



Danmarks Miljøundersøgelser  
Miljøministeriet

NOVANA

# Landovervågningsoplande 2004

*Faglig rapport fra DMU, nr. 552*

*[Tom side]*



**Danmarks Miljøundersøgelser**  
Miljøministeriet

---

NOVANA

# Landovervågningsoplande 2004

*Faglig rapport fra DMU, nr. 552*  
2005

*Ruth Grant*  
*Gitte Blicher-Mathiesen*  
*Pia Grewy Jensen*  
Danmarks Miljøundersøgelser

*Per Rasmussen*  
Danmarks og Grønlands Geologiske Undersøgelse

# Datablad

Titel:	Landovervågningsoplande 2004
Undertitel:	NOVANA
Forfattere:	Ruth Grant <sup>1</sup> , Gitte Blicher-Mathiesen <sup>1</sup> , Pia Grewy Jensen, Per Rasmussen <sup>2</sup>
Afdelinger:	<sup>1</sup> Afdeling for Ferskvandsøkologi <sup>2</sup> Danmarks & Grønlands Geologiske Undersøgelse
Serietitel og nummer:	Faglig rapport fra DMU nr. 552
Udgiver:	Danmarks Miljøundersøgelser© Miljøministeriet
URL:	<a href="http://www.dmu.dk">http://www.dmu.dk</a>
Udgivelsestidspunkt:	Oktober 2005
Redaktionen afsluttet:	September 2005
Faglig kommentering:	Amterne i Danmark
Finansiel støtte:	Ingen ekstern finansiering
Bedes citeret:	Grant, R., Blicher-Mathiesen, G., Jensen, P.G. & Rasmussen, P. 2005: Landovervågningsoplande 2004. NOVANA. Danmarks Miljøundersøgelser. 140 s. - Faglig rapport fra DMU nr. 552. <a href="http://faglige-rapporter.dmu.dk">http://faglige-rapporter.dmu.dk</a>  Gengivelse tilladt med tydelig kildeangivelse.
Emneord:	Landovervågningsoplande, miljøtilstand, overvågning
Layout: Tegninger:	Anne-Dorthe Villumsen Grafisk værksted, Silkeborg
ISBN:	87-7772-889-0
ISSN (elektronisk):	1600-0048
Sideantal:	140
Internet-version:	Rapporten findes kun som PDF-fil på DMU's hjemmeside <a href="http://www2.dmu.dk/1_viden/2_Publikationer/3_fagrappporter/rapporter/FR552.pdf">http://www2.dmu.dk/1_viden/2_Publikationer/3_fagrappporter/rapporter/FR552.pdf</a>
Supplerende oplysninger:	NOVANA er et program for en samlet og systematisk overvågning af både vandig og terrestrisk natur og miljø. NOVANA erstattede 1. januar 2004 det tidligere overvågningsprogram NOVA-2003, som alene omfattede vandmiljøet.
Købes hos:	Miljøministeriet Frontlinien Rentemestervej 8 2400 København NV Tel. 70 12 02 11 <a href="mailto:frontlinien@frontlinien.dk">frontlinien@frontlinien.dk</a> <a href="http://www.frontlinien.dk">www.frontlinien.dk</a>

# Indhold

	<b>Resumé</b>	<b>5</b>
<b>1</b>	<b>Landovervågningsprogrammet</b>	<b>13</b>
<b>2</b>	<b>Nedbørs- og temperaturforhold i oplandene og på landsplan</b>	<b>15</b>
<b>3</b>	<b>Kvælstofanvendelse i landbruget</b>	<b>17</b>
	3.1 Handlingsplaner	17
	3.2 Husdyrtæthed i hele landet og i landovervågningsoplandene	18
	3.3 Gødningsforbrug og N-behov i hele landet	18
	3.4 Markbalancer for kvælstof i hele landet og i landovervågningsoplandene	19
	3.5 Grønne marker og efterafgrøder	21
	3.6 Håndtering af husdyrgødning	22
	3.7 Gødningstildeling til afgrøderne i 2004	22
	3.8 Udnyttelse af husdyrgødning	24
	3.9 Forbrug af kvælstof i forhold til bedrifternes N-kvoté	25
	3.9 Næringsstofbalancer på ejendomsniveau	26
<b>4</b>	<b>Kvælstof i rodzonevand, drænvand og øvre grundvand – målinger</b>	<b>31</b>
	4.1 Kvælstofformer i jordvandet	31
	4.2 Udvikling i målt kvælstofudvaskning	31
	4.3 Målt kvælstofudvaskning i relation til lokalitet og landbrugsdrift	33
	4.4 Målt kvælstoftransport fra dræn	34
	4.5 Kvælstof i det øvre grundvand	35
	4.6 Sammenhæng mellem nitratindhold i jordvand og i det øvre grundvand	37
<b>5</b>	<b>Kvælstofudvaskning fra rodzonen - modelberegnet</b>	<b>39</b>
	5.1 N-LES3 modellen	39
	5.2 Resultat af modelberegningen	41
<b>6</b>	<b>Kvælstofafstrømning til vandløb</b>	<b>43</b>
	6.1 Vandafstrømning fra lerede og sandede oplande	43
	6.2 Koncentration af kvælstof	44
	6.3 Tab af kvælstof fra oplandene	45
<b>7</b>	<b>Kvælstofkredsløbet i landbrugsøkosystemer</b>	<b>49</b>
	7.1 Koncentrationsprofilen i det hydrologiske kredsløb	49
	7.2 Kvælstoftransporter i det hydrologiske kredsløb	50
<b>8</b>	<b>Fosforanvendelse i landbruget</b>	<b>53</b>
	8.1 Fosfor – gødningsforbrug for hele landet og i landovervågningsoplandene	53
<b>9</b>	<b>Fosfor i rodzonevand, drænvand og øvre grundvand - målinger</b>	<b>57</b>
	9.1 Måleprogram	57
	9.2 Fosforudvaskning fra rodzonen til grundvand	57
	9.3 Fosfortransport fra dræn til overfladevand	59
	9.4 Fosforkoncentrationer i jordvand i relation til jordens fosforstatus og mætningsgrad	61
	9.5 Fosfor i det øvre grundvand	62
<b>10</b>	<b>Fosforafstrømning til vandløb</b>	<b>65</b>

10.1	Koncentration af fosfor	65
10.2	Tab af fosfor fra oplandene	66
<b>11</b>	<b>Fosforkredsløbet i landbrugsøkosystemer</b>	<b>69</b>
11.1	Fosforoverskud og tab til overfladevand	69
11.2	Fosforkoncentrationer i de forskellige dele af det hydrologiske kredsløb	69
<b>12</b>	<b>Pesticidanvendelse i landbruget</b>	<b>71</b>
12.1	Pesticidhandlingsplaner	71
12.2	Opgørelsesmetoder	71
12.3	Behandlingshyppighed på landsplan Alle behandlingshyppigheder er beregnet efter gammel beregningsmetode	71
12.4	Behandlingsindeks og aktiv stoffer i landovervågningsoplandene	73
12.5	Sprøjtetidspunkter	75
<b>13</b>	<b>Pesticider og nedbrydningsprodukter i det øvre grundvand</b>	<b>77</b>
13.1	Fundprocenter af pesticider i grundvandsindtag	77
13.2	Hyppigst forekomne stoffer	78
<b>14</b>	<b>Prøvetagningsstrategi for overvågning af pesticider i vandløb</b>	<b>81</b>
14.1	Baggrund for projektet	81
14.2	Projektets prøvetagningsstrategi	81
14.3	Resultater fra målerunden	82
14.4	Konklusion	87
<b>15</b>	<b>Uorganiske sporstoffer og organiske mikroforureninger i det øvre grundvand</b>	<b>89</b>
15.1	Fund af uorganiske sporstoffer i det øvre grundvand	89
15.2	Fund af organiske mikroforureninger i det øvre grundvand	90
<b>Referencer 93</b>		
Bilag 1.1 Markbalance for kvælstof i 1000 tons fra 1985 til 2004 97		
Bilag 1.2 Markbalance for kvælstof i kg N/ha fra 1985 til 2004 97		
Bilag 1.3 Markbalance for fosfor i 1000 tons P for hele landet fra 1985 til 2004 98		
Bilag 1.4 Markbalance for fosfor i kg P/ha for hele landet fra 1985 til 2004 98		
Bilag 2.1 Udvikling i kvælstofbalance for marken i landovervågningsoplandene 99		
Bilag 2.2 Kvælstof- og fosforbalancer i landovervågningsoplandene, opdelt på brugstyper og husdyrtætheder 100		
Bilag 3. Opgørelsesmetoder til markbalancer og N-kvoter 101		
Bilag 4. Regler for landbrugets dyrkning af afgrøder og anvendelse af gødning 103		
Bilag 5.1 106		
Bilag 5.2 117		
Bilag 7.1 Metodebeskrivelse 128		
Bilag 7.2 Metodebeskrivelse 130		
Bilag 8 Pesticidanvendelse i Landovervågningen i 2002,2003, 2004 131		
Bilag 9 Prøvetagningsstrategi 134		
Appendiks 1. Beskrivelse af oplandene 135		
Appendiks 2. Vandmiljøhandlingsplaner 137		
Appendix 3. Pesticidhandlingsplaner 140		

## Danmarks Miljøundersøgelser

### Faglige rapporter fra DMU

# Resumé

## Konklusion

På landsplan er handelsgødningsforbruget reduceret med 49 % i perioden fra 1990 til 2004, mens kvælstofoverskuddet i markbalancen er reduceret med ca. 33 %. Modelberegninger for landovervågningsoplandene har vist, at kvælstofudvaskningen fra landbrugsarealerne er reduceret med 46 % fra 1990 til 2004. Målinger har ligeledes vist at kvælstofkoncentrationerne i rodzonevandet er faldet ca. 34-50 %. Spredningen på tallene er imidlertid meget stor. I Ferskvandsovervågningen er der for vandløb i dyrkede oplande beregnet et generelt fald i kvælstoftransporten på ca. 34 % 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 til vandmiljøet 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. Overvågningen blev under NOVA 2003 udført i 7 små landbrugsdominerede vandløbsoplande på hver 5-15 km<sup>2</sup>. Ved gennemførelsen af NOVANA i 2004 udgik et af oplandene. Således foretages årlig interviewundersøgelse om landbrugspraksis i 6 oplande. I fem af oplandene udføres endvidere målinger af næringstoftransport i samtlige dele af vandkredsløbet samt pesticidforekomst i det øvre grundvand (figur 1). Disse fem oplande har været med i hele undersøgelsesperioden og anvendes ved opgørelse af udviklingen i landbruget. Oplandene er udvalgt med henblik på at repræsentere landsgennemsnittet bedst muligt med hensyn til jordbund, klima og landbrugspraksis. Husdyrtætheden i de fem oplande i 2004 var 0,96 DE ha<sup>-1</sup> hvilket var noget større end hele landet (0,86 DE ha<sup>-1</sup>). Oplandene vil 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).

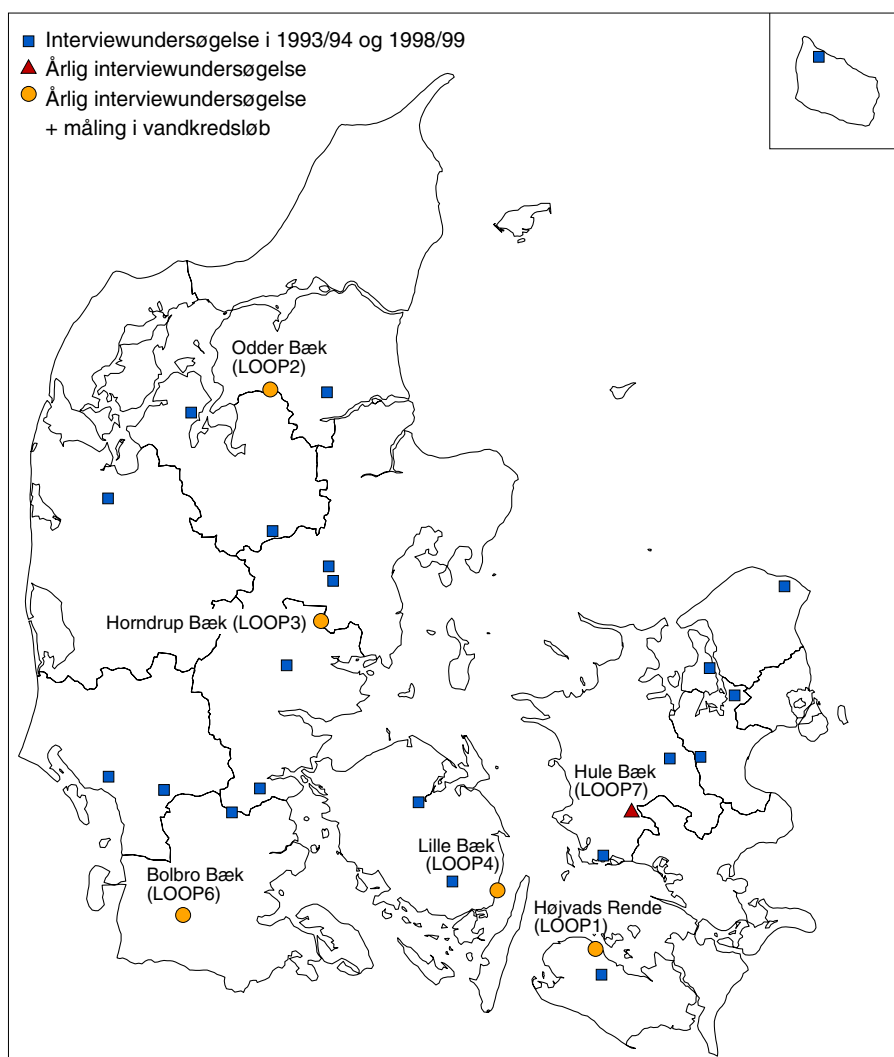
## Vandmiljøplanerne

### *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 om efterafgrøde i efteråret. Formålet er, at disse afgrøder skal optage det kvælstof, som er tilbage i jorden efter høst, eller som frigives i løbet af vinteren, og som ellers ville blive udvasket. Planerne er kort beskrevet i tabel 1.

Figur 1 Oversigt over landovervågningsopländenes placering.



LA05 - 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 Bæredygtigt 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, 2004	Øget krav til efterafgrøder, udnyttelse af husdyrgødning, vådområder, miljøvenlig jordbrugsdrift, skovrejsning, afgift på mineralisk gødning, bufferzoner til sårbar natur og gyllehandlingsplan



## 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 202.000 tons N i 2004. Kvælstof i husdyrgødning er faldet fra 244.000 til 232.000 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 251.000 tons N i 2004, en reduktion på 33 %.

En del af reduktionen skyldes, at der er taget landbrugsareal ud af drift. Opgøres overskuddet pr. arealenhed, er overskuddet reduceret med 29 % fra 1990 til 2004. I 2004 udgjorde overskuddet 95 kg N ha<sup>-1</sup>.

Data fra landovervågningen for 2004 har vist, at overskuddet af kvælstof er mindst for planteavlsbrug (49 kg ha<sup>-1</sup>), og noget større for husdyrbrug, ca. 80 kg N ha<sup>-1</sup>. Endvidere stiger overskuddet med stigende husdyrtæthed.

*Stor forbedring i anvendelsen af husdyrgødning. I 2004 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).

*Tabel 2* Oversigt over udvikling i nøgleparametre for husdyrgødningsanvendelse i landovervågningen for 1990, 2003 og 2004.

	1990	2003	2004
9 måneders opbevaringskapacitet, % af dyreenheder	38	89	82
Forårsudbringning af husdyrgødning, % af total N i husdyrgødning	55	91	91
Udbringning med slæbeslanger eller nedfældning, % af total N i flydende husdyrgødning	8	84	90

*Underforbrug af kvælstof på kvægbrugene i forhold til N-kvoten*

Data fra landovervågningen viser, at der i 2004 var et underforbrug af kvælstofgødning på 25 % af det konventionelt dyrkede areal (underforbruget er her defineret som tilførsel af 10 kg N ha<sup>-1</sup> mindre end kvoten). Underforbruget forekommer i størst omfang på kvægbrugene.

I landovervågningen blev der i årene 2000-01 registreret efterafgrøder efter 6% reglen på henholdsvis 5,5 og 6,4 % af efterafgrødegrundlaget (dvs. af det areal, hvor der kan dyrkes efterafgrøder). For 2002-04 er det registrerede areal faldet til henholdsvis 3,8, 3,9 og 4,3 %. I 2002 blev der indført krav om at der i gødningsregnskabet skal indregnes en eftervirkning på 12 kg N ha<sup>-1</sup> efterafgrødeareal.

## Udviklingstendenser i kvælstofindholdet i det hydrologiske kredsløb

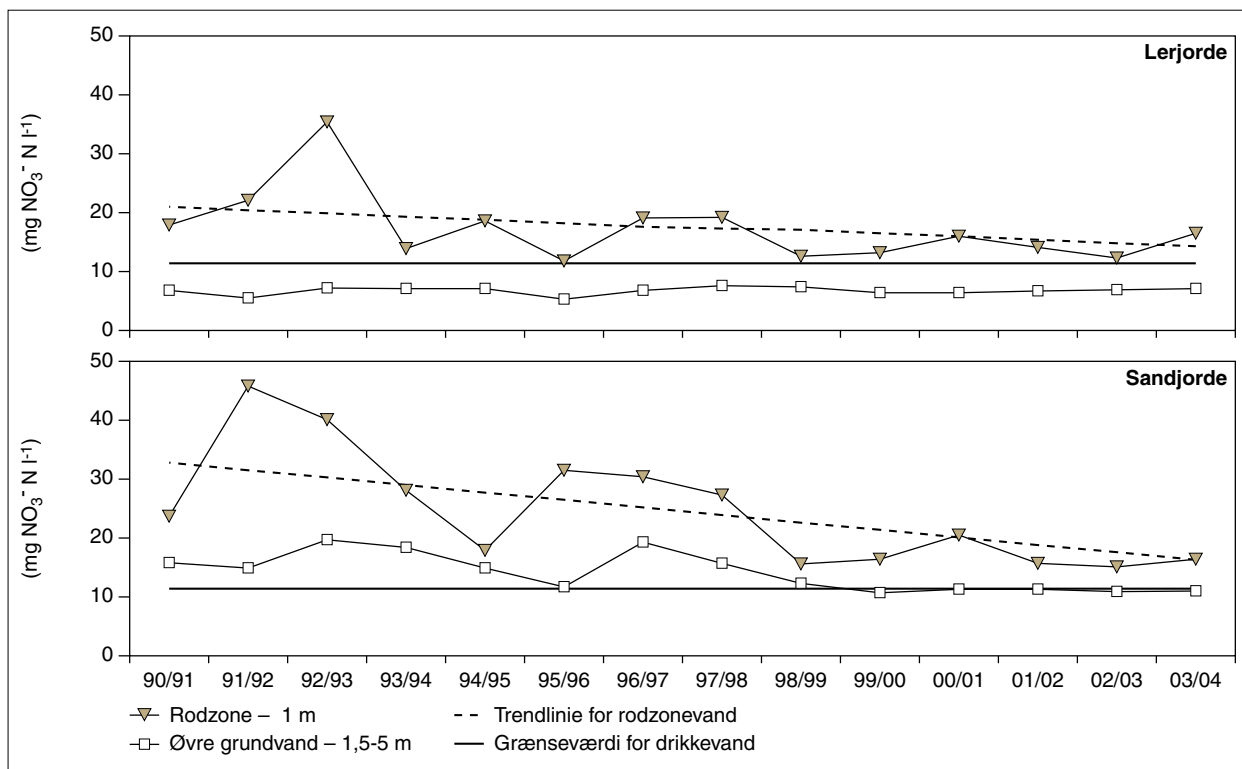
*N koncentrationer i rodzonevand reduceret 34-50 % fra 1990/91 til 2003/04*

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. 34 % for lerjordsoplandene og 50 % for sandjordsoplandene. Spredningen på tallene er imidlertid stor, og med 95 % sandsynlighed er reduktionen mellem 20 og 56 % for lerjordene og mellem 38 og 64 % 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 end i rodzonen. 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).



LA05 - Fig. 4.4

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.

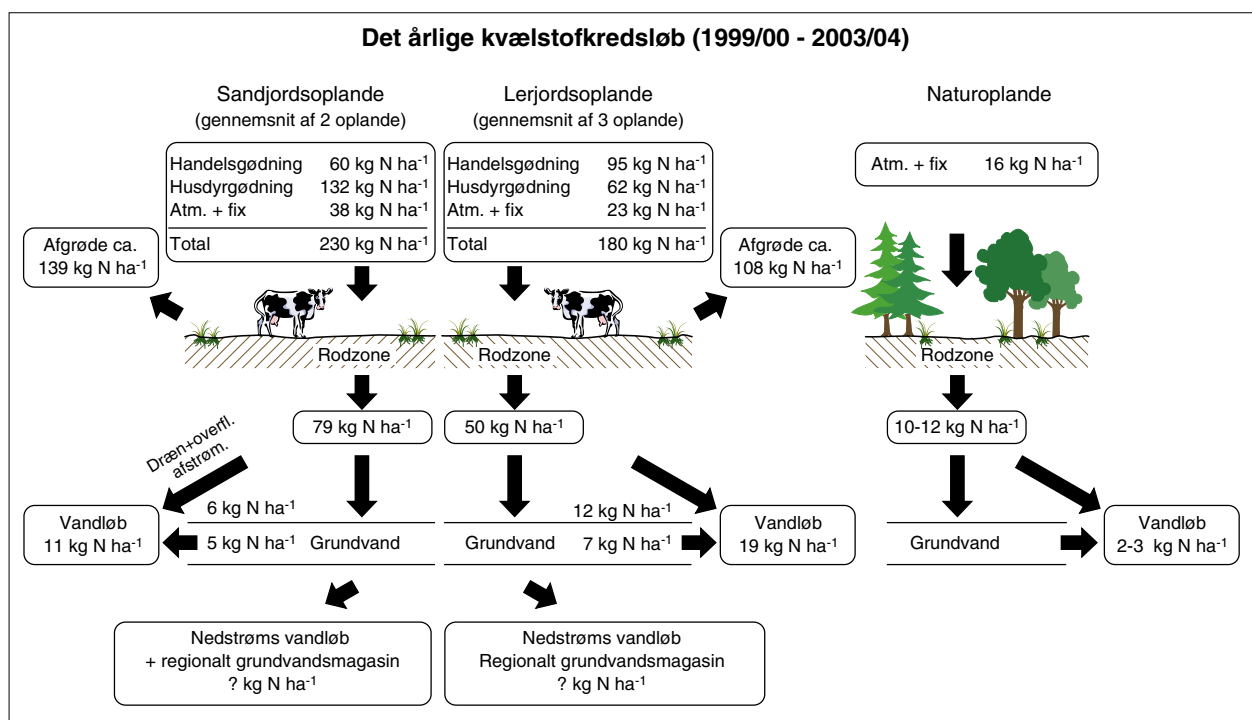
Kvælstofudvaskning fra hele det dyrkede areal i landovervågningsoplandene er modelberegnet ved hjælp af N-LES3 modellen på baggrund af data fra interviewundersøgelsen og ved et gennemsnitsklima for en 10-årig periode, 1990-2000. Her er fundet et fald i kvælstofudvaskning på 46 % i perioden fra 1990/91 til 2003/04.

*N transport i vandløb reduceret 34 % 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 20-47 % for perioden 1989/90-2003/04. I et større antal landbrugsdominerede oplande, i alt 63 oplande, i Ferskvandsovervågningen er der fundet et fald i kvælstoftransporterne i vandløbene på 34 % i samme periode.

### Kvælstoftransporter i det hydrologiske kredsløb

Kvælstofkredsløbet for de seneste 5 år, 1999/00-2003/04, er skitseret i figur 3.



LA05 – Fig. 7.2

Figur 3 Skematisering af kvælstofkredsløbet i henholdsvis dyrkede lerjords- og sandjordsoplande samt for naturoplande for de hydrologiske år 1999/00-2003/04 (og tilhørende landbrugspraksis 1999-03). 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.

Den modelberegnete årlige kvælstofudvaskning fra rodzonen er 50 kg N ha<sup>-1</sup> på lerjorde og 79 kg N ha<sup>-1</sup> 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 (19 kg N ha<sup>-1</sup>) end i sandjordsoplandene (hen-

holdsvis 6 og 15 kg N ha<sup>-1</sup> for de to oplande). Dette skyldes, at vandafstrømningen på lerjordene sker gennem de øvre jordlag, mens vandafstrømningen på sandjordene i højere grad sker gennem de dybere jordlag, hvor det eventuelt har passeret redoxzonen og således kan have været udsat for betydelig nitratreduktion.

## Fosforanvendelse i landbruget

*P overskud i marken reduceret 20 % fra 1900 til 2004*

Kravet i Vandmiljøplan I med hensyn til fosfor i landbruget antages at være opfyldt med stop for de direkte udledninger fra gårdene. Der er ingen krav i forhold til fosforgødsning. På landsplan er der sket en reduktion i forbrug af fosfor med handelsgødning fra 40.400 tons P i 1990 til 14.500 tons P i 2004, mens fosfortilførsel med husdyrgødning er omtrent uændret. Fosforoverskuddet i marken er herved faldet med 20 % i perioden og udgjorde i 2004 ca. 26.000 tons P, svarende til 10 kg P ha<sup>-1</sup>.

Data fra landovervågningen for 2004 har vist, at der på planteavlbrugene blev tilført mindre fosfor end der blev fjernet med afgrøderne (overskud på -3,5 kg P ha<sup>-1</sup>), mens der på kvægbrug og svinebrug blev tilført henholdsvis 4,0 og 10,5 kg P ha<sup>-1</sup> mere end der blev fjernet.

### Fosfor i vandmiljøet

*Generelt lave P koncentrationer i jordvand og øvre grundvand*

Ved ¾ af jordvandsstationerne har de gennemsnitlige koncentrationer af opløst ortho-P ligget på 0,01-0,02 mg P l<sup>-1</sup>, mens der ved ¼ af stationerne har været koncentrationer på 0,2-0,5 mg P l<sup>-1</sup> i nogle få år eller i hele perioden.

*- men høje koncentrationer på nogle lokaliteter og i nogle år*

I det øvre grundvand har mediankoncentrationen af ortho-P ligget på mindre end ca. 0,01 mg P l<sup>-1</sup>, mens mediankoncentrationen af total P har ligget på 0,02-0,09. I 5-10 % af alle grundvandsanalyserne har der været markant højere fosforindhold, over 0,1 mg P l<sup>-1</sup>.

*Ophobning af P i jorden ved overskudstilførsel*

Tab af fosfor til vandløbene har i gennemsnit for perioden 1990-2003 udgjort 0,21-0,51 kg P ha<sup>-1</sup> 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. Det skal imidlertid understreges at de koncentrationer, der forekommer i vandløbene i dag (0,09-0,17 mg total P l<sup>-1</sup>), kan give anledning til eutrofiering i søerne.

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

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

## Pesticider

<i>Reduktionsmål for salg af pesticider og behandlingshyppighed</i>	<b>Pesticidanvendelse i landbruget</b> I Pesticidhandlingsplanen fra 1987 var kravet, at salget af aktiv stoffer skulle halveres inden 1997 i forhold til referenceperioden 1981-85. Dette reduktionsmål blev på landsplan nået i 1999. I Pesticidhandlingsplanen fra 2003 blev der sat det mål, at behandlingshyppigheden skal reduceres fra 2,04 i 2002 til 1,7 inden 2009.
<i>Behandlingshyppighed i 2004 på 2,2</i>	Behandlingshyppigheden er en teoretisk beregning, der foretages på baggrund af salgsstatistikken for pesticider, afgrødefordelingen og det dyrkede areal. I 2004 var behandlingshyppigheden på landsplan 2,18. I landovervågningen er der foretaget opgørelser over faktisk pesticidanvendelse på markerne. Her er behandlingsindeks i 2004 for de hyppigst dyrkede afgrøder (vinterkorn 2,3, vårkorn 1,5) meget lig behandlingshyppigheden på landsplan (vinterkorn 2,4, vårkorn 1,7 i 2004).
<i>Fund af pesticider i 69 % af undersøgte grundvandsindtag i det øvre grundvand</i>	Der foretages analyse af pesticider i det øvre grundvand. I perioden 1998 til 2004 er der gennemført 972 analyser med fund af pesticider eller nedbrydningsprodukter i 301 analyser, hvoraf 63 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 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 %.
<i>Grundvand – øvrig organisk mikroforurening og uorganiske sporstoffer</i>	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. 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.

*[Tom side]*

# 1 Landovervågningsprogrammet

*Overvågning af landbrugsoplande, grundvand og vandløb*

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

Ved revision af programmet i 1998 (NOVA 2003) blev overvågningsprogrammet udvidet fra 6 til 7 overvågningsoplande med årlig kortlægning af landbrugspraksis, og der blev etableret yderligere 20 oplande hvor landbrugspraksis blev kortlagt én gang i NOVA 2003 perioden (figur 1.1, appendix 1). Endvidere blev der i 1998 inkluderet miljøfremmede stoffer.

Fra 2004 (NOVANA) udgik et at de oprindelige landovervågningsoplande. Endvidere blev analyseprogrammet for pesticider i drænvand og vandløb nedlagt. Derimod er der under NOVANA foretaget opprioritering af arbejdet med næringsstofbalancer på ejendomsniveau samt analyse af risiko for P udvaskning fra jorden.

Undersøgelserprogrammet gennemføres af amterne og bestod i 2004 af følgende komponenter:

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

*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.

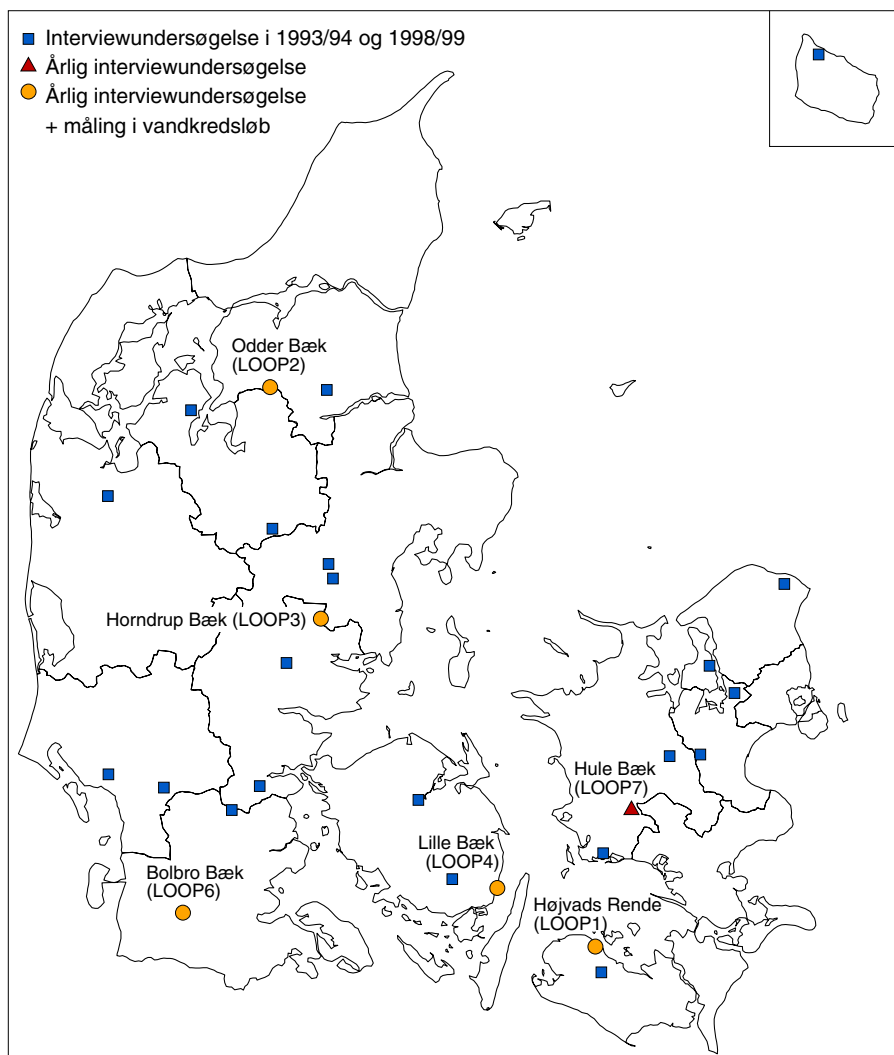
*Denne rapport  
– særskilte emner*

Undersøgelser af 'næringsstofbalancer på ejendomsniveau' afrapporteres for årene 2001-2003 i denne rapport. Endvidere afrapporteres 'projektet vedr. prøvetagningsstrategi for pesticidanalyse' som blev udført i 2004 (kommer med i den endelige rapport).

*Anvendelse af data fra  
Landovervågningen*

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 landovervågingsoplandenes beliggenhed.



LA05 - Fig. 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 2004*

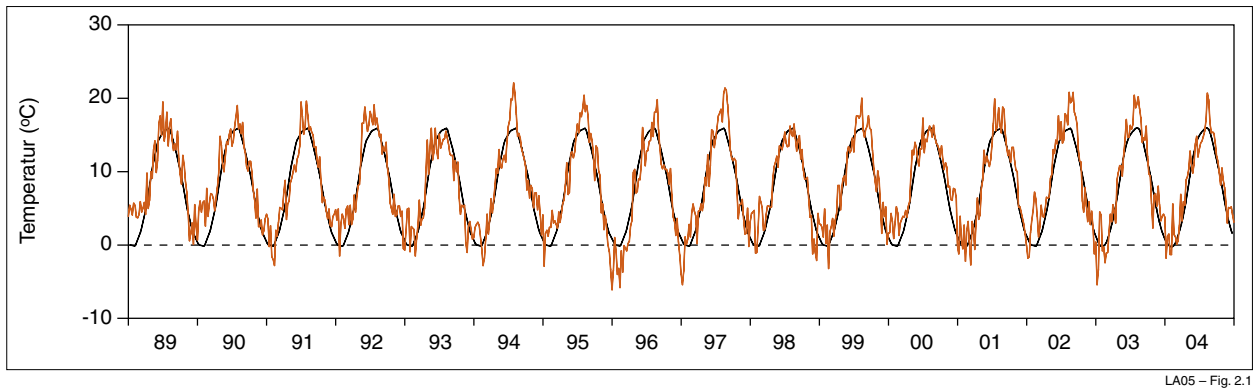
Med en årsmiddeltemperatur på 8,7 °C for landet som helhed blev 2004 1,0 °C varmere end normalgennemsnittet for 1961-1990 (Cappelen, 2004), men tæt på temperaturgennemsnittet på 8.5 °C for overvågningsperioden 1990-2004. Juni måned var forholdsvis kold, 0.7 grader koldere end normalen. I januar var temperaturen omkring det normale, men marts og april var henholdsvis 1.6 og 2.2 °C varmere end normalen, og sensommer og efteråret og december var også forholdsvis lun mellem 0,4 og 3,3 °C over normalen.

### Nedbør

*Nedbørsforhold i 2004*

Nedbøren i 2004 for landet blev som gennemsnit 827 mm mod normalt 712 mm, hvilket gør året til det fjerde vådeste i overvågningsperioden (ukorrigerede værdier, Cappelen and Jørgensen, 2005). Især i juni, august, oktober og november faldt der forholdsvis mere nedbør end normalt, sommernedbøren var henholdsvis 18, 40, 31 og 22 mm. De øvrige måneder var nedbørsmængden nogenlunde det normale. (Cappelen og Jørgensen, 2005).

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 6 LOOP oplande i 2004. Nedbøren i Nordjylland, Vejle/Århus og Vestsjælland for det hydrologiske år 2003/2004 var tæt på gennemsnittet for overvågningsperioden, mens nedbøren i det hydrologiske år 2003/2004 var mindre for Sønderjylland, Fyn og Storstrøm end gennemsnittet for disse oplande i overvågningsperioden.



LA05 – Fig. 2.1

Figur 2.1 Middeltemperaturen for landet, beregnet på ugebasis for 1989-2004. 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 1990–2004 for oplandene samt gennemsnit for perioden

LOOP	Gns. 1990- 2004	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	03/04
1. Storstrøm	735	895	721	613	994	873	448	587	704	773	858	537	910	731	652
4. Fyn	824	887	785	715	1040	1099	399	671	806	932	1018	687	1022	740	739
3. Vejle/Århus	897	985	851	806	1189	1168	530	779	842	1025	1040	599	978	916	844
7. Vestsjælland	796	870	799	683	1123	1001	446	574	762	872	902	680	946	809	682
2. Nordjylland	873	819	784	666	907	1024	499	728	860	1065	1112	897	1071	898	889
6. Sønderjylland	1062	1110	957	947	1271	1347	550	857	1065	1325	1268	948	1267	1009	942

### 3 Kvælstofanvendelse i landbruget

*Hele landet og interviewundersøgelse i 7 landovervågningsoplande*

I 6 små landbrugsdominerede vandløbsoplande på hver 5-15 km<sup>2</sup> 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 næringsstofforbrug for hele landet og i landovervågningsoplandene. Efterfølgende er der foretaget en analyse af landbrugspraksis på baggrund af detaillerede data fra interviewundersøgelsen. Endvidere er næringsstoffbalancer for hele ejendomme opgjort for 20-30 bedrifter i perioden 2000-2003.

#### 3.1 Handlingsplaner

*En række af handlingsplaner*

Under vandmiljøplanerne er indført en række initiativer, som især har til formål at nedbringe forbruget af kvælstof i handelsgødning (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 2004 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, 2004	Øget krav til efterafgrøder, udnyttelse af husdyrgødning, vådområder, miljøvenlig jordbrugsdrift og skovrejsning, afgift på mineralisk gødning, bufferzoner til sårbar natur og gyllehandlingsplan

### 3.2 Husdyrtæthed i hele landet og i landovervågningsoplandene

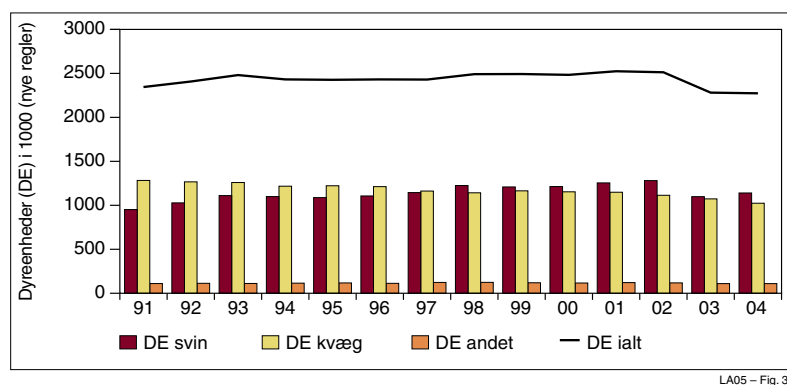
Husdyrtætheden på 0,86 DE ha<sup>-1</sup> i hele landet i 2004

Antallet af dyreenheder på landsplan udgjorde i 2004 0,86 DE ha<sup>-1</sup>, hvilket svarer til husdyrtætheden i 2003.

På grund af ændrede beregningsmetoder steg antallet af kvægdyreenheder i 1999 med 82.000 DE, mens antallet af svinedyreenheder faldt med 192.000 DE i 2003.

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. I de efterfølgende år har kvæg og svin 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 2004.



Tabel 3.2 Husdyrtæthed for de seks landovervågningsoplande og for Danmark i 2004

	DE ha <sup>-1</sup>
1. Storstrøm	0,18
7. Vestsjælland	0,33
4. Fyn	0,94
3. Vejle/Århus	1,32
2. Nordjylland	1,31
6. Sønderjylland	1,09
LOOP 1-4, 6	0,96
LOOP 1-4, 6, 7	0,85
Danmark	0,86

Husdyrtætheden er på 0,96 DE/ha i landovervågningsoplandene 1-6, hvilket er godt 10 % højere end landsgennemsnittet på 0,86. Dog svarer husdyrtætheden for landovervågningsoplandene 1-7 til landsgennemsnittet (tabel 3.2).

### 3.3 Gødningsforbrug og N-behov i hele landet

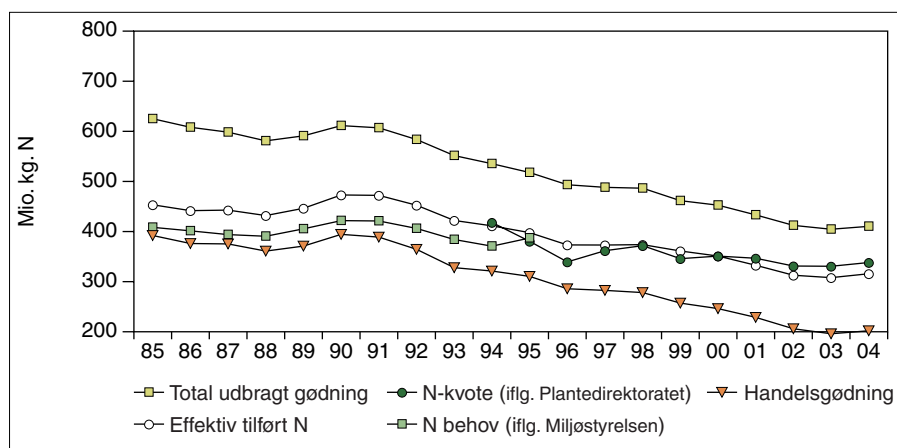
Den kvælstofmængde der er tilgængelig for afgrøderne, angives som effektiv N og består dels af kvælstof fra handelsgødningen dels af det kvælstof i husdyrgødningen der umiddelbart kan udnyttes af planterne samt af det anslåede indhold af kvælstof i industriaffald og spildevandsslam der kan udnyttes af planterne. I opgørelsen af effektiv N er nyttevirkningsprocenten, dvs. den procentdel af husdyrgødningen som er tilgængelig for planterne, beregnet ud fra udbragt husdyrgødning med udbinding. Det bedste skøn over den gennemsnitlige nyttevirkning af husdyrgødningen blev for 1985 fastsat til 26 %. Det er siden steget frem til 1998 hvorefter nyttevirkningen har været mellem 45-49 %. 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<sup>-1</sup>. I perioden 1997-2000 har det samlede forbrug af effektiv kvælstofgødning stort set balanceret med den teoretisk beregnede kvælstofkvote for hele landet, mens de sidste fire år er forbruget af effektiv kvælstofgødning 10-25 mio. kg N mindre end den teoretisk beregnede landskvote.

*Handelsgødning dækker i dag 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 2004 (i husdyrgødningen tælles udbinding kun med efter 1999).

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.



LA05 – Fig. 3.2

### 3.4 Markbalancer for kvælstof i hele landet og i landovervågningsoplandene

*Opgørelsesmetode til markbalance*

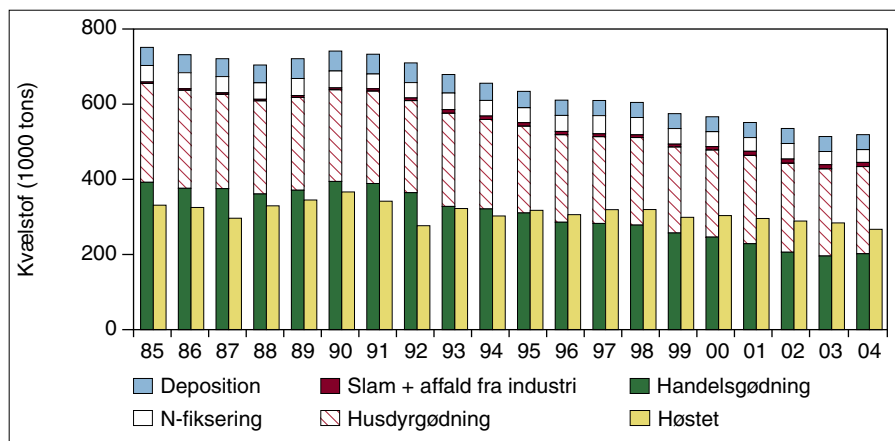
For at belyse tabspotential for kvælstof i forbindelse med landbrugsproduktion er der foretaget en opgørelse over input og output på markniveau for hele landet og i landovervågningsoplandene. Input består i denne sammenhæng af tilført kvælstof med handelsgødning og husdyrgødning inklusiv udbinding samt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

*N overskud på landsplan reduceret med 33 % fra 1990 til 2004*

Opgørelserne på landsplan er vist i figur 3.3 (datagrundlaget findes i bilag 1). Handelsgødningsforbruget er faldet markant siden 1990. Data fra Danmarks Statistik viser at handelsgødningsforbruget af kvælstof er faldet fra 395.000 tons N i 1990 til 202.000 tons N i 2004. Kvælstof i husdyrgødningen er faldet fra ca. 244.000 til 232.000 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 251.000 tons N i 2004, en reduktion på ca. 33 %.

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 29 % fra 1990 til 2004.

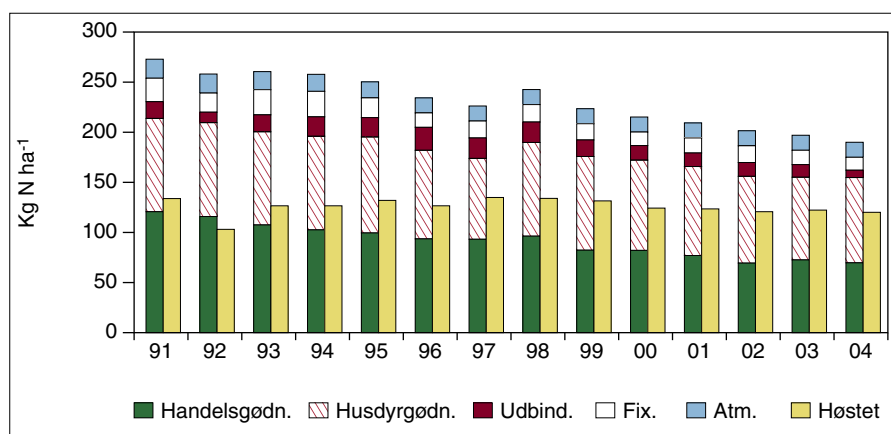
Figur 3.3 Udviklingen i tildelt kvælstof og høstet kvælstof for hele landbrugsarealet i Danmark, 1985 til 2004.



LA05 - Fig. 3.3

I landovervågningsoplandene er der registreret en større reduktion i overskuddet end for hele landet (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 2004 var den totale kvælstof tilførsel i landovervågningsoplandene lidt lavere end tilførslen på landsplan. Desuden var der en noget større registreret høst i oplandene, primært på grund af mere græsareal (se tabel 3.7). Dette har især givet anledning til en større reduktion i overskuddet.

Figur 3.4 Markbalance for kvælstof i landovervågningsoplandene 1-4, 6 for 1991-2004.



LA05 - Fig. 3.4

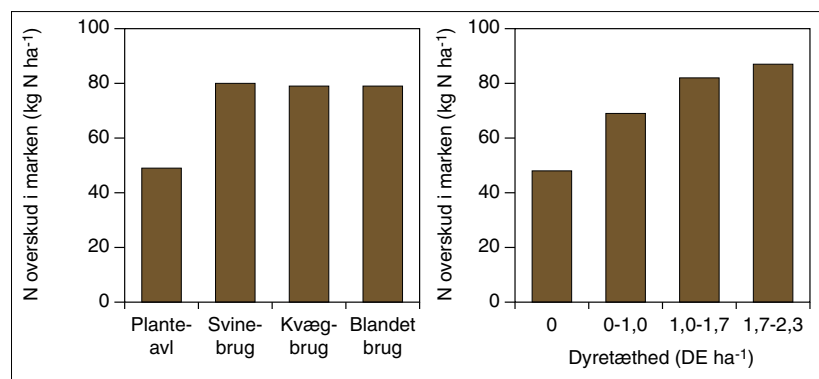
Tabel 3.3 Sammenligning af gødningsforbrug i landovervågningsoplandene og for hele landet

		Handelsgødn.	Husdyrgødn.+ slam	N-fiks.	N-atm.	Total tilført	N høst	N overskud
kg N ha <sup>-1</sup>								
1991	Hele landet	140	91	14	19	264	123	141
	LOOP	121	110	23	19	273	132	140
2004	Hele landet	76	92	13	15	196	101	95
	LOOP	70	92	13	15	190	120	70

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

Figur 3.5 N overskud i marken for forskellige brugstyper samt for brug grupperet med stigende husdyrtæthed, 2004

På baggrund af detailldata fra interviewundersøgelsen er det fundet at kvælstofoverskuddet i marken er mindst for planteavl, og stort set ens for husdyrbrugene. Endvidere stiger overskuddet med stigende husdyrtæthed (figur 3.5). Datagrundlaget findes i bilag 2.



LA05 – 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, mens kravet er ophørt fra 2004. Fra 1999 er der endvidere krav om at der skal 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. hvorfor effekten er mere usikker.

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 6 % efterafgrøder på henholdsvis 9,3 %, 11,5 % og 6,5 % af efterafgrødegrundlaget. I Plantedirektoratets kontrolrapporter for gødningsregnskab og i LOOP er der for de tilsvarende år registreret efterafgrøder uden gødningsnorm på omkring 6 % (Grant og Waagepetersen, 2003). I landovervågningsoplandene er der registreret 6 % efterafgrøder på 3,9 % og 4,3 % af efterafgrødegrundlaget i henholdsvis 2003 og 2004. Fra 2002 blev der indført krav om indregning af eftervirkning på 12 kg N ha<sup>-1</sup> efterafgrødeareal.

Tabel 3.4 Procent efterafgrøder af efterafgrødegrundlaget i landovervågningsoplandene, gødningsregnskaber (GR) og i Plantedirektoratets kontrolrapporter (Kont.)

År	Pct. efterafgrøder		
	LOOP	Gødningsregnskaber	Kontrolrapporter
2000	5,5	9,3	6,7
2001	6,4	11,5	5,1
2002	3,8	6,5	5,4
2003	3,9	-	-
2004	4,3	-	-

### 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 82 % af dyreenhederne i landovervågningen i 2004 stod på ejendomme med 9 måneders opbevaringskapacitet eller derover. For hele landet udgjorde denne andel ca. 84 % i 2004. Forårs/sommer udbringningen af den flydende husdyrgødning udgjorde i 2004 91 % af den samlede mængde husdyrgødnings-kvælstof. Udbringning af den flydende husdyrgødning med slæbeslanger eller ved nedfældning lå på 90 % (tabel 3.5).

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 49 % i 2004. Forbedringerne har været størst i begyndelsen af perioden, men også fra 2003 til 2004 er der en lille forbedring, på nær opbevaringskapaciteten der er faldet lidt, hvilket skyldes at et par ejendomme har øget produktionen uden at øge lagerkapaciteten for husdyrgødning (tabel 3.5).

Tabel 3.5 Oversigt over udvikling i nøgleparametre for husdyrgødningsanvendelse i landovervågningen for 1990, 2003 og 2004.

	1990	2003	2004
9 måneders opbevaringskapacitet			
af flydende gødning, % af dyreenheder	38	89	82
Forårsudbringning af husdyrgødning,			
% af total N i husdyrgødning	55	91	91
Udbringning med slæbeslanger eller nedfældning,			
% af total N i flydende husdyrgødning	8	84	90

### 3.7 Gødningstildeling til afgrøderne i 2004

*Alle afgrødegrupper med en kvælstofnorm*

Til alle afgrødegrupper tildeles gennemsnitlig mindre effektivt gødning end normen for afgrødegrupperne, tabel 3.6. Størst forskel er der



for helsæd+efterafrøde, vedvarende græs og græs i omdrift. Den gennemsnitlige kvælstoftilførsel er mellem 44 og 95 kg N/ha højere end fraførsel via høstet afgrøder, dog høstes der 7 og 11 kg N/ha mere af rodfrugter og helsæd end der tilføres.

Afgrødefordeling, udbytter og høstet kvælstof for hele landet og Landovervågningsoplandene er opgjort for salgsafgrøder og grovfoder i Tabel 3.7. I LOOP-oplandene er der mere græs i omdrift og mindre vedvarende græs end i hele landet. Desuden er udbyttet af korn, majs, helsæd og efterafgrøder højere i LOOP-oplandene end i hele landet. Disse forskelle medfører at der gennemsnitligt høstes mere kvælstof i LOOP-oplandene end i hele landet (jvf. tabel 3.3).

Tabel 3.6 Oversigt over gødningsanvendelse til afgrødegrupper i fem landovervågningsoplande, 2004.

		Vår-korn	Vinter-korn	Korn med udlæg	Rodfrugt	Frø-afgrøder	Helsæd+efterafr.	Græs i omdrift	Vedv. græs
Handelsgødning	(kg N ha <sup>-1</sup> )	64	105	62	81	87	28	62	50
Husdyrgødning	(kg N ha <sup>-1</sup> )	71	71	100	36	90	150	157	5
Udbinding	(kg N ha <sup>-1</sup> )	0	0	4	0	0	22	18	85
N-fiksering	(kg N ha <sup>-1</sup> )	2	2	3	2	2	4	47	5
Afgrødernes norm	(kg N ha <sup>-1</sup> )	120	151	138	107	152	184	196	121
Effektiv N i husdyrg.	(kg N ha <sup>-1</sup> )	36	36	50	18	43	73	87	57
Effektivt tildelt N	(kg N ha <sup>-1</sup> )	100	141	112	99	130	101	149	107
Total tildelt	(kg N ha <sup>-1</sup> )	137	178	166	119	179	204	284	145
Høstet	(kg N ha <sup>-1</sup> )	93	121	94	126	98	215	189	81
Høstet/tildelt x 100	(%)	57	68	57	106	55	105	66	56
Tildelt - høstet	(kg N ha <sup>-1</sup> )	44	57	72	-7	81	-10	95	64

Tabel 3.7 Afgrødefordeling, høstede udbytter og høstet kvælstof for hele landet og i Landovervågningen i 2004

#### Salgsafgrøder

	Vårbyg	Vinter-hvede	Vinter-byg	Rug	Triticale	Mark-ært	Fabriks-roer	Kartofler	Frø	Havre
<b>Pct. fordeling</b>										
DK (%)	21,8	24,6	4,6	1,2	1,3	1,0	1,9	1,5	8,1	2,3
LOOP (% af 5406 ha)	22,2	21,4	4,1	0,5	2,9	1,0	3,0	0,2	7,8	2,1
<b>Udbytte (hkg/ha)</b>										
DK	49,7	72,2	60,1	46,2	47,6	36,3	580	385		50
LOOP	54,6	77,9	62,8	51,2	52,6	42,4	600	334		60
<b>Høstet N (kgN/ha)</b>										
DK	72	111	97	61	63	122	120	114	82	82
LOOP	78	120	101	68	76	143	125	94	89	85

## Grovfoder

	Efterafgr. r. <sup>1</sup>	Majs	Foderroer	Korn til ensilage	Græs i om- drift	Vedvarende Græs	Brak
<b>Reduktion</b>	10%	10 %			10 %	15 %	
Pct. fordeling							
DK (%)	5,8	4,9	0,2	3,9	7,6	6,9	7,5
LOOP (% af 5406 ha)	5,4	8,6	0,1	5,8	11,3	2,7	6,7
<b>Udbytte</b> (fe/ha)							
DK	830	8.100	13.200	2.934	6.242	2.494	
LOOP	2212	8.455	14.138	3.442	6.197	2.926	
<b>Høstet N</b> (kg N/ha)							
DK	40	142	155	109	214	72	
LOOP	80	173	169	137	200	82	

1 efterafgrøderareal er kun de høstede efterafgrøder, pct. er i forhold til det dyrkede areal

### 3.8 Udnyttelse af husdyrgødning

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.

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

Det lovmæssige krav til udnyttelse af kvælstof i husdyrgødning på ejendomsniveau var i 2004: 75 % for svinegyde, 70 % for kvæggylle, 45 % for dybstrøelse og 65 % for anden husdyrgødning. I udnyttelseskravet indgår både 1. års virkningen og eftervirkningen.

Til beregning af udnyttelsen af kvælstof i husdyrgødningen i landovervågningsoplandene for 2004 er N-kvoten opgjort ved at der er fratrukket en eftervirkning af 6 % efterafgrøder på 12 kg N ha<sup>-1</sup> og fratrukket en N-prognose på gennemsnitlig 1 kg N ha<sup>-1</sup> for lerjordsoplandene. Kvoten er udbyttekorrigeret i henhold til landmændenes dokumenterede højere udbytter.

*En opgørelse ved standardiserede normer viser at ca. 73 % af ejendommene opfyldte minimumskravet til udnyttelse af kvælstof i husdyrgødning i 2004*

Den gennemsnitlige udnyttelse af husdyrgødning for ejendommene er vist i tabel 3.8 for 2004. Der er anvendt et simpelt gennemsnit for at vise det typiske for ejendommene. Den gennemsnitlige udnyttelse for de opgjorte bedrifter var ca. 7 %-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 3.7. Dette betyder en høj udnyttelse på

ejendomme med græsmarker. Den gennemsnitlige udnyttelse for svinebrugene var lidt mindre end lovkravet.

Gennemsnitstallene dækker dog over store variationer. Af tabel 3.9 fremgår det at 73 % af ejendommene havde opnået en udnyttelsesprocent der var større end minimumskravet, hvis der i opgørelsen accepteres en usikkerhed på 5 %-point. 27 % havde en udnyttelse der var mere end 5 %-point under kravet. Sidstnævnte gruppe af ejendomme rådede over 27 % af husdyrgødningen.

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

*Tabel 3.8* Antal konventionelle brug i procent i forhold til opfyldelse af krav om udnyttelse af deres husdyrgødning på ejendomme i landovervågningsoplandene for år 2004

	Ejendomme Antal 63 %	Opnået udnyttelse %	Krav til udnyttelse %	Areal <sup>1</sup> 4682 ha %	Husdyr- gødning 450 t N %
Opfyldt krav til udnyttelsen	65	87,9	66,3	55	58
Udnyttelsen er mindre end krav, men større end krav minus 5	8	64,8	68,4	12	15
Udnyttelsen er mere end 5 % under kravet	27	48,5	65,9	33	27

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

*Tabel 3.9* Udnyttelse af husdyrgødning i henhold til gældende lovgivning på konventionelle brug i landovervågningsoplandene med anvendelse af husdyrgødning. Opdeling på brugstyper, 2004.

	Antal brug i opgørelsen	Opnået udnyttelse (%)	Krav til udnyttelse (%)	Antal brug som opfylder krav	Areal (ha)	Husdyr- Gødning ( tons N)
Kvægbrug	24	78,9	63,5	21	1966	242
Svinebrug	20	67,0	69,4	18	1791	159
Planteavl	22	69,1	63,4	7	812	52
Alle brug	66	72,0	65,2	46	4569	453

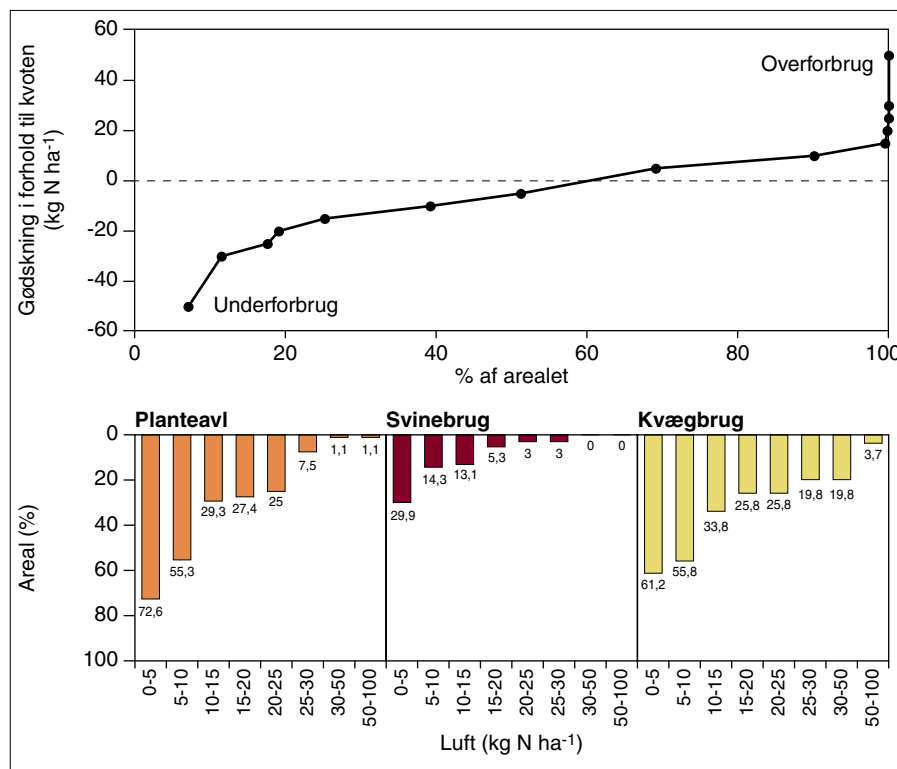
### 3.9 Forbrug af kvælstof i forhold til bedrifternes N-kvote

En opgørelse af henholdsvis over-/underforbrug af kvælstofgødning i forhold til bedrifternes kvoter i 2004 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. Mindre end 1 % af det dyrkede areal på de konventionelle bedrifter får mere end 10 kg N ha<sup>-1</sup> over bedrifternes kvote (overforbrug). På 25 % gives der mindre end 10 kg N ha<sup>-1</sup> under bedrifternes kvote (underforbrug). Arealet med overforbrug er reduceret med ca. 15 % point siden 2003, mens arealet med underforbrug er reduceret med ca. 10 % point.

Når en bedrift tilfører mindre gødning end kvoten tillader kan man også sige at bedriften har "luft" i gødningsregnskabet. Det er forholdsvis mest kvægbrug, der har luft i gødningsregnskabet (figur 3.6b). Til trods for stramninger i gødningsreglerne tildeles stadig mindre gødning end tilladt, specielt til helsæd med efterafgrøde og vedv. græs, mens også til græs i omdrift. (jf. tabel 3.5).

Figur 3.6a Fordeling af det dyrkede areal på konventionelle bedrifter efter over- og underforbrug af N-gødning i forhold til bedrifternes N-kvotest i landovervågningen, 2004. N-forbruget er opgjort som handelsgødnings-N plus kravet til udnyttelse af N i husdyrgødning.

Figur 3.6b Fordeling af ikke benyttet N-kvotest ("luft" i gødningsregnskabet) på konventionelle brug i landovervågningen, 2004.



LA05 - Fig. 3.6

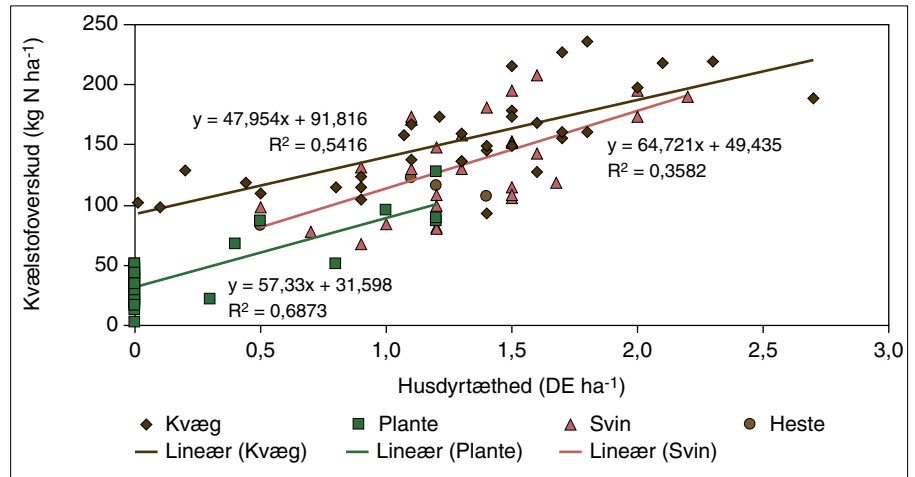
### 3.9 Næringsstofbalancer på ejendomsniveau

Siden 2000 er der udarbejdet næringsstofbalancer for 20-30 bedrifter i landovervågningsoplandene og siden 2001 er der desuden indhentet oplysninger til opgørelser af stald- og markbalancer. Næringsstofoverskuddet på en ejendom er en indikator for ejendommens potentielle tab af næringsstoffer til omgivelserne. Kvælstof kan tabes til omgivelserne i form af ammoniakfordampning fra stalde, gødningslagre og ved udbringning af gødning til markerne eller via denitrifikation og udvaskning. Kvælstof kan også ophobes i jorden som organisk stof. Fosfor kan tabes til omgivelserne ved overfladisk afstrømning eller via fosforudvaskning fra markerne.

*Bedrifternes N-overskuddet er stigende med stigende husdyrtæthed*

For 20-30 bedrifter er ejendommens N-overskud opgjort for 2000-2003. N-overskuddet er forskellen mellem tilført kvælstof i gødning, foder, fixering og deposition fratrukket bortførsel med salg af kød, mælk og afgrøder. For alle brug stiger kvælstofoverskuddet med stigende husdyrtæthed (figur 3.7). De laveste N-overskud registreres på plantebrug, hvor overskuddet var mellem 3 og 128 kg N/ha. De største kvælstof-overskud fandtes på kvægbrug hvor overskuddet var mellem 93 og 227 kg N/ha. På svinebrugene ligger kvælstofoverskuddet mellem 68 og 208 kg N/ha. Der er dog stor variation inden for hver bedriftstype.

Figur 3.7 Bedrifiers N-overskud i forhold til husdyrtæthed 2000-2003

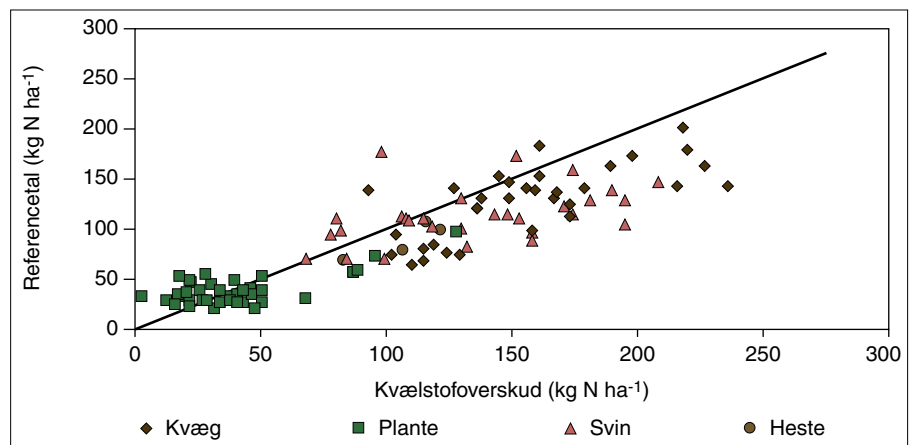


LA05 - Fig. 3.7

Bedrifternes N-overskud kan sammenholdes med et referencetal. Referencetallet er ejendomens N-overskud, hvis landmanden fulgte gældende normer og krav i landbruget. Dertil er lagt et meroverskud pr dyreenhed, idet N-overskuddet stiger ved stigende husdyrtæthed.

Af figur 3.8 ses at plantebrugenes N-overskud varierer ligeligt omkring referencetallet mens svin- og kvægbrug havde et større N-overskud end referencetallet viser.

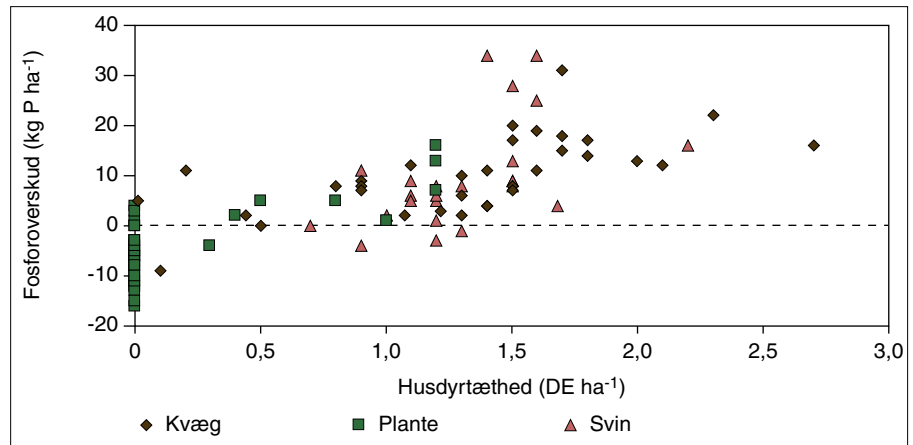
Figur 3.8 Bedrifiers N-overskud i forhold til referencetal 2000-2003



LA05 - Fig. 3.8

Bedrifternes P-overskud viser at plantebrugene ofte har negativ P-overskud, mens der var relative store P-overskud for svinebrugene (mellem -4 og 28 kg P/ha) og kvægbrugene (mellem 2 og 31 kg P/ha) (figur 3.9). Også P-overskuddet er stigende ved stigende husdyrtæthed. For 4 svinebrug var der et forholdsvis højt P-overskud på mellem 25 og 34 kg P/ha i 2000 og 2002. Dette skyldes forholdsvis meget foder input. Foderforbruget og dermed P-overskuddet for disse 4 brug er dog faldet i 2003. For et af svinebrugene skyldes et høje P-overskud i et enkelt år en stor lager forskydning af husdyrgødning.

Figur 3.9 Bedrifter P-overskud i forhold husdyrtæthed 2000-2003



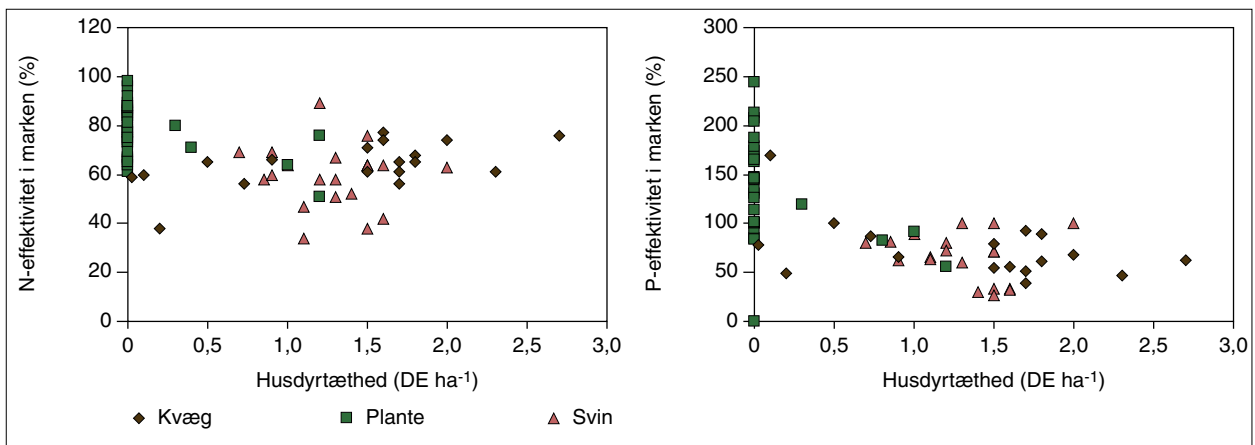
LA05 – Fig. 3.9

Markbalancer

Forholdet mellem tilført og høstede næringsstoffer i marken angiver markeeffektiviteten i planteproduktionen. Plantebruget har de højeste effektiviteter, mens husdyrbrugene har de laveste (figur 3.10a og b).

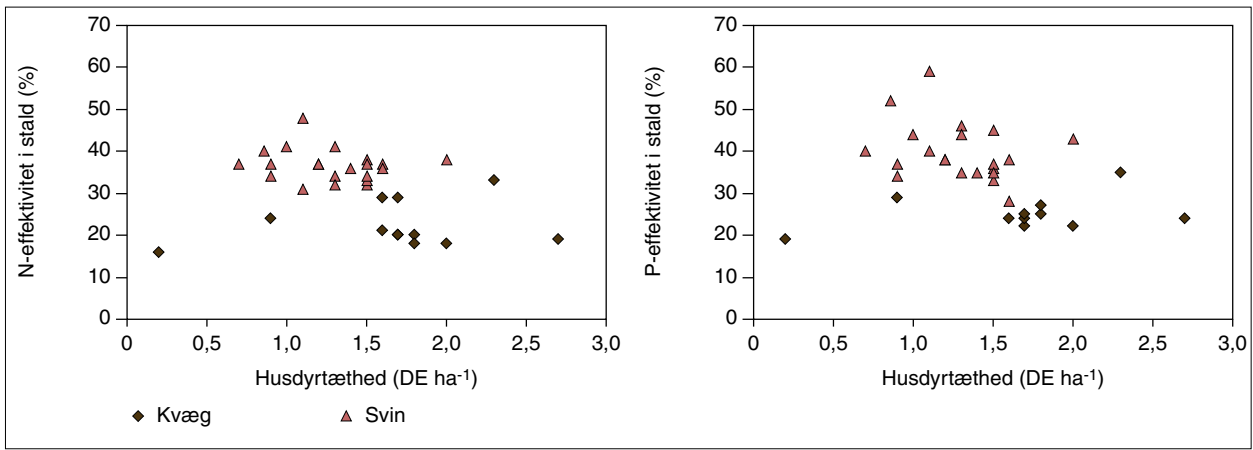
Staldbalancer

Forholdet mellem tilført næringsstoffer i foder og fraførsel af næringsstoffer i kød og mælk angiver næringsstofeffektiviteten for mælk og kødproduktion. Svineproduktion har gennemsnitlige N- og P-effektivitet på henholdsvis 37 og 40 %, hvilket er væsentlig højere end de tilsvarende effektiviteter for kvægbrug på henholdsvis 22 og 25 % (figur 3.11a og b).



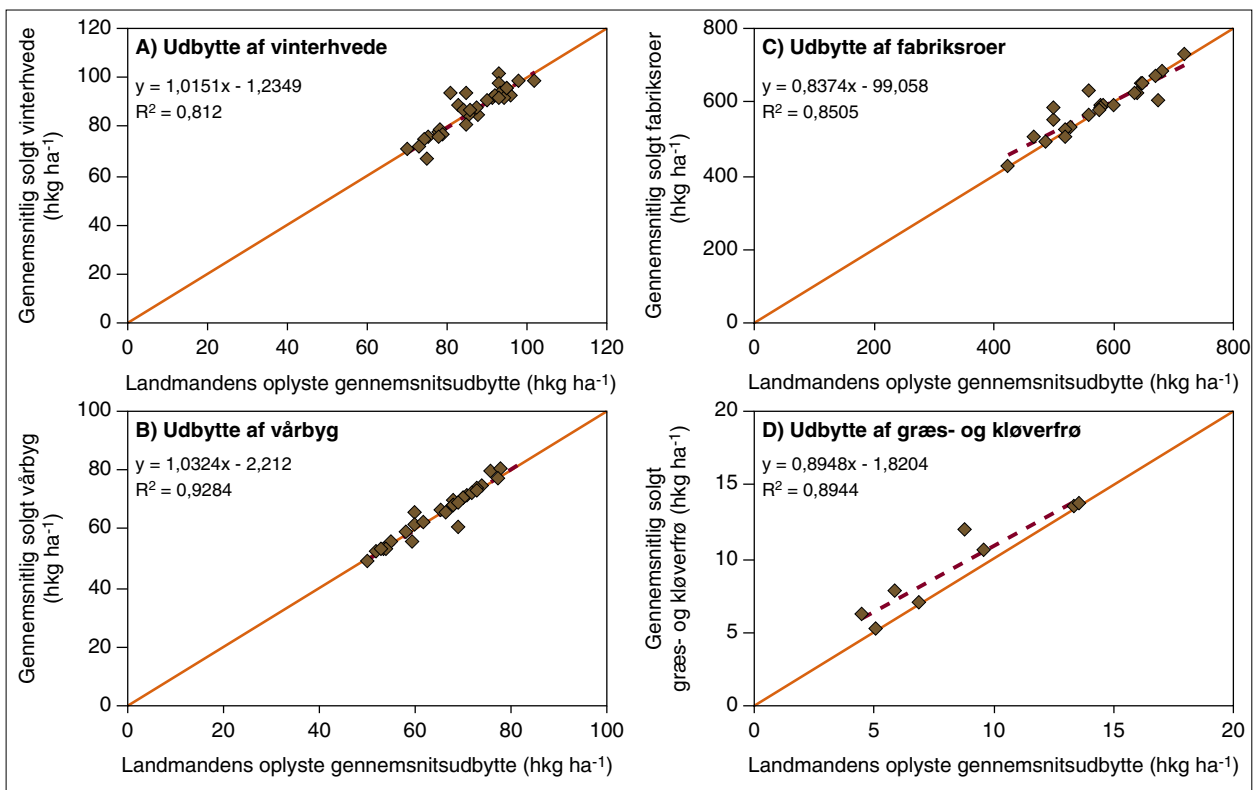
LA05 – Fig. 3.10

Figur 3.10 Næringsstof-effektivitet for marken for forskellige bedriftstyper (a) N (b) P



LA05 – Fig. 3.11

Figur 3.11 Næringsstof-effektivitet for stalden for kvæg- og svinebrug (a) N (b) P



LA05 – Fig. 3.12

Figur 3.12 Sammenligning af plantebrugenes oplyste gennemsnitsudbytter i forhold til solgte mængder for vinterhvede (A), vårbyg (B), fabriksroer (C) samt græs- og kløverfrø (D), data er fra 2000-2003.

Plantebrugenes oplyste gennemsnitsudbytter er sammenholdt med registrerede værdier af solgte afgrøder for årene 2000-2003 (fig 3.12).

Af figuren ses at de udbytter der indhentes ved interview om landbrugspraksis i marken ofte er de samme mængder, som der er gennemsnitligt er solgt. Men ind i mellem afviger det oplyste udbytte, hvilket ofte er der, hvor afgrøden endnu ikke er solgt, og udbyttet i marken er landmandens eget estimat. Estimatet ligger både over og under den mængde der sælges det efterfølgende år, men følger dog nogenlunde udbytte-niveauet. Opgørelsen siger noget om at plante-

brugens oplyste udbytter i marken er forholdsvis realistiske og at de ofte er i overensstemmelse med de registreringer, der findes for de solgte afgrøder. På den enkelte mark kan der dog stadig være en lille usikkerhed idet der kan være forskelle i udbyttet i mellem marker inden for landbrugsbedriften. Gennemsnitligt set ligger de estimerede udbytter forholdsvis tæt på de faktiske mængder der registreres ved salg af afgrøderne.



## 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 5.2.

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 80-97 % 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 3-20 % af total N. Indholdet af ammonium N er lavt ved alle stationer, overvejende mellem 0,01 og 0,1 mg N l<sup>-1</sup>.

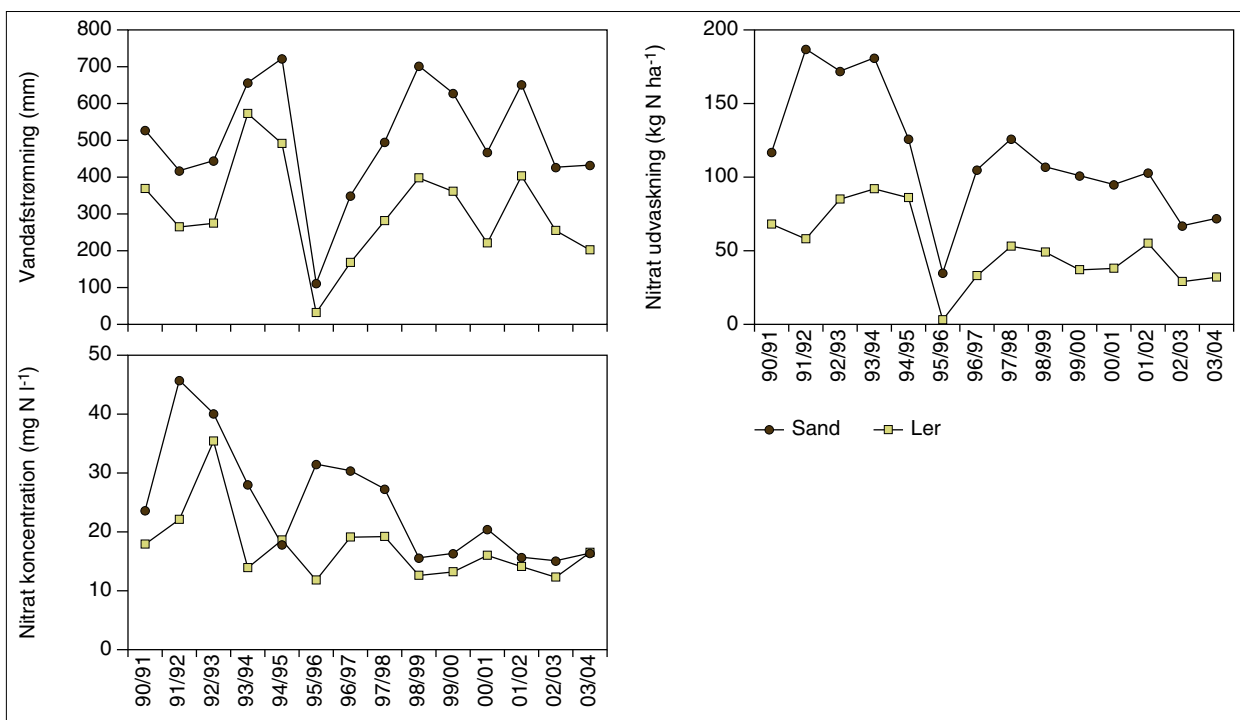
*Tabel 4.1 Gennemsnitlige årlige koncentrationer af total N og nitrat N (simple middelværdier af målinger) for årene 1999-2004.*

	Tot-N mg l <sup>-1</sup>	NO <sub>3</sub> -N mg l <sup>-1</sup>	Forskel %
<b>Lerjorde</b>			
LOOP 1	17,8	17,2	3,4
LOOP 4	13,0	12,3	5,4
LOOP 3	10,5	8,4	20,0
<b>Sandjorde</b>			
LOOP 2	16,4	15,2	7,3
LOOP 6	15,9	14,0	11,9

### 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. De årlige vandføringsvægtede koncentrationer er i sagens natur korrigerede for variationer i vandafstrømningen. De vandføringsvægtede koncentrationer indeholder dog stadig effekten af variationer i kvælstofomsætning i jorden som følge af forskelle i temperatur og jordfugtighed.



LA05 – Fig. 4.1

Figur 4.1 Udvikling i vandafstrømning, samt målinger af N-udvaskning samt N-koncentrationer i rodzonestevandet i 1990/91-2003/04

*Kendall-test på grupper af stationer*

Der er udført en statistisk analyse af udviklingen i de vandføringsvægtede kvælstofkoncentrationer for perioden 1990/91- 2003/04, dvs. for en 14-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 tests er herefter kombineret til en overordnet test.

*Signifikant fald i N koncentration i jordvandet på 34-50%*

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 0,56 mg N l<sup>-1</sup> per år og på sandjordene 1,27 mg N l<sup>-1</sup> per år. Ved en udjævning over den 14-årige måleperiode svarer det til, at koncentrationerne gennemsnitlig er faldet fra ca. 21 til 14 mg N l<sup>-1</sup> på lerjordene og fra 33 til 16 mg N l<sup>-1</sup> på sandjordene. Herved kan der opgøres et fald i kvælstofkoncentrationerne på 34 % for lerjordsoplandene og på 50 % for sandjordsoplandene. Spredningen på tallene er imidlertid meget stor og med 95 % sandsynlighed er reduktionen i udvaskningen mellem 20 og 46 % for lerjordene og mellem 38 og 64 % 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 skal det tages i betragtning, at stationerne repræsenterer det dyrkede areal uden brak og vedvarende græs.

Tabel 4.2 Udvikling i vandføringsvægtede kvælstofkoncentrationer i jordvand i Landovervågningen i perioden 1990/91-2003/04. (I parentes er angivet 95% konfidensinterval for udviklingen).

Opland	Antal st.	Målt N-konc. (vandføringsvægtede) mg N l <sup>-1</sup>		Beregnet ændring i N-konc.
		90/91-94/95	99/00-03/04	mg N l <sup>-1</sup> per år
Lerjorde	17	21,5	16,5	-0,56 (-0,8 til -0,3)
Sandjorde	14	30,4	16,8	1,27 (-1,8 til -0,9)

### 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, 1999/00-2003/04.

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 1999/00-2003/04, har varieret mellem 26 og 90 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, 1999/00-2003/04.

	N-udv kg N ha <sup>-1</sup>	afstrøm. mm	total tilf. <sup>1)</sup> kg N ha <sup>-1</sup>	N-høst kg N ha <sup>-1</sup>	N-netto kg N ha <sup>-1</sup>
<b>Oplande</b>					
Lerjorde:					
Storstrøm	26	122	143	124	19
Fyn	44	308	223	133	90
Vejle	45	437	188	128	60
Sandjorde:					
Nordjyll	85	521	234	152	82
Sønderjyll	90	574	252	170	82
<b>Brugstype</b>					
Plante	30	242	155	119	36
Svin	46	410	189	111	78
Kvæg	84	510	262	182	80
<b>Dyretætheder</b>					
0	31	244	153	117	36
0-1	44	458	167	126	41
1-1,7	80	468	225	153	72
1,7-2,3	97	547	366	183	183

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

Udvaskningen på landbrugsjord er mindst i Storstrøm og størst i Nord- og Sønderjylland. Dette skyldes for det første, at jorderne er mere sandet og nedbøren større i Vest- end i Østdanmark. Denne forskel er yderligere kædet sammen med forskelle i husdyrtæthed, således at husdyrtætheden, specielt med hensyn til kvæg, er størst Vestdanmark.

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

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 brugstypernes fordeling indenfor landet.

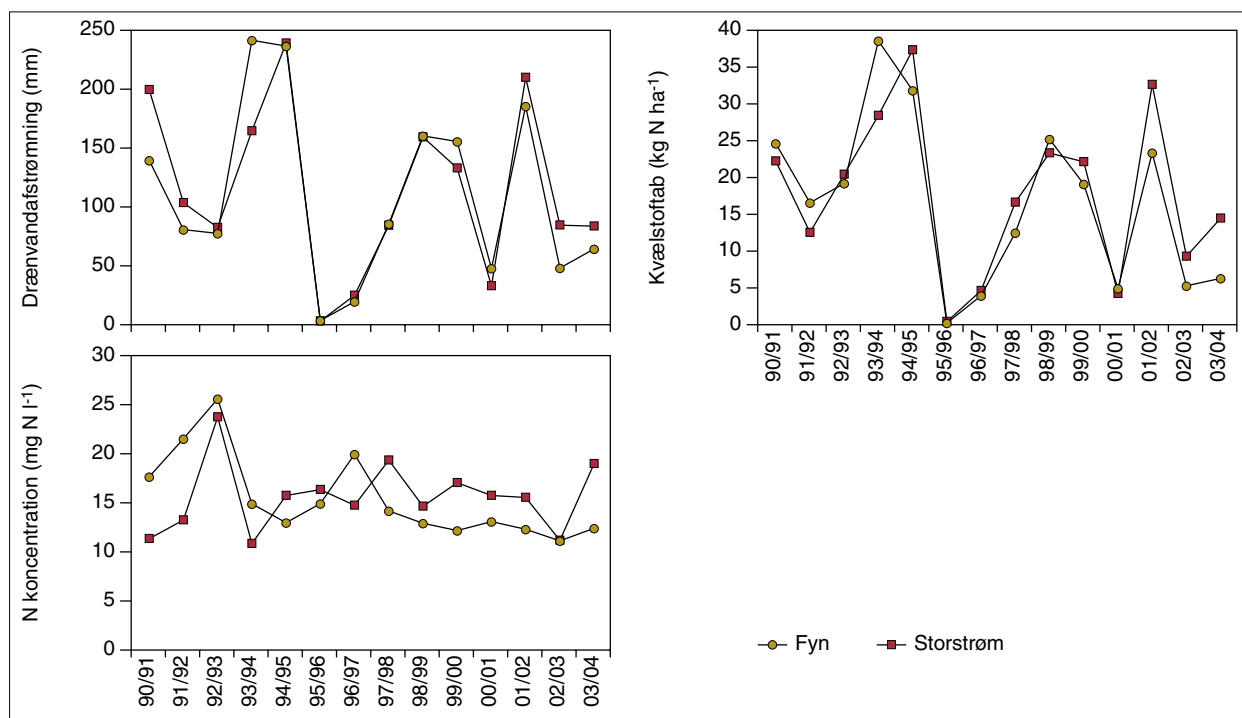
#### 4.4 Målt kvælstoftransport fra dræn

##### 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 1990/91-2003/04 udgjorde drænvandsafstrømningen 76 % af afstrømningen fra rodzonen i Storstrøm og 36 % af afstrømningen på Fyn.

*N transport fra dræn udgør 68% 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 68 % og 34 % af udvaskningen fra rodzonen i Storstrøm og Fyn.



LA05 - Fig. 4.2

Figur 4.2 Målinger af drænvandsafstrømning og kvælstoftab fra to lerjordsoplande.

Bemærk. Kvælstoftabet er givet som nitrat-N. Sammenholdes koncentrationerne af NO<sub>3</sub>-N og total N for de stationer, hvor begge parametre er bestemt, fremgår at NO<sub>3</sub>-N udgør 96 % af total N. Koncentrationerne af NH<sub>4</sub>-N har været lave i drænvandet. Oftest har de ligget på et endnu lavere niveau end i jordvandet.

*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 1070 mm år<sup>-1</sup> i perioden 1999/00-2003/04, og årsvariationerne har været langt mindre end på lerjordene.

Nitratkoncentrationerne har i samme periode ligget på gennemsnitlig 6,6 mg N l<sup>-1</sup>, hvilket er lavt sammenlignet med de nitratkoncentrationer, der forekommer i rødzonevandet i oplandet i Nordjylland i samme periode (17,8 mg N/l). Der sker antagelig en vis denitrifikation i det tilstrømmende grundvand. Fosforkoncentrationerne er derimod høje, se kapitel 9.

## **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 (NO<sub>3</sub>), mens der i de øvrige medier anvendes nitrat-kvælstof (NO<sub>3</sub>-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 NO<sub>3</sub>l<sup>-1</sup>.

### **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.

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

*Tabel 4.4* Gennemsnitlig nitratkoncentration i grundvand opgjort på filterdybder for perioden 1990-2004. 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 <sub>3</sub> l <sup>-1</sup> )	Loop 3 leropland (mg NO <sub>3</sub> l <sup>-1</sup> )	Loop 4 leropland (mg NO <sub>3</sub> l <sup>-1</sup> )	Loop 2 sandopland (mg NO <sub>3</sub> l <sup>-1</sup> )	Loop 6 sandopland (mg NO <sub>3</sub> l <sup>-1</sup> )
1,5	69	69	51	111	71
3	27	37	31	65	44
5	13	34	26	61	1
5,1-10	-	-	5	112	67
10,1-20	-	-	10	70	21
20,1-50	-	-	-	45	1

### 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.

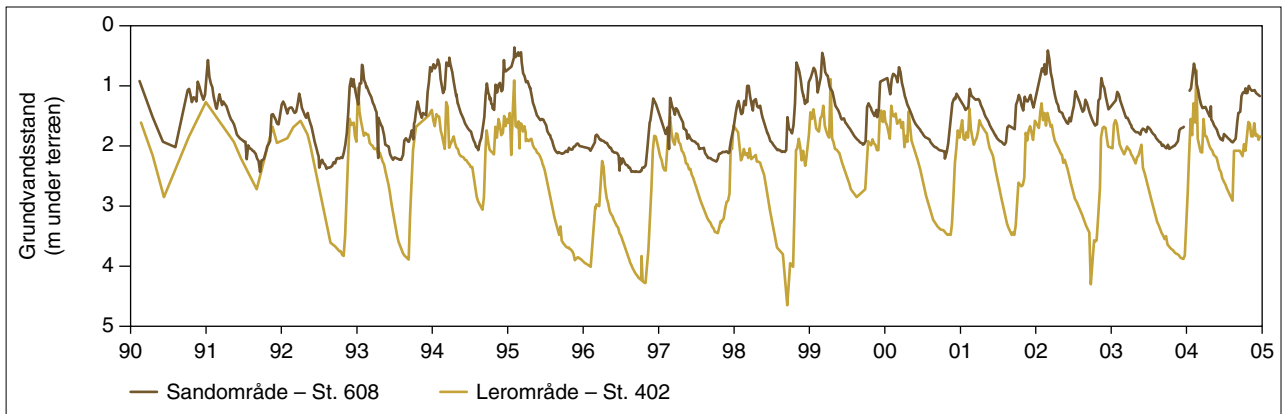
Datagrundlaget er de 82 grundvandsfiltre, der er prøvetaget mest regelmæssigt gennem overvågningsperioden 1990-2004 med ca. 6 analyser pr. år. Der er ikke så hyppige analyser fra 1,5-meter filtre i leroplandene pga. udtørring, hvorfor kun 1 af de 82 filtre er et 1,5-meter filter fra et leropland.

Grundvandsstanden måles ugentlig i vinterhalvåret ved hver jordvandsstation i de fem landovervågningsoplande, og i sommerperioden måles grundvandsstanden månedligt. I figur 4.3 ses typiske tids-serier 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 NO<sub>3</sub> l<sup>-1</sup> i 1992/93 til omkring 50 mg NO<sub>3</sub> l<sup>-1</sup> i 1999/2000. Over de sidste 5 hydrologiske år har det gennemsnitlige nitratindhold ligget forholdsvis konstant omkring 50 mg NO<sub>3</sub> l<sup>-1</sup>, svarende til 11 mg NO<sub>3</sub>-N l<sup>-1</sup>.

For overvågningsperioden som helhed ses ingen markante ændringer i nitratkoncentrationen i det allerøverste grundvand i leroplandene, nitratindholdet har ligget relativt konstant omkring 30 mg NO<sub>3</sub> l<sup>-1</sup>, svarende til 7 mg NO<sub>3</sub>-N l<sup>-1</sup>.



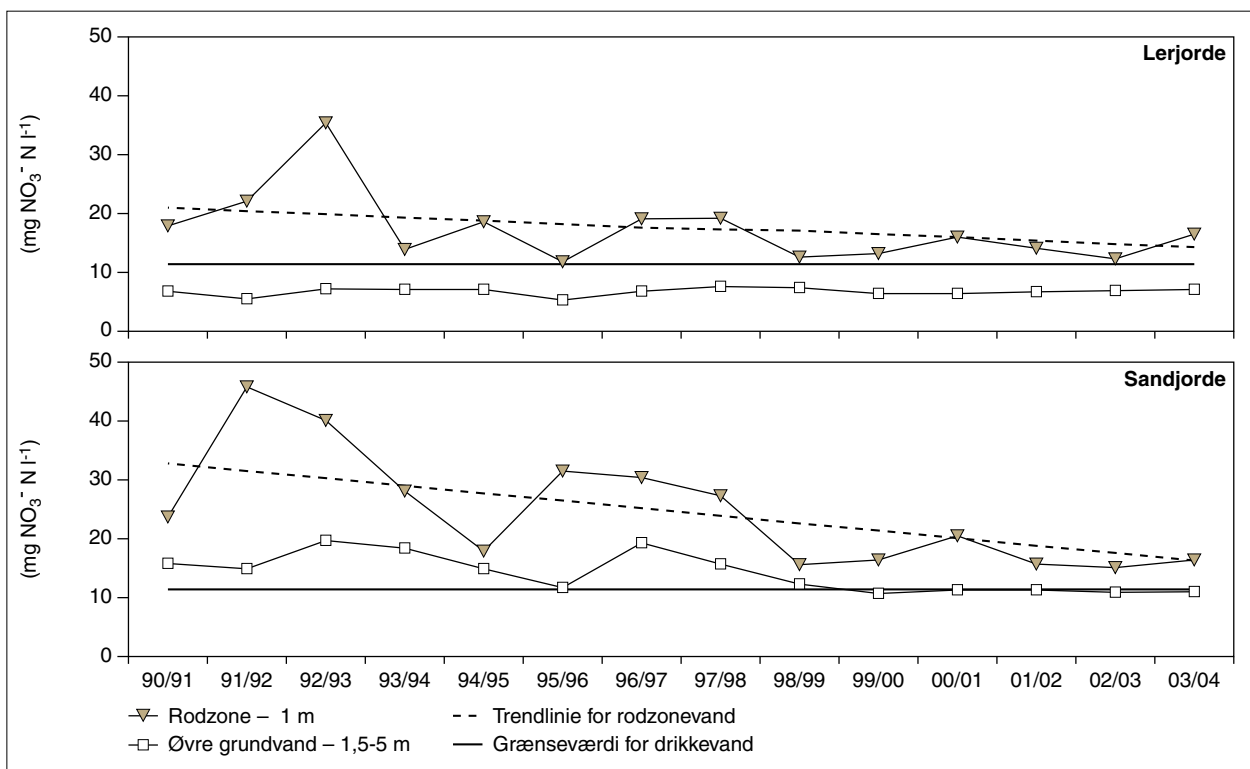
LA05 - Fig. 4.3

Figur 4.3 Karakteristisk tidsserie for grundvandsstanden i lerområder og sandområder.

## 4.6 Sammenhæng mellem nitratindehold 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 og den øvre mættede zone. Under vandets videre transport ned gennem den mættede zone sker yderligere nitratreduktion (jf. tabel 4.5).



LA05 - Fig. 4.4

Figur 4.4 Udviklingen i målte kvælstofkoncentrationer i perioden 1990/91 til 2003/04 for rodzonevand og det øvre grundvand i tre lerjord- og to sandjordsoplande.

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 de øvre jordlag 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.



## 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 m<sup>2</sup> (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.

### 5.1 N-LES3 modellen

N-LES3 modellen er en empirisk model (Boks 5.1) udviklet på baggrund af 1304 observationer for årlig kvælstofudvaskning. Heraf er de 338 observationer fra Landovervågningen. I princippet vil det 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 nedbørskorrektioner*

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

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

Modelberegningen er gennemført på baggrund af interviewdata for 14 driftsår 1990/1991 - 2003/2004. 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))

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

Her er

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

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

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

U og V består således af en række additive effekter, hvor V er landbrugsparametre, mens U er en års-effekt. 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
$\kappa$	Potens	1.2
$\beta_0$	Afskæring	59.6
$\theta_1$	Årseffekt	2455
$\theta_2$	Årseffekt	1962.2
$\beta_1$	N-niveau	0.3255
$\beta_2$	N-forår	0.2528
$\beta_3$	N-udbinding	0.3760
$\beta_{4s}$	N-efterår Sandjord	1.0749
$\beta_{4l}$	N-efterår Lerjord	0.3539
$\tau$	N-fjernet	0.1936
$\phi$	Andel af negativ T, som benyttes i U	0.5466
	Afgrødegupper <sup>1</sup>	
$\gamma_1$	Frøgræs +Græs	-165.7
$\gamma_2$	Korn/udlæg +Korn/efterafgrøde eller vinterraps	-98.6
$\gamma_3$	Græs-brak/vinterkorn +Roer +Vårraps	-42.0
$\gamma_4$	Korn/vinterkorn	-7.6
$\gamma_5$	Korn/bar jord +Ærter +Vinterraps/vinterkorn	0
$\gamma_6$	Kartofler +Majs	+28.8
	Forfrugtsgrupper <sup>1</sup>	
$\lambda_1$	2.og 3. års græs	+34.7
$\lambda_2$	Frøgræs +1. års græs +Majs +Korn/efterafgrøde eller vinter raps +Græs-brak/vinterkorn +Raps	+14.2
$\lambda_3$	Korn/udlæg +Korn/vinterkorn +Korn/bar jord +Roer +Ærter	0
$\lambda_4$	Kartofler	-38.5

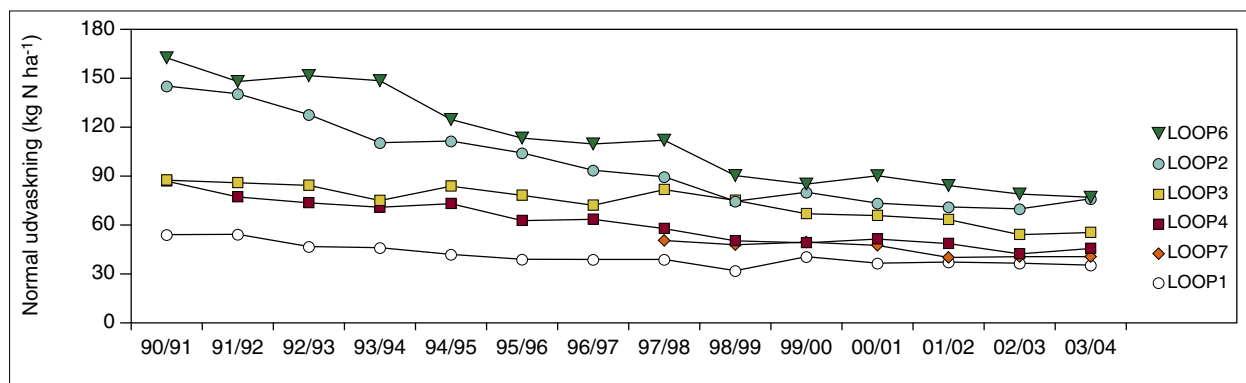
#### Estimater af mutipplikative effekter

Parameter	Effekt	Parameterestimat
$\delta_1$	Afstrømning i udvaskningsår <sup>1)</sup>	0.001502
$\delta_2$	Afstrømning i foregående udvaskningsår <sup>1)</sup>	0.000554
$\delta_3$	Humusindhold	0.1064
$\delta_4$	Lerindhold	0.0325

<sup>1)</sup> 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.



LA05 - Fig. 5.1

Figur 5.1. Modelberegnet udvaskning ved gennemsnitsklima for de 7 overvågningsoplande for driftsårene 1990/1991 – 2003/2004.

Tabel 5.1. Beregnet udvaskning ved gennemsnitsklima for driftsårene 1990/1991 – 2003/2004. Den anvendte vandafstrømning er 360 mm for lerjord og 550 mm for sandjord. LOOP 7 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 <sup>1)</sup>
	kg N ha <sup>-1</sup>		
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	101	60	76
1998/1999	83	53	64
1999/2000	83	52	64
2000/2001	82	51	63
2001/2002	78	50	61
2002/2003	75	44	56
2003/2004	77	45	58

<sup>1)</sup> 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 2003/2004 ved gennemsnitsklima.

Den modelberegnete rodzone-udvaskning af N er faldet 50 % på sandjordene (Nordjylland og Sønderjylland) og 41 % på lerjordene (Storstrøm, Fyn og Vejle) over perioden på 14 år. Ved vægtning af jordtyperne i forhold til landet svarer det til et gennemsnitligt fald på ca. 46 %.

Massebalancen ser realistisk ud

I tabel 5.2 er opstillet en markbalance for oplandene opgjort som gennemsnit for perioden 1999-2003 (svarende til de hydrologiske år 1998/99-2003/04) samt en opgørelse af tabsposterne for samme periode. Udvasningen er modelberegnet som beskrevet ovenfor. Denitrifikationene er estimeret til 8-30 kg N ha<sup>-1</sup> i henhold til en simpel model 'Simden' af Finn Vinther (2004) baseret på jordtypen, handelsgødnings- for husdyrgødningsforbruget. Ammoniakfordampning i forbindelse med udbringning af husdyrgødning er antaget at svare til fordampningen på landsplan (11% i 2002 ifølge Gyldenkerne og Mikkelsen (2003 pers. medd.)). For oplandene vurderes ammoniakfordampningen herved at udgøre 2-15 kg N ha<sup>-1</sup>. Summen af denitrifikation og ammoniakfordampning i LOOP oplandene skønnes således at udgøre 20-40 kg N ha<sup>-1</sup>.

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 kvadratsnetdata finder *Heidmann og Søgaard (2002)*, at der ikke er belæg for at antage, at jordens indhold af kvælstof som gennemsnit 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 -15 til +8 kg N ha<sup>-1</sup>. Massebalancen vurderes herved at se nogenlunde realistisk ud.

Tabel 5.2. Nøgletal fra beregningen af udvaskning for Landovervågningsoplandene vist som gennemsnit for 5 års perioden 1999-2003 (svarende til de hydrologiske år 1999/00-2003/04) for hvert af de 6 LOOP oplande. Tallene gælder det totale, dyrkede areal. 'Rest' er differencen mellem summen af gødning, fixering og atmosfærisk deposition og summen af høst, udvaskning, ammoniakfordampning og denitrifikation. Input og output værdier er aktuelle værdier for 5 års perioden, dog er udvaskningen opgjort ved et gennemsnitsklima for perioden 1990-2000.

År	Markbalancen							Tabsposterne		
	Handelsgødning	Husdyrgødning	Fixering	Udbinding	Atm. deposition	Høst	Landbrugs balance	Model Udvasning	Skøn NH3 ford.+ denitri.	Rest + jordpulje
	kg N ha <sup>-1</sup>							kg N ha <sup>-1</sup>		
Lerjorde										
Storstrøm	118	18	8,0	2,1	16	113	49	37	20	-9
Vestsj.	111	38	10,4	1,2	16	99	78	44	25	8
Fyn	88	77	6,0	2,9	16	104	86	48	35	3
Vejle	78	90	7,8	7,7	16	106	94	62	40	-11
Sandjorde										
Nordjylland	58	121	18,2	19,9	16	149	84	74	25	-15
Sønderjylland	62	103	25,5	19,1	16	127	99	85	20	-6

## 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 samt koncentration og transport af kvælstof er foretaget for hydrologiske år, dvs. perioden fra 1. juni til 31. maj det efterfølgende år. I de fleste af oplandene findes der målinger fra 15 hydrologiske år: fra 1989/90 til 2003/2004.

### 6.1 Vandafstrømning fra lerede og sandede 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 2003/04 og gennemsnittet i den forudgående periode 1989/90-2002/03. Til beregningerne anvendtes de oplandsarealer, der fremgår af Appendix 1.

	Seneste hydrologiske år (2003/2004)	Gennemsnit forudgående periode (1989/90-2002/03)
Højvads Rende (LOOP 1)	82 mm	158 mm
Lillebæk (LOOP 4)	149 mm	246 mm
Horndrup Bæk (LOOP 3)	192 mm	283 mm
Odderbæk (LOOP 2)	220 mm	221 mm
Bolbro Bæk (LOOP 6)	449 mm	488 mm <sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup> 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. Langsomt tilstrømmende vand.

Opdelingen i de tre afstrømningskomponenter er foretaget vha. nedbør-afstrømningsmodellen 'NAM' (DHI, 1999) på baggrund af daglige afstrømninger i de fem vandløb. Opgørelsen giver et godt mål for forskellen i nedbørsrespons imellem de enkelte vandløb. En beskrivelse af modellen 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. Modelberegningen er foretaget for perioden 1989/90-2002/03. Den 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 for perioden:		
	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 (NO<sub>3</sub>-N og NH<sub>4</sub>-N) udgør 82-93% af total kvælstof i 4 oplande, mens den uorganiske andel i det okkerpåvirkede vandløb, Bolbro Bæk kun udgør ca. 65% af total kvælstof.

Tabel 6.3 Vandføringsvægtet koncentration af total kvælstof i de fem landovervågningsvandløb i det hydrologiske år 2003/2004 og gennemsnittet i den forudgående periode 1989/90-2002/03.

	Seneste hydrologiske	Gennemsnit forudgående
	år	periode
	(2003/04)	(1989/90-2002/03)
Højvads Rende (LOOP 1)	11,8 mg N l <sup>-1</sup>	8,7 mg N l <sup>-1</sup>
Lillebæk (LOOP 4)	10,9 mg N l <sup>-1</sup>	10,7 mg N l <sup>-1</sup>
Horndrup Bæk (LOOP 3)	4,9 mg N l <sup>-1</sup>	6,8 mg N l <sup>-1</sup>
Odderbæk (LOOP 2)	5,2 mg N l <sup>-1</sup>	6,8 mg N l <sup>-1</sup>
Bolbro Bæk (LOOP 6)	1,1 mg N l <sup>-1</sup>	1,4 mg N l <sup>-1</sup>

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 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<sup>-1</sup> sammenlignet med ca. 0,5 mg l<sup>-1</sup>).

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 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 15-års perioden 1989-2004 (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 -20 % til -47 % af 1989-niveauet.

Tabel 6.4 Trend i vandløbskoncentration af total kvælstof i perioden 1989/90-2003/04 med relativ ændring i forhold til 1989. \*\*\*: 1 %-niveau, \*\*: 5 %-niveau, n.s.: ikke signifikant

	Total kvælstof mg N l <sup>-1</sup> år <sup>-1</sup>	Relativ ændring %	Signifikansniveau
Højvads Rende (LOOP 1)	-0,030	-9,1	n.s.
Lillebæk (LOOP 4)	-0,157	-26,6	***
Horndrup Bæk (LOOP 3)	-0,154	-33,7	***
Odderbæk (LOOP 2)	-0,080	-19,6	**
Bolbro Bæk (LOOP 6)	-0,036	-46,8	***

## 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 6.2). I det beregnede tab fra landbrugsarealer indgår udledninger af kvælstof fra spredt bebyggelse og gårde.

Kvælstoftabet fra de dyrkede arealer var større i de tre lerede oplande (11-18 kg N ha<sup>-1</sup>) end i de to sandede oplande (6-12 kg N ha<sup>-1</sup>) i 2003/04. Lignende forskel var også tilstede i 14-års perioden 1989/90-2002/03 (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 2004 udgjorde ca. 3,0 kg N ha<sup>-1</sup> (Bøgestrand, 2005).

Tabel 6.5 Tabet af total kvælstof fra dyrkede arealer i de fem landovervågningsvandløb i det hydrologiske år 2003/2004 og gennemsnittet i den forudgående periode 1989/90-2002/03.

	Seneste hydrologiske år (2003/04)	Gennemsnit forudgående periode (1989/90-2002/03)
Højvads Rende (LOOP 1)	13,2 kg N ha <sup>-1</sup>	19,5 kg N ha <sup>-1</sup>
Lillebæk (LOOP 4)	18,0 kg N ha <sup>-1</sup>	29,1 kg N ha <sup>-1</sup>
Horndrup Bæk (LOOP 3)	11,1 kg N ha <sup>-1</sup>	23,0 kg N ha <sup>-1</sup>
Odderbæk (LOOP 2)	11,7 kg N ha <sup>-1</sup>	15,3 kg N ha <sup>-1</sup>
Bolbro Bæk (LOOP 6)	5,6 kg N ha <sup>-1</sup>	6,9 kg N ha <sup>-1</sup>

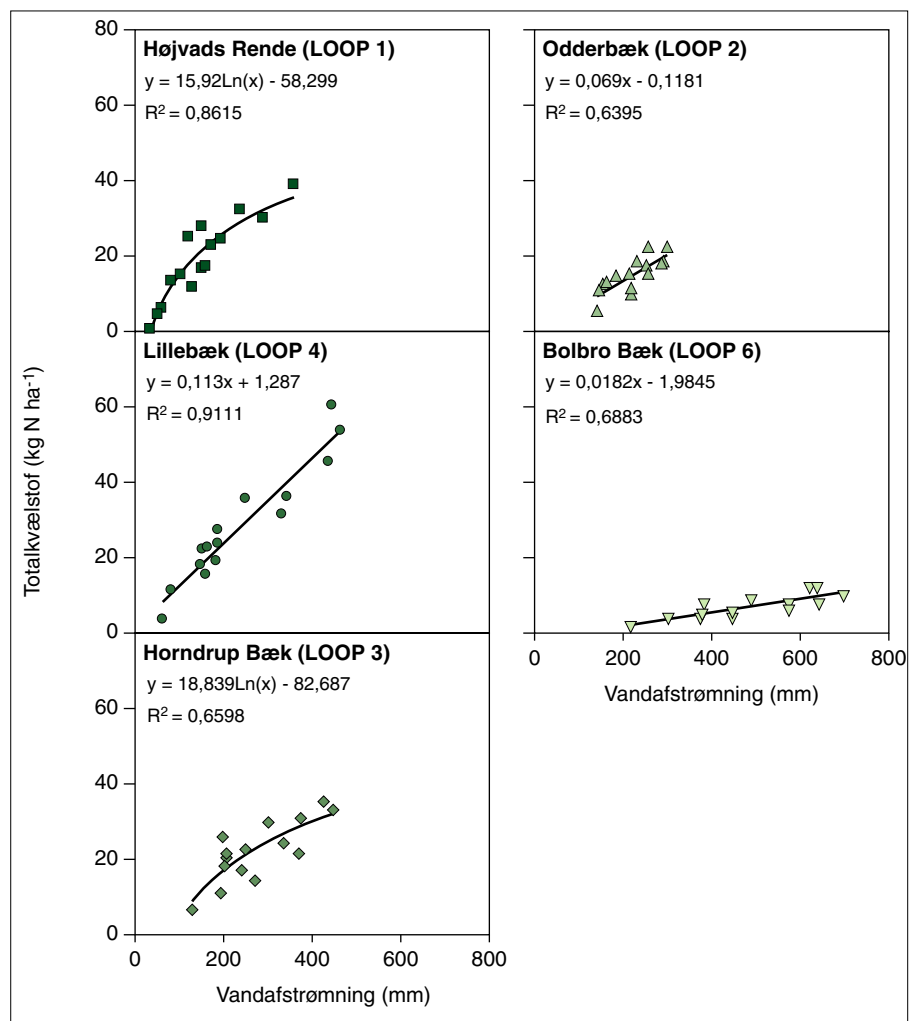
### Sammenhæng mellem kvælstoftab og vandafstrømning

Tabet af kvælstof fra de dyrkede arealer er meget styret af nedbørmængderne og dermed afstrømningen i de enkelte måleår. For de fem vandløb kan der således opstilles signifikante sammenhænge mellem den årlige afstrømning og det årlige tab af total kvælstof. 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.

For et af de lerede oplande (Lillebæk) samt for de to sandede oplande (Odderbæk og Bolbro Bæk) stiger kvælstoftabet lineært med stigende afstrømning. For to af de lerede oplande (Højvads Rende og Horndrup Bæk) følger kvælstoftabet derimod nogenlunde en logaritmisk kurve. Dette betyder, at stigningstakten i udvaskningen falder med stigende afstrømning. Dette kan evt. forklares med, at mængden af udvaskbare kvælstofforbindelser i rodzonen i disse oplande er begrænset af andre faktorer end nedbøren (mineralisering og udbringning) og eventuelt en fortyndingseffekt, når den udvaskbare kvælstofpulje er ved at være udtømt.

*Det årlige kvælstoftab fra landbrugsarealer stiger med stigende vandafstrømning*





LA05 – Fig. 6.1

Figur 6.1 Sammenhænge mellem årligt kvælstoftab fra landbrugsarealer og vandafstrømningen i perioden 1989/90-2003/04

### 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 6.1 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 mellem-hurtigt 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 som gennemsnittet for perioden 1989/90-2002/03.

	Gennemsnit for perioden: 2002/2003
Højvads Rende (LOOP 1)	30 %
Lillebæk (LOOP 4)	37 %
Horndrup Bæk (LOOP 3)	37 %
Oddebæk (LOOP 2)	48 %
Bolbro Bæk (LOOP 6)	37 %

## 7 Kvælstofkredsløbet i landbrugsøkosystemer

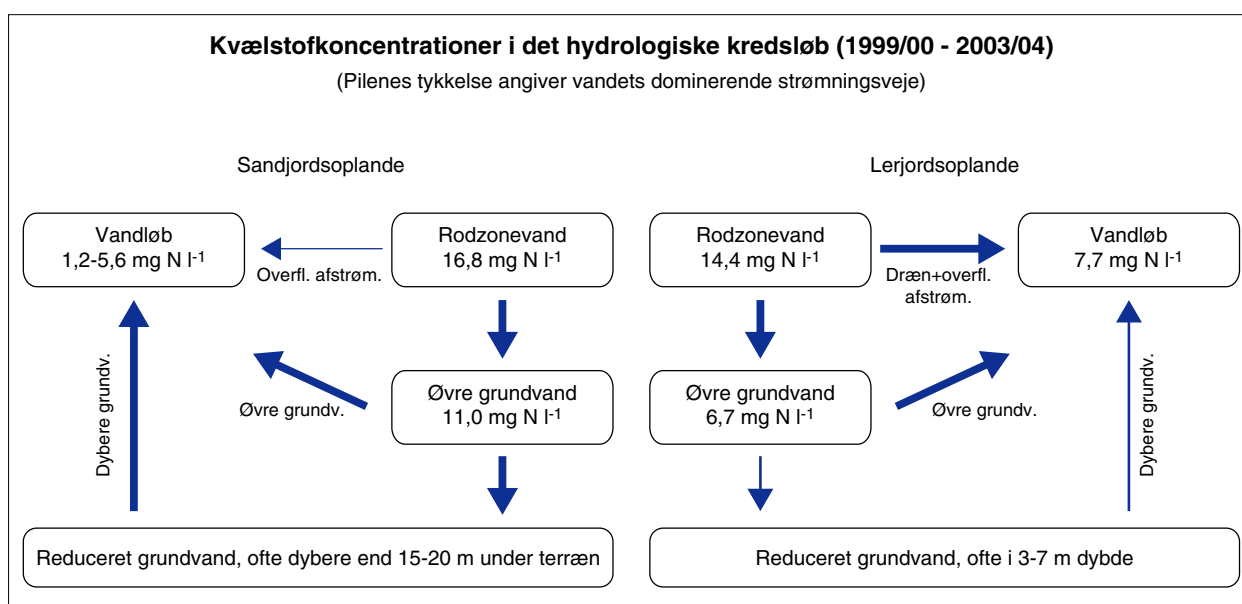
I dette afsnit sammenstilles hovedresultaterne fra målinger og modelberegninger i de fem landovervågningsoplande til en samlet beskrivelse af næringsstoftransporter i henholdsvis sandede og lerede landbrugsøkosystemer. Der er anvendt data fra de sidste 5 år, 1999/00-2003/04.

### 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 og i det allerøverste grundvand. Dybere i grundvandet vil der normalt være reducerende jordlag, og her vil kvælstofindholdet falde til under detektionsgrænsen.



LA05 - Fig. 7.1

Figur 7.1 Gennemsnitlige målte koncentrationer i rodzonevand (1 m u.t.), det øvre grundvand (fra det øverste filter med vand i 1,5-5 m u.t.) og i vandløbet for henholdsvis tre lerjords- og to sandjordsoplande, 1999/00-2003/04.

Lerjordsoplande 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.

Sandjordsoplande 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 har været udsat for en betydelig grad af reduktionsprocesser, og vandet har forholdsvis lave kvælstofkoncentrationer.

## 7.2 Kvælstoftransporter i det hydrologiske kredsløb

Det overordnede strømningsmønster 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 lerjordsoplandene er der årligt netto tilført ca. 72 kg N ha<sup>-1</sup>. Den modelberegneede udvaskning fra rodzonen har i perioden udgjort ca. 50 kg N ha<sup>-1</sup> år<sup>-1</sup>. Øvrige tabsposter i form af ammoniakfordampning og denitrifikation og eventuel ændring i jordpuljen kan herved opgøres til ca. 22 kg N ha<sup>-1</sup> år<sup>-1</sup>. Kvælstoftransporten i vandløbene har udgjort ca. 19 kg N ha<sup>-1</sup> år<sup>-1</sup>; det svarer til, at gennemsnitlig ca. 38 % af rodzoneudvaskningen er nået til vandløbene.

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

I sandjordsoplandene er der årligt netto tilført jorden ca. 91 kg N ha<sup>-1</sup> år<sup>-1</sup>. Den modelberegneede udvaskning er opgjort til ca. 79 kg N ha<sup>-1</sup> år<sup>-1</sup>, mens øvrige tabsposter og evt. ændring i jordpuljen kan opgøres til 12 kg N ha<sup>-1</sup> år<sup>-1</sup>. Kvælstoftransporten i vandløbene har udgjort ca. 15 kg N ha<sup>-1</sup> fra oplandet i Nordjylland og 6 kg N ha<sup>-1</sup> fra oplandet i Sønderjylland. Dette svarer til, at ca. 7-20 % af rodzoneudvaskningen er nået 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 oplandenes beliggenhed i de øverste dele af vandløbssystemet sker der sandsynligvis yderligere afstrømning til nedstrømsliggende vandløbsstrækninger. Dette vand transporterer også kvælstof, hvorfor den mængde kvælstof, der faktisk når ud til vandløbene, kan være større end angivet ved målinger i LOOP oplandene. Dog må det antages, at der her er tale om vand, der har været længere tid undervejs, hvilket betyder, at der kan have fundet kvælstofreduktionsprocesser sted.

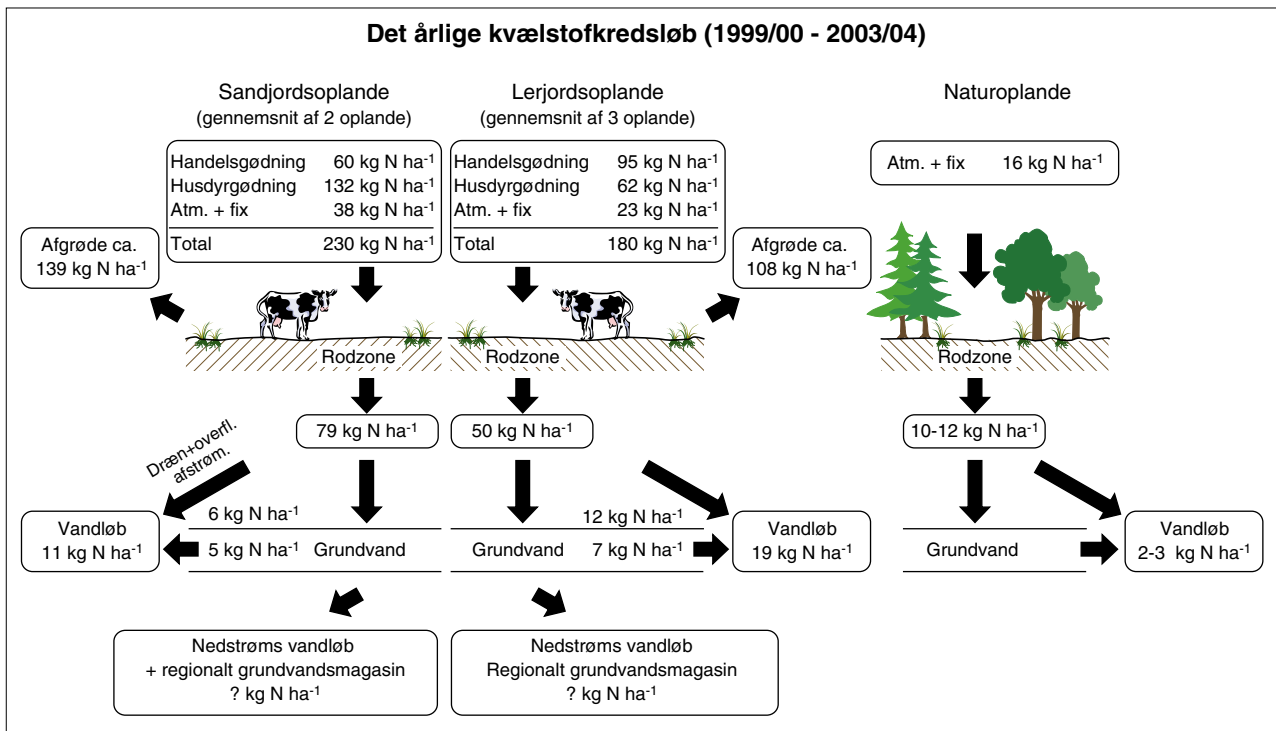
*Kvælstofudvaskning fra naturarealer ca. 10-12 kg N ha<sup>-1</sup> år<sup>-1</sup>, ca. 1/4 når ud til vandløb*

I naturoplande er der et kvælstofinput fra atmosfæren på ca. 16 kg N ha<sup>-1</sup> år<sup>-1</sup>, mens der ikke sker nogen fraførsel. Udvasningen fra skov etableret på landbrugsjord vurderes at være i størrelsesorden ca. 10-12 kg N ha<sup>-1</sup> år<sup>-1</sup> og fra gammel skov på ca. 5 kg N ha<sup>-1</sup> år<sup>-1</sup>. Til sammenligning er kvælstoftransporten fra naturarealer til vandløbene ca. 2-3 kg N ha<sup>-1</sup> år<sup>-1</sup> (Bøgestrand, 2005).

*Baggrundsbidrag fra landbrugsarealer*

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

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.



LA05 – Fig. 7.2

Figur 7.2 Skematisering af kvælstofkredsløbet i henholdsvis dyrkede lerjords- og sandjordsoplande samt for naturoplande for årene 1999/00-2003/04. Kvælstofbalancen er fra interviewundersøgelsen 1999-2003, 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.

*[Tom side]*

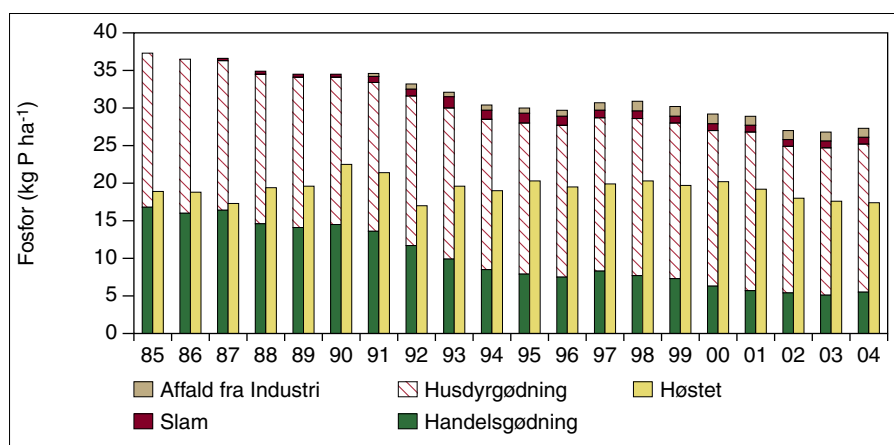
## 8 Fosforanvendelse i landbruget

### 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 indirekte reguleret gennem harmonikravene. Endvidere blev det med vedtagelsen af Vandmiljøplan III i 2004 besluttet at lægge en afgift på 4 kr pr kg mineralsk fosfor i foder. Derudover er der ingen generelle krav i forhold til landbrugets fosforgødsning. I forbindelse med VVM og miljøgodkendelser er der muligheder for regulering af fosfor på den enkelte ejendom.

På landsplan er der sket en reduktion i forbrug af fosfor på 26 kg P/ha med handelsgødning fra 1990 til 2004, mens fosfortilførsel med husdyrgødning er steget svagt. Nettotilførslen, (også benævnet markoverskuddet), har været faldende i perioden og udgør i 2004 ca. 26.000 tons P (figur 8.1) (datagrundlaget bilag 1).

Figur 8.1. Udviklingen i tildelt fosfor og høstet fosfor for hele landbrugsarealet i Danmark i perioden 1985 til 2004.



LA05 – Fig. 8.1

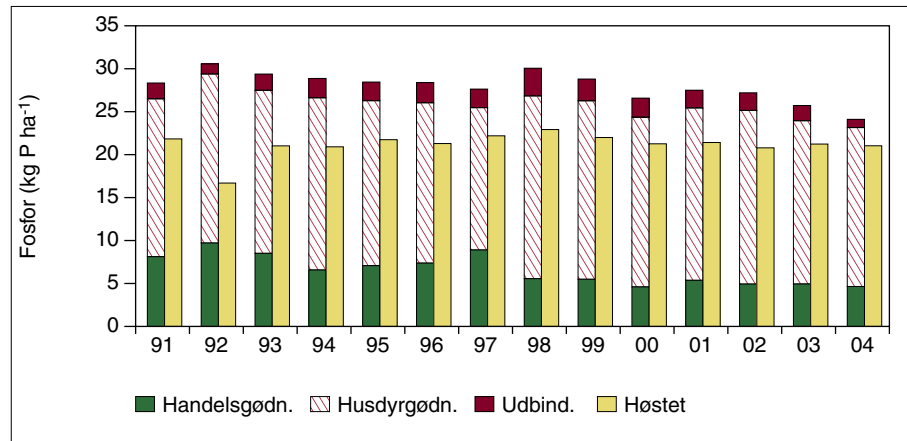
Ved opgørelse af den totale fosforbalance for dansk landbrug fås et større overskud. I 2001 udgjorde dette overskud 32.900 tons P, mens overskuddet for markbalancen blev opgjort til 25.400 tons P. Idet der ikke er luftformige tab, burde total overskuddet og markoverskuddet i princippet være ens. Det er p.t. ikke muligt at afgøre årsagen til forskel i markbalancen og total balancen, men både fosofrindholdet i husdyrgødningen og i de høstede afgrøder kan der være usikkerhed på.

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

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 2004



LA05 – Fig. 8.2

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

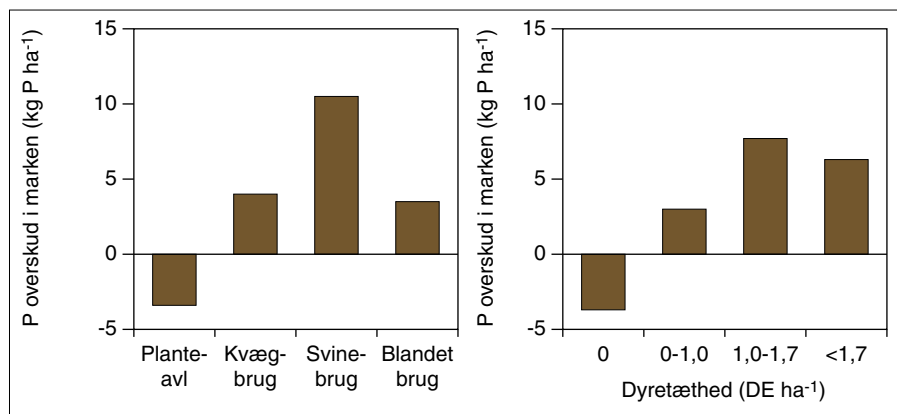
		Handelsgødn.	Husdyrgødn.+slam	Total tilført	P høst	P overskud
kg P ha <sup>-1</sup>						
1991	Hele landet	13,6	21,0	34,6	20,6	14,0
	LOOP	8,1	20,1	28,3	21,8	6,5
2004	Hele landet	5,3	20,6	25,9	17,4	8,5
	LOOP	4,7	19,5	24,2	21,0	3,2

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

Detail data fra interviewundersøgelsen i landovervågningen viser at der er stor forskel på markoverskuddet af fosfor afhængig af brugstype og husdyrtæthed. På planteavlsbrug er der i 2004 omtrent balance mellem tilført og fraført fosfor, 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 marken i landovervågningen på ejendomme med forskellig brugstype og husdyrtæthed, 2004



LA05 - Fig. 8.3

*[Tom side]*

## 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.

I 2004 blev der fra jordvandsstationerne udtaget jordprøver i 3 dybder, 0-25, 25-50 og 50-100 cm med henblik på at bestemme jordens fosformætningsgrad. Hver prøve bestod af en blandingsprøve af 16 stik udtaget lige udenfor sugecellefeltet (for at undgå forstyrrelse af sugecellerne). Prøverne blev analyseret for tekstur,  $\text{CaCO}_3$ , total C, pH ( $\text{CaCl}_2$ ), oxalat ekstraherbart Fe, Al og P, Fosforsyretil (Ft) og fosfortal (Pt).

### 9.2 Fosforudvaskning fra rodzonen til grundvand

For 25 jordvandsstationer på landbrugsjord har koncentrationerne af ortho-P været lave i hele måleperioden ( $0,06-0,021 \text{ mg P l}^{-1}$ ). Ligeledes har udvaskningerne været lavet ( $0,012 - 0,116 \text{ kg P ha}^{-1} \text{ år}^{-1}$ ). 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).

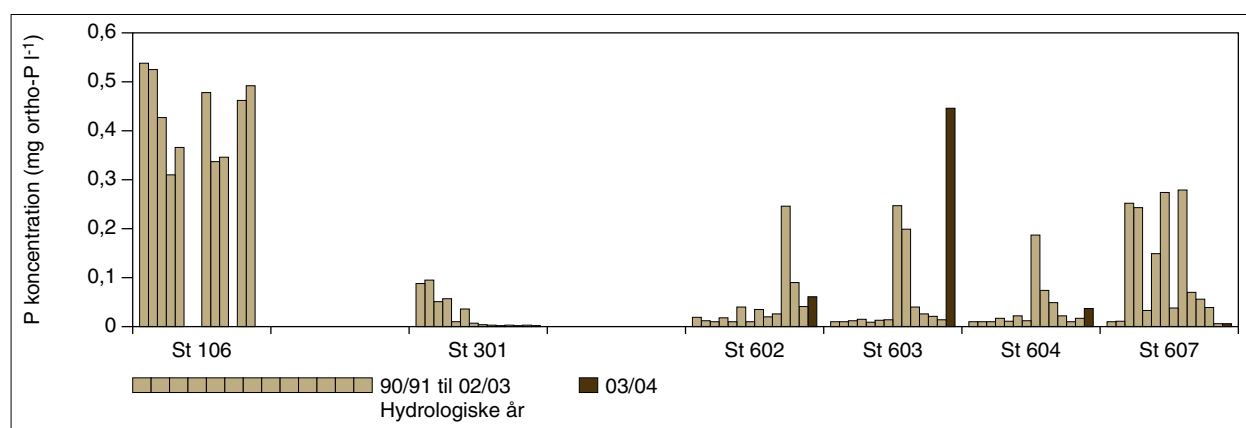
*Lave P koncentrationer og udvaskninger ved de fleste stationer*

Tabel 9.1. Fosforudvaskning fra jorde med lav P mobilitet, 1990/91-2003/04

	Antal stationer	afstrømning mm	P-udvaskn. kg P/ha	P-konc. mg P/l
Lerjorde				
Storstrøm	5	178	0,012	0,006
Fyn	6	321	0,042	0,011
Vejle	4	436	0,038	0,011
Sandjorde				
Nordjylland	6	409	0,049	0,014
Sønderjylland	4	582	0,116	0,021

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.



LA05 - Fig. 9.1

Figur 9.1 Fosforkoncentrationer ved 6 marker med P mobilitet.

For én station på lerjord i Storstrøm (station 106) har der ved de ugentlige målinger været konstant høje P koncentrationer i jordvandet (gennemsnitlig 0,430 mg P l<sup>-1</sup>). Høje fosforværdier på denne lokalitet er også målt for drænvand og grundvand. Disse høje fosforkoncentrationer kan sandsynligvis ses som en effekt af jordens meget høje fosfortal (Pt=10,7). Marken adskiller sig ikke fra de øvrige marker i samme opland med hensyn til jordtype (jb 6) og sædskifte (vinterhvede, vårbyg, ærter og fabriksroer).

Endvidere er der ved én station på lerjord i Vejle 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 0,180-0,446 mg P l<sup>-1</sup>) som er klinget af igen efter ca. 3 år. Desuden har de årlige vandføringsvægtede koncentrationer ved én station fluktueret mellem 0,010 og 0,28 mg P l<sup>-1</sup>. Årsagen til de høje koncentrationer kan sandsynligvis henføres til meget store P tilførsler med husdyrgødning givet på en gang eller stor afgræsningsintensitet.

Lavt P indhold i jordvand under skov

Fosforindholdet i jordvandet ved en skovstation har i hele perioden været lavt, 0,002-0,004 mg P l<sup>-1</sup>

### 9.3 Fosfortransport fra dræn til overfladevand

#### Fosfortransport fra dræned lerjorde

P tab fra dræned lerjorde fortrinsvis lav

Fra 8 af de 9 drænairealer på lerjord har koncentrationerne af opløst og partikulært P været ret lave, henholdsvis ca. 0,018 og 0,047 mg P/l (tabel 9.2). Forskellen, 0,029 mg P/l, må på disse lerede højbundsjarde antages at bestå fortrinsvis af partikulært P. Transporten af total fosfor gennem drænene har i gennemsnit af måleperioden ligget på 0,040 kg P ha<sup>-1</sup> pr år, fordelt med 0,017 og 0,023 kg P/ha på henholdsvis den opløste og partikulære fraktion. På disse jorde er fosforkoncentrationerne i drænvandet lavere end i de vandløb drænene afvander til (se endvidere tabel 11.1).

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<sup>-1</sup> og udvaskningen har ligget på gennemsnitlig 0,161 kg P ha<sup>-1</sup> år<sup>-1</sup>. 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 1990/91-2003/04.

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 <sup>-1</sup> )				
Opløst P	0,016	0,020	0,165	0,042
Partikulært / organisk P	0,010	0,046	0,015	0,066
Total P	0,028	0,066	0,180	0,108
Transport (kg P ha <sup>-1</sup> )				
Opløst P	0,019	0,015	0,147	0,414
Partikulært / organisk P	0,013	0,032	0,014	0,632
Total P	0,032	0,047	0,161	1,046

#### 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 955 mm år<sup>-1</sup> i perioden 1990/91-2003/04

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

Fosforkoncentrationerne i drænvandet har været høje. Koncentrationen af opløst og total P har i måleperioden ligget på gennemsnitlig 0,042 og 0,108 mg P l<sup>-1</sup>. Forskellen, 0,066 mg P/l, består formodentlig både af partikulært/kollodiale 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.

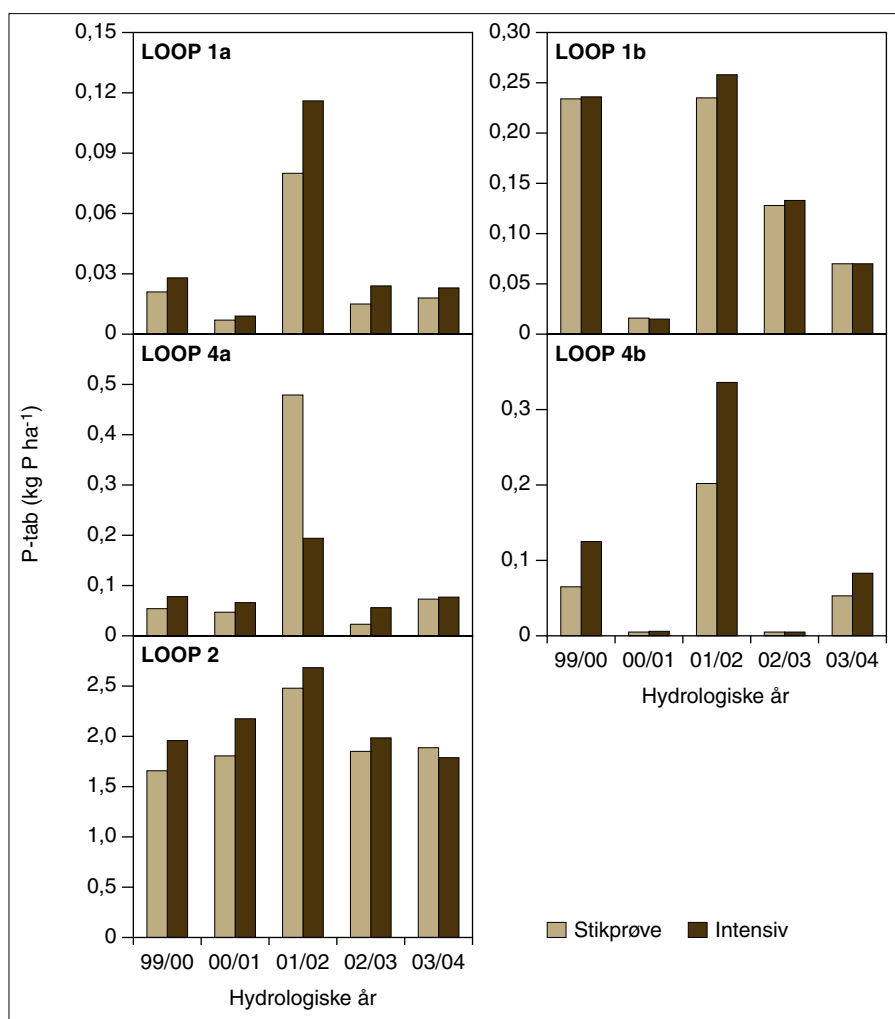
### Usikkerhed omkring bestemmelse af fosfortab – intensiv prøvetagning

De ovenfor beskrevne fosfortab gennem drænen 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.

*Stikprøvetagningsstrategi undervurderer dræntransport af total P*

Siden 1999/00 er der derfor også foretaget intensiv prøvetagning fra to dræne i LOOP 1 og i LOOP 4 og fra ét dræn i LOOP 2. Der er foretaget en tidsproportional prøvetagning i form af timeprøver puljet til en ugentlig prøve. Resultaterne heraf viste at transporten af opløst fosfor var omtrent uafhængig af prøvetagningsstrategi (ikke afbilledet), mens transporten af total fosfor ved stikprøvetagning i de fleste tilfælde er undervurderet (gennemsnitlig for stationerne 0-41%) 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).

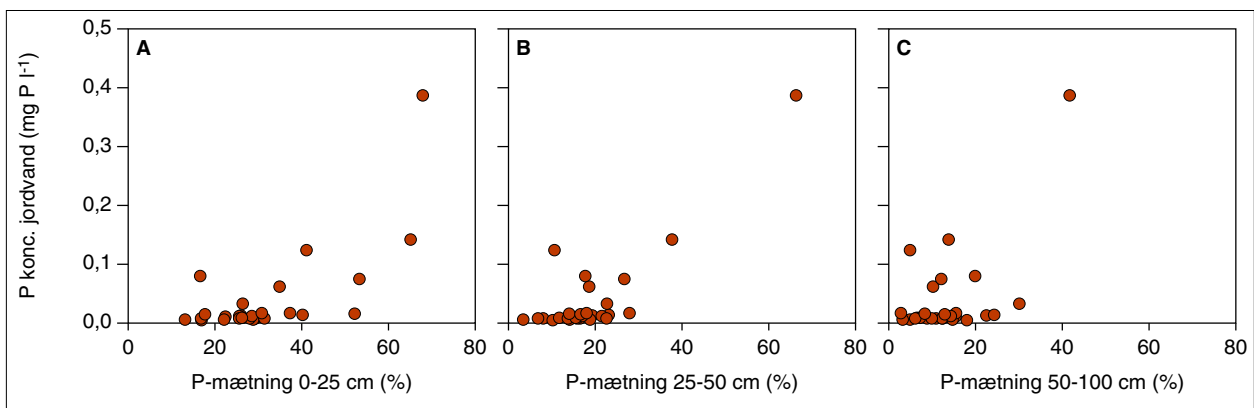
Figur 9.2 Bestemmelse af transport fra drænen af total P ved henholdsvis stikprøve og intensiv prøvetagning, 1999/00 og 2003/04



LA05 – Fig. 9.2

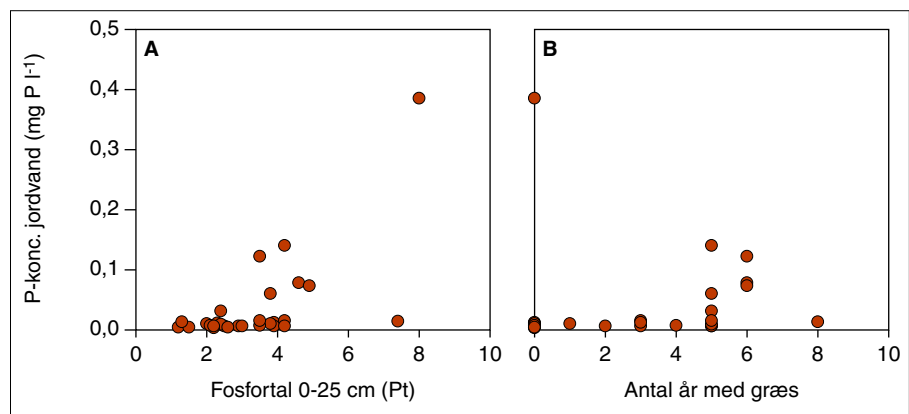
## 9.4 Fosforkoncentrationer i jordvand i relation til jordens fosforstatus og mætningsgrad

I dette afsnit er maksimum koncentrationer af fosfor i jordvandet søgt relateret til henholdsvis fosformætningsgraden i tre horisonter ned til 1 m dybde (figur 9.3) samt med fosfortallet (Pt) i overjorden (figur 9.4a). Endvidere er koncentrationerne vist som en funktion af antallet af år med græs i 14 års perioden (figur 9.4b). Maksimumkoncentrationerne er beregnet således: For hver station med konstant lavt fosforindhold i jordvandet er der beregnet en gennemsnitskoncentration for perioden 1990/91-2002/03. For jorde med konstant høje koncentrationer eller med høje koncentrationer i en sammenhængende periode af mindst to år er der opgjort gennemsnitskoncentrationer for perioderne med høje koncentrationer.



LA05 – Fig. 9.3

Figur 9.3 Sammenhæng mellem maksimum P koncentration i perioden 1990/91-2002/03 og jordens fosformætningsgrad i tre horisonter.



LA05 – Fig. 9.4

Figur 9.4 Sammenhæng mellem maksimum P koncentration i perioden 1990/91-2002/03 og jordens fosforstatus i overjorden (a) og antal år med græs i periode (b).

Det ses at der er en vis sammenhæng mellem maksimale fosforkoncentrationerne i jordvandet og jordens fosformætningsgrad, fosfortal og antal år med græs. Ingen af disse parametre kan dog alene beskrive fosforkoncentrationerne på tilfredsstillende vis. Der er behov for

## 9.5 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 1990-2004 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 1990-2004. Detektionsgrænsen varierer mellem 0,01 og 0,002 mg PO<sub>4</sub>-P l<sup>-1</sup>, højest i sandområderne.

	Ortho-P. (mg P l <sup>-1</sup> )	Total opløst P (mg P l <sup>-1</sup> )
Lerjorde		
Storstrøm	0,007	0,039
Fyn	0,009	0,037
Vejle	0,012	0,019
Sandjorde		
Nordjylland	<0,01	0,085
Sønderjylland	<0,01	0,030

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<sup>-1</sup> for ortho-P og under 0,1 mg P l<sup>-1</sup> for total opløst P. Disse fosforniveauer er under grænseværdien for drikkevand på 0,15 mg P l<sup>-1</sup>. Ved udsivning til overfladevand kan høje koncentrationer, typisk højere end ca. 0,1 mg P l<sup>-1</sup> 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<sup>-1</sup>. 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 1990-2004. 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 <sup>-1</sup> )	Total-P (mg P l <sup>-1</sup> )
Lerjorde		
Storstrøm	0,030	0,241
Fyn	0,055	0,096
Vejle	0,025	0,031
Sandjorde		
Nordjylland	0,020	0,154
Sønderjylland	0,024	0,043

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 0,093 mg P l<sup>-1</sup> og for total-P på 0,249 mg P l<sup>-1</sup>. På samme station var der også



høje fosforkoncentrationer i jordvandet og drænvandet, hvilket her hænger sammen med et højt fosfortal i overjorden.

*[Tom side]*

## 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 15 hydrologiske år: fra 1989/90 til 2003/2004.

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 2003/04 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. 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 ca. 40-60 % i de andre fire vandløb set over perioden 1989/90 til 2003/04 (tabel 10.1 og 10.2).

*Tabel 10.1* Vandføringsvægtet koncentration af total fosfor i de fem landovervågningsvandløb i det hydrologiske år 2003/04 og gennemsnittet i den forudgående periode 1989/90-2002/03.

	Seneste hydrologiske år (2003/2004)	Gennemsnit forudgående periode (1989/90-2002/03)
Højvads Rende (LOOP 1)	0,090 mg P l <sup>-1</sup>	0,111 mg P l <sup>-1</sup>
Lillebæk (LOOP 4)	0,178 mg P l <sup>-1</sup>	0,178 mg P l <sup>-1</sup>
Horndrup Bæk (LOOP 3)	0,099 mg P l <sup>-1</sup>	0,128 mg P l <sup>-1</sup>
Oddebæk (LOOP 2)	0,110 mg P l <sup>-1</sup>	0,120 mg P l <sup>-1</sup>
Bolbro Bæk (LOOP 6)	0,098 mg P l <sup>-1</sup>	0,083 mg P l <sup>-1</sup>

Tabel 10.2 Vandføringsvægtet koncentration af opløst uorganisk fosfor i de fem landovervågningsvandløb i det hydrologiske år 2003/04 og gennemsnittet i den forudgående periode 1989/90-2002/03.

	Seneste hydrologiske år (2003/04)	Gennemsnit forudgående periode (1989/90-2002/03)
Højvads Rende (LOOP 1)	0,039mg P l <sup>-1</sup>	0,051 mg P l <sup>-1</sup>
Lillebæk (LOOP 4)	0,104 mg P l <sup>-1</sup>	0,108 mg P l <sup>-1</sup>
Horndrup Bæk (LOOP 3)	0,045 mg P l <sup>-1</sup>	0,053 mg P l <sup>-1</sup>
Odderbæk (LOOP 2)	0,046 mg P l <sup>-1</sup>	0,050 mg P l <sup>-1</sup>
Bolbro Bæk (LOOP 6)	0,015 mg P l <sup>-1</sup>	0,009 mg P l <sup>-1</sup>

### 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 næringsstofkoncentrationen. 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 koncentrationen er faldet signifikant i to af lerjordsoplandene, hvorimod 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 2004 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 <sup>-1</sup> år <sup>-1</sup>	Relativ ændring %	Signifikans-niveau
Højvads Rende (LOOP 1)	-0,003	-31,8	**
Lillebæk (LOOP 4)	-0,001	-6,9	n.s.
Horndrup Bæk (LOOP 3)	-0,002	-31,0	***
Odderbæk (LOOP 2)	0,001	20,3	n.s.
Bolbro Bæk (LOOP 6)	-0,001	-16,5	n.s.

## 10.2 Tab af fosfor fra oplandene

Den målte transport af 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 6.2). I det beregnede tab fra landbrugsarealer indgår udledninger af fosfor fra spredt bebyggelse og gårde.

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

### 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 kg P ha<sup>-1</sup> år<sup>-1</sup> kan sammenholdes med tabet af total fosfor fra udyrkede natur arealer, som i 2004 er opgjort til 0,10 kg P ha<sup>-1</sup> (Bøgestrand, 2005).

*Tabel 10.4* Tabet af total fosfor fra dyrkede arealer i de fem landovervågningsvandløb i det hydrologiske år 2003/04 og gennemsnittet pr hydrologisk år i den forudgående periode 1989/90-2002/03.

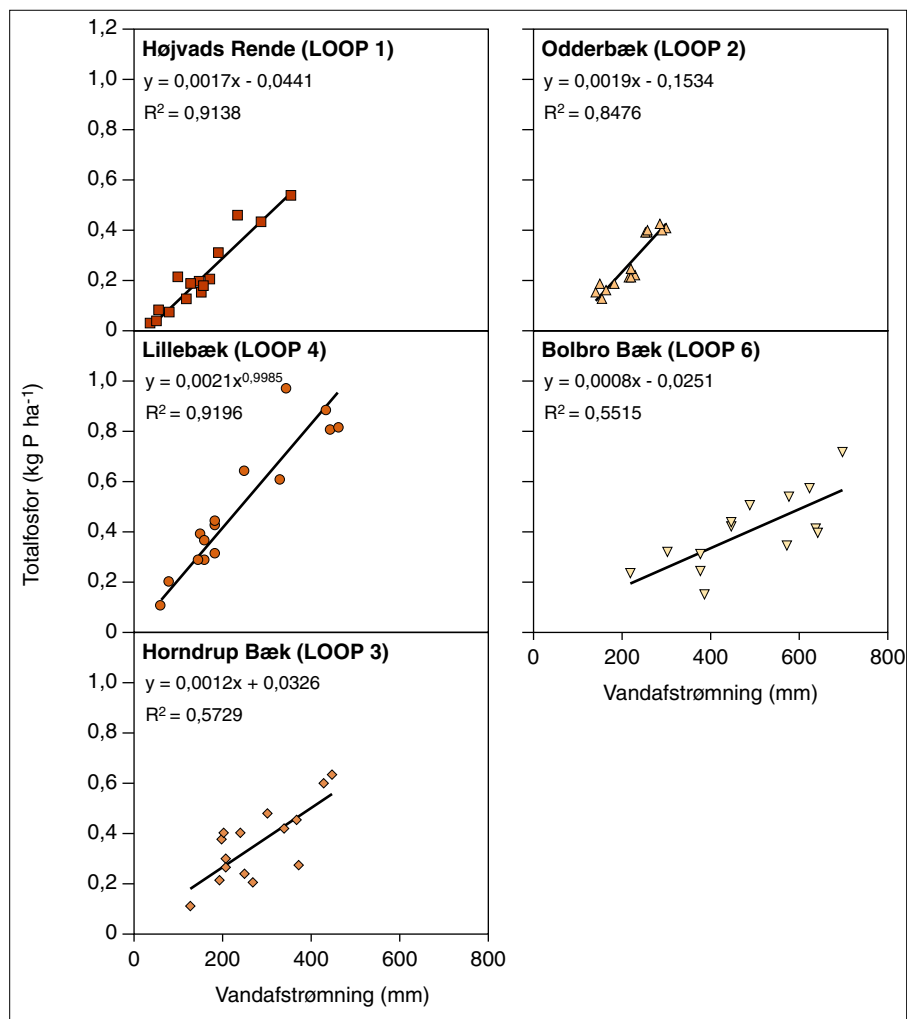
	Seneste hydrologiske år (normal prøvetagning) (2003/04)	Gennemsnit forudgående periode (normal prøvetagning) (1989/90-2002/03)
Højvads Rende (LOOP 1)	0,07 kg P ha <sup>-1</sup>	0,22 kg P ha <sup>-1</sup>
Lillebæk (LOOP 4)	0,29 kg P ha <sup>-1</sup>	0,52 kg P ha <sup>-1</sup>
Horndrup Bæk (LOOP 3)	0,21 kg P ha <sup>-1</sup>	0,36 kg P ha <sup>-1</sup>
Odderbæk (LOOP 2)	0,24 kg P ha <sup>-1</sup>	0,28 kg P ha <sup>-1</sup>
Bolbro Bæk (LOOP 6)	0,44 kg P ha <sup>-1</sup>	0,40 kg P ha <sup>-1</sup>

*Det årlige fosfortab stiger signifikant med stigende vandafstrømning*

### Sammenhæng mellem fosfortab og afstrømning

Tabet af fosfor fra de dyrkede arealer er meget styret af nedbørsmængderne og dermed afstrømningen i de enkelte måleår. Således stiger det årlige fosfortab fra landbrugsarealer i de enkelte oplande med stigende afstrømning (figur 10.1). Ved stigende afstrømning stiger fosfortabet mest fra det lerede Lillebæk opland og mindst fra det grovsandede opland til Bolbro Bæk, hvilket sandsynligvis afspejler den høje andel af grundvand i afstrømningen herfra.

Figur 10.1 Sammenhænge mellem årligt fosfortab fra landbrugsarealer og vandafstrømningen i perioden 1989/90-2003/04



LA05 – Fig. 10.1

# 11 Fosforkredsløbet i landbrugs- økosystemer

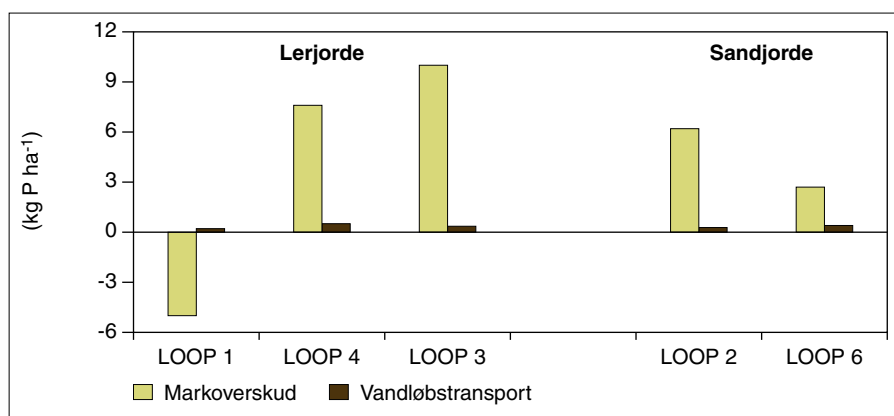
I dette afsnit sammenstilles hovedresultaterne fra målinger i de fem landovervågningsoplande. Det er ikke muligt at opstille en oversigt over fosforkredsløbet, idet vores viden om transportvejene stadig er meget mangelfuld. Derimod er opstillet nogle sammenligninger mellem de forskellige medier. Denne 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. Fosfortabet til vandløb påvirkes 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 nok lille i forhold til fosforbalancerne i marken, men det skal understreges, at tabene forekommer i lang tid efter at overskudstilførslen er ophørt, og at de koncentrationer, der forekommer i vandløbene (0,08-0,18 mg total P/l), kan give anledning til eutrofiering i søerne.

Figur 11.1 Fosforoverskud i marken og fosfortab til vandløb i fem landovervågningsoplande, gennemsnit for 1999/00-2003/04.



LA05 – 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, mens der ved  $\frac{1}{4}$  af sta-

tionerne har været koncentrationer på 0,2-0,5 mg P/l i nogle få år eller i hele perioden.

I drænvand fra lerjord er der observeret gennemsnitlige årlige koncentrationer af total P på 0,03-0,07 mg P/l ved 8 stationer og 0,18 mg P/l 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 0,11 mg total P/l.

I det øvre grundvand har median koncentrationen af ortho-P ligget på mindre end ca. 0,01 mg P/l, mens median koncentrationen af total P har ligget på 0,02-0,09 mg P/l. I 5-10 % af alle grundvandsanalyserne har der været markant højere fosforindhold, over 0,1 mg P/l.

I vandløbsvand har de gennemsnitlige årlige koncentrationer af total P ligget på 0,09-0,17 mg P/l, 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 drænvand i nogen tilfælde også kan bidrage 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, 1990/91-2003/04

Vandmiljøet	Beskrivelse	opgørelse	ortho-P mg P/l	Total P mg P/l
jordvand	3/4 af stationer	gns. vandf. vægtet	0,006-0,021	
	1/4 af stationer	-	0,2-0,5	
drænvand (stikprøve)*	lerjorde, 8 stationer	-	0,016-0,020	0,028-0,066
	lerjorde, 1 station	-	0,165	0,180
	sandjord, 1 station, lavbundsjord	-	0,042	0,108
øvre grundvand		median konc.	<0,01-0,012	0,019-0,085
	5-10% af alle målinger	enkelt målinger		<0,1-5
<b>vandløb</b>		<b>gns. vandf. vægtet</b>	<b>0,01-0,11</b>	<b>0,09-0,17</b>

\*kan være undervurderet 0-41% 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 1998. 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.

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

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

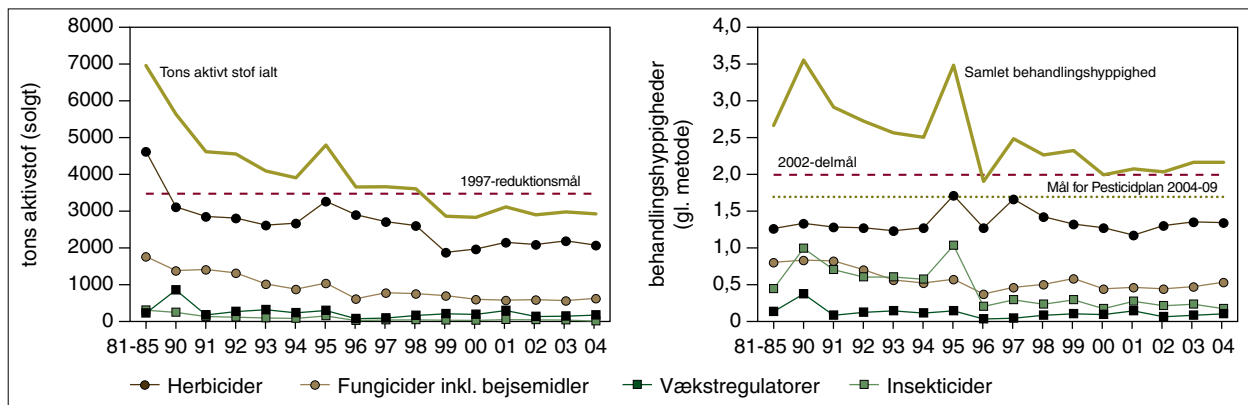
### 12.3 Behandlingshyppighed på landsplan Alle behandlingshyppigheder er beregnet efter gammel beregningsmetode

I nedenstående opgørelse er behandlingshyppighederne angivet efter den gamle beregningsmetode. Den nye beregningsmetode har vist sig at give resultater, der ligger højere end den gamle metode. Derfor har Miljøstyrelsen indtil videre fastholdt den gamle metode af hensyn til muligheden for at sammenligning med tidligere års opgørelser. Dette har især været vigtigt i 2003, hvor pesticidhandlingsplan II blev evalueret.

I 2004 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 er ingen mål for mængden af solgt aktivt stof i Pesticidhandlingsplan II og den nye pesticidplan fra 2003 (figur 12.1).

*Behandlingshyppighed på 2,18 i 2004*

I 2004 var den gennemsnitlige behandlingshyppighed 2,18 hvilket sort set svarede til hyppigheden i 2003 (*Miljøstyrelsen, 2004a*). Der observeres en lille stigning (0,06) i behandlingshyppigheden for fungicider og et tilsvarende fal for insecticider. Set i forhold til den oprindelige referenceperiode er det et fald i behandlingshyppigheden på ca. 18 % (figur 12.1).



LA05 - Fig. 12.1

Figur 12.1 Udviklingen i mængderne af solgt aktivstof og behandlingshyppigheder fra 1990-2004. Udgangspunktet for reduktionen er et gennemsnit af 1981-85

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

Behandlingshyppigheden varierer meget mellem de fire pesticidgrupper. Herbicererne udgør 62 % af den samlede behandlingshyppighed, fungiciderne 25 %, insekticider 8 % og vækstregulatorer 5 %. Også målt i mængde solgt aktivt stof er herbicererne, ligesom tidligere, den dominerende gruppe. Herbicidesalget udgjorde 71 % af det samlede pesticidesalg i 2004 (*Miljøstyrelsen, 2004a*).

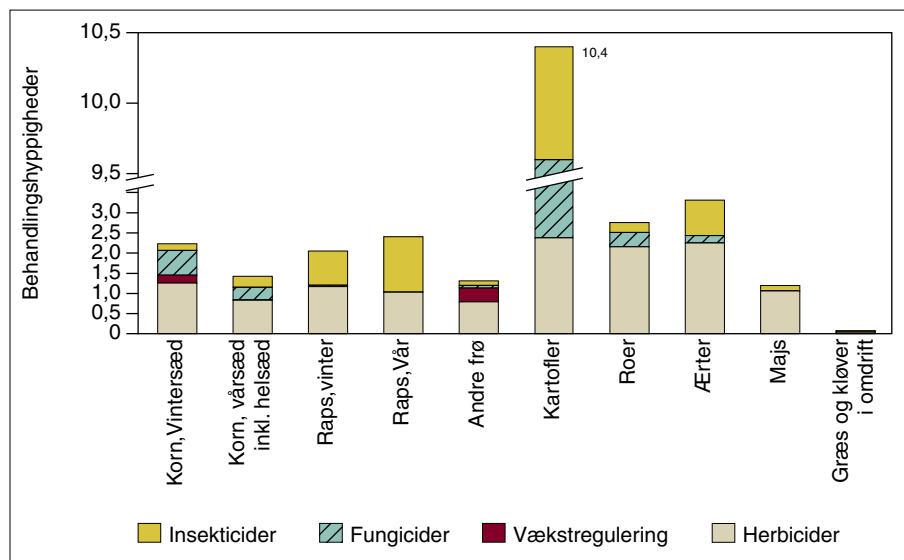
Vintersæd og frø, primært græsfrø, er de eneste afgrødegrupper hvor der bruges vækstregulerende midler i nævneværdig grad.

*Behandlingshyppighed for vinterkorn og vårkorn henholdsvis 2,4 og 1,7*

Vinterkorn og vårkorn havde i 2004 behandlingshyppigheder på henholdsvis 2,4 og 1,7 (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 2004 en behandlingshyppighed på 9,8 hvoraf behandlingshyppigheden med fungicider var 7,5. Grønsager havde en behandlingshyppighed på 6,8 mens ærter havde en behandlingshyppighed på 4,3. Roer havde en samlet behandlingshyppighed på 2,6.

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.

Figur 12.2 Behandlingshyppigheder for hele landet i 2004 fordelt på afgrødegropper



LA04 - Fig. 12.2

### Hyppigst anvendte aktiv stoffer

Her gives en gennemgang af de hyppigst anvendte aktiv stoffer i 2004 (Miljøstyrelsen, 2005a).

**Herbicider:** Glyphosatmidlerne tegnede sig for 47 % af herbicidsalget, prosulfocarb tegnede sig for 24 %. Det eneste hormonmiddel, der stadig er tilladt (MCPA), udgjorde 3 % af herbicidsalget. Den resterende del af herbicidsalget (26 %) fordelte sig på 41 forskellige aktiv stoffer.

**Fungicider:** Mancozeb tegnede sig for 50 % af forbruget til behandling af afgrøder. De øvrige mest solgte stoffer er pyraclostrobin, fenpropidin, fenpropimorph og tebuconazol. Disse udgjorde henholdsvis 7, 15, 15 og 4 % af fungicidforbruget. Den resterende del af fungicidforbruget fordelte sig på 13 forskellige stoffer.

**Insekticider:** Dimethoat tegnede sig for 42 % af det samlede forbrug til behandling af afgrøder, mens tau-fluvalinat androg 27 %. Øvrige 6 stoffer udgjorde 31 % af de solgte mængder aktivstoffer.

**Vækstregulering:** Chlormequat-chlorid var fortsat i 2004 det altdominerende vækstregulerende middel, det tegnede sig for 85 % 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

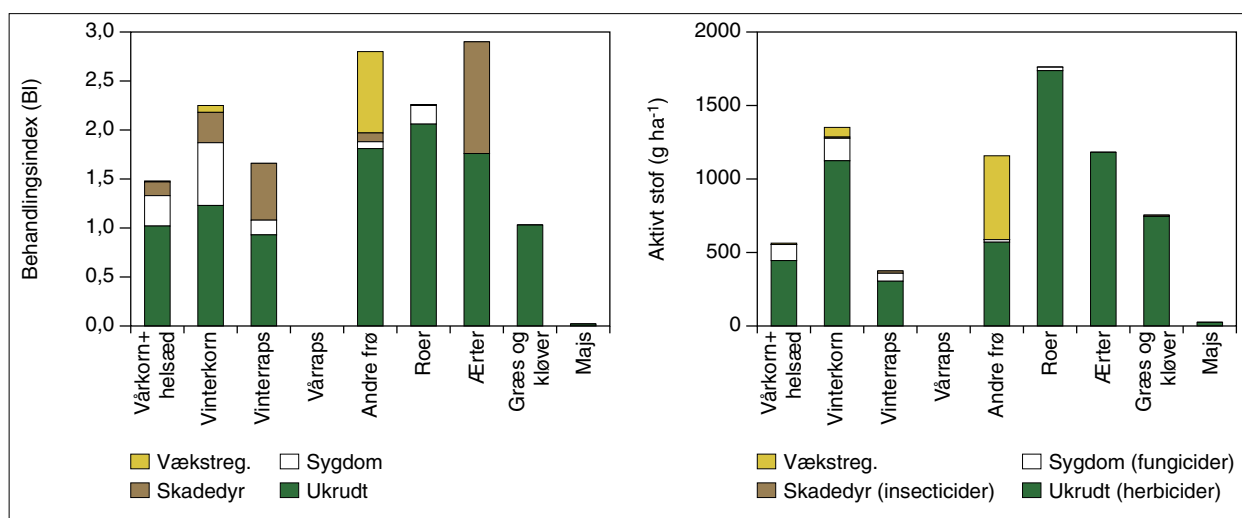
ovenfor beskrevne behandlingshyppighed. Såvel behandlingshyppigheden som behandlingsindekset opgøres for det konventionelt dyrkede omdriftsareal.

Gennemsnitlig mængde aktiv stof  $0,87 \text{ kg ha}^{-1}$  og BI 1,36

Herbicerne udgør langt den overvejende del af sprøjtningerne. Som gennemsnit for det dyrkede areal blev der i 2004 anvendt  $0,76 \text{ kg}$  aktiv stof per ha. Heraf udgør herbiciderne 83 % mens fungicider, insekticider og vækstreguleringsmidlerne udgør henholdsvis 11 %, 1 % 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 1,46. Heraf udgør herbiciderne 64 %, fungiciderne 20 % og insekticiderne 12 %; vækstreguleringsmidlerne udgør 4 %.

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

Det gennemsnitlige behandlingsindeks i oplandene (1,46) er lavere end behandlingshyppigheden på landsplan (2,18 i 2004). Dette skyldes formentlig, at andelen af afgrøder, der sprøjtes meget, fx kartofler, udgør en mindre andel i oplandene end på landsplan. Behandlingsindekset for de store afgrødegrupper i oplandene (vinterkorn 2,3 og vårkorn 1,5) er meget lig behandlingshyppigheden på landsplan (vinterkorn 2,4; vårkorn 1,7 i 2004). Vinterkorn, roer og ærter har langt det højeste behandlingsindeks (henholdsvis 2,3, 2,3 og 2,9). Græsafgrøder behandles så godt som aldrig, figur 12.3.



LA05 – Fig. 12.3

Figur 12.3 Behandlingsindeks og udspremt aktiv stof til forskellige afgrøder i Landovervågningen 2003/04 (LOOP 1-4 og 6).

### Aktivstoffer

I tabel 12.1 er angivet de 15 aktiv stoffer, der blev anvendt i største mængder i 2004 (en total liste over anvendte stoffer findes i bilag 8). Blandt disse stoffer er der fem – bentazon, terbuthylazin, methamiton, MCPA og glyphosat, som også var blandt de hyppigst fundne aktiv stoffer i grundvandet i 2003 (se også kapitel 13).

Tabel 12.1 Opgørelse af de 15 aktiv stoffer som anvendes i størst mængde i fem landovervågningsoplande i 2004. Stofmængden er givet som et gennemsnit for hele oplandsarealet. Arealet behandlet med det enkelte stof er angivet i %.

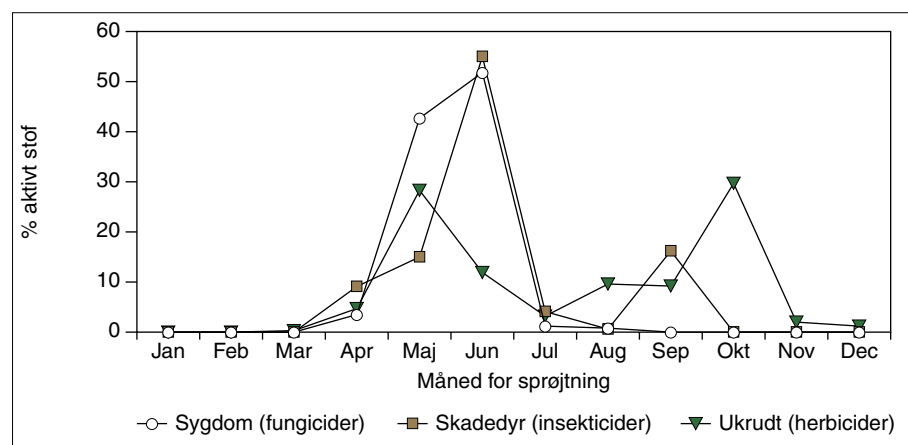
Aktiv stof	g stof ha <sup>-1</sup> opland	behandlet areal i op- land %
Mancozeb	115	2,1
Glyphosat	88	9,8
Pendimethalin	87	15,3
Prosulfocarb	71	10,8
Chlormequat-chlorid	47	6,0
MCPA	45	10,4
Metamitron	41	4,1
Terbutylazin	37	6,0
Fenpropimorph	32	22,5
Bentazon	24	8,4
Azoxystrobin	23	38,5
Aclonifen	20	2,6
Pyridat	19	6,6
Glyphosat-trimesi	19	2,2
Phenmedipham	17	4,1

## 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 (50 % af aktiv stoffer) og oktober måned (22 % 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 Sprøjtetidspunkter for de enkelte behandlingsemner i Landovervågningen i 2003/04 (LOOP 1-4 og 6).



LA05 - Fig. 12.4

*[Tom side]*

# 13 Pesticider og nedbrydningsprodukter i det øvre grundvand

## 13.1 Fundprocenter af pesticider i grundvandsindtag

I 2004 blev der udtaget 164 vandprøver fra 46 grundvandsindtag. I 27 af disse indtag blev der fundet pesticider eller nedbrydningsprodukter, svarende til ca. 59 %. Grænseværdien var overskredet en eller flere gange i 3 indtag svarende til ca. 7 % (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.

Tabel 13.1 Fund af pesticider og nedbrydningsprodukter i grundvandsboringer i landovervågningsoplande i 2004.

Sandområde	Pesticid / nedbrydningsprodukt	Maksimal koncentration µg/l
6	desethylterbutylazin	< 0,1
2, 6	Desisopropylatrazin	< 0,1
2	TCA	< 0,1
2, 6	Desethyldeisopropylatrazin (DEIA)	< 0,1
2	Bentazon	< 0,1
2	4-nitrophenol	< 0,1
6	2,6-Dichlorbenzamid (BAM)	< 0,1
6	Desethylatrazin	< 0,1
3, 6	Atrazin	< 0,1
6	Glyphosat	< 0,1
6	Dinoseb	< 0,1
6	Simazin	< 0,1
6	Bentazon	0,37
Lerområde	Pesticid / nedbrydningsprodukt	Maksimal koncentration µg/l
1	4-CCP	< 0,1
1, 3	desethylterbutylazin	< 0,1
1	Mechlorprop	< 0,1
3	Desisopropylatrazin	0,26
3, 4	Desethyldeisopropylatrazin (DEIA)	0,19
1, 3, 4	4-nitrophenol	< 0,1
3,	2,6-Dichlorbenzamid (BAM)	< 0,1
3, 4	Desethylatrazin	< 0,1
3	Atrazin	< 0,1
3	isoproturon	< 0,1

I perioden 1998 til 2004 er der gennemført 972 analyser med fund af pesticider eller nedbrydningsprodukter i 301 analyser, hvoraf 63 overskred 0,1 µg/l. Vandprøverne er udtaget fra 75 indtag (placeret i det allerøverste grundvand 1,5-5 m 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 % .

## 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  $\geq 0,1\mu\text{g}/\text{l}$  (tabel 13.2).

I landovervågningsoplandene blev der i 2004 fundet pesticider i ca. 46% af de undersøgte filtre og grænseværdien var overskredet i ca. 8%. Gennem den samlede overvågningsperiode er der en eller flere gange fundet pesticider i ca. 58% de undersøgte filtre.

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, metamitron, 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, 2003 eller 2004 (Bilag 8). Af atrazin-lignende stoffer blev anvendt terbuthylazin på ca. 8 % af arealet. Tebutylazin indgik sammen med stofferne bentazon, methamitron, MCPA og glyphosat, blandt de 15 stoffer, som blev anvendt i størst mængde i oplandene (se også kapi-



tel 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. Af de 15 mest fundne stoffer i grundvandet er kun følgende stoffer godkendt per oktober 2005: AMPA, bentazon, glyphosat, metamitron, mechlorprop, MCPA og BAM. Stofferne metamitron og mechlorprop må endvidere kun anvendes i begrænset omfang.

*Tabel 13.2* De 15 hyppigst fundne stoffer i landovervågningen fra 1993-2002. Der er kun medtaget stoffer, som er analyseret i mere end 40 indtag. Stoffer er sorteret efter faldende fundhyppighed (GEUS, 2004).

	Analysér	Indtag	Indtag		Indtag	
	antal	med analyse	med fund	%	≥ 0,1µg/l	%
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

*[Tom side]*

# 14 Prøvetagningsstrategi for overvågning af pesticider i vandløb

## 14.1 Baggrund for projektet

DMU gennemførte i 2004 et prøvetagningsprojekt for pesticider i de 5 LOOP-vandløb. Projektets hovedformål var at sammenligne resultater fra forskellige prøvetagningsstrategier for derved at kunne pege på den bedst egnede prøvetagningsstrategi for pesticider i små landbrugsdominerede vandløb, det vil sige den strategi der giver den størst mulige sandsynlighed for fund/påvisning af pesticider. Projektets måledele blev henlagt til perioden april – juni, som dækker forårets sprøjtesæson, hvor mange af de moderne pesticider måles i de højeste koncentrationer. Der blev dels taget prøver under normale afstrømningsforhold. Disse prøver blev taget som tilfældige punktprøver. Endvidere blev der taget sugep prøver under nedbørshændelser, hvor nedbøren var 10 mm eller mere over 1 til 2 døgn.

## 14.2 Projektets prøvetagningsstrategi

Det var muligt at gennemføre prøvetagningen under nedbørshændelser ved at opsamle vandløbsvand hvert kvarter (15. minut) med to automatiske prøvetagere (ISCO-samlere, der startede når vandstanden steg med mere end 5-10 cm). Hvor meget vandstanden skulle stige præcis blev afgjort for hvert vandløb ved at undersøge tidligere nedbørshændelser med 10 mm nedbør eller mere over 1- 2 døgn. Det vil sige, at hver vandløbsstation var udstyret med to automatiske ISCO-samlere (nr. 3700 med 12 styk 950 ml glas flasker). De to samplere var forbundet med en mekanisk kontakt (flydeswitch) som kunne igangsætte sampling ved den foruddefineret stigning i vandstanden. De to automatiske prøvetagere blev programmeret til at tage prøver på følgende tidspunkter:

Når flydeswitchen igangsatte prøvetagerne blev der suget 950 ml op i flaske 1 i begge prøvetagere. Efter et kvarter blev der suget 950 ml op i flaske 2 i prøvetager 1. Således fortsatte prøvetagningen hvert kvarter til alle flasker i prøvetager 1 var fyldte. Præcis 3 timer efter flydeswitchen startede prøvetagningen gik prøvetager 2 i gang med at tage 950 ml prøver hvert kvarter startende med flaske nummer 2. Dog blev de to sidste flasker samlet med 60 minutters mellemrum for prøvetager 2. Det vil sige at prøvetagningen strakte sig over mere end 7 timer.

Prøvetagningsstrategien blev delt op i følgende de 3 elementer: 1. Bestemmelse af baggrundsniveau (tilfældige punktprøver), 2. Kvantitativ bestemmelse af pesticider under nedbørshændelser (sugeprøver) og 3. Beskrivelse af pesticidpuls (delvandsprøver). Bilag 9 indeholder en detaljeret beskrivelse af prøvetagningsstrategien.

I projektet anvendtes den reducerede analysepakke for bekæmpelsesmidler som anvendes i det ny NOVANA program. Den reducerede pakke indeholder udelukkende herbicider eller nedbrydningsprodukter af disse. En liste over de stoffer som analyseres for er givet i tabel 14.1.

Tabel 14.1 Liste over pesticider i den reducerede pakke.

Pesticid	Analysepakke
Atrazin	1
Desethylatrazin	1
Desethylterbuthylazin	1
Desisopropylatrazin	1
2,6-dichlorbenzamid (BAM)	1
Diuron	1
DNOC	1
Hydroxyatrazin	1
Hydroxysimazin	1
Isoproturon	1
MCPA	1
Mechlorprop	1
4-nitrophenol	1
Simazin	1
Terbuthylazin	1
Aminomethylphosphonsyre (AMPA)	2
Glyphosat	2
Trichloredikesyre (TCA)	3
Desethylisopropylatrazin	4

De 4 pakker blev opbevaret og konserveret på følgende måde. Pakke 1 blev konserveret straks efter modtagelsen på laboratoriet ved at ekstrahere den på SPE-kolonne og opbevare kolonnen i fryser. Pakke 2 blev konserveret på laboratoriet ved tilsætning af syre. Pakke 3 blev konserveret på laboratoriet ved tilsætning af ammoniumchlorid. Pakke 4 blev konserveret straks efter modtagelsen på laboratoriet ved at ekstrahere den på SPE-kolonne og opbevare kolonnen i fryser. Alle pesticider blev analyseret med en detektionsgrænse på 0,01 µg l<sup>-1</sup>.

### 14.3 Resultater fra målerunden

For at kunne bedømme antallet af fundne pesticider og deres koncentrationer har vi opgjort hvilke aktive pesticider som er blevet anvendt i de 5 LOOP oplande og i hvilke mængder (tabel 14.2). Opgørelsen er vist i tabel 14.2 og viser, at det udelukkende er pesticiderne glyphosat, MCPA og terbuthylazin som er anvendt i en periode på to år før selve prøvetagningen. De 3 pesticider er anvendt i meget forskellige mængder i de 5 oplande og ligeledes forskelligt fra år til år. Det forventes at disse 3 pesticider og deres nedbrydningsprodukter vil kunne spores i de forskellige prøver som blev indsamlet under projektet.

*Glyphosat, MCPA og terbuthylazin anvendt i oplandene*

Tabel 14.2 Forbrug af aktive pesticider i de 5 LOOP oplande for to år før måleperioden april til juni, 2004.

LOOP opland	Pesticid (aktiv)	Perioden 1/8 2002 – 31/7 2003		Perioden 1/8 2003 – 31/7 2004	
		g	g/ha	g	g/ha
Højvadsrende	Glyphosat	137407	142	84696	93,8
	MCPA	331363	342	372018	412
	Terbuthylazin	7463	7,7	0	0
Odderbæk	Glyphosat	99384	59,6	10068	6,1
	MCPA	4761	2,9	60564	36,5
	Terbuthylazin	102806	61,6	82196	49,5
Horndrup Bæk	Glyphosat	30552	40,4	5978	8,4
	MCPA	2655	3,5	68488	96,1
	Terbuthylazin	6725	8,9	5660	7,9
Lillebæk	Glyphosat	217875	238	116978	132
	MCPA	112775	123	174252	197
	Terbuthylazin	6306	6,9	6653	7,5
Bolbro Bæk	Glyphosat	201842	135	51573	34,6
	MCPA	3074	2,1	2849	1,9
	Terbuthylazin	75512	50,6	50519	33,9

Herbicider udgør 83 % af sprøjtningen med pesticider i LOOP-oplandene (se kapitel 12). I forårets sprøjtesæson (maj-juni) anvendes 50 % det totale forbrug af bekæmpelsesmidler for året (målt som aktivt stof) og herbicider udsprøjtes især i maj måned.

### Punktprøver

*I alt 10 forskellige pesticider blev fundet i punktprøverne*

Der blev taget 14 tilfældige punktprøver fordelt på de 5 vandløb (kun 2 prøver i Højvadsrenden), og der blev fundet 10 pesticider (tabel 14.3). De 3 aktive pesticider som i følge tabel 14.2 er blevet anvendt i de to seneste år genfindes i punktprøverne. I 8 af punktprøverne var der glyphosat, og samtidig blev der i disse prøver fundet 7 med AMPA, glyphosats nedbrydningsprodukt. MCPA og terbuthylazin blev begge fundet, men kun i 4 punktprøver. Nedbrydningsprodukterne BAM og TCA blev målt i 5 tilfælde og 4-nitrophenol 4 gange. Aktivstofferne diuron, simazin og mechlorprop er ikke blevet oplyst anvendt men blev fundet i punktprøverne henholdsvis 1, 1 og 3 gange.

De målte koncentrationer af de fundne pesticider er generelt 2 til 6 gange detektionsgrænsen. Glyphosat er dog målt med en maksimum koncentration som er 27 gange detektionsgrænsen.

Table 14.3 Antal fund af pesticider i punktprøver fra 5 vandløbsstationer samt gennemsnitlige og maksimale målte koncentrationer

Pesticid	Antal fund	Gnms konc.	Maks. konc
AMPA	7	0,044	0,057
2,6-dichlorbenzamid (BAM)	5	0,018	0,025
Diuron	1	0,035	0,035
Glyphosat	8	0,068	0,270
MCPA	4	0,027	0,056
Mechlorprop	3	0,029	0,038
4-nitrophenol	4	0,038	0,052
Simazin	1	0,038	0,038
TCA	5	0,031	0,053
Terbutylazin	4	0,023	0,057

Geografisk var der tydelig forskel i forekomst af pesticiderne i punktprøverne. På de sandede jorde i Oddebæk blev der først fundet pesticider i den sidste prøve fra 10. juni, og da med BAM og MCPA. I Bolbrobæk var der kun mechlorprop tilstede, men til gengæld forekom det i alle 3 prøver. På de lerede jorde blev der i Hornstrup bæk fundet 4-6, i Oddebæk 5-6 og i Højvadsrenden 4-5 herbicider.

### Sugeprøver

Der var 7 puljede sugeprøver i forbindelse med nedbørshændelserne fordelt på 3 stationer, Oddebæk, Hornstrup bæk og Højvadsrende. I tabel 14.4 er vist koncentrationen af de i alt 14 fundne herbicider i de puljede sugeprøver. Samlet blev der i Oddebæk fundet 6, i Hornstrup bæk 9-10, og i Højvadsrende på Lolland 10-11 herbicider. Man finder altså betydeligt flere pesticider i de puljede sugeprøver end i punktprøverne.

Af de 3 anvendte aktivstoffer, blev glyphosat og terbuthylazin fundet i alle puljede prøver og MCPA blev kun fundet i 3 prøver, alle i Højvadsrenden, hvor MCPA blev anvendt i store mængder. De tilladte aktivstoffer diuron, mechlorprop og simazin blev ligeledes fundet i enkelte puljede sugeprøver, selvom de ikke indgik i forbrugsstatistikken for de to seneste år. De forbudte aktivstoffer DNOC og isoproturon blev målt i henholdsvis 6 og 3 puljede sugeprøver. Isoproturon blev forbudt 1999 og DNOC i 1997.

Resten af de målte pesticider er alle nedbrydningsprodukter af nuværende og tidligere anvendte aktivstoffer.

*I sugeprøverne blev der fundet 14 forskellige pesticider*

*Antallet af fundne pesticider fordobles i sugeprøver i forhold til punktprøver*

Sammenligning af de to prøvetagningsstrategier viser en tydelig forskel. Fra de sandede jorde i Oddebæk blev der kun fundet 2 pesticider i en punktprøve, hvorimod der i begge de puljede sugeprøver blev fundet 6 pesticider. For de 2 andre stationer på lerede jorde fordobledes antallet af fund i de puljede sugeprøver i forhold til punktprøverne.

Tabel 14.4 Herbicidkoncentration i puljede prøver fra 3 vandløbsstationer i 2004.

Station:	Odderbæk		Horndrup bæk			Højvadsrende	
Dato:	5 maj	20 april	19 april	6 maj	25 juni	23 april	24 juni
Prøve	Puljet	Puljet	Puljet	Puljet	Puljet	Puljet	Puljet
AMPA	0,095	0,029	0,068	0,081	0,21	0,049	0,07
Atrazin							
Desethylatrazin							
Desethylterbutylatrazin			0,017	0,083			
Desisopropylatrazin			0,097		0,12	0,028	0,027
Desisopropylatrazin							
2,6-dichlorbenzamid (BAM)							0,015
Diuron			0,046	0,12	1,6	7	0,096
DNOC	0,027	0,072	0,11	0,076		0,038	0,01
Glyphosat	0,052	0,069	0,6	0,25	0,086	2,3	0,4
Hydroxyatrazin							
Hydroxysimazin							
Isoproturon			0,011		0,012	0,35	
MCPA					0,59	4,4	7,7
Mechlorprop							0,14
4-nitrophenol	0,17	0,2	0,21	0,1		0,043	0,022
Simazin				0,021	0,033		
TCA	0,019	0,021	0,048	0,037	0,018	0,028	0,18
Terbutylazin	0,054	0,023	0,2	0,48	0,33	0,33	0,066

I tabel 14.5 er der udregnet gennemsnittet af koncentrationerne for 4 herbicider, der både forekommer i punktprøver og puljede sugeprøver. Koncentrationen i de puljede sugeprøver var typisk 20-30 gange højere end i stikprøverne for glyphosat og terbutylazin. For MCPA var koncentrationen flere hundrede gange højere i den puljede sugeprøve end i stikprøven. For det forbudte pesticid TCA var stigningen kun ca. det dobbelte, hvilket tyder på, at resterne i jorden langsomt bliver opløst i vandfasen og udvaskes. Det skal bemærkes, at der kun indgår meget få prøver i gennemsnitsberegningen.

Tabel 14.5 Gennemsnitskoncentrationer i enkelt- og puljede sugeprøver for 4 herbicider

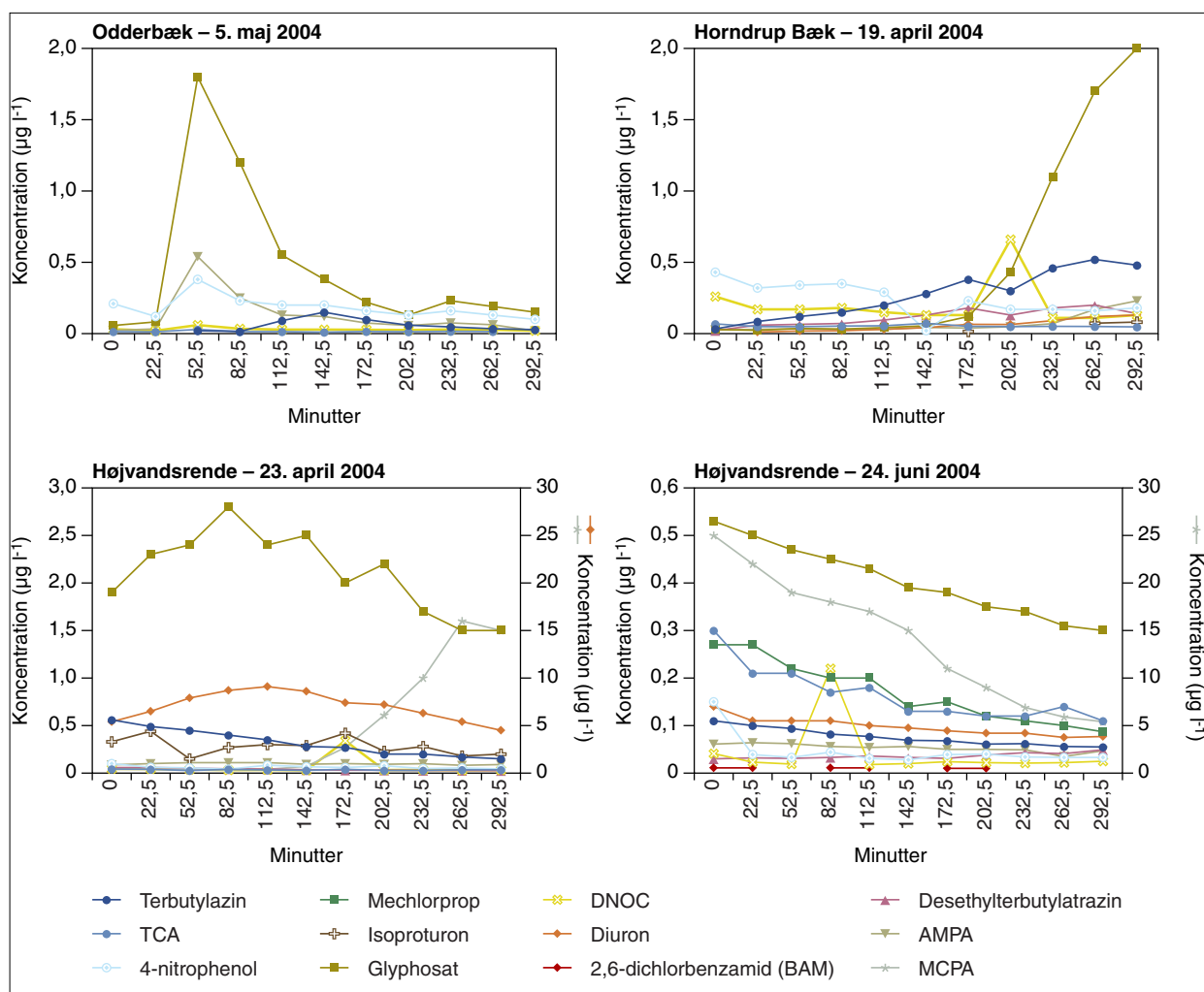
Station	Horndrup bæk	Højvadsrenden	Horndrup bæk	Højvadsrenden	Horndrup bæk	Højvadsrenden	Højvadsrenden
Stof	Glyphosat		TCA		Terbutylazin		MCPA
Punkt	0,014	0,039	0,014	0,044	0,013	0,01	0,017
Puljet	0,31	1,15	0,034	0,064	0,334	0,198	6,05
Øget	22	29	2,5	1,5	26	20	356

## Koncentrationen af pesticider gennem en nedbørshændelse

Ud af de 7 prøvetagninger under nedbørshændelser blev der udvalgt 4 til analyse af delvandprøver til beskrivelse af pesticidpulsen i vandkøbet.

I den puljede sugeprøve fra 5. maj for Odderbæk (figur 14.1) blev der foretaget analyse af hver enkelt af de 12 delprøver. I delprøverne blev der fundet de samme 6 herbicider som i den samlede prøve. Glyphosat, AMPA og 4-nitrophenol nåede deres maksimale koncentration efter 3 timer og terbutylazin efter 6 timer; derimod var koncentrationen af DNOC og TCA så godt som den samme over 12 timer.

I Horndrup Bæk blev hændelsen fra 19. april analyseret i delvandprøver. I alt blev 9 pesticider fundet og kurveforløbet afviger fra Odderbækken ved at glyphosat først topper sent i måleperioden. Det samme ses for diuron og terbuthylazin. Isoproturon og desethylterbutyltrazin har en svag stigning frem til omtrent 5. time. Igen ser man et konstant koncentrationsforløb for TCA og DNOC på nær en enkelt prøve. Pesticidet 4-nitrophenol har den højeste koncentration i starten og aftager jævnt efterfølgende over prøvetagningsperioden.



LA05 – Fig. 14.1

Figur 14.1 Koncentrationsforløbet af de målte pesticider over 12 timer i de fire udvalgte nedbørshændelser.



I Højvadsrenden blev delvandprøverne fra den 23. april og den 24. juni analyseret (figur 14.1). I figur 14.1 er der en markant stigning af MCPA efter omtrent 4 timer og af diuron og glyphosat efter omtrent 2 timer. Konstante koncentrationer over prøvetagningsperioden ses for AMPA, DNOC, isoproturon, 4-nitrophenol og TCA. For desethylterthylatrazin er der et jævnt fald over perioden i modsætning til enkeltprøverne fra Horndrup Bæk, hvor man kunne se jævnt stigende koncentrationer indtil 5. time.

Hændelsen fra Højvadsrenden er vist i figur 14.1 og dækker over at de to samplere er kommet for sent i gang. Man opdagede fra amtets side, at samplerne ikke var gået i gang og satte derefter dem i gang manuelt. Derfor viser grafen aftagende koncentrationer og man må formode, at der har været et kurve forløb som i figur 14.1. Figur 14.1 kan altså sige noget om hvordan koncentrationen af pesticiderne klinger af efter de 7 timer. Vi har ikke vist koncentrationen af MCPA i figur 14.1, fordi den er væsentlig højere end de andre koncentration, men koncentrationen af MCPA falder fra 25 til omtrent  $5 \mu\text{g l}^{-1}$  i perioden.

På trods af forskelle i jordbundsforhold, målestartstidspunkter samt i forløbet af regnvejrshændelsen tegner der sig et billede af at glyphosat, MCPA og diuron optræder som toppe i vandløbet gennem en regnvejrshændelse.

En puljet prøve dækker over koncentrationsgennemsnittet over 7 timer og skjuler den maksimale koncentration. Jo mere markant en top er des større forskel vil der være mellem den maksimale koncentration og den puljede prøves. I Højvadsrenden er den maksimale koncentration for april prøvetagningen øget med 3 til 4 gange for MCPA og for juni prøvetagningen er den for 4-nitrophenol på omtrent 7 gange. Generelt er de maksimale koncentrationer dobbelt så store som i de puljede. For Horndrup Bæk er den maksimale DNOC koncentration 6 gange højere end for den puljede og generelt er den maksimale koncentration omtrent 3 gange højere end den puljede. For Oddebæk er den maksimale koncentration af glyphosat 35 gange højere end for den puljede prøve.

## 14.4 Konklusion

*Koncentrationer i puljede  
sugeprøver er 20-25 højere  
end i punktprøver*

Projektets prøvetagninger har vist, at med puljede prøver i forbindelse med nedbørshændelser for mindre vandløb kan der findes dobbelt så mange pesticider som for tilfældige punktprøver, ofte er koncentrationen ca. 20-25 gange højere i de puljede prøver end i punktprøverne (tabel 14.3, 14.5 og 14.6). Under nedbørshændelsen kan koncentrationen af nogle pesticider desuden være betydeligt højere i et kort tidsrum i begyndelsen af hændelsen, men nogle pesticider kan også opnå deres maksimum koncentration senere i hændelsen, blandt andet fordi transportvej og nedbrydningsforhold kan være forskellig fra opland til opland. Det har analyserne af enkeltprøverne under nedbørshændelserne vist (figur 14.1).

Table 14.6 Antal fund af pesticider i 7 puljet sugeprøver fra 5 vandløbsstationer samt gennemsnitlige og maksimale målte koncentrationer

Pesticid	Antal fund	Gnms konc.	Maks. konc
AMPA	7	0,086	0,210
Desethylterbutylazin	2	0,050	0,083
Desisopropylatrazin	4	0,068	0,120
2,6-dichlorbenzamid (BAM)	1	0,015	0,015
Diuron	5	1,772	7,000
DNOC	6	0,056	0,110
Glyphosat	7	0,537	2,300
Isoproturon	3	0,124	0,350
MCPA	3	4,230	7,700
Mechlorprop	1	0,140	0,140
4-nitrophenol	6	0,124	0,210
Simazin	2	0,027	0,033
TCA	7	0,050	0,180
Terbutylazin	7	0,212	0,480

*Enkeltprøver under nedbørshændelser har koncentrationer som er 50-100 gange større end punktprøver*

Vi kan derfor forvente, at vandløbene under nedbørshændelser flere gange om året udsættes for koncentrationer, der kan være mindst 50-100 gange højere end hidtil målt ved punktprøvetagning i overvågningsprogrammet. Screening hvor hensigten er at finde flest mulige stoffer bør derfor foretages på prøver der tages i forbindelse med nedbør, da det er under disse forhold de fleste bekæmpelsesmidler udvaskes til små vandløb.

Med en udvikling mod mere og mere effektive aktivstoffer, hvor doserne bliver meget lave, kræver det bedre kemiske analyser med væsentlig lavere detektionsgrænser at kvantificere forekomsten af pesticider i vandløb. En målrettet prøvetagning under nedbørshændelser kan desuden være et middel til at kvantificere de maksimale koncentrationer, som er væsentlige for vandløbenes dyre- og planteliv.

*Pesticider bør måles ved puljede prøvetagninger under nedbørshændelser*

Så derfor bør monitoring af pesticider i små vandløb foregå ved puljede prøvetagninger med automatiske prøvetagere under nedbørshændelser i sprøjtesæsonen og umiddelbart efter. Punktprøver fordelt ud over året vil ikke fange alle pesticider og heller ikke fange de høje koncentrationer som optræder under de store afstrømningshændelser. I de tilfælde hvor det er vigtigt at kende maksimale koncentrationer er det fornuftigt at analysere mere intensivt.

# 15 Uorganiske sporstoffer og organiske mikroforureninger i det øvre grundvand

## 15.1 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).

I 2004 er der ikke foretaget analyser for uorganiske sporstoffer i landovervågningsprogrammets grundvandsdel. Tabel 15.1 viser gennemsnitskoncentrationer for de undersøgte 10 stoffer for perioden 1998-2003. Et enkelt indtag fra Sønderjyllands Amt er udeladt fra det samlede datasæt på grund af stærkt afvigende stofindhold (GEUS, 2004).

Tabel 15.1 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 15.2 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 15.1 er der store forskelle landovervågningsoplandene imellem. For aluminium, bly, nikkel og zink er der en del overskridelser af grænseværdierne for drikkevand (tabel 15.2). Samlet leder resultaterne til den antagelse, at uorganiske sporstoffer i større mængder kan udvaskes fra rodzonen. I forhold til grundvandsovervågningen og boringskontroldata 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.

## 15.2 Fund af organiske mikroforureninger i det øvre grundvand

### Resultater

I landovervågningsoplandene er der i perioden 1995-2004 gennemført analyser for organiske mikroforureninger i 519 vandprøver repræsenterende 61 forskellige indtag (tabel 15.3 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, 2005).

Table 15.3 Analyse for organiske mikroforureninger udført pr. år i landovervågningen i perioden 1995-2004. Tallene i parentes angiver de fundprocenter, der fremkommer, hvis anioniske detergenter udelades af opgørelsen) (GEUS, 2005).

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)
2004	15	5	0	0	0
1995-2004	519	61	35	57	(56)

Table 15.4 Oversigt over analyseresultaterne for de organiske mikroforureninger i landovervågningen fordelt på grupper dækkende perioden 1995-2004 (GEUS, 2005).

	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 drikkevand (GEUS, 2005).

## Referencer

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

Børgesen, C.D. og Grant, R. (2003): Vandmiljøplan II – modelberegning af kvælstofudvaskning på landsplan, 1984-2002. Baggrundsnotat til Vandmiljøplan II – slutevaluering. Danmarks Miljøundersøgelser og Danmarks JordbrugsForskning. [www.dmu.dk-publikation-ovrigepublikationer](http://www.dmu.dk-publikation-ovrigepublikationer).

Bøgestrand J. (red.) (2005): Vandområder – Vandløb og kilder 2003. NOVA 2003. Danmarks Miljøundersøgelser. Faglig rapport fra DMU nr. x

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

Cappelen, J. og Jørgensen, B.V. (2005): The Climate of Denmark 2004. Danish meteorological Institute, Ministry of Transport. Technical Report 05-01.

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

Danmarks Statistik (2004): Statistiske efterretninger. Landbrug 2005:16. Husdyrtætheden i landbruget 2004.

Danmarks Statistik. Landbrugsstatistikken 1989 -2004.

Fyns Amt (2005): NOVANA - Landovervågning 2004, 50 pp + bilag.

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

GEUS. (2005): Grundvandsovervågning 2005. Danmarks og Grønlands Geologiske Undersøgelse.

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

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

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

Heidmann, T. & Søgaard, 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.*

*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 (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 (2005): Landovervågning 2004, Oddebæk, 38 pp.*
- Olesen, J.E. og Heidmann,T. (1990): EVACROP. Et program til beregning af aktuel fordampning og afstrømning fra rodzonen. Statens Planteavlfsforsøg.*
- 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. [www.dmu.dk](http://www.dmu.dk) – publikationer – øvrige publikationer*

*Storstrøms Amt (2005): NOVANA 2004 – Landovervågning 2004, 31 pp + bilag.*

*Sønderjyllands Amt (2005): Overvågning af Vandmiljø og Natur 2004, Landovervågning, 34 pp. + bilag.*

*Vejle Amt (2005): Vandmiljøovervågning – Landovervågning 2004, Horndrup Bæk (LOOP 3). 35 pp + bilag.*

*Vestsjællands Amt (2005): Landovervågning 2004, LOOP 7. 7 pp.*

*Vinther, F.P. (2004): SIMDEN – en simpel model til beregning denitrifikation af N<sub>2</sub>O emission. [www.agrsci.dk](http://www.agrsci.dk)*

## Bilag 1.1 Markbalance for kvælstof i 1000 tons fra 1985 til 2004

	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003*	2004
Handelsgødning	392	376	375	361	371	394	389	365	328	321	311	286	283	278	257	246	229	206	196	202
Husdyrgødning	263	261	251	248	247	244	246	245	248	238	231	233	231	233	229	232	235	237	232	232
Slam og affald	4	4	4	4	5	5	6	7	10	9	9	9	8	7	7	9	11	11	11	11
N-fiksering	44	43	43	44	45	45	39	41	44	42	40	43	48	46	42	40	37	41	35	34
Deposition	48	48	48	47	53	53	53	52	49	46	44	41	40	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	514	519
<b>Fraført</b>																				
Høstet	331	325	297	330	345	366	342	277	322	303	318	306	319	320	299	304	296	289	284	267
Balance (tilført - fraført)	420	407	425	375	376	375	391	433	357	353	317	305	291	285	276	263	255	246	230	252
Udskilt N	310	309	299	296	294	288	288	289	289	279	269	271	270	274	266	270	273	276	275	275
Udbinding	34	33	32	32	32	32	34	33	34	33	33	34	33	32	32	33	34	33	31	31
NH <sub>3</sub> -fordampning	47	48	48	48	47	44	42	44	41	41	38	38	39	41	37	38	39	39	43	43
Husdyrg. lager	229	228	219	216	215	212	212	212	214	205	198	199	198	201	197	199	204	204	201	201
Dyrket areal (1000ha)	2834	2819	2800	2787	2774	2788	2770	2756	2739	2691	2726	2716	2688	2672	2644	2647	2676	2666	2658	2645

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 2002-2004 er foreløbige tal udarbejdet af DMU. \* Mængderne af husdyrgødning for 2004 er endnu ikke opgjort, derfor er tallet for 2003 anvendt.

## Bilag 1.2 Markbalance for kvælstof i kg N/ha fra 1985 til 2004

	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
<b>Tilført</b>																				
Handelsgødning <sup>1</sup>	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	76,3
Husdyrgødning	92,8	92,6	89,6	89,0	89,0	87,5	88,8	88,9	90,6	88,4	84,7	85,8	85,9	87,2	86,6	87,6	87,8	88,9	87,3	87,7
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	4,2
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	12,9
Deposition	19	19	19	19	19	19	19	19	18	17	16	15	15	15	15	15	15	15	15,0	15,1
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	193,3	196,2
<b>Fraført</b>																				
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	108,4	106,8	100,9
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	92,4	86,5	95,3

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 2002-2004 er foreløbige tal udarbejdet af DMU. \* Mængderne af husdyrgødning for 2004 er endnu ikke opgjort, derfor er tallet for 2003 anvendt.

## Bilag 1.3 Markbalance for fosfor i 1000 tons P for hele landet fra 1985 til 2004

	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
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	15,3	14,3	13,6	14,5
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	52,1	52,1
Slam og industriaf-fald	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	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	77,3	71,8	71,2	72,1
Fraført																				
Høstet	54,0	53,5	48,3	53,8	56,8	60,8	57,0	44,5	51,9	48,8	52,3	51,0	53,4	53,5	51,0	52,3	51,4	47,9	46,8	46,1
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	25,9	23,9	24,4	26,0
Dyrket areal (1000ha)	2834	2819	2800	2787	2774	2788	2770	2756	2739	2691	2726	2716	2688	2672	2644	2647	2676	2666	2658	2645

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

Balancerne indeholder ikke konserveringssvind, der føres tilbage til markerne. Værdier for 2002-2004 er foreløbige tal udarbejdet af DMU.

\* Mængderne af husdyrgødning for 2004 er endnu ikke opgjort, derfor er tallet for 2003 anvendt.

## Bilag 1.4 Markbalance for fosfor i kg P/ha for hele landet fra 1985 til 2004

	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
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	5,4	5,1	5,5
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	19,7
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	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	27,0	26,8	27,3
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	17,4
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	9,0	9,2	9,9
Dyrket areal (1000ha)	2847	2830	2814	2800	2786	2798	2776	2760	2750	2706	2744	2714	2688	2672	2644	2647	2676	2666	2658	2645

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

Balancerne indeholder ikke konserveringssvind, der føres tilbage til markerne. Værdier for 2002-2004 er foreløbige tal udarbejdet af DMU.

\* Mængderne af husdyrgødning for 2004 er endnu ikke opgjort, derfor er tallet for 2003 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	2004
Handelsgødning (kg N ha <sup>-1</sup> )	142	121	113	103	104	101	92	88	84	77	81	76
Husdyrgødning (kg N ha <sup>-1</sup> )	82	100	101	92	85	83	97	96	99	95	92	94
Udbinding (kg N ha <sup>-1</sup> )	11	22	21	25	23	18	15	12	12	12	11	8
Effektiv N i husdyrgødning (kg N ha <sup>-1</sup> )	28	44	43	38	38	38	43	42	44	43	43	45
Effektiv N i husdyrg. og udbind.							50	48	50	49	50	50
Total tildelt (kg N ha <sup>-1</sup> )	235	243	235	220	212	202	204	196	195	184	184	178
Effektiv tildelt, i alt (kg N ha <sup>-1</sup> )	170	165	156	141	142	139	135	136	134	126	131	126
Afgrødernes norm (kg N ha <sup>-1</sup> )	171	167	170	150	160	165	160	155	152	146	166	145
Nyttevirkning af udbragt husdyrg. (%)	34	44	42	41	44	46	44	44	44	45	48	49

LOOP 1-7

	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Handelsgødning (kg N ha <sup>-1</sup> )	107	101	98	96	84	90	84
Husdyrgødning (kg N ha <sup>-1</sup> )	72	85	85	90	84	81	81
Udbinding (kg N ha <sup>-1</sup> )	15	12	10	10	10	9	7
Effektiv N i husdyrgødning (kg N ha <sup>-1</sup> )	33	38	37	40	37	37	39
Effektiv N i husdyrg. og udbind.		44	42	45	42	43	43
Total tildelt (kg N ha <sup>-1</sup> )	194	198	193	196	178	180	172
Effektiv tildelt, i alt (kg N ha <sup>-1</sup> )	140	139	140	141	126	133	127
Afgrødernes norm (kg N ha <sup>-1</sup> )	166	159	154	156	145	164	145
Nyttevirkning af udbragt husdyrg. (%)	46	45	44	44	44	48	49

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

Kvælstofbalancer i landovervågningsoplandene i 2004 (5 oplande). Kg N ha<sup>-1</sup>

	Husdyrtæthed				Bedrifter			
	0 DE ha <sup>-1</sup>	0-1 DE ha <sup>-1</sup>	1-1,7 DE ha <sup>-1</sup>	>1.7 DE ha <sup>-1</sup>	Plante- brug	Blandede brug	Kvæg- brug	Svine- brug
Areal (ha)	1854	1001	1783	881	1917	314	2088	1200
Antal brug	60	20	17	14	64	8	27	12
Dyreenheder	0	764	2349	2089	7	400	2930	1866
Handelsgødning (kg N ha <sup>-1</sup> )	100	52	52	62	100	71	52	53
Husdyrgødning (kg N ha <sup>-1</sup> )	31	95	116	126	32	94	120	107
Udbinding (kg N ha <sup>-1</sup> )	0	13	7	17	0	8	18	0
N-fixering	8	19	13	17	8	12	24	2
Deposition	15	15	15	15	15	15	15	15
Tilført	154	194	203	237	155	200	229	177
Høstet (kg N ha <sup>-1</sup> )	106	125	121	150	106	121	150	97
Tilført-høstet	48	69	82	87	49	79	79	80

Fosforbalancer i landovervågningsoplandene i 2004 (5 oplande). Kg P ha<sup>-1</sup>.

	Husdyrtæthed				Bedrifter			
	0 DE ha <sup>-1</sup>	0-1 DE ha <sup>-1</sup>	1-1,7 DE ha <sup>-1</sup>	>1.7 DE ha <sup>-1</sup>	Plante- brug	Blandede brug	Kvæg- brug	Svine- brug
Areal (ha)	1854	1001	1783	881	1917	314	2088	1200
Antal brug	60	20	17	14	64	8	27	12
Dyreenheder	0	764	2349	2089	7	400	2930	1866
Handelsgødning (kg P ha <sup>-1</sup> )	8,3	3,6	2,2	3,1	8,2	4,4	3,8	0,5
Husdyrgødning (kg P ha <sup>-1</sup> )	7,3	19,8	25,7	26,0	7,7	19,2	22,6	28,4
Udbinding (kg P ha <sup>-1</sup> )	0	1,5	0,9	2,3	0	1,0	2,3	0
Tilført	15,6	24,9	28,8	31,4	15,9	24,6	28,7	28,9
Høstet (kg P ha <sup>-1</sup> )	19,3	21,9	21,1	25,1	19,3	21,1	24,7	18,4
Tilført-høstet	-3,7	3,0	7,7	6,3	-3,4	3,5	4,0	10,5

## 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 2001-2004 er foreløbige opgørelser udført af DMU. Data for forbruget af handelsgødningen er hentet fra Landbrugsstatistikken 1985-2004 (*Danmarks Statistik, 1985-2004*) 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 0.500 tons P i 2004. 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, 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*).

Udbytteerne for hele landet er fra Danmarks Statistiks høsttælling. Heri er udbytteerne af grovfoderet overvurderet, hvorved der er indregnet et svind på 10 % for majs, græs og efterafgrøder og 15 % for udbytteerne fra vedvarende græsarealer (*Kyllingsbæk et al., 2000*) Normtal for afgrødernes kvælstofindhold er efter opgørelserne i Fodermiddeltabellerne 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 kornafgrøderne er derfor gradvis reduceret i takt med ny viden herfor.

Landbrugets kvælstofkvote på landsplan er for perioden 1985-1995 *Hansen (1990)* og for perioden 1994-2004 opgjort af *L. Knudsen (pers. medd., 2005)* 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 landovervågningsoplandene 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 *Laurson (1987)*, for perioden 1996-1997 normtal efter *Laurson (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 majs, 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 er opgjort som for hele landet

Kvælstoffixering 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.

Krav om grønne marker er ophørt fra 2004.

### **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, dog fra 2005/6 tæller græsudlæg udlagt i majs også med som 6% efterafgrøde. Dog må græsudlægget først nedpløjes 1. marts det følgende år.

De afgrøder der kan indgå i efterafgrødegrundarealet er vår- og vinterkorn, vår- og vinterraps, rybs, soja, sennep, ærter, hestebønne, solsikke, oliehør, 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 grønsager, græs udlagt om efteråret i renbestand og enårige frøafgrøder. Etårige 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.

Fra 2005 strammes kravet til efterafgrøder, således at ejendomme med mindre end 0,8 DE/ha stadig skal have efterafgrøder på 6% af efterafgrødegrundlaget, mens ejendomme med mere end 0,8DE/ha skal have 10% efterafgrødeareal. Fra 2009 skærpes kravet til efterafgrøder yderligere til henholdsvis 10 og 14% af efterafgrødegrundlaget.

### **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. fra 1. august 2003. 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 oplagrer husdyrgødning skal have en opbevaringskapacitet der er tilstrækkelig til at kravene til udnyttelse af husdyrgødningen og reglerne for udbringning af hus-

dyrgødning 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<sup>-1</sup> eller modtager mere end 25 tons husdyrgødning om året.

"Udnyttelsen af husdyrgødning" udtrykker den andel af husdyrgødningen som dækker bedriftens N-kvote, når handelsgødningsforbruget er trukket fra. 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

st	Jbnr	Aar	Brugs- type	DE/ha	Afgrøde	N-tilf C			P- tilf.			N-fjern	P-fjern	N_fix
						kg N ha-1			kg P ha-1			kg N ha-1	kg P ha-1	kg N ha-1
						han	hus	udb	han	hus	udb			
102	7	1990		0,0	Fabriksroer	120	0	0	38	0	0	104	15	2
102	7	1991	Plante	0,0	Vårbyg, foderkorn	123	0	0	15	0	0	108	21	2
102	7	1992	Plante	0,0	Vinterhvede, foderk	160	0	0	19	0	0	106	17	2
102	7	1993	Plante	0,0	Fabriksroer	101	0	0	25	0	0	104	15	2
102	7	1994	Plante	0,0	Vinterhvede, foderk	179	0	0	17	0	0	115	19	2
102	7	1995	Plante	0,0	Vinterhvede, foderk	172	0	0	20	0	0	140	23	2
102	7	1996	Plante	0,0	Fabriksroer	96	0	0	12	0	0	83	12	2
102	7	1997	Plante	0,0	Vårbyg, malt	90	0	0	0	0	0	128	23	2
102	7	1998	Plante	0,0	Vårbyg til malt	121	0	0	22	0	0	103	21	2
102	7	1999	Plante	0,0	Fabriksroer - top	107	0	0	28	0	0	86	16	2
102	7	2000	Plante	0,0	Vinterhvede (brød)	217	0	0	0	0	0	162	29	2
102	7	2001	Plante	0,0	Vårbyg	115	0	0	8	0	0	76	16	2
102	7	2002	Plante	0,0	Vårbyg til malt	117	0	0	22	0	0	85	17	2
102	7	2003	Plante	0,0	Vinterhvede	175	0	0	17	0	0	144	26	2
102	7	2004	Plante	0,0	Vinterhvede	184	0	0	17	0	0	157	28	2
103	6	1990	Plante	0,0	Vårbyg, foderkorn	176	0	0	13	0	0	106	20	2
103	6	1991	Plante	0,0	Vårbyg, foderkorn	118	0	0	12	0	0	104	20	2
103	6	1992	Plante	0,0	Vårbyg, foderkorn	110	0	0	14	0	0	72	14	2
103	6	1993	Plante	0,0	Vårbyg, foderkorn	95	0	0	0	0	0	115	22	2
103	6	1994	Plante	0,0	Fabriksært	0	0	0	12	0	0	175	20	234
103	6	1995	Plante	0,0	Vinterhvede, brød	191	0	0	19	0	0	183	30	2
103	6	1996	Plante	0,0	Fabriksroer	113	0	0	33	0	0	102	15	2
103	6	1997	Plante	0,0	Vårbyg, malt	99	0	0	0	0	0	110	21	2
103	6	1998	Plante	0,0	Vinterhvede (brød)	199	0	0	22	0	0	143	25	2
103	6	1999	Plante	0,0	Fabriksroer - top	123	0	0	28	0	0	118	21	2
103	6	2000	Plante	0,0	Vårbyg til malt	93	0	0	0	0	0	109	22	2
103	6	2001	Plante	0,0	Vinterhvede (brød)	195	0	0	42	0	0	152	28	2
103	6	2002	Plante	0,0	Fabriksroer - top	113	0	0	22	0	0	125	22	2
103	6	2003	Plante	0,0	Vårbyg	99	0	0	0	0	0	97	21	2
103	6	2004	Plante	0,0	Vinterhvede	196	0	0	18	0	0	151	27	2
104	5	1990	Svin	0,0	Vinterhvede, foderk	292	58	0	40	4	0	177	29	2
104	5	1991	Svin	0,1	Markært	0	0	0	0	0	0	206	23	266
104	5	1992	Svin	0,2	Vinterhvede, foderk	172	0	0	20	0	0	186	30	2
104	5	1993	Svin	0,2	Fabriksroer	130	0	0	39	0	0	130	19	2
104	5	1994	Svin	0,2	Vårbyg, foderkorn	103	0	0	13	0	0	125	23	2
104	5	1995	Svin	0,2	Vinterhvede, brød	187	0	0	18	0	0	191	31	2
104	5	1996	Plante	0,1	Fabriksroer	119	0	0	34	0	0	109	16	2
104	5	1997	Plante	0,0	Vårbyg, malt	93	0	0	12	0	0	155	28	2
104	5	1999	Plante	0,0	Fabriksroer - top	115	0	0	31	0	0	149	27	2
104	5	2000	Plante	0,0	Vårbyg til malt	132	0	0	0	0	0	134	27	2
104	5	2001	Plante	0,0	Vårbyg m. kløverudl	115	0	0	17	0	0	135	28	2
104	5	2002	Plante	0,0	Hvidkløver	0	0	0	0	0	0	18	2	200
104	5	2003	Plante	0,0	Engrapgræs e.kløver	103	0	0	0	0	0	58	16	2
104	5	2004	Plante	0,0	Engrapgræs plænegræs	138	0	0	0	0	0	34	4	2
105	6	1990	Plante	0,0	Fabriksroer	100	0	0	28	0	0	105	16	2
105	6	1991	Plante	0,0	Vinterhvede, foderk	208	0	0	0	0	0	165	27	2
105	6	1992	Plante	0,0	Vinterhvede, foderk	191	0	0	26	0	0	138	23	2
105	6	1993	Plante	0,0	Fabriksroer	105	0	0	36	0	0	124	19	2
105	6	1994	Plante	0,2	Vårbyg, foderkorn	86	0	0	0	0	0	107	19	2
105	6	1995	Plante	0,4	Vinterhvede, brød	178	0	0	14	0	0	195	32	2
105	6	1996	Plante	0,1	Fabriksroer	111	0	0	28	0	0	98	15	2
105	6	1997	Plante	0,0	Vårbyg, malt	82	0	0	0	0	0	126	24	2
105	6	1998	Plante	0,0	Vinterhvede	201	0	0	14	0	0	140	24	2
105	6	1999	Plante	0,0	Fabriksroer - top	100	0	0	26	0	0	114	21	2
105	6	2000	Plante	0,0	Vårbyg til malt	104	0	0	0	0	0	118	24	2
105	6	2001	Plante	0,0	Vinterhvede (brød)	185	0	0	12	0	0	146	27	2
105	6	2002	Plante	0,0	Fabriksroer - top	103	0	0	24	0	0	154	28	2

st	jbnr	Aar	Brugs- type	DE/ha	Afgroede	N-tilf C			P- tilf.			N-fjern	P-fjern	N_fix
						kg N ha-1			kg P ha-1			kg N ha-1	kg P ha-1	kg N ha-1
						han	hus	udb	han	hus	udb			
105	6	2003	Plante	0,0	Vårbyg til malt	103	0	0	0	0	0	111	23	2
105	6	2004	Plante	0,0	Vinterhvede (brød)	183	0	0	31	0	0	160	29	2
106	6	1990	Plante	3,6	Vinterhvede, foderk	203	0	0	19	0	0	226	37	2
106	6	1991	Plante	0,0	Vinterhvede, foderk	189	0	0	34	0	0	191	31	2
106	6	1992	Plante	0,0	Fabriksroer	127	0	0	46	0	0	86	13	2
106	6	1993	Plante	0,0	Vårbyg, foderkorn	95	0	0	0	0	0	115	22	2
106	6	1994	Plante	0,0	Vinterhvede, foderk	187	0	0	18	0	0	168	28	2
106	6	1995	Plante	0,0	Vårbyg, malt	107	0	0	0	0	0	124	24	2
106	6	1996	Plante	0,0	Vårbyg, malt	82	0	0	12	0	0	122	23	2
106	6	1997	Plante	0,0	Vinterhvede, brød	192	0	0	24	0	0	183	30	2
106	6	1998	Plante	0,0	Vårbyg	102	0	0	0	0	0	113	22	2
106	6	1999	Plante	0,0	Konserverært	0	0	0	0	0	0	263	31	256
106	6	2000	Plante	0,0	Vinterhvede (brød)	191	0	0	19	0	0	165	30	2
106	6	2001	Plante	0,0	Vinterhvede (brød)	182	0	0	19	0	0	157	29	2
106	6	2002	Plante	0,0	Vinterhvede	239	0	0	24	0	0	144	26	2
106	6	2003	Plante	0,0	Vinterhvede m.udlæg	223	0	0	18	0	0	155	28	2
106	6	2004	Plante	0,0	Rødsvingel. marktyp	120	0	0	13	0	0	32	4	2
107	7	1994	Plante	0,0	Vinterhvede, foderk	178	0	0	17	0	0	176	29	2
107	7	1995	Plante	0,0	Fabriksroer	126	0	0	29	0	0	93	14	2
107	7	1996	Plante	0,0	Vårbyg, malt	74	0	0	0	0	0	134	24	2
107	7	1997	Plante	0,0	Vinterhvede, brød	178	0	0	13	0	0	211	34	2
107	7	1998	Plante	0,0	Fabriksroer - top	115	0	0	35	0	0	90	16	2
107	7	1999	Plante	0,0	Vårbyg til malt	85	0	0	0	0	0	83	17	2
107	7	2001	Plante	0,0	Vårbyg	108	0	0	11	0	0	94	20	2
107	7	2002	Plante	0,0	Fabriksroer - top	117	0	0	29	0	0	130	23	2
107	7	2003	Plante	0,0	Vårbyg	78	0	0	0	0	0	99	20	2
107	7	2004	Plante	0,0	Purløg til frø. høst	178	0	0	3	0	0	0	0	0

st	Jbnr	Aar	Brugs- type	DE/ha	Afgrøde	N-tilf C			P- tilf.			N-fjern	P-fjern	N_fix
						kg N ha-1			kg P ha-1			kg N ha-1	kg P ha-1	kg N ha-1
						han	hus	udb	han	hus	udb			
201	4	1990	Kvæg	1,8	Foderroer	108	340	0	0	54	0	158	23	2
201	4	1991	Kvæg	2,0	Vårbyg + udlæg, fod	74	148	8	0	29	1	176	31	2
201	4	1992	Kvæg	1,9	Vårbyg, foderkorn	74	204	0	0	40	0	47	9	2
201	4	1993	Kvæg	1,9	Vårbyg + udlæg, fod	66	261	39	0	49	3	93	16	2
201	4	1994	Kvæg	2,2	Foderroer	24	462	0	0	76	0	134	20	2
201	4	1995	Kvæg	2,3	Vårbyg + udlæg, fod	88	303	16	0	51	1	135	23	2
201	4	1996	Kvæg	3,2	Majs	36	379	0	40	65	0	208	29	2
201	4	1997	Kvæg	1,6	Vårbyg, ærtehelsæd	0	0	0	9	0	0	83	11	57
201	4	1998	Kvæg	1,5	Vinterhvede	62	222	0	0	40	0	155	26	2
201	4	1999	Kvæg	1,8	Helsæd. vårbyg	86	331	0	0	54	0	237	36	4
201	4	2000	Kvæg	2,0	Havre	48	74	0	0	12	0	78	18	2
201	4	2001	Kvæg	1,9	Vinterhvede (brød)	82	381	0	0	61	0	112	21	2
201	4	2002	Kvæg	1,3	Vårbyg m. græsudlæ	31	107	0	0	22	0	71	14	2
201	4	2003	Kvæg	1,0	Silomajs	29	176	0	11	31	0	143	27	2
201	4	2004	Kvæg	1,0	Vårbyg m. græsudlæ	25	89	0	0	19	0	61	12	2
202	1	1990	Kvæg	1,8	Vårbyg + udlæg, fod	82	148	21	0	29	2	166	27	2
202	1	1991	Kvæg	2,0	Vårbyg + udlæg, fod	90	148	6	0	29	1	176	31	2
202	1	1992	Kvæg	1,9	Anden rodfrugt	54	352	0	0	67	0	170	21	2
202	1	1993	Kvæg	1,9	Vårbyg + udlæg, fod	66	261	0	0	49	0	72	13	2
202	1	1994	Kvæg	2,2	Markært	0	109	0	0	18	0	152	17	226
202	1	1995	Kvæg	2,3	Vinterhvede, foderk	86	217	0	0	37	0	171	28	2
202	1	1996	Kvæg	3,2	Vårbyg, ærtehelsæd	0	74	18	0	13	2	119	16	60
202	1	1997	Kvæg	1,6	Vinterhvede, foderk	58	105	0	0	15	0	149	24	2
202	1	1998	Kvæg	1,5	Vinterrug	98	117	0	0	21	0	97	19	2
202	1	1999	Kvæg	1,8	Havre	24	164	0	0	27	0	81	18	2
202	1	2000	Kvæg	2,0	Vinterhvede (brød)	96	229	0	0	43	0	131	23	2
202	1	2001	Kvæg	1,9	Vintertriticale	54	88	0	0	14	0	100	20	2
202	1	2002	Kvæg	1,3	Silomajs	16	248	0	8	47	0	246	46	2
202	1	2003	Kvæg	1,0	Silomajs	29	216	0	11	52	0	219	41	2
202	1	2004	Kvæg	1,0	Silomajs	17	214	0	9	38	0	184	35	2
203	1	1990	Svin	1,0	Vårbyg, foderkorn	74	0	0	0	0	0	129	23	2
203	1	1991	Svin	1,1	Vårraps, industri	123	0	0	0	0	0	68	15	2
203	1	1992	Svin	1,0	Vinterhvede, foderk	162	140	0	0	24	0	107	17	2
203	1	1993	Svin	1,1	Vårbyg + udlæg, fod	74	248	4	0	43	1	88	14	2
203	1	1994	Svin	2,2	Helsæd	68	81	0	0	13	0	141	21	2
203	1	1995	Svin	1,5	Markært	0	0	0	14	0	0	121	14	196
203	1	1996	Svin	1,6	Vinterhvede, foderk	78	407	0	0	100	0	126	21	2
203	1	1997	Svin	1,6	Vinterhvede, foderk	49	211	0	0	46	0	77	13	2
203	1	1998	Svin	1,4	Vårbyg	48	106	0	0	26	0	77	15	2
203	1	1999	Svin	1,3	Vårbyg m. græsudlæ	49	201	0	0	203	0	62	12	4
203	1	2000	Svin	1,3	Vårbyg m. græsudlæ	54	110	0	0	28	0	98	20	2
203	1	2001	Svin	1,3	Vårbyg m. græsudlæ	38	112	0	0	28	0	75	15	2
203	1	2002	Svin	0,5	Havre	75	0	0	17	0	0	100	23	2
203	1	2003	Kvæg	1,9	Grønkorn. vårbyg	74	297	0	0	53	0	259	40	4
203	1	2004	Kvæg	1,4	Vårbyg m. græsudlæ	18	106	0	0	19	0	77	16	2
204	1	1990	Kvæg	2,3	Vårbyg + udlæg, fod	90	90	42	0	18	5	146	23	2
204	1	1991	Kvæg	2,2	Kløvergræs	192	212	37	6	36	5	178	21	54
204	1	1992	Kvæg	1,6	Kløvergræs	251	100	129	13	17	16	160	19	52
204	1	1993	Kvæg	1,6	Vårbyg + udlæg, fod	90	128	16	0	15	2	81	15	2
204	1	1994	Kvæg	2,7	Foderroer	54	182	0	0	27	0	257	34	2
204	1	1995	Kvæg	2,1	Vårbyg + udlæg, fod	114	145	11	0	29	1	97	18	2
204	1	1996	Kvæg	1,7	Vårbyg + udlæg, fod	66	54	24	0	13	2	134	24	2
204	1	1997	Kvæg	1,5	Græs til afgræsning	160	86	117	4	2	12	284	32	2
204	1	1998	Kvæg	1,4	Kl.græs. s+a 11-30	147	56	145	0	5	23	301	45	155
204	1	1999	Kvæg	1,4	Vårraps	47	67	0	0	6	0	105	20	2
204	1	2000	Kvæg	0,6	Vinterhvede (brød)	60	77	0	0	10	0	134	24	2
204	1	2001	Kvæg	0,3	Vårbyg m. græsudlæ	123	93	6	0	18	1	118	23	4
204	1	2002	Kvæg	0,1	Kartoffel. spise	130	0	0	8	0	0	183	26	2
204	1	2003	Kvæg	0,1	Vårbyg	103	0	0	13	0	0	85	17	2
204	1	2004	Kvæg	0,3	Vinterhvede	66	103	0	0	25	0	100	18	2

st	jbnr	Aar	Brugs- type	DE/ha	Afgroede	N-tilf C			P- tilf.			N-fjern	P-fjern	N_fix
						kg N ha-1			kg P ha-1			kg N ha-1	kg P ha-1	kg N ha-1
						han	hus	udb	han	hus	udb			
205	3	1990	Kvæg	1,3	Græs til slet	402	219	0	10	28	0	435	45	83
205	3	1991	Kvæg	1,3	Foderroer	95	386	0	0	63	0	172	23	2
205	3	1992	Kvæg	1,1	Markært	0	0	0	12	0	0	104	12	175
205	3	1993	Kvæg	1,1	Vinterhvede, foderk	149	98	0	0	14	0	171	28	2
205	3	1994	Kvæg	1,1	Vårbyg + udlæg, fod	161	83	22	10	11	2	142	25	2
205	3	1995	Kvæg	1,1	Foderroer	122	296	0	4	41	0	116	17	2
205	3	1996	Kvæg	1,2	Markært	0	0	0	16	0	0	118	13	176
205	3	1997	Kvæg	1,2	Vinterhvede, foderk	120	96	0	0	15	0	155	25	2
205	3	1998	Kvæg	1,0	Vårbyg	74	181	13	0	33	2	121	23	4
205	3	1999	Kvæg	1,2	Vårbyg m. græsudlæ	117	110	29	0	19	4	128	22	4
205	3	2000	Kvæg	1,1	Silomajs	43	241	0	36	52	0	195	37	2
205	3	2001	Kvæg	1,0	Silomajs	25	235	0	14	38	0	199	37	2
205	3	2002	Kvæg	1,0	Silomajs	48	201	0	20	34	0	195	37	2
205	3	2003	Kvæg	1,0	Silomajs	26	193	0	30	33	0	205	38	2
205	3	2004	Kvæg	1,2	Silomajs	17	197	0	9	34	0	195	37	2
206	1	1990	Kvæg	1,7	Vinterhvede, foderk	184	0	0	6	0	0	112	18	2
206	1	1991	Kvæg	1,6	Vårraps, industri	122	121	0	0	15	0	64	14	2
206	1	1992	Kvæg	1,6	Vårbyg, foderkorn	47	108	0	0	15	0	38	7	2
206	1	1993	Kvæg	1,6	Markært	0	134	0	0	19	0	135	15	205
206	1	1994	Kvæg	1,9	Udyrket Brak	0	0	0	0	0	0	0	0	2
206	1	1995	Kvæg	1,4	Vinterhvede, foderk	113	134	0	15	20	0	165	27	2
206	1	1996	Kvæg	2,3	Vårbyg, ærtehelsæd	96	105	0	0	16	0	153	21	62
206	1	1997	Kvæg	1,4	Vårbyg + udlæg, hel	144	291	30	0	45	3	194	26	2
206	1	1998	Kvæg	1,5	Helsæd. vårbyg	142	235	0	8	44	0	205	31	4
206	1	1999	Kvæg	1,8	Helsæd. vårbyg	123	227	47	0	39	7	216	33	4
206	1	2000	Kvæg	1,8	Helsæd. vårbyg	129	211	63	0	35	9	218	37	4
206	1	2001	Kvæg	1,8	Helsæd. vårbyg	148	151	57	0	26	9	218	37	4
206	1	2002	Kvæg	1,7	Helsæd. vårbyg/ært	49	76	0	0	13	0	228	30	18
206	1	2003	Kvæg	1,7	Helsæd. vårbyg	49	96	0	0	17	0	135	24	2
206	1	2004	Plante	0,0	Brak m. græs	0	0	0	0	0	0	0	0	5

st	Jbnr	Aar	Brugs- type	DE/ha	Afgrøde	N-tilf C			P- tilf.			N-fjern	P-fjern	N_fix
						kg N ha-1			kg P ha-1			kg N ha-1	kg P ha-1	kg N ha-1
						han	hus	udb	han	hus	udb			
301	6	1990	Kvæg	11,6	Vinterhvede, foderk	164	0	0	0	0	0	192	31	2
301	6	1991	Kvæg	1,3	Vinterbyg + udlæg,	135	138	8	0	17	1	201	34	2
301	6	1992	Kvæg	1,3	Græs til afgræsning	184	92	107	24	13	13	229	24	60
301	6	1993	Kvæg	1,4	Vinterhvede, foderk	119	0	0	0	0	0	207	34	2
301	6	1994	Kvæg	1,5	Vinterbyg + udlæg,	142	97	31	0	14	4	150	27	2
301	6	1995	Kvæg	1,3	Græs til afgræsning	138	0	101	0	0	13	221	25	76
301	6	1996	Kvæg	1,3	Vinterhvede, foderk	115	93	0	0	34	0	167	27	2
301	6	1997	Kvæg	1,1	Vinterbyg + udlæg,	122	145	0	0	19	0	175	29	2
301	6	1998	Kvæg	1,1	Rent græs. s+a	171	84	281	20	23	45	248	37	2
301	6	1999	Kvæg	1,2	Rent græs. s+a	202	0	162	20	0	24	266	40	2
301	6	2000	Kvæg	0,8	Vinterhvede (brø	87	106	0	0	23	0	131	23	2
301	6	2001	Kvæg	0,8	Vinterhvede (brø	123	151	0	0	27	0	124	23	2
301	6	2002	Kvæg	0,9	Grønkorn. vårbyg	140	43	44	0	13	7	207	32	12
301	6	2003	Kvæg	1,0	Kl.græs. s+a 31-	129	0	111	0	0	17	249	32	140
301	6	2004	Kvæg	1,0	Kl.græs. s+a 31-	134	0	90	17	0	13	249	32	138
302	6	1990	Kvæg	1,3	Vårbyg + udlæg, fod	99	0	0	0	0	0	192	32	2
302	6	1991	Kvæg	1,7	Kløvergræs	216	113	61	0	1	8	266	32	63
302	6	1992	Kvæg	1,2	Kløvergræs	189	101	87	0	1	11	231	28	59
302	6	1993	Kvæg	1,2	Græs til afgræsning	140	168	69	14	2	9	0	0	61
302	6	1994	Kvæg	1,2	Vinterhvede, foderk	190	0	0	19	0	0	149	24	2
302	6	1995	Kvæg	1,2	Vinterbyg, foderkor	165	0	0	21	0	0	139	25	2
302	6	1996	Kvæg	1,2	Vårbyg, foderkorn	88	0	0	11	0	0	130	24	2
302	6	1997	Kvæg	1,0	Vinterbyg, foderkor	119	0	0	0	0	0	133	24	2
302	6	1998	Kvæg	0,8	Vinterhvede	165	0	0	0	0	0	132	23	2
302	6	1999	Kvæg	0,2	Vinterbyg	146	0	0	6	0	0	95	20	2
302	6	2000	Kvæg	0,2	Vinterraps	179	0	0	0	0	0	140	27	2
302	6	2001	Kvæg	0,3	Vinterhvede	162	0	0	12	0	0	148	27	2
302	6	2002	Kvæg	0,2	Vinterhvede	168	0	0	11	0	0	108	20	2
302	6	2003	Kvæg	0,2	Vinterhvede	159	0	0	18	0	0	103	19	2
302	6	2004	Plante	0,1	Vinterbyg	80	56	0	0	14	0	118	26	2
303	6	1990	Svin	0,5	Vinterhvede, foderk	185	0	0	22	0	0	134	22	2
303	6	1991	Svin	0,5	Vinterbyg, foderkor	168	0	0	31	0	0	135	26	2
303	6	1992	Svin	0,7	Vårbyg + udlæg, fod	84	0	0	16	0	0	67	12	2
303	6	1993	Svin	1,2	Frøgræs	122	328	0	0	78	0	64	7	36
303	6	1994	Svin	1,4	Rent græs	0	0	0	0	0	0	0	0	34
303	6	1995	Svin	1,5	Vårbyg, malt	92	0	0	0	0	0	145	26	2
303	6	1996	Svin	1,4	Vårbyg, foderkorn	78	0	0	0	0	0	110	20	2
303	6	1997	Svin	1,4	Vinterhvede, foderk	122	139	0	0	30	0	134	22	2
303	6	1998	Svin	1,3	Vinterhvede	96	112	0	0	29	0	135	23	2
303	6	1999	Svin	1,5	Vårbyg m. græsud	0	121	0	0	31	0	96	19	2
303	6	2000	Svin	1,3	Rajgræs. alm. si	48	94	0	0	24	0	88	10	2
303	6	2001	Svin	1,3	Vinterhvede	108	117	0	0	30	0	137	25	2
303	6	2002	Svin	1,3	Vinterhvede	108	101	0	0	28	0	137	25	2
303	6	2003	Svin	0,9	Vinterhvede	96	76	0	0	21	0	121	22	2
303	6	2004	Svin	0,8	Vinterraps	78	112	0	0	29	0	150	29	2
304	7	1990	Plante	0,0	Vinterraps, industr	206	0	0	23	0	0	150	33	2
304	7	1991	Plante	0,0	Vinterhvede, foderk	179	0	0	33	0	0	157	26	2
304	7	1992	Plante	0,0	Vårbyg, foderkorn	127	0	0	26	0	0	42	8	2
304	7	1993	Plante	0,0	Vinterhvede, foderk	169	0	0	28	0	0	103	17	2
304	7	1994	Plante	0,0	Vinterhvede, foderk	206	0	0	30	0	0	103	17	2
304	7	1995	Plante	0,0	Vinterbyg, foderkor	142	0	0	19	0	0	73	14	2
304	7	1996	Plante	0,0	Vinterbyg, foderkor	130	0	0	16	0	0	82	16	2
304	7	1997	Plante	0,0	Vinterbyg, foderkor	129	0	0	16	0	0	67	13	2
304	7	1998	Plante	0,0	Vinterraps	152	0	0	19	0	0	57	11	2
304	7	1999	Plante	0,0	Vinterhvede	130	0	0	16	0	0	72	13	2
304	7	2000	Plante	0,0	Vinterhvede	160	0	0	20	0	0	52	9	2
304	7	2001	Plante	0,0	Vinterhvede	175	0	0	19	0	0	115	21	2
304	7	2002	Plante	0,0	Vårbyg	113	0	0	14	0	0	54	11	2
304	7	2003	Plante	0,0	Vårbyg	113	0	0	13	0	0	53	11	2
304	7	2004	Plante	0,0	Vinterbyg	149	0	0	19	0	0	72	16	2



st	jbnr	Aar	Brugs- type	DE/ha	Afgrøde	N-tilf C			P- tilf.			N-fjern	P-fjern	N_fix
						kg N ha-1			kg P ha-1			kg N ha-1	kg P ha-1	kg N ha-1
						han	hus	udb	han	hus	udb			
305	6	1990	Kv+sv	1,1	Vinterhvede, foderk	0	69	0	0	17	0	85	14	2
305	6	1991	Kv+sv	2,3	Udyrket Brak	0	0	36	0	0	12	0	0	2
305	6	1992	Kv+sv	1,0	Vårbyg, foderkorn	0	0	0	0	0	0	16	3	2
305	6	1993	Kvæg	0,4	Spildkorn	0	0	0	0	0	0	0	0	2
305	6	1994	Kvæg	0,4	Frilandsgrønsager	0	101	0	0	24	0	0	0	2
305	6	1995	Kvæg	0,5	Frilandsgrønsager	0	0	0	0	0	0	0	0	2
305	6	1996	Kvæg	1,0	Vårhvede, brød	0	82	0	0	29	0	63	10	2
305	6	1997	Kvæg	0,7	Græs til afgræsning	0	74	92	0	27	15	189	26	71
305	6	1998	Andet	0,6	Kl.græs. a. 11-3	0	44	87	0	15	11	213	32	169
305	6	1999	Andet	0,4	Kl.græs. a. 11-3	0	0	30	0	0	2	213	32	172
305	6	2000	Andet	0,4	Kl.græs. a. 11-3	0	0	29	0	0	2	184	27	172
305	6	2001	Andet	0,3	Vårbyg	0	162	0	0	33	0	44	8	2
305	6	2002	Plante	0,0	Vårbyg	0	0	0	0	0	0	54	12	2
305	6	2003	Plante	0,1	Kl.græs. a. 11-3	0	0	63	0	0	10	215	32	200
305	6	2004	Plante	0,1	Kl.græs. a. 31-5	22	0	53	3	0	8	143	18	109

st	Jbnr	Aar	Brugs- type	DE/ha	Afrøde	N-tilf C			P- tilf.			N-fjern	P-fjern	N_fix
						kg N ha-1			kg P ha-1			kg N ha-1	kg P ha-1	kg N ha-1
						han	hus	udb	han	hus	udb			
401	7	1990	Plante	5,3	Foderroer	122	0	0	33	0	0	255	33	2
401	7	1991	Plante	3,5	Fodermajs	181	0	0	32	0	0	243	34	2
401	7	1992	Plante	4,0	Fodermajs	181	0	0	54	0	0	225	32	2
401	7	1993	Plante	3,9	Fodermajs	190	0	0	53	0	0	162	23	2
401	7	1994	Plante	3,9	Majs	170	0	0	72	0	0	202	29	2
401	7	1995	Plante	3,7	Vårbyg, malt	107	0	0	0	0	0	119	21	2
401	7	1996	Plante	3,3	Majs	66	210	0	23	36	0	235	33	2
401	7	1997	Plante	3,7	Vinterhvede, foderk	108	174	0	0	25	0	199	32	2
401	7	1998	Svin	14,6	Vårbyg til malt	74	81	0	0	21	0	84	17	2
401	7	1999	Svin	14,6	Vårbyg	91	79	0	0	20	0	109	22	2
401	7	2000	Plante	0,0	Vinterbyg	74	114	0	0	29	0	114	25	2
401	7	2001	Plante	0,0	Vinterraps	80	242	0	0	62	0	122	23	2
401	7	2002	Plante	0,0	Vinterhvede	49	277	0	0	181	0	140	25	2
401	7	2003	Plante	0,0	Vinterhvede	55	153	0	0	41	0	126	23	2
401	7	2004	Plante	0,0	Vinterhvede	69	147	0	0	39	0	121	22	2
402	6	1990	Svin	0,7	Vinterhvede, foderk	172	0	0	18	0	0	177	29	2
402	6	1991	Svin	0,7	Vårbyg + udlæg, fod	108	0	0	18	0	0	97	18	2
402	6	1992	Svin	0,6	Kløverfrø	0	0	0	0	0	0	0	0	202
402	6	1993	Svin	0,6	Vinterhvede, brød	182	0	0	12	0	0	162	27	2
402	6	1994	Svin	0,9	Vårbyg + udlæg, fod	83	0	0	26	0	0	91	17	2
402	6	1995	Svin	0,8	Markært	0	0	0	27	0	0	158	18	226
402	6	1996	Svin	0,9	Vinterhvede, foderk	58	99	0	0	19	0	169	28	2
402	6	1997	Svin	0,9	Vinterbyg, malt	137	0	0	22	0	0	131	25	2
402	6	1998	Svin	0,9	Vinterraps	155	182	0	0	58	0	127	25	2
402	6	1999	Svin	0,9	Rajgræs. alm. sild.	111	0	0	13	0	0	75	20	2
402	6	2000	Svin	1,5	Rajgræs. alm. 2.år	45	131	0	0	38	0	49	6	2
402	6	2001	Svin	1,5	Vinterhvede	84	125	0	0	36	0	139	25	2
402	6	2002	Svin	1,5	Vinterhvede	67	161	0	0	48	0	123	22	2
402	6	2003	Svin	1,0	Vårbyg m. græsudlæg	87	0	0	0	0	0	88	18	2
402	6	2004	Svin	1,3	Rajgræs. alm. sildi	35	128	0	0	35	0	78	9	2
403	6	1990	Svin	0,7	Vinterhvede, foderk	159	183	0	6	63	0	207	34	2
403	6	1991	Svin	0,7	Vårbyg, foderkorn	101	0	0	0	0	0	82	16	2
403	6	1992	Svin	0,6	Vinterraps, industr	165	0	0	19	0	0	147	32	2
403	6	1993	Svin	0,6	Vinterhvede, brød	135	170	0	0	41	0	211	34	2
403	6	1994	Svin	0,9	Vinterbyg, foderkor	170	0	0	23	0	0	115	21	2
403	6	1995	Svin	0,8	Vinterraps, industr	175	204	0	9	51	0	120	26	2
403	6	1996	Svin	0,9	Vinterhvede, foderk	60	369	0	0	106	0	159	26	2
403	6	1997	Svin	0,9	Vinterhvede, foderk	123	114	0	0	94	0	177	29	2
403	6	1998	Svin	0,9	Vinterhvede	100	206	0	0	65	0	132	23	2
403	6	1999	Svin	0,9	Vinterbyg	163	0	0	0	0	0	120	27	2
403	6	2000	Svin	1,5	Vinterraps	96	210	0	0	60	0	115	22	2
403	6	2001	Svin	1,5	Vinterhvede	52	125	0	0	36	0	139	25	2
403	6	2002	Svin	1,5	Vinterhvede	67	144	0	0	43	0	131	24	2
403	6	2003	Svin	1,0	Vinterhvede m.udlæg	66	118	0	0	36	0	131	24	2
403	6	2004	Svin	1,3	Rødsvingel. plænegr	0	177	0	0	49	0	63	9	2
404	6	1990	Plante	0,0	Vårraps, industri	164	0	0	28	0	0	104	23	2
404	6	1991	Plante	0,0	Vinterhvede, foderk	166	0	0	18	0	0	155	26	2
404	6	1992	Plante	0,0	Vårbyg, foderkorn	107	0	0	0	0	0	78	14	2
404	6	1993	Plante	0,0	Vinterbyg, foderkor	162	88	0	19	21	0	128	24	2
404	6	1994	Plante	0,0	Vinterraps, industr	164	0	0	8	0	0	109	24	2
404	6	1995	Plante	0,0	Vinterhvede, brød	168	0	0	16	0	0	196	32	2
404	6	1996	Plante	0,0	Vinterhvede, foderk	158	0	0	13	0	0	120	20	2
404	6	1998	Plante	0,0	Vinterbyg	204	0	0	25	0	0	105	22	2
404	6	1999	Plante	0,0	Nonfood. vinterraps	172	86	0	8	33	0	104	23	2
404	6	2000	Plante	0,0	Vinterhvede (brød)	162	0	0	10	0	0	167	30	2
404	6	2001	Kvæg	0,0	Vårbyg	120	0	0	21	0	0	105	22	2
404	6	2002	Plante	0,0	Vårbyg til malt	99	0	0	0	0	0	80	16	2
404	6	2004	Svin	1,6	Vinterraps	78	119	0	0	33	0	129	25	2
405	6	1990	Plante	0,0	Vårbyg, foderkorn	107	0	0	25	0	0	154	28	2
405	6	1991	Plante	0,0	Markært	0	0	0	33	0	0	118	13	188

st	jbnr	Aar	Brugs- type	DE/ha	Afgrøde	N-tilf C			P- tilf.			N-fjern	P-fjern	N_fix
						kg N ha-1			kg P ha-1			kg N ha-1	kg P ha-1	kg N ha-1
						han	hus	udb	han	hus	udb			
405	6	1992	Plante	0,0	Vinterhvede, foderk	174	0	0	32	0	0	230	37	2
405	6	1993	Plante	0,0	Vinterhvede, foderk	187	0	0	35	0	0	191	31	2
405	6	1994	Plante	0,0	Fabriksroer	162	0	0	37	0	0	209	27	2
405	6	1995	Plante	0,0	Vårbyg, foderkorn	117	0	0	22	0	0	122	22	2
405	6	1996	Plante	0,0	Vårraps, biobrændse	134	0	0	45	0	0	248	55	2
405	6	1997	Plante	0,0	Vinterhvede, foderk	167	0	0	16	0	0	187	30	2
405	6	1998	Plante	0,0	Vinterhvede (brød)	195	0	0	12	0	0	160	27	2
405	6	1999	Plante	0,0	Vårbyg til malt	121	0	0	24	0	0	109	22	2
405	6	2000	Plante	0,0	Vårbyg til malt	114	0	0	19	0	0	101	20	2
405	6	2001	Plante	0,0	Nonfood. vinterraps	159	0	0	18	0	0	131	23	2
405	6	2002	Plante	0,0	Vinterhvede	142	0	0	27	0	0	140	25	2
405	6	2003	Plante	0,0	Vinterhvede	166	0	0	24	0	0	129	23	2
405	6	2004	Plante	0,0	Vårbyg til malt	102	0	0	17	0	0	99	20	2
406	6	1990	Kvæg	1,4	Fodermajs	95	250	0	9	31	0	310	44	2
406	6	1991	Kvæg	1,6	Fodermajs	123	222	0	28	30	0	310	44	2
406	6	1992	Kvæg	1,5	Fodermajs	70	312	0	17	39	0	256	36	2
406	6	1993	Kvæg	1,2	Vinterhvede, brød	134	192	0	0	24	0	197	32	2
406	6	1994	Kvæg	1,4	Vinterhvede, foderk	159	120	0	0	15	0	214	35	2
406	6	1995	Kvæg	1,5	Vinterhvede, foderk	135	53	0	0	7	0	197	32	2
406	6	1996	Kvæg	1,2	Vinterhvede, foderk	118	99	0	0	12	0	155	25	2
406	6	1997	Kvæg	1,3	Vinterhvede, foderk	134	89	0	0	11	0	176	29	2
406	6	1998	Kvæg	1,1	Fabriksroer - top	27	179	0	0	34	0	91	17	2
406	6	1999	Kvæg	1,4	Helsæd. vårbyg	34	151	53	0	24	8	205	31	12
406	6	2000	Kvæg	1,4	Kl.græs. s+a 31-50	30	86	297	0	14	46	338	43	238
406	6	2001	Kvæg	2,2	Kl.græs. s+a 11-30	33	144	163	0	18	27	219	32	180
406	6	2002	Kvæg	2,2	Helsæd. vårbyg	34	316	43	0	44	8	139	24	4
406	6	2003	Kvæg	2,3	Helsæd. vårbyg	27	115	34	0	20	6	173	29	12
406	6	2004	Kvæg	2,2	Kl.græs. s. 11-30	31	132	0	5	24	0	145	22	120

st	Jbnr	Aar	Brugs- type	DE/ha	Afgrøde	N-tilf C			P- tilf.			N-fjern	P-fjern	N_fix
						kg N ha-1			kg P ha-1			kg N ha-1	kg P ha-1	kg N ha-1
						han	hus	udb	han	hus	udb			
501	1	1990	Kvæg	0,8	Vinterhvede, foderk	137	0	0	26	0	0	124	20	2
501	1	1991	Kvæg	0,7	Kartofler, spise	169	133	0	0	31	0	106	17	2
501	1	1992	Kvæg	0,8	Vårbyg + udlæg, fod	132	87	0	16	4	0	93	15	2
501	1	1993	Kvæg	0,8	Markært	0	145	0	18	18	0	34	4	107
501	1	1994	Kvæg	0,8	Korn, ærter modenhe	149	0	90	14	0	11	216	28	88
501	1	1995	Kvæg	0,8	Græs til afgræsning	174	0	140	14	0	18	238	30	76
501	1	1996	Kvæg	0,7	Græs til afgræsning	165	0	216	10	0	22	159	17	2
502	1	1990	Kvæg	0,8	Markært	0	0	0	20	0	0	135	15	190
502	1	1991	Kvæg	0,7	Vinterrug	147	0	0	28	0	0	72	16	2
502	1	1992	Kvæg	0,8	Anden rodfrugt	183	348	0	0	68	0	122	18	2
502	1	1993	Kvæg	0,8	Markært	0	0	0	18	0	0	67	8	137
502	1	1994	Kvæg	0,8	Majs	107	204	0	20	33	0	259	37	2
502	1	1995	Kvæg	0,8	Vårbyg, foderkorn	119	176	0	8	23	0	106	19	2
502	1	1996	Kvæg	0,7	Vårbyg, ærtehel-sæd	189	108	0	8	16	0	121	15	59
503	1	1990	Kvæg	0,6	Kartofler, spise	119	0	0	29	0	0	46	7	2
503	1	1991	Kvæg	0,7	Vårbyg + udlæg, fod	158	0	0	14	0	0	27	5	2
503	1	1992	Kvæg	0,7	Kartofler, spise	148	145	0	40	20	0	127	21	2
503	1	1993	Kvæg	0,8	Vårbyg + udlæg, fod	118	0	0	22	0	0	97	18	2
503	1	1994	Kvæg	0,5	Kartofler, spise	166	143	0	126	20	0	127	21	2
503	1	1995	Kvæg	0,6	Vårbyg, foderkorn	133	0	0	0	0	0	102	19	2
504	1	1990	Kvæg	1,8	Anden rodfrugt	176	309	0	0	54	0	134	20	2
504	1	1991	Kvæg	1,9	Helsæd	226	85	0	28	1	0	244	32	2
504	1	1992	Kvæg	2,2	Kartofler, spise	251	0	0	40	0	0	152	25	2
504	1	1993	Kvæg	1,4	Vårbyg + udlæg, fod	111	127	0	0	10	0	112	20	2
504	1	1994	Kvæg	1,3	Korn, ærter modenhe	236	209	0	13	15	0	146	19	76
504	1	1995	Kvæg	0,0	Kartofler, spise	140	0	0	40	0	0	122	20	2
504	1	1996	Kvæg	0,0	Vårbyg, foderkorn	107	173	0	0	28	0	110	21	2
505	1	1990	Kvæg	0,1	Markært	0	0	0	22	0	0	67	8	133
505	1	1991	Kvæg	0,1	Vinterbyg, foderkor	161	0	0	31	0	0	49	9	2
505	1	1992	Kvæg	0,3	Kartofler, spise	164	0	0	36	0	0	88	14	2
505	1	1993	Kvæg	0,4	Vinterbyg, foderkor	194	0	0	20	0	0	97	18	2
505	1	1994	Kvæg	0,4	Vårbyg, foderkorn	154	0	0	17	0	0	98	18	2
505	1	1995	Kvæg	0,5	Kartofler, spise	167	0	0	32	0	0	111	18	2
505	1	1996	Kvæg	0,4	Vårbyg, foderkorn	125	0	0	18	0	0	97	18	2
506	1	1990	Plante	0,0	Vårbyg + udlæg, fod	139	0	0	29	0	0	106	20	2
506	1	1991	Plante	0,0	Kartofler, spise	208	0	0	40	0	0	140	23	2
506	1	1992	Plante	0,0	Markært	0	0	0	20	0	0	121	14	190
506	1	1993	Plante	0,0	Vinterhvede, foderk	218	0	0	140	0	0	207	34	2
506	1	1994	Plante	0,0	Vårbyg, foderkorn	132	0	0	0	0	0	119	22	2
506	1	1995	Plante	0,0	Kartofler, spise	188	0	0	0	0	0	159	26	2
506	1	1996	Plante	0,0	Vårbyg, malt	125	0	0	16	0	0	98	19	2
507	1	1990	Plante	0,0	Vårbyg, foderkorn	146	0	0	27	0	0	53	10	2
507	1	1991	Plante	0,0	Vårbyg, foderkorn	170	0	0	14	0	0	40	8	2
507	1	1992	Plante	0,0	Vårbyg, foderkorn	142	0	0	16	0	0	75	14	2
507	1	1993	Plante	0,0	Vårbyg, malt	150	0	0	70	0	0	109	20	2
507	1	1994	Plante	0,0	Kartofler, spise	230	0	0	0	0	0	159	26	2
507	1	1995	Plante	0,0	Vårbyg, malt	133	0	0	0	0	0	82	16	2
507	1	1996	Plante	0,0	Vårbyg, malt	125	0	0	16	0	0	91	17	2
508	1	1990	Plante	0,0	Vårbyg, foderkorn	149	0	0	27	0	0	69	13	2
508	1	1991	Plante	0,0	Vårbyg, foderkorn	141	0	0	27	0	0	53	10	2
508	1	1992	Plante	0,0	Kartofler, spise	176	0	0	40	0	0	43	7	2
508	1	1993	Plante		Udyrket Brak	0	0	0	0	0	0	0	0	2

st	Jbnr	Aar	Brugs- type	DE/ha	Afgrøde	N-tilf C			P- tilf.			N-fjern	P-fjern	N_fix
						kg N ha-1			kg P ha-1			kg N ha-1	kg P ha-1	kg N ha-1
						han	hus	udb	han	hus	udb			
601	1	1990	Svin	7,3	Vinterbyg, foderkor	122	214	0	0	54	0	128	24	2
601	1	1991	Kv+sv	8,5	Markært	0	24	0	0	4	0	141	16	210
601	1	1992	Svin	1,8	Vinterhvede, foderk	68	208	0	0	53	0	80	13	2
601	1	1993	Kv+sv	2,4	Vårraps, industri	107	177	0	0	61	0	83	18	2
601	1	1994	Kv+sv	2,2	Vinterhvede, foderk	54	262	0	0	66	0	188	31	2
601	1	1995	Kv+sv	1,6	Vinterbyg, foderkor	69	238	0	0	60	0	128	23	2
601	1	1996	Kv+sv	1,5	Vårbyg, foderkorn	48	138	0	0	34	0	109	20	2
601	1	1997	Kv+sv	1,4	Vinterraps, industr	63	112	0	0	28	0	45	10	2
601	1	1998	Kv+sv	1,6	Vinterhvede	49	139	0	0	39	0	141	24	2
601	1	1999	Kv+sv	1,6	Vinterhvede	80	157	0	0	44	0	106	18	2
601	1	2000	Kv+sv	1,7	Vinterbyg	62	99	0	0	27	0	85	19	2
601	1	2001	Kv+sv	1,7	Vinterraps	72	231	0	0	64	0	70	14	2
601	1	2002	Kv+sv	1,5	Vinterhvede	73	115	0	0	34	0	127	23	2
601	1	2003	Svin	1,2	Vintertritical	44	121	0	0	35	0	100	20	2
601	1	2004	Svin	1,5	Vårbyg	26	124	0	0	31	0	85	17	2
602	5	1990	Kvæg	1,3	Kløvergræs-slet	178	0	0	19	0	0	262	33	64
602	5	1991	Kvæg	1,3	Vårbyg, foderkorn	158	0	0	15	0	0	137	25	2
602	5	1992	Kvæg	1,3	Vinterhvede, foderk	173	0	0	19	0	0	183	30	2
602	5	1993	Kvæg	1,3	Foderroer	97	421	0	10	75	0	171	25	2
602	5	1994	Kvæg	1,8	Fodermajs	80	257	0	24	50	0	256	36	2
602	5	1995	Kvæg	1,7	Fodermajs	93	163	0	23	36	0	270	38	2
602	5	1996	Kvæg	1,6	Vårbyg, foderkorn	48	132	0	0	20	0	125	23	2
602	5	1997	Kvæg	1,4	Vinterhvede, foderk	138	144	0	0	22	0	166	27	2
602	5	1998	Kvæg	1,3	Fodersukkerroe	123	305	0	0	81	0	120	17	2
602	5	1999	Kvæg	1,5	Silomajs	57	223	0	15	33	0	189	35	2
602	5	2000	Kvæg	1,5	Vårbyg	58	115	0	0	17	0	101	20	2
602	5	2001	Kvæg	1,7	Vårbyg	47	118	0	0	18	0	92	19	2
602	5	2002	Kvæg	1,5	Silomajs	15	340	0	4	84	0	205	38	2
602	5	2003	Kvæg	1,6	Silomajs	13	242	0	7	58	0	184	35	2
602	5	2004	Andet	1,5	Vårbyg	59	120	0	0	24	0	125	24	4
603	1	1990	Kvæg	1,3	Græs til slet	209	0	0	22	0	0	254	26	63
603	1	1991	Kvæg	1,3	Kløvergræs,afgr,sle	205	149	27	11	20	3	173	23	56
603	1	1992	Kvæg	1,3	Vårbyg, foderkorn	103	0	0	0	0	0	73	14	2
603	1	1993	Kvæg	1,3	Vinterhvede, foderk	122	101	0	0	12	0	161	26	2
603	1	1994	Kvæg	1,8	Foderroer	135	300	0	0	61	0	183	27	2
603	1	1995	Kvæg	1,7	Korn, ærter modenhe	41	187	26	0	33	3	209	26	81
603	1	1996	Kvæg	1,6	Græs til afgræsning	224	0	340	17	0	35	204	26	71
603	1	1997	Kvæg	1,4	Græs til afgræsning	207	0	288	17	0	30	221	28	74
603	1	1998	Kvæg	1,3	Kl.græs. a. 11	180	0	203	13	0	31	248	37	117
603	1	1999	Kvæg	1,5	Helsæd. vårbyg	84	133	73	0	20	11	200	30	4
603	1	2000	Kvæg	1,5	Helsæd. vårbyg	152	0	57	0	0	9	207	35	4
603	1	2001	Kvæg	1,7	Helsæd. vårbyg	0	0	0	0	0	0	263	36	17
603	1	2002	Kvæg	1,5	Helsæd. vårbyg	34	102	71	0	17	11	271	37	18
603	1	2003	Kvæg	1,6	Helsæd. vårbyg	56	167	35	0	42	5	260	35	18
603	1	2004	Andet	1,5	Vårbyg	33	197	0	0	43	0	125	24	4
604	1	1990	Kvæg	1,4	Vårbyg + udlæg, fod	95	0	0	0	0	0	204	35	2
604	1	1991	Kvæg	2,0	Vårbyg, foderkorn	81	49	0	0	0	0	97	18	2
604	1	1992	Kvæg	1,1	Vårhvede, foderkorn	34	114	0	0	10	0	79	13	2
604	1	1993	Kvæg	1,3	Fodermajs	27	268	0	0	47	0	243	34	2
604	1	1994	Kvæg	1,3	Fodermajs	57	310	0	34	67	0	270	38	2
604	1	1995	Kvæg	1,7	Vårbyg + udlæg, fod	105	204	40	0	27	5	126	21	2
604	1	1996	Kvæg	1,3	Græs til afgræsning	146	0	217	0	0	22	191	20	2
604	1	1997	Kvæg	1,5	Grønkorn	128	93	151	0	14	16	199	21	2
604	1	1998	Kvæg	2,1	Grønkorn. vårb	162	144	248	0	33	45	226	34	4
604	1	1999	Kvæg	2,5	Kl.græs. a. 11	153	0	400	0	0	72	248	37	129
604	1	2000	Kvæg	2,4	Grønkorn. vårb	94	71	231	0	11	41	182	28	4
604	1	2001	Kvæg	2,3	Grønkorn. vårb	0	163	128	0	28	23	182	28	4
604	1	2002	Kvæg	2,9	Grønkorn. vårb	0	95	0	0	17	0	262	41	12
604	1	2003	Kvæg	2,5	Kl.græs. s. 11	150	106	0	0	19	0	230	34	134
604	1	2004	Kvæg	2,2	Silomajs	19	270	0	10	50	0	184	35	2

st	jbnr	Aar	Brugs- type	DE/ha	Afgrøde	N-tilf C			P- tilf.			N-fjern	P-fjern	N_fix
						kg N ha-1			kg P ha-1			kg N ha-1	kg P ha-1	kg N ha-1
						han	hus	udb	han	hus	udb			
605	1	1990	Kvæg	3,1	Helsæd	220	120	0	9	15	0	142	21	2
605	1	1991	Kvæg	3,8	Græs til slet	284	376	0	0	48	0	290	30	67
605	1	1992	Kvæg	1,7	Græs til slet	295	179	0	0	23	0	127	13	48
605	1	1993	Kvæg	1,4	Sletgræs, 0-10 pct.	243	188	0	0	24	0	217	28	64
605	1	1994	Kvæg	1,6	Korn, ærter modenhe	120	120	0	0	15	0	149	20	77
605	1	1995	Kvæg	1,7	Korn, ærter modenhe	112	229	0	0	30	0	169	22	74
605	1	1996	Kvæg	1,3	Vårbyg, helsæd	81	65	0	0	10	0	142	21	2
605	1	1997	Kvæg	2,0	Vårbyg + udlæg, hel	54	69	0	0	11	0	131	20	2
605	1	1998	Kvæg	1,4	Grønkorn. vint	134	140	81	0	27	15	190	28	4
605	1	1999	Kvæg	1,3	Brak. flerårig	0	0	0	0	0	0	0	0	5
605	1	2000	Kvæg	1,3	Brak. flerårig	0	0	0	0	0	0	0	0	5
605	1	2001	Kvæg	0,7	Brak. flerårig	0	0	0	0	0	0	0	0	5
605	1	2002	Plante	0,0	Brak. flerårig	0	0	0	0	0	0	0	0	5
605	1	2003	Plante	0,0	Brak (fjernbra	0	0	0	0	0	0	0	0	5
605	1	2004	Plante	0,0	Brak (fjernbra	0	0	0	0	0	0	0	0	5
606	1	1990	Svin	0,3	Vårbyg, foderkorn	90	0	0	13	0	0	128	24	2
606	1	1991	Svin	0,3	Vårbyg, foderkorn	82	140	0	8	34	0	109	20	2
606	1	1992	Svin	0,3	Vårbyg, foderkorn	90	0	0	14	0	0	51	10	2
606	1	1993	Svin	0,3	Vårbyg, foderkorn	107	0	0	12	0	0	89	16	2
606	1	1994	Svin	0,3	Vårraps, industri	52	232	0	0	38	0	83	18	2
606	1	1995	Svin	0,3	Vinterhvede, brød	76	202	0	0	48	0	148	24	2
606	1	1996	Plante	0,0	Vinterbyg, foderkor	75	164	0	0	26	0	108	19	2
606	1	1997	Plante	0,0	Grønkorn	196	0	0	29	0	0	153	16	2
606	1	1998	Kvæg	1,9	Kl.græs. a. 0-	174	0	134	8	0	21	230	34	2
606	1	1999	Plante	0,0	Kl.græs. s+a 1	0	79	0	0	15	0	266	40	210
606	1	2000	Plante	0,0	Grønkorn. vint	0	201	0	0	39	0	198	32	4
606	1	2001	Plante	0,0	Kl.græs. a. 31	0	172	22	0	30	4	187	24	145
606	1	2002	Kvæg	10,0	Helsæd. vårbyg	0	72	31	0	12	6	172	24	20
606	1	2003	Kvæg	10,0	Kl.græs. a. 31	0	139	57	0	24	10	187	24	146
606	1	2004	Plante	0,0	Kl.græs. s+a 3	0	131	0	0	23	0	169	25	152
607	1	1990	Kvæg	1,0	Græs til slet	199	0	0	10	0	0	218	23	59
607	1	1991	kv+sv	1,3	Rent græs	184	80	51	14	9	6	177	20	55
607	1	1992	Kvæg	1,0	Vårbyg, foderkorn	32	0	0	3	0	0	73	13	2
607	1	1993	Kvæg	1,0	Foderroer	110	595	0	2	155	0	189	27	2
607	1	1994	Kvæg	1,3	Vårbyg + udlæg, fod	0	185	10	0	54	1	113	21	2
607	1	1995	Kvæg	1,3	Græs til afgræsning	213	0	108	10	0	14	223	24	2
607	1	1996	Kvæg	1,3	Græs til afgræsning	276	0	184	19	0	19	158	18	2
607	1	1997	Kvæg	1,2	Vårbyg, foderkorn	4	92	0	16	19	0	95	17	2
607	1	1998	Kvæg	1,3	Fodersukkerroe	90	308	0	9	104	0	203	29	2
607	1	1999	Kvæg	1,6	Vårbyg m. kløv	98	0	11	0	0	2	299	45	12
607	1	2000	Svin	2,4	Grønkorn. vint	173	0	121	16	0	18	122	20	12
607	1	2001	Svin	4,9	Kl.græs. a. 0-	173	93	24	4	20	3	200	30	2
607	1	2002	Andet	2,0	Vårbyg m. græs	138	77	6	12	8	1	104	20	4
607	1	2003	Kvæg	1,2	Vårbyg m. græs	104	182	13	0	32	1	104	20	12
607	1	2004	Andet	1,4	Vårbyg	0	427	0	0	114	0	71	14	2
608	1	1990	Kvæg	1,4	Græs til slet	135	0	0	11	0	0	254	26	63
608	1	1991	Kvæg	1,5	Rent græs	110	78	283	6	11	36	225	25	61
608	1	1992	Kvæg	1,3	Vinterhvede, foderk	162	0	0	0	0	0	114	19	2
608	1	1993	Kvæg	1,6	Fodermajs	99	196	0	34	28	0	202	29	2
608	1	1994	Kvæg	2,2	Korn, ærter modenhe	119	200	0	7	25	0	179	24	87
608	1	1995	Kvæg	1,9	Græs til afgræsning	351	126	19	0	16	2	252	29	81
608	1	1996	Kvæg	1,9	Græs til afgræsning	305	81	48	0	12	5	221	25	2
608	1	1997	Kvæg	1,6	Græs til afgræsning	204	151	114	0	23	12	236	27	2
608	1	1998	Kvæg	1,9	Rent græs. s+a	266	77	125	8	14	21	266	40	2
608	1	1999	Kvæg	2,1	Rent græs. s+a	208	68	187	0	11	34	248	37	2
608	1	2000	Kvæg	2,1	Rent græs. s+a	180	98	61	0	16	11	234	35	2
608	1	2001	Kvæg	2,1	Rent græs. s+a	331	109	84	0	18	15	271	40	2
608	1	2002	Kvæg	2,1	Rent græs. s+a	185	167	181	0	30	33	249	37	2
608	1	2003	Kvæg	2,3	Grønkorn. vårb	0	90	0	0	16	0	163	17	340
608	1	2004	Kvæg	2,3	Lucerne til fo	0	0	0	0	0	0	315	33	76

## Bilag 5.2

St.	År	Nedbør mm	Afst. mm	vand mm	N-udv. kg N ha-1	P-udv kg P ha-1
102	9091	895	259		7	0,025
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	0001	537	28		49	0,003
102	0102	910	301		64	0,026
102	0203	731	147		38	0,014
102	0304	651	61		31	0,006
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	0001	537	0		2	0,004
103	0102	910	274		32	0,015
103	0203	731	104		3	0,003
103	0304	651	72		15	0,002
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	9900	858	126		6	0,009
104	0001	537	50		19	0,004
104	0102	910	233		27	0,045
104	0203	731	108		24	0,017
104	0304	651	84		26	0,022
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
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	0001	537	0		0	0,006
105	0102	910	242		50	0,014
105	0203	731	88		0	0,001
105	0304	651	88		22	0,003
106	9091	895	221		81	1,161
106	9192	721	112		53	0,480
106	9293	613	47		0	0,000

St.	År	Nedbør mm	Afst. mm	vand mm	N-udv. kg N ha-1	P-udv kg P ha-1
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	0001	537	2		10	0,035
106	0102	910	246		69	1,138
106	0203	731	74		29	0,381
106	0304	651	6		57	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	0001	910	265		24	0,019
107	0102	731	158		12	0,002
107	0203	651	60		16	0,003



St.	År	Nedbør mm	Afst. mm	vand mm	N-udv. kg N ha-1	P-udv kg P ha-1
201	0304	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	0001	897	441		116	0,025
201	0102	1071	537		135	0,016
201	0203	898	378		39	0,052
201	0304	888	378		108	0,192
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	0001	897	443		71	0,053
202	0102	1071	608		175	0,023
202	0203	898	408		59	0,045
202	0304	888	429		50	0,044
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	0001	897	419		61	0,031
203	0102	1071	581		57	0,068
203	0203	898	426		44	0,060
203	0304	888	377		45	0,032
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	103		6	0,093
204	9697	728	529		72	0,126
204	9798	860	769		232	0,170
204	9899	1065	1083		103	0,100
204	9900	1112	1117		143	0,071
204	0001	897	638		85	0,024
204	0102	1071	543		21	0,017
204	0203	898	398		79	0,035
204	0304	888	419		34	0,112
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

St.	År	Nedbør mm	Afst. mm	vand mm	N-udv. kg N ha-1	P-udv kg P ha-1
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	0001	897	448		330	0,029
205	0102	1071	595		140	0,032
205	0203	898	379		81	0,040
205	0304	888	394		43	0,097
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	103		21	0,003
206	9697	728	439		11	0,053
206	9798	860	634		22	0,156
206	9899	1065	1059		10	0,068
206	9900	1112	1070		88	0,052
206	0001	897	685		19	0,032
206	0102	1071	526		35	0,039
206	0203	898	318		23	0,034
206	0304	888	438		37	0,227

St.	År	Nedbør mm	Afst. mm	vand mm	N-udv. kg N ha-1	P-udv kg P ha-1
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	0001	599	425		158	0,013
301	0102	978	444		116	0,010
301	0203	916	381		47	0,012
301	0304	844	337		88	0,008
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	0001	599	430		90	0,091
302	0102	978	442		25	0,191
302	0203	916	416		33	0,029
302	0304	844	368		24	0,014
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	88		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	0001	599	404		37	0,030
303	0102	978	444		48	0,028
303	0203	916	416		49	0,025
303	0304	844	346		31	0,020
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
304	9900	1040	522		14	0,018
304	0001	599	422		12	0,016
304	0102	978	456		23	0,015
304	0203	916	486		46	0,026
304	0304	844	382		55	0,022
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

St.	År	Nedbør mm	Afst. mm	vand mm	N-udv. kg N ha-1	P-udv kg P ha-1
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	0001	599	440		1	0,020
305	0102	978	509		45	0,013
305	0203	916	457		30	0,027
305	0304	844	342		9	0,019

St.	År	Nedbør mm	Afst. mm	vand mm	N-udv. kg N ha-1	P-udv kg P ha-1
401	9091	887	359		8	0,146
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	0001	687	232		25	0,093
401	0102	1022	525		41	0,220
401	0203	740	224		18	0,086
401	0304	739	234		36	0,076
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	0001	687	254		14	0,030
402	0102	1022	495		46	0,070
402	0203	740	240		38	0,022
402	0304	739	173		7	0,023
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	0001	687	246		78	0,013
403	0102	1022	496		100	0,036
403	0203	740	201		38	0,005
403	0304	739	176		33	0,006
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
404	0001	687	205		30	0,006
404	0102	1022	443		51	0,022
404	0203	740	146		11	0,004
405	0304	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

St.	År	Nedbør mm	Afst. mm	vand mm	N-udv. kg N ha-1	P-udv kg P ha-1
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	0001	687	193		22	0,005
405	0102	1022	497		74	0,017
405	0203	740	156		18	0,004
405	0304	739	183		39	0,006
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	0001	687	208		68	0,011
406	0102	1022	486		99	0,040
406	0203	740	197		16	0,010
406	0304	739	182		35	0,012

St.	År	Nedbør mm	Afst. mm	vand mm	N-udv. kg N ha-1	P-udv kg P ha-1
501	9091		656		147	0,039
501	9192		625		163	0,046
501	9293		327		89	0,015
501	9394		730		148	0,000
501	9495		786		228	0,000
501	9596		206		70	0,000
501	9697		477		252	0,000
502	9091		646		161	0,053
502	9192		561		152	0,020
502	9293		345		104	0,011
502	9394		717		160	0,000
502	9495		778		111	0,000
502	9596		219		62	0,000
502	9697		467		20	0,000
503	9091		658		241	0,040
503	9192		534		100	0,023
503	9293		445		284	0,028
503	9394		680		55	0,000
503	9495		747		281	0,000
503	9596		109		29	0,000
504	9091		638		223	0,391
504	9192		738		274	0,066
504	9293		476		189	0,043
504	9394		715		66	0,000
504	9495		810		153	0,000
504	9596		192		72	0,000
504	9697		477		82	0,000
505	9091		665		89	0,056
505	9192		605		158	0,020
505	9293		377		117	0,010
505	9394		704		106	0,000
505	9495		782		97	0,000
505	9596		213		53	0,000
505	9697		486		72	0,000
506	9091		613		78	0,105
506	9192		572		127	0,079
506	9293		344		65	0,019
506	9394		697		84	0,000
506	9495		778		92	0,000
506	9596		179		63	0,000
506	9697		490		69	0,000
507	9091		679		71	0,107
507	9192		568		154	0,027
507	9293		362		110	0,023
507	9394		712		30	0,000
507	9495		800		135	0,000
507	9596		190		57	0,000
507	9697		498		98	0,000
508	9091		613		60	0,063
508	9192		375		72	0,018
508	9293		556		218	0,000
508	9394		654		82	0,000

St.	År	Nedbør mm	Afst. mm	vand mm	N-udv. kg N ha-1	P-udv kg P ha-1
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	0001	948	472		13	0,048
601	0102	1267	723		151	0,106
601	0203	1009	533		134	0,021
601	0304	942	476		77	0,030
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	0001	948	515		99	1,269
602	0102	1267	780		114	0,701
602	0203	1009	501		121	0,205
602	0304	942	462		152	0,280
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	0001	948	553	60	28	0,135
603	0102	1267	758		68	0,083
603	0203	1009	475		31	0,065
603	0304	942	472		115	2,107
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
604	9900	1268	692		227	0,340
604	0001	948	553	90	244	0,119
604	0102	1267	738		271	0,075
604	0203	1009	447		55	0,076
604	0304	942	460		77	0,168
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



St.	År	Nedbør mm	Afst. mm	vand mm	N-udv. kg N ha-1	P-udv kg P ha-1
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	0001	948	471		125	0,071
605	0102	1267	719		40	0,462
605	0203	1009	426		13	0,105
605	0304	942	445		29	0,203
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	0001	948	474		10	0,090
606	0102	1267	731		6	0,126
606	0203	1009	438		7	0,020
606	0304	942	445		30	0,057
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	0001	948	520	75	23	0,291
607	0102	1267	747		97	0,290
607	0203	1009	484		186	0,029
607	0304	942	474		171	0,028
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
608	9798	1065	602	60	141	0,108
608	9899	1325	808		175	0,232
608	9900	1268	678		147	0,098
608	0001	948	469		70	0,520
608	0102	1267	712		145	0,040
608	0203	1009	449		87	0,020
608	0304	942	443		73	0,024

## 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 døgnmiddelfastrømninger.

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

Der er væsentlig usikkerhed forbundet med estimering af kvælstoftabet via langsomt tilstrømmende vand. Derfor bør det angivne procentiske tab ikke opfattes som en nøjagtig opgørelse, men som et skøn, der muliggør sammenligning af kvælstofbelastninger fra forskellige vandløbsoplande på baggrund af oplandenes forskellige afstrømningsforhold og kvælstofudvaskning fra rodzonen (kapitel 9).

### Samlet kvælstoftab til vandløb

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

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

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

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

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

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

## Bilag 8

### Pesticidanvendelse i Landovervågningen i 2002, aktiv stoffer

Aktiv stof	g stof ha <sup>-1</sup> i op- landet	Aktiv stof	g stof ha <sup>-1</sup> i op- landet
Mancozeb	115,6	Mechlorprop	1,0
Glyphosat	88,4	Cypermethrin	0,9
Pendimethalin	86,6	Tribenuron methyl	0,8
Prosulfocarb	70,7	Desmedipham	0,7
Chlormequat-chlorid	46,8	Propyzamid	0,6
MCPA	44,7	Mepiquat-chlorid	0,6
Metamitron	41,0	Prochloraz	0,6
Terbuthylazin	36,6	Clomazone	0,5
Fenpropimorph	32,3	Dicamba	0,4
Bentazon	24,2	Kresoxim-methyl	0,3
Azoxystrobin	22,7	Metsulfuron-meth	0,2
Aclonifen	20,4	Alphacypermethri	0,2
Pyridat	18,8	Lambda-cyhalothr	0,2
Glyfosat-trimesium	18,5	Triflusulfuron	0,2
Phenmedipham	17,2	Triforin	0,2
Captan	15,3	Propaquizafob	0,1
Tebuconazole	14,9	Esfenvalerat	0,1
Ioxynil	14,1	Mefenpyr-diethyl	0,1
Bromoxynil	13,0	Pyraclostrobin	
Fluroxypyr	11,4	Chlormequat-C	
Ethofumesat	9,9	Epoxiconazol	
Pirimicarb	8,3	Tolyfluanid	
Dithianon	6,2	Iprodion	
Diquat	5,4	Hexythiazox	
Simazin	4,7	Foramsulfuron	
Napropamid	4,5	Trinexapac-et	
Dimethoat	4,3	Zink	
Pyraclostrobin	4,3	Mefenpyr-diethy	
Propiconazol	4,1	Metsulfuron-m	
Methabenzthiazur	3,7	Mefenpyr-diet	
Cyprodinil	3,5	Florasulam	
Pyrimethanil	3,4	Tribenuron meth	
Bitertanol	2,8	Thifensulfuronmethyl	
Tau-fluvalinat	2,6	Metsulfuron-methyl	
Malathion	2,4	Amidosulfuron	
Fluazinam	2,3	Tribenuron me	
Fluazifop-P-butyl	2,3	Flupyrsulfuron-methyl-Na	
Haloxifop-ethoxy	1,9	Iodosulfuron-methyl-Na	
Fenpropidin	1,9		
Ethephon	1,8		
Clopyralid	1,7		
Glufosinat-ammonium	1,7		
Morpholin	1,3		
Metribuzin	1,3		
Diflufenican	1,3		
Trinexapac-ethyl	1,3		
Fenoxaprop-P-ethyl	1,0		
Diflubenzuron	1,0		

## Pesticidanvendelse i Landovervågningen i 2003, aktiv stoffer

Aktiv stof	g stof ha <sup>-1</sup> i op- landet	Aktiv stof	g stof ha <sup>-1</sup> i oplandet
Glyphosat	118,0	Tribenuron methyl	0,6
Prosulfocarb	114,5	Triforin	0,6
MCPA	78,1	Hexythiazox	0,6
Pendimethalin	59,8	Malathion	0,6
Metamitron	40,4	Foramsulfuron	0,5
Mancozeb	39,2	Desmedipham	0,5
Chlormequat-chlorid	39,0	Glufosinat-ammonium	0,4
Terbuthylazin	34,2	Simazin	0,4
Pirimicarb	28,0	Dicamba	0,3
Captan	24,9	Cypermethrin	0,3
Fenpropimorph	20,3	Fenoxaprop-P-ethyl	0,3
Pyridat	18,5	Trinexapac-et	0,2
Bitertanol	16,5	Prochloraz	0,2
Bentazon	16,1	Alphacypermethrin	0,2
Ioxynil	15,8	Triflusulfuron	0,2
Tebuconazole	14,4	Zink	0,2
Azoxystrobin	14,3	Metsulfuron-met	0,1
Bromoxynil	14,0	Aclonifen	0,1
Fluroxypyr	13,4	Mefenpyr-diethy	0,1
Phenmedipham	10,6	Metsulfuron-m	0,1
Pyraclostrobin	10,2	Mefenpyr-diethyl	0,1
Fenpropidin	9,8	Mefenpyr-diet	0,1
Chlormequat-c	8,8	Fluazinam	0,1
Ethofumesat	6,3	Florasulam	0,1
Glyfosat-trimesium	5,8	Tribenuron meth	0,1
Cyprodinil	5,5	Thifensulfuronmethyl	0,1
epoxiconazol	4,9	Esfenvalerat	0,1
Propiconazol	4,2	Propaquizafob	0,1
Pyraclostrobi	3,0	Metsulfuron-methyl	0,1
Methabenzthiazuron	2,8	Amidosulfuron	0,1
Fluazifop-P-butyl	2,7	Tribenuron me	0,1
Ethephon	2,3	Flupyrsulfuron-methyl-Na	0,1
Trinexapac-ethyl	2,1	Iodosulfuron-methyl-Na	0,1
Tolyfluanid	2,1		
Diflufenican	2,0		
Clopyralid	1,7		
Mepiquat-chlo	1,6		
Dimethoat	1,5		
Tau-fluvalinat	1,4		
Iprodion	1,1		
Propyzamid	1,1		
Diflubenzuron	1,0		
Diquat	0,9		
Haloxypop-ethoxyet.	0,8		

## Pesticidanvendelse i Landovervågningen i 2004, aktiv stoffer

Aktivstof	g stof ha <sup>-1</sup> i oplandet	Aktivstof	g stof ha <sup>-1</sup> i oplandet
Glyphosat	132,6	Triflusuifuron	0,3
MCPA	124,8	Propaquizafob	0,3
Prosulfocarb	117,7	Desmedipham	0,2
Pendimethalin	76,2	Florasulam	0,2
Mancozeb	72,8	Metsulfuron-methyl	0,2
Chlormequat-chlorid	39,2	Flupyr-sulfuron-methyl-Na	0,2
Captan	35,2	Fluazinam	0,2
Svovl	35,1	Alphacypermethrin	0,2
Metamitron	30,1	Fenoxaprop-P-ethyl	0,2
Terbuthylazin	26,7	Aclonifen	0,1
Fluroxypyr	26,0	Lodosulfuron-methyl-	0,1
Ioxynil	20,1	Thifensulfuronmethyl	0,1
Bromoxynil	19,9	Lodosulfuron-methyl-Na	0,1
Pyridat	15,3	Diflubenzuron	0,1
Phenmedipham	14,3	Lodosulfuron-methyl-N	0,0
Fenpropidin	12,5	Triforin	0,0
Azoxystrobin	12,5	Cycloxydim	0,0
Pyraclostrobin	12,2	Alpha-naphthyl-eddik	0,0
Bentazon	12,0	Fenpyroximat	0,0
Tolyfluanid	11,3	Sulfosulfuron	0,0
Epoxiconazol	10,9	Dicamba	0,0
Tebuconazole	10,8	Metribuzin	0,0
Penetreringsolie	10,8	Flupyr-sulfuron-methyl	0,0
Fenpropimorph	10,3	Flupyr-sulfuron-methyl	0,0
Cyprodinil	8,7	Triasulfuron	0,0
Ethofumesat	6,2		
Simazin	6,1		
Napropamid	4,4		
Diflufenican	4,1		
Zink	4,0		
Propyzamid	3,5		
Bitertanol	3,3		
Propiconazol	3,3		
Tau-fluvalinat	2,5		
Pirimicarb	2,5		
Trinexapac-ethyl	2,0		
Fluazifop-P-butyl	1,9		
Clopyralid	1,8		
Haloxypop-ethoxyet.	1,7		
Malathion	1,7		
Diquat	1,6		
Pyrimethanil	1,6		
Dimethoat	1,5		
Cholinchlorid	1,5		
Glufosinat-ammonium	1,3		
Cypermethrin	1,2		
Foramsulfuron	1,2		
Clomazone	1,2		
Tribenuron methyl	0,7		
Mefenpyr-diethyl	0,5		

## Bilag 9

Prøvetagningsstrategien blev delt op i følgende 3 elementer:

### 1. Bestemmelse af baggrunds niveau.

For at bestemme pesticidforekomsten i vandløb udenfor nedbørshændelser (baggrunds niveauet) blev der foretaget punktprøver i to 2000 ml glas på forskellige tilfældige tidspunkter i perioden (april – juni). Der blev gennemført en prøvetagning pr. måned, dvs. i alt 3 prøvetagninger pr. vandløb. Det var vigtigt at punktprøverne blev taget under normale afstrømningsforhold og ikke under nedbørshændelser. Punktprøverne blev analyseret for pesticidpakkerne 1 til 4 (se efterfølgende).

### 2. Kvantitativ bestemmelse af pesticider under nedbørshændelser.

Sugeprøverne taget under de enkelte nedbørshændelser af de to automatiske prøvetagere analyseres som en prøve. Sugeprøverne blev puljet og der blev udtaget 90 ml fra 21 flasker. Man får derved en puljet sugeprøve med i alt 1890 ml vand. Den puljede sugeprøve analyseres efter pakkerne 1-4 (se efterfølgende).

Resten af vandløbsvandet i de enkelte flasker blev gemt, og anvendt under punkt 3 til beskrivelse af pesticidpuls.

Der blev taget sugeprøver i alt under 7 nedbørshændelser.

### 3. Beskrivelse af pesticidpuls.

For at kunne beskrive pesticidpuls i en nedbørshændelse er det nødvendigt at analysere delvandprøver. Så derfor blev 800 ml af det resterende vandløbsvand i de enkelte flasker puljet to og to. De 1600 ml fra hver af disse puljede sugeprøver blev analyseret efter pakkerne 1 til 3. De to sidste fyldte flasker blev analyseret separat og efter pakke 1.

Alle prøverne blev konserveret og frosset ned og når analyseresultaterne fra de puljede sugeprøver under punkt 2 var kendte så blev de hændelser udvalgt der skulle analyseres nærmere vedrørende en beskrivelse af pesticidpuls. Denne procedure blev kun anvendt for i alt 4 hændelser.

Målestationerne blev besøgt mindst en gang om ugen. Ved besøget skulle kontakten justeres med hensyn til vandstanden. Normalt indstilles kontakten til den laveste stigning i low-flow situationer og til den højeste i high-flow situationer. Men for hver station skulle amtet beregne, hvor meget en nedbørshændelse med mindst 10 mm over et eller to døgn kan give i vandstandsstigning for at få en nøjagtig indstilling af kontakten.



## 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) – udgået fra 2004.**

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 skrånede svagt fra nordøst mod sydvest. Jordtyperne i oplandet er klassificeret som grovsandet jord (67 %), lerblandet sandjord (18 %) og humusjord (14 %). Mere end 99 % af arealet er i landbrugsdrift; 0,4 % er skov.

*Vestsjælland*

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

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

## Appendiks 2. Vandmiljøhandlingsplaner

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

*NPO-Handlingsplanen, 1986*

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

*Vandmiljøplanen, 1987*

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

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

*Handlingsplanen for bæredygtigt landbrug, 1991*

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

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

*Opfølgning på Handlingsplanen for Bæredygtigt Landbrug, 1996*

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

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

Ved en forespørgselsdebat i Folketinget i marts 1996 fremlagde regeringen sine planer til sikring af at målene nås. Dette har resulteret i, at landmændene ved udarbejdelse af gødningsregnskaber fra 1996 ikke længere frit kan fastlægge forventet udbytte, dette skal baseres på et gennemsnit af tidligere år. Med hensyn til næringsstofindhold i husdyrgødning kan landmændene selv værdisætte dette på baggrund af husdyrgødningsanalyser indtil 1997; fra 1998 skal fastsættelsen af næringsstofindholdet i husdyrgødning ske på baggrund af normværdier med mulighed for korrektion for aktuel 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 i 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.

#### *Vandmiljøplan III*

I 2004 blev Vandmiljøplan III vedtaget af regeringen, Dansk Folkeparti og Kristendemokraterne (Aftalen findes på [www.vmp3.dk](http://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, reetablering 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. 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 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 (svarende til 1,6 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 pesticidforbruget 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

*Afd. 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

### 2005

- Nr. 526: Effekter af fiskeri på stenrevs algevegetation. Et pilotprojekt på Store Middelgrund i Kattegat. Af Dahl, K. 16 s. (elektronisk)
- Nr. 527: The impact on skylark numbers of reductions in pesticide usage in Denmark. Predictions using a landscape-scale individual-based model. By Topping, C.J. 33 pp. (electronic)
- Nr. 528: Vitamins and minerals in the traditional Greenland diet. By Andersen, S.M. 43 pp. (electronic)
- Nr. 529: Mejlgrund og lillegrund. En undersøgelse af biologisk diversitet på et lavvandet område med stenrev i Samsø Bælt. Af Dahl, K., Lundsteen, S. & Tendal, O.S. 87 s. (elektronisk)
- Nr. 530: Eksempler på økologisk klassificering af kystvande. Vandrammedirektiv-projekt, Fase IIIa. Af Andersen, J.H. et al. 48 s. (elektronisk)
- Nr. 531: Restaurering af Skjern Å. Sammenfatning af overvågningsresultater fra 1999-2003. Af Andersen, J.M. (red.). 94 s.
- Nr. 532: NOVANA. Nationwide Monitoring and Assessment Programme for the Aquatic and Terrestrial Environments. Programme Description - Part 1. By Svendsen, L.M. & Norup, B. (eds.). 53 pp., 60,00 DKK.
- Nr. 533: Fate of mercury in the Arctic (FOMA). Sub-project atmosphere. By Skov, H. et al. 55 pp. (electronic)
- Nr. 534: Control of pesticides 2003. Chemical Substances and Chemical Preparations. By Krongaard, T., Petersen, K.T. & Christoffersen, C. 32 pp. (electronic)
- Nr. 535: Redskaber til vurdering af miljø- og naturkvalitet i de danske farvande. Typeinddeling, udvalgte indikatorer og eksempler på klassifikation. Af Dahl, K. (red.) et al. 158 s. (elektronisk)
- Nr. 536: Aromatiske kulbrinter i produceret vand fra offshore olie- og gasindustrien. Test af prøvetagningsstrategi. Af Hansen, A.B. 41 s. (elektronisk)
- Nr. 537: NOVANA. National Monitoring and Assessment Programme for the Aquatic and Terrestrial Environments. Programme Description - Part 2. By Svendsen, L.M., Bijl, L. van der, Boutrup, S. & Norup, B. (eds.). 137 pp., 100,00 DKK.
- Nr. 538: Tungmetaller i tang og musling ved Ivituut 2004. Johansen, P. & Asmund, G. 27 s. (elektronisk)
- Nr. 539: Anvendelse af molekyllærgenetiske markører i naturforvaltningen. Af Andersen, L.W. et al. 70 s. (elektronisk)
- Nr. 540: Cadmiumindholdet i kammusling *Chlamys islandica* ved Nuuk, Vestgrønland, 2004. Af pedersen, K.H., Jørgensen, B. & Asmund, G. 36 s. (elektronisk)
- Nr. 541: Regulatory odour model development: Survey of modelling tools and datasets with focus on building effects. By Olesen, H.R. et al. 60 pp. (electronic)
- Nr. 542: Jordrentetab ved arealekstensivering i landbruget. Principper og resultater. Af Schou, J.S. & Abildtrup, J. 64 s. (elektronisk)
- Nr. 543: Valuation of groundwater protection versus water treatment in Denmark by Choice Experiments and Contingent Valuation. By Hasler, B. et al. 173 pp. (electronic)
- Nr. 544: Air Quality Monitoring Programme. Annual Summary for 2004, Part 1 Measurements. By Kemp, K. et al. 64 pp. (electronic)
- Nr. 546: Environmental monitoring at the Nalunaq Mine, South Greenland, 2004. By Glahder, C.M. & Asmund, G. 32 pp. (electronic)
- Nr. 549: Kriterier for gunstig bevaringsstatus for EF-habitatdirektivets 8 marine naturtyper. Af Dahl, K. et al. 39 s. (elektronisk)
- Nr. 550: Natur og Miljø 2005. Påvirkninger og tilstand. Af Bach, H. (red.) et al. 205 s., 200,00 kr.
- Nr. 551: Marine områder 2004 – Tilstand og udvikling i miljø- og naturkvaliteten. NOVANA. Af Ærtebjerg, G. et al. (elektronisk)
- Nr. 552: Landovervågningsoplande 2004. NOVANA. Af Grant, R. et al. (elektronisk)
- Nr. 553: Søer 2004. NOVANA. Af Lauridsen, T.L. et al. (elektronisk)
- Nr. 554: Vandløb 2004. NOVANA. Af Bøgestrand, J. (red.) (elektronisk)
- Nr. 555: Atmosfærisk deposition 2004. NOVANA. Af Ellermann, T. et al. (elektronisk)
- Nr. 557: Terrestriske naturtyper 2004. NOVANA. Af Nielsen, K.E. et al. (elektronisk)
- Nr. 558: Vandmiljø og Natur 2004. Tilstand og udvikling – faglig sammenfatning. Af Andersen, J.M. et al. (elektronisk)
- Nr. 560: Arter 2004. NOVANA. Af Søgaard, B. & Pihl, S. (elektronisk)



*[Tom side]*

Danmarks Miljøundersøgelser  
Miljøministeriet

ISBN 87-7772-889-0  
ISSN 1600-0048