

Resumé

Konklusion

Det gennemsnitlige kvælstofoverskud på landbrugsjorden i Danmark, angivet pr arealenhed, er reduceret med ca. 38 % i perioden fra 1990 til 2000. Modelberegninger for landovervågningsoplandene har vist at kvælstofudvaskningen reduceres med 32 % når de iværksatte tiltag slår fuldt igennem. Målinger har ligeledes vist at kvælstofkoncentrationerne i rodzonevandet er faldet ca. 43 %. Spredningen på tallet er imidlertid meget stor. I Ferskvandsovervågningen er der for vandløb i dyrkede oplande beregnet et generelt fald i kvælstoftransporten på ca. 22 % siden 1989.

Den mindre reduktion i vandløbene end ved rodzonen skyldes for det første at modelberegningerne angiver den langsigtede effekt, og at der er en tidsforsinkelse i rodzonen. Dernæst skal man ikke forvente samme reduktions-størrelse i overfladevand som ved rodzonen. En halvering af kvælstofudvaskningen i henhold til vandmiljøplanerne vil ikke føre til en tilsvarende reduktion i vandløbstransporten, idet det naturbetingede baggrundsbidrag vil stadig være der.

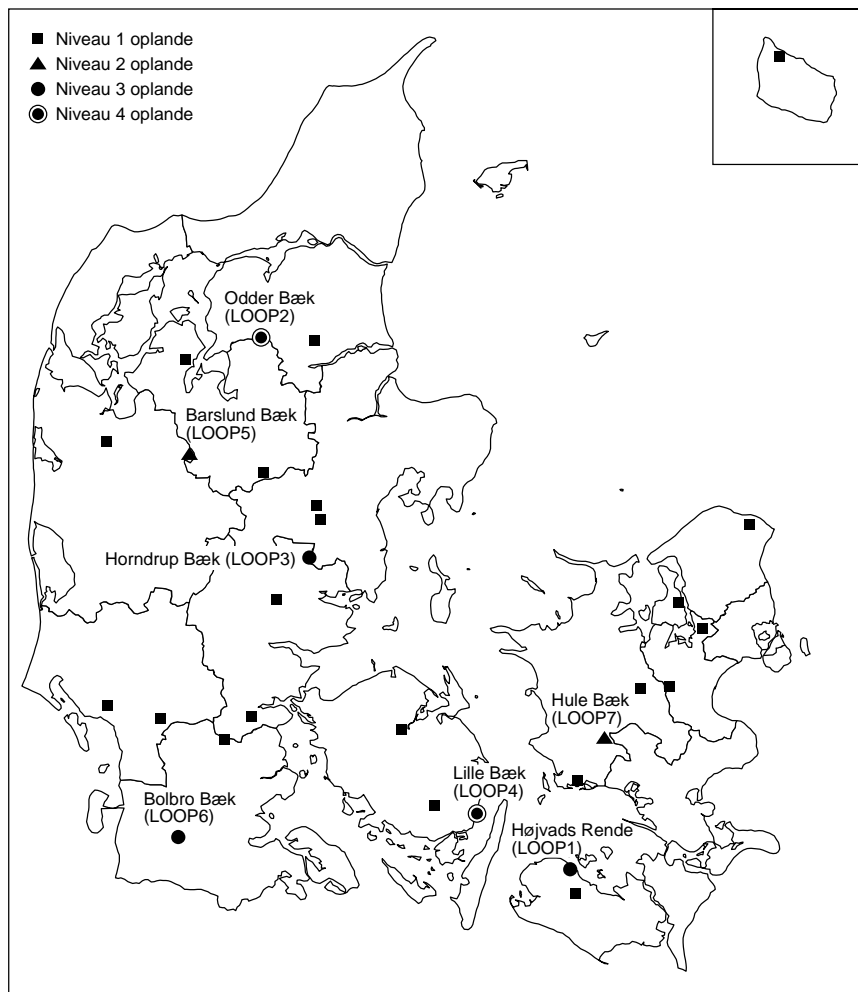
Landovervågningsprogrammet

Landovervågning

I Vandmiljøplanens Landovervågningsprogram undersøges landbrugets gødnings- og pesticidanvendelse samt tab af disse stoffer til vandmiljøet. Programmet startede i 1989. Landovervågningen udføres som en niveaudelt opgave. I 7 små landbrugsdominerede vandløbsoplande på hver 5-15 km² foretages årlig interviewundersøgelse om landbrugspraksis. I fem af oplandene udføres desuden målinger af næringsstoftransport og pesticidforekomst i samtlige dele af vandkredsløbet (figur 1). Oplandene er udvalgt med henblik på at repræsentere landsgennemsnittet bedst muligt med hensyn til jordbund, klima og landbrugspraksis. Husdyrtætheden i oplandene i 2000 var 0,93 DE ha⁻¹ hvilket var meget tæt på husdyrtætheden for hele landet (0,97 DE ha⁻¹). Oplandene vil dog ikke nødvendigvis i alle forhold være repræsentative for landet, men de kan betragtes som repræsentative hvad angår landbrugspraksis for de enkelte driftstyper.

Med henblik på at fremskaffe et mere fyldestgørende datamateriale med oplysninger om kilderne til næringsstofftab fra dyrkede områder til vandløb foretages endvidere interviewundersøgelse i et større antal oplande med års mellemrum. Således er der indsamlet data om landbrugspraksis fra 20 oplande for dyrkningsårene i henholdsvis 1993/94 og 1998/99 (figur 1).

Figur 1 Oversigt over landovervågningsopländenes placering.



Næringsstoffer og pesticider i landbruget

Vandmiljøplanerne

En række af handlingsplaner

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

Tabel 1 Oversigt over Vandmiljøhandlingsplaner i Danmark

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

Kvælstof – gødskningspraksis i landovervågningsoplandene

Krav om grønne marker og efterafgrøder opfyldt

Grønne marker har igennem hele perioden udgjort 70-77 % af det dyrkede areal. Kravet om 65 % grønne marker er hermed opfyldt. Knap halvdelen af det vintergrønne areal har været bevokset med græs, udlæg, vinterraps og roer. Disse kan alle betegnes som effektive kvælstofsamlere. Den anden halvdel derimod, består af vinterkorn, majs, halmnedmuldning mv. som ikke kan forventes at optage større mængder kvælstof i efterårs- og vintermånederne. Krav i VMP II om ekstra 6 % efterafgrøder er også opfyldt.

Væsentlig forbedring i anvendelsen af husdyrgødning

Krav om opbevaringskapacitet for husdyrgødning, forbud mod at sprede flydende husdyrgødning om efteråret og vinteren undtagen til vinterraps og græs samt krav til udnyttelse af husdyrgødning har ført til væsentlige forbedringer i anvendelsen af husdyrgødning (tabel 2). Den effektive del af husdyrgødningen er herved steget fra 34 % i 1990 til 45 % i 2000.

Tabel 2 Oversigt over udvikling i nøgleparametre for husdyrgødningsanvendelse i landovervågningen i perioden 1990-2000.

	1990	2000
9 måneders opbevaringskapacitet, % af dyreenheder	38	85
Forårsudbringning af husdyrgødning, % af total N i husdyrgødning	55	85
Udbringning med slæbeslanger, % af total N i husdyrgødning	4	57
Effektiv del af husdyrgødning % af total N i husdyrgødning	34	45

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

Gødskning i forhold til kvælstofkvoter

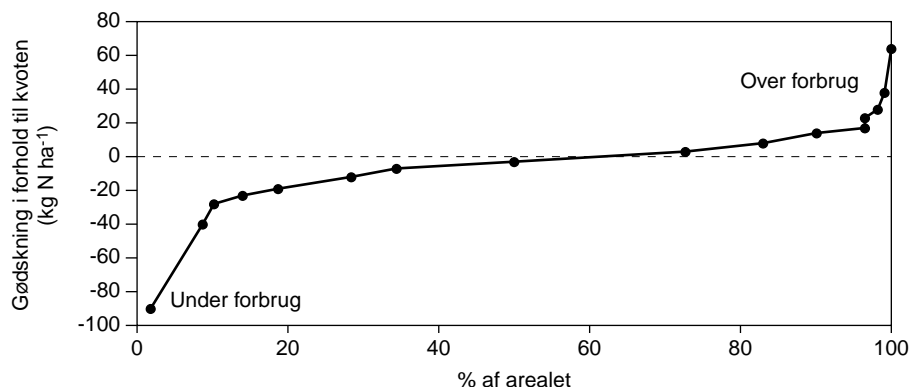
Gødningsreglerne gælder på bedriftsniveau. I 2000 blev der på ca. 17 % af det konventionelt dyrkede areal tilført mere end 10 kg N ha⁻¹ over bedriftenes kvote (overforbrug). På ca. 28 % af det konventionelt dyrkede areal blev derimod tilført mindre end 10 kg N ha⁻¹ under bedriftenes kvote (underforbrug) (figur 2).

"Luft" i gødningsregnskaber

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

det formål at landmændenes kvotefastsættelse bliver i bedre overensstemmelse med hensigten bag normerne.

Figur 2 Fordeling af det konventionelt dyrkede areal efter over- og underforbrug af N-gødning i forhold til bedrifternes kvote i 2000.



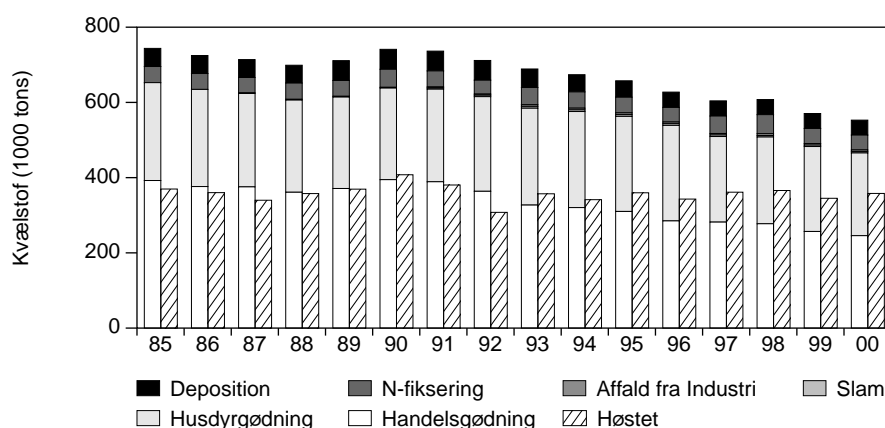
Godt 70 % af ejendommene opfylder krav til udnyttelse af husdyrgødning i 2000

Godt 70 % af ejendommene opfyldte i 2000 kravet til udnyttelse af kvælstof i husdyrgødningen. Ejendomme som ikke opfyldte kravene havde et jordtilliggende på ca. 19 % af det dyrkede areal. Her skal handelsgødningsforbruget sænkes yderligere for at reglerne bliver opfyldt.

Kvælstof - udviklingen i gødningsforbrug for hele landet

Den forbedrede landbrugspraksis har ført til et markant fald i handelsgødningsforbruget på landsplan. Data fra Danmarks Statistik viser at handelsgødningsforbruget af kvælstof er faldet fra 395.000 tons N i 1990 til 246.000 tons N i 2000. Ligeledes er også kvælstof i husdyrgødningen faldet fra ca. 244.000 til 220.000 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 332.000 tons N i 1990 til 195.000 tons N i 2000 (figur 3). Tages i betragtning at også landbrugsarealet er faldet i nævnte periode fra 2,77 til 2,65 mio. ha, udgør reduktionen i kvælstofoverskud pr. arealenhed dyrket jord 38 %.

Figur 3 Udviklingen i tildelt kvælstof og høstet kvælstof for hele landbrugsarealet i Danmark i perioden 1985 til 2000.

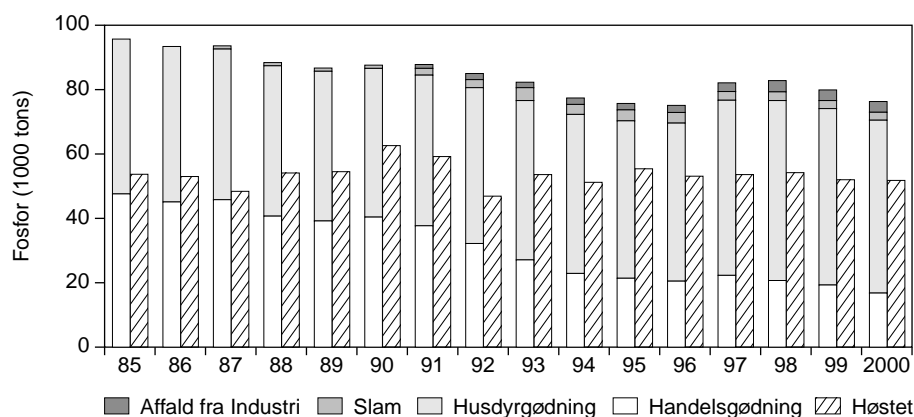


Fosfor – gødskningsforbrug for hele landet og praksis i oplandene

Vandmiljøplanernes krav med hensyn til fosfor i landbruget antages at være opfyldt med stop for de direkte udledninger fra gårdene. Der er ingen krav i forhold til fosforgødskning. På landsplan er der sket

en reduktion i forbrug af fosfor med handelsgødning fra 1990 til 2000, men samtidig har der været en stigning i fosforudskillelsen i husdyrgødningen. Nettotilførslen har været faldende i perioden og udgør i 2000 ca. 25.000 tons P (figur 4).

Figur 4. Udviklingen i tildelt fosfor og høstet fosfor for hele landbrugsarealet i Danmark i perioden 1985 til 2000.



Nettotilførsel af fosfor til markerne på husdyrbrug

Data fra landovervågningsoplandene viser at der er stor forskel på nettotilførslen af fosfor afhængig af brugstype og husdyrtæthed. På planteavlsbrug er der en lille negativ balance, mens nettotilførslen på husdyrbrugene stiger med stigende husdyrtæthed (tabel 3).

Tabel 3. Fosforbalancer for landbrugsjord på ejendomme med forskellig brugstyper og dyretæthed, Landovervågningsoplande 2000.

		Dyretæthed (DE ha ⁻¹)			
		0	0-1,0	1,0-1,7	> 1,7
Handelsgødning	(kg P ha ⁻¹)	11,6	4,9	2,5	2,4
Husdyrgødning ¹⁾	(kg P ha ⁻¹)	4,6	16,4	27,6	32,1
Høstet	(kg P ha ⁻¹)	18,4	18,8	17,8	20,5
Total tilført.-høstet	(kg P ha ⁻¹)	-2,2	2,5	12,3	14,0

¹⁾ Husdyrgødning incl. udbinding.

Ophobning af fosfor i jord

Nettotilførsel af fosfor medfører en ophobning af fosfor i jorden. I Landovervågningen er der i 2000/2001 udtaget i alt ca. 1400 jordprøver til fosfortals bestemmelse (Pt). Knap 50 % af jordene i oplandene har højere fosfortal (Pt > 4) end nødvendigt for plantevækst. Fortsat overskudsproduktion af fosfor på husdyrbrugene vil føre til stadig stigende fosforindhold i jorden.

Pesticidforbrug og behandlingsindeks

Reduktionsmål for salg af pesticider og behandlingshyppighed

I Pesticidhandlingsplanen fra 1987 er kravet at salget af aktive stoffer halveres inden 1997 i forhold til referenceperioden 1981-85. Dette reduktionsmål er på landsplan nået i 1999. I Pesticidhandlingsplanen fra 1998 er der sat det mål at behandlingshyppigheden skal reduceres til under 2,0 inden 2002. Dette mål blev på landsplan opnået i 2000 (her beregnet efter den gamle beregningsmetode).

Behandlingshyppigheden er en teoretisk beregning der foretages på baggrund af salgsstatistikken for pesticider, afgrødefordelingen og det dyrkede areal. I landovervågningen er foretaget opgørelser over faktisk pesticidanvendelse på markerne. Her er behandlingsindeks i

2000 for de store afgrøder (vinterkorn 1,9, vårkorn 1,4) meget lig behandlingshyppigheden på landsplan (vinterkorn 2,1, vårkorn 1,5).

Det hydrologiske kredsløb i Landovervågningsoplandene

Problemer med vandbalancen

Vandbalancen i et opland kan udtrykkes ved vandbalanceligningen:

$$N = E_a + Q_o + Q_u + P$$

hvor N = nedbør, E_a = aktuel fordampning, Q_o = afstrømning til vandløb, Q_u = afstrømning direkte via grundvandet til et naboopland eller til havet, P = oppumpning til vandindvinding.

Vandafstrømning fra rodzonen muligvis overvurderet

Når posterne i denne balance opgøres hver for sig er der sædvanligvis en rest på 0-100 mm som der ikke kan gøres rede for. Samme rest forekommer også i andre opgørelser. Problemet har været kendt igennem de sidste 10 år. Der er indikationer af at fordampningen er undervurderet og afstrømningen fra rodzonen dermed overvurderet. Men der kan også være fejl på nedbørskorrekturen og opgørelser af afstrømning til vandløb. Og vor viden om underjordisk afstrømning er mangelfuld.

I Landovervågningen beregnes kvælstofudvaskning på baggrund af målte koncentrationer og beregnede værdier for vandafstrømning. En eventuel fejl på vandafstrømningen vil derfor også være til stede i kvælstofudvaskningen. De beregningsmetoder som er accepteret i dag, anvendes i Landovervågningen indtil bedre metoder foreligger.

Vandets transportveje

Overfladenær afstrømning i lerjordsområder, fortrinsvis grundvandsafstrømning i sandjordsområder

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

Kvælstof kredsløbet

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

Udviklingstendenser i kvælstofindholdet i det hydrologiske kredsløb

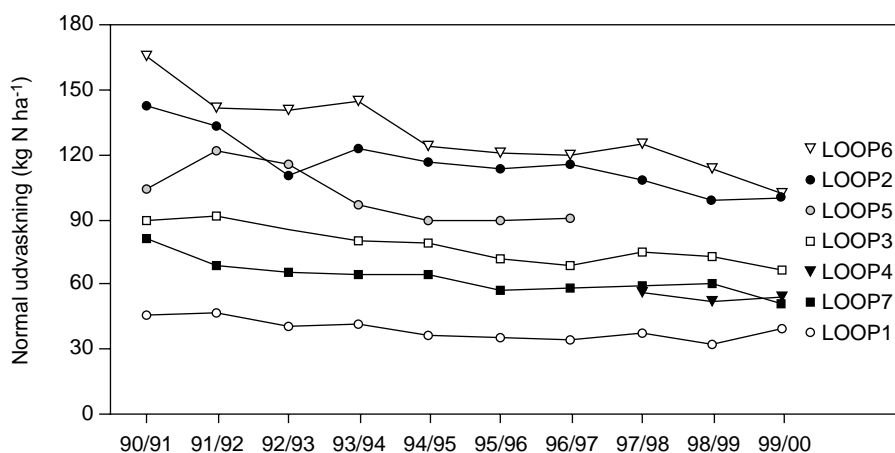
Signifikant reduktion i målt kvælstofudvaskning fra rodzonen

I Landovervågningen måles kvælstofkoncentrationerne i rodzonen på 18 stationsmarker i 3 lerjordsoplande og på 14 stationsmarker i 2 sandjordsoplande. Der er store årstidsvariationer afhængig af de klimatiske forhold. En analyse af udviklingstendenser, som delvis tager højde for disse variationer, viser et statistisk signifikant fald i de vandføringsvægtede kvælstofkoncentrationer på ca. 43 % for både sandjorde og lerjorderne for perioden 1990-2000. Spredningen på tallene er imidlertid stor, og med 95 % sandsynlighed er reduktionen mellem 23 og 58 %.

32 % reduktion i modelberegnet udvaskning

Kvælstofudvaskning fra hele det dyrkede areal i landovervågningsoplandene er desuden modelberegnet ved hjælp af N-LES modellen på baggrund af data fra interviewundersøgelsen og ved normal klima. Her er fundet et fald i kvælstofudvaskning på 32 % i perioden fra 1990 til 2000 (figur 5).

Figur 5 Modelberegnet udvaskning ved normal klima for de 7 overvågningsoplande for driftsårene 1990/1991 - 1999/2000.



Fald i kvælstof indhold i øvre grundvand

I det øvre grundvand er der i de seneste tre-fire år tendens til fald i nitrat indholdet .

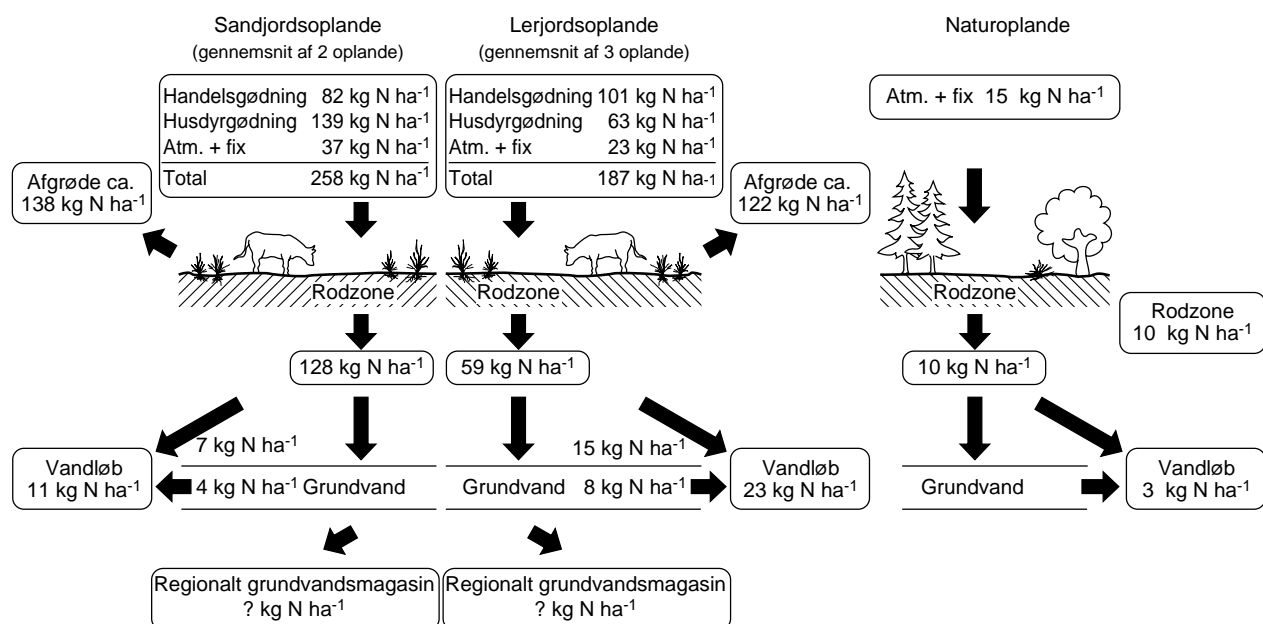
Godt 20 % reduktion i målt kvælstoftransport i vandløb

En statistisk analyse af de vandføringsvægtede kvælstofkoncentrationer i vandløbene i oplandene viser et fald som er statistisk signifikant (95 %) i tre ud af de fem oplande. Reduktionen er i størrelsesordenen 20 %. I et større antal landbrugsdominerede oplande, i alt 63 oplande, i Ferskvandsovervågningen er der fundet et fald i de vandføringskorrigerede kvælstoftransporter i vandløbene på 22 % i samme periode.

Kvælstoftransporter i det hydrologiske kredsløb

Kvælstofkredsløbet for de seneste 4 år, 1996/97- 1999/00, er skitseret i figur 6. Den årlige kvælstofudvaskning fra rodzonen, 59 kg N ha⁻¹ på lerjorde og 128 kg N ha⁻¹ på sandjorde, svarer stort set til nettotilførslerne af kvælstof til markerne. Udvasningen er væsentlig større fra sandjordene end fra lerjordene. Til trods herfor er kvælstoftransporterne i vandløbene væsentlig højere i lerjordsoplandene (23 kg N ha⁻¹) end i sandjordsoplandene (11 kg N ha⁻¹). Dette skyldes at vandafstrømningen på lerjordene sker gennem de øvre jordlag, mens vandafstrømningen på sandjordene fortrinsvis sker gennem de dybe-

Det årlige kvælstofkredsløb (1996/97 - 1999/2000)



Figur 6 Skemativering af kvælstofkredsløbet i henholdsvis dyrkede lerjords- og sandjordsoplande samt for naturoplande for årene 1996/97-1999/00. NB! Vandløbstransport i landbrugsoplandene er korrigeret for naturarealer og spildevandsudledning, dvs. transporten repræsenterer det dyrkede areal incl. spredt bebyggelse.

re jordlag hvor det eventuelt har passeret redoxzonen og således har været udsat for betydelig nitratreduktion.

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

Fosforkredsløbet

Kun en lille del af nettotilført fosfor tabes til vandmiljø

Den gennemsnitlige nettotilførsel af fosfor i Landovervågningsoplandene var i perioden 1991-2000 ca. 8 kg P ha⁻¹ pr år. Tab af fosfor til vandløbene udgjorde i samme periode 0,360 kg P ha⁻¹ pr år. Det er altså kun en lille del af nettotilførslen der tabes til overfladevand. Den øvrige del ophobes i overfladejorden eller nedvaskes til dybere jordlag.

Koncentrationer af opløst fosfor i rodzonevandet har ved 26 stationer varieret mellem 0,005-0,024 mg P l⁻¹ i måleperioden 1990-2000. Ved fem stationer har koncentrationerne været meget højere, 0,038-0,410 mg P l⁻¹. Dette skyldes enten at jorden havde et meget højt fosforindhold eller at der har været store tilførsler af husdyrgødning på sandjord.

I det øvre grundvand har koncentrationerne af opløst ortho-fosfat varieret mellem < 0,01-0,02 mg P l⁻¹, og i vandløbene har koncentrationerne i gennemsnit af måleperioden varieret mellem 0,009-0,111 mg P l⁻¹.

18-64 % af jordene i landovervågningen har fosfortal større end 4,0.

Ingen synlig sammenhæng mellem fosfortal i oplandet og transport af opløst fosfor i vandløb

Jordprøver udtaget i landovervågningsoplandene har vist at der i de enkelte oplande er 18-64 % af jordene som har fosfortal større end 4,0 mens 0-12 % af jordene har fosfortal større end 6,0.

Undersøgelser fra Danmarks JordbrugsForskning har vist en klar sammenhæng mellem vandopløseligt fosfor i jord og jordens fosfortal. Ligeledes har udenlandske markundersøgelser samt undersøgelser i Landovervågningen vist at udvaskning af opløst fosfor gennem rodzonen og til dræn stiger med stigende fosfortal. Desuden vil der alt andet lige tabes mere fosfor med partikulært stof når jordens fosforindhold er højt. Der er imidlertid i Landovervågningen ikke fundet nogen sammenhæng mellem jordenes fosfortal på oplandsniveau og tab af opløst fosfor til vandløb. Andre forhold, fx spildevand fra spredt bebyggelse, erosionsrisiko, dræningsforhold m.v. slører billedet. Det kan ikke udelukkes at der ved øget andel af jorde med høje fosforta, vil være risiko for øget tab til overfladevand.

Pesticider og miljøfremmede stoffer i drænvand og grundvand

Drænvand - pesticider

I 2000 blev der udtaget i alt 9 prøver til pesticid analyse fra fire drænairealer. Der blev gjort fund af pesticider på tre af arealerne, dog kun i koncentrationer over $0,1 \mu\text{g l}^{-1}$ på et areal.

Af nuværende godkendte sprøjtemidler der ikke har været anvendt på de respektive drænairealer i de sidste tre år, findes aktiv stoffet / nedbrydningsproduktet stadig i drænvandet. Det drejer sig om stofferne ioxynil og AMPA som er nedbrydningsprodukt af glyphosat. Desuden er der gjort fund af nedbrydningsprodukter fra sprøjtemidler som ikke har været anvendt på drænairealerne i sidste 8-10 år. Det drejer sig om herbicidet atrazin som blev forbudt i 1995.

Grundvand - pesticider

I 2000 blev der endvidere udtaget 98 vandprøver fra 40 grundvandsfiltre 1,5-5 m under terræn til analyse for pesticider. I 17 af disse filtre blev der fundet pesticider eller nedbrydningsprodukter svarende til 43 %. Grænseværdien for drikkevand var overskredet en eller flere gange i 4 filtre svarende til 10 %.

Også i det øvre grundvand er der fundet atrazin og dets nedbrydningsprodukter - i stort set samme omfang og i samme koncentrationer som før det blev forbudt i 1995. Dette viser at der i rodzonen må være opbygget en pulje af stoffet som langsomt frigives.

Øvrig mikroforurening

Ingen fund af øvrige organiske mikroforureninger i det øvre grundvand i landovervågningsoplandene overskrider de vejledende grænseværdier for drikkevand.

Uorganiske sporstoffer

Analyseresultater tyder på at uorganiske sporstoffer i større mængder kan udvaskes og akkumuleres i rodzonen eller umiddelbart under denne samt at udvaskningen ikke kan antages at foregå jævnt hen over året.