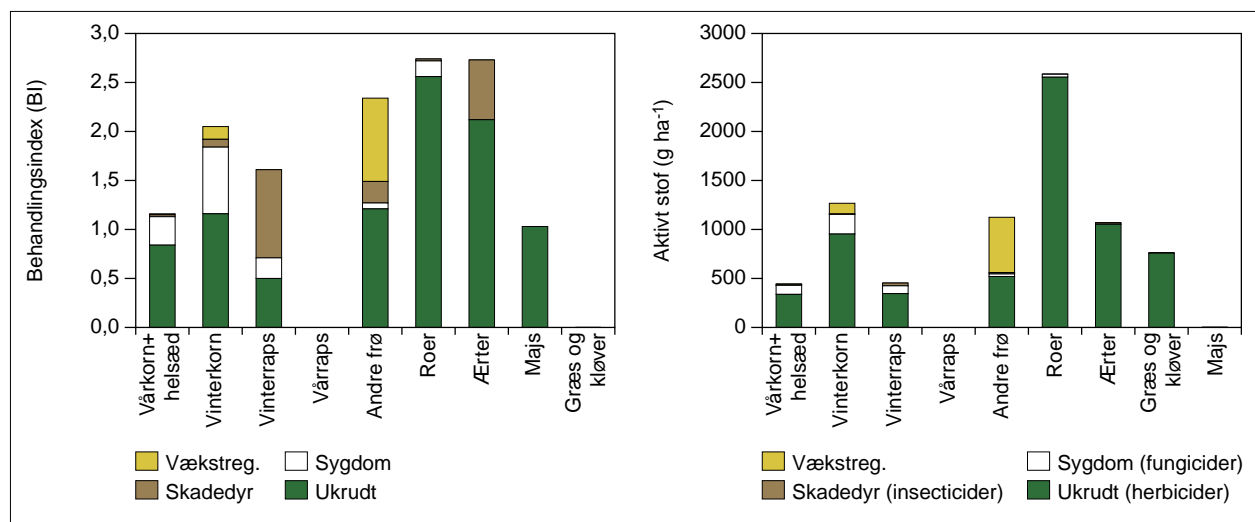
de enkelte marker eller for forskellige gruppeinddelinger opgøres. Behandlingsindekset udtrykker således samme forhold som den ovenfor beskrevne behandlingshyppighed. Såvel behandlingshyppigheden som behandlingsindekset opgøres for det konventionelt dyrkede omdriftsareal.

Gennemsnitlig mængde aktiv stof 0,87 kg ha⁻¹ og BI 1,32

Herbiciderne udgør langt den overvejende del af sprøjtningerne. Som gennemsnit for det dyrkede areal blev der i 2003 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 1,32 (i det dyrkede areal er undtaget arealer med vedvarende græs, udyrket brak og det økologiske areal). 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 (1,32) 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. Endvidere er arealet med græs i omdrift større i oplandene end for landet som helhed. Behandlingsindekset for de store afgrødegrupper i oplandene (vinterkorn 2,0 og vårkorn 1,2) er meget lig behandlingshyppigheden på landsplan (vinterkorn 2,2; vårkorn 1,2). Roer og ærter har langt det højeste behandlingsindeks (2,7). Græsafgrøder behandles så godt som aldrig, figur 12.3.



LA04 – Fig. 12.3

Figur 12.3 Behandlingsindeks og udspremt aktiv stof til forskellige afgrøder i Landovervågningen 2002/03 (LOOP 1-4 og 6).

Aktiv stoffer

I tabel 12.1 er angivet de 15 aktiv stoffer, der blev anvendt i største mængder i 2003 (en total liste over anvendte stoffer findes i bilag 8). Stofferne pirimicarb, captan og biternatol er udelukkende anvendt til frugt og bær. Blandt de 15 stoffer er der fem – bentazon, terbuthylazin, methamitron, MCPA og glyphosat, som også er blandt de hyppigst fundne aktiv stoffer i grundvandet (se også kapitel 13).

Tabel 12.1 Opgørelse af de 15 aktiv stoffer som anvendes i størst mængde i fem landovervågningsoplande i 2003. Stofmængden er givet som et gennemsnit for hele oplandsarealet. Arealet behandlet med det enkelte stof er angivet i %.

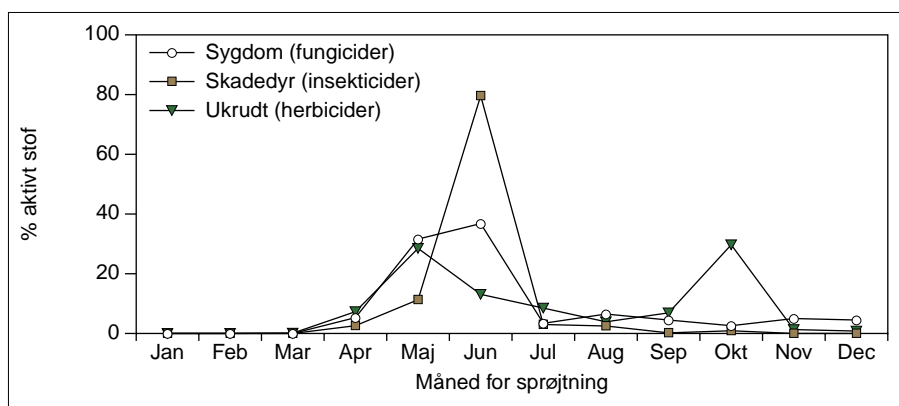
Aktiv stof	g stof ha ⁻¹ opland	behandlet areal i op- land %
Glyphosat	118	16
Prosulfocarb	114	15
MCPA	78	10
Pendimethalin	60	14
Metamitron	40	2,3
Mancozeb	39	0,5
Chlormequat-chlorid	39	5
Terbutylazin	34	8
Pirimicarb	28	1,5
Captan	25	0,6
Fenpropimorph	20	15
Pyridat	19	6
Biternatol	16	0,3
Bentazon	16	5
loxynil	16	26

12.5 Sprøjtetidspunkter

*Sprøjtning foregår i maj-
juni og i oktober*

Sprøjtetidspunkterne opgjort på baggrund af anvendt mængde aktiv stof er vist i figur 12.4. 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 12.4 Sprøjtetids-
punkter for de enkelte be-
handlingsemner i
Landovervågningen i
2002/03 (LOOP 1-4 og 6).



LA04 – Fig. 12.4

13 Pesticider og nedbrydningsprodukter i det øvre grundvand

13.1 Fundprocenter af pesticider i grundvandsindtag

I 2003 blev der udtaget 145 vandprøver fra 37 grundvandsindtag. I 23 af disse indtag blev der fundet pesticider eller nedbrydningsprodukter, svarende til ca. 65 %. Grænseværdien var overskredet en eller flere gange i 3 indtag svarende til ca. 8 % (tabel 13.1). Indholdet af pesticider og metabolitter i landovervågningsoplandene varierer meget fra år til år. Da grundvandsprøverne fra landovervågningsoplandene er udtaget fra højtliggende og relativt ungt grundvand, er det den aktuelle brug af pesticider og klimatiske lokale forhold der præger omsætningen og udvaskning af pesticider og nedbrydningsprodukter.

I LOOP 4 har der været konkret mistanke om kontaminering ved utætte boringer. Disse boringer indgår ikke længere i analyseprogrammet.

I NOVA perioden 1998 til 2003 er der gennemført 808 analyser med fund af pesticider eller nedbrydningsprodukter i 267 analyser, hvoraf 60 overskred $0,1\mu\text{g l}^{-1}$. Vandprøverne er udtaget fra 75 indtag (placeret i højtliggende ungt grundvand under landbrugsmæssigt drevne marker), og der er en eller flere gange påvist pesticider eller nedbrydningsprodukter i 52 indtag svarende til ca. 69 % af de undersøgte indtag. Grænseværdien er overskredet én eller flere gange i 19 indtag svarende til ca. 25 % (GEUS, 2004).

Tabel 13.1 Fund af pesticider og nedbrydningsprodukter i grundvandsboringer i landovervågningsoplande i 2003.

Sand områder	Borings -indtag	Dybde (m u.t)	Pesticid / nedbrydningsprodukt	Koncentration $\mu\text{g l}^{-1}$
2	11	5	Bentazon	0,01 - 0,04
2	12	5	AMPA	0,04
2	13	5	Glyphosat	0,01
2	14	5	Trichloreddike	0,07
2	15	5	Desisopropylatrazin	0,05
2	16	5	4-nitrophenol	0,02
2	17	5	Desethyldeisopropylatazin (DEIA)	0,03
2	18	5	TCA	0,02
2	19	5	AMPA	0,01
6	20	2,9	Atrazin	0,01 - 0,02
6			Desethylatrazin	0,01 - 0,02
6			Desisopropylatrazin	0,01 - 0,02
6			AMPA	0,01
6	21	3,6	Desethylatrazin	0,01
6			Desisopropylatrazin	0,02 - 0,05
6			Desethyldeisopropylatazin (DEIA)	0,03
6	22	2,7	Desethyldeisopropylatazin (DEIA)	0,01 - 0,04
6			Hydroxysimazin	0,03
6			2,6-dichlorbenzamid (BAM)	0,01 - 0,02
6			Desisopropylatrazin	0,02 - 0,05
6			Simazin	0,02 - 0,03
6	23	2,6	Desethyldeisopropylatazin (DEIA)	0,02
6			Desisopropylatrazin	0,01 - 0,02
Ler områder	Borings -indtag	Dybde (m u.t)	Pesticid / nedbrydningsprodukt	Koncentration $\mu\text{g l}^{-1}$
1	1	5	Mechlorprop	0,01 - 0,02
3	2	3	Atrazin	0,07 - 0,10
3	3	3	Desethylatrazin	0,10 - 0,11
3	4	3	Desethyldeisopropylatazin (DEIA)	0,16 - 0,25
3	5	3		0,21 - 0,31
3	6	5	Desisopropylatrazin	0,02
4	7	5	2,6-dichlorbenzamid (BAM)	0,02
4	8	5	Isoproturon	0,06 - 0,07
4	9	5	Desethylatrazin	0,06
4	10	5	Desethyldeisopropylatazin (DEIA)	0,02
			Metribuzin	

13.2 Hyppigst forekomne stoffer

Der er i perioden 1993-2003 fundet ca. 40 pesticider og nedbrydningsprodukter ud af ca. 90 analyserede stoffer i de fem undersøgte landovervågningsoplande. Der er gennemført 1.330 analyser af vandprøver udtaget fra 142 grundvandsindtag, og der er fundet 412 analyser med fund af pesticider, heraf 74 med fund $\geq 0,1\mu\text{g l}^{-1}$ (tabel 13.2).

I GEUS' Grundvandsovervågningsrapport (GEUS, 2004) er der vist sammenhænge mellem prøvetagningsdybder og pesticidfund. I LOOP 1, 2, 3 og 4 er langt hovedparten af grundvandsprøverne til pesticidanalyser udtaget 3-5 meter under terræn, og i LOOP 6 er pesticidfundene i 2003 gjort i filtre mellem 2.1 og 3.5 meter under terræn.

Der er især fundet triaziner og nedbrydningsprodukter (tabel 13.2). Atrazin blev sidste gang anvendt lovligt i Danmark i 1994, og det skønnes, at der derfor i rodzonen må være opbygget en pulje af stoffet og/eller nedbrydningsprodukterne, som langsomt frigives. Tilsvarende findes der gennem hele overvågningsperioden forskellige andre nedbrydningsprodukter fra triaziner. Denne gruppe viser en svag tendens til stigning i koncentrationer og hyppighed med hensyn til antal analyser med fund gennem perioden. Det skal bemærkes, at visse af nedbrydningsprodukter fra triazin gruppen kan stamme fra lovlige midler.

Bentazon er fundet hyppigt i LOOP, men kun i ét tilfælde i koncentrationer over grænseværdien for drikkevand. Tilsvarende er glyphosat og glyphosats nedbrydningsprodukt, AMPA, fundet hyppigt.

Endvidere indgår nitrophenol, metamidron, mechlorprop, terbuthylazin, isoproturon og metribuzin blandt de 15 hyppigst fundne stoffer.

Af interviewundersøgelsen fremgår, at nitrophenol, mechlorprop, BAM og isoproturon ikke blev anvendt i oplandene hverken i 2002 eller 2003. Af atrazin lignende stoffer blev anvendt terbuthylazin på ca. 8 % af arealet. Tebutylazin indgik sammen med stofferne, bentazon, methamidron, MCPA og glyphosat, blandt de 15 stoffer, som blev anvendt i størst mængde i oplandene (se også kapitel 12). Metribuzin blev anvendt i begge år, men kun i meget ringe omfang.

Mange af de kendte mobile og grundvandstruende pesticider er blevet forbudt eller reguleret af Miljøstyrelsen i løbet af 1990'erne.

Table 13.2 De 15 hyppigst fundne stoffer i landovervågningen fra 1993-2003. Der er kun medtaget stoffer, som er analyseret i mere end 40 indtag. Stoffer er sorteret efter faldende fundhyppighed (*GEUS, 2004*).

	Analysér	Indtag med analyse	Indtag med fund	Indtag $\geq 0,1\mu\text{g/l}$		
	antal	antal	antal	%	antal	%
4-Nitrophenol	501	54	21	38,9	2	3,7
Atrazin, deethylisopropyl-	445	47	14	29,8	5	10,6
Atrazin, deisopropyl-	843	94	22	23,4	8	8,5
AMPA	517	62	14	22,6	6	9,7
Bentazon	912	103	22	21,4	1	1
Glyphosat	520	62	10	16,1	7	11,3
Atrazin, deethyl-	866	100	15	15	2	2
Metamitron	825	95	11	11,6	0	0
Mechlorprop	1.133	118	13	11	0	0
Terbutylazin, desethyl-	537	57	6	10,5	1	1,8
MCPA	1.137	118	11	9,3	0	0
2,6-Dichlorbenzamid, BAM	777	91	8	8,8	1	1,1
Isoproturon	930	103	9	8,7	3	2,9
Metribuzin	616	63	5	7,9	0	0
Atrazin, hydroxy-	709	77	6	7,8	0	0

14 Uorganiske sporstoffer og organiske mikroforureninger i det øvre grundvand

14.1 Fund 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. Analyserne stammer overvejende fra de dybeste indtag i grundvandsrederne, dvs. 5 meter under terræn, med undtagelse af analyserne fra Sønderjyllands Amt (LOOP 6), der stammer analyserne fra indtag i ca. 2,2 meters dybde (GEUS, 2004).

For 2003 er der foretaget ca. 150 analyser for uorganiske sporstoffer i landovervågningsprogrammets grundvandsdel. Tabel 14.1 viser gennemsnitskoncentrationer for de undersøgte 10 stoffer for perioden 1998-2003. De markante forskelle i målte stofkoncentrationer landovervågningsoplandene i mellem er fremhævet i tabel 14.1. Et enkelt indtag fra Sønderjyllands Amt er udeladt fra det samlede datasæt på grund af stærkt afvigende stofindhold (GEUS, 2004).

Tabel 14.1 Uorganiske sporstoffer (gennemsnitsværdier) i landovervågnings grundvandsboringer 1998-2003. Analyser under detektionsgrænsen er medregnet med dennes værdi. Markante forskelle områderne imellem er fremhævet med fed skrift (GEUS, 2004).

	Storstrøm	Vejle	Fyn	Sønderjylland	Nordjylland
	- ler -	- ler -	- ler -	- sand -	- sand -
	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
Arsen	0,56	0,27	0,71	0,17	1,1
Bly	0,66	1,8	0,58	1,6	2,5
Cadmium	0,04	0,14	0,02	0,7	0,19
Selen	0,37	0,23	0,66	0,47	0,17
Nikkel	26	31	3,6	32	11
Zink	33	100	18	104	51
Kobber	2,2	7,3	0,99	6,7	5,1
Chrom	0,17	0,13	0,41	0,49	0,92
Aluminium	25	318	128	734	196
Barium	87	43	44	93	45

Tabel 14.2 Uorganiske sporstoffer. Overskridelse af grænseværdier for drikkevand i landovervågningens grundvandsboringer for perioden 1998-2003. Antal indtag med overskridelse af drikkevandskvalitetskravene i procent af analyserede indtag (*GEUS, 2004*).

	Grænseværdi drikkevand µg/l	Mindst en analyse over grænseværdi %	Alle analyser over grænseværdi %
Aluminium	100	49	9
Arsen	5	9	0
Bly	5	31	0
Cadmium	2	3	0
Chrom, total	20	0	0
Kobber	100	0	0
Nikkel	20	51	3
Selen	10	0	0
Zink	100	40	6

Diskussion

Som illustreret i tabel 14.1 er der store forskelle landovervågningsoplandene imellem. For aluminium, bly, nikkel og zink er der en del overskridelser af grænseværdierne for drikkevand (tabel 14.2). 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, 2004*). Husdyrgødningens betydning for indhold af uorganiske sporstoffer i landbrugsjord er belyst i rapport af *Schwärter og Grant, 2003*.

I større vandværker med vandbehandling og velfungerende sandfiltre, tilbageholdes uorganiske sporstoffer i nogen grad, hvorfor de nævnte overskridelser af grænseværdierne i grundvandet ikke nødvendigvis medfører en problematisk drikkevandskvalitet. For enkeltforsyninger og små fælles vandforsyninger uden vandbehandling kan sporstofferne derimod udgøre et kvalitetsproblem.

14.2 Fund af organiske mikroforureninger i det øvre grundvand

Resultater

I landovervågningsoplandene er der i perioden 1995-2003 gennemført analyser for organiske mikroforureninger i 504 vandprøver repræsenterende 61 forskellige indtag (tabel 14.3 og 14.4). Der er foretaget en opdeling af fund henholdsvis med og uden anioniske detergenter. Analyseresultaterne for denne stofgruppe er usikker, idet den anvendte metode kan give anledning til falske positive resultater, da metoden ikke er specifik (*GEUS, 2004*).

Tabel 14.3 Analyse for organiske mikroforureninger udført pr. år i landovervågningen i perioden 1995-2003. Tallene i parentes angiver de fundprocenter, der fremkommer, hvis anioniske detergenter udelades af opgørelsen) (GEUS, 2004).

Prøvetagningsår	Analyser Antal	Indtag med analyse Antal	Indtag med fund		
			antal	%	%
1995	6	6	0	0	(0)
1996	17	11	0	0	(0)
1997	7	4	0	0	(0)
1998	28	21	1	5	(5)
1999	88	38	23	61	(61)
2000	47	18	8	44	(11)
2001	52	21	7	33	(33)
2002	144	44	7	16	(14)
2003	115	34	20	59	(56)
1995-2003	504	61	35	57	(56)

Tabel 14.4 Oversigt over analyseresultaterne for de organiske mikroforureninger i landovervågningen fordelt på grupper dækkende perioden 1995-2003 (GEUS, 2004).

	Indtag med Analyse Antal	Indtag med fund	
		antal	%
Aromatiske kulbrinter	35	16	43
Halogenerede alifatiske kulbrinter	17	0	0
Phenol	48	24	50
Alkylphenol forbindelser	42	9	21
Chlorphenoler	58	3	5
Blødgørere	37	13	35
Detergenter, anioniske	36	20	56

Diskussion

I landovervågningsoplandene er der fundet organiske mikroforureninger i 57 % (56 % hvis der ses bort fra de anioniske detergenter) af indtagene. Der er udført forholdsvis mange analyser for indhold af chlorerede phenoler, men kun stoffet 2,4-dichlorphenol er fundet. Der er udført analyser for phenol i vand fra 48 indtag, og stoffet er fundet i 24, heraf et indtag med indhold over grænseværdien for drikkevand (0,5 µg/l). Der er nogle få data for nonylphenoler og nonylphenol-ethoxylater. Nonylphenol er fundet i 9 ud af 38 undersøgte indtag, men i lave koncentrationer i forhold til drikkevands grænseværdien. Der er også udført analyser for dibutylphthalat (DBP) i landovervågningsoplandene, og der er fund i 13 ud af 37 indtag. For alle stoffer gælder det, at medianværdier af fundene ligger under grænseværdierne for (GEUS, 2004).

Referencer

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

Bichel, S. (1998). Udvalget til vurdering af de samlede konsekvenser af en hel eller delvis afvikling af pesticidanvendelsen. Rapport fra hovedudvalget. Bichel-udvalget.

Bøgestrand J. (red.) (2004): Vandområder – Vandløb og kilder 2003. NOVA 2003. Danmarks Miljøundersøgelser. Faglig rapport fra DMU nr. 516

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

Cappelen, J. (2004): The Climate of Denmark – key Climatic Figures 2000-2003. Danish meteorological Institute, Ministry of Transport. Technical Report 04-05.

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

Danmarks Statistik (2003): Statistiske efterretninger. Landbrug 2004:12. Husdyrtætheden i landbruget 2003.

Danmarks Statistik. Landbrugsstatistikken 1989 -2003.

Fyns Amt (2004): Vandmiljøovervågning - Landovervågning 2003, 60 pp + bilag.

GEUS. 2004. Grundvandsovervågning 2004. Danmarks og Grønlands Geologiske Undersøgelse. Særudgivelse.

Grant, R. og Waagepetersen, J. (2003): Vandmiljøplan II - slutevaluering, Danmarks Miljøundersøgelser og Danmarks JordbrugsForskning. www.dmu.dk-publikation-ovrigepublikationer. 32pp.

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

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

*Heidmann, T. & Søegaard, K.. (2002):*Ændring i jordens N-indhold. Intern 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.

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

Jensen, N.H. & Madsen, H.B. (1990): Jordprofilundersøgelse i Vandmiljøplanens Landovervågningsoplande. Statens Planteavlsvforsøg, Afd. for Arealdata og Kortlægning, 17pp + bilag.

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.

Landsudvalget for kvæg (2000): Fodermiddeltabel 2000. Landskontoret for Kvæg og Danmarks JordbrugsForskning, Rapport nr. 91.

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.

Miljøministeriet og Fødevareministeriet (2003a). Evaluering af Pesticidhandlingsplan II og aftale om afvikling af pesticidanvendelse på offentlige arealer.

Miljøministeriet og Fødevareministeriet (2003b). Pesticidhandlingsplan 2004-2009.

<http://www2.mim.dk/pesticidhandlingsplan/pesticidplan.htm>

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

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

Miljøstyrelsen (2002). Statistik for jordbrugsmæssig anvendelse af organiske affaldsprodukter 2000. Miljøprojekt nr. 711.

Miljøstyrelsen (2003a). Statistik for jordbrugsmæssig anvendelse af organiske affaldsprodukter 2001. Miljøprojekt nr. 858.

Miljøstyrelsen (2003b) Spildevandsslam fra kommunale og private renselanlæg i 2000 og 2003. Orientering fra Miljøstyrelsen nr. 9

Miljøstyrelsen (2004a) Bekæmpelsesmiddelstatistik 2003 Orientering fra Miljøstyrelsen nr. 9

Miljøstyrelsen (2004b) Spildevandsslam fra kommunale og private renselanlæg i 2002. Orientering fra Miljøstyrelsen nr. 5

Nordjyllands Amt (2004): Vandmiljøovervågning – Landovervågning 2003, 74 pp + bilag.

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

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.

Poulsen, H.D. (2002): Beregning af N og P i husdyrgødning fra 1985 til 2000. I: *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

Schwærter, R.C. & Grant, R. (2003). Undersøgelse af miljøfremmede stoffer i gylle. Faglig rapport fra DMU nr. 430. www.dmu.dk – publikationer – faglige rapporter.

Storstrøms Amt (2004): NOVA 2004 – Landovervågning 2003, 63 pp + bilag.

Sønderjyllands Amt (2004): Vandmiljøovervågning 2003 – Landovervågning, 75 pp. + bilag.

Vejle Amt (2004): Vandmiljøovervågning – Landovervågning 2003, Horndrup Bæk 65 pp + bilag.

Vestsjællands Amt (2004): Landovervågning ved Hulebæk, 2003. 26 pp.

Viborg Amt og Rongkøbing Amt (2004): Vandmiljøovervågning. Landovervågning 2003. Interviewundersøgelse. 29 pp + bilag.

Vinther, F.P. og Hansen S. (2004): SimDen – en simpel model til kvantificering af N₂O-emission og denitrifikation. DJF-rapport Markbrug, nr. 104.

Ørum, J.E. (2003): Opdatering af Bichel-udvalgets driftsøkonomiske analyser. Fødevareøkonomisk Institut.

Bilag 1.1 Markbalance for kvælstof i 1000 tons fra 1985 til 2003

	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003*
Handelsgødning	392	376	375	361	371	394	389	365	328	321	311	286	283	278	257	246	229	206	196
Husdyrgødning	263	261	251	248	247	244	246	245	248	238	231	233	231	233	229	232	235	237	237
Slam og affald	4	4	4	4	5	5	6	7	10	9	9	9	8	7	7	9	11	11	11
N-fiksering	44	43	43	44	45	45	39	41	44	42	40	43	48	46	42	40	37	41	40
Deposition	48	48	48	47	53	53	53	52	49	46	44	41	40	40	40	40	40	40	40
Tilført	751	732	721	704	721	741	733	710	679	656	634	611	610	605	575	567	554	535	519
Fraført																			
Høstet	331	325	297	330	345	366	342	277	322	303	318	306	319	320	299	304	296	288	272
Balance (tilført - fraført)	420	407	425	375	376	375	391	433	357	353	317	305	291	285	276	263	255	247	247
Udskilt N	310	309	299	296	294	288	288	289	289	279	269	271	270	274	266	270	273	276	276
Udbinding	34	33	32	32	32	32	34	33	34	33	33	34	33	32	32	33	34	33	33
NH ₃ -fordampning	47	48	48	48	47	44	42	44	41	41	38	38	39	41	37	38	39	39	39
Husdyrg. lager	229	228	219	216	215	212	212	212	214	205	198	199	198	201	197	199	204	204	204
Dyrket areal (1000ha)	2834	2819	2800	2787	2774	2788	2770	2756	2739	2691	2726	2716	2688	2672	2644	2647	2676	2666	2658

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 og 2003 er foreløbige tal udarbejdet af DMU. * Mængderne af husdyrgødning for 2003 er endnu ikke opgjort, derfor er tallet for 2002 anvendt

Bilag 1.2 Markbalance for kvælstof i kg N ha⁻¹ fra 1985 til 2003

	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Tilført																			
Handelsgødning	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	73,8
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	88,9	89,2
Slam og affald	1,4	1,4	1,4	1,4	1,8	1,8	2,2	2,6	3,5	3,4	3,4	3,2	2,8	2,7	2,8	3,4	4,1	4,1	4,1
N-fixering	15,5	15,1	15,4	15,7	16,3	16,1	14,2	14,8	16,1	15,4	14,6	15,7	18,0	17,2	15,7	15,0	13,6	15,5	13,1
Deposition	19	19	19	19	19	19	19	19	18	17	16	15	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	214,0	206,0	200,8	195,3
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	113,0	114,7	110,5	108,2	102,4
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	99,4	95,4	92,6	92,9

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 og 2003 er foreløbige tal udarbejdet af DMU. * Mængderne af husdyrgødning for 2003 er endnu ikke opgjort, derfor er tallet for 2002 anvendt

Bilag 1.3 Markbalance for fosfor i 1000 tons P for hele landet fra 1985 til 2003

	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003*
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	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	52,0	52,0
Slam og industriaffald	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	5,8	5,5	5,5	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	77,4	76,8	71,3	70,6
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	51,4	47,9	46,9
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	25,4	23,4	23,7
Dyrket areal (1000ha)	2834	2819	2800	2787	2774	2788	2770	2756	2739	2691	2726	2716	2688	2672	2644	2647	2676	2666	2658

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 og 2003 er foreløbige tal udarbejdet af DMU.

*Mængderne af husdyrgødning for 2003 er endnu ikke opgjort, derfor er tallet for 2002 anvendt

Bilag 1.4 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	2003*
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	4,9
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	19,5	19,6
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	2,1	2,1	2,1	2,1
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	29,3	28,9	26,8	26,6
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	19,2	18,0	17,6
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	9,5	9,7	8,8	9,0
Dyrket areal (1000ha)	2847	2830	2814	2800	2786	2798	2776	2760	2750	2706	2744	2714	2688	2672	2644	2647	2647	2666	2658

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.

*Mængderne af husdyrgødning for 2003 er endnu ikke opgjort, derfor er tallet for 2002 anvendt

Bilag 2.1 Udvikling i kvælstofbalance for marken i landovervågningsoplandene

Data til beskrivelse af udviklingstendensen i gødningspraksis til alle afgrødegrupper med et gødningsbehov i perioden 1990 og 1994 til 2003.

		LOOP 1-6										
		1990	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Handelsgødning	(kg N ha ⁻¹)	142	121	113	103	104	101	92	88	84	77	81
Husdyrgødning	(kg N ha ⁻¹)	82	100	101	92	85	83	97	96	99	95	92
Udbinding	(kg N ha ⁻¹)	11	22	21	25	23	18	15	12	12	12	11
Effektiv N i husdyrgødning	(kg N ha ⁻¹)	28	44	43	38	38	38	43	42	44	43	43
Effektiv N i husdyrg. og udbind.	(kg N ha ⁻¹)							50	48	50	49	50
Total tildelt	(kg N ha ⁻¹)	235	243	235	220	212	202	204	196	195	184	184
Effektiv tildelt, i alt	(kg N ha ⁻¹)	170	165	156	141	142	139	135	136	134	126	131
Afgrødernes norm	(kg N ha ⁻¹)	171	167	170	150	160	165	160	155	152	146	166
Nyttevirkning af udbragt husdyrg.	(%)	34	44	42	41	44	46	44	44	44	45	48

		LOOP 1-7					
		1998	1999	2000	2001	2002	2003
Handelsgødning	(kg N ha ⁻¹)	107	101	98	96	84	90
Husdyrgødning	(kg N ha ⁻¹)	72	85	85	90	84	81
Udbinding	(kg N ha ⁻¹)	15	12	10	10	10	9
Effektiv N i husdyrgødning	(kg N ha ⁻¹)	33	38	37	40	37	37
Effektiv N i husdyrg. og udbind.	(kg N ha ⁻¹)		44	42	45	42	43
Total tildelt	(kg N ha ⁻¹)	194	198	193	196	178	180
Effektiv tildelt, i alt	(kg N ha ⁻¹)	140	139	140	141	126	133
Afgrødernes norm	(kg N ha ⁻¹)	166	159	154	156	145	164
Nyttevirkning af udbragt husdyrg.	(%)	46	45	44	44	44	48

Bilag 2.2 Kvælstof- og fosforbalancer i landovervågningsoplandene, opdelt på brugstyper og husdyrtætheder

Kvælstofbalancer i landovervågningsoplandene i 2003 (5 oplande). Kg N ha⁻¹

	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)	1863	844	1860	1087	1886	212	2324	1231
Antal brug	61	24	17	17	65	7	33	14
Dyreenheder	0	580	2208	2441	9	255	3259	1720
Handelsgødning (kg N ha ⁻¹)	107	68	51	56	106	72	54	59
Husdyrgødning (kg N ha ⁻¹)	32	72	108	133	32	103	111	101
Udbinding (kg N ha ⁻¹)	0	11	13	22	0	11	23	0
N-fixering	4	13	24	17	4	14	28	3
Deposition	15	15	15	15	15	15	15	15
Tilført	158	179	211	243	157	215	231	178
Høstet (kg N ha ⁻¹)	105	112	125	154	105	149	146	99
Tilført-høstet	53	67	86	89	52	66	85	79

Fosforbalancer i landovervågningsoplandene i 2003 (5 oplande). Kg P ha⁻¹.

	Husdyrtæthed				Bedrifter		
	0 DE ha ⁻¹	0-1 DE ha ⁻¹	1-1,7 DE ha ⁻¹	>1.7 DE ha ⁻¹	Plantebrug	Kvægbrug	Svinebrug
Areal (ha)	1107	1315	2548	683	1768	2324	1231
Handelsgødning (kg N ha ⁻¹)	12,8	2,3	3,1	4,4	9,1	4,3	0,2
Husdyrgødning (kg N ha ⁻¹)	0	19,1	24,0	30,6	8,2	21,3	30,8
Udbinding (kg N ha ⁻¹)	0	0,3	2,0	3,6	0	3,3	0
Tilført	12,8	21,7	29,2	38,6	17,3	28,9	31,0
Høstet (kg N ha ⁻¹)	18,7	18,3	22,6	26,1	20,8	23,9	18,8
Tilført-høstet	-5,8	3,4	6,6	12,5	-3,5	5,0	12,2

Bilag 3 Opgørelsesmetoder til markbalancer og N-kvoter

Hele landet

Markbalancerne for hele landet er efter *Kyllingsbæk et al., (2000)* ind til år 2000. Balancerne for 2001 og 2002 er foreløbige opgørelser udført af DMU. Data for forbruget af handelsgødningen er hentet fra Landbrugsstatistikken 1985-2003 (*Danmarks Statistik, 1985-2003*) dog er dette forbrug fratrukket den gødningsmængde, der anvendes til offentlige anlæg, skove, private haver m.v., hvilket er anslået til 5.000 tons N og 1.000 tons P i 2003. Næringsstofindholdet i husdyrgødning er baseret på husdyrenes fordeling på dyrekategorier iflg. Danmarks Statistik. Næringsstofindholdet i husdyrgødningen for de enkelte husdyrskategorier følger genberegning af næringsstofindholdet i husdyrgødningen fra 1985 til 1996 (Poulsen, H, 2002), mens indholdet efter 1996 følger de til en hver tid gældende normer som er implementeret i Bedriftsløsningen (*Poulsen og kristensen, 1997; Poulsen et al., 2001*). Anvendelse af slam og industriaffald for 2000, 2001 og 2002) i landbruget er oplysninger hentet fra Miljøstyrelsens rapporter (*Miljøstyrelsen 2002, 2003a, 2003b, 2004b samt tidligere udgivelser desangående*)

Udbytterne for hele landet er fra Danmarks Statistiks høsttælling. Heri er udbytterne af grovfoderet overvurderet, hvorved der er indregnet et svind på 10 % for rodfrugter, græs og efterafgrøder og 15 % for udbytterne fra vedvarende græsarealer (*Kyllingsbæk, 2000*) Normtal for afgrødernes kvælstofindhold er efter opgørelserne i Fodermiddeltabelerne fra 1992, 1995 og 2000 (*Landsudvalget for kvæg, 1993, 1995 og 2000*). Opgørelser af N-indhold i høstede kerner viser at N-indholdet har været faldene i overvågningsperioden (*Grant, 2002*). N-indholdet i kornafrøderne er derfor gradvis reduceret i takt med ny viden herfor.

Landbrugets kvælstofkvote på landsplan er for perioden 1985-1995 *Hansen (1990)* og for perioden 1994-2003 opgjort af *L.Knudsen (pers. medd., 2004)* på baggrund af landets afgrødefordeling og afgrødernes kvælstofnorm. Før 1993/94 var der tale om et anbefalet behov og herefter om en kvote. I rapporten refereres dog for hele perioden til en kvote. Kvælstofkvoten er korrigeret for kvælstofprognosen og eftervirkning af efterafgrøder og før 2002 desuden korrigeret for eftervirkning af husdyrgødning. 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.

Landovervågningsoplandene

Data til opgørelser af markbalancer i landovervågningen er baseret på interviewundersøgelserne af landmændene i oplandene. 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*).

Fjernet kvælstof er opgjort på basis af landmændenes oplyste høstudbytter. Også i landovervågningen vurderes det at udbytterne af grovfoderet er overvurderet, hvorved der også her er indregnet et svind på 10 % for rodfrugter, græs og efterafgrøder og 15 % for udbytterne fra vedvarende græsarealer

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. Normtal for afgrødernes kvælstofindhold opgjort som for hele landet

Kvæstoffixering i oplandene er fra 1990-97 beregnet efter *Kyllingsbæk (1995)*, og fra 1998 beregnet efter model opstillet i Grønt Regnskab i landbruget. Ved beregning af balancer ses på hele det dyrkede areal, dvs. brakarealerne er også indregnet.

Bilag 4 Regler for landbrugets dyrkning af afgrøder og anvendelse af gødning

Regler for grønne marker

Krav om vintergrønne marker blev indført under Vandmiljøplan I. For hver ejendom over 10 ha skulle andelen af vintergrønne marker udgøre mindst 45 % af ejendommens landbrugsareal i 1988 og stige til mindst 65 % i 1990. 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. Arealer der indgår i grønne marker kan ikke også indgå i efterafgrødearealet det samme efterår.

Regler for efterafgrøder

I 1998 blev Vandmiljøplan II vedtaget. Heri blev der stillet krav om, at der på hver ejendom skal etableres efterafgrøder på mindst 6 % af et defineret efterafgrødegrundareal. Reglen om 6 % efterafgrøder kan opfyldes som et gennemsnit af det aktuelle år samt 4 foregående planperioder, men man kan ikke "skylde" efterafgrøder.

De afgrøder, der kan medregnes som 6 % efterafgrøder er: Udlæg af græs (uden kløver), korsblomstrede afgrøder og cikorie. Korn, græs og korsblomstrede afgrøder sået før eller efter høst, dog senest 1. august. Frøgræs. Korsblomstrede afgrøder sået efter 1. august dog senest 20 august – de arealer der er sået efter 1. august kan dog kun medregnes med det halve areal.

Udlæg af 6 % efterafgrøder skal ske i korn eller afgrøder med tilsvarende høsttidspunkt. Udlæg i fodermajs, roer og lignende afgrøder med sent høsttidspunkt kan ikke anvendes som 6 % efterafgrøde.

De afgrøder der kan indgå i efterafgrødegrundarealet er vår- og vinterkorn, vår- og vinterraps, rybs, soja, sennep, ærter, hestebønne, solsikke, olieør, 1-årigt udtagne arealer, andre etårige afgrøder, der ikke optager kvælstof om efteråret i høståret. Andre etårige afgrøder kan være tidlige kartofler, spinat, lupiner, tidlige grøntsager, græs udlagt om efteråret i renbestand og enårige frøafgrøder. En årige afgrøder defineres i denne sammenhæng som afgrøder, der sås i perioden juli-maj og høstes inden næstkommende september, hvorefter marken er uden plantedække indtil 20. oktober.

Harmonikrav

I Miljøministeriets bekendtgørelser fastsættes der regler for, hvor stor en mængde husdyrgødning opgjort i dyreenheder pr. harmoniareal, der må udbringes på en landbrugsbedrift. For 2002/2003 gælder at på svinebrug, økologiske brug samt øvrige brug må der udbringes husdyrgødning, der svarer til gødningsproduktionen fra 1,4 DE/ha harmoniareal.

På kvægbrug må der udbringes husdyrgødning, der svarer til gødningsproduktionen fra 1,7 DE/ha harmoniareal. Dog må der udbringes gødning, der svarer til produktionen fra 2,3 DE/ha harmoniareal, hvis der på ejendommen dyrkes hvis mindst 70 % af ejendommens areal dyrkes med foderafgrøder. Der er desuden en række krav til gødningsanvendelse, afgrødefølge, ompløjning m.v. På brug med fjerkræ, pelsdyr eller en blanding heraf må der udbringes husdyrgødning, der svarer til gødningsproduktionen fra 1,7 DE/ha harmoniareal.

Harmoniarealet omfatter arealer samt forpagtede arealer, hvor der dyrkes afgrøder med en kvælstofnorm eller et vejledende behov for fosfor og kalium. Kun arealer, der kan og må gødskes med husdyrgødning, kan medregnes til harmoniarealet.

Regler for udbringning af husdyrgødning

I perioden fra høst til 1. februar må der ikke udbringes flydende husdyrgødning. Undtaget herfra er udbringning fra høst til 1. oktober på etablerede, overvintrende fodergræsarealer og på arealer, hvor der den følgende vinter skal være vinterraps, samt i perioden fra høst til 15. oktober på arealer med frøgræs, der høstes og sælges til et frøavlsfirma.

Udbringning af flydende husdyrgødning må kun ske ved slangeudlægning, nedfældning eller lign. I perioden fra høst til 20. oktober må der kun udbringes fast gødning på arealer, hvor der er afgrøder den følgende vinter. Og i perioden fra 1. september til 1. marts må der ikke udbringes flydende husdyrgødning i flerårige afgrøder uden høst.

Husdyrgødning, der udbringes på ubevoksede arealer skal nedbringes hurtigst mulig og inden 6 timer.

Krav til opbevaringskapacitet

Ejendomme der har et dyrehold eller oplagre husdyrgødning skal have en opbevaringskapacitet der er tilstrækkelig til at kravene til udnyttelse af husdyrgødningen og reglerne for udbringning af husdyrgødning kan overholdes. Dog skal opbevaringskapaciteten svare til mindst 6 måneders tilførsel af husdyrgødning. Den tilstrækkelige opbevaringskapacitet vil normalt svare til 9 måneders tilførsel.

Udnyttelse af husdyrgødning

Krav til udnyttelse af husdyrgødning gælder for 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.

"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 efterafgrøder.

Udnyttelsen beregnes på følgende måde:

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

Det lovmæssige krav til udnyttelse af kvælstof i husdyrgødning på ejendomsniveau var i 2002/2003: 75 % for svinegylle, 70 % for kvæggylle, 45 % for dybstrøelse og 65 % for anden husdyrgødning. For alle gødningstyper var dette en stigning i kravet på 5 %-point i forhold til året før. I udnyttelseskravet indgår både 1. års virkningen og eftervirkningen.

Bilag 5.1 Landbrugsdrift på stationsmarkerne i landovervågningen

LOOP 1

juvst	JBNR	aar	brugs- type	DE_HA	afgroede	HanN	HusN	HanP	HusP	nfj_tot	N_FIX
101	6	1990	Plante		Fabriksroer	128	0	35	0	134	2
101	6	1991	Plante		Vårbyg, foderkorn	110	0	0	0	143	2
101	6	1992	Plante		Vinterhvede, foderkorn	202	0	24	0	166	2
101	6	1993	Plante		Fabriksroer	131	0	33	0	137	2
102	7	1990	Plante		Fabriksroer	120	0	38	0	104	2
102	7	1991	Plante		Vårbyg, foderkorn	123	0	15	0	96	2
102	7	1992	Plante		Vinterhvede, foderkorn	160	0	19	0	97	2
102	7	1993	Plante		Fabriksroer	101	0	25	0	104	2
102	7	1994	Plante		Vinterhvede, foderkorn	179	0	17	0	102	2
102	7	1995	Plante		Vinterhvede, foderkorn	172	0	20	0	121	2
102	7	1996	Plante		Fabriksroer	96	0	12	0	83	2
102	7	1997	Plante		Vårbyg, malt	90	0	0	0	106	2
102	7	1998	Plante	0,0	Vårbyg til malt	121	0	22	0	103	2
102	7	1999	Plante	0,0	Fabriksroer - top	107	0	28	0	86	2
102	7	2000	Plante	0,0	Vinterhvede (brød)	217	0	0	0	162	2
102	7	2001	Plante	0,0	Vårbyg	115	0	8	0	76	2
102	7	2002	Plante	0,0	Vårbyg til malt	117	0	22	0	85	2
102	7	2003	Plante	0,0	Vinterhvede	175	0	17	0	144	2
103	6	1990	Plante		Vårbyg, foderkorn	176	0	13	0	95	2
103	6	1991	Plante		Vårbyg, foderkorn	118	0	12	0	93	2
103	6	1992	Plante		Vårbyg, foderkorn	110	0	14	0	65	2
103	6	1993	Plante		Vårbyg, foderkorn	95	0	0	0	101	2
103	6	1994	Plante		Fabriksært	0	0	12	0	175	234
103	6	1995	Plante		Vinterhvede, brød	191	0	19	0	158	2
103	6	1996	Plante		Fabriksroer	113	0	33	0	102	2
103	6	1997	Plante		Vårbyg, malt	99	0	0	0	92	2
103	6	1998	Plante	0,0	Vinterhvede (brød)	199	0	22	0	143	2
103	6	1999	Plante	0,0	Fabriksroer - top	123	0	28	0	118	2
103	6	2000	Plante	0,0	Vårbyg til malt	93	0	0	0	109	2
103	6	2001	Plante	0,0	Vinterhvede (brød)	195	0	42	0	152	2
103	6	2002	Plante	0,0	Fabriksroer - top	113	0	22	0	125	2
103	6	2003	Plante	0,0	Vårbyg	99	0	0	0	97	2
104	5	1990	Svin	0,2	Vinterhvede, foderkorn	292	58	40	4	161	2
104	5	1991	Svin	0,1	Markært	0	0	0	0	206	266
104	5	1992	Svin	0,2	Vinterhvede, foderkorn	172	0	20	0	169	2
104	5	1993	Svin	0,2	Fabriksroer	130	0	39	0	130	2
104	5	1994	Svin	0,2	Vårbyg, foderkorn	103	0	13	0	109	2
104	5	1995	Svin	0,2	Vinterhvede, brød	187	0	18	0	165	2
104	5	1996	Plante	0,1	Fabriksroer	119	0	34	0	109	2
104	5	1997	Plante		Vårbyg, malt	93	0	12	0	129	2
104	5	1998	Plante	0,0	Vinterhvede (brød)	197	0	14	0		2
104	5	1999	Plante	0,0	Fabriksroer - top	115	0	31	0	149	2
104	5	2000	Plante	0,0	Vårbyg til malt	132	0	0	0	134	2
104	5	2001	Plante	0,0	Vårbyg m. kløverudl	115	0	17	0	135	2
104	5	2002	Plante	0,0	Hvidkløver	0	0	0	0	18	200
104	5	2003	Plante	0,0	Engrapgræs e.kløver	103	0	0	0	58	2
105	6	1990	Plante		Fabriksroer	100	0	28	0	105	2
105	6	1991	Plante		Vinterhvede, foderkorn	208	0	0	0	150	2
105	6	1992	Plante		Vinterhvede, foderkorn	191	0	26	0	125	2

jvst	JBNR	aar	brugs- type	DE_HA	afgroede	HanN	HusN	HanP	HusP	nfj_tot	N_FIX
105	6	1993	Plante		Fabriksroer	105	0	36	0	124	2
105	6	1994	Plante		Vårbyg, foderkorn	86	0	0	0	93	2
105	6	1995	Plante		Vinterhvede, brød	178	0	14	0	169	2
105	6	1996	Plante		Fabriksroer	111	0	28	0	98	2
105	6	1997	Plante	0,0	Vårbyg, malt	82	0	0	0	105	2
105	6	1998	Plante	0,0	Vinterhvede	201	0	14	0	140	2
105	6	1999	Plante	0,0	Fabriksroer - top	100	0	26	0	114	2
105	6	2000	Plante	0,0	Vårbyg til malt	104	0	0	0	118	2
105	6	2001	Plante	0,0	Vinterhvede (brød)	185	0	12	0	146	2
105	6	2002	Plante	0,0	Fabriksroer - top	103	0	24	0	154	2
105	6	2003	Plante	0,0	Vårbyg til malt	103	0	0	0	111	2
106	6	1990	Plante		Vinterhvede, foderkorn	203	0	19	0	206	2
106	6	1991	Plante		Vinterhvede, foderkorn	189	0	34	0	174	2
106	6	1992	Plante		Fabriksroer	127	0	46	0	86	2
106	6	1993	Plante		Vårbyg, foderkorn	95	0	0	0	101	2
106	6	1994	Plante		Vinterhvede, foderkorn	187	0	18	0	148	2
106	6	1995	Plante		Vårbyg, malt	107	0	0	0	106	2
106	6	1996	Plante		Vårbyg, malt	82	0	12	0	103	2
106	6	1997	Plante		Vinterhvede, brød	192	0	286	0	153	2
106	6	1998	Plante	0,0	Vårbyg	102	0	0	0	113	2
106	6	1999	Plante	0,0	Konservesært	0	0	0	0	263	256
106	6	2000	Plante	0,0	Vinterhvede (brød)	191	0	19	0	165	2
106	6	2001	Plante	0,0	Vinterhvede (brød)	182	0	19	0	157	2
106	6	2002	Plante	0,0	Vinterhvede	239	0	24	0	144	2
106	6	2003	Plante	0,0	Vinterhvede m.udlæg	223	0	18	0	155	2
107	7	1993	Plante		Vårbyg, foderkorn	86	0	10	0	90	2
107	7	1994	Plante		Vinterhvede, foderkorn	178	0	17	0	155	2
107	7	1995	Plante		Fabriksroer	126	0	29	0	93	2
107	7	1996	Plante		Vårbyg, malt	74	0	0	0	113	2
107	7	1997	Plante		Vinterhvede, brød	178	0	13	0	177	2
107	7	1998	Plante	0,0	Fabriksroer - top	115	0	35	0	90	2
107	7	1999	Plante	0,0	Vårbyg til malt	85	0	0	0	83	2
107	7	2001	Plante	0,0	Vårbyg	108	0	11	0	94	2
107	7	2002	Plante	0,0	Fabriksroer - top	117	0	29	0	130	2
107	7	2003	Plante	0,0	Vårbyg	78	0	0	0	99	2

LOOP 2

juvst	JBNR	aar	brugs- type	DE_HA	afgroede	HanN	HusN	HanP	HusP	nfj_tot	N_FIX
201	4	1990	Kvæg	1,8	Foderroer	108	340	0	54	158	2
201	4	1991	Kvæg	2,0	Vårbyg + udlæg, foderkorn	74	148	0	29	158	5
201	4	1992	Kvæg	1,9	Vårbyg, foderkorn	74	204	0	40	42	2
201	4	1993	Kvæg	1,9	Vårbyg + udlæg, foderkorn	66	261	0	49	82	5
201	4	1994	Kvæg	2,2	Foderroer	24	462	0	76	134	2
201	4	1995	Kvæg	2,3	Vårbyg + udlæg, foderkorn	88	303	0	51	116	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	0	83	59
201	4	1998	Kvæg	1,6	Vinterhvede	62	222	0	40	155	2
201	4	1999	Kvæg	1,9	Helsæd. vårbyg	86	332	0	55	237	4
201	4	2000	Kvæg	2,0	Havre	48	75	0	12	78	2
201	4	2001	Kvæg	2,1	Vinterhvede (brød)	82	389	0	63	112	2
201	4	2002	Kvæg	1,4	Vårbyg m. græsudlæg	31	108	0	22	71	2
201	4	2003	Kvæg	1,1	Silomajs	29	173	11	30	143	2
202	1	1990	Kvæg	1,8	Vårbyg + udlæg, foderkorn	82	148	0	29	148	5
202	1	1991	Kvæg	2,0	Vårbyg + udlæg, foderkorn	90	148	0	29	158	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	64	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	148	2
202	1	1996	Kvæg	3,2	Vårbyg, ærtehelsæd	0	74	0	13	119	62
202	1	1997	Kvæg	1,6	Vinterhvede, foderkorn	58	105	0	15	125	2
202	1	1998	Kvæg	1,6	Vinterrug	98	117	0	21	97	2
202	1	1999	Kvæg	1,9	Havre	24	164	0	27	81	2
202	1	2000	Kvæg	2,0	Vinterhvede (brød)	96	230	0	43	131	2
202	1	2001	Kvæg	2,1	Vintertriticale	54	90	0	15	100	2
202	1	2002	Kvæg	1,4	Silomajs	16	314	8	63	246	2
202	1	2003	Kvæg	1,1	Silomajs	29	234	11	63	219	2
203	1	1990	Svin	1,0	Vårbyg, foderkorn	74	0	0	0	115	2
203	1	1991	Svin	1,1	Våraps, industri	123	0	0	0	68	2
203	1	1992	Svin	1,0	Vinterhvede, foderkorn	162	140	0	24	97	2
203	1	1993	Svin	1,1	Vårbyg + udlæg, foderkorn	74	248	0	43	78	5
203	1	1994	Svin	2,2	Helsæd	68	81	0	13	141	5
203	1	1995	Svin	1,5	Markært	0	0	14	0	121	196
203	1	1996	Svin	1,6	Vinterhvede, foderkorn	78	407	0	100	108	2
203	1	1997	Svin	1,6	Vinterhvede, foderkorn	49	211	0	46	64	2
203	1	1998	Svin	1,4	Vårbyg	48	106	0	26	77	2
203	1	1999	Svin	1,3	Vårbyg m. græsudlæg	49	201	0	203	62	4
203	1	2000	Svin	1,3	Vårbyg m. græsudlæg	54	110	0	28	98	2
203	1	2001	Svin	1,3	Vårbyg m. græsudlæg	38	112	0	28	75	2
203	1	2002	Svin	0,5	Havre	75	0	17	0	100	2
203	1	2003	Kvæg	1,9	Grøn-korn. vårbyg	74	315	0	57	259	4
204	1	1990	Kvæg	2,3	Vårbyg + udlæg, foderkorn	90	90	0	18	130	5
204	1	1991	Kvæg	2,2	Kløvergræs	192	212	6	36	178	54
204	1	1992	Kvæg	1,6	Kløvergræs	251	100	13	17	160	52
204	1	1993	Kvæg	1,6	Vårbyg + udlæg, foderkorn	90	128	0	15	72	5
204	1	1994	Kvæg	2,7	Foderroer	54	182	0	27	257	2
204	1	1995	Kvæg	2,1	Vårbyg + udlæg, foderkorn	114	145	0	29	83	4
204	1	1996	Kvæg	1,7	Vårbyg + udlæg, foderkorn	66	54	0	13	113	2
204	1	1997	Kvæg	1,5	Græs til afgræsning+slet, 0-10 pct.	160	86	4	2	284	2

jvst	JBNR	aar	brugs- type	DE_HA	afgroede	HanN	HusN	HanP	HusP	nfj_tot	N_FIX
					kløver						
204	1	1998	Kvæg	1,4	Kl.græs. s+a 11-30	147	56	0	5	301	155
204	1	1999	Kvæg	1,4	Vårraps	47	67	0	6	105	2
204	1	2000	Kvæg	0,6	Vinterhvede (brød)	60	77	0	10	134	2
204	1	2001	Kvæg	0,3	Vårbyg m. græsudlæg	123	93	0	18	118	4
204	1	2002	Kvæg	0,1	Kartoffel. spise	130	0	8	0	1498	2
204	1	2003	Kvæg	0,1	Vårbyg	103	0	13	0	85	2
205	3	1990	Kvæg	1,3	Græs til slet	402	219	10	28	435	83
205	3	1991	Kvæg	1,3	Foderroer	95	386	0	63	172	2
205	3	1992	Kvæg	1,1	Markært	0	0	12	0	104	175
205	3	1993	Kvæg	1,1	Vinterhvede, foderkorn	149	98	0	14	153	2
205	3	1994	Kvæg	1,1	Vårbyg + udlæg, foderkorn	161	83	10	11	124	5
205	3	1995	Kvæg	1,1	Foderroer	122	296	4	41	116	2
205	3	1996	Kvæg	1,2	Markært	0	0	16	0	118	176
205	3	1997	Kvæg	1,2	Vinterhvede, foderkorn	120	96	0	15	130	2
205	3	1998	Kvæg	1,0	Vårbyg	74	181	0	33	121	4
205	3	1999	Kvæg	1,2	Vårbyg m. græsudlæg	117	110	0	19	128	4
205	3	2000	Kvæg	1,1	Silomajs	43	241	36	52	195	2
205	3	2001	Kvæg	1,0	Silomajs	25	235	14	38	199	2
205	3	2002	Kvæg	1,0	Silomajs	48	201	20	34	195	2
205	3	2003	Kvæg	1,0	Silomajs	26	193	30	33	205	2
206	1	1990	Kvæg	1,7	Vinterhvede, foderkorn	184	0	6	0	102	2
206	1	1991	Kvæg	1,6	Vårraps, industri	122	121	0	15	64	2
206	1	1992	Kvæg	1,6	Vårbyg, foderkorn	47	108	0	15	34	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	0	2
206	1	1995	Kvæg	1,4	Vinterhvede, foderkorn	113	134	15	20	143	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	291	0	45	194	4
206	1	1998	Kvæg	1,5	Helsæd. vårbyg	142	235	8	44	205	4
206	1	1999	Kvæg	1,8	Helsæd. vårbyg	123	227	0	39	216	4
206	1	2000	Kvæg	1,8	Helsæd. vårbyg	129	211	0	35	218	4
206	1	2001	Kvæg	1,8	Helsæd. vårbyg	148	151	0	26	218	4
206	1	2002	Kvæg	1,7	Helsæd. vårbyg/ært	49	76	0	13	228	18
206	1	2003	Kvæg	1,7	Helsæd. vårbyg	49	96	0	17	135	2

LOOP 3

juvst	JBNR	aar	brugs- type	DE_HA	afgroede	HanN	HusN	HanP	HusP	nfj_tot	N_FIX
301	6	1990	Kvæg	0,5	Vinterhvede, foderkorn	164	0	0	0	174	2
301	6	1991	Kvæg	1,3	Vinterbyg + udlæg, foderkorn	135	138	0	17	195	5
301	6	1992	Kvæg	1,3	Græs til afgræsning	184	92	24	13	229	60
301	6	1993	Kvæg	1,4	Vinterhvede, foderkorn	119	0	0	0	185	2
301	6	1994	Kvæg	1,5	Vinterbyg + udlæg, foderkorn	142	97	0	14	142	2
301	6	1995	Kvæg	1,3	Græs til afgræsning+slet, 0-10 pct. kløver	138	0	0	0	221	76
301	6	1996	Kvæg	1,3	Vinterhvede, foderkorn	115	93	0	34	143	2
301	6	1997	Kvæg	1,1	Vinterbyg + udlæg, foderkorn	122	145	0	19	161	4
301	6	1998	Kvæg	1,0	Rent græs. s+a	171	84	20	23	248	2
301	6	1999	Kvæg	1,1	Rent græs. s+a	202	0	20	0	266	2
301	6	2000	Kvæg	0,8	Vinterhvede (brød)	87	106	0	23	131	2
301	6	2001	Kvæg	0,8	Vinterhvede (brød)	123	151	0	27	124	2
301	6	2002	Kvæg	0,9	Grønkorn. vårbyg	140	43	0	13	207	12
301	6	2003	Kvæg	1,0	Kl.græs. s+a 31-	129	0	0	0	249	140
302	6	1990	Kvæg	1,3	Vårbyg + udlæg, foderkorn	99	0	0	0	172	5
302	6	1991	Kvæg	1,7	Kløvergræs	216	113	0	1	266	63
302	6	1992	Kvæg	1,2	Kløvergræs	189	101	0	1	231	59
302	6	1993	Kvæg	1,2	Græs til afgræsning+slet, 0-10 pct. kløver	140	168	14	2	0	61
302	6	1994	Kvæg	1,2	Vinterhvede, foderkorn	190	0	19	0	131	2
302	6	1995	Kvæg	1,2	Vinterbyg, foderkorn	165	0	21	0	131	2
302	6	1996	Kvæg	1,2	Vårbyg, foderkorn	88	0	11	0	110	2
302	6	1997	Kvæg	1,0	Vinterbyg, foderkorn	119	0	0	0	122	2
302	6	1998	Kvæg	0,8	Vinterhvede	165	0	0	0	132	2
302	6	1999	Kvæg	0,2	Vinterbyg	146	0	6	0	95	2
302	6	2000	Kvæg	0,2	Vinterraps	179	0	0	0	140	2
302	6	2001	Kvæg	0,3	Vinterhvede	162	0	12	0	148	2
302	6	2002	Kvæg	0,2	Vinterhvede	168	0	11	0	108	2
302	6	2003	Kvæg	0,2	Vinterhvede	159	0	18	0	103	2
303	6	1990	Svin	0,5	Vinterhvede, foderkorn	185	0	22	0	122	2
303	6	1991	Svin	0,5	Vinterbyg, foderkorn	168	0	31	0	131	2
303	6	1992	Svin	0,7	Vårbyg + udlæg, foderkorn	84	0	16	0	60	2
303	6	1993	Svin	1,2	Frøgræs	122	328	0	78	64	36
303	6	1994	Svin	1,4	Rent græs	0	0	0	0	0	34
303	6	1995	Svin	1,5	Vårbyg, malt	92	0	0	0	124	2
303	6	1996	Svin	1,4	Vårbyg, foderkorn	78	0	0	0	93	2
303	6	1997	Svin	1,4	Vinterhvede, foderkorn	122	139	0	30	112	2
303	6	1998	Svin	1,3	Vinterhvede	96	112	0	29	135	2
303	6	1999	Svin	1,5	Vårbyg m. græsudlæg	0	121	0	31	96	2
303	6	2000	Svin	1,3	Rajgræs. alm. sildig	48	94	0	24	88	2
303	6	2001	Svin	1,3	Vinterhvede	108	117	0	30	137	2
303	6	2002	Svin	1,3	Vinterhvede	108	101	0	28	137	2
303	6	2003	Svin	0,9	Vinterhvede	96	76	0	21	121	2
304	7	1990	Plante		Vinterraps, industri	206	0	23	0	150	2
304	7	1991	Plante		Vinterhvede, foderkorn	179	0	33	0	143	2
304	7	1992	Plante		Vårbyg, foderkorn	127	0	26	0	38	2
304	7	1993	Plante		Vinterhvede, foderkorn	169	0	28	0	93	2
304	7	1994	Plante		Vinterhvede, foderkorn	206	0	30	0	91	2
304	7	1995	Plante		Vinterbyg, foderkorn	142	0	19	0	69	2
304	7	1996	Plante		Vinterbyg, foderkorn	130	0	16	0	76	2
304	7	1997	Plante		Vinterbyg, foderkorn	129	0	16	0	62	2
304	7	1998	Plante	0,0	Vinterraps	152	0	19	0	57	2
304	7	1999	Plante	0,0	Vinterhvede	130	0	16	0	72	2
304	7	2000	Plante	0,0	Vinterhvede	160	0	20	0	52	2

juvst	JBNR	aar	brugs- type	DE_HA	afgroede	HanN	HusN	HanP	HusP	nfj_tot	N_FIX
304	7	2001	Plante	0,0	Vinterhvede	175	0	19	0	115	2
304	7	2002	Plante	0,0	Vårbyg	113	0	14	0	54	2
304	7	2003	Plante	0,0	Vårbyg	113	0	13	0	53	2
305	6	1990	Kvæg+s vin	1,1	Vinterhvede, foderkorn	0	69	0	17	77	2
305	6	1991	Kvæg+s vin	2,3	Udyrket Brak	0	0	0	0	0	2
305	6	1992	Kvæg+s vin	1,0	Vårbyg, foderkorn	0	0	0	0	15	2
305	6	1993	Kvæg	0,4	Spildkorn	0	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	0	2
305	6	1996	Kvæg	1,0	Vårhvede, brød	0	82	0	29	54	2
305	6	1997	Kvæg	0,7	Græs til afgræs- ning+slet, 11-30 pct. kløver	0	74	0	27	189	71
305	6	1998	Andet	0,6	Kl.græs. a. 11-30 pct. kløver	0	44	0	15	213	169
305	6	1999	Andet	0,4	Kl.græs. a. 11-30 pct. kløver	0	0	0	0	213	172
305	6	2000	Andet	0,4	Kl.græs. a. 11-30 pct. kløver	0	0	0	0	184	172
305	6	2001	Andet	0,3	Vårbyg	0	162	0	33	44	2
305	6	2002	Plante	0,0	Vårbyg	0	0	0	0	54	2
305	6	2003	Plante	0,1	Kl.græs. a. 11-3	0	0	0	0	215	200

LOOP 4

juvst	JBNR	aar	brugs- type	DE_HA	afgroede	HanN	HusN	HanP	HusP	nfj_tot	N_FIX
401	7	1990	Plante		Foderroer	122	0	33	0	255	2
401	7	1991	Plante		Fodermajs	181	0	32	0	243	2
401	7	1992	Plante		Fodermajs	181	0	54	0	225	2
401	7	1993	Plante		Fodermajs	190	0	53	0	162	2
401	7	1994	Plante		Majs	170	0	72	0	202	2
401	7	1995	Plante		Vårbyg, malt	107	0	0	0	102	2
401	7	1996	Plante		Majs	66	210	23	36	235	2
401	7	1997	Plante		Vinterhvede, foderkorn	108	174	0	25	167	2
401	7	1998	Svin	1,6	Vårbyg til malt	74	81	0	20	84	2
401	7	1999	Svin	14,6	Vårbyg	91	76	0	19	109	2
401	7	2000	Plante	0,0	Vinterbyg	74	112	0	28	114	2
401	7	2001	Plante	0,0	Vinterraps	80	234	0	64	122	2
401	7	2002	Plante	0,0	Vinterhvede	49	272	0	183	140	2
401	7	2003	Plante	0,0	Vinterhvede	55	148	0	44	126	2
402	6	1990	Svin	0,7	Vinterhvede, foderkorn	172	0	18	0	161	2
402	6	1991	Svin	0,7	Vårbyg + udlæg, foderkorn	108	0	18	0	87	2
402	6	1992	Svin	0,6	Kløverfrø	0	0	0	0	0	202
402	6	1993	Svin	0,6	Vinterhvede, brød	182	0	12	0	145	2
402	6	1994	Svin	0,9	Vårbyg + udlæg, foderkorn	83	0	26	0	79	2
402	6	1995	Svin	0,8	Markært	0	0	27	0	158	226
402	6	1996	Svin	0,9	Vinterhvede, foderkorn	58	99	0	19	144	2
402	6	1997	Svin	0,9	Vinterbyg, malt	137	0	22	0	121	2
402	6	1998	Svin	0,9	Vinterraps	155	182	0	58	127	2
402	6	1999	Svin	0,9	Rajgræs. alm. sild.	111	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	139	2
402	6	2002	Svin	1,5	Vinterhvede	67	161	0	48	123	2
402	6	2003	Svin	1,0	Vårbyg m. græsudlæg	87	0	0	0	107	2
403	6	1990	Svin	0,7	Vinterhvede, foderkorn	159	183	6	63	188	2
403	6	1991	Svin	0,7	Vårbyg, foderkorn	101	0	0	0	73	2
403	6	1992	Svin	0,6	Vinterraps, industri	165	0	19	0	147	2
403	6	1993	Svin	0,6	Vinterhvede, brød	135	170	0	41	189	2
403	6	1994	Svin	0,9	Vinterbyg, foderkorn	170	0	23	0	109	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	136	2
403	6	1997	Svin	0,9	Vinterhvede, foderkorn	123	114	0	94	148	2
403	6	1998	Svin	0,9	Vinterhvede	100	206	0	65	132	2
403	6	1999	Svin	0,9	Vinterbyg	163	0	0	0	120	2
403	6	2000	Svin	1,5	Vinterraps	96	210	0	60	115	2
403	6	2001	Svin	1,5	Vinterhvede	52	125	0	36	139	2
403	6	2002	Svin	1,5	Vinterhvede	67	144	0	43	131	2
403	6	2003	Svin	1,0	Vinterhvede m.udlæg	66	118	0	36	140	2
404	6	1990	Plante		Våraps, industri	164	0	28	0	104	2
404	6	1991	Plante		Vinterhvede, foderkorn	166	0	18	0	141	2
404	6	1992	Plante		Vårbyg, foderkorn	107	0	0	0	70	2
404	6	1993	Plante		Vinterbyg, foderkorn	162	88	19	21	123	2
404	6	1994	Plante		Vinterraps, industri	164	0	8	0	109	2
404	6	1995	Plante		Vinterhvede, brød	168	0	16	0	169	2
404	6	1996	Plante		Vinterhvede, foderkorn	158	0	13	0	102	2
404	6	1998	Plante	0,0	Vinterbyg	204	0	25	0	105	2
404	6	1999	Plante	0,0	Nonfood. vinterraps	172	86	8	33	104	2
404	6	2000	Plante	0,0	Vinterhvede (brød)	162	0	10	0	167	2
404	6	2001	Plante	0,0	Vårbyg	120	0	21	0	105	2
404	6	2002	Kvæg	0,0	Vårbyg til malt	99	0	0	0	80	2
404	6	2003	Svin	1,6	Vårbyg til malt	34	77	0	24	115	2
405	6	1990	Plante		Vårbyg, foderkorn	107	0	25	0	138	2
405	6	1991	Plante		Markært	0	0	33	0	118	188
405	6	1992	Plante		Vinterhvede, foderkorn	174	0	32	0	209	2
405	6	1993	Plante		Vinterhvede, foderkorn	187	0	35	0	171	2

jvst	JBNR	aar	brugs- type	DE_HA	afgroede	HanN	HusN	HanP	HusP	nfj_tot	N_FIX
405	6	1994	Plante		Fabriksroer	162	0	37	0	209	2
405	6	1995	Plante		Vårbyg, foderkorn	117	0	22	0	105	2
405	6	1996	Plante		Vårraps, biobrændsel	134	0	45	0	248	2
405	6	1997	Plante		Vinterhvede, foderkorn	167	0	16	0	157	2
405	6	1998	Plante	0,0	Vinterhvede (brød)	122	0	12	0	160	2
405	6	1999	Plante	0,0	Vårbyg til malt	121	0	24	0	109	2
405	6	2000	Plante	0,0	Vårbyg til malt	114	0	19	0	101	2
405	6	2001	Plante	0,0	Nonfood. vinterraps	159	0	18	0	131	2
405	6	2002	Plante	0,0	Vinterhvede	142	0	27	0	140	2
405	6	2003	Plante	0,0	Vinterhvede	166	0	24	0	129	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	176	2
406	6	1994	Kvæg	1,4	Vinterhvede, foderkorn	159	120	0	15	189	2
406	6	1995	Kvæg	1,5	Vinterhvede, foderkorn	135	53	0	7	170	2
406	6	1996	Kvæg	1,2	Vinterhvede, foderkorn	118	99	0	12	132	2
406	6	1997	Kvæg	1,3	Vinterhvede, foderkorn	134	89	0	11	147	2
406	6	1998	Kvæg	1,1	Fabriksroer - top	27	179	0	34	91	2
406	6	1999	Kvæg	1,4	Helsæd. vårbyg	34	151	0	24	205	12
406	6	2000	Kvæg	1,4	Kl.græs. s+a 31-50	30	86	0	14	338	238
406	6	2001	Kvæg	1,9	Kl.græs. s+a 11-30	33	127	0	20	219	181
406	6	2002	Kvæg	2,2	Helsæd. vårbyg	34	313	0	56	139	4
406	6	2003	Kvæg	2,3	Helsæd. vårbyg	27	115	0	20	173	12

LOOP 5

juvst	JBNR	aar	brugs- type	DE_HA	afgroede	HanN	HusN	HanP	HusP	nfj_tot	N_FIX
501	1	1990	Kvæg	0,8	Vinterhvede, foderkorn	137	0	26	0	113	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	84	4
501	1	1993	Kvæg	0,8	Markært	0	145	18	18	34	107
501	1	1994	Kvæg	0,8	Korn, ærter modenhed	149	0	14	0	216	91
501	1	1995	Kvæg	0,8	Græs til afgræsning, 11-30 pct. kløver	174	0	14	0	238	76
501	1	1996	Kvæg	0,7	Græs til afgræsning, 0-10 pct. kløver	165	0	10	0	159	2
501	1	1997	Kvæg	0,7	Græs til afgræsning, 0-10 pct. kløver	165	0	10	0	159	2
502	1	1990	Kvæg	0,8	Markært	0	0	20	0	135	190
502	1	1991	Kvæg	0,7	Vinterrug	147	0	28	0	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	0	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	91	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	0	46	2
503	1	1991	Kvæg	0,7	Vårbyg + udlæg, foderkorn	158	0	14	0	24	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	0	86	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	0	88	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	0	152	2
504	1	1993	Kvæg	1,4	Vårbyg + udlæg, foderkorn	111	127	0	10	99	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	0	122	2
504	1	1996	Plante		Vårbyg, foderkorn	107	173	0	28	93	2
504	1	1997	Plante		Vårbyg, foderkorn	66	148	0	14	93	2
505	1	1990	Plante	0,1	Markært	0	0	22	0	67	133
505	1	1991	Kvæg	0,1	Vinterbyg, foderkorn	161	0	31	0	48	2
505	1	1992	Kvæg	0,3	Kartofler, spise	164	0	36	0	88	2
505	1	1993	Kvæg	0,4	Vinterbyg, foderkorn	194	0	20	0	93	2
505	1	1994	Kvæg	0,4	Vårbyg, foderkorn	154	0	17	0	86	2
505	1	1995	Kvæg	0,5	Kartofler, spise	167	0	32	0	111	2
505	1	1996	Kvæg	0,4	Vårbyg, foderkorn	125	0	18	0	82	2
505	1	1997	Kvæg	0,4	Kartofler, industri	210	0	38	0	114	2
506	1	1990	Plante		Vårbyg + udlæg, foderkorn	139	0	29	0	95	2
506	1	1991	Plante		Kartofler, spise	208	0	40	0	140	2
506	1	1992	Plante		Markært	0	0	20	0	121	190
506	1	1993	Plante		Vinterhvede, foderkorn	218	0	140	0	185	2
506	1	1994	Plante		Vårbyg, foderkorn	132	0	0	0	104	2
506	1	1995	Plante		Kartofler, spise	188	0	0	0	159	2
506	1	1996	Plante		Vårbyg, malt	125	0	16	0	83	2
506	1	1997	Plante		Kartofler, industri	227	0	23	0	176	2
507	1	1990	Plante		Vårbyg, foderkorn	146	0	27	0	47	2
507	1	1991	Plante		Vårbyg, foderkorn	170	0	14	0	36	2
507	1	1992	Plante		Vårbyg, foderkorn	142	0	16	0	68	2
507	1	1993	Plante		Vårbyg, malt	150	0	70	0	96	2
507	1	1994	Plante		Kartofler, spise	230	0	0	0	159	2
507	1	1995	Plante		Vårbyg, malt	133	0	0	0	70	2
507	1	1996	Plante		Vårbyg, malt	125	0	16	0	77	2
507	1	1997	Plante		Kartofler, spise	140	0	24	0	131	2

juvst	JBNR	aar	brugs- type	DE_HA	afgroede	HanN	HusN	HanP	HusP	nfj_tot	N_FIX
508	1	1990	Plante		Vårbyg, foderkorn	149	0	27	0	62	2
508	1	1991	Plante		Vårbyg, foderkorn	141	0	27	0	47	2
508	1	1992	Plante		Kartofler, spise	176	0	40	0	43	2
508	1	1993	Plante		Udyrket Brak	0	0	0	0	0	2
508	1	1994	Plante		Vinterbyg, foderkorn	163	0	25	0	43	2
508	1	1995	Plante		Udyrket Brak	0	0	0	0	0	2
508	1	1996	Plante		Kartofler, industri	156	0	21	0	53	2
508	1	1997	Plante		Kartofler, spise	144	0	30	0	88	2

LOOP 6

jvst	JBNR	aar	brugs- type	DE_HA	afgroede	HanN	HusN	HanP	HusP	nfj_tot	N_FIX
601	1	1990	Svin	3,3	Vinterbyg, foderkorn	122	214	0	54	124	2
601	1	1991	Kvæg+s vin	2,8	Markært	0	24	0	4	141	210
601	1	1992	Svin	2,9	Vinterhvede, foderkorn	68	208	0	53	73	2
601	1	1993	Kvæg+s vin	2,4	Vårraps, industri	107	177	0	61	83	2
601	1	1994	Kvæg+s vin	2,2	Vinterhvede, foderkorn	54	262	0	66	166	2
601	1	1995	Kvæg+s vin	1,6	Vinterbyg, foderkorn	69	238	0	60	121	2
601	1	1996	Kvæg+s vin	1,5	Vårbyg, foderkorn	48	138	0	34	92	2
601	1	1997	Kvæg+s vin	1,4	Vinterraps, industri	63	112	0	28	45	2
601	1	1998	Andet	1,6	Vinterhvede	49	139	0	39	141	2
601	1	1999	Andet	1,6	Vinterhvede	80	157	0	44	106	2
601	1	2000	Andet	1,7	Vinterbyg	62	99	0	27	85	2
601	1	2001	Andet	1,7	Vinterraps	72	231	0	64	70	2
601	1	2002	Andet	1,5	Vinterhvede	73	115	0	34	127	2
601	1	2003	Svin	1,2	Vintertriticale	44	121	0	35	100	2
602	5	1990	Kvæg	1,3	Kløvergræs-slet	178	0	19	0	262	64
602	5	1991	Kvæg	1,3	Vårbyg, foderkorn	158	0	15	0	122	2
602	5	1992	Kvæg	1,3	Vinterhvede, foderkorn	173	0	19	0	167	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	106	2
602	5	1997	Kvæg	1,4	Vinterhvede, foderkorn	138	144	0	22	139	2
602	5	1998	Kvæg	1,3	Fodersukkerroe	123	305	0	81	120	2
602	5	1999	Kvæg	1,5	Silomajs	57	223	15	33	189	2
602	5	2000	Kvæg	1,3	Vårbyg	58	115	0	17	101	2
602	5	2001	Kvæg	1,7	Vårbyg	47	118	0	18	92	2
602	5	2002	Kvæg	1,5	Silomajs	15	340	4	84	205	2
602	5	2003	Kvæg	1,6	Silomajs	13	242	7	58	184	2
603	1	1990	Kvæg	1,3	Græs til slet	209	0	22	0	254	63
603	1	1991	Kvæg	1,3	Kløvergræs,afgr,slet	205	149	11	20	173	56
603	1	1992	Kvæg	1,3	Vårbyg, foderkorn	103	0	0	0	65	2
603	1	1993	Kvæg	1,3	Vinterhvede, foderkorn	122	101	0	12	144	2
603	1	1994	Kvæg	1,8	Foderroer	135	300	0	61	183	2
603	1	1995	Kvæg	1,7	Korn, ærter modenhed	41	187	0	33	209	83
603	1	1996	Kvæg	1,6	Græs til afgræsning, 11- 30 pct. kløver	224	0	17	0	204	71
603	1	1997	Kvæg	1,4	Græs til afgræsning, 11- 30 pct. kløver	207	0	17	0	221	74
603	1	1998	Kvæg	1,3	Kl.græs. a. 11-30 pct. kløver	180	0	13	0	248	117
603	1	1999	Kvæg	1,5	Helsæd. vårbyg	84	133	0	20	200	4
603	1	2000	Kvæg	1,3	Helsæd. vårbyg	152	0	0	0	207	4
603	1	2001	Kvæg	1,7	Helsæd. vårbyg	0	0	0	0	263	17
603	1	2002	Kvæg	1,5	Helsæd. vårbyg	34	102	0	17	271	18
603	1	2003	Kvæg	1,6	Helsæd. vårbyg	56	167	0	42	260	18
604	1	1990	Kvæg	1,4	Vårbyg + udlæg, foder- korn	95	0	0	0	182	5
604	1	1991	Kvæg	2,0	Vårbyg, foderkorn	81	49	0	0	87	2
604	1	1992	Kvæg	1,1	Vårhvede, foderkorn	34	114	0	10	72	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, foder- korn	105	204	0	27	108	4
604	1	1996	Kvæg	1,3	Græs til afgræsning, 0- 10 pct. kløver	146	0	0	0	191	2
604	1	1997	Kvæg	1,5	Grønkorn	128	93	0	14	199	4

juvst	JBNR	aar	brugs- type	DE_HA	afgroede	HanN	HusN	HanP	HusP	nfj_tot	N_FIX
604	1	1998	Kvæg	2,1	Grønkorn. vårbyg	162	144	0	33	226	4
604	1	1999	Kvæg	2,5	Kl.græs. a. 11-30 % kløver	153	0	0	0	248	129
604	1	2000	Kvæg	2,4	Grønkorn. vårbyg	94	71	0	11	182	4
604	1	2001	Kvæg	2,3	Grønkorn. vårbyg	0	163	0	28	182	4
604	1	2002	Kvæg	2,9	Grønkorn. vårbyg	0	95	0	17	262	12
604	1	2003	Kvæg	2,5	Kl.græs. s. 11-30 % kløver	150	106	0	19	230	134
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. vinterhvede	134	140	0	27	190	4
605	1	1999	Kvæg	1,3	Brak. flerårig	0	0	0	0	0	5
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	0,0	Brak. flerårig	0	0	0	0	0	5
605	1	2003	Plante	0,0	Brak (fjernbrak)	0	0	0	0	0	5
606	1	1990	Svin	0,3	Vårbyg, foderkorn	90	0	13	0	114	2
606	1	1991	Svin	0,3	Vårbyg, foderkorn	82	140	8	34	98	2
606	1	1992	Svin	0,3	Vårbyg, foderkorn	90	0	14	0	46	2
606	1	1993	Svin	0,3	Vårbyg, foderkorn	107	0	12	0	79	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	128	2
606	1	1996	Plante		Vinterbyg, foderkorn	75	164	0	26	100	2
606	1	1997	Plante		Grønkorn	196	0	29	0	153	2
606	1	1998	Kvæg	1,9	Kl.græs. a. 0-10 % kløver	174	0	8	0	230	2
606	1	1999	Plante	0,0	Kl.græs. s+a 11-30 % kløver	0	79	0	15	266	210
606	1	2000	Plante	0,0	Grønkorn. vinterhvede	0	201	0	39	198	4
606	1	2001	Plante	0,0	Kl.græs. a. 31-50 % kløver	0	172	0	30	187	145
606	1	2002	Kvæg	10,0	Helsæd. vårbyg	0	72	0	12	173	20
606	1	2003	Kvæg	10,0	Kl.græs. a. 31- 50 % kløver	0	139	0	24	187	146
607	1	1990	Kvæg	1,0	Græs til slet	199	0	10	0	218	59
607	1	1991	Kvæg+s vin	1,3	Rent græs	184	80	14	9	177	55
607	1	1992	Kvæg	1,0	Vårbyg, foderkorn	32	0	3	0	66	2
607	1	1993	Kvæg	1,0	Foderroer	110	595	2	155	189	2
607	1	1994	Kvæg	1,3	Vårbyg + udlæg, foder- korn	0	185	0	54	98	5
607	1	1995	Kvæg	1,3	Græs til afgræsning, 0- 10 pct. kløver	213	0	10	0	223	2
607	1	1996	Kvæg	1,3	Græs til afgræs- ning+slet, 0-10 pct. kløver	276	0	19	0	158	2
607	1	1997	Kvæg	1,2	Vårbyg, foderkorn	4	92	16	19	79	2
607	1	1998	Kvæg	1,3	Fodersukkerroe	90	308	9	104	203	2
607	1	1999	Kvæg	1,6	Vårbyg m. kløver	98	0	0	0	299	12
607	1	2000	Svin	2,4	Grønkorn. vinterhvede	173	0	16	0	122	12
607	1	2001	Svin	3,3	Kl.græs. a. 0-10 % kløver	173	93	4	20	200	2
607	1	2002	Andet	2,0	Vårbyg m. græs	138	77	12	8	104	4
607	1	2003	Kvæg	1,2	Vårbyg m. græs	104	182	0	32	104	12
608	1	1990	Kvæg	1,4	Græs til slet	135	0	11	0	254	63
608	1	1991	Kvæg	1,5	Rent græs	110	78	6	11	225	61
608	1	1992	Kvæg	1,3	Vinterhvede, foderkorn	162	0	0	0	104	2

juvst	JBNR	aar	brugs- type	DE_HA	afgroede	HanN	HusN	HanP	HusP	nfj_tot	N_FIX
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 afgræs- ning+slet, 0-10 pct. kløver	351	126	0	16	252	81
608	1	1996	Kvæg	1,9	Græs til afgræs- ning+slet, 0-10 pct. kløver	305	81	0	12	221	2
608	1	1997	Kvæg	1,6	Græs til afgræs- ning+slet, 0-10 pct. kløver	204	151	0	23	236	2
608	1	1998	Kvæg	1,9	Rent græs. s+a	266	77	8	14	266	2
608	1	1999	Kvæg	2,1	Rent græs. s+a	208	68	0	11	248	2
608	1	2000	Kvæg	2,1	Rent græs. s+a	180	98	0	16	234	2
608	1	2001	Kvæg	2,1	Rent græs. s+a	331	109	0	18	271	2
608	1	2002	Kvæg	2,1	Rent græs. s+a	185	167	0	30	249	2
608	1	2003	Kvæg	2,3	Grønkorn. vårbyg	0	90	0	16	163	340

Bilag 5.2 Kvælstof- og fosforudvaskning fra rodzonen på stationsmarkerne i landovervågningen

LOOP 1

Jvst	År	Nedbør	Afst	Vand	N-udv	P-udv
102	9091	895	259		7	0,025
102	9192	721	154		10	0,011
102	9293	613	124		96	0,000
102	9394	994	413		0	0,023
102	9495	873	275		68	0,046
102	9596	448	0		0	0,000
102	9697	587	75		3	0,005
102	9798	704	205		48	0,009
102	9899	773	227		39	0,000
102	9900	858	143		9	0,007
102	1	537	28		49	0,003
102	102	910	301		64	0,026
102	203	731	173		42	0,016
102	304		0		4	0,000
103	9091	895	290		50	0,029
103	9192	721	155		20	0,013
103	9293	613	143		40	0,003
103	9394	994	425		75	0,014
103	9495	873	250		52	0,016
103	9596	448	0		0	0,000
103	9697	587	75		6	0,003
103	9798	704	199		23	0,005
103	9899	773	214		24	0,006
103	9900	858	153		15	0,008
103	1	537	0		2	0,004
103	102	910	274		32	0,015
103	203	731	129		5	0,004
103	304		0		0	0,000
104	9091	895	291		66	0,027
104	9192	721	143		54	0,013
104	9293	613	140		69	0,013
104	9394	994	398		0	0,032
104	9495	873	219		42	0,021
104	9596	448	0		0	0,000
104	9697	587	75		9	0,005
104	9798	704	174		39	0,010
104	9899	773	239		35	0,012
104	9900	858	126		6	0,009
104	1	537	50		19	0,004
104	102	910	233		27	0,045
104	203	731	135		29	0,019
104	304		0		0	0,000
105	9091	895	272		6	0,026
105	9192	721	159		17	0,012
105	9293	613	45		47	0,007
105	9394	994	410		2	0,013

Jvst	År	Nedbør	Afst	Vand	N-udv	P-udv
105	9495	873	191		60	0,018
105	9596	448	0		0	0,000
105	9697	587	78		9	0,003
105	9798	704	180		47	0,007
105	9899	773	238		38	0,010
105	9900	858	147		13	0,005
105	1	537	0		0	0,006
105	102	910	242		50	0,014
105	203	731	115		0	0,001
105	304		0		0	0,000
106	9091	895	221		81	1,161
106	9192	721	112		53	0,480
106	9293	613	47		0	0,000
106	9394	994	347		48	1,074
106	9495	873	234		76	0,856
106	9596	448	0		0	0,000
106	9697	587	0		0	0,000
106	9798	704	166		27	0,792
106	9899	773	151		35	0,509
106	9900	858	105		87	0,363
106	1	537	2		10	0,035
106	102	910	246		69	1,138
106	203	731	102		38	0,500
106	304		0		0	0,000
107			0		0	0,000
107	9495	873	277		40	0,014
107	9596	448	0		0	0,000
107	9697	587	35		4	0,002
107	9798	704	172		29	0,011
107	9899	773	168		0	0,005
107	9900	858	182		17	0,001
107	102	910	265		24	0,019
107	203	731	184		14	0,002
107	304		0		0	0,000

LOOP 2

Jvst	År	Nedbør	Afst	Vand	N-udv	P-udv
201	9091	819	362		61	0,052
201	9192	784	305		117	0,011
201	9293	666	276		98	0,023
201	9394	907	462		98	0,022
201	9495	1024	522		92	0,029
201	9596	499	52		21	0,003
201	9697	728	246		171	0,013
201	9798	860	338		76	0,083
201	9899	1065	547		121	0,044
201	9900	1112	535		89	0,035
201	1	897	441		116	0,025
201	102	1071	537		135	0,016
201	203	898	378		39	0,052
201	304		130		15	0,066
202	9091	819	428		168	0,075
202	9192	784	366		224	0,026
202	9293	666	335		134	0,155
202	9394	907	529		163	0,046
202	9495	1024	604		186	0,051
202	9596	499	143		96	0,027
202	9697	728	303		77	0,043
202	9798	860	416		237	0,103
202	9899	1065	593		152	0,048
202	9900	1112	597		125	0,099
202	1	897	443		71	0,053
202	102	1071	607		175	0,023
202	203	898	408		59	0,045
202	304		187		21	0,021
203	9091	819	416		261	0,064
203	9192	784	338		195	0,015
203	9293	666	315		170	0,031
203	9394	907	494		180	0,034
203	9495	1024	540		115	0,041
203	9596	499	84		48	0,012
203	9697	728	280		106	0,036
203	9798	860	388		235	0,182
203	9899	1065	591		169	0,059
203	9900	1112	556		82	0,044
203	1	897	419		61	0,031
203	102	1071	581		57	0,068
203	203	898	426		44	0,060
203	304		149		14	0,015
204	9091	819	343		61	0,047
204	9192	784	355		182	0,017
204	9293	666	320		131	0,011
204	9394	907	481		186	0,018
204	9495	1024	530		156	0,020
204	9596	499	67		12	0,061
204	9697	728	235		60	0,046
204	9798	860	390		234	0,087
204	9899	1065	547		105	0,051

Jvst	År	Nedbør	Afst	Vand	N-udv	P-udv
204	9900	1112	559		143	0,036
204	1	897	413		85	0,015
204	102	1071	543		21	0,017
204	203	898	398		79	0,035
204	304		199		24	0,049
205	9091	819	453	130	160	0,127
205	9192	784	358		154	0,017
205	9293	666	348	60	155	0,014
205	9394	907	518	60	79	0,117
205	9495	1024	575		32	0,020
205	9596	499	121		19	0,059
205	9697	728	290		81	0,081
205	9798	860	395		67	0,103
205	9899	1065	586		66	0,043
205	9900	1112	560		126	0,043
205	1	897	448		330	0,029
205	102	1071	595		140	0,032
205	203	898	379		81	0,040
205	304		143		25	0,034
206	9091	819	360		79	0,053
206	9192	784	320		217	0,011
206	9293	666	276		153	0,016
206	9394	907	470		156	0,017
206	9495	1024	562		81	0,018
206	9596	499	48		18	0,002
206	9697	728	219		11	0,026
206	9798	860	323		23	0,082
206	9899	1065	537		12	0,035
206	9900	1112	535		88	0,026
206	1	897	431		19	0,021
206	102	1071	526		35	0,039
206	203	898	318		23	0,034
206	304		106		19	0,018

LOOP 3

Jvst	År	Nedbør	Afst	Vand	N-udv	P-udv
301	9091	985	480		235	0,422
301	9192	851	302		103	0,285
301	9293	806	436		233	0,221
301	9394	1189	713		233	0,404
301	9495	1168	601		92	0,058
301	9596	530	128		6	0,046
301	9697	779	236		116	0,017
301	9798	842	292		88	0,012
301	9899	1025	545		32	0,012
301	9900	1040	513		96	0,011
301	1	599	425		158	0,013
301	102	978	444		116	0,010
301	203	916	381		47	0,012
301	304		98		31	0,002
302	9091	985	473		141	0,073
302	9192	851	400		128	0,076
302	9293	806	432		232	0,027
302	9394	1189	805		395	0,086
302	9495	1168	659		136	0,065
302	9596	530	66		9	0,012
302	9697	779	287		76	0,044
302	9798	842	350		127	0,010
302	9899	1025	511		64	0,108
302	9900	1040	528		9	0,110
302	1	599	430		90	0,091
302	102	978	442		25	0,191
302	203	916	416		33	0,029
302	304		54		9	0,004
303	9091	985	474		52	0,071
303	9192	851	345		58	0,029
303	9293	806	361		20	0,037
303	9394	1189	729		24	0,090
303	9495	1168	640		11	0,062
303	9596	530	87		13	0,004
303	9697	779	287		34	0,024
303	9798	842	337		46	0,016
303	9899	1025	524		41	0,029
303	9900	1040	498		29	0,034
303	1	599	404		37	0,030
303	102	978	444		48	0,028
303	203	916	416		49	0,025
303	304		33		9	0,001
304	9091	985	509		98	0,062
304	9192	851	337		102	0,017
304	9293	806	412		97	0,017
304	9394	1189	731		98	0,029
304	9495	1168	635		78	0,031
304	9596	530	55		8	0,007
304	9697	779	268		33	0,029
304	9798	842	328		31	0,007
304	9899	1025	502		13	0,010

Jvst	År	Nedbør	Afst	Vand	N-udv	P-udv
304	9900	1040	522		14	0,018
304	1	599	422		12	0,016
304	102	978	456		23	0,015
304	203	916	486		46	0,026
304	304		68		22	0,003
305	9091	985	453		32	0,040
305	9192	851	339		40	0,025
305	9293	806	426		46	0,033
305	9394	1189	800		96	0,059
305	9495	1168	692		326	0,044
305	9596	530	137		16	0,052
305	9697	779	260		13	0,022
305	9798	842	392		3	0,016
305	9899	1025	549		56	0,018
305	9900	1040	514		3	0,019
305	1	599	440		1	0,020
305	102	978	509		45	0,013
305	203	916	457		30	0,027
305	304		35		3	0,002

LOOP 4

Jvst	År	Nedbør	Afst	Vand	N-udv	P-udv
401	9091	887	359		8	0,146
401	9192	785	356		48	0,083
401	9293	715	353		59	0,081
401	9394	1040	617		104	0,173
401	9495	1099	625		66	0,192
401	9596	399	0		0	0,000
401	9697	671	185		37	0,054
401	9798	806	338		34	0,092
401	9899	932	464		47	0,163
401	9900	1018	433		40	0,184
401	1	687	232		25	0,093
401	102	1022	525		41	0,220
401	203	740	224		18	0,086
401	304		11		1	0,004
402	9091	887	370		40	0,046
402	9192	785	263		20	0,026
402	9293	715	357		74	0,031
402	9394	1040	572		87	0,053
402	9495	1099	615		39	0,066
402	9596	399	0		0	0,000
402	9697	671	195		24	0,017
402	9798	806	338		27	0,030
402	9899	932	488		145	0,051
402	9900	1018	459		5	0,058
402	1	687	254		14	0,030
402	102	1022	495		46	0,070
402	203	740	240		38	0,022
402	304		0		0	0,000
403	9091	887	346		36	0,071
403	9192	785	287		17	0,020
403	9293	715	284		43	0,022
403	9394	1040	547		106	0,034
403	9495	1099	578		129	0,032
403	9596	399	2		0	0,000
403	9697	671	159		77	0,015
403	9798	806	298		141	0,015
403	9899	932	456		129	0,028
403	9900	1018	428		34	0,025
403	1	687	246		78	0,013
403	102	1022	496		100	0,036
403	203	740	201		38	0,005
403	304		2		0	0,000
404	9091	887	328		67	0,027
404	9192	785	263		44	0,015
404	9293	715	273		71	0,019
404	9394	1040	522		61	0,027
404	9495	1099	551		88	0,028
404	9596	399	0		0	0,000
404	9697	671	166		30	0,009
404	9899	932	440		29	0,027
404	9900	1018	414		116	0,010

Jvst	År	Nedbør	Afst	Vand	N-udv	P-udv
404	1	687	205		30	0,006
404	102	1022	443		51	0,022
404	203	740	146		11	0,004
404	304		0		0	0,000
405	9091	887	354		65	0,036
405	9192	785	293		81	0,021
405	9293	715	272		59	0,023
405	9394	1040	555		71	0,029
405	9495	1099	576		30	0,029
405	9596	399	0		0	0,000
405	9697	671	174		29	0,009
405	9798	806	299		46	0,015
405	9899	932	463		73	0,016
405	9900	1018	456		102	0,010
405	1	687	193		22	0,005
405	102	1022	497		74	0,017
405	203	740	156		18	0,004
405	304		0		0	0,000
406	9091	887	408		89	0,050
406	9192	785	360		138	0,026
406	9293	715	323		178	0,024
406	9394	1040	565		84	0,042
406	9495	1099	576		89	0,037
406	9596	399	0		0	0,000
406	9697	671	219		39	0,011
406	9798	806	360		69	0,019
406	9899	932	451		49	0,033
406	9900	1018	363		43	0,023
406	1	687	208		68	0,011
406	102	1022	486		99	0,040
406	203	740	197		16	0,010
406	304		0		0	0,000

LOOP 6

Jvst	År	Nedbør	Afst	Vand	N-udv	P-udv
601	9091	1110	671		111	0,067
601	9192	957	468		242	0,048
601	9293	947	571		173	0,059
601	9394	1271	815		242	0,139
601	9495	1347	870		116	0,086
601	9596	550	99		24	0,017
601	9697	857	419		184	0,196
601	9798	1065	614		96	0,048
601	9899	1325	829		131	0,076
601	9900	1268	685		120	0,180
601	1	948	472		13	0,048
601	102	1267	723		151	0,106
601	203	1009	533		134	0,021
601	304		82		28	0,012
602	9091	1110	645	30	9	0,124
602	9192	957	500	25	131	0,058
602	9293	947	596	50	228	0,062
602	9394	1271	816		190	0,143
602	9495	1347	882		208	0,090
602	9596	550	157		54	0,063
602	9697	857	438		272	0,044
602	9798	1065	627		200	0,220
602	9899	1325	852		33	0,144
602	9900	1268	730		108	0,186
602	1	948	515		99	1,269
602	102	1267	780		114	0,701
602	203	1009	501		121	0,205
602	304		102		26	0,065
603	9091	1110	645	55	34	0,064
603	9192	957	499	75	56	0,050
603	9293	947	595	100	180	0,070
603	9394	1271	848		170	0,124
603	9495	1347	909	60	153	0,090
603	9596	550	144	90	18	0,019
603	9697	857	430	60	34	0,057
603	9798	1065	652	190	31	1,767
603	9899	1325	871		108	1,622
603	9900	1268	734	60	56	0,307
603	1	948	553	60	28	0,135
603	102	1267	758		68	0,083
603	203	1009	475		31	0,065
603	304		79		48	0,002
604	9091	1110	721	30	187	0,072
604	9192	957	518	60	332	0,053
604	9293	947	589	90	284	0,061
604	9394	1271	812		207	0,135
604	9495	1347	898	40	247	0,099
604	9596	550	173	90	69	0,037
604	9697	857	444	60	87	0,051
604	9798	1065	604	125	102	1,127
604	9899	1325	865	40	242	0,641

Jvst	År	Nedbør	Afst	Vand	N-udv	P-udv
604	9900	1268	692		227	0,340
604	1	948	553	90	244	0,119
604	102	1267	738		271	0,075
604	203	1009	447		55	0,076
604	304		108		19	0,144
605	9091	1110	590		61	0,070
605	9192	957	450		54	0,050
605	9293	947	544		194	0,071
605	9394	1271	800		277	0,169
605	9495	1347	862		49	0,093
605	9596	550	129		17	0,043
605	9697	857	418		166	0,047
605	9798	1065	581		48	0,111
605	9899	1325	806		19	0,119
605	9900	1268	679		16	0,088
605	1	948	471		125	0,071
605	102	1267	719		40	0,462
605	203	1009	426		13	0,105
605	304		95		5	0,012
606	9091	1110	656		70	0,066
606	9192	957	485		50	0,048
606	9293	947	573		73	0,069
606	9394	1271	835		100	0,148
606	9495	1347	895		46	0,229
606	9596	550	128		16	0,031
606	9697	857	491		83	0,053
606	9798	1065	581		26	0,074
606	9899	1325	824		18	0,439
606	9900	1268	680		29	0,104
606	1	948	474		10	0,090
606	102	1267	731		6	0,126
606	203	1009	438		7	0,020
606	304		96		7	0,004
607	9091	1110	688	105	256	0,071
607	9192	957	518	130	445	0,054
607	9293	947	589	55	262	1,484
607	9394	1271	832	25	141	2,016
607	9495	1347	886		88	0,294
607	9596	550	137	80	61	0,204
607	9697	857	441	75	101	1,208
607	9798	1065	667	25	215	0,255
607	9899	1325	845		147	2,362
607	9900	1268	717	25	36	0,505
607	1	948	521	75	23	0,291
607	102	1267	747		97	0,290
607	203	1009	484		186	0,029
607	304		97		54	0,004
608	9091	1110	676	90	83	0,068
608	9192	957	521	150	234	0,052
608	9293	947	564		229	0,101
608	9394	1271	809		425	0,193
608	9495	1347	897	90	220	0,094
608	9596	550	135	120	11	0,217
608	9697	857	414	60	72	0,097

Jvst	År	Nedbør	Afst	Vand	N-udv	P-udv
608	9798	1065	602	60	141	0,108
608	9899	1325	808		175	0,232
608	9900	1268	678		147	0,098
608	1	948	469		70	0,520
608	102	1267	712		145	0,040
608	203	1009	449		87	0,020
608	304		92		26	0,002

Bilag 7.1 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 kvælstof-koncentrationer er altså sorteret fra, hvis de er målt på dage, hvor afstrømningen ifølge NAM-modellen består af mere end 50 % hurtigt og mellemhurtigt 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 kvælstof-transporten, herunder regressionsmetoder, er lineær interpolations-metoden 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 7.2 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 (*oplandstab*). 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.

Bilag 8 Pesticidanvendelse i landovervågningsoplandene

Aktiv stoffer i 2002

Aktiv stof	g stof ha-1 i op- landet	Aktiv stof	g stof ha-1 i op- landet
Mancozeb	34.23	Fenoxaprop-P-eth	0.17
Glyphosat	19.00	Propyzamid	0.16
Pendimethalin	10.96	Desmedipham	0.16
Prosulfocarb	10.37	Diflufenican	0.16
Metamitron	9.01	Diflubenzuron	0.15
MCPA	6.45	Cypermethrin	0.13
Fenpropimorph	5.64	Clomazone	0.09
Chlormequat-chlo	5.62	Trinexapac-ethyl	0.08
Terbuthylazin	5.38	Triforin	0.07
Bitertanol	3.83	Alphacypermethri	0.07
Azoxystrobin	3.74	Dicamba	0.06
Bentazon	3.69	Kresoxim-methyl	0.05
Pyridat	3.25	Prochloraz	0.05
Captan	3.24	Metsulfuron-meth	0.04
Phenmedipham	2.97	Triflusufluron	0.04
Ioxynil	2.91	Lambda-cyhalothr	0.03
Aclonifen	2.65	Esfenvalerat	0.03
Bromoxynil	2.61	Propaquizafob	0.02
Dithianon	2.16	Thifensulfuronme	0.01
Tebuconazole	2.16	Rimsulforan	0.01
Pirimicarb	2.09	Hexythiazox	0.01
Simazin	2.07	Mefenpyr-diethyl	0.01
Fluroxypyr	2.00	Iodosulfuron-met	0.003
Ethofumesat	1.83	Triasulfuron	0.003
Diquat	1.35	Alpha-naphthyl-e	0.002
Napropamid	1.20	Fenhexamid	0.000
Glyfosat-trimesi	0.97		
Propiconazol	0.89		
Malathion	0.87		
Pyrimethanil	0.86		
Cyprodinil	0.78		
Glufosinat-ammon	0.62		
Fluazinam	0.62		
Methabenzthiazur	0.60		
Pyraclostrobin	0.53		
Ethephon	0.46		
Fenpropidin	0.44		
Tau-fluvalinat	0.44		
Morpholin	0.40		
Metribuzin	0.32		
Dimethoat	0.29		
Mepiquat-chlorid	0.24		
Fluazifop-P-buty	0.24		
Clopyralid	0.24		
Zink	0.23		
Mechlorprop	0.22		
Tribenuron methy	0.18		
Haloxifop-ethoxy	0.18		

Aktiv stoffer i 2003

Aktiv stof	g stof ha-1 i oplandet	Aktiv stof	g stof ha-1 i oplandet
Pirimicarb	62.45	Haloxyfop-ethoxyet.	0.20
Bitertanol	43.84	Mepiquat-chlo	0.19
Glyphosat	23.76	Simazin	0.18
Mancozeb	21.29	Fluazinam	0.17
Prosulfocarb	18.25	Diflubenzuron	0.17
MCPA	17.33	Tau-fluvalinat	0.16
Metamitron	14.66	Desmedipham	0.13
Pendimethalin	9.24	Tribenuron methyl	0.12
Chlormequat-chlorid	7.48	Propyzamid	0.12
Captan	7.14	Foramsulfuron	0.09
Terbuthylazin	5.52	Alphacypermethrin	0.06
Fenpropimorph	3.77	Dicamba	0.06
Bentazon	3.35	Cypermethrin	0.05
Ioxynil	3.14	Triflusulfuron	0.05
Pyridat	2.97	Trinexapac-et	0.04
Bromoxynil	2.95	Metribuzin	0.04
Phenmedipham	2.72	Propaquizafob	0.04
Azoxystrobin	2.52	Mefenpyr-diethyl	0.03
Tebuconazole	2.36	Prochloraz	0.03
Fluroxypyr	2.28	Metsulfuron-methyl	0.02
Tolyfluanid	1.82	Flupyrsulfuron-methyl-Na	0.02
Fenpropidin	1.60	Mefenpyr-diethy	0.02
Ethofumesat	1.59	Esfenvalerat	0.02
Pyraclostrobin	1.52	Florasulam	0.02
Chlormequat-c	1.28	Fenoxaprop-P-ethyl	0.02
Propiconazol	0.97	Amidosulfuron	0.01
Cyprodinil	0.96	Alpha-naphthyl-eddik	0.01
epoxiconazol	0.77	Iodosulfuron-me	0.01
Methabenzthiazuron	0.55	Mefenpyr-diet	0.01
Glufosinat-ammonium	0.53	Thifensulfuronmethyl	0.01
Pyraclostrobi	0.50	Metsulfuron-m	0.01
Malathion	0.35	Iodosulfuron-methyl-Na	0.01
Diflufenican	0.35	Tribenuron me	0.01
Ethephon	0.32	Metsulfuron-met	0.01
Glyfosat-trimesium	0.30	Tribenuron meth	0.01
Clopyralid	0.29	Iodosulfuron-	0.004
Diquat	0.28	Triasulfuron	0.002
Fluazifop-P-butyl	0.28	Thifensulfuronm	0.001
Trinexapac-ethyl	0.28	Kresoxim-methyl	0.000
Dimethoat	0.26	Iodosulfuron-methyl-	0.000
Triforin	0.24		
Iprodion	0.24		
Hexythiazox	0.22		
Aclonifen	0.21		

Appendiks 1. Beskrivelse af oplandene

Kortlægning af alle oplandene

Jordtypen kan bestemmes for hver enkelt mark

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

Beskrivelse af de enkelte oplande

Storstrøm

LOOP 1, Højvads Rende (Storstrøms Amtskommune).

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

Nordjylland

LOOP 2, Odderbæk (Nordjyllands Amtskommune).

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

Vejle/Århus

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

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

Fyn

LOOP 4, Lillebæk (Fyns Amtskommune).

Oplandet udgør ca. 470 ha. Det fremtræder som et svagt skrånende terræn ned mod Storebælt. Jordlagene består overvejende af moræneler med indslag af smeltevandssand og ler. I de dybere jordlag findes et sammenhængende sandlag. De dominerende jordtyper i 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 Tværmose Bæk (Ringkøbing/Viborg Amtskommune).

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

Sønderjylland

LOOP 6, Bolbro Bæk (Sønderjyllands Amtskommune).

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

Vestsjælland

LOOP 7, Hulebæk (Vestsjællands Amtskommune).

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

Appendiks 2. Vandmiljøhandlingsplaner

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

NPO-Handlingsplanen, 1986

NPO-Handlingsplanen omhandler bl.a. initiativer med henblik på at stoppe 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 gødningspraksis imod en bedre udnyttelse af husdyrgødningen, og et deraf følgende reduceret handelsgødningsforbrug.

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

Opfølgning på Handlingsplanen for Bæredygtigt Landbrug, 1996

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

at udbygning af eksisterende regelsæt sammen med iværksættelse af yderligere initiativer på landbrugsområdet er nødvendig for at målene i Handlingsplanen kan nås.

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

Vandmiljøplan II, 1998

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

Politisk midtvejsevaluering af Vandmiljøplan II

Den 2. maj 2001 blev der derfor vedtaget en politisk Midtvejsevaluering af Vandmiljøplan II. Denne indeholdt ændrede regler for tilskud til retablering af vådområder, som skulle gøre ordningen mere attraktiv. Der indførtes en kontraktordning, som skulle sikre at arealet, der kan opnå brødhvedetillæg ville komme til at svare til behovet for brødhvede. Endelig blev foretaget en revision af normerne, som skulle sikre at landmændenes kvotefastsættelse blev i bedre overensstemmelse med hensigten bag normerne end tidligere.

Samtidig med Midtvejsevalueringen af Vandmiljøplan II i 2000 foretog Danmarks JordbrugsForskning og Danmarks Miljøundersøgelser en ny beregning af kvælstofudvaskning tilbage i tid. Denne viste at antagelserne om udvaskningens størrelse midt i 1980'erne havde været undervurderet. På den baggrund anmodede Skov- og Naturstyrelsen og Fødevarerministeriets Departement de to institutioner om at foretage en ny beregning af Midtvejsevalueringen med de nye forudsætninger for kvælstofudvaskning.

I 2003 blev der foretaget en slutevaluering af Vandmiljøplan II med baggrund i de nye antagelser om kvælstofudvaskningen. Evalueringen viste at udvaskningen var faldet fra ca. 311.000 tons N pr år midt i 1980'erne til en prognose for udvaskningen på 162.000 tons N pr år i 2003. Udvaskningen vil herved blive reduceret med 48%. Målsætningen for Vandmiljøplan II blev herefter antaget at være opfyldt af forligspartierne bag VMPII.

Vandmiljøplan III

I 2004 blev Vandmiljøplan III vedtaget af regeringen, Dansk Folkeparti og Kristendemokraterne (Aftalen findes på www.vmp3.dk). I forhold til tidligere planer er der nu målsætninger om at vandmiljøet skal forbedres gennem reduktioner i udledningerne af kvælstof og fosfor, og naturbeskyttelsen skal fortsat forbedres ligesom nabogener skal begrænses. Planen skal være fuldt gennemført i 2015.

Med hensyn til fosfor er det målsætningen at fosforoverskuddet skal halveres i forhold til et total overskud i 2001 på 32.700 tons P samt at der skal udlægges 50.000 ha randzoner. Med hensyn til kvælstof er målsætningen en reduktion i udledningen på 13% i forhold til udvaskningen i 2003. Det forventes at den generelle strukturudvikling og EU's landbrugsreform vil bidrage betydeligt til reduktionen. Herover indgår elementer som skovrejsningen, retablering af yderligere vådområder, stramning af kravet til efterafgrøder, samt evt. skærpeelse af kravet til udnyttelse af husdyrgødning.

Appendix 3. Pesticidhandlingsplaner

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.

I Pesticidhandlingsplan II fra år 2000 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 (Miljø- og Energiministeriet, Ministeriet for Fødevarer, Landbrug og Fiskeri, 2000). Pesticidhandlingsplan II blev evalueret i juni 2003 (Miljøministeriet, Fødevareministeriet, 2003a). Heraf fremgår at behandlingshyppigheden var faldet til 2,04 i 2002. I Pesticidhandlingsplan II var der endvidere sat et konkret delmål for udlægning af sprøjtefrie randzoner langs målsatte vandløb og søer på 20.000 ha. Ved udgangen af 2002 var der skønsmæssigt udlagt godt 8.000 ha. Planen henviste desuden til målsætningen i Vandmiljøplan II om udvidelse af det økologisk drevne areal til 230.000 ha i 2003. Ved udgangen af 2002 var der udlagt ca. 180.000 ha.

Fødevareøkonomisk Institut har gennemført en opdatering af Bicheludvalgets driftsøkonomiske analyser (Ørum 2003). Analysen viser at det vil være økonomisk optimalt for dansk landbrug at reducere behandlingshyppigheden fra de nuværende ca. 2,0 til 1,7 (svarende til ca. 1,6 efter gammel beregningsmetode). Beregningerne viser desuden, at en reduktion til fx 1,4 kan gennemføres uden ændringer i sædskiftet og uden særlige omkostninger for dansk landbrug.

I oktober 2003 blev en ny pesticidhandlingsplan vedtaget af Regeringen, Dansk Folkeparti og Kristeligt Folkeparti (Miljøministeriet, Fødevareministeriet 2003b). Målsætningen i den nye pesticidplan er, at behandlingshyppigheden skal nedsættes til 1,7 (opgjort efter gammel beregningsmetode) ved udgangen af 2009. Desuden er det regeringens mål at der udlægges 25.000 ha sprøjtefrie randzoner langs målsatte vandløb og søer ved udgangen af 2009. Målsætningerne samt en række initiativer og virkemidler der skal reducere pesticid forbruget i landbrug, gartneri, i det offentlige samt i private haver vil blive evalueret i første halvdel af 2010.

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-, Overvågnings- og Rådgivningssekretariat
Afd. for Systemanalyse
Afd. for Atmosfærisk Miljø
Afd. for Marin Økologi
Afd. for Miljøkemi og Mikrobiologi
Afd. for Arktisk Miljø*

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

*Forsknings-, Overvågnings- og Rådgivningssekretariat
Afd. for Marin Økologi
Afd. for Terrestrisk Økologi
Afd. for Ferskvandsøkologi*

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

Afdeling for Vildtbiologi og Biodiversitet

Publikationer:

DMU udgiver populærfaglige bøger ("MiljøBiblioteket"), faglige rapporter, tekniske anvisninger samt årsrapporter.
Et katalog over DMU's aktuelle forsknings- og udviklingsprojekter er tilgængeligt via World Wide Web.
I årsrapporten findes en oversigt over det pågældende års publikationer.

Faglige rapporter fra DMU/NERI Technical Reports

2003

- Nr. 480: Danske søer - fosfortilførsel og opfyldelse af målsætninger. VMP III, Fase II. Af Søndergaard, M. et al. 37 s. (elektronisk)
- Nr. 481: Polybrominated Diphenyl Ethers (PBDEs) in Sewage Sludge and Wastewater. Method Development and validation. By Christensen, J.H. et al. 28 pp. (electronic)

2004

- Nr. 482: Background Studies in Nuussuaq and Disko, West Greenland. By Boertmann, D. (ed.) 57 pp. (electronic)
- Nr. 483: A Model Set-Up for an Oxygen and Nutrient Flux Model for Århus Bay (Denmark). By Fossing, H. et al. 65 pp., 100,00 DDK.
- Nr. 484: Satellitsporing af marsvin i danske og tilstødende farvande. Af Teilmann, J. et al. 86 s. (elektronisk)
- Nr. 485: Odense Fjord. Scenarier for reduktion af næringsstoffer. Af Nielsen, K. et al. 274 s. (elektronisk)
- Nr. 486: Dioxin in Danish Soil. A Field Study of Selected Urban and Rural Locations. The Danish Dioxin Monitoring Programme I. By Vikelsøe, J. (electronic)
- Nr. 487: Effekt på akvatiske miljøer af randzoner langs målsatte vandløb. Pesticidhandlingsplan II. Af Ravn, H.W. & Friberg, N. 43 s. (elektronisk)
- Nr. 488: Tools to assess the conservation status of marine habitats in special areas of conservation. Phase 1: Identification of potential indicators and available data. By Dahl, K. et al. 94 pp., 100,00 DKK
- Nr. 489: Overvågning af bæver Castor fiber i Flynder å, 1999-2003. Af Elmeros, M., Berthelsen, J.P. & Madsen, A.B. 92 s. (elektronisk)
- Nr. 490: Reservatnetværk for trækkende vandfugle. En gennemgang af udvalgte arters antal og fordeling i Danmark 1994-2001. Af Clausen, P. et al. 142 s. , 150,00 kr.
- Nr. 491: Vildtudbyttet i Danmark i jagtsæsonen 2002/2003. Af Asferg, T. 24 s. (elektronisk)
- Nr. 492: Contaminants in the traditional Greenland diet. By Johansen, P. et al. 72 pp. (electronic)
- Nr. 493: Environmental Oil Spill Sensitivity Atlas for the South Greenland Coastal Zone. By Mosbech, A. et al. 611 pp. (electronic)
- Nr. 494: Environmental Oil Spill Sensitivity Atlas for the West Greenland (68o-72o N) Coastal Zone. By Mosbech, A. et al. 798 pp. (electronic)
- Nr. 495: NOVANA. Det nationale program for overvågning af vandmiljøet og naturen. Programbeskrivelse - del 1. Af Danmarks Miljøundersøgelser. 45 s., 60,00 kr.
- Nr. 496: Velfærdøkonomiske forvridningsomkostninger ved finansiering af offentlige projekter. Af Møller, F. & Jensen, D.B. 136 s. (elektronisk)
- Nr. 497: Air Quality Monitoring Programme. Annual Summary for 2003. By Kemp, K. & Palmgren, F. 36 pp. (electronic)
- Nr. 498: Analyse af højt NO₂ niveau i København og prognose for 2010. Af Berkowicz, R. et al. 30 s. (elektronisk)
- Nr. 499: Anvendelse af Vandrammedirektivet i danske vandløb. Af Baattrup-Pedersen, A. et al. 145 s. (elektronisk)
- Nr. 500: Aquatic Environment 2003. State and Trends - technical summary. By Andersen, J.M. et al. 50 pp., 100,00 DDK
- Nr. 501: EUDANA - EUtrofiering af Dansk Natur. Videnbehov, modeller og perspektiver. Af Bak, J.L. & Ejrnæs, R. 49 s. (elektronisk)
- Nr. 502: Samfundsøkonomiske analyser af ammoniakbufferzoner. Udredning for Skov- og Naturstyrelsen. Af Schou, J.S., Gyldenkerne, S. & Bak, J.L. 36 s. (elektronisk)
- Nr. 503: Luftforurening fra trafik, industri og landbrug i Frederiksborg Amt. Af Hertel, O. et al. 88 s. (elektronisk)
- Nr. 504: Vingeindsamling fra jagtsæsonen 2003/04 i Danmark. Af Clausager, I. 70 s. (elektronisk)
- Nr. 505: Effekt af virkemidler på kvælstofudvaskning fra landbrugsarealer. Eksempel fra oplandet til Mariager Fjord. Thorsen, M. 56 s. (elektronisk)
- Nr. 506: Genindvandring af bundfauna efter iltsvindet 2002 i de indre danske farvande. Af Hansen, J.L.S., Josejson, A.B. & Petersen, T.M. 61 s. (elektronisk)
- Nr. 507: Sundhedseffekter af luftforurening - beregningspriser. Af Andersen, M.S. et al. 83 s. (elektronisk)
- Nr. 509: Persistent organic Pollutants (POPs) in the Greenland environment – Long-term temporal changes and effects on eggs of a bird of prey. By Sørensen, P.B. et al. 124 pp. (electronic)
- Nr. 510: Bly i blod fra mennesker i Nuuk, Grønland - en vurdering af blyhagl fra fugle som forureningskilde. Af Johansen, P. et al. 30 s. (elektronisk)
- Nr. 513: Marine områder 2003 – Miljøtilstand og udvikling. NOVA 2003. Af Ærtebjerg, G. et al. (elektronisk)
- Nr. 514: Landovervågningsoplande 2003. NOVA 2003. Af Grant, R. et al. (elektronisk)
- Nr. 515: Søer 2003. NOVA 2003. Af Jensen, J.P. et al. (elektronisk)
- Nr. 516: Vandløb 2003. NOVA 2003. Af Bøgestrand, J. (red.) (elektronisk)
- Nr. 517: Vandmiljø 2004. Tilstand og udvikling – faglig sammenfatning. Af Andersen, J.M. et al. 100,00 kr.
- Nr. 518: Overvågning af vandmiljøplan II – Vådområder. Af Hoffmann, C.C. et al. (elektronisk)
- Nr. 519: Atmosfærisk deposition 2003. NOVA 2003. Af Ellermann, T. et al. (elektronisk)
- Nr. 520: Atmosfærisk deposition. Driftsrapport for luftforurening i 2003. Af Ellermann, T. et al. (elektronisk)

[Tom side]

Danmarks Miljøundersøgelser
Miljøministeriet

ISBN 87-7772-838-6
ISSN 1600-0048