

# 3

## Vand

Danmark har [nok] grundvand [-], men i nogle områder er vandressourcen truet af nitrat og pesticider. I de sidste 10-15 år er udledningen af næringsstoffer til vandmiljøet faldet kraftigt, men miljøtilstanden i mange områder er stadig dårlig. Miljøfremmede stoffer findes i stigende omfang i vandmiljøet.







### 3.1 Indledning

Miljøpåvirkningerne i forbindelse med vand kan generelt relateres til tre faktorer:

- Vandressourcer og for stor vandindvinding.
- Fysisk ødelæggelse af vandområder som udretning af vandløb og dræning af ådale samt afvanding af søer og lukkede fjorde.
- Udledning af forurenende stoffer herunder næringsstoffer og miljøfremmede stoffer.

#### Vandressourcer

En bæredygtig udnyttelse af grundvandet er baseret på, at der dannes mindst lige så meget nyt grundvand, som vi indvinder (figur 3.1.1). Udnyttelsesgraden må ikke være så stor, at grundvandskvaliteten og restvandføringen i vandløb påvirkes i negativ retning. I praksis vil det betyde, at formentlig mellem 25% og 75% af den naturlige grundvandsdannelse er udnyttelig. Indvindingen af grundvand er i dag bæredygtig i størstedelen af landet. I det østlige Sjælland og i nogle andre tætbefolkede områder dannes der dog mindre nyt grundvand,

end der fjernes. Dette betyder, at nogle vandløb i perioder efter nogle tørre år, kan være tørlagte pga. for stor indvinding.

En del af Danmarks grundvand er pga. forurening med pesticider, nitrat og andre stoffer ubrugeligt som drikkevand. Hvis fremtidens drikkevand skal sikres, må vi forebygge yderligere forurening og spare mest muligt på det grundvand, som stadig er rent.

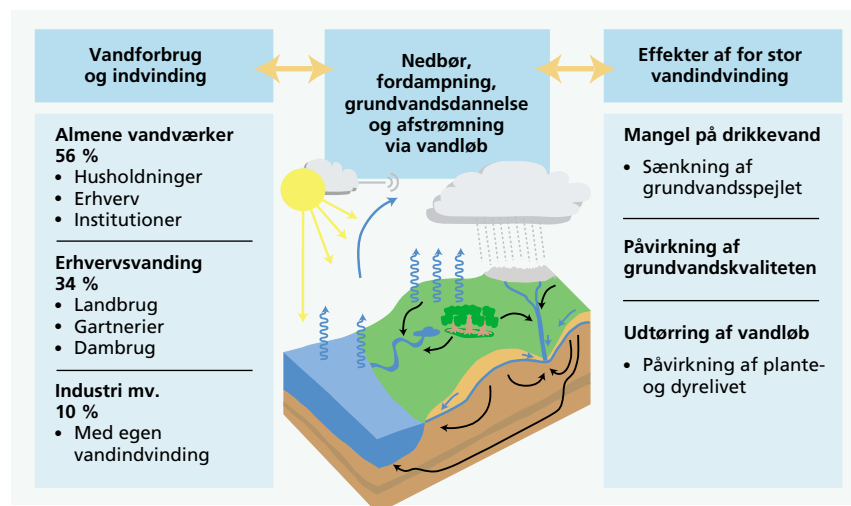
#### Fysisk påvirkning af vandområder

Vandløb er blevet forandret som følge af udviklingen, især i landbruget. For at afvande markerne er der foretaget omfattende dræninger, og mange vandløb er blevet reguleret, udrettet eller lagt i rør. Samtidig fremmes afvandingen ved grødeskæring i vandløbene. Disse indgreb har for 90% af tidligere naturlige vandløbsstrækninger skabt

Figur 3.1.1

Konceptuel figur som illustrerer sammenhæng mellem vandforbrug og vandressourcer.

Procent angiver andel af vandforbrug (gennemsnit 1996-2000).



væsentligt forringede levesteder for dyr og planter. Mange søer og vandhuller er forsvundet pga. landbrugets og byernes udvikling.

De naturlige marine biotoper, specielt i de kystnære, er blevet reduceret som følge af inddragelse af lavvandede havområder til land, ændring af havbunden i forbindelse med råstofindvinding og anlægsaktiviteter og modificering af kystområderne. Derudover påvirker fiskeriet og den store skibstrafik i de danske farvande naturtilstanden.

## Næringsstoffer

Et af de væsentligste miljøproblemer i det danske vandmiljø er stor tilførsel af næringsstofferne, fosfor og kvælstof. Den store tilførsel medfører dels en forringelse af kvaliteten af drikkevand dels ødelæggelse af livsbetingelserne for dyr og planter. Eksempelvis er for højt indhold af nitrat i drikkevandet sundhedsskadeligt, og som følge heraf har en del drikkevandsboringer måttet lukke. Algegrønne søer, grumset og uklart vand samt døde bunddyr i marine områder er andre eksempler på effekter af for stor tilførsel af næringsstoffer.

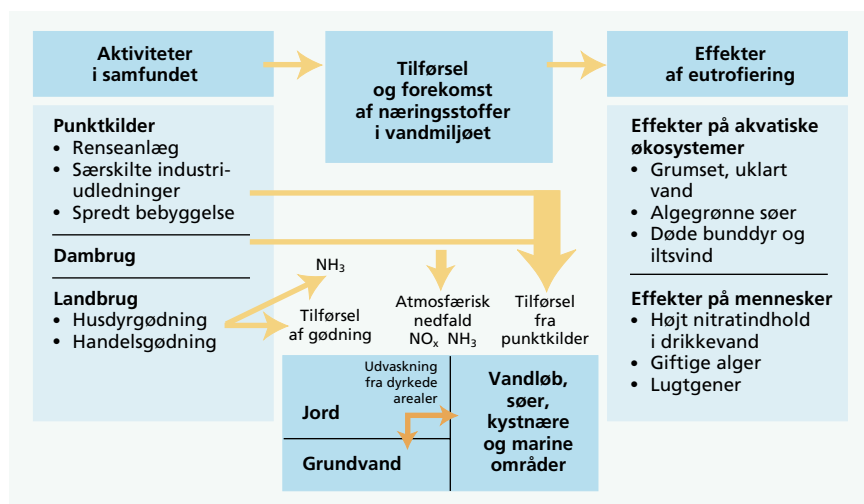
Mange menneskelige aktiviteter fører til udledninger af næringsstoffer til vandmiljøet, herunder spildevand fra husholdninger og industri og næringsstoffer fra landbrug og dambrug (figur 3.1.2). Atmosfærisk nedfald af næringsstoffer kan i nogle områder også have betydning. Landbruget er den største kilde med hensyn til kvælstof og en stor kilde til fosfortilførsel, men her er der også store bidrag fra punktkilder og spredt bebyggelse.

Effekterne af for stor tilførsel af næringsstoffer er især synlig i grundvandet (nitrat), i søer (fosfor) samt i fjorde, kystnære områder og det åbne hav. Vandløbene transporterer en stor del af de næringsstoffer, som tilføres søerne og de kystnære områder.

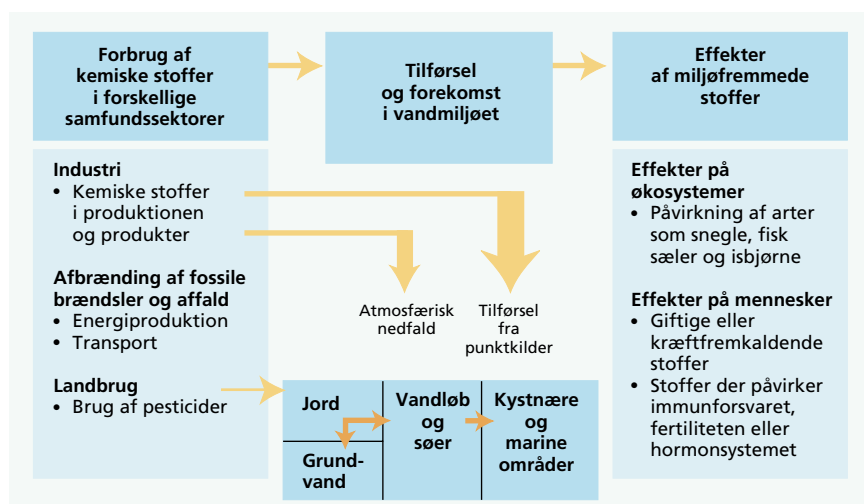
## Miljøfremmede stoffer

Der findes talrige miljøfremmede stoffer i vandmiljøet, som stammer fra vort forbrug af kemiske stoffer (figur 3.1.3). De mest omfattende forureninger af vandmiljøet skyldes pesticider og deres nedbrydningsprodukter. Vort spildevand indeholder mange miljøfremmede stoffer fx fra vaskemidler eller andre ting vi skyller ud i kloakken. Derudover findes mange stoffer som anvendes i industriproduktionen og i transportsektoren, fx tilsætningsstoffet MTBE, som anvendes i blyfri benzol.

Der findes talrige miljøfremmede organiske stoffer i grundvandet bl.a. pesticider og nedsvivende stoffer fra forurenede grunde. I vandløb findes også pesticider. Der er bekymring for hormonlignende stoffer, som kan ændre køns karakteren hos eksempelvis skaller. I de kystnære områder er man i de senere år blevet opmærksom på effekterne af miljøfremmede stoffer eksempelvis antibegroningsmidlet TBT som påvirker snegle. I temaafsnittet 3.6.2 beskrives mere detaljeret de miljøfremmede stoffer i de marine områder.



Figur 3.1.2  
Konceptuel figur som beskriver sammenhængen mellem menneskelig aktivitet, tilførsel af næringsstoffer og effekter i vandmiljøet.



Figur 3.1.3  
Konceptuel figur som beskriver sammenhængen mellem forbrug af miljøfremmede stoffer og forekomst samt effekter i vandmiljøet.



Foto: Roskilde Amt/Per Helmgård

## 3.2 Tilførsler til vand

Kilder til tilførsel af næringsstoffer, organisk stof, tungmetaller og miljøfremmede stoffer til vandmiljøet er mange og kan opdeles i punkt- og diffuse kilder. Punktkilder omfatter udledninger fra:

- Renseanlæg, særskilte industrielle udledere, ferskvandsdambrug, regnvandsbetingede udløb, spredt bebyggelse og saltvandsbaseret fiskeopdræt.

Diffuse kilder omfatter udledninger fra:

- Dyrkede arealer, udyrkede arealer og atmosfærisk deposition (nedfald).

### 3.2.1 Spildevand og renselanlæg

Spildevandet der ledes til renselanlægene kommer fra husholdninger, industrier og institutioner. Spildevandet renses typisk i biologisk-kemiske renselanlæg, hvor forurenende stoffer i betydelig grad nedbrydes eller fjernes.

Danmark har de sidste 25 år investeret store beløb i et effektivt spildevandssystem, med kloaker og rensning af spildevandet i renselanlæg. I dag er hovedparten af Danmarks ejendomme kloakerede, og det meste husholdnings- og industrispildevand ledes gennem de

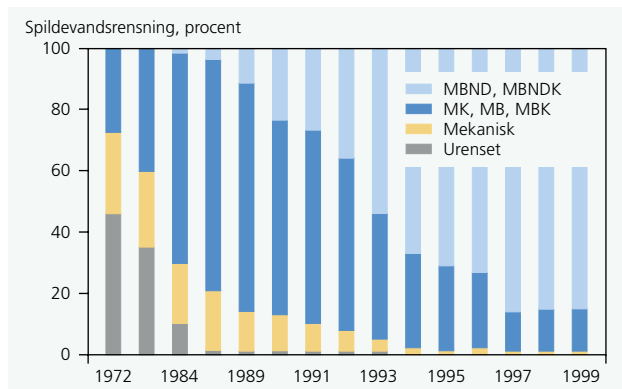
kommunale og private renselanlæg, før det ledes ud til havet eller vandløb. I 1999 behandlede de 25 største og mest avancerede renselanlæg næsten halvdelen af spildevandsmængden.

Der er sket en kraftig udbygning og forbedring af spildevandsrensningen. I 1970'erne gennemgik størstedelen af spildevandet kun begrænset rensning, mens renselanlæggene i dag fjerner størstedelen af det iltforbrugende organiske stof samt fosfor og kvælstof (figur 3.2.1). Især efter Vandmiljøplanens vedtagelse i 1987 er renselanlæggene udbygget med fosfor- og kvælstoffjernelse.

Knap 60% af spildevandet til de kommunale renselanlæg kommer fra hus-

holdninger og serviceerhverv, mens den resterende del stammer fra industrivirksomheder. Mere end 100 store industrier har egen udledning af spildevand og står selv for spildevandsrensning. Fra 1989 til 1999 er udledningerne af organisk stof fra kommunale og private renselanlæg faldet fra 36.500 til 3.500 tons, en reduktion på mere end 90%. Udledningerne af fosfor og kvælstof er tilsvarende faldet med hhv. 87% og 72%. Også for de særskilte industrielle udledninger er der gennem 1990'erne sket markante reduktioner. Organisk stof, fosfor og kvælstof er faldet med hhv. 85%, 95% og 85%.

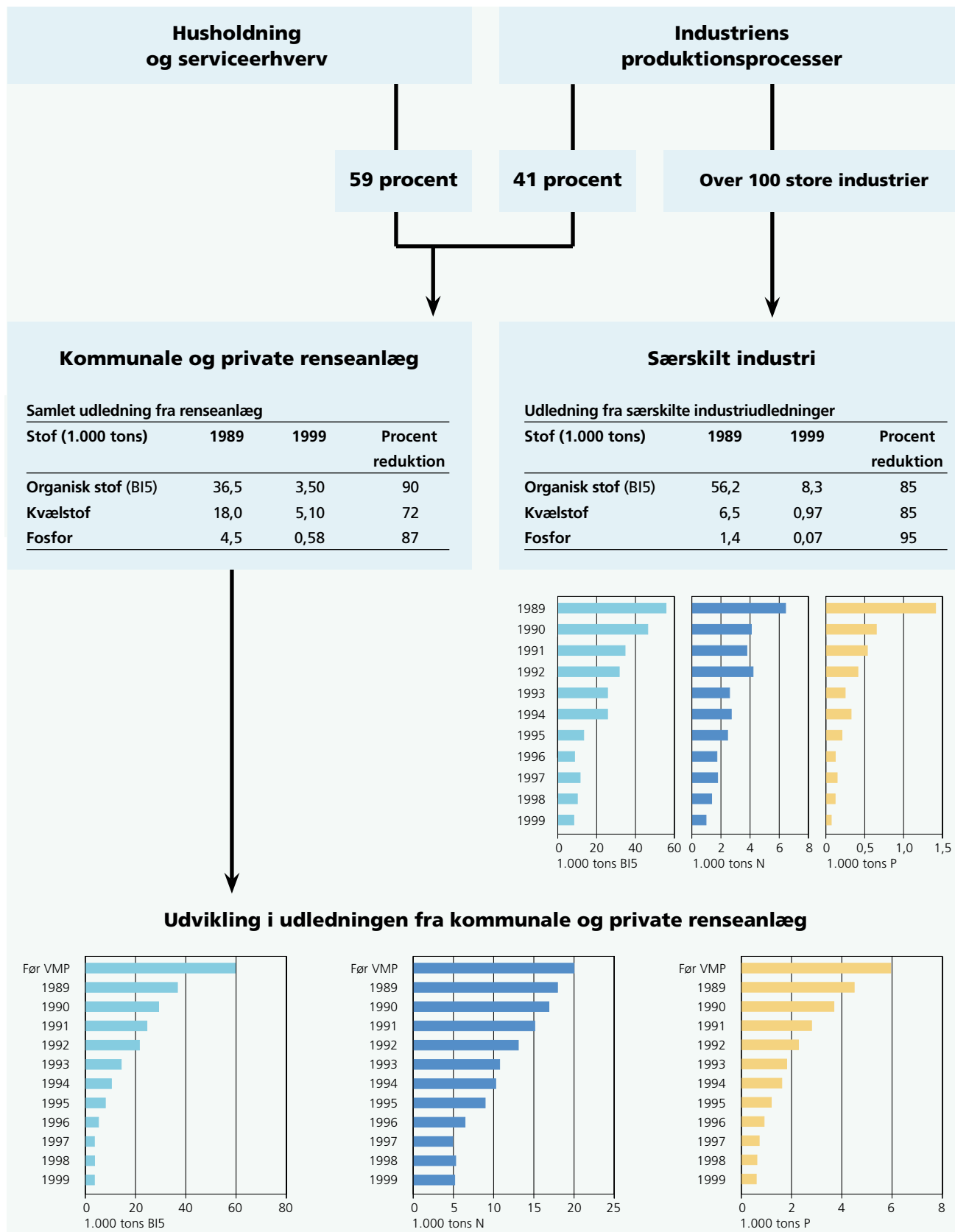
Figur 3.2.1  
Udvikling i spildevandsrensning.  
Symbolforklaring:  
M = mekanisk  
K = kemisk  
B = biologisk  
N = nitrifikation  
D = denitrifikation  
(Kilde: Miljøstyrelsen, 2000).



Figur 3.2.2

Udledninger fra renselanlæg.

(Kilde: Miljøstyrelsen, 2000).



## Udledning af tungmetaller og miljøfremmede stoffer

Den forbedrede rensning på renseanlæggene har også betydet at en stor del af tungmetaller og andre miljøfremmede stoffer helt eller delvist nedbrydes eller tilbageholdes i spildevandsslammet (jf. afsnit 3.6.2). Indholdet af tungmetaller og miljøfremmede stoffer i spildevandsslam kontrolleres løbende (jf. afsnit 4.4).

### 3.2.2 Andre punktkilder

Efter at udledningerne fra renseanlæg er kraftigt nedbragt, har en række mindre punktkilder relativt fået større betydning. I 1999 stod de mindre punktkilder som regnvandsbetingede udløb, spredt bebyggelse og fiskeopdræt således for omkring 40-50% af punktkildeudledningerne af organisk stof, fosfor og kvælstof (tabel 3.2.1).

Op gennem 1990'erne er der dog også for disse mindre punktkilder sket reduktioner i udledningerne. Eksempelvis er udledningerne af fosfor fra spredt bebyggelse faldet pga. øget anvendelse af fosfatfrit vaskepulver. Udledningerne fra ferskvandsdambrug er desuden halveret pga. bundfældningsbassiner og bedre foderudnyttelse.

Siden 1989 har der samlet været en reduktion i udledningerne fra punktkilder på 66% for kvælstof, 81% for fosfor og 74% for organisk stof (figur 3.2.3). Disse reduktioner er for kvælstof og fosfor primært sket ved markante reduktioner i udledninger fra renseanlæg og særskilte industrielle udledere. Vandmiljøplanens reduktionsmål for udledninger fra renseanlæg og særskilte industrielle udledere har været opfyldt siden 1996-1997.

Den atmosfæriske tilførsel af næringsstoffer til vandmiljøet stammer både fra udenlandske og danske udslip til atmosfæren. Omkring 15% af nedfaldet af kvælstof til de danske farvande stammer fra danske kilder (jf. afsnit 2.4 og 3.6).

Udledning i 1999 i 1.000 tons	Organisk stof (B15)	Fosfor	Kvælstof
Renseanlæg	3,5 (15%)	0,58 (47%)	5,1 (55%)
Særskilte industrielle udledere	8,3 (36%)	0,07 (6%)	0,9 (9%)
Regnvandsanlæg	2,8 (12%)	0,25 (20%)	1,0 (10%)
Spredt bebyggelse	3,8 (17%)	0,22 (18%)	1,0 (10%)
Ferskvandsdambrug	3,0 (13%)	0,08 (7%)	1,1 (12%)
Saltvandsbaseret fiskeopdræt	1,6 (7%)	0,03 (3%)	0,3 (3%)
<b>I alt</b>	<b>23,0</b>	<b>1,24</b>	<b>9,4</b>

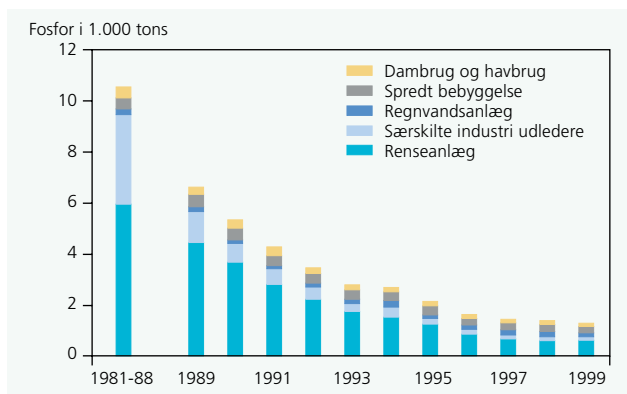
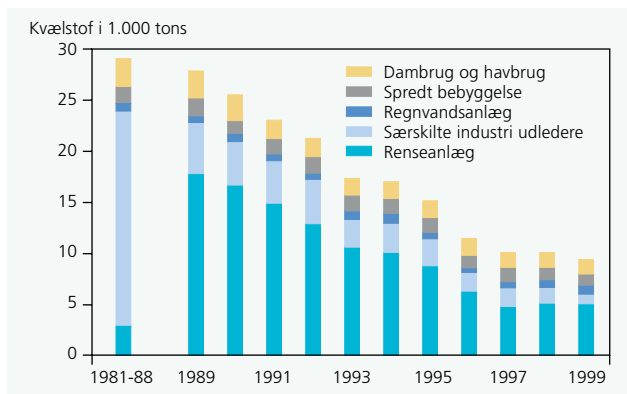
Tabel 3.2.1

Udledninger fra punktkilder 1999, 1.000 tons.  
(Kilde: Miljøstyrelsen, 2000).



Foto: SNS/Bent Lauge Madsen

Figur 3.2.3  
Årlige udledninger til vandmiljøet fra punktkilder.  
(Kilde: Bøgestrand, 2000 og Miljøstyrelsen, 2000).



### 3.2.3 Landbrugets tilførsel af næringsstoffer

Det danske landbrug anvender husdyr- og handelsgødning, spildevandsslam og industriaffald til at dække afgrødernes behov for kvælstof og fosfor. Når næringsstofferne tilføres i større mængder, end planterne kan optage, siver en del af overskuddet ned i grundvandet eller udvaskes til vandløb, søer og havet.

Det samlede overskud af næringsstoffer til landbrugsjorden er forskellen mellem den tilførte mængde af især handelsgødning og husdyrgødning og den fraførte mængde i form af afgrøder. Overskuddet udgør det potentielle tab til vand- og luftmiljøet. På grund af ændret dyrkningspraksis, nedsat handelsgødningsforbrug og ændret hus-

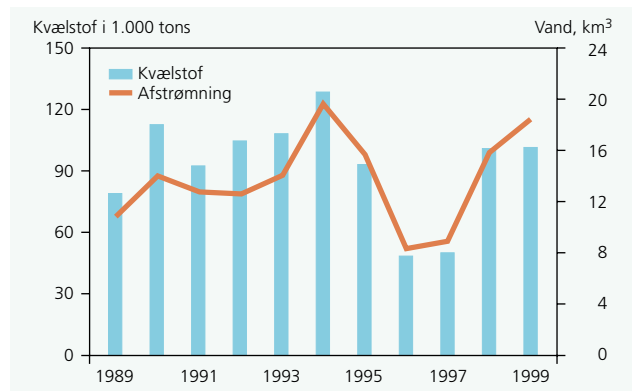
dyrproduktion er forskellen mellem til- og fraførsel fra landbrugsjorden faldet med 37% for kvælstof og med 32% for fosfor (jf. afsnit 1.2 og 3.8).

Det er vanskeligt direkte at måle tilførslen til vandområderne fra det dyrkede land. Ud fra målinger af transporten nedstrøms i de store vandløb og kendskab til udledninger fra punktkilder kan udledninger fra det åbne land beregnes, dvs. fra landbrugs- og naturarealer. Landbruget er den vigtigste kilde til kvælstofforurening, omkring 4/5 af udledningerne kommer fra de dyrkede arealer. Hvad fosfor angår, stammede lidt over halvdelen af udledningerne i 1999 fra landbruget, mens resten kom fra punktkilder.

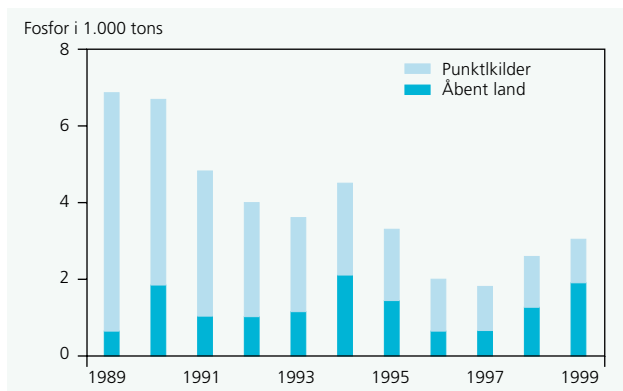
Tilførslen fra de dyrkede arealer afhænger dels af overskuddet af kvælstof

og fosfor på markerne, dels af vejret. Jo mere nedbør, jo større udvaskning. Tilførslen af kvælstof til havet har været ret konstant i 1990'erne, omkring 100.000 tons (figur 3.2.4). Den lave tilførsel i 1996 og 1997 skyldes vejret; de to år var meget tørre, hvorfor vandafstrømningen fra land - og dermed tilførslen af kvælstof til havet - var lille. Omvendt var der stor tilførsel i våde år som 1994, 1998 og 1999.

Renseanlæg og andre punktkilder stod for 90% af tilførslen af fosfor til havet i 1989, men under halvdelen i 1999 (figur 3.2.5). Resten af tilførslen kommer fra marker og udyrkede arealer i det åbne land. Også for fosfor ses større tilførsel fra det åbne land i våde år som 1990, 1994 og 1999.



Figur 3.2.4  
Udvikling i kvælstoftilførsel og vandafstrømning til havet.  
Landbruget står for 4/5 af kvælstoftilførslen.  
(Kilde: Bøgestrand, 2000).



Figur 3.2.5  
Udvikling i fosfortilførsel til havet fra hhv. punktkilder og det åbne land.  
(Kilde: Bøgestrand, 2000).





### 3.3 Vandressourcer

#### 3.3.1 Danmarks ferskvandsressources størrelse og variationer

Den bæredygtigt udnyttelige vandressource i Danmark er på landsplan større end den samlede indvundne vandmængde. Den seneste landsdækkende opgørelse, der blev foretaget af Vandrådet i 1992, vurderede den udnyttelige grundvandsressource til i alt 1,8 mia. m<sup>3</sup> pr. år, hvilket er større end det nuværende vandforbrug på omkring 0,85 mia. m<sup>3</sup> pr. år (tabel 3.3.1). Den danske drikkevandsforsyning er 99% baseret på oppumpet grundvand. Overfladevand anvendes kun i meget begrænset omfang.

	mm	mia. m <sup>3</sup>
<b>Nettonedbør</b>	300	12,00
<b>Udnyttelig vandressource</b>	40	1,80
<b>Vandindvinding</b> (gns. 1995-1999)	20	0,85

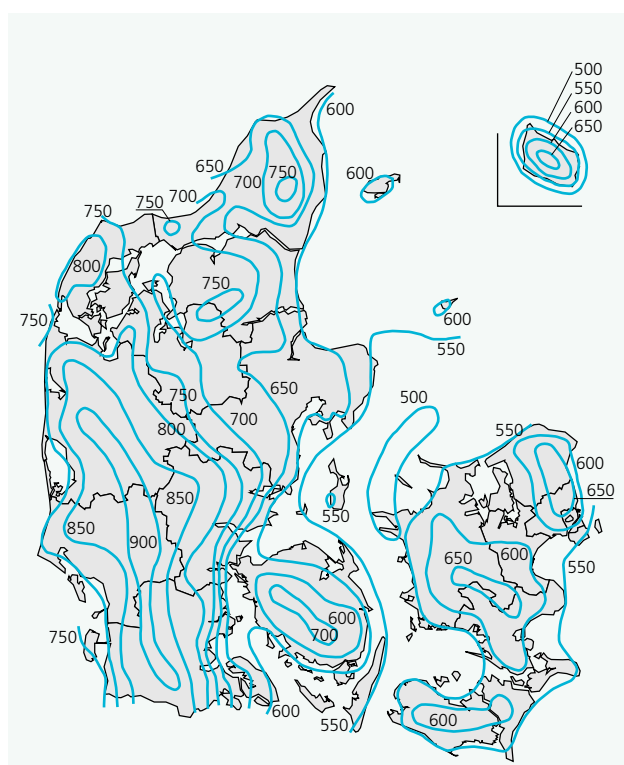
Tabel 3.3.1

Vandbalance for Danmark.

(Kilde: Vandrådet 1992 og Danmarks og Grønlands Geologiske Undersøgelse, 2000).

Store regionale forskelle betyder, at der visse steder i landet er vand nok, mens der andre steder er knaphed på vand (figur 3.3.1). Nettonedbøren og den udnyttelige vandressource er størst i det sydvestlige Jylland og mindst på øerne.

Da vandforbruget er størst i Østjylland og på øerne, er det et fordelingsmæssigt problem, således at der i visse dele af landet er vand nok, mens der fx omkring København sker en overudnyttelse af vandressourcen.



Figur 3.3.1

Årlig nedbør,  
1961-1990.

(Kilde: Henriksen & Madsen, 1997;  
Frich et al., 1997).

Udnyttelsesgraden af den udnyttelige grundvandsressource på landsplan er 51% og opdeles Danmark i fire hydrogeologisk adskilte områder, ses en betydelig regional variation. Udnyttelsesgraden baseret på Vandrådets skøn er 84% for Sjælland, 65% for Fyn, 46% for Jylland og 33% for Bornholm (figur 3.3.2). Især på Sjælland og Fyn men også andre tætbefolkede regioner som Østjylland er reserven ikke særlig stor, så situationen i lange tørre perioder kan blive kritisk.

Der er væsentlig usikkerheder på vurderingen af den udnyttelige grundvandsressources størrelse. I skønnet er der taget hensyn til, at visse områder generelt har vanskelige indvindingsforhold, og at den naturlige vandkvalitet andre steder er så dårlig, at vandet ikke umiddelbart kan udnyttes. Desuden sætter miljøtilstanden i vandløb

og vådområder grænser for, i hvilket omfang vandressourcen kan udnyttes. Indvindingen må ikke være så stor at forholdene for dyre- og planteliv ødelægges pga. udtørring. Der er imidlertid ikke taget hensyn til tre væsentlige forhold i opgørelsen af ressourcens størrelse:

- Forurening som følge af miljøfremmede stoffer fx pesticider
- Betydningen af længerevarende klimavariationer, fx flere tørre år efter hinanden
- Eksisterende geologiske og hydrogeologiske data

En vurdering af den udnyttelige vandressource, inkl. fradrag af forurenede vand og længerevarende tørkeperioder, vil derfor give et væsentligt reduceret skøn af den bæredygtig vandres-

source på landsplan i forhold til de 1,8 mia. m<sup>3</sup> pr. år. Et andet problem ved Vandrådets skøn er at usikkerheden ikke er nærmere kvantificeret. Vandrådets skøn bygger blot på en simpel antagelse omkring den procentdel af nettonedbøren, der er udnyttelig. Estimatet kan gøres mere sikkert ved at inddrage de mange hydrologiske og geologiske data, der findes.

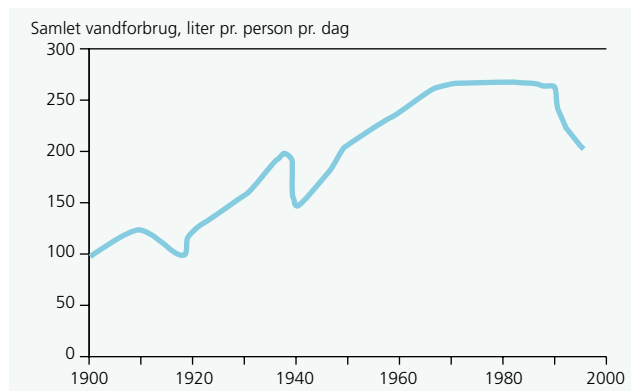
Danmarks og Grønlands Geologiske Undersøgelse (GEUS) er i øjeblikket ved at færdiggøre en National Vandressource Model for hele landet, som vil inddrage samtlige eksisterende data og som har til formål at kvantificere den udnyttelige grundvandsressources størrelse og regionale fordeling, herunder den fremtidige udvikling. Et bedre bud på den udnyttelige grundvandsressources størrelse forventes at kunne foreligge ultimo 2002.



Figur 3.3.2

Udnyttelsesgraden af grundvandsressourcen på Sjælland, Fyn, Jylland og Bornholm. Baseret på Vandrådets skøn. Københavns og Frederiksberg kommuner er ikke medtaget i beregningerne af udnyttelsesgraden på Sjælland.

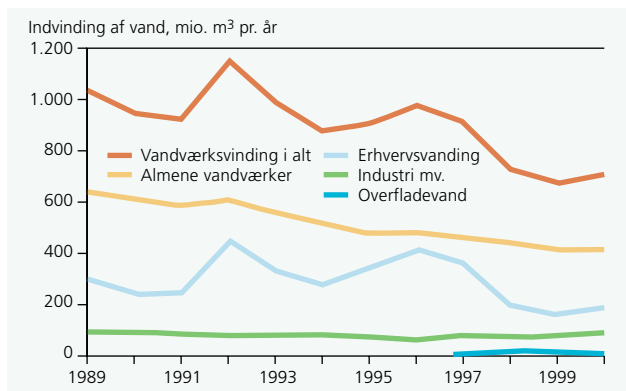
(Kilde: Vandrådet, 1992).



Figur 3.3.3

Udvikling i vandforbrug i Københavns Kommune, 1900-1996.

(Kilde: By- og boligministeriet, 1999).



Figur 3.3.4

Indvindingen af vand, 1989-2000.

(Kilde: Danmark og Grønlands Geologiske Undersøgelse, 2001).

Note: Kategorierne er ikke helt entydige idet mange industrier eksempelvis forsynes gennem almene vandværker. Således udgør det samlede industriforbrug en væsentlig større andel. Erhvervsindvinding dækker vandforbrug i landbruget, bl.a. markvanding samt forbrug i dambrug.

## Indvinding og forbrug af vand

I 2000 forsynede de almene vandværker husholdningerne og industrien med 420 mio. m<sup>3</sup> grundvand, og industrier samt andre med egen vandindvinding brugte 98 mio. m<sup>3</sup>. Gartnerierne, landbruget og dambrugene (erhvervsvand) brugte 192 mio. m<sup>3</sup>, og indvindingen af overfladevand var 16 mio. m<sup>3</sup>. Den samlede vandindvinding var på 710 mio. m<sup>3</sup>.

Indvinding og forbrug af vand har været stigende fra 2. verdenskrig til 1970'erne. Eksempelvis blev vandforbruget per person i Københavns Kommune fordoblet fra 2. verdenskrig til 1970 (figur 3.3.3). Vandforbruget var nogenlunde konstant gennem 1980'erne og har været faldende gennem 1990'erne. I 1989 var den samlede vandindvinding godt 1.000 mio. m<sup>3</sup> og var i 2000 faldet med 30% til 710 mio. m<sup>3</sup> (figur 3.3.4). Faldet skyldes overvejende, at indvinding af vand til almene vandværker er faldet med 1/3 (eller godt 200 mio. m<sup>3</sup>), men også at de sidste somre har været forholdsvis regnfulde, hvilket formindskede gartnerierne og landmændenes vandingsbehov. I tørre år som 1996 og 1997 var indvinding til erhvervsvand omkring 400 mio. m<sup>3</sup>, mens den i våde år kun er omkring det halve.

Siden 1989 er husholdningernes forbrug af vand faldet med 30%. Dette skyldes dels, at prisen på vand er blevet mere end fordoblet siden 1991 (jf. afsnit 1.5.7), dels at befolkningens miljøbevidsthed, brug af vandsparende udstyr fx ved toiletter, og regnvandsopsamling er øget i perioden. Prisstigningen på vand skyldes primært stigende udgifter til afledning og rensning af spildevand. Fra 1. januar 1994 blev der indført en afgift på ledningsført vand (i dag 5 kr. pr. m<sup>3</sup>), og der blev indført en spildevandsafgift fra 1. januar 1998.

Forbruget på industrier med egen vandindvinding har ligget nogenlunde konstant på omkring 90 mio. m<sup>3</sup> pr. år. Igennem de sidste 10-20 er der på mange industrivirksomheder foretaget investeringer i renere teknologi for at spare på vandforbruget. Eksempelvis

er vandforbruget til fx at fremstille øl, slagte samt fremstille papir og glasuld markant reduceret (jf. afsnit 1.5.5).

### 3.3.3 Grundvandets kvalitet

Grundvandets kvalitet er truet af forskellige forhold såsom udvaskning af nitrat og pesticider fra de dyrkede arealer, samt mere afgrænsede forureninger fra punktkilder såsom kemikalieaffaldsdepoter, lossepladser, olietanke og forurenede industrigrunde.

Vurdering af grundvandets kvalitet bygger på oplysninger fra:

- 67 grundvandsovervågningsområder fordelt over landet. Her undersøges både det yngre og ældre grundvand. I alt er der omkring 1000 filtre, hvor grundvandet undersøges
- Omkring 100 filtre i grundvandet i de fem landovervågningsoplande. Her overvåges bl.a. kvaliteten af det helt nydannede grundvand og sammenhængen med landbrugets dyrkningspraksis
- Vandværkernes boringskontrol, dvs. analyser af det vand, som indvindes til drikkevand

De tre områder giver tilsammen et omfattende kvalitativt billede af grundvandets kemi og forureningstilstand.

### Flere boringer lukket

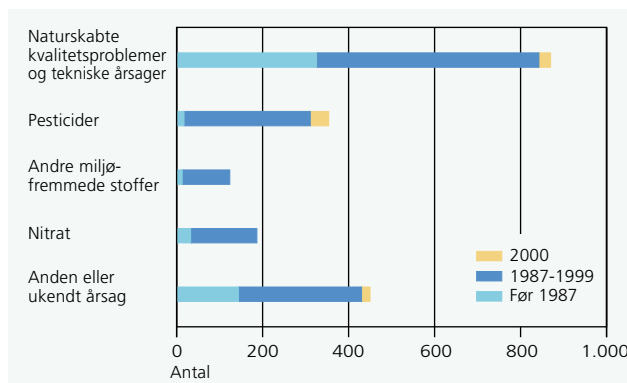
Vi har i Danmark en særdeles decentral vandforsyningsstruktur med 2850 fælles vandforsyninger og ca. 90.000 private enkeltvandforsyninger.

Indberetninger fra kommunerne i perioden 1987-1999 viser, at vandværkerne har lukket et større antal vandforsyningsboringer på grund af menneskeskabt forurening. Pesticider eller deres nedbrydningsprodukter er årsag til omkring halvdelen af lukningerne. Omkring 20% skyldes forureninger med andre miljøgifte, mens 30% af boringerne blev lukket, fordi der var for meget nitrat i grundvandet (figur 3.3.5).

Antallet af vandboringer, der er lukket som følge af forurening med pesticider eller deres nedbrydningsprodukter, er steget stærkt siden 1993. Det vurderes, at stigningen i høj grad skyldes et øget antal pesticidanalyser, og herunder også et øget antal analyser af forskellige enkeltstoffer.

Gennem 1990'erne har antallet af boringer, som er blevet lukket på grund af nitrat eller andre miljøfremmede stoffer end pesticider, været nogenlunde konstant. Selvom mange boringer er blevet lukket på grund af menneskeskabt forurening, er endnu flere blevet lukket på grund af naturskabte problemer med vandkvaliteten eller af tekniske årsager. Vandfonden, som blev oprettet i slutningen af 1997, har til opgave at yde tilskud til forurenings-truede vandindvindinger. I perioden fra 1997 til og med 2000 er der givet i alt 2.682 tilsagn om støtte. Disse er fordelt med 144 tilsagn til almen vandforsyning, 87 til ikke-almene vandforsyning, 2.427 tilsagn om støtte til enkeltindvindere (private brønde og boringer) samt 24 tilsagn om støtte til generelle projekter.

Figur 3.3.5  
Lukkede boringer.  
(Kilde: Miljøstyrelsen, 2001).



## Nitrat i grundvandet

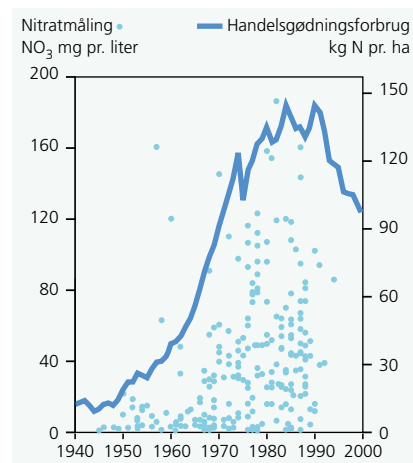
Mange steder forurenes grundvandet med nitrat i en sådan grad, at det bliver uegnet som drikkevand. Landbruget anvender gødning til at dække afgrødernes behov, men tilførslen er generelt større end den mængde planterne kan optage og en del af overskuddet siver ned i grundvandet. Drikkevand forurenet med nitrat anses for at udgøre en sundhedsrisiko for spædbørn.

Omkring 61% af overvågningsboringerne og 69% af vandforsyningsboringerne, indeholder ikke nitrat over den anvendte detektionsgrænse (1 mg NO<sub>3</sub>/l). Omkring 24% af overvågningsboringerne indeholder mere nitrat end den vejledende grænseværdi for drikkevand på 25 mg/l og 18% mere end den højest tilladte mængde på 50 mg/l. Tilsvarende indeholder

8,5% af vandforsyningsboringerne nitratkoncentrationer over 25 mg/l og 2% over 50 mg/l. Det lavere tal for vandforsyningsboringer skyldes bl.a., at mange af boringerne med højt nitratindhold er blevet lukket, og at vandforsyningsboringer gennemsnitligt er lidt dybere end overvågningsboringer. Dette gør dem mindre følsomme over for forurening fra jordoverfladen.

De grundvandsmagasiner og vandværker, som er mest nitratbelastede, ligger i Viborg og Århus Amter (figur 3.3.6 og figur 3.3.8). Grundvandet på øerne er generelt mindre belastet med nitrat.

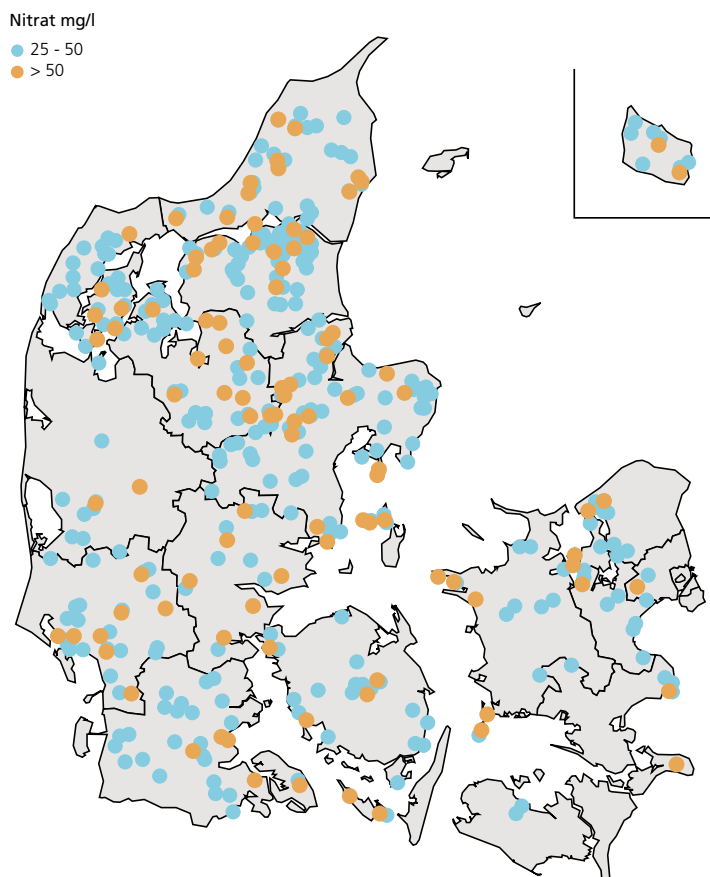
Det er særlig grundvand dannet efter 1960, som har forhøjet nitratindhold, og der er en god sammenhæng mellem nitratindholdet, grundvandets alder og landbrugets handelsgødningsforbrug (figur 3.3.7).



Figur 3.3.7

Sammenhæng mellem grundvandets alder, indhold af nitrat og forbrug af handelsgødning. Note: Grundvandet der er dannet i perioden med højt kvælstofgødningsforbrug har også et generelt højt nitratindhold.

(Kilde: Danmark og Grønlands Geologiske Undersøgelse, 1999 og Plantedirektoratet, 2001).



Figur 3.3.6

Nitratkoncentration i vandværkernes boringskontrol for perioden 1990-1999.

Note: Kun boringer med koncentrationer over 25 mg NO<sub>3</sub> pr. liter er medtaget.

(Kilde: Danmark og Grønlands Geologiske Undersøgelse, 2000).

Den generelle vurdering af nitratindholdet i grundvandet er, at der ikke kan konstateres noget signifikant ændret nitratindhold siden vedtagelsen af Vandmiljøplanen i 1987 (figur 3.3.8). Det svarer til forventningerne, da langt det meste af det overvågede grundvand er dannet før vedtagelsen. På den anden side er det meste af det grundvand vi indvinder i dag dannet efter 1950. Derfor bør de første tegn kunne ses i løbet af den næste tiårs periode.

### Andre salte i grundvandet

Salt (natriumklorid) findes i dybtliggende grundvand og i grundvand ved kystnære områder. Salt kan være en begrænsning for indvinding til drikkevand. Ved for stor vandindvinding kan indtrængende eller optrængende saltvand ødelægge grundvandet. Des-

uden kan vejsaltning i vinterperioden også forårsage lokalt forhøjede klorid- og natriumværdier i grundvandet.

Sulfat optræder især i områder med sulfidminerale i jorden, hvor en grundvandssænkning fremmer iltningen. Fluor-minerale findes særligt i grundvandsmagasiner i kalk, hvor de kan frigives som fluorid til grundvandet.

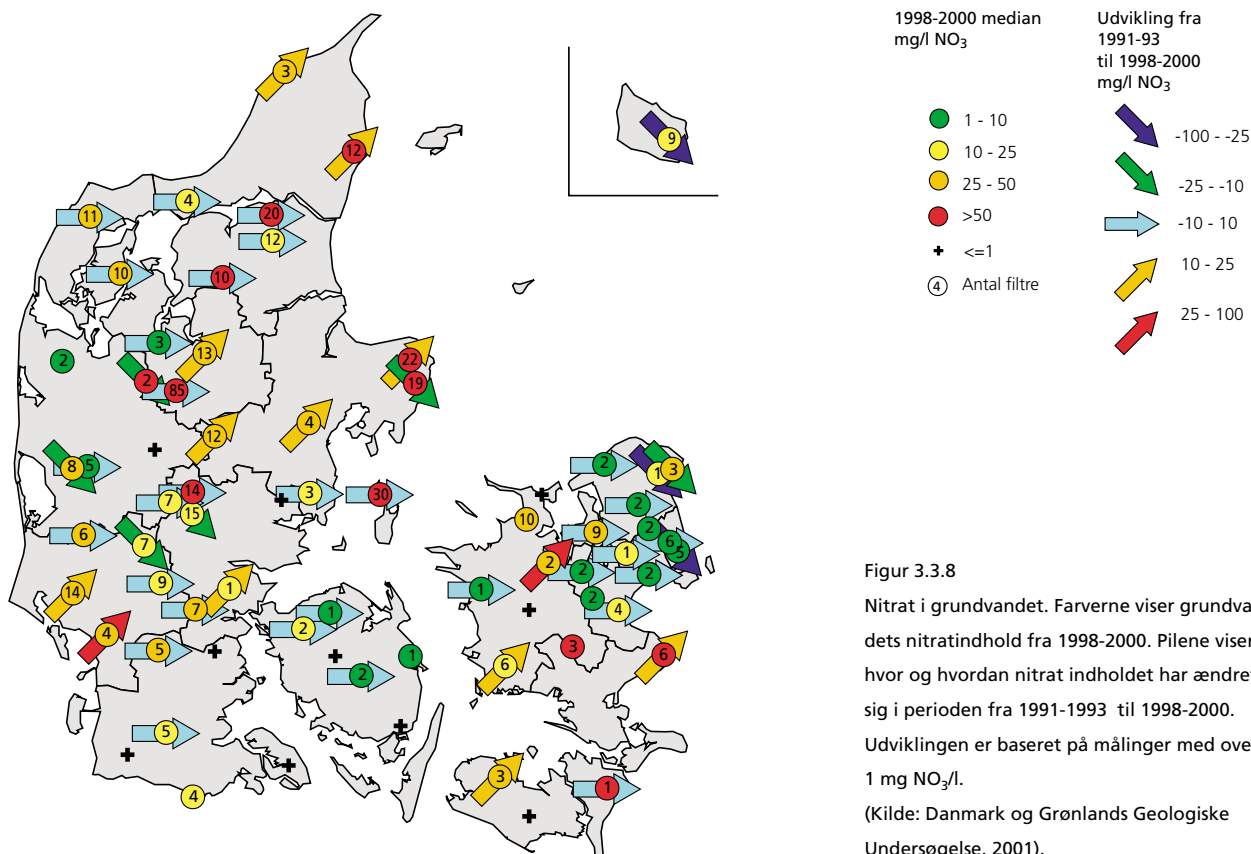
### Metaller i grundvandet

Afhængig af jordtypen findes der et større eller mindre indhold af uorganiske sporstoffer, herunder metaller, i grundvandet. Metaller findes naturligt i grundvandet, men sænkning af grundvandsspejlet og iltning af metalholdige minerale kan øge indholdet. Høje koncentrationer af metaller fx arsen i grund- og drikkevandet kan være yderst sundhedsskadeligt.

Nikkel og zink er fundet i hhv. ca. 10% og 5% af overvågningsfiltrene i grundvand fundet i koncentrationer, der overskrider det højst tilladelige indhold for drikkevand. Begge stoffer formodes at være frigivet fra sulfidminerale i jorden på grund af sænkning af grundvandsspejlet og iltning.

Aluminium er fundet i koncentrationer over det højst tilladte for drikkevand i 15% af overvågningsfiltrene og 23% af 172 analyserede vandværksboringerne, fortrinsvis i Vestjylland, hvor pH-værdien er lav.

Det gælder dog generelt, at metallerne i væsentlig grad tilbageholdes i vandværkernes sandfiltre ved den almindelige vandværksdrift.



Figur 3.3.8

Nitrat i grundvandet. Farverne viser grundvandets nitratindhold fra 1998-2000. Pilene viser, hvor og hvordan nitrat indholdet har ændret sig i perioden fra 1991-1993 til 1998-2000. Udviklingen er baseret på målinger med over 1 mg NO<sub>3</sub>/l.

(Kilde: Danmark og Grønlands Geologiske Undersøgelse, 2001).

## Pesticider i grundvand

I 1990'erne blev programmerne til analyse af pesticider i grundvandet udvidet betragteligt, og i takt hermed er der fundet pesticider i et stadigt stigende antal grundvands- og drikkevandsboringer.

Pesticiderne bruges i landbruget, i gartnerier, langs veje og jernbaner samt i private haver. Truslen mod grundvandet har medført, at Miljøstyrelsen i dag ikke godkender pesticider, som ved nedsivning til grundvandet kan føre til at grænseværdien for drikkevand som gennemsnit over et år overskrides i en meters dybde.

Amterne og vandværkerne har i perioden fra 1993 til 2000 fundet pesticider eller deres nedbrydningsprodukter i ca. en fjerdedel af de undersøgte boringer, og grænseværdien for drikkevand på 0,1 µg/l var overskredet i 7-10% boringerne (jf. afsnit 4.5).

Pesticiderne findes især i det yngste grundvand, hvoraf halvdelen er forurenet med pesticider eller deres nedbrydningsprodukter. I de fleste tilfælde er der dog tale om fund under grænseværdien for drikkevand.

## Organiske miljøgifte i grundvandet

Grundvandsovervågningen omfatter også organiske miljøgifte, som har været brugt i store mængder, er spredt i naturen, er letopløselige i vand, og som anses for kræftfremkaldende eller på anden måde sundhedsfarlige. Det drejer sig især om aromatiske kulbrinter som benzen, toluen og xylen samt om klorerede opløsningsmidler som tetraklorkulstof, triklorethen og kloroform.

- De aromatiske kulbrinter stammer typisk fra lossepladser, olieanlæg, benzinanlæg, asfaltfabrikker, tjærevirksomheder og gasværker. Benzen, som er et af de hyppigst fundne aromatiske kulbrinter, er fundet i 8% af de undersøgte overvågningsboringer.
- De klorerede opløsningsmidler stammer især fra metal- og farveindustri, lossepladser, benzinanlæg og tøjrenserier. Triklorethen og kloroform er fundet i henholdsvis 4% og 9% af boringerne. Generelt er grænseværdierne for drikkevand sjældent overskredet for disse stoffer.
- Fenoler, som bl.a. dannes ved naturlig nedbrydning af organisk stof, er fundet i 13% af overvågningsboringerne, men optræder normalt i koncentrationer, der ligger betydeligt under grænseværdien for drikkevand.

## MTBE i grundvandet

### Boks 3.3.1

Nedsivning af organiske miljøgifte kan ramme grundvandet.

MTBE er siden 1985 blevet brugt til at hæve oktantallet i benzin i stedet for bly. Der anvendes for tiden 50.000 tons MTBE i dansk benzin om året. Langt det største indhold, op mod 10%, findes i 98 oktan benzin. MTBE er svært nedbrydelig, og lækager ved bl.a. benzinstationer kan derfor føre til forurening af grundvandet. Stoffet får drikkevand til at lugte og smage grimt ved ganske lave koncentrationer.

I årene 1998-2000 er der i alt i grundvandsovervågningen analyseret for MTBE i 158 boringer, men der er kun fundet MTBE i 1. I vandværksboringerne er der fundet MTBE i 38 ud af 238 undersøgte boringer (16%). Forurening af grundvandet med MTBE er udbredt under nedlagte benzinstationer. Der er her konstateret forurening med MTBE i koncentrationer over grænseværdien for drikkevand på 5 mg/l. Grænseværdien for drikkevand er alene fastsat for at undgå dårlig lugt og smag. Sundhedsskadelige effekter optræder først ved koncentrationer, som er højere. Da MTBE er let opløseligt og svært nedbrydeligt i grundvandet, vil det sprede sig fra forureningskilden med den naturlige grundvandsstrømning med risiko for forurening af drikkevandsboringer.

Som følge af problemerne med MTBE, har Miljøstyrelsen drøftet løsninger med oliebranchen i Danmark. Oliebranchens Fællesrepræsentation har efterfølgende offentliggjort en udfasningsplan for MTBE i dansk benzin. Ifølge planen bliver MTBE i løbet af 2001 fjernet fra al benzin med oktantal 95 og 92, og markedsføringen af den fortsat MTBE-holdige 98 oktan benzin begrænses til mindre end en tiendedel af de nuværende benzinstationer, hvilket altså vil betyde en væsentlig reduktion i antallet af potentielle forureningskilder for MTBE.

Oliebranchens udfasningsplan løber indtil videre kun til 1. januar 2005. Det er fordi skærpede EU krav til benzinsens aromatindehold på det tidspunkt kan betyde et fornyet behov for at tilsætte MTBE til 95 oktan benzin. Fra dansk side vil der blive lagt pres på EU for at finde langsigtede løsninger vedrørende MTBE.



Foto: DMU/Annette Baatrup-Pedersen

### 3.4 Miljøtilstanden i vandløb

#### Vandløb – især påvirket af fysiske ændringer

Det danske landskab gennemskæres på kryds og tværs af 35.000 kilometer naturlige vandløb samt 25.000 kilometer menneskeskabte grøfter og kanaler. Vandløb er blevet forandret betydeligt som følge af udviklingen, især i landbruget. For at afvande markerne er der foretaget omfattende dræninger, og mange vandløb er blevet reguleret, udrettet eller lagt i rør. Afvandingen fremmes ved grødeskæring og nog-

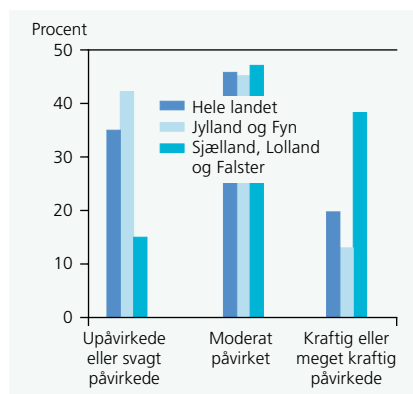
le steder opgravning af sand i vandløbene. Disse indgreb har skabt væsentligt forringede levesteder for dyr og planter i 90% af de naturlige vandløb. Vandløbenes miljøtilstand forringes også som følge af dårlig vandkvalitet, bl.a. på grund af udledninger af spildevand, okkerudsivning og udledning af miljøfremmede stoffer.

Spildevand fra huse, gårde, sommerhuse og landsbyer, som ikke er tilsluttet kloaknettet, påvirker ofte små vandløb stærkt. Spildevandet fra nogle få boliger kan belaste en lille bæk lige så hårdt som en hel bys rensede spildevand belaster en stor å.

#### Smådyr viser tilstanden

Et godt mål for den generelle vandløbskvalitet er artssammensætningen af de smådyr, som lever i åer og bække. I vandløb med forringet kvalitet er der færre arter end normalt, og de er ofte særligt hårdføre, fx dyr, som er tilpasset dårlige iltforhold. Efter en fastlagt metode: *Dansk Vandløbsfaunaindeks*, bedømmes vandløbene i en af syv faunaklasser:

- **Faunaklasse 1, 2 og 3** tildeles vandløb, der har en stærk eller meget stærk påvirket fauna
- **Faunaklasse 4** svarer til en moderat påvirket fauna
- **Faunaklasserne 5, 6 og 7** svarer til vandløb, hvor faunaen er upåvirket eller svagt påvirket



Figur 3.4.1  
Biologisk vandløbskvalitet på 1053 stationer i 1999 fordelt over hele landet.  
(Kilde: Bøgestrand, 2000).

Ud fra det nationale net på 1.053 stationer havde 46% af stationerne en moderat påvirket fauna (faunaklasse 4) i 1999 (figur 3.4.1). I disse vandløb mangler enten hovedparten af de mere krævende smådyrarter, eller de er meget fåtallige. De upåvirkede eller svagt påvirkede stationer udgjorde en tredjedel mens kraftigt eller meget kraftigt påvirkede vandløbsstationer udgjorde de resterende 20%.

Der er en tendens til, at større vandløb på over 5 meters bredde har en bedre tilstand end små vandløb. Kun 8% af de større vandløb var kraftigt eller meget kraftigt påvirkede mod 22% af de små vandløb.

Vandløbenes miljøtilstand er bedre i Jylland og på Fyn end i den øvrige del af landet. I Jylland og på Fyn er 42% af stationerne upåvirkede eller svagt påvirkede, mens det er 15% for Sjæl-

land, Lolland og Falster (figur 3.4.1). De kraftigt eller meget kraftigt påvirkede er henholdsvis 13% og 38%. En mulig forklaring er, at vandløbene og vandføringerne er mindre øst for Storebælt, så eventuelle tilledninger, som husspildevand og landbrugsudledninger, får større betydning.

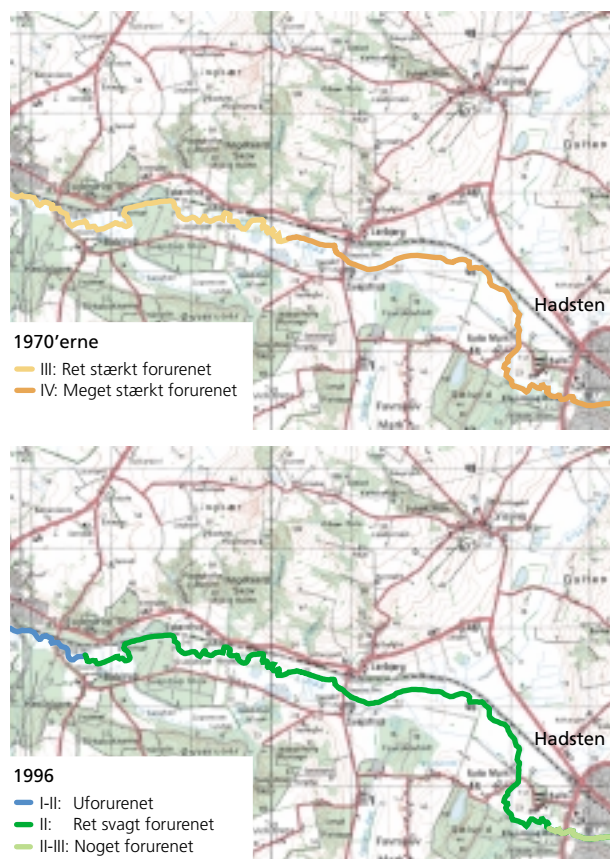
#### Boks 3.4.1

Hadsten Lilleå – et eksempel på, at spildevandsrensning har hjulpet.

### Spildevandsrensning i Hadsten Lilleå

Hadsten Lilleå er et mellemstort tilløb til Gudenå ved Langå. Åen var i 1970'erne stærkt forurenet af dårligt rensset husspildevand, industrispildevand og ulovlige landbrugsudledninger. På flere strækninger var bunden dækket af slam og lammehaler. Forureningen fra Hadsten var særlig slem, fordi der oven i husspildevandet blev udledt spildevand fra slagteriet. På lange strækninger nedenfor byen kunne kun de mest forureningstolerante dyr leve i åen.

I begyndelsen af 1990'erne blev der etableret en effektiv spildevandsrensning i alle byer og landsbyer i oplandet, de ulovlige landbrugsudledninger ophørte og svineslagteriet i Hadsten lukkede. Alt dette medførte en markant bedring af vandkvaliteten i Hadsten Lilleå og dele af åen er nu stort set uforurenet.



Figur 3.4.3  
Miljøtilstand i Hadsten Lilleå i 1970'erne og 1990'erne.  
(Kilde: Århus Amt, 2000).



### 3.4.2 Udvikling i tilstanden

Danske vandløbs miljøtilstand er generelt blevet forbedret inden for de seneste 10-15 år. Især antallet af stærkt forurenede vandløbsstrækninger er faldet markant. Eksempelvis faldt andelen af stærkt forurenede vandløb på Fyn og i Århus Amt fra omkring 20% midt i 1980'erne til hhv. 5% for større vandløb og 12% for alle vandløb i dag. I dag er det især de små vandløb, der er stærkt forurenede. Også antallet af vandløbsstrækninger der vurderes okkerpåvirkede er faldet. Disse vandløb findes især i de vestjyske amter.

Den forbedrede vandkvalitet især i de større vandløb skyldes mindre udledninger af iltforbrugende organisk stof fra byer, dam- og landbrug herunder færre ulovlige landbrugsudledninger af gylle, møddingsvand og ensilagesaft. I modsætning til de større vandløb er mange små vandløb stadig påvirket af dårlig rensed spildevand fra spredt bebyggelse, sommerudtørring og hårdhændet vedligeholdelse.

### Vedligeholdelsen af vandløb er blevet mere skånsom

Hårdhændet grødeskæring og opgravning af sand har en stor påvirkning af planter og dyr i vandløbet. Vedligeholdelsen af mange vandløb er blevet mere skånsom i de seneste år. I 1985 havde 26% af vandløbene ingen eller skånsom vedligeholdelse, mens der var hård vedligeholdelse i halvdelen af vandløbene. I 1996 var det ændret til 52% med ingen eller skånsom vedligeholdelse og kun 7% med hård vedligeholdelse.

### Vandplanter

Sammenligner man vandløbsfloraen i dag med den, som fandtes for 100 år siden, er mange af de arter, der tidligere var almindelige, forsvundet (jf. afsnit 4.3). I 1896 blev der på 13 vandløbslokaliteter fundet 16 arter af vanddaks, mens der i 1996 kun blev fundet syv arter. Antallet af egentlige undervandsplanter viser tilsvarende et markant fald i løbet af de sidste 100 år. Udvik-

lingen har medført, at vandløbsvegetationen er domineret af færre og mere udbredte arter, som bedre tåler forstyrrelser og næringsrige forhold fx pindsvindknop, vandstjerne og vandpest.

### Udvikling i vandløbenes målsætningsopfyldelse

I de amtslige regionplaner er der fastsat målsætninger for omkring 24.000 km vandløb. Ved vandløbstilsynet i 2000 blev der udført tilsyn på 6.420 stationer og resultaterne viste, at målsætningerne er opfyldt for 45% af vandløbene (figur 3.4.2). Opgørelsen dækker dog over store amtslige forskelle. Således opfyldte 70% af vandløbene målsætningerne i Ribe Amt, mens der i andre amter er mindre end 10% som opfylder målsætningerne. Igennem 1990'erne har kun omkring 40% af vandløbene opfyldt målsætningerne.

Figur 3.4.2

Udviklingen i vandløbenes målsætningsopfyldelse i perioden 1990-2000.

(Kilde: Miljøstyrelsen, 2001).

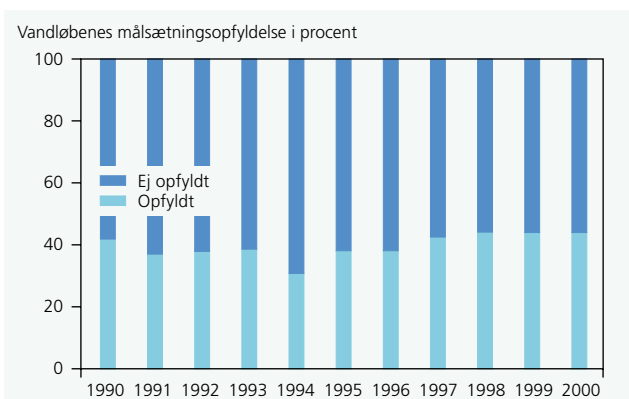


Foto: SNS/Bent Lauge Madsen



Foto: KUB/Dean Jacobsen

## Hanskaller skifter køn

Boks 3.4.2  
Miljøfremmede stoffer i vandløb påvirker faunaen.  
(Kilde: Århus Amt, 2000).

Vort spildevand indeholder mange miljøfremmede stoffer, eksempelvis kemiske stoffer fra vaske-midler eller andre ting vi skyller ud i kloakken. En del af de miljøfremmede stoffer i spildevand nedbrydes i renseanlæggene, men resten ledes ud til vandmiljøet.

En af effekterne af miljøfremmede stoffer kan være en hormonpåvirkning, hvor stofferne har samme effekt som det kvindelige kønshormon, østrogen. Handyr, der påvirkes af østrogen eller østrogenlignende kemikalier, kan udvikle hunlige træk i kønsorganerne.

Odense Universitet og Århus Amt har i samarbejde undersøgt kønsorganerne hos skaller på tre vandløbslokaliteter og i de to vandløb med spildevandstilførsel var skallerne begyndt at danne æg i tekstiklerne. Tilsvarende fund er gjort i England og blandt havsnegle langs de danske kyster (*jf. afsnit 3.6.2*).

Det er endnu uafklaret, hvilke stoffer der er årsag til påvirkningen. Mistanken samler sig dels om en række organiske miljøfremmede stoffer, som ender i spildevandet, dels om p-pille-østrogener eller kvinders naturlige østrogener, som udskilles med urinen og ledes til renseanlæg.



### 3.5 Miljøtilstanden i søer

#### Indledning

Danmarks søer spiller både rekreativt og landskabs- og naturmæssigt en stor rolle. Der findes omkring 120.000 søer større end 100 m<sup>2</sup>, størstedelen er damme og moser, og kun godt 2.500 er større end 1 ha. Udviklingen i antallet af søer har gennem mange år været nedadgående som følge af landbrugets og byernes udvikling. Eksempelvis faldt antallet af søer i Århus kommune fra 2.735 omkring 1900 til 835 i 1980. På det seneste er udviklingen vendt da også de mindre søer er blevet beskyttet, og ved naturgenopretning er der genetableret en række søer, som tidligere var blevet afvandet. Det vurderes, at der i øjeblikket årligt gives tilladelse til anlæggelse af flere hundrede nye søer og damme.

Vandkvaliteten i hovedparten af vore søer er ringe. Vandet er ofte uklart og artsrigdommen blandt planter og dyr er generelt ringe. Planterne på søbunden er forsvundet fra mange af søerne, og i perioder kan der optræde store mængder af blågrønner, der kan dække vandoverfladen som et malingsagt-

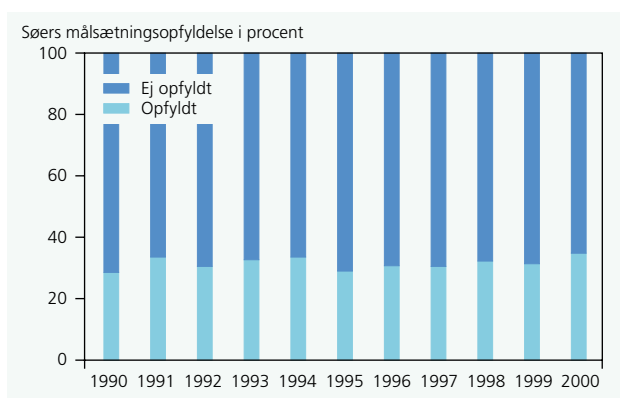
tigt lag. Fiskebestanden er ofte stor og domineret af fredfisk som skalle og brasen. Der er kun få fugle, fordi fødemulighederne er dårlige.

Amterne har opstillet kvalitetsmål for de større danske søer, heraf har 37% målsætning om at søen kun skal være svagt påvirket. I 58% af søerne accepteres lidt menneskelig påvirkning, og i 5% af søerne må i et vist omfang være forurenet af spildevand eller landbrugsaktiviteter. Den dårlige miljøtil-

stand afspejles i at i 2000 opfyldte kun ca. en tredjedel af de undersøgte søer den fastsatte målsætning, hvilket er næsten uforandret i forhold til tidligere år (figur 3.5.1).

Den ringe miljøtilstand skyldes stor tilførsel af næringsstofferne fosfor og kvælstof. For at forbedre tilstanden er der gennem de sidste 20-35 år foretaget store investeringer i at nedbringe næringsstofftilførslen – ikke mindst tilførslen fra byernes spildevand.

Figur 3.5.1  
Udviklingen i søernes målsætningsopfyldelse i perioden 1990-2000.  
(Kilde: Miljøstyrelsen, 2001).



## Udvikling i søernes vandkvalitet

Vandets gennemsigtighed er en god indikator for en søs miljøtilstand. I rene søer er sigtbarheden om sommeren over 2-3 meter. Det er en sjældenhed i Danmark. Omkring 60% af søerne har en sigtddybe på under en meter og kun 25% har en sigtddybe på mellem en og to meter. Kun 15% af søerne har rimeligt klart vand. I upåvirkede danske søer, fx i skov- og naturområder er koncentrationen af fosfor typisk under 0,01-0,02 mg P/l. I dag er koncentrationen i mange af søerne mere end ti

gange højere. Det betyder, at planteplankton har gode betingelser og vandet i sommerperioden bliver uklart og grumset.

Ud fra gamle forskningsartikler og analyser af biologiske rester i forskellige lag i søbunden ved man, at for blot 60-80 år siden var de danske søer langt mere klarvandede og havde et væsentlig mere varieret plante- og dyreliv end i dag. Eksempelvis havde de lavvandede søer bunden dækket af vandplanter. I dag er planterne forsvundet i hovedparten af de lavvandede søer.

Siden 1970'erne er der dog sket en forbedring i tilstanden. Spildevandet bliver rensat bedre, og fosfortilførelsen til danske søer er derfor blevet meget mindre. Koncentrationen af fosfor i det vand, der løber til søerne, er gennemsnitligt mere end halveret i perioden 1989-2000. Dette har betydet, at fosforindholdet i søvandet er faldet i samme periode (figur 3.5.2).

Faldet i fosforindholdet i søvandet har betydet, at søerne er blevet mere klarvandede. Sigtdybden er fx ændret fra 1,45 m i 1989 til 1,6 meter i 2000 (figur 3.5.2). Samtidig er der sket forbedringer i den biologiske tilstand.

### Boks 3.5.1

Udvikling i en søs tilstand efter nedsættelse af næringsstofførslen.

#### Søbygård Sø

Søbygård Sø ved Hammel (søareal 29 ha, middeldybde 1 m) er et velundersøgt eksempel på søers reaktion på en nedsættelse af næringsstofførslen. Søen blev op gennem 1950'erne og 1960'erne tilført store mængder kun mekanisk rensat spildevand fra Hammel. I 1970'erne forekom hyppig fiskedød i søen på grund af stort iltforbrug. I 1976 blev der etableret biologisk rensning på renseanlægget; det blev i 1982 fulgt op af fosforfjernelse. Det sidste medførte et drastisk fald i fosfortilførelsen til søen (figur 3.5.3A), der senere blev efterfulgt af en reduktion i kvælstofførslen i 1987 efter lukning af slagteriet i Hammel.

Det markante fald i fosfortilførelsen førte kun til et langsomt fald i fosforkoncentrationen i søen (figur 3.5.3B), fordi en del af den fosfor, som var blevet akkumuleret i søbunden nu blev frigivet. Frigivelsen har været så stor at søens fosforbalance har været negativ i foreløbigt 19 år (figur 3.5.3A), dvs. der løber mere fosfor ud af søen end den modtager.

Modelberegninger har vist at overskudspuljen i søbunden først vil være endeligt udtømt i 2016 – altså hele 34 år efter at tilførelsen blev nedsat. Det på trods af at søen er hurtigt gennemstrømmet med en opholdstid for vandet på blot en måned. Omvendt synes faldet i koncentrationen af kvælstof at følge faldet i tilførelsen til søen uden tidsforsinkelse.

Der er begyndt at ske ændringer i søens biologiske tilstand. Mængden af alger – målt som klorofyl-a er faldet og vandet er blevet lidt mere klarvandet (figur 3.5.3C).

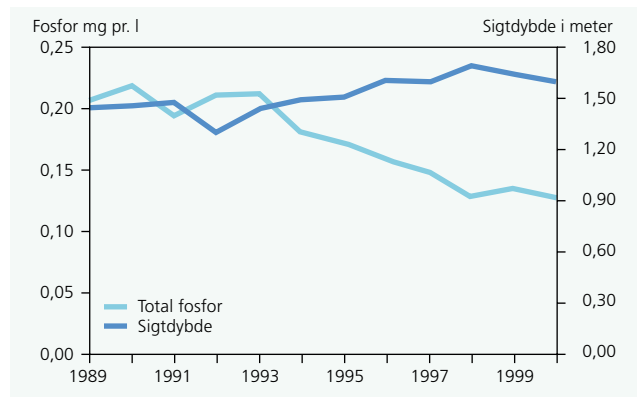
Desuden er fiskebestanden ændret markant. Mens der kun er sket et mindre fald i den samlede fangst af fisk, er der sket en markant forøgelse i andelen af rovfisk fra næsten ingen til nu 34% af den samlede fangst (figur 3.5.3D). Rovfiskenes andel er nu så høj, at de i væsentlig grad regulerer byttefiskene, som især består af skaller. Blandt rovfiskene er aborre dominerende, men også gedde og sandart forekommer i et pænt antal. En sådan forøgelse i rovfiskenes andel af fiskebestanden er også konstateret i en række andre danske søer efter at fosfortilførelsen er reduceret.



Foto: DMU/Martin Søndergaard

Andelen af rovfisk som gedde og aborre er øget og det samme er dyreplanktonets kapacitet til at nedgræsse planktonalgerne. Desuden er undervandsplanterne i fremgang.

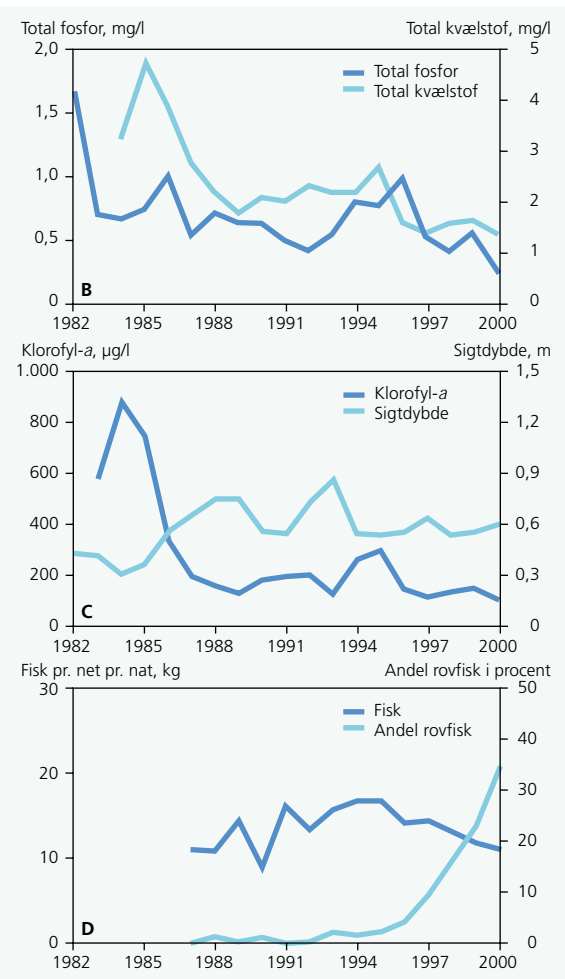
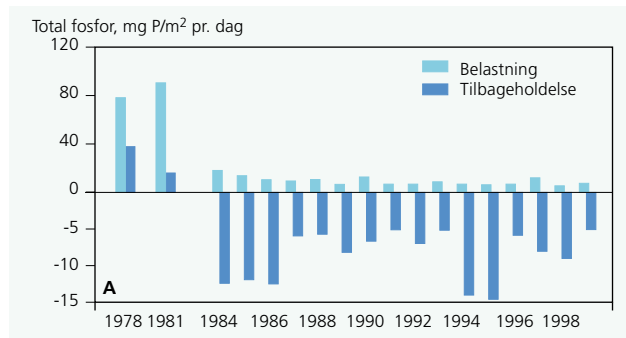
Fosfortilførslen til nogle af søerne er stadig for høj. I andre søer er en del af den fosfor, der er ledt til søen igennem tiderne, ophobet i søbunden og frigives herfra og påvirker miljøtilstanden. I nogle tilfælde kan det være nødvendigt med yderligere indgreb for at mindske tilførslen af næringsstoffer specielt fra spredt bebyggelse og dyrkede arealer.



Figur 3.5.2  
Udvikling i gennemsnitlig fosforkoncentration og sigtddybe i overvågningssøerne, 1989-2000.  
(Kilde: Jensen et al., 2001).

Med den markante stigning i rovfiskenes andel især i de senere to år er der håb om at vilkårene snart forbedres for det større dyreplankton, fordi mængden af skaller, som spiser dyreplankton, mindskes. Med mere dyreplankton øges græsningen på algerne og dermed bliver vandet lidt mindre grumset. Men der er behov for en yderligere reduktion i fosfortilførslen, hvis søen skal skifte til en stabil klarvandet tilstand med mange bundplanter og en tæt bestand af vandfugle. En sådan tilstand kendetegnede søen i den første halvdel af det sidste århundrede viser undersøgelser af forskellige biologiske rester i søbunden.

Figur 3.5.3  
Udvikling i fosfortilførsel, fosfor- og kvælstofkoncentration, klorofyl-a koncentration og sigtddybe samt fisk i Søbygård Sø.  
(Kilde: Søndergaard et al., 2001).



## Vest Stadil Fjord

Boks 3.5.2  
Naturgenopretning  
af Vest Stadil Fjord.



Vest Stadil Fjord er et stort, åbent og fladt område. Det er vigtigt for ænder, gæs og vadefugle, både som yngle- og rasteplass. For 13-14 af de 19 rød- og gullistede arter i området har naturgenopretningen haft en positiv effekt – uden at det er gået ud over de øvrige bestande.



Foto: Erik Thomsen

Gennem de sidste 10-15 år er der gennemført en række naturgenopretningsprojekter i Danmark. Projekterne har omfattet mange typer fra få hundreder kvadratmeter store vandhuller til flere hundreder hektar store søer og vådområder. Et af de største projekter blev i 1998 gennemført i Vest Stadil Fjord, der er et 2.200 hektar stort naturområde nord for Ringkøbing.

Vest Stadil Fjord var indtil 1865 en fjordarm med åben forbindelse til Stadil Fjord og Ringkøbing Fjord. Så begyndte afvandingen og fra 1954 var der kun Sønderdyb (ca. 330 hektar) og de to mindre Mellemdyb og Nordre Dyb med et samlet areal på under 100 hektar tilbage.

I efteråret 1998 fik naturen en del af det tabte tilbage ved at vandstanden i Mellemdyb og Nordre Dyb blev hævet en meter. Formålet var dels at genskabe store sammenhængende vådområder, dels at øge tilbageholdelsen af næringsstoffer i det nye vådområde og dermed mindske tilførslen af fosfor til Sønderdyb, som får sit vand via disse to vådområder.

Projektet blev fulgt af et overvågningsprogram, der omfattede både vandkemiske, fuglemæssige og vegetationsmæssige aspekter. Overvågningsprogrammet har vist at projektet indtil videre har været en succes. Indholdet af fosfor i Sønderdyb er som gennemsnit faldet fra 340 til 90  $\mu\text{g P/l}$  fra 1998 til 2000. Vandet er stadigvæk meget uklart, hvilket blandt andet skyldes de meget lavvandede forhold, der i blæsende perioder ofte betyder forøget indhold af ophvirvlet stof i søvandet. Fra 1998 til 2000 er den gennemsnitlige sigtddybde dog øget fra 0,2 til 0,6 meter. I forbindelse med den forbedrede sigtddybde er der sket en betydelig fremgang i udbredelsen af undervandsplanter. Den gennemsnitlige dækningsgrad er øget fra 8 til 31% og det plantefyldte vandvolumen fra 3 til 16%.

Også for fuglebestanden har projektet indtil videre været en succes, hvor næsten alle arter har været i fremgang. Dette gælder også områdets store flokke af rastende gæs, som ved projektet fik nogle af deres gamle fourageringspladser oversvømmet. Men de har hurtigt fundet nye græsgange, så der er lige så mange gæs som før vandstanden blev hævet. De meget lavvandede forhold betyder dog også, at der er fare for at store dele af det nydannede vådområde gror til, hvis det overlades til sig selv. Hvis den store fuglebestand skal opretholdes, kan det derfor blive nødvendigt plejeforanstaltninger, som fx græssende kreaturer, høslæt eller vanding af områder der ellers ville udtørre for hurtigt i fuglenes yngletid.



## 3.6 Kystnære områder

### 3.6.1 Udvikling i påvirkning og tilstand

Overordnet kan de indre danske farvande karakteriseres som lavvandede og lagdelte. Af Danmarks samlede havareal på 105.000 km<sup>2</sup> har knap 33.000 km<sup>2</sup> dybder mindre end 20 meter. Af områder under 20 m ligger mere end 75% indenfor linien mellem Skagen og Norge og her udgør de omkring 56% af arealet.

I perioder kan der være lagdeling af vandmassen og iltkoncentrationen ved bunden kan være lavere end ved overfladen. I de næringsrige, lavvandede og lagdelte kystnære farvande giver en rigelig produktion af planktonalger og en ofte frodig plantevækst på bunden ideelle betingelser for relativt mange arter af dyr.

Havets naturtilstand er siden begyndelsen af forrige århundrede ændret på en række områder bl.a. som følge af landvindinger, intensivt fiskeri og udledninger af næringsstoffer og miljøfremmede stoffer. De fleste bestande af havpattedyr (sæler, marsvin) og fugle er stabile, men meget følsomme overfor påvirkninger. Mange af de kom-

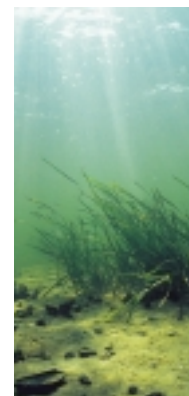
mercielt udnyttede fiskebestande er kraftigt overfisket (jf. afsnit 1.5.2).

Størstedelen af de danske fjorde, kystnære områder og indre åbne farvande har ikke den miljøkvalitet, som amtsrådene har besluttet, de bør have. Det er især forekomsten af iltsvind, de store mængder af forureningstolerante alger og masseopblomstringer af planktonalger, der hindrer, at miljøkvaliteten kan siges at opfylde målsætningerne.

Farvandene omkring Danmark udviser stor følsomhed overfor variationer i klimaet fra år til år. Det generelt høje niveau af næringsstoffer betyder, at der er potentiale for massive algeopblomstringer, og at iltsvind kan udvikles når de rette klimatiske forhold er til stede. Igennem den seneste årrække har observationerne vist, at havmiljøet forværres i år med megen nedbør, og dermed øget tilførsel af næringsstoffer, og i år med lange vindstille perioder om sommeren, mens der i de tørre år som 1996 og 1997 sås betydelige forbedringer.

I perioden efter Vandmiljøplanens vedtagelse i 1987 er der eksempler på positive udviklingstendenser. Mest markant er de faldende fosfatkoncentrationer, men også mængden af plankton-

alger har vist tendens til fald. På nuværende tidspunkt er målsætningerne for kystnære områder ikke opfyldt, ligesom tilstanden i de åbne havområder skal forbedres. For at opnå yderligere forbedring af havmiljøet er det nødvendigt at nedbringe tilførslen af kvælstof, således som det er målene i Vandmiljøplanerne (jf. afsnit 3.8).



Havets natur og biologiske mangfoldighed påvirkes af en lang række menneskelige aktiviteter. De naturlige marine biotoper, specielt i de kystnære dele af havområdet, er blevet reduceret. Det er sket bl.a. som følge af inddragelse af lavvandede havområder til land, ændring af havbunden i forbindelse med råstofindvinding og anlægsaktiviteter, samt ændringer af kystområderne. Derudover kan fiskeriet og den store skibstrafik i de danske farvande påvirke natur- og miljøtilstanden. Tilførsler af næringsstoffer og miljøfremmede stoffer har også stor indvirkning på havmiljøet.

### Skibstrafik

De danske farvande er blandt verdens mest trafikerede. Søfart påvirker i større eller mindre grad de marine naturtyper fysisk gennem støj, forstyrrelse, omrøring af vandmasser, kemisk gennem påvirkning fra bundmaling og olieudslip, samt biologisk ved tilførsel af fremmede organismer.

Når hurtigfærger sejler tæt på væsentlige raste- og fourageringsområder for vandfugle kan det være en trussel mod

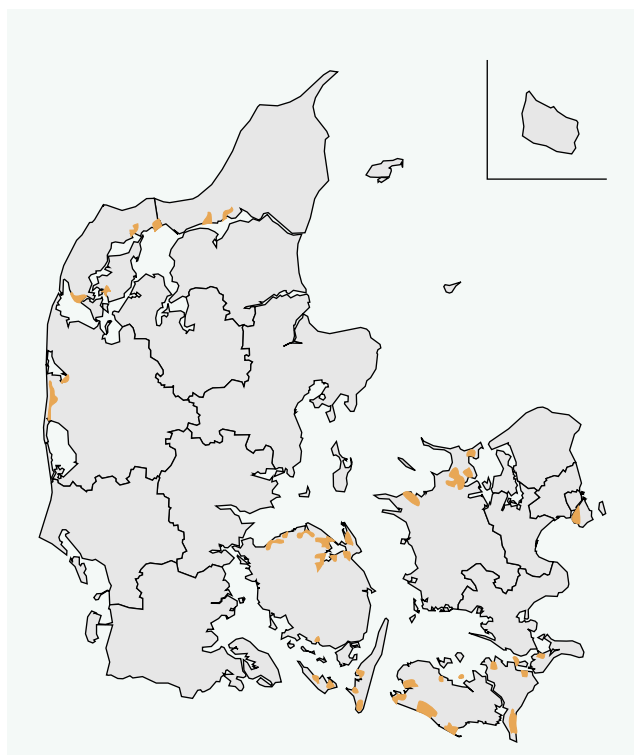
disse arter. Det gælder i perioder hvor de fælder og ikke har mulighed for at flyve bort fra sejlrueten, og i vinterperioden hvor fourageringstiden er så kort at alle lyse timer er af vital betydning for artens overlevelse. Der er i de danske farvande tilladelse til ca. ti hurtigruter, hvoraf nogle kun besejles om sommeren.

Forurening med affald langs de store skibsruoter er et stigende problem, ikke mindst fordi en væsentlig del består af plastic og syntetiske stoffer der er langsomt nedbrydelige. I visse områder består 90% af strandaffaldet af plastik. Affaldet føres med havstrømmene og koncentrerer lokalt, så det kan skade især vandfugle ved at de fx vikles ind i net og tovværk eller sluger affald.

### Landvinding, anlæg og anlægsaktiviteter

De kystnære lavvandede havområder er gennem tiden reduceret, dels ved inddæmninger til landbrugsformål, dels ved opfyldninger til især infrastruktur og industrianlæg. Ved inddæmninger er der de seneste ca. 250 år inddraget 45.000 ha (et areal svarende til Falster).

Omkring 20% af de lavvandede områder med vandybder på mindre end 2 m er således blevet inddraget. Landvindingsprojekterne har medført, at 140 små øer og holme er blevet landfaste og kystlinien er reduceret med 14% fra 8.000 til 7.000 km (figur 3.6.1). Derved er udbredelsen af naturlige marine biotoper i produktive fjorde og vige med et righoldigt dyre og planteliv blevet nedsat væsentligt. Hovedparten af de inddæmmede arealer er først bragt i intensiv kultur efter 2. verdenskrig. Intensivt landbrug dominerer stadig anvendelsen af de inddæmmede arealer, selvom der foregår en løbende ekstensivering som et resultat af støtte til Miljøvenligt Jordbrug (MVJ) og naturgenopretning. Denne ekstensivering må forventes at fortsætte som et led i opfyldelsen af målsætningerne i Vandmiljøplan II. Ved nogle inddæmninger, navnlig hvor en fuldstændig tørlægning er opgivet, er der imidlertid skabt vigtige biologiske og rekreative områder, fx Vejlerne, Saltbæk Vig og Vestamager (figur 3.6.1).



Figur 3.6.1  
Landvindingsarbejder udført indtil 1953.  
(Kilde: Gentegnet efter Danmarks Natur, 1980).



## Råstofindvinding på havet

Tidligere foregik råstofindvindingen på havet frit, bortset fra kystnære områder hvor der var forbud og andre særlige områder (jf. afsnit 1.5.3). Råstofloven fra 1997 medførte at der i dag kræves tilladelse fra Skov- og Naturstyrelsen, og at indvindingen skal foregå i afgrænsede og miljøvurderede områder.

Indvinding af råstoffer på havet foregår fra ca. 150 udlagte afgrænsede indvindingsområder. Det samlede areal af de udlagte områder er ca. 1.000 km<sup>2</sup>, men under 1% af arealet berøres af aktuell indvinding. En del områder har regional betydning og har været kraftigt udnyttet i en længere årrække.

Indvinding foregår normalt på dybder fra 6 m ud til 20-25 m. Indvindingen fjerner plante- og dyrelivet hvor der suges og ændrer bundforholdene. Der sker også en ophvirvling af finkornede partikler i vandmassen som nedsætter lysgennemtrængeligheden og som senere igen aflejres på havbunden i og uden for indvindingsområdet.

Plantefund og gydepladser for visse fiskearter, fx sild og tobis, kan blive ødelagt pga. ændrede bundforhold.

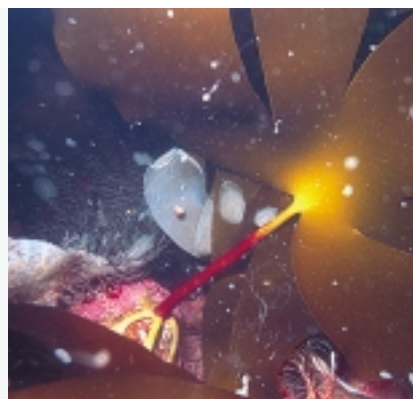
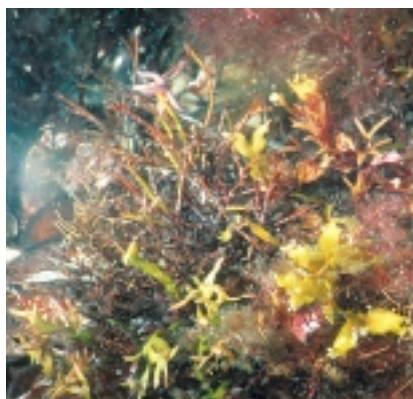
De danske stenrevs biologiske betydning vurderes normalt højt, fordi stenrevene indeholder meget artsrige plante- og dyresamfund, og fordi de har betydning både for livet i de tilstødende frie vandmasser omkring revene og for visse havfugles fødesøgning. Stenfiskeri påvirker direkte livsgrundlaget for hårbundsplanter og dyr ved at fjerne det substrat, de hæfter sig til. Der foreligger ikke data fra de store byggeperioder i 1960'erne, men et forsigtigt skøn anslår, at stenfiskeri i de danske farvande har fjernet 15 km<sup>2</sup> hård bund.

Indvindingen tilbage i 1960'erne foregik altovervejende på vanddybder under 10 m, og specielt huledannende rev (stenrev, hvor stenene ligger stablet) var eftertragtede. Denne naturtype er i dag meget sjælden. Indvinding af sten er i dag restriktivt reguleret (jf. afsnit 1.5.3).

## Vindmøller

Energihandlingsplanen, Energi 21, foresætter, at der skal opstilles 4.000 MW vindkraft på havet inden 2030. De fem planlagte demonstrations vindmøllerparker som etableres på havet de kommende år vil med den foreslåede udformning tilsammen udgøre 450 møller og dække et areal på omkring 150 km<sup>2</sup> (jf. afsnit 1.3.1).

Vindmøller på havet kan påvirke fugle og pattedyr pga. forstyrrelser i anlægs- og driftsfasen samt medføre kollisionsrisiko, ændringer i sedimentation, vegetation, bundfauna og påvirke fiskebestande.



Fotos: DWU/Karsten Dahl

## De faste forbindelser

I forbindelse med bygningerne af Storebælts- og Øresundsforbindelserne har der været omfattende undersøgelser af virkninger på miljøet. Resultaterne fra Storebæltsforbindelsen viste at planter og dyr i det store og hele var kommet tilbage til de områder, hvor der havde været påvirkninger. Under anlægsarbejdet var forekomsten af blåmuslinger kraftigt påvirket. Mængdemæssigt er blåmusling og ålegræs blevet genetableret selvom forekomsterne er anderledes end før.

Ved den faste forbindelse over Øresund viser undersøgelserne, at der kun har været små påvirkninger af miljøforholdene. De registrerede påvirkninger overskrider ingen af de etablerede kriterier for anlægsarbejdernes indvirkning på miljøtilstanden. Endvidere viser resultaterne af to uafhængige tredimensionale beregningsmodeller, at der ifølge de opstillede kriterier er sikret en uændret vandgenemstrømning i Øresund og uændret ilt- og salttilførsel til Østersøen (den såkaldte nulløsning).

Boks 3.6.1

De faste forbindelsers påvirkning af miljø og natur.

Boks 3.6.2

Oliefurening.

## Oliefureninger

Oliefureninger kommer dels fra regulære ulykker, fx grundstødninger, dels fra ulovlig udslip af spildolie fra tankskibe. Udtømninger af olieaffald i havet er forbudt overalt i danske farvande, og det kræves, at havnene kan modtage olieaffald.

Det er ikke muligt at sætte eksakte tal på de mængder olie, der bliver ulovligt udledt i danske farvande hvert år. Det er dog muligt at belyse problemets omfang med eksempler, der siger noget om antal og fordeling af oliefureninger gennem årene. Statens og kommunernes udgifter til strandrensning af olie varierer meget fra år til år. I 1995 og 1999 blev der samlet brugt mellem fire og fem mio. kr. til opgaven. I 1996 og 1997 var den årlige udgift omkring 1,5 mio. kr., mens udgifterne i 1998 og 2000 lå omkring 0,8-0,9 mio. kr. Antallet af meldinger om oliefurening i de danske farvande har været ret konstant i de sidste 5-10 år. Der kommer omkring 400 meldinger om året – på trods af en stigende skibstrafik. Antallet af meldinger kan ikke umiddelbart anvendes som en indikator for, at der er et alvorligt problem med oliefurening i Danmark. Som regel drejer over halvdelen af alle observationerne sig enten om let olie eller diesel, der fordampes eller mudder, alger eller strømskel der altså viser sig at være falsk alarm.

I følge HELCOM (Helsinki-kommissionen for Østersøens havmiljø) blev der i 1999 registreret 435 oliepletter i Østersøen. De fleste langs den tungt trafikerede skibsrute, som passerer gennem Øresund og de danske bæltet, og syd om Gotland på vejen til Finske vigen og Riga-bugten (figur 3.6.2). I Nordsøen er der gennem 1990'erne årligt observeret mellem 500-1.000 oliepletter. Da flyovervågningen i samme periode er firedob-

## Havne, broer, dæmninger og kystbeskyttelses anlæg

I det sidste 10-15 år har der været fokus på miljø- og naturpåvirkningen ved anlægsarbejdet til Storebælt og Øresundsforbindelsen (boks 3.6.1). Ved store anlægsarbejder, der må antages at påvirke miljøet i væsentlig grad, skal der efter planloven udarbejdes en VVM-redegørelse.

Den frie kystdynamik er begrænset på en stor del af kysten pga. forskellige former for kystbeskyttelse. Kystdirektoratet har opgjort, at ud af de ca. 5.883 km indre danske kyster er der diger på mere end 934 km, og skræntfodsbeskyttelse og stenrækker på ca. 700 km. Det

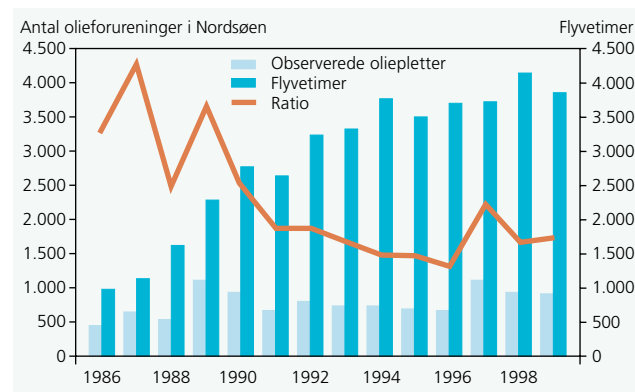
let, kan resultaterne tolkes som en nedgang i antallet af oliefureninger (figur 3.6.3). I 1999 blev der observeret 840 oliepletter (figur 3.6.3).

Både i 1998 og 2001 oplevede Danmark store oliefureninger. I januar-marts 1998 blev Vadehavet og den jyske vestkyst ramt. I marts-april 2001 blev Møn, Bogø og Nordfalster ramt af oliefurening fra en skibskollision i Kadetrenden. Når olien forurener vores kystområder og strande går det ud over områdernes rekreative værdi, og det kan påvirke turisterhvervene i regionen. Olie i naturen kan også forårsage store skader på økosystemer, dyr og planter. Mest kendt er effekten på havfugle hvor fjerdrag-

Figur 3.6.3

Udvikling i antal observerede oliefureninger i Nordsøen, 1986-1999.

(Kilde: Bonn Agreement, 2000).



svarer til, at 28% af kyststrækningen er beskyttet. Derudover er der 13.000 høfder, bølgebrydere mv. og 6.000 ydermoler og andre bygværker. Disse modificeringer af kystområderne medfører ofte både ændringer af værdifulde habitater og forstyrrelser af økologiske funktioner.

### Andre påvirkninger

Der er i øjeblikket godt 40 olie- og gasproduktionsplatforme i den danske sektor i Nordsøen. Hertil er der knyttet forskellige faciliteter, interne rørledninger og tre ilandføringsrørledninger. Der sker en påvirkning af vand, dyr og planter i havet omkring platformene både i efterforsknings- og produktionsfasen.

Påvirkningen stammer især fra uledning produktionsvand med rester

af olie og produktionskemikalier til havet (jf. afsnit 1.3.1). Der anvendes årligt omkring 1 million tons kemikalier ved offshore-aktiviteterne i Nordsøen, hvoraf omkring 50.000 tons anvendes i den danske del. Størstedelen er harmløse, men en mindre del med bl.a. olie og tungmetaller er miljøskadelige.

Fiskeriets største påvirkning af marine økosystemer er fangst af målarter, påvirkning af havbunden med bundslæbende redskaber og udsmid og fangst af ikke målarter. Mange fiskebestande i Nordsøen, Kattegat og Østersøen er overfisket (jf. afsnit 1.5.2) og hvis udviklingen fortsætter kan den føre til kollaps af en række fiskebestande.

Miljøeffekter ved havbrug knytter sig især til lokalområderne og brugenes nærområder. På grund af spild af

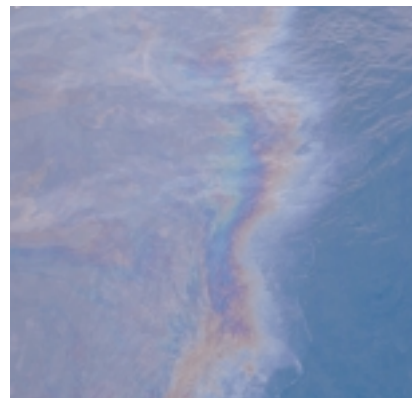


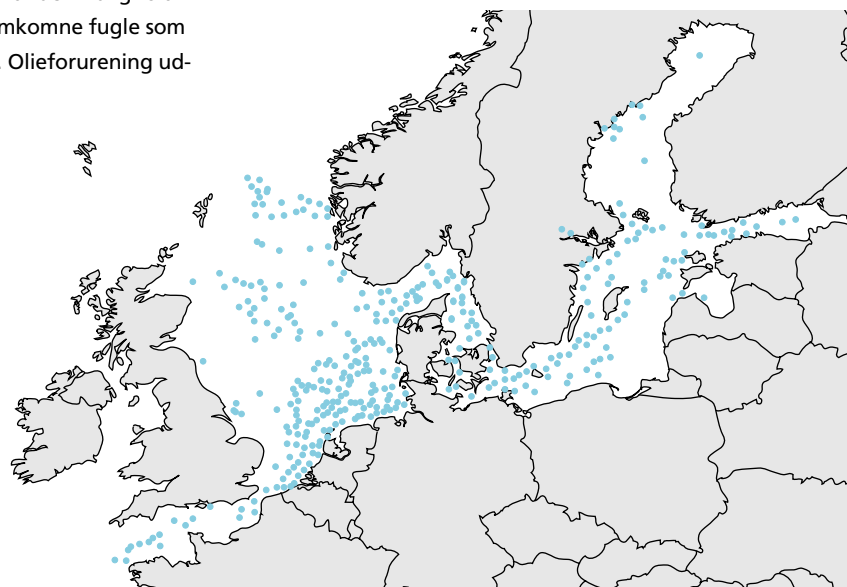
Foto: CDanmark

næringsstof og især organisk stof ændres havbunden ofte omkring brugene, og i værste fald kan der opstå områder med død havbund (jf. afsnit 1.5.2).

ten danner et effektivt vandskyende og varmeisolerende lag. Når en fugl kommer i berøring med olie, ødelægges dette beskyttende lag og fjerene klister sammen.

Lavvandede områder som om sommeren er meget produktive og hjemsted for fiskeyngel, er især sårbare over for olieforurening. Om vinteren huser de danske farvande store bestande af især dykænder på et tidspunkt hvor de er følsomme over for olieforurening. Således registreres fugledød som følge af olieforurening næsten udelukkende i vinterhalvåret fra oktober til april. Forureningen rammer især edderfugl, sortand, fløjlsand og havlit. I forhold til 1970'erne hvor der muligvis omkom op mod 100.000 fugle er antallet af omkomne fugle som følge af olieforureninger faldet betydeligt. Olieforurening ud-

gør derfor næppe længere en egentlig trussel mod bestandene, men udgør fortsat et dyreværns mæssigt problem. For eksempel omkom op til 20.000 sortænder i forbindelse med en olieforurening i januar-marts 1998 og omkring 3.500 fugle ved olieforureningen april 2001 på Møn, Bogø og Nordfalster. En undersøgelse af antallet af olieindsmurte fugle i perioden fra 1984 til 1995 viser at der er sket et fald i antallet i Østersøen og i Kattegat. Der er ikke konstateret et tilsvarende fald i Skagerrak og Nordsøen.



Figur 3.6.2  
Observerede olieforureninger i Østersøen og Nordsøen i 1999.  
(Kilde: German Oceanographic Data Centre, 2000 & Bonn Agreement, 2000).

## Eutrofiering

Blandt de vigtigste miljøproblemer i havet er eutrofiering som følge af for stor udledning af næringsstoffer (kvælstof og fosfor). Næringsstofferne tilføres havet især med ferskvandsafstrømningen fra land og via atmosfærisk nedfald på havoverfladen, men også fra direkte udledninger af spildevand og fra tilstødende farvande.

Effekten af eutrofiering er en forøget produktion af planteplankton i de varme sommermåneder. Planktonalgerne nedbrydes i sensommeren under stort forbrug af ilt. Under uheldige vejrsmæssige omstændigheder, karakteriseret

ved høje temperaturer og ringe vind, vil denne nedbrydning sænke iltkoncentrationen til så lave niveauer, at faunaen ikke kan overleve. En sådan situation opstod i Mariager Fjord i august 1997. De forøgede næringsstofmængder forrykker konkurrencevilkårene til fordel for hurtigt voksende trådalger, nedsætter vandets lysgennemslugtighed og forringer vilkårene for de flerårige bundplanter. De seneste 10-15 års undersøgelser har dokumenteret effekter, som iltsvind, masseforekomster af planteplankton, reduktioner i ålegræsbestanden og en ændret biologisk struktur i de påvirkede samfund.

## Tilførsel af næringsstoffer

Tilførslen af fosfor og kvælstof til havet fra de danske landområder er, særligt fra 1950'erne og frem, forøget som følge af øgede spildevandsudledninger og landbrugsproduktion. Det danske bidrag til næringsstofkoncentrationen i de indre danske farvande er således stort og målbart, specielt i områder med stor tilstrømning af ferskvand. Koncentrationen af kvælstof i fjorde og kystnære områder er generelt høj og ofte væsentligt forhøjet i forhold til de åbne områder. Koncentrationerne af næringsstofferne i de indre danske farvande ligger langt over det naturlige baggrunds niveau,

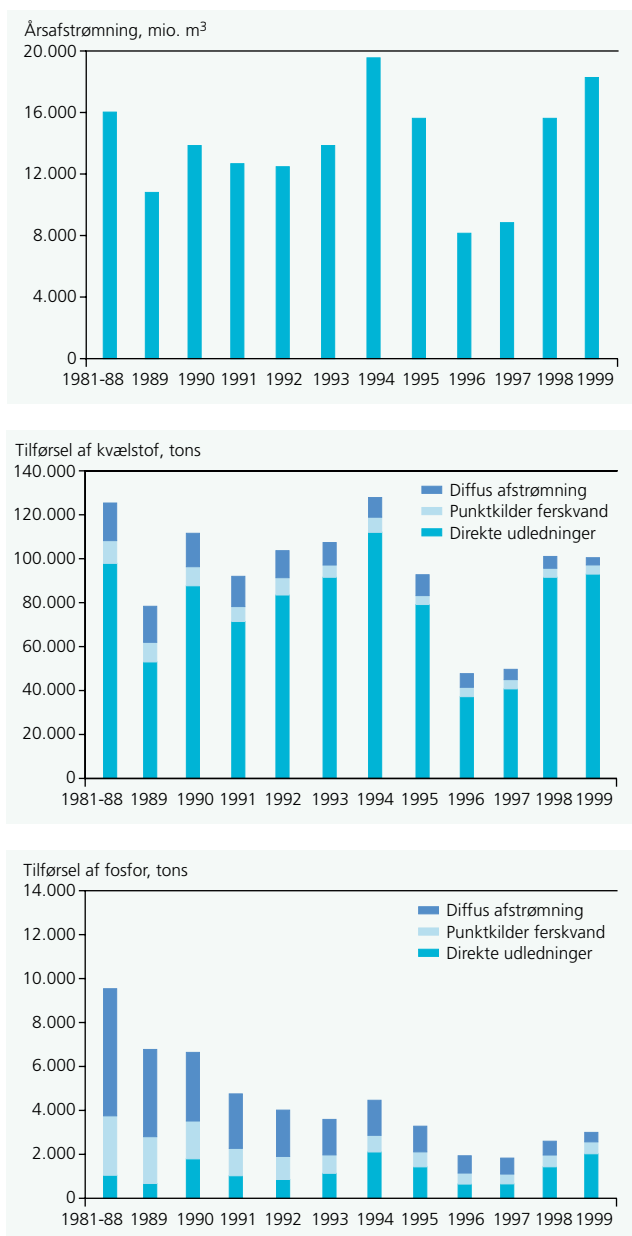


Fig 3.6.4  
Ferskvandsafstrømning samt tilførsel af kvælstof og fosfor til havmiljøet i perioden 1989-1999. (Kilde: Bøgestrand, 2000).

på trods af den store vandgennemstrømning mellem Østersøen og Nordsøen.

Der er en tæt kobling mellem størrelsen af nedbøren, ferskvandsafstrømningen fra land og tilførsel af kvælstof til de kystnære områder (figur 3.6.4). I gennem 1990'erne har den årlige tilførsel ligget omkring 100.000 tons kvælstof.

Ud over tilførsel af kvælstof fra afstrømningen, får det danske havområde også tilført en mængde af samme størrelsesorden ved nedfald fra luften (jf. afsnit 2.4). I de åbne farvande er dette en betydelig del af den samlede tilførsel. I Kattegat betyder det således en tredjedel i forhold til de landbaserede

bidrag, hvorimod det for de kystnære farvande kun udgør en mindre del.

Tilførslerne af fosfor har været markant faldende gennem de seneste ti år, hovedsageligt pga. en bedre spildevandsrensning. Tilsvarende som for kvælstof varierer fosfortilførslen fra det åbne land med vandafstrømningen.

### Vandfasens indhold af næringsstoffer

Koncentrationen af kvælstof i fjorde og kystnære områder har været nogenlunde konstant igennem 1990'erne, lidt lavere i år med lille tilførsel fra land som

1996 og 1997 og ekstra høj i år med stor tilførsel fra land som 1994 (figur 3.6.5). I de åbne farvande er der kun observeret mindre ændringer i kvælstofkoncentrationen.

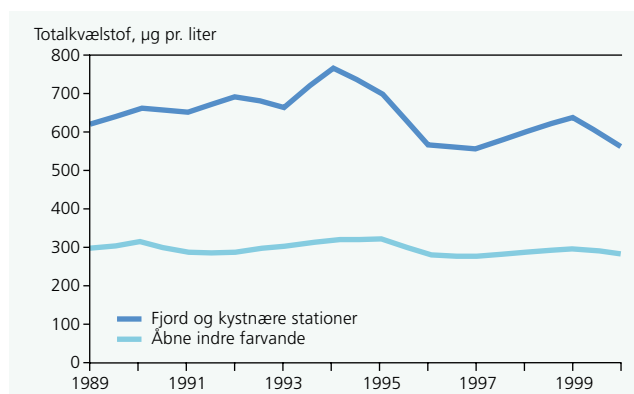
Fosforkoncentrationen i fjorde og kystnære områder er faldet gennem 1990'erne og er i dag kun omkring halvdelen af niveauet sidst i 1980'erne (figur 3.6.6). Også på stationerne i de åbne farvande i både Nordsøen, Skagerrak, Kattegat, Bælthavet, Øresund og Østersøen observeres faldende fosforkoncentrationer, især i vintermånederne.



Foto: Lars Angartyr

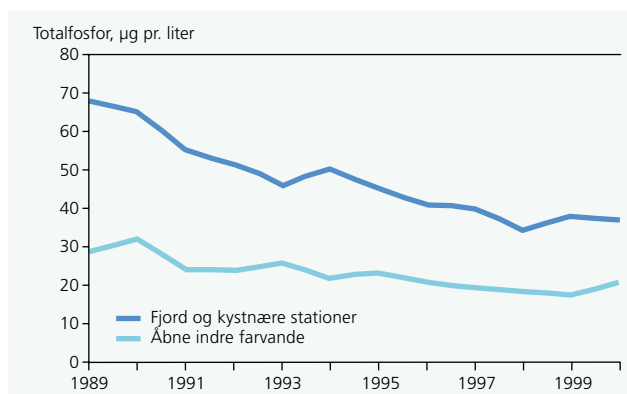
Figur 3.6.5

Udvikling i årsmiddelkoncentration af totalkvælstof på stationer (fjord og kystnære samt åbne indre farvande) i det nationale overvågningsprogram, 1989-2000. (Kilde: Henriksen et al., 2001).



Figur 3.6.6

Udvikling i årsmiddelkoncentration af totalfosfor på stationer (fjord og kystnære samt åbne indre farvande) i det nationale overvågningsprogram, 1989-2000. (Kilde: Henriksen et al., 2001).





meren og efteråret medført relativt gode iltforhold i 2001 (figur 3.6.9).

I de åbne farvande er der siden midten af 1970'erne og til begyndelsen af 1990'erne sket et fald i efterårets i iltindhold i Kattegat, Øresund, Storebælt og Femer Bælt (figur 3.6.10). I de kystnære farvande har der ikke været nogen klar udvikling i iltforholdene, som stadig er relativt dårlige. Når man sammenligner historiske data i perioden 1910-1930'erne i det sydlige Lillebælt med nutidige data, finder man, at det bundareal der hyppigst rammes af iltsvind næsten er femdoblet.

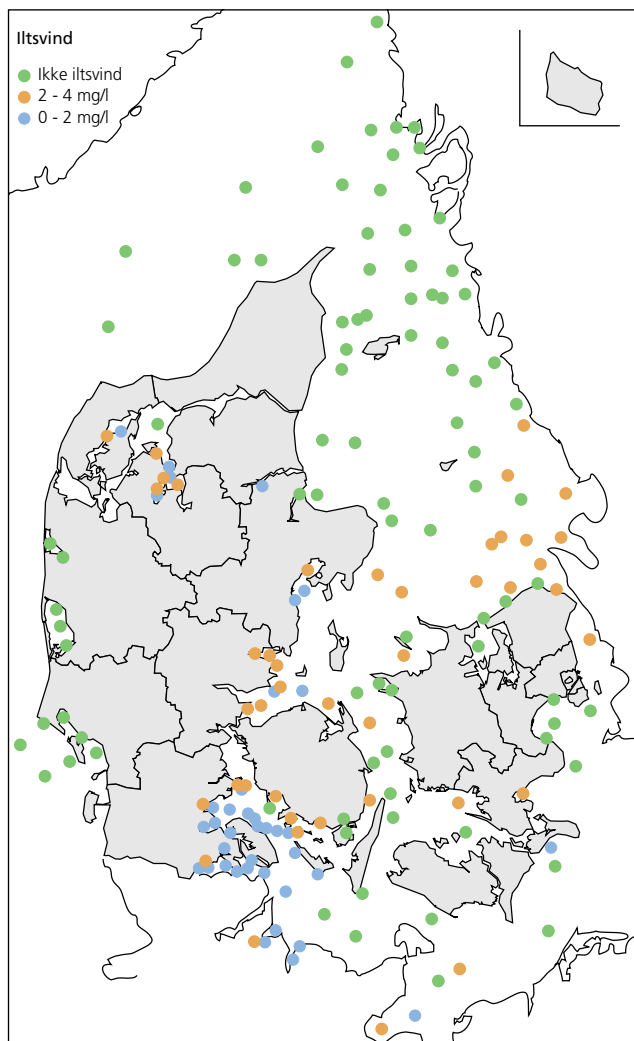


Foto: Helene Munk Sørensen

Figur 3.6.9

Iltsvindskort fra september 2001.

(Kilde: Danmarks Miljøundersøgelser, 2001).



Figur 3.6.10

Udvikling i iltsvind i havet.

(Kilde: Danmarks Miljøundersøgelser, 2001).

Note: Figuren viser det årlige laveste indhold af ilt i det sydlige Kattegat fra 1974 til 2000. Normalt er der omkring 8-10 mg ilt/l. Der tales om iltsvind, når indholdet kommer ned under 4 mg/l.

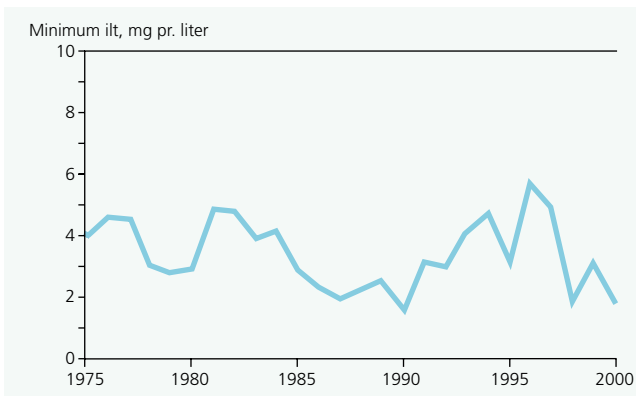




Foto: DMU/Signe Foverskov

### 3.6.2 Tema – Miljøfremmede stoffer og tungmetaller i marint og arktisk miljø

Det marine og arktiske miljø er udsat for mange menneskelige påvirkninger, herunder tilførsel af miljøfremmede stoffer og tungmetaller. Miljøfremmede stoffer er stoffer der ikke findes naturligt i miljøet men kommer fra menneskelig aktivitet. Stoffernes miljøfarlighed kan beskrives ud fra deres giftighed, hvor nemt de optages af levende organismer (biotilgængelighed), samt om de er stabile og kun langsomt nedbrydes.

Af eksempler på miljøfarlige stoffer kan nævnes:

- Stofferne i gruppen af polyklorerede halogene aromatiske kulbrinte forbindelser (fx PCB; HCH), er alle meget biotilgængelige og stabile. PCB'ere er industrikemikalier som ikke bruges i Danmark mere. DDT og HCH blev tidligere anvendt til at bekæmpe insekter men er nu forbudt i Danmark. Stoffernes stabilitet gør at de stadig i et vist omfang findes i miljøet og visse steder stadig udgør et problem. Der er også kommet nye halogenerede aromatiske stoffer til, som bromerede flammehæmmere, der bl.a. anvendes i tekstiler og computere. Dioxiner er en anden gruppe stoffer, der dannes ved forbrænding, og som er meget biotilgængelige, stabile og giftige.
- Mange af stofferne i gruppen af polyaromatiske kulbrinter (PAH) stammer fra olieprodukter og forbrænding af olieprodukter. Nogle af disse stoffer kan dannes naturligt, men langt de fleste PAH'ere (ca. 75%) kommer fra udslip af olieprodukter direkte i havmiljøet, enten fra skibe eller fra olieudvinding.



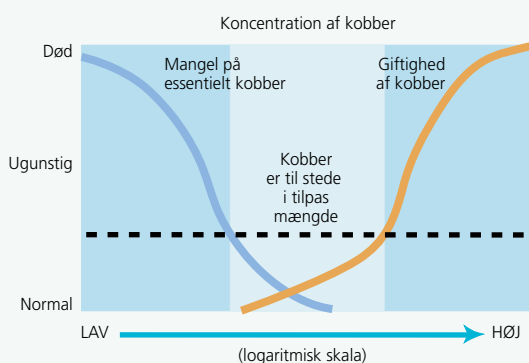


- Antibegroningsmidler, fx tributyltin (TBT) er giftstoffer, som påføres skibe for at forhindre begroning på skroget. Ved begroning øges forbruget af brændstof og sejlhastigheden mindskes. Visse antibegroningsmidler er blevet forbudt for skibe under 25 m (TBT, Irgarol, Diuron), men samtidig introduceres der nye giftige produkter på markedet (Sea-nine, Zink Omadine). For store skibe er brugen af de gamle produkter stadig tilladt. Forhandlinger i de internationale maritime organisationer arbejder på at få et totalt forbud mod TBT i 2008.
- Metaller forekommer naturligt i miljøet, men pga. menneskelige aktiviteter sker der en øget tilførsel så koncentrationerne er højere end baggrundsniveauet. Til metallerne hører blandt andet tungmetaller som kadmium, kviksølv, kobber, bly og zink. Af disse, har planter og dyr brug for små mængder af kobber og zink, som mikronæringsstoffer. Men hvis niveauet bliver for højt er stofferne giftige (figur 3.6.11).

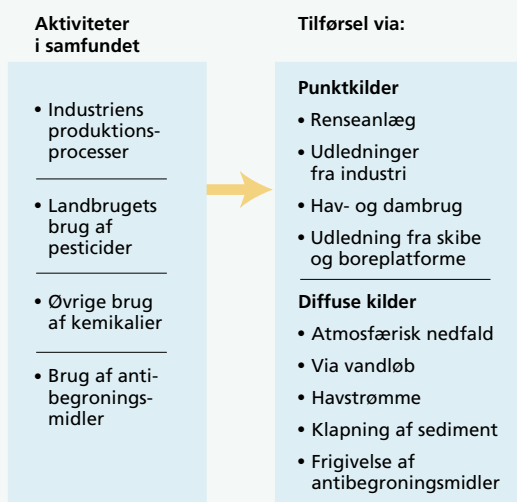
### Tilførsel

Mange miljøfremmede stoffer og tungmetaller indgår i de produkter, som vi bruger til daglig. Stofferne når havmiljøet gennem udslip fra produktion, anvendelse og bortskaffelse af produkterne. Miljøfremmede stoffer og tungmetaller tilføres havmiljøet gennem både diffuse grænseoverskridende tilførsel, som havstrømme, vandløb og nedfald fra luften, og via punktkilder, som renseanlæg, industriudløb og havbrug, samt fra klappning af havneslam, samt olieudslip fra skibe og boreplatforme (figur 3.6.12). Skibstrafik medfører også udslip af forbrændingsprodukter til luften og af antibegroningsmidler.

Nogle tilførsler har kun effekter i lokale eller regionale områder eksempelvis i lukkede fjorde eller havne. Andre tilførsler af persistente stoffer transporteres via havstrømme, atmosfærisk nedfald og skibstrafik over store afstande og påvirker store områder.



Figur 3.6.11  
Kobber er et mikronæringsstof som er nødvendigt for planter og dyr, men i for store mængder er kobber giftigt. (Kilde: Foverskov et al., 1999).



Figur 3.6.12  
Menneskeskabte kilder og tilførsel af tungmetaller og miljøfremmede stoffer til vandmiljøet.

### Fordeling og optag i havmiljøet

Miljøfremmede stoffer og tungmetaller som tilføres havet er delvist opløst i vandet, og dels bindes mange nemt til partikler eller organisk materiale i vandmassen. Dermed kan vandlevende organismer optage de miljøfremmede stoffer, dels fra vandfasen og dels via føden. De fleste organismer, fra bakterier til fisk, kan på den måde påvirkes. Et eksempel er fordelingen af kobber fra bundmaling (figur 3.6.13).

De miljøfremmede stoffer og tungmetaller, der er bundet til partikler, bundfældes til sidst på havbunden og bindes i bundmaterialet (sedimentet). Koncentrationerne af stofferne er ofte meget højere i bundmaterialet end i vandmassen. Yderligere nedbrydes de fleste stoffer langsommere i sedimentet end i vandmassen. Bakterier i sedimentet og de bundlevende dyr udsættes derfor i stor udstrækning for stofferne. Føden for mange fiskearter er bunddyr, og dermed optages de miljøfremmede stoffer. Mange af de fedtopløselige, stabile stoffer bliver opkoncentreret gennem fødekæden. Det gælder også for andre stoffer fx opkoncentreres TBT der især bindes til proteiner i de

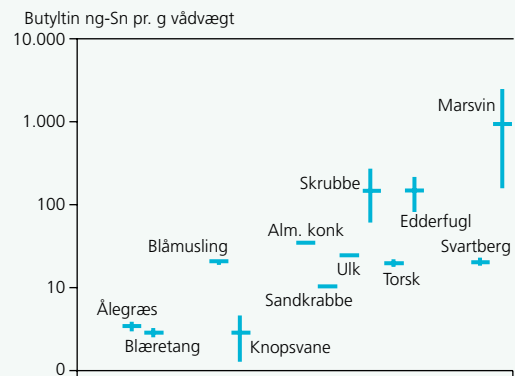
forskellige trin af fødekæden (figur 3.6.14). Koncentrationen af TBT hos edderfugle er mere end ti gange højere end i blåmusling som er edderfuglens vigtigste føde. Miljøfremmede stoffer kan også frigøres fra sedimentet og midlertidigt føres tilbage til vandmassen, fx ved ophvirvling (resuspension) ved kraftig vind, strøm eller ved ændrede iltforhold.

### Effekter af miljøfremmede stoffer

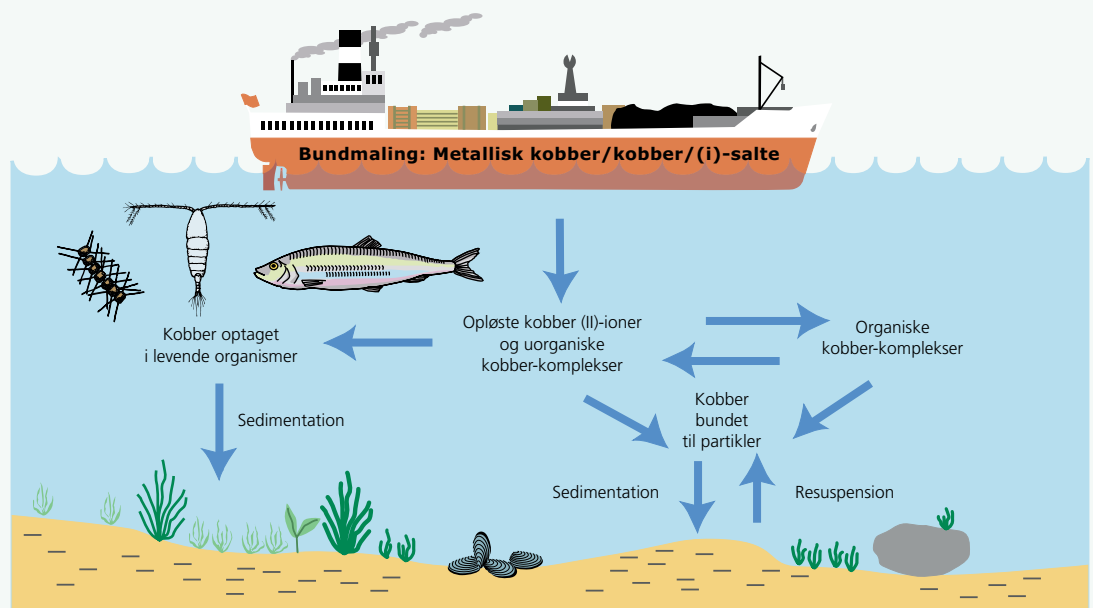
Miljøfremmede stoffer kan have forskellige effekter på de forskellige dele af havmiljøet. Nogle stoffer kan være hormonforstyrrende og påvirke fertiliteten, mens andre kan påvirke immunforsvaret og give øget følsomhed overfor sygdomme. Der findes desuden miljøfremmede stoffer, der påvirker stofskiftet, således at der sker forandringer i væksten. Det samme stof kan også have forskellige virkninger på forskellige organismer. TBT påvirker fx stofskiftet hos planteplankton, mens det påvirker kønskarakteren hos snegle.

Oftentimes bliver vi først opmærksomme på effekterne af de miljøfremmede stoffer, når de rammer større dyr, som fx rovfugle og sæler. Bestandene af havørn i Østersø-

Figur 3.6.14  
TBT koncentrationen øges jo længere op i fødekæden man kommer.  
(Kilde: Foverskov et al., 1999).



Figur 3.6.13  
Eksempel på spredning og forekomst af kobber fra bundmaling i vandmiljøet.  
Note: Opløste kobber(II)-ioner er den mest giftige form for kobber. Når kobberionerne bliver bundet til partikler er de mindre giftige (Kilde: Foverskov et al., 1999).



området var således kraftigt påvirket af DDT og PCB i perioden efter 1950. Yngelsuccesen hos havørn var meget lav i 1960'erne, men er gradvist forbedret som følge af forbudet mod brugen af DDT, PCB og andre miljøgifte.

Det er ofte sådan, at når de miljøfarlige stoffer påvirker enkelte sektorer som fiskeri eller påvirker menneskets sundhed fx med anbefalinger om hvor meget fisk gravide må spise så reagerer samfundet med undersøgelser og påbud. Effekterne af TBT på dyrkning af østers i Frankrig i 1970'erne er således årsagen til, at TBT er blevet grundigt undersøgt, og at et totalforbud imod dets anvendelse i skibsmaling nu er undervejs.

Miljøfarlige stoffer påvirker også alger, dyreplankton og bakterier men der er sjældent så synlige effekter som for større dyr, og målbare effekter observeres ofte først efter længere tids påvirkning. Det er derfor vanskeligt at observere effekterne på disse organismer direkte i havmiljøet, men ud fra laboratorieforsøg og feltstudier har man nogen viden om effekterne. Den økologiske struktur og processerne i mange biologiske samfund kan således allerede have været påvirket i lang tid, før effekterne af de miljøfarlige stoffer registreres. Økotoxikologiske undersøgelser af fx antibegroningmidler viser, at både planteplankton og bakteriesamfund er påvirket ved de koncentrationer som i dag måles i vandmiljøet. Disse samfund udgør de to mest centrale dele af det marine økosystem, idet de er forudsætningen for produktion af organisk materiale og nedbrydning af dette.

### Kvalitetskrav og målsætninger

EUs direktiv om udledning af farlige stoffer til overfladevand og EUs Vandrammedirektiv kræver, at der for de danske vandområder opstilles kvalitetskrav til miljøtilstanden, herunder grænseværdier for miljøfarlige stoffer og tungmetaller. Muligheden for at fastsætte en grænseværdi for de enkelte stoffer afhænger af vores viden om de miljøfarlige stoffer og tungmetaller i miljøet, herunder viden om kilder og koncentrationniveau samt effekter på forskellige organismer. Opstilling af kvalitetskrav er først og fremmest anvendelig, når vandkvaliteten skal vurderes bl.a. i forbindelse med udledningstilladelse. Den overordnede målsætning for havområderne er en tilstand med koncentrationer nær nul for menneskeskabte syntetiske stoffer og nær baggrundsniveau for naturligt forekommende stoffer.

### Monitering af miljøfremmede stoffer og tungmetaller i Danmark

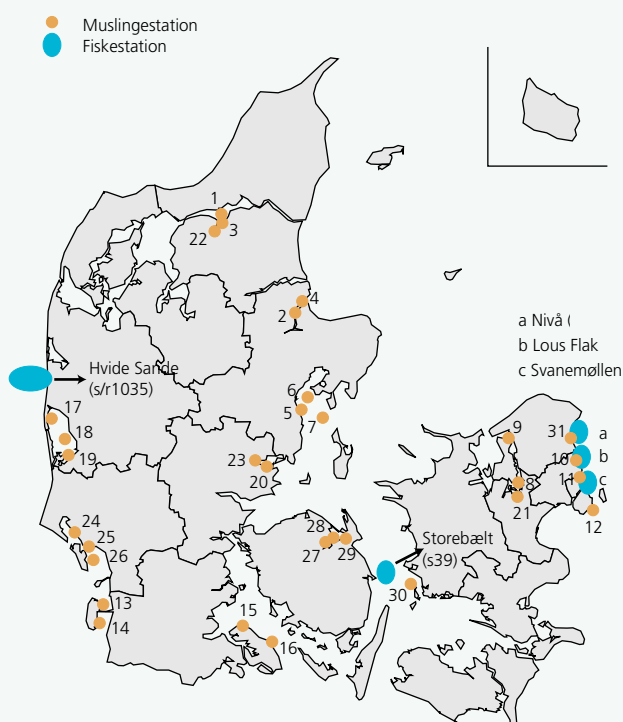
En samlet national koordineret overvågning af miljøfremmede stoffer og tungmetaller i havmiljøet begyndte først i 1998 med det nationale overvågningsprogram, NOVA 2003. Dette tema er primært baseret på de landsdækkende resultater fra NOVA 2003 suppleret med yderligere data fra amterne og fra andre enkeltundersøgelser.

Målestationerne, som indgår i overvågningsprogrammet, er udvalgt til at repræsentere områder, som er forurenede, således at effekten af indgreb for at nedsætte tilførslen af miljøfremmede stoffer og tungmetaller kan vurderes (figur 3.6.15). Ved punktkilder (stort renseanlæg, havn eller industri) er der ofte udlagt tre stationer i et transekt bort fra kilden, således at spredningen langs en fortyndingsgradient kan vurderes.

I NOVA 2003 måles der på tungmetaller (Zn, Cu, Ni, Hg, Cd og Pb), polyklorede kulbrinte forbindelser (PCB'ere, HCH, og DDT), polyaromatiske kulbrinter (PAH'ere) samt antibegroningmidlet tributyltin (TBT) og dets nedbrydningsprodukter.

Figur 3.6.15

Kort over stationer i NOVA 2003, hvor der måles tungmetaller og miljøfremmede stoffer. (Kilde: Hansen et al., 2000).



## Klassificering af miljøfremmede stoffer og tungmetaller

Boks 3.6.3  
Klassificering af miljøfremmede stoffer og tungmetaller.

De observerede koncentrationer skal vurderes i forhold til de naturlige baggrundsniveauer og forventede miljøeffekter af stofferne. Eftersom det er vanskeligt at måle effekter direkte i miljøet anvendes forskellige klassificeringsmetoder til vurdering af forekomsten og effekten af disse stoffer i miljøet. Fælles for disse klassificeringsmetoder er, at et givent område får tildelt en tilstandsklasse ud fra, hvor rent området er. Klassificeringsmetoderne er dog ikke entydige med hensyn til definitionen af den rene tilstandsklasse (referencepunktet) og antal samt afgrænsning af tilstandsklasserne.

Sverige og Norge har indført tilstandsklasser baseret på målte koncentrationer af metaller og organiske stoffer. De to landes klassificeringsmetoder varierer dog ved at den rene klasse (klasse I) er sat til nul koncentration i den svenske klassificering, mens den norske klasse I er defineret ud fra områder, der kun modtager et bidrag fra diffus tilførsel af et givent stof. De svenske og norske klassificeringsmetoder tager ikke hensyn til ved hvilke koncentrationer der kan forventes en effekt af stoffet på miljøet.

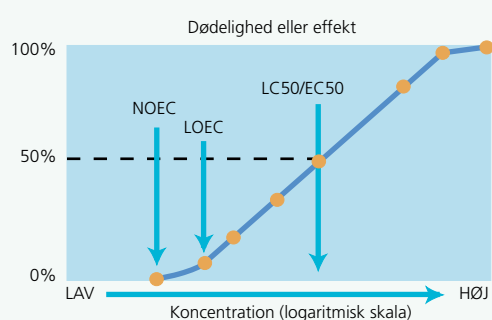
Foruden måling af koncentrationer af de undersøgte stoffer, er en sådan økotoxikologisk vurdering indbygget i Oslo-Paris konventionens Ecotoxicological Assessment Criteria (EAC). Ved opstilling af EAC afprøves stoffet på mindst tre forskellige arter for at vurdere giftigheden. Hvis

der findes informationer om samfunds- eller økosystemeffekter kan disse også inddrages i vurderingen. EACs vurderingskriterier skal bruges sammen med OSPARs overvågningsprogram Joint Assessment and Monitoring Program (JAMP), som et redskab til bedømmelse af hvorvidt stofferne kan antages at have potentielle påvirkninger i det marine miljø. Inden for OSPAR bruger man effektkoncentrationer, som er rapporteret i litteraturen, og dividerer med en faktor 10 til 10.000, afhængigt af om det er EC50 (50% effektkoncentration) eller NOEC (ingen effekt koncentration) værdier (figur 3.6.16). En EACs pålidelighed for et givet stof stiger i takt både med antallet af undersøgelser og med antallet af marine organismer, der indgår i vurderingen. EAC'ere er indtil videre ikke udarbejdet for tungmetaller pga. usikkerheder ved målingerne.

Når man skal undersøge hvor giftigt et miljøfarligt stof er laver man ofte nogle forsøg i laboratoriet ved at man tilsætter forskellige mængder giftstof til vandet. Den koncentration af giftstoffet som inden for 48-96 timer slår halvdelen af forsøgsorganismene ihjel bruges som mål for stoffets giftighed. Den kaldes for dødelighedskoncentration eller LC50. Man kan også teste sig frem til den laveste koncentration, hvor de første organismer dør, LOEC, eller den højeste koncentration, hvor ingen af organismene dør, NOEC. Men disse test kræver længerevarende forsøg. I stedet for dødelighed måler man nogle gange andre effekter fx påvirkning af vækst og så taler man om effektkoncentration eller EC50.

I Danmark findes der ingen lignende klassificering, men det er blevet pålagt i Vandrammedirektivet at udarbejde en klassificering. Klassificeringen forventes bl.a. at blive udarbejdet på grundlag af Ecotoxicological Assessment Criteria (EAC).

Figur 3.6.16  
Dødelighed eller effekt.  
(Kilde: Danmarks Miljøundersøgelser, 1999).



Stof/kriterier (mg/kg tørvægt)	Norge Tilstandsklasse I	Sverige Referencetilstand	OSPAR EAC (foreløbige)
<b>Cu</b>	<35	15,0	5-50
<b>Cd</b>	<0,25	0,2	0,1-1
<b>Pb</b>	<30	25,0	5-50
<b>Sum PCB</b>	<0,050	0	0,001-0,01
<b>Benzo(a)pyren</b>	<0,005	0	0,1-1
<b>TBT</b>	-	0	0,000005-0,00005

Tabel 3.6.1  
Forskellige kriterier for miljøfremmede stoffer og tungmetaller i sedimenter.

Miljøfremmede stoffer og tungmetaller måles i muslinger hvert år og i sedimenter hvert tredje år. Der måles også hvert år tungmetaller i fisk fra Hvide Sande og Nivå Bugt. Muslinge-, fisk og sedimentmålingerne er såkaldte integrerede prøver, da de registrerer koncentrationsniveauer i en længere periode forud for prøvetagningen. Vandprøver for visse organiske stoffer tages hvert andet år. Disse prøver giver et øjebliksbillede af koncentrationerne af de udvalgte organiske stoffer.

Effekterne af TBT på havsnegle vurderes ved at undersøge deres køns karakter en gang om året. De fleste danske havsnegle er særkønnede, dvs. enten hanner eller hunner. Hos hunsneglene påvirker TBT balancen mellem hanlige og hunlige kønshormoner, så der ophobes hanlige kønshormoner i hunsneglene. Udover deres normale hunlige karakterer som ovarie, ægsæk og kønsåbning danner hunsneglene derfor penis og sædleder. Fænomenet kaldes imposex.

### Tilførsel af tungmetaller

De vigtigste kilder til tilførsel af tungmetaller til de danske farvande er: punktkilder (renseanlæg og industri), vandløb samt nedfald fra atmosfæren (figur 3.6.17). Derudover tilføres fx kobber fra antibegroningsmidler og kadmium fra offeranoder (bruges til korrosionsbeskyttelse af jern og stålkonstruktioner især i vand på skibe og i havne).

Igennem de sidste 20-25 år er forbruget af produkter og produktionsprocesser hvor der anvendes tungmetaller blevet kraftigt reduceret. Eksempelvis er brugen af kviksølv til klorproduktion, og produktion af fosforsyre hvor der blev udledt kadmium, stoppet for hhv. 10 og 20 år siden. Andre tiltag som filtre på tandlægers afløb, der tilbageholder kviksølv fra tandfyldninger, eller røgrensning på kraftværker og affaldsforbrændingsanlæg har også nedsat udledningerne til miljøet.

Der har været mange tiltag for at begrænse indholdet af tungmetaller i produkter. Især indholdet af de tre mest giftige metaller: Kviksølv, kadmium og bly er blevet begrænset. Eksempelvis er indholdet af kviksølv i produkter i dag meget lavt, kadmiumindholdet i plast og fosforkunstgødning er kraftig nedsat, og blytilsætning til benzin er stoppet.

Generelt er de danske udslip til luft betydeligt mindre end de nedfald der estimeres for de indre farvande (tabel 3.6.2). Derfor må en del af nedfaldet tilskrives andre landes udslip. For bly og zink er tilførsel via atmosfærisk nedfald noget større end tilførsler via vandløb eller punktkilder. Omvendt er tilførslerne via vandløb og punktkilder de vigtigste for arsen, krom og nikkel. For bly, kadmium og kobber er der også vigtige tilførsler fra hhv. fiskeudstyr, offeranoder og antibegroningsmidler.

	Arsen tons	Bly tons	Kadmium kg	Krom tons	Kobber tons	Kviksølv kg	Nikkel tons	Zink tons
• Danske udslip til luft	0,85	7,3	713	2,7	9,60	1976	15,2	23
<b>Atmosfærisk nedfald</b>	<b>6,00</b>	<b>48</b>	<b>1.600</b>	<b>7,0</b>	<b>46,00</b>		<b>9,0</b>	<b>360</b>
• Udledte mængder fra renseanlæg	8,60	1,7	570	2,1	5,50	460	12,0	70
• Særskilte industriudledninger	0	0,07	4	0,2	0,35	2,3	0,4	0,6
• Spredt bebyggelse	0,03	0,2	30	0,2	1,00	20	0,5	4
• Via vandløb*	14,30	13,2	670	16,8	37,00	59	49,0	145
<b>Tilførsel via punktkilder og vandløb</b>	<b>20,00</b>	<b>14,3</b>	<b>1.050</b>	<b>18,2</b>	<b>40,70</b>	<b>366</b>	<b>57,0</b>	<b>192</b>
<b>Andre tilførsler:</b>		<b>100-150**</b>	<b>600***</b>		<b>18-28****</b>			

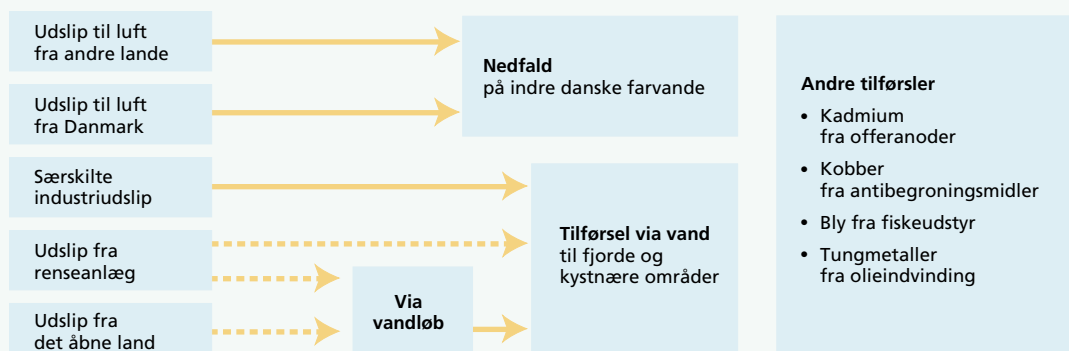
\* Via vandløb er beregnet ud fra fire store vandløb og ganget op til landets areal.

\*\* Bly (1985); det er skønnet, at der årligt tabes 100-150 tons bly med fiskeudstyr (net, vod, lodder).

\*\*\* Kadmium (1996); det er skønnet at de årlige udledninger fra offeranoder er 600 kg.

\*\*\*\*Kobber (1992); tilførsel af kobber fra antibegroningsmidler er vurderet til mellem 18 og 28 tons.

Tabel 3.6.2  
Tilførsel af tungmetaller til de danske farvande i 1999.  
(Kilder: Danmarks Miljøundersøgelser, 2000, Hovmand & Kemp, 2000, Miljøstyrelsen, 2000, Bøgestrand, 2000).



Figur 3.6.17  
Tilførsel af tungmetaller til de danske farvande.

De vigtigste kilder til udslip af tungmetaller til luft er forbrændingen af fossile brændsler og affald. Fra 1990 til 1999, er der sket et markant fald i udslippet af tungmetal. Reduktionen ligger mellem 4% og 94% for henholdsvis kobber og bly (tabel 3.6.3). De mindskede udslip skyldes i vid udstrækning øget rørgrensning på kraft- og fjernvarmeværker, herunder affaldsforbrændingsanlæg. For bly skyldes faldet dog overvejende indførelse af blyfri benzin. Nedgangen i udslip af tungmetaller afspejles tydeligt ved, at nedfaldet af tungmetaller er faldet de seneste ti år. Den største forandring er sket for bly, hvor nedfaldet er mindsket fem gange. Nedfaldet af zink og kobber er omtrent halveret.

I gennem de sidste 15 år er renseanlæg blevet udbygget med fældning af fosfor. Fældningen betyder også, at der tilbageholdes en stor del af de tilførte tungmetaller og miljøfremmede stoffer. I 1999 blev der tilbageholdt mere end halvdelen af de tilførte tungmetaller til renseanlæggene (tabel 3.6.4).

### Tilførsel af miljøfremmede stoffer

Tilføres af miljøfremmede stoffer til de marine områder skyldes bl.a. husholdninger og industriens brug af kemiske stoffer. En del af stofferne i spildevandet tilbageholdes i renseanlæggene men nogle af stofferne føres videre ud i vandmiljøet. Til- og fraførsel er undersøgt for Roskilde Renseanlæg. For tre stoffer: Phthalater og nonylphenoler, som begge har hormonlignende virkninger, og det vaskeaktive stof LAS fjerner renseanlægget fra 85% til over 99% af stofferne. Det meste nedbrydes, og kun mellem 15% og 35% af stofferne i indløbet kan genfindes i slammet fra anlægget (figur 3.6.18).

Nogle af de pesticider vi bruger tilføres også vandmiljøet (jf. afsnit 4.5). Indvinding af olie og gas, herunder brug af produktionskemikalier medfører også, at der udledes miljøfremmede stoffer til havmiljøet (jf. afsnit 1.3.1).

Tabel 3.6.3 (øverst)

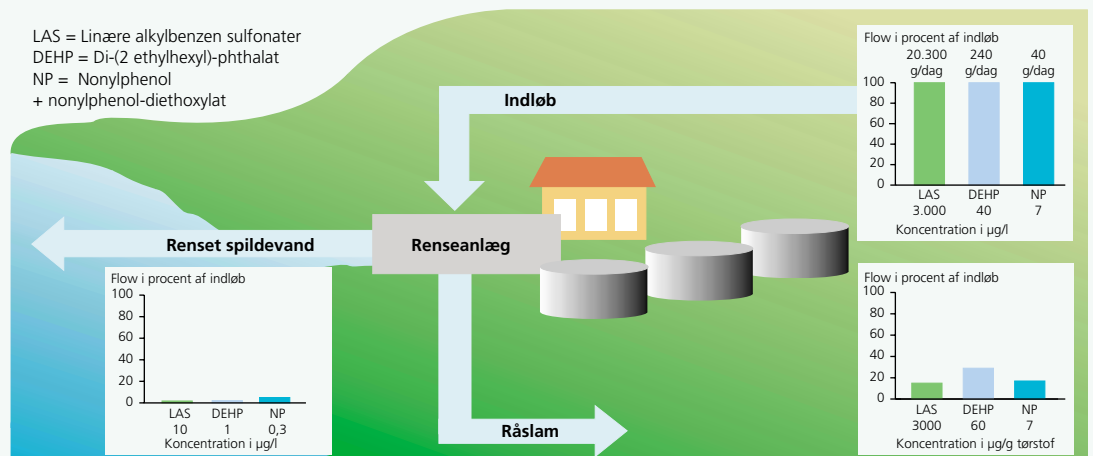
Danske udslip af tungmetaller til luft, 1990 og 1999.  
(Kilde: Danmarks Miljøundersøgelser, 2000).

(1.000 kg)	Arsen	Bly	Kadmium	Krom	Kobber	Kviksølv	Nikkel	Zink	Selen
1990	1,4	127,0	1,1	6,2	10,0	3,2	26,5	34,6	4,2
1999	0,8	7,3	0,7	2,7	9,6	2,0	15,2	22,9	3,5
Procent reduktion	42,0	94,0	37,0	57,0	4,0	38,0	43,0	34,0	17,0

Tabel 3.6.4 (nederst)  
Middelindløbs- og udløbskoncentration af tungmetaller fra 19 udvalgte renseanlæg og beregnet tilbageholdelsesprocent, 1999.  
(Kilde: Miljøstyrelsen, 2000).

Koncentration (µg/l)	Arsen	Bly	Kadmium	Krom	Kobber	Kviksølv	Nikkel	Zink
Indløb	2,3	13,0	0,5	9,0	8,0	0,5	12,0	24,0
Udløb	1,2	2,6	0,2	1,8	7,2	0,2	8,2	105,0
Tilbageholdelsesprocent	48,0	80,0	60,0	80,0	92,0	60,0	32,0	58,0

Figur 3.6.18  
Koncentrationer og flow af udvalgte miljøfarlige stoffer i indløb samt i slam og udløb for renseanlæg i Roskilde (Bjergmarken).  
(Kilde: Fauser et al., 2001).



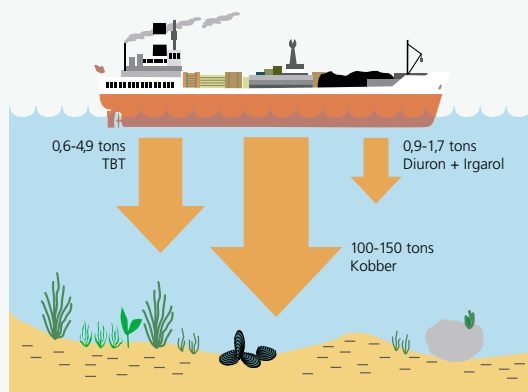
En hvilken som helst genstand i havet vil i løbet af kort tid blive begroet. Begroningen vil begynde uanset om det er en bropille, en bundgarnspæl eller et skib. For en skibsbund er konsekvensen, at bunden bliver mere ujævn og derfor bliver vandmodstanden under sejlsads større. Når begroningen sætter sig på roret kan skibets evne til at manøvrere også blive nedsat. Resultatet for skibet er lavere fart og større brændstofforbrug. Begge dele har både økonomiske og miljømæssige konsekvenser.

Lige siden antikken har man forsøgt at beskytte skibsbunde mod begroning. Moderne bundmalinger indeholder næsten alle kobber i en eller anden form. Derudover er der tilsat yderligere et eller flere giftige antibegroningsmidler. Det mest effektive antibegroningsmiddel er tributyltin (TBT). Når skibet ligger i vandet frigives giftstofferne fra skibsmalingen og ligger som en tynd hinde henover skibsbunden. Helt tæt på skibsbunden vil koncentrationen af giftstoffet være meget høj. Organismer, der forsøger at sætte sig, bliver slået ihjel før de kan sætte sig fast.

I begyndelsen af 1980'erne, efter ca. 20 års brug af TBT, opdagede man imidlertid at TBT havde en række uforudsete bivirkninger. Derfor blev brug af TBT til skibe under 25 meter forbudt i Danmark i 1991. Til større skibe som færger, tankskibe og store fisketrawlere må man stadig bruge TBT i skibsmalingen. FNs skibsfartsorganisation IMO er nu ved at beslutte at TBT ikke må bruges fra 2003 og ikke må forefindes på skibe fra 2008.

Figur 3.6.19:

Anslåede mængder af forskellige giftstoffer, der frigives fra skibsbunde til danske farvande. Et middelstort tankskib på 100 meter kan forurene 100.000.000.000 liter havvand om dagen. (Kilde: Foverskov et al., 1999).



## Tungmetaller i vandmiljøet

Århus amt har målt tungmetaller i sedimentkerner fra bl.a. Århus Bugt og Mariager Fjord og vist at koncentrationerne af tungmetallerne er øget 3-8 gange i forhold til niveauet i 1700-tallet. Fra omkring 1990 er niveauerne for nogle af metallerne begyndt at falde.

Målinger fra NOVA 2003 viser de højeste koncentrationer af kviksølv i Øresund fra Nivå til syd for Amager, i Vadehavet ved Rømmø samt i Randers Fjord (figur 3.6.20). Resultaterne passer godt sammen med, at Øresund igennem det sidste århundrede har været hårdt belastet med kviksølv fra både dansk og svensk kemisk industri. Specielt sedimentet i Københavns Havn indeholder store mængder af kviksølv som især stammer fra den tidligere klorproduktion (Sojakagefabrikken). Det ophobede kviksølv i sedimentet er således skyld i de høje koncentrationer i muslinger. De høje niveauer af kviksølv i Vadehavet kan sikkert forklares med de forholdsvis store kviksølvudledninger via de store floder, der leder ud i Nordsøen, bl.a. Elben og Weser.

Koncentrationen af kviksølv i muslinger fra uforurenede områder i Grønland er overraskende på samme niveau som i Danmark, selv om man må forvente at kviksølvforureningen i Grønland generelt er væsentlig lavere end i Danmark. Forklaringen må ligge i at muslinger vokser meget langsommere i Grønland end i Danmark. De har derfor haft længere tid, og muligvis også større stofomsætning i forhold til tilvækst til at akkumulere kviksølv fra føden.

Figur 3.6.20

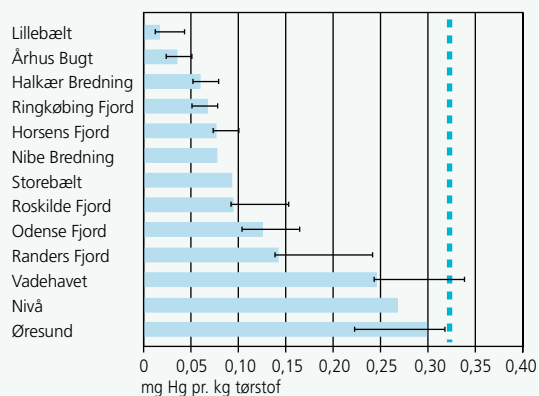
Koncentrationen af kviksølv (Hg) i muslinger.

Den stiplede linie angiver den norske tilstandsklasse I. Tilsvarende for Grønland: Qeqertarsuaq (Godhavn): 0,090;

Nanortalik: 0,12;

Uummaanaq: 0,092 mg Hg/kg tørstof.

(Kilde: Danmarks Miljøundersøgelser, 2000).

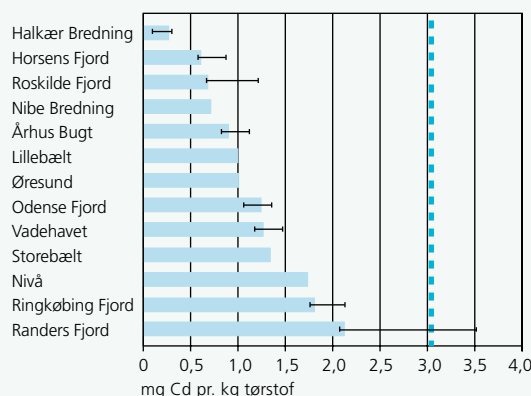


Koncentrationen af kadmium er højest i Randers Fjord og Ringkøbing Fjord (figur 3.6.21). I grønlandske blåmuslinger er kadmium koncentrationerne klart højere end i Danmark, og forklaringen må givetvis være den langsomme vækst i det kolde vand.

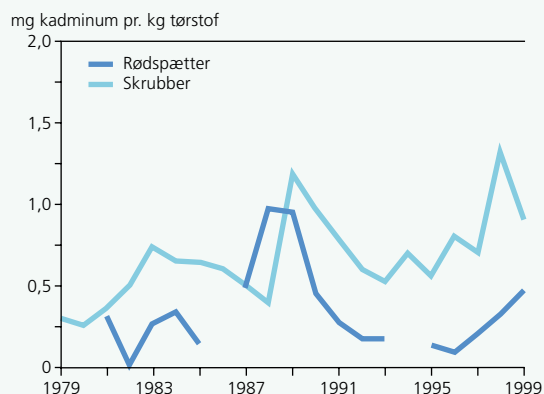
Koncentrationen af bly i muslinger i Danmark er generelt under 1 mg pr. kg tørstof med lidt forhøjede koncentrationer i Øresundsområdet. Selv om der ikke kan forventes en lokal menneskeskabt blyforurening i Grønland er blykoncentrationerne på samme niveau som i Danmark sandsynligvis af samme grund som nævnt for kviksølv og kadmium.

De højeste koncentrationer for kviksølv og kadmium overskrider tilstandsklasse I i den norske klassificering. Hvorimod de målte blykoncentrationerne alle er lavere end grænsen for klasse I.

Kadmiumkoncentrationen i fisk varierer meget fra år til år, men der er en tendens til en generel forøgelse af indholdet af kadmium i fisk fra 1978 til i dag. Dette gælder for fisk både fra Danmarks øst- og vestkyst (figur 3.6.22). En lignende udvikling findes i småsild fra den svenske østkyst. Årsagen til de stigende kadmiumkoncentrationer er uklar.



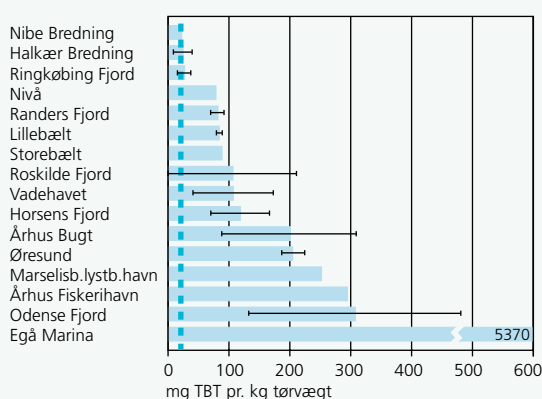
Figur 3.6.21  
Koncentrationen af kadmium (Cd) i muslinger. Den stiplede linie angiver den norske tilstandsklasse I. Tilsvarende for Grønland: Qertarssuaq (Godthåb): 5,04; Nanortalik: 3,75; Uummaannaq: 3,55 Cd/kg tørstof. (Kilde: Danmarks Miljøundersøgelser, 2000).



## Miljøfremmede stoffer i vandmiljøet

Antibegroningsmidlet tributyltin (TBT) og dets nedbrydningsprodukter forekommer i muslinger på alle stationer (figur 3.6.23). De højeste koncentrationer findes i havne og områder med intensiv skibstrafik, som Odense Fjord, Øresund og Århus Bugt. EAC for TBT ligger på 1-10 µg/kg tørvægt. De fleste observerede TBT koncentrationer i muslinger ligger over, og i mange tilfælde langt over EAC værdien og der må forventes miljøeffekter.

I NOVA 2003 indgår overvågning af hormonforstyrrende effekter på forskellige arter af havsnegle. TBT kan forårsage kønsændringer af havsnegle i form af en irreversibel udvikling af synlige hanlige køns karakterer i ellers særkønnede hunsnegle, hvilket kaldes imposex. Undersøgelserne af imposex i dværgkonk viser tydelige gradienter væk fra de større havneområder i Horsens Fjord, Øresund ved København og Århus Bugt (figur 3.6.24). Imposex forekommer i størstedelen af sneglene i området 0 - 4 km fra havneområderne, og oftest i fremskredne stadier. Selv 5 - 17 km væk fra havnene er tilstedeværelsen af imposex forhøjet sammenlignet med forekomsten af imposex i Hevring Bugt, der



Figur 3.6.23  
Koncentrationen af TBT i muslinger.  
Note: Omkring Nuuk (Godthåb) fandtes mellem 1,2 og 7 µg TBT pr. kg tørvægt og afspejler den mindre skibstrafik og den store vandfortyndning. (Kilde: Hansen et al., 2000).

Figur 3.6.22  
Den årlige variation i koncentrationen af kadmium (Cd) i lever hos skrubber fra Øresund og rødspætter fra Hvide Sande. (Kilde: Hansen et al., 2000).



ligger 23 - 25 km fra Randers havn, og hvor mindre end 5% har udviklet imposex. Dette lave niveau må anses som baggrundsniveauet af imposex i dværgkonk i de indre danske farvande.

Siden 1970'erne har det været forbudt at bruge PCB og DDT i Danmark og i det øvrige vestlige Europa. Siden forbudet er koncentrationerne af PCB og DDT faldet. Stofferne findes dog stadig i muslinger fra samtlige målestationer i NOVA 2003. For alle målestationer er PCB koncentrationen over den nedre grænse for EAC på 1 µg/kg vådvægt men ikke over den norske tilstandsklasse I på 10 µg/kg vådvægt. Det skal bemærkes, at PCB-værdierne i NOVA 2003 er bestemt ud fra ti PCB'ere, og disse værdier er derfor ikke fuldstændig sammenlignelige med værdierne for EAC, idet der her kun indgår syv PCB'ere.

Der findes dog tegn på, at der stadigvæk sker en diffus tilførsel, via langvejs transport med atmosfæren fra andre lande, som stadig bruger PCB fx Rusland. I fisk fra Østersøen og Kattegat er forholdet mellem "nye" og "gamle" PCB koncentrationer blevet beregnet siden slutningen af 1980'erne. Forholdet har været faldende, men de sidste 3-4 år er forholdet mellem de

to forblevet uændret eller øget, hvilket tyder på, at der sker en tilførsel af nyt PCB.

Polyaromatiske hydrokarboner (PAH'ere) forekommer også ved alle målestationer og er i de fleste tilfælde højere end den norske tilstandsklasse I. Det skal dog bemærkes, at det i NOVA 2003 er målt for flere PAH'ere end standarden kræver. Højmolekylære PAH'ere, fx anthracene, er klassificeret som carcinogene, mens lavmolekylære PAH'ere, fx benzoapyrene, er akut giftige for marine dyr. I flere områder overskrides også den nedre EAC grænse for anthracen og i den ydre del af Roskilde Fjord overskrides også den øvre grænse på 10 µg/kg vådvægt. Benzoapyren koncentrationen er højere end de norske grænseværdier på alle stationer.

PAH'ere er mistænkt for at påvirke fisk negativt. Undersøgelser fra Sverige viser bl.a., at afgiftingsenzymet i fisk er øget de sidste ti år. Dette tyder på at påvirkningen fra miljøfremmede stoffer er øget. Dette til trods for, at de fleste kendte stoffer (PCB'ere, DDT'ere) er faldet i koncentrationen over denne periode. PAH'ere er trukket frem som en mulig årsag.

Figur 3.6.24

Sammenhæng mellem imposex i dværgkonk (*Hinia reticulata*) og afstanden til nærmeste større havn i forskellige kystnære områder.

Note: Forekomsten af imposex er angivet som den procentvise andel af hunner med imposex, samt graden af udviklingen af imposex som VDSI indeks.

Fuldt udviklet imposex har en VDSI værdi på 4.

(Kilde: Hansen et al., 2000).

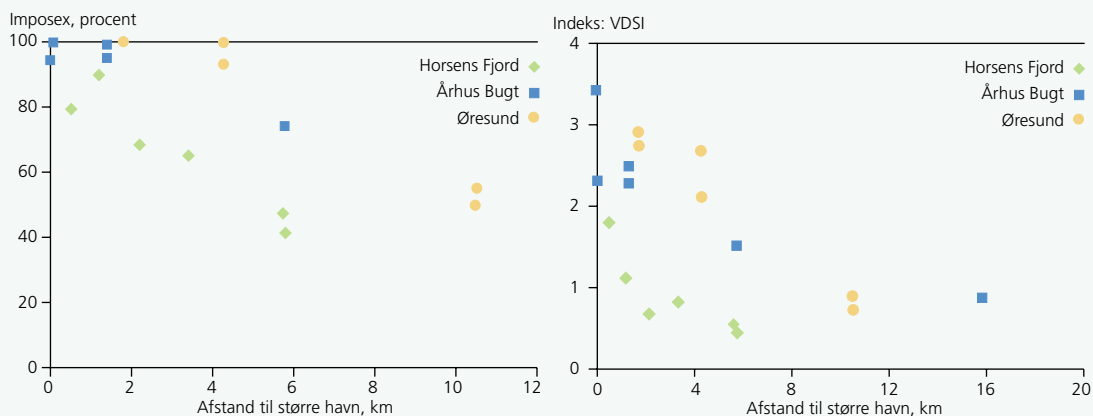


Foto: DMU/Jan Damgaard

### **Tungmetaller og miljøfremmede stoffer ved Grønland**

Stort set alle de målte miljøfremmede stoffer er også fundet i det grønlandske miljø. Af størst interesse er kviksølv og de klorerede kulbrinter bl.a. PCB og DDT. Forurenende stoffer i det marine miljø omkring Grønland stammer fra kilder i og udenfor Grønland. Stofferne transporteres til Grønland via atmosfæren og via havstrømme, og fra kilder i Grønland. Transportvejenes indbyrdes betydning er ikke fuldt forstået, men der er ingen tvivl om, at menneskeskabt forurening hovedsageligt stammer fra kilder udenfor Grønland. Kilder i Grønland har kun betydning lokalt, især hvor minedrift har fundet sted. Uregulerede lossepladser i byerne og bygderne samt affaldsforbrænding har forårsaget lokal marin forurening. Effekterne af dette er dog aldrig blevet studeret systematisk, da de forventes at være meget lokale og af relativ minimal betydning, da der ikke findes større industrier i Grønland.

Den mest betydningsfulde forureningskilde i Grønland er metalminerne i Mestersvig, Ivittuut og Maarmorilik. Forurening af havet med bly og zink er og har været det værste miljøproblem ved disse miner. Fjordområder har været blyforurenede i op til 40 km fra minerne, og forureningen har fortsat, også efter lukningen af minerne, dog med en stadigt faldende niveau. Kilderne til forureningen er udledt mineaffald, efter-

ladt gråbjerg med restindhold af bly og zink, spild af metalkoncentrat samt støvsprede, finknuste mineralpartikler.

Fra naturens side er kviksølvindholdet højt i mange af de marine kostprodukter (fisk, sæler mv.). Undersøgelser af bl.a. marine sedimenter viser, at omkring halvdelen af det kviksølv, der i dag findes i miljøet er af naturlig oprindelse. Den anden halvdel synes at være et resultat af menneskelige aktiviteter uden for Grønland og stammer især fra atmosfærisk nedfald. Nedfaldet skyldes eksempelvis Europas brug af kviksølvholdige produkter, produktionsprocesser og afbrænding af kul og affald. Udslippet til luft er generelt faldende, men der tilføres stadig en del til de arktiske områder.

Kadmium koncentrationerne i visse havfugle og havpattedyr i Grønland er så høje, at nyreskader må forventes i disse dyr. Men sådanne effekter er endnu ikke blevet dokumenteret. Effekten af kviksølv i grønlandske dyr er vanskelig at vurdere, da alle dyr med et højt indhold af kviksølv også har et højt indhold af selen som formodes at afgifte kviksølv.

Niveauet af bly og kviksølv i hår og bly i knogler er højere i nutidens grønlændere end i de 500 år gamle mumier fundet nær Uummannaq. Koncentrationen af kviksølv, især metylkviksølv og visse klorerede forbindelser er i den traditionelle grønlandske kost så højt at påvirkning af sundheden ikke kan udelukkes.

Olieeftersforskningen i de Vestgrønlandske havområder har i de seneste årtier mest omfattet seismiske undersøgelser, og kun en enkelt prøveboring er hidtil gennemført. De udledte mængder af miljøfremmede stoffer er sammenlignet med den danske del af Nordsøen meget små pga. aktivitetens begrænsede omfang.

Niveauet af persistente (langsomt nedbrydelige) organiske forureninger (POP) i fødekæderne i Grønland kan ikke forklares ud fra lokale kilder. Den hurtigste, mest betydningsfulde og mest direkte transportvej er atmosfærisk nedfald. Dog synes PCB i høj grad at blive transporteret af havstrømme fra Europa til Grønland. Men også transport via de store russiske floder, havis og atmosfæren synes at bidrage til tilførslen af PCB til Grønland. Det er karakteristisk, at koncentrationen af disse stoffer er højere i Øst-end i Vestgrønland, når der måles i fx sæler.

Isbjørne er øverst i fødekæden i Arktis, og de modtager derfor forholdsvis store mængder af de fedtopløselige, miljøfremmede stoffer (POP'ere) gennem føden, der især består af sælspek. Siden 1990 er der på Svalbard fundet ti tilfælde af hunisbjørne med forandringer i de ydre kønsorganer såkaldte: pseudohermafroditter, hvor klitoris er forstørret. Isbjørne på Svalbard og i Østgrønland har de højeste POP-niveauer blandt verdens isbjørne, og høje POP-niveauer mistænkes for at have fremkaldt disse forandringer.

I 1999 indledtes en undersøgelse af POP'ernes mulige påvirkning på ydre og indre organer hos isbjørnene i Østgrønland. Studierne, der foregår i samarbejde med fangere fra Ittoqqortoormiit, Scoresbysund og Ammassalik kommuner, har tre hovedelementer:

- At indsamle oplysninger fra de østgrønlandske isbjørnejægere om forekomsten af isbjørne, her især forekomsten af forandringer (synlige afvigelser fra det normale; fx sygdomme) og om fangsten af isbjørne.
- At undersøge knogler (kranier og penisben) samt organ- og vævsprøver fra 100 isbjørne nedlagt af fangere i Ittoqqortoormiit kommune i årene 1999-2001.
- At sammenligne forekomsten af forandringer i et historisk og i det nyindsamlede materiale af kranier og penisben fra Østgrønland.



Foto: Christian Sonne

Bjørnefangst i Østgrønland. På billedet ses fire fangere fra Scoresbysund på bjørnefangst i marts 2000. Den næsten fire uger lange fangsttur gav to isbjørne, fra hvilke der begge blev udtaget prøver til isbjørneundersøgelser.



Foto: Christian Sonne

Isbjørnekranie. Isbjørnekranier er interessante at undersøge, idet flere studier viser at pattedyr under stress (fx som følge af POP'ere i miljøet) kan udvikle knogleskørhed, som kan afsløres ved røntgenskanning af kraniet.

(Kilde: Hvidovre Hospital, 2001).



Foto: Christian Sonne

## Sammenfatning og fremtidige tiltag

Havet er i mange tilfælde den endelige modtager af miljøfremmede stoffer og tungmetaller, uanset hvor kilderne er placerede. Det er foruroligende, at mange af de miljøfremmede stoffer observeres ved Grønland på trods af, at kilderne er langt væk. Langvejstransport af svært nedbrydelige stoffer kan også være en af årsagerne til at stoffer som PCB og DDT der har været forbudt i de fleste vestlige lande i de sidste 25 år stadigvæk er til stede i miljøet.

Udledning fra punktkilder som renseanlæg og industrier er i dag i stor udstrækning regulerede. Sammen med renere teknologi i industriernes produktionsprocesser og begrænsning af brug af de mest skadelige stoffer, er tilførslerne af mange af stoffer faldende. Det er straks vanskeligere at regulere og begrænse tilførslerne fra de diffuse udslip, fx afbrænding af kul og affald, samt ferskvandsafstrømning. Da det ofte er de diffuse udslip, som dominerer tilførslen, må der derfor ydes en stor indsats for at få kontrol over disse kilder. En umiddelbar vej er at begrænse kemikalieforbruget og dermed begrænse tilførslen til miljøet.

En anden type kilde, der bør kontrolleres, er de områder, som er meget forurenede pga. tidligere tiders udledninger, fx havne og gamle industriområder. Fra disse områder tilføres det øvrige miljø stoffer dels gennem diffus spredning dels ved klappning af havnesediment.

I det danske havmiljø er koncentrationerne af mange miljøfremmede stoffer og tungmetaller højere end, hvad der kan karakteriseres som god miljøtilstand. I visse tilfælde er koncentrationerne så høje, at der må forventes effekter på plante- og dyrelivet. Specielt fjorde og kystområder med udledning fra store byer og områder med industriel aktivitet og skibsaktivitet er kraftigt påvirkede.

De fleste stoffer som indgår i overvågningsprogrammerne er dem vi allerede har erkendt som trusler mod havmiljøet. I gennem overvågningen øges vores kendskab til deres niveauer i danske farvand, og vi bliver bedre til at vurdere deres miljøeffekter, og dermed hvilke stoffer det er vigtigt at regulere i fremtiden.

Eksempler på nye stoffer, hvor vores viden ikke er særlig god er:

- Bromerede flammehæmmer, som er fundet i havmiljøet såvel som i brystmælk.
- Anti-bakterielle stoffer som triclosan, der bruges i rengøringsmidler og tandpasta, er fundet i fisk udenfor renseanlæg i Sverige.
- Der er påvist effekter af hormonforstyrrende stoffer i ferskvand (jf. afsnit 3.4).
- PFOS (perflouroktanylsulfonsyre) imprægneringsmiddel. PFOS viser reproduktionsskader hos anden generation af rotter udsat for stoffet. Desuden tyder alt på, at PFOS også er meget langsomt nedbrydeligt i miljøet (persistent) og har en tendens til at akkumuleres i menneske- og dyrevæv. Samtidig har man fundet stoffet i en lang række blodprøver hos mennesker og hos fiskeædende fugle – også i prøver fra nogle, der aldrig har været i berøring med stoffet. Den amerikanske eneproducent af stoffet, virksomheden 3M, er begyndt en afvikling af stoffet på verdensplan og Miljøstyrelsen har igangsatte en nærmere undersøgelse af PFOS i danske produkter og marine sedimenter.

I Grønland er der en øget aktivitet i olieeftersforskning, der åbner mulighed for olieudvinding, selv om de seneste borer har givet negative resultater. Oliespild er vanskeligt at håndtere i isfyldte farvande og rummer risiko især for havfugle populationer og kystnære ressourcer som ammassat (torskefisk) og stenbider. De store mængder radioaktivt affald som opbevares i det nordlige Rusland udgør en trussel for hele Arktis, og især Grønland på grund af den Østgrønlandske strøm, der løber mod syd langs Grønlands østkyst.

I følge EUs Vandrammedirektivet skal miljøtilstanden kunne udtrykkes i form af kvalitetsklasser med tilhørende kvalitetkriterier. OSPARs assessment criteria (EACs) kan evt. være grundlag for disse kriterier. EAC'ere findes dog kun for få stoffer. Det generelle problem ved at bestemme tilstandsklasser er, at der mangler viden om næsten alle stoffer. Det vil i fremtiden være et øget behov for at integrere information om tilførsel, koncentrationer og effekter af miljøfremmede stoffer i overvågningsprogrammet.



### 3.7 Målsætninger og udvalgte tiltag på vandområdet

Det overordnede mål er at sikre at vandet i Danmark er rent. Kvaliteten og beskyttelsen af vandmiljøet - både nationalt og internationalt - er prioriteret højt. På EU-niveau er der fastlagt en ramme for fællesskabets vandpolitiske foranstaltninger i Vandrammedirektivet som skal implementeres i dansk lovgivning. Det overordnede mål i Direktivet er at beskytte vandløb og søer, overgangsvande (flodmundinger mv.), kystvande og grundvand ved at:

- Forebygge yderligere forringelse, beskytte og forbedre vandøkosystemernes tilstand, herunder også tilstanden for terrestriske økosystemer, der er afhængige af vandøkosystemerne
- Fremme bæredygtig vand anvendelse baseret på langsigtet beskyttelse af tilgængelige vandressourcer
- Stræbe efter forøget beskyttelse og forbedring af vandmiljøet gennem bl.a. specifikke foranstaltninger til reduktion af udledninger af prioriterede stoffer og ophør eller udfasning af prioriterede farlige stoffer

- Nedsætte forurening af grundvand
- Bidrage til at afbøde virkningerne af oversvømmelser og tørke

Der er opstillet en række konkrete miljømål i vandrammedirektivet. Et af de helt centrale er, at medlemslandene skal forebygge forringelse af overfladevandet og grundvandet tilstand. Det overfladevand og grundvand, der allerede er skadet, skal restaureres, så det senest om 15 år har en god tilstand. Med "God tilstand" menes at både den økologiske tilstand og den kemiske tilstand kan karakteriseres som "god", hvilket bl.a. indebærer, at der skal være gode livsbetingelser for dyr og planter. "God tilstand" betyder for grundvand, at vandindvindingen på længere sigt ikke overstiger grundvandsdannelsen, og at grundvandet har en god kvalitet.

I Danmark skal der således arbejdes for:

- At de danske vandløb, søer og havområder er rene og af en tilfredsstillende miljømæssig og hygiejnisk kvalitet
- At udnyttelsen af vandområderne og de tilknyttede ressourcer sker på et bæredygtigt grundlag

- At fastholde en uforurenet grundvandsressource og sikre balance mellem grundvandsdannelse og vandindvinding

Disse målsætninger indebærer, at kun ubetydelige eller svage ændringer i vandmiljøets tilstand pga. menneskelig aktivitet kan accepteres.

Arbejdet med at sikre et renere vandmiljø er i stort omfang baseret på tematiske eller sektorspecifikke handlingsplaner og strategier bl.a. Vandmiljøplanerne (jf. afsnit 3.8), Ti-punktsprogram for grundvandsbeskyttelse, Pesticidhandlingsplan (jf. afsnit 4.5), Handlingsplan til reduktion af ammoniakfordampning fra landbruget (jf. afsnit 2.4). Sektor- og temahandlingsplanerne er centrale i udviklingen af politikker og strategier for beskyttelse af vandmiljøet. Det er her de miljømæssige mål konkretiseres, og der indgås politiske aftaler om den fremtidige miljøindsats.

De opstillede miljømæssige mål og effektiviteten af de besluttede tiltag vurderes løbende. Vurderingerne baseres på amternes tilsyn og resultaterne af NOVA-2003 (det Nationale program for Overvågning af Vandmiljøet 1998-2003) samt andre tilsyns- og overvågningsaktiviteter.



Foto: SNS/Bent Lauge Madsen

### 3.8 Tema – Midtvejsvaluering af VMP II

Den 17. februar 1998 vedtog Folketinget Vandmiljøplan II (VMP II). Dette er den seneste af en række handlingsplaner til beskyttelse af det danske vandmiljø mod forurening med næringsstoffer. Målsætningen i VMP II er ligesom i de tidligere handlingsplaner at nedsætte udvaskningen af kvælstof fra landbruget med 100.000 tons. VMP II indeholder en bred vifte af virkemidler, som skal være sat i værk inden udgangen af 2003.

I den politiske aftale om VMP II blev det aftalt, at der ved udløbet af gødningsåret 1998/99 skulle foretages en vurdering af, hvorvidt der samlet kan forventes en reduktion i kvælstofudvaskningen på under eller over 100.000 tons ved udgangen af 2003. I vurderingen skulle indgå bl.a. udviklingen i handelsgødningsforbruget som indikator samt virkningerne af EUs landbrugspolitik (også kaldet Agenda 2000). Formålet med midtvejsevalueringen har været at give politikerne et fagligt grundlag for at vurdere om der er behov for justering af virkemidlerne.

Forligspartierne gennemgik i de første måneder af 2001 midtvejsevalueringen, og den 26. april 2001 blev der opnået enighed om at justere virkemidlerne i den gældende plan, således at målsætningen med størst mulig sikkerhed vil kunne opfyldes i 2003.

#### 3.8.1 Historien frem mod VMP II

I perioden fra 1960 til 1985 var der en stærk vækst i landbrugsproduktionen, med en stigende import af handelsgødning og foderstoffer. Det førte til stigende forurening af vandmiljøet med næringsstoffer, og i begyndelsen af 1980'erne indtrådte omfattende iltsvind i de åbne farvande. Efter gentagne hændelser var der politisk enighed om at sætte ind overfor landbruget med NPO handlingsplanen i 1985. Planen indførte forbud mod direkte udledninger af møddingssaft, ensilagesaft mv. fra gårdene, forbud mod udbringning af husdyrgødning i det tidlige efterår

og på frossen jord samt stillede krav om harmoni mellem antallet af dyr og jordtilliggende.

Efter fund af døde hummere i efteråret 1986 i Kattegat ud for Gilleleje, blev presset på politikerne større, og det førte til Vandmiljøplan I (VMP I) i 1987. Målsætningen var, at udledningen af kvælstof fra landbrug, industri og renseanlæg skulle reduceres med 50% inden for en tre års periode. Landbrugets reduktionskrav var 49% (tabel 3.8.1). Virkemidlerne overfor landbruget var:

- Krav til opbevaringskapacitet af husdyrgødning
- Krav om at en vis del af det dyrkede areal skulle være plantedækket om efteråret (grønne marker)
- Obligatoriske sædskifte- og gødningsplaner

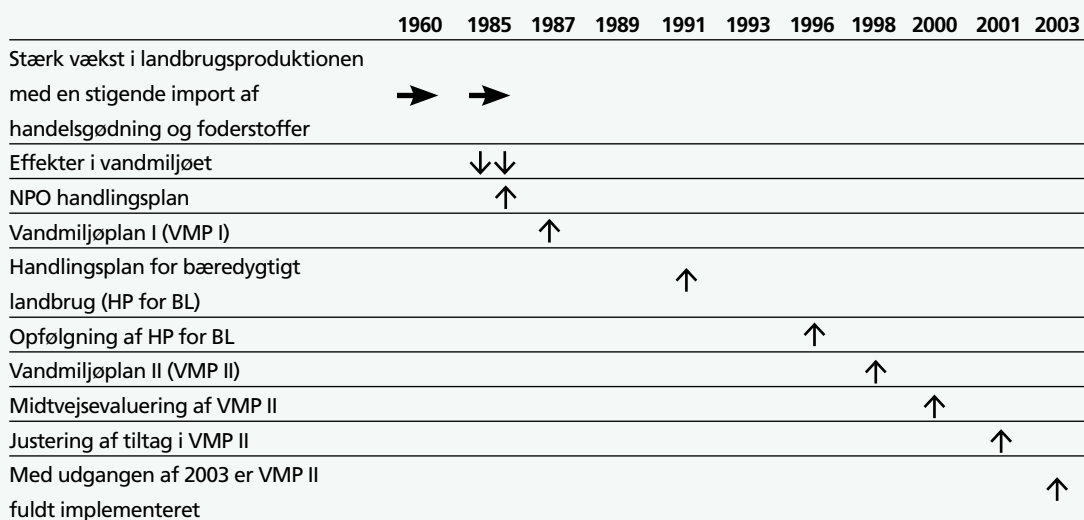
NPO og VMP I handlingsplanerne var i væsentlig omfang baseret på, at landbruget frivilligt og gennem godt landmandskab skulle nedbringe forureningsproblemerne. Selvom landbruget allerede i slutningen af 1980'erne stort set levede op til VMP I kravene, førte det først i 1990'erne ikke til væsentlig ændret gødskningspraksis hen imod en bedre udnyttelse af husdyrgødningen, og et deraf følgende nedsat handelsgødningsforbrug.

Som følge af de manglende resultater vedtog Folketinget Handlingsplanen for Bæredygtigt Landbrug i 1991. Fristen for opfyldelse af målsætningen om reduktion i kvælstofudvaskningen på 100.000 tons blev forlænget til år 2000, og der blev stillet krav om:

- At hovedparten af den flydende husdyrgødning skulle udbringes om foråret,
- Tvungen udarbejdelse af sædskifte- og gødningsplaner samt gødningsregnskaber baseret på fastlagte kvælstofnormer til de forskellige afgrøder og
- Minimumskrav til udnyttelsen af husdyrgødningens kvælstofindhold.

Ved en opfølgning i 1996 besluttede Folketinget en yderligere opstramning af gødningsreglerne.

Fra 1995 er det i de årlige landovervågningsrapporter konkluderet, at målsætningen for landbrugets reduktion i kvælstofudvaskning ikke kan nås med de aftalte virkemidler. Da der i sensommeren 1997 var kraftige iltsvind i Mariager Fjord, og EU kommissionen i forbindelse med nitratdirektivets gennemførelse stillede sig kritisk overfor Danmarks manglende opfyldelse af den nationale målsætning, blev handlingsplanerne på ny taget op. På opfordring af Folketinget blev der lavet en faglig vurdering af de hidtil iværksatte og yderligere aftalte styringsinstrumenters effektivitet. På baggrund heraf vedtog Folketinget Vandmiljøplan II i februar 1998 (VMP II). Planen fokuserer alene på kvælstofudvaskningen fra markerne. Målsætningen fra tidligere handlingsplaner er fastholdt, og initiativer til opfyldelse heraf skal være iværksat senest 2003. Målsætningen søges nu nået gennem en bred vifte af virkemidler omfattende forskellige arealtiltag, bedre foderudnyttelse samt yderligere reguleringer i gødningsanvendelsen.



Figur 3.8.1

Tidsrækkefølge for de forskellige handlingsplaner.

### 3.8.2 Vandmiljøplanernes målsætning

VMP I i 1987 tog udgangspunkt i NPO redegørelsens opgørelse af de enkelte kilder til næringsstofudledning. I denne plan er landbrugets samlede udledning af kvælstof til vandmiljøet opgjort til 260.000 tons pr. år (tabel 3.8.1), bestående af dels et gårdbidrag (direkte udledninger fra gårdene) og dels et markbidrag (udvaskning fra rodzonen). Kravet til landbruget var en reduktion i udledningen på 127.000 tons. Dette udgangspunkt er fastholdt i senere handlingsplaner.

I henhold til Opfølgning på Handlingsplanen for Bæredygtigt Landbrug udgjorde gårdbidraget midt i 1980'erne 30.000 tons og markbidraget 230.000 tons. Kravet til reduktion i markbidraget var 100.000 tons, mens den øvrige reduktion skulle opnås ved stop for direkte udledninger (gårdbidraget) i henhold til NPO Handlingsplanen og VMP I.

Nye beregninger i 1990'erne tyder på at det samlede tab fra landbruget midt i 1980'erne har været undervurderet. I et arbejde vedrørende kvælstofoverskud og tabsposter i dansk landbrug anslås det samlede tab af kvælstof at være af størrelsesordenen 300.000 tons pr. år.

Beregningen af det reviderede tab bygger på andre forudsætninger og kan ikke umiddelbart anvendes i forbindelse med evaluering af VMP II. Hvis det reviderede tab skal lægges til grund for reguleringen af landbrugets tab til vandmiljøet, vil der være behov for en revurdering af målsætningen og en genberegning af effekten af de iværksatte tiltag. Midtvejsevalueringen tager derfor alene udgangspunkt i de oprindelige forudsætninger.

### 3.8.3 Evaluering af effekterne op til VMP II

Effekterne af VMP II tiltagene er afhængig af iværksættelse af tiltag som følge af de forudgående handlingsplaner. Det er derfor nødvendigt at tage udgangspunkt i udviklingen i landbruget under VMP I og Handlingsplanen for Bæredygtigt Landbrug.

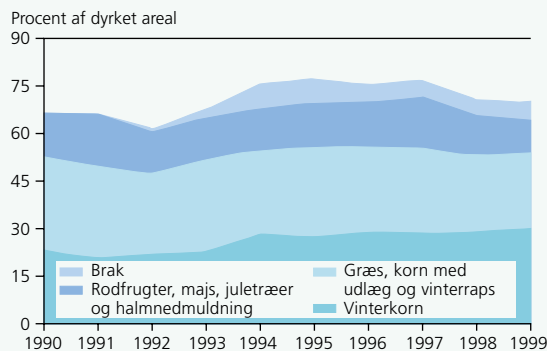
#### Grønne marker

Ved VMP I var et af virkemidlerne, at 65% af det dyrkede areal skulle være plantedækket om efteråret. Formålet hermed er, at plantedækket skal optage den kvælstof, der er tilbage i jorden efter årets høst, og således fastholde kvælstoffet til næste års afgrøde.

Tabel 3.8.1  
VMP I,  
reduktionskrav til  
landbrugets  
kvælstof (N)  
udledning.

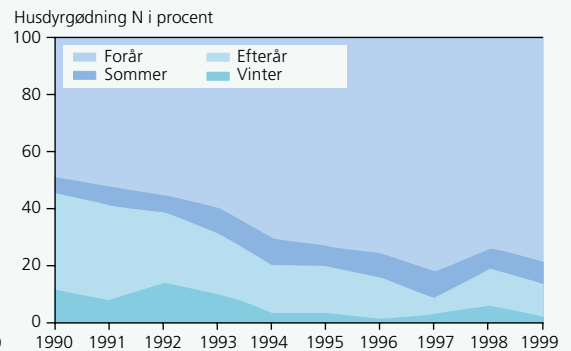
	Udledning ifølge	Reduktion		Udledning efter
	NPO-redegørelsen	tons kvælstof	tons kvælstof	planens gennemførelse
	tons kvælstof	tons kvælstof	Procent	tons kvælstof
<b>Landbrug</b>	260.000	127.000	49	133.000
<b>Kommunale renseanlæg</b>	25.000 *	15.000	60	10.000
<b>Særskilte industriudledninger</b>	5.000	3.000	60	2.000
<b>I alt</b>	<b>290.000</b>	<b>145.000</b>	<b>50</b>	<b>145.000</b>

\* Udledninger af kvælstof fra renseanlæg var overvurderet i 1984 (bedste estimat 20.000).



Figur 3.8.2  
Udvikling i andel af det dyrkede areal dækket med grønne marker, 1990-1999.

(Kilde: Grant et al., 2000b).



Figur 3.8.3  
Udvikling i procent kvælstof i husdyrgødningen udbragt forår (marts-maj), sommer (juni-august), efterår (september-november) og vinter (december-februar), 1990-1999.

(Kilde: Grant et al., 2000b).



Kravet om 65% grønne marker har været opfyldt i hele perioden fra 1990 til 1999. De grønne marker har bestået af ca. 36% græs, korn m. udlæg og vinter-raps; ca. 40% vinterkorn; ca. 16% roer, majs, halm-nedmuldning og juletræer; og op til 8% brak (*figur 3.8.2*).

Kun arealer med græs, korn med udlæg og vinter-raps dvs. godt en tredjedel af de vintergrønne marker har en betydelig kvælstofopsamlende effekt i efterårs- og vintermånederne. Nyere undersøgelser har vist, at vinterhvede har begrænset værdi som kvælstofopsamler om efteråret. Derfor har den reelle værdi af tiltaget været mindre end oprindelig forventet.

### Husdyrgødningens anvendelse

Både VMP I og Handlingsplanen for Bæredygtig Landbrug havde virkemidler som skulle sikre en bedre udnyttelse af næringsstofferne i husdyrgødningen.

- I VMP I blev der stillet krav om minimum ni måneders opbevaringskapacitet til den flydende husdyrgødning. Dette blev revideret i Handlingsplanen for Bæredygtig Landbrug til, at der skal være tilstrækkelig opbevaringskapacitet til, at reglerne for udbringningstider kan overholdes. Dette svarer normalt til en opbevaringskapacitet på ni måneder for svinebrug og syv måneder for kvægbrug med dyr ude om sommeren. Der skal altid være minimum seks måneders opbevaringskapacitet.
- I Handlingsplanen for Bæredygtig Landbrug er der stillet forbud mod at sprede husdyrgødning fra høst og indtil 1. februar.
- Endvidere er der i Handlingsplanen for Bæredygtig Landbrug stillet krav om en minimumsudnyttelse af N-indholdet i husdyrgødningen.

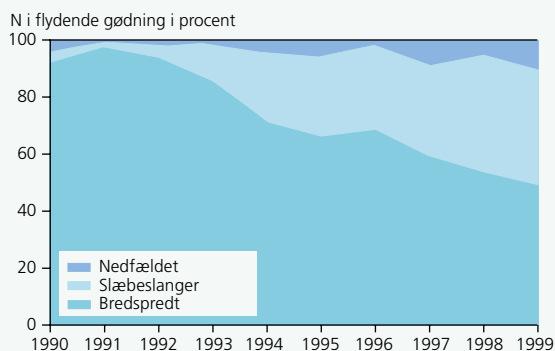
Op gennem 1990'erne er der sket en betydelig udbygning af gylleanlæggene. Herved er kapaciteten til opbevaring af husdyrgødningen øget. I begyndelsen af 1990'erne kunne omkring 40% af gødningen opbevares i mindst ni måneder, mens denne andel er steget til ca. 85% i 1999.

Den forbedrede opbevaringskapacitet har betydet, at udbringningstidspunktet for husdyrgødningen er ændret markant i samme periode. Forårs- og sommerudbringning af husdyrgødning er steget fra 55% af gødningen i 1990 til 86% i 1999 (*figur 3.8.3*). Ved udbringning af gødningen om foråret og sommeren i stedet for om efteråret sker det på et tidspunkt, hvor afgrøderne kan optage næringsstofferne i gødningen. Herved mindskes risikoen for udvaskning, og næringsstofferne i husdyrgødning kan erstatte handelsgødning. Derved kan forbruget af handelsgødning ned-sættes.

I starten af 1990'erne skete omtrent al udbringning af husdyrgødning ved bredspredning. I 1999 blev 49% af gødningen bredspredt, mens 51% blev bragt ud med slæbeslanger eller nedfældet (*figur 3.8.4*).

Ammoniakfordampningen i forbindelse med udbringning mindskes betydeligt ved udlægning med slæbeslanger og yderligere ved nedfældning. Når ammoniakfordampningen mindskes, kan kvælstoffet i stedet for optages af planterne. Herved bliver det muligt at reducere handelsgødningsforbruget.

Ovennævnte tiltag har alle medvirket til at husdyrgødningen er blevet udnyttet mere optimalt. Således er mængden af kvælstof i husdyrgødningen som kan optages af afgrøderne (den effektive andel), øget fra ca. 34% i 1990 til 46% i 1998 og 45% i 1999.



Figur 3.8.4

Udvikling i udbringningsmetoder for flydende husdyrgødning, 1990-1999.

(Kilde: Grant et al., 2000a).

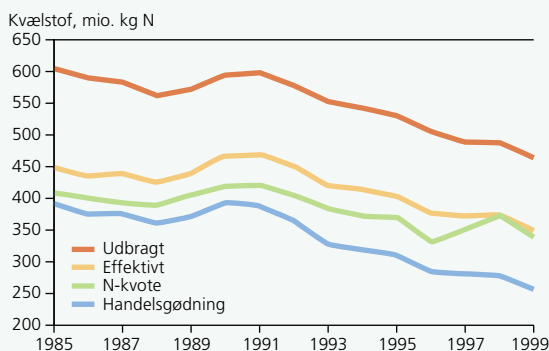


Foto: SNS/Bent Lauge Madsen

## Lovpligtige gødningsnormer

Ved Handlingsplanen for Bæredygtig Landbrug var et af kravene, at der skulle udarbejdes sædskifte- og gødningsplaner samt gødningsregnskaber baseret på fastlagte kvælstofnormer til de enkelte afgrøder. Normerne fastsættes årligt af Plantedirektoratet og afspejler afgrødernes kvælstofbehov set ud fra en økonomisk synsvinkel. På baggrund af afgrødernes normer beregnes maksimale gødningskvoter for de enkelte bedrifter. Bedrifterne skal hvert år overfor Plantedirektoratet gennem gødningsregnskaber gøre rede for deres kvotefastsættelse, gødningsforbrug samt udnyttelse af husdyrgødningen. Regulering og kontrol sker alene på bedriftsniveau. Gødningsnormer skal sikre, at der ikke sker et overforbrug af gødning i forhold til afgrødernes behov, og at der sker en hensigtsmæssig udnyttelse af husdyrgødningen.

Differencen mellem effektiv tildelt kvælstof (handelsgødning plus den del af husdyrgødning, som planterne kan udnytte) og kvælstofkvote udgør et overforbrug. Overforbruget er mindsket igennem 1990'erne, og i 1998 og 1999 var der ikke noget overforbrug (figur 3.8.5).



Figur 3.8.5

Udvikling i forbrug af handelsgødningskvælstof, total udbragt kvælstof, plantetilgængeligt (effektivt) kvælstof og kvælstofkvoten på landsplan, 1990-1999.

Note: Kvælstofkvoten er beregnet ud fra hvilke afgrøder, der dyrkes, og afgrødernes kvælstofbehov ud fra økonomisk synsvinkel.

(Kilde: Grant et al., 2000a).

Tiltagene under de første handlingsplaner har alle medvirket til at handelsgødningsforbruget er faldet. Nedgangen i det dyrkede areal på 4,1%, ændringer i arealanvendelsen i øvrigt og forbedret fodringspraksis har også bidraget til nedgang i handelsgødningsforbruget. Samlet set er forbruget faldet fra knapt 400.000 tons N pr. år sidst i 1980'erne til 257.000 tons N i 1999, et fald på 34% (figur 3.8.5).

Ved midtvejsevalueringen er det beregnet, at kvælstofudvaskningen i samme periode herved er nedsat med 66.000 tons N, fordelt med ca. 12.000 tons N som følge af ændringer i det dyrkede areals anvendelse, ca. 4.000 tons N som følge af forbedret fodringspraksis og ca. 50.000 tons N som følge af ændringer i gødningshåndtering, herunder effekten af tiltag i de første handlingsplaner.

Den beregnede nedgang i kvælstofudvaskningen er 3.000 tons større end oprindeligt forventet ved vedtagelse af VMP II. Dette skyldes at der i 1997 og 1998 var areal udlagt som brak, mens dette var forventet inddraget i landbrugsproduktionen ved vedtagelsen af VMP II.

Tiltag	Reduktion i kvælstofudvaskning tons N pr. år
Nedgang i dyrket areal	8.000
Braklagte arealer	3.800
Økologisk jordbrug	500
Ændring i fodringspraksis	4.000
Ændring i landbrugspraksis i øvrigt	49.700
Ændringer i landbruget i alt	66.000

Tabel 3.8.2

Reduktion i kvælstofudvaskning ved forskellige tiltag i perioden med VMP I og Handlingsplanen for Bæredygtig Landbrug, 1989/90-1997/98.

(Kilde: Grant et al., 2000a).

### 3.8.4 Evaluering af effekterne under VMP II

I det følgende afsnit præsenteres en vurdering af, hvordan tiltagene i VMP II har virket frem til 1999 og en fremskrivning af effekten til 2003. Tiltagene i VMP II kan inddeles i tre grupper:

- Arealrelaterede tiltag
- Forbedret foderudnyttelse
- Gødningsrelaterede tiltag

De to førstnævnte grupper bygger på en forventning til udviklingen, mens gødningstiltagene udgør egentlige krav til landbruget.

#### Arealrelaterede tiltag

Ved VMP II aftalen skulle reetablering af vådområder, skovrejsning, mere miljøvenlig landbrugsdrift og omlægning til økologisk jordbrug medvirke til nedbringelse af N-udvaskningen. Ved VMP II aftalens vedtagelse blev der vurderet, hvor store arealer, der var forventet indtil år 2003, og beregnet en effekt heraf på kvælstofudvaskning.

Vådområder, fx oversvømmede eller overrislede enge, vil fjerne kvælstof fra det gennemstrømmende vand, og dermed mindske mængden af kvælstof, som tilføres vandløb og kystnære områder. Ved VMP II aftalen var det forventet, at der i perioden fra 1998 til 2003 ville blive reetableret 16.000 ha vådområder, med en kvælstoffjernelse på 5.600 tons pr. år. Ved udgangen af 2000 var der kun reetableret 87 ha, og

Status ved udgangen af 2000:	(ha)
Retableret	87
Midler bevilget til gennemførelse	1.078
Midler bevilget til forprojekter	6.371
Forventning 2003:	(ha)
Revideret mål	6.000

Tabel 3.8.3

Status og skøn for etablering af vådområder ved midtvejsevalueringen (skøn opstillet af Skov- og Naturstyrelsen og amterne).

(Kilde: Grant et al., 2000a).

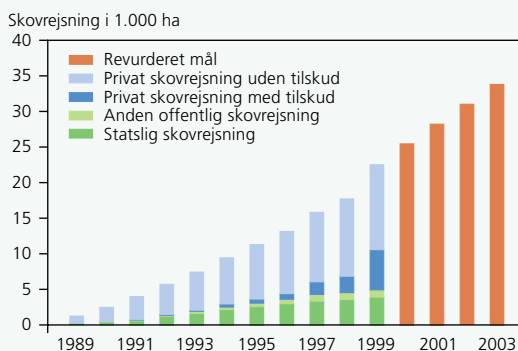
bevilget midler til gennemførelse af 1078 ha. Det har vist sig særdeles vanskeligt at få aftaler i stand bl.a. pga. stigning i prisen på landbrugsjord, ligesom processen med forundersøgelser og aftaler med lodsejere har taget betydelig længere tid end forventet.

Skov- og Naturstyrelsen og amterne har derfor nedjusteret arealet til 5.000-7.000 ha vådområder i 2003 (tabel 3.8.3). Det forventes herved, at kvælstoffjernelsen i vådområder vil udgøre 2.100 tons pr. år. Forbruget af handelsgødningskvælstof vil nedsættes med 400 tons pr. år, da jorden med vådområder ikke skal gødes.

Skove har generelt mindre kvælstofudvaskning end landbrugsarealer. Derfor vil et øget skovareal nedsætte udvaskningen. Folketinget besluttede allerede i 1989, at skovarealet skulle fordobles i løbet af de næste 80-100 år, svarende til at der hvert år skal rejses 5.000 ha ny skov.

Midt i 1990'erne var den årlige skovrejsning på ca. 1.800 ha. VMP II aftalen medførte en tilskudsordning, som har fremmet den private skovrejsning således, at der i 1998 og 1999 samlet blev plantet skov på i alt 6.500 ha (figur 3.8.6).

Ved VMP II aftalen var forventningerne, at der i perioden 1998-2003 ville blive rejst 20.000 ha skov med en reduktion i kvælstofudvaskningen på 1.100 tons pr. år. Ved midtvejsevalueringen er forventningen til skovrejsningsarealet nedjusteret til 17.340 ha. Det forventes herved, at forbruget af handelsgødningskvælstof reduceres med 2.400 tons pr. år, mens kvælstofudvaskningen nedsættes med 900 tons pr. år.



Figur 3.8.6

Udvikling i arealet med skovrejsning fra 1989 til 1999 samt forventningen frem til 2003 (skøn opstillet af Skov- og Naturstyrelsen).

(Kilde: Grant et al., 2000a).

Fra 1993 har det været muligt at få støtte til Miljøvenlig Jordbrugsdrift (MVJ). Landmændene kan inden for særlige følsomme områder (SFL), som amterne har udpeget, indgå frivillige aftaler om forskellige former for miljøvenlig drift. Aftaler om mindre tilførsel af kvælstof, braklægning, udlæg af rajgræs i kornafgrøder og ændret afvanding vil alle nedsætte kvælstofudvaskningen. I 1996 var der etableret i alt ca. 65.000 ha med MVJ ordningerne, heraf var der kun ca. 13% som havde en reducerende effekt på kvælstofudvaskningen.

Ifølge VMP II aftalen skulle der etableres et merareal med MVJ ordninger på 88.000 ha i perioden 1997-2003, hvorved det samlede areal ville udgøre ca. 153.000 ha i 2003. Herved forventedes, at kvælstofudvaskningen kunne nedsættes med 1.900 tons pr. år. I 1997-1999 var der indgået aftaler om ca. 35.000 ha, mens der i samme periode ophørte ca. 27.000 ha med 5-årige aftaler. Der er således etableret et merareal på godt 7.000 ha. På denne baggrund er arealet nedjusteret til 100.000 ha med MVJ ordninger i 2003, svarende til et merareal på 35.000 ha i VMP II perioden (figur 3.8.7).

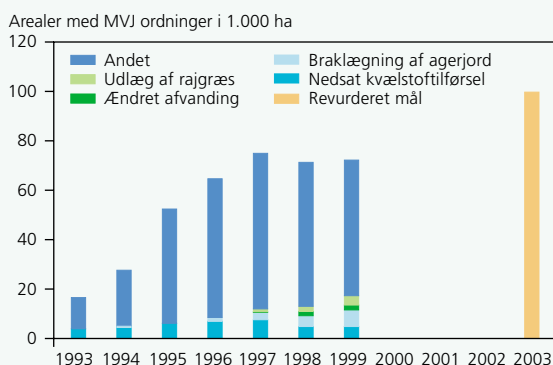
Under forudsætning af at fordelingen mellem de forskellige typer af aftaler videreføres som i første del af VMP II perioden, vil 25.000 ha heraf have en effekt på kvælstofudvaskningen. Det forventes at forbruget af handelsgødning kvælstof herved reduceres med 2.800 tons pr. år og kvælstofudvaskningen med 900 tons pr. år.

Udvaskningen fra økologisk dyrkede marker er dårlig kendt, men forskel i kvælstofbalancer mellem økologiske og konventionelle marker indikerer, at udvaskningen fra økologisk dyrkede marker er lavere. Forskellen mellem de to driftssystemer nærmer sig dog hinanden, efterhånden som der lægges flere restriktioner på det konventionelle jordbrug. I midtvejsevalueringen regnes med at udvaskning af kvælstof fra økologisk dyrkede marker er omkring 10 kg lavere pr. ha end fra konventionelle marker.

I 1997 var det økologiske produktionsareal (omlagt eller under omlægning) 64.300 ha, svarende til 4,2% af det dyrkede areal. Ved VMP II aftalen var forventningerne, at der i perioden 1998-2003 vil ske en øgning af det økologiske areal med 170.000 ha, hvorved det totale økologiske areal i 2003 vil udgøre 234.000 ha. Kvælstofudvaskningen forventedes herved reduceret med 1.700 tons pr. år.

I 1998-1999 blev der omlagt eller indgået aftaler om omlægning af 82.400 ha. Omlægningsgraden var særlig høj i 1999 på grund af udsigten til forringede tilskudsregler fremover.

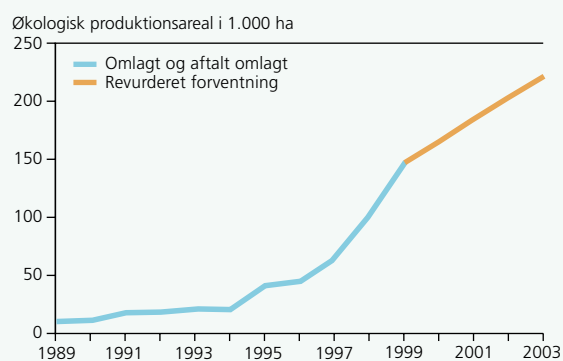
Statens Jordbrugs- og Fiskeriøkonomiske Institut har ved midtvejsevalueringen nedjusteret forventningen så der i 2003 vil være omlagt 220.000 ha. Dette svarer til et merareal på 155.700 ha i VMP II perioden (figur 3.8.8). Det er vurderet, at handelsgødningforbruget herved reduceres med 2.400 tons pr. år, og at kvælstofudvaskningen nedsættes med 1.600 tons pr. år.



Figur 3.8.7

Udvikling i areal med MVJ aftaler fra ordningens start i 1993 og til 1999 samt forventningen frem til 2003 (målsætningen er opstillet af Ministeriet for Fødevarer, Landbrug og Fiskeri).

(Kilde: Grant et al., 2000a).



Figur 3.8.8

Udvikling i det økologiske produktionsareal 1989-1999 samt forventningen frem til 2003 (forventning opstillet af Statens Jordbrugs- og Fiskeriøkonomiske Institut).

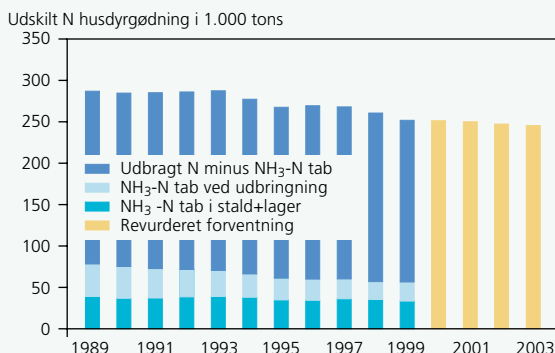
(Kilde: Grant et al., 2000a).

VMP II aftalen var generelt for optimistisk mht. at fremskaffe det areal, som kan nedsætte kvælstofudvaskningen, specielt med hensyn til vådområder og SFL områder (tabel 3.8.4). Ved midtvejsevalueringen er forventningen til miljøeffekten af arealtiltagene omtrent halveret. Forbruget af handelsgødningskvælstof forventes nu reduceret med årligt med 16.600 tons mod oprindelig 31.100 tons, mens kvælstofudvaskningen forventes nedsat med 5.500 tons pr. år mod oprindelig forventet 10.300 tons.

### Forbedret foderudnyttelse

Gennem forskning og rådgivning arbejdes på at forbedre udnyttelsen af foderet i husdyrbruget. Ved bedre udnyttelsen af foderet kan kvælstofudskillelsen i husdyrgødningen mindskes.

Den oprindelige forventning til forbedret foderudnyttelse var at kvælstofudskillelsen i husdyrgødningen kunne nedsættes med ca. 26.000 tons pr. år i 2003, og at kvælstofudvaskningen herved vil blive nedsat med 2.600 tons.



Figur 3.8.9

Årlige udskilt kvælstofmængde i husdyrgødning (ab dyr) samt forventningen frem til 2003. I VMP II perioden er udskilt N vist ved fastholdt husdyrproduktion, hvorfor udviklingen alene er en effekt af forbedret foderudnyttelse.

(Kilde: Grant et al., 2000a).

I perioden fra 1997 og indtil udgangen af 1999 er der sket en reduktion i den udskilte kvælstof i husdyrgødningen på 15.000 tons pr. år, og der forventes ved midtvejsevalueringen en yderligere nedgang på 7.000 tons N frem til 2003, under forudsætning af uændret produktion af kød og mælk. Husdyrgødnings kvælstofindhold forventes herved nedsat med 8% i VMP II perioden (figur 3.8.9).

Tabel 3.8.4

Oversigt over implementering og målsætning for arealtiltagene i VMP II.

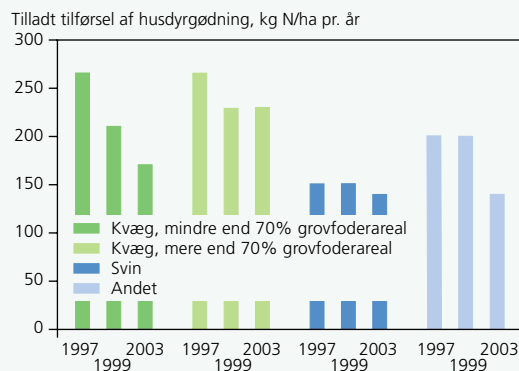
	Nedsættelse af kvælstofudvaskning	Areal og kvælstoffjernelse VMP II aftalen 1998-2003	Status ved midtvejs-evaluering og revideret mål for 1998-2003
<b>Reetablering af vådområder</b>	Vådområder, fx oversvømmede eller overrislede enge, vil fjerne kvælstof fra det gennemstrømmende vand, og dermed mindske mængden af kvælstof som tilføres vandløb og kystnære områder	Reetablering af 16.000 ha vådområder med en kvælstoffjernelse på 5.600 tons N	Ultimo 2000 der reetableret 87 ha, og bevilget midler til gennemførelse af 1.078 ha. Revideret forventning 2003: 5.000-7.000 ha vådområde med en kvælstoffjernelse af 2.100 tons N
<b>Skovrejsning</b>	Skove har generelt mindre kvælstofudvaskning end landbrugsarealer. Derfor vil et øget skovareal nedsætte udvaskningen	Skovrejsning på 20.000 ha med udvaskningsreduktion på 1.1000 tons N	I 1998 og 1999 blev der rejst skov på 6.500 ha. Revideret forventning 2003: 17.340 ha med udvaskningsreduktion på 900 tons N
<b>Særlig følsomme landbrugsområder (SFL)</b>	Aftaler om miljøvenlig jordbrugsdrift indenfor de udpegede SFL områder, fx nedsat gødnings-tilførsel eller ekstensiv drift vil nedsætte udvaskningen	Merareal af MVJ aftaler på 88.000 ha med udvaskningsreduktion på 1.900 tons N	I 1997-1999 blev etableret et merareal på 7.000 ha. Revideret forventning i 2003: merareal på 35.000 ha med MVJ aftaler med udvaskningsreduktion på 900 tons N
<b>Økologisk jordbrug</b>	I økologisk jordbrug anvendes ikke handelsgødning og næringsstofforsyningen opretholdes gennem sædskifte. Herved vil udvaskningen generelt nedsættes	Omlægning på 170.000 ha med udvaskningsreduktion på 1.700 tons N	I 1998 og 1999 omlagt 82.400 ha. Revideret forventning 2003: omlægning på 156.00 ha med udvaskningsreduktion på 1.600 tons N

Det er især nedsættelse af husdyrgødningens organisk bundne kvælstof, der forventes at nedsætte kvælstofudvaskningen, mens en nedgang i husdyrgødningens ammonium-kvælstof antagelig vil blive kompenseret ved at øge handelsgødningsforbruget tilsvarende. Det vurderes, at for hvert kg mindre organisk kvælstof i husdyrgødningen vil udvaskningen falde 0,3-0,4 kg, svarende til en reduktion på ca. 3.100 tons pr. år ved udgangen af 2003. Dette tiltag er det eneste, som ved midtvejsevalueringen forventes, at have en større effekt end forudsat i VMP II aftalen. Merforbruget af handelsgødning som følge heraf vurderes at ligge på omkring 10.000 tons N pr. år.

### Gødningsrelaterede tiltag

Disse tiltag omfatter skærpede harmonikrav, 6% efterafgrøder, nedsatte gødningsnormer og skærpede krav til udnyttelse af husdyrgødningen. Alle tiltag har indflydelse på gødningshåndteringen, og det er ikke muligt at identificere effekterne af de enkelte tiltag. De tre første tiltag blev lovgivningsmæssigt gennemført i gødningsåret 1998/99, mens det skærpede krav til udnyttelse af husdyrgødning indføres trinvis i gødningsårene 1999/00 - 2002/03.

Harmonikravet beskriver den øvre grænse for den årlige mængde af husdyrgødning, der samlet må udbringes på en bedrift (kg N/ha). Harmonikravet skærpes i forbindelse implementering af EUs Nitratdirektiv, og indgår desuden som et virkemiddel i VMP II. For kvægbrug betyder stramningen, at gødningen skal fordeles på et større areal, mens svinebruget vil blive meget lidt berørt (figur 3.8.10). Miljøeffekten af stramningen vil være ret begrænset. Kun i det omfang skærpelsen vil medføre en nedgang i husdyrproduktionen, vil der være en væsentlig effekt på kvælstofudvaskningen.

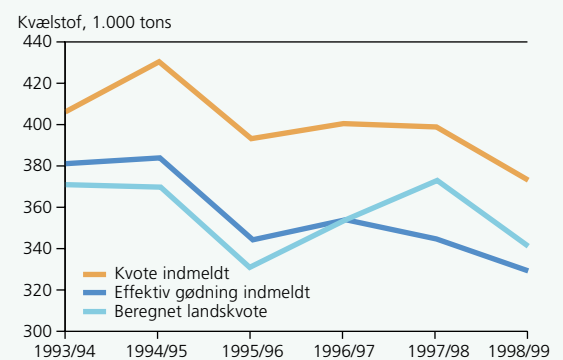


Figur 3.8.10  
Effekten af stramning i harmonikrav i 1999 og 2003 på den årlige mængde af husdyrgødning, der højst må udbringes på en bedrift.  
(Kilde: Grant et al., 2000a).

I VMP II aftalen er kravet, at der etableres efterafgrøder på yderligere 6% af det areal, der ikke i forvejen er bevokset om efteråret med roer, majs, græs eller vinterafgrøder. Herved betegnes reglen som "6% efterafgrøde" reglen. Formålet med tiltaget er, at efterafgrøderne om efteråret skal optage den kvælstof, der er tilbage i jorden efter årets høst. Resultater fra målinger og forsøg har vist, at kvælstofudvaskningen i gennemsnit kan mindskes med 25 kg N/ha, når efterafgrøden ikke gødes. Den opsamlede kvælstof i efterafgrøden vil virke som en gødningstilførsel til de efterfølgende afgrøder. Herved vil handelsgødningsforbruget på sigt kunne reduceres med en tilsvarende mængde.

Der er i VMP II aftalen forudsat et 6% efterafgrødeareal på 120.000 ha, og at kvælstofudvaskningen herved kunne nedsættes med 3.000 tons pr. år. Data fra landbrugets indberetninger af gødningsregnskaber til Plantedirektoratet i 1999 har vist, at der er indberettet 6% efterafgrøder på ca. 240.000 ha. Det er endnu ikke muligt at vurdere, om der fremover vil blive etableret efterafgrøder på et større areal end forudsat i VMP II aftalen, da kravet om 6% efterafgrøder kan overholdes som et gennemsnit af fire år. I lovgivningen er der givet mulighed for at gødske efterafgrøderne, såfremt de høstes. Dette er imod hensigten ved tiltaget, hvorfor det ikke kan forventes at have den forudsatte effekt.

VMP II aftalen indebærer, at afgrødernes kvælstofnormer fra gødningsåret 1998/99 nedsættes med 10% af de økonomisk optimale normer. Det forventes, at normreduktionen medfører en samlet nedgang i kvælstofkvote på landsplan på 40.000 tons og en tilsvarende reduktion i forbruget af handelsgødning.



Figur 3.8.11  
Opgørelse af den beregnede kvælstofkvote på landsplan og landbrugets indberetning af kvælstofkvote samt det faktiske forbrug af kvælstofgødning, 1994/95-1998/99.  
(Kilde: Grant et al., 2000b).

På baggrund af data for gødningsforbrug og gødningshåndtering i 1998/99 – det første år med VMP II – er det vurderet at skærpede harmonikrav, 6% efterafgrøder og nedsatte gødningsnormer har medført en reduktion i forbruget af kvælstof i handelsgødning på ca. 22.800 tons. Der er i denne beregning korrigeret for ændringer i handelsgødningsforbrug som følge af arealtiltag og øvrige ændringer i det dyrkede areals anvendelse.

Når effekten af de gødningsrelaterede tiltag ikke slår fuldt igennem skyldes det, at når gødningsnormerne anvendes i praksis, er der plads til, at landbruget kan gøde med ca. 30.000 tons kvælstof pr. år mere end der var indregnet i grundlaget for VMP II. Man kan sige, der er luft i landmændenes gødningsregnskab (*figur 3.8.11*). Reduktion i gødningsnormerne vil derfor ikke nødvendigvis betyde en tilsvarende reduktion i handelsgødningsforbruget. En væsentlige årsag til denne "luft" er muligheden for at gødske efterafgrøder, samt at der er mulighed for at anvende højere normer til græs end oprindelig forudsat. Det må forventes, at handelsgødningsforbruget vil reduceres som forventet, hvis der indføres en stramning af regelsæt og administrativ praksis, således at landbrugets kvotefastsættelse ligger nærmere forventningen.

I VMP II aftalen er det forudsat, at kvælstofudvaskningen nedsættes med 10.600 tons ved en øget udnyttelse af kvælstof i husdyrgødning. Udnyttelsesprocenten af kvælstof i husdyrgødning skal øges med 5%-point i gødningsåret 1999/00 samt yderligere 5%-point i 2001/02.

Ved midtvejsevalueringen, i det omfang det ikke er muligt at nå målet ved bl.a. halmnedmuldning, permanent brak og økologisk jordbrug sættes udnyttelsesprocenten i 2002/03 yderligere i vejret for så vidt det er teknisk gennemførligt og for at nå en reduktion i kvælstofudvaskning på 10.600 tons pr. år. Da de øvrige VMP II tiltags kvælstofsreduktion er under det forventede, er der i midtvejsevalueringen taget udgangspunkt i 15% -point øget udnyttelse af kvælstofet i husdyrgødningen. Det skærpede krav til udnyttelse af husdyrgødning er ved midtvejsevalueringen endnu ikke trådt i kraft, hvorfor der alene er foretaget en vurdering af den forventede effekt.

I beregningerne er det forudsat, at den øgede udnyttelse slår fuldstændig igennem som reduktion i handelsgødningsforbruget. Den forventede reduktion i kvælstofudvaskning er beregnet til ca. 7.600 tons pr. år. Effekten er herved nedskrevet med 3.000 tons pr. år i forhold til den oprindelige forventning. Årsagen til revurderingen er to markante forhold i udviklingen i landbruget, nemlig at der er mindre husdyrgødning end forventet ved starten af VMP II, samt at stigning i forårsudbringning af husdyrgødning er ophørt (*figur 3.8.3*).

#### Miljøeffekt af VMP II tiltag

Samlet set forventes tiltagene under VMP II at nedsætte den årlige kvælstofudvaskning med 24.400 tons mod oprindelig forventet 37.100 tons. Ligeledes forventes forbruget af handelsgødningskvælstof at falde med 59.800 tons pr. år mod en forventning på 87.100 tons pr. år (*tabel 3.8.5*).

	Nedsættelse af udvaskning (tons N) i 2003		Nedsættelse af handelsgødningsforbruget (tons N) i 2003	
	Prognose Midtvejs evaluering	Forventet iflg. VMP II aftalen	Prognose Midtvejs evaluering	Forventet iflg. VMP II aftalen
<b>Arealtiltag</b>	5.500	10.300	16.600	31.000
<b>Forbedret foderudnyttelse</b>	3.100	2.400	-10.000	-13.600
<b>Gødningstiltag</b>	15.800	24.400	53.300	72.000
<b>I alt</b>	<b>24.400</b>	<b>37.100</b>	<b>59.800</b>	<b>87.100</b>

Tabel 3.8.5  
Prognose ved midtvejsevalueringen for effekten af VMP II tiltag på kvælstofudvaskning og handelsgødningsforbrug, samt den oprindelige forventning til effekten af VMP II. (Kilde: Grant et al., 2000a).

### 3.8.5 Effekten af den forventede udvikling i landbruget

Evalueringen af VMP II tiltagene tager udgangspunkt i arealanvendelse og husdyrproduktion i 1997/98. En fremskrivning foretaget af Statens Jordbrugs- og Fiskeriøkonomiske Institut af den generelle udvikling i landbruget under hensyntagen til EU Landbrugspolitik og med Agenda 2000 reformen viser, at der frem til 2003 vil ske:

- Et skift fra vintersæd mod vårsæd, et skift mod mindre areal med græs og foderroer samt en nedgang i arealet med bælgsæd. Samlet forventes den ændrede afgrødesammensætning at medføre en stigning i kvælstofkvoten på landsplan.
- En forventet stigning i brakarealet, samt nedgang i det dyrkede areal. Dette forventes at medføre et fald i kvælstofkvoten.
- Endelig vil nedgang i det dyrkede areal med et kvælstofbehov medføre at normreduktionen (10% mindre end økonomisk optimale) vil have en mindre effekt end ved arealanvendelsen i 1998.

- En reduktion i kvægbestanden, men denne antages at modsvares af en tilsvarende ydelsesfremgang, således at mælkeproduktionen fastholdes. Effekten af disse ændringer er indregnet under forbedret foderudnyttelse.
- Produktion af slagtesvin vil stige fra 21 mio. svin, som var udgangspunktet i den faglige vurdering for VMP II, til ca. 23,6 mio. i 2003. Denne stigning forventes at medføre en forøget kvælstofudvaskning på omkring 1.500 tons pr. år og et mindsket forbrug af handelsgødningskvælstof svarende til omkring 5.100 tons pr. år (tabel 3.8.6).

De forventede ændringer i arealanvendelsen vurderes samlet at medføre et fald i forbruget af handelsgødningskvælstof på 8.400 tons pr. år og en reduktion i udvaskningen på ca. 3.500 tons pr. år (tabel 3.8.6). Samlet vil ændringerne i landbrugsproduktionen frem til 2003 medføre et fald i handelsgødningsforbruget på 13.500 tons kvælstof og et fald i udvaskningen på 2.050 tons kvælstof.



Foto: SNL/Bent Lauge Madsen

Tabel 3.8.6  
Effekt af den forventede udvikling i landbruget under hensyntagen til EU's landbrugspolitik i perioden 1998-2003.

(Kilde: Statens Jordbrugs- og Fiskeriøkonomiske Institut, 2000).

	Reduktion i handelsgødning	Reduktion i udvaskning
<b>Afgrødefordeling</b>	-3.000	-750
<b>Ændring i dyrket areal og brak</b>	11.400	4.300
<b>Stigning i svineproduktion</b>	5.100	-1.500
<b>I alt</b>	<b>13.500</b>	<b>2.050</b>



### 3.8.6 Prognose for om målsætningen vil være opfyldt i 2003

Udviklingen i landbruget er i et indviklet samspil styret af først og fremmest de markedsøkonomiske forhold samt regelstyring inden for landbruget. Prognosen for om Vandmiljøplanernes målsætning er nået, skal derfor ses i forhold hertil. Den samlede effekt af de forskellige tiltag fører til et estimat for reduktionen i kvælstofudvaskning i 2003 på 92.600 tons pr. år. Der mangler altså en reduktion på godt 7.000 tons pr. år i at nå målsætningen på 100.000 tons (*tabel 3.8.7*).

Det årlige forbrug af handelsgødningskvælstof er faldet fra 400.000 tons midt i 1980'erne til 277.000 tons i 1997/98. Det forventes, at det årlige forbrug nedsættes yderligere med 73.000 tons i perioden til 2003 (*tabel 3.8.7*), således at handelsgødningsforbruget i 2003 bliver omkring 204.000 tons. Hvis målsætningen om en reduktion i kvælstofudvaskningen på 100.000 tons skal nås, vil der være behov for en yderligere reduktion i det årlige forbrug af handelsgødningskvælstof på 20.000–25.000 tons.



Tiltag	Nedsættelse af udvaskning (tons N) i 2003		Nedsættelse af handelsgødningsforbruget (tons N) i 2003	
	Prognose Midtvejs evaluering	Forventet iflg. VMP II aftalen	Prognose Midtvejs evaluering	Forventet iflg. VMP II aftalen
<b>Forudsætning for VMP II:</b>	66.000 **	ca 63.000 *	123.000	123.000
Opnået effekt af VMP I og handlingsplan for Bæredygtigt Landbrug				
<b>Restaureringsprojekter</b> finansieret af amter og staten	200	0		
<b>VMP II</b>				
• Vådområder	2.100	5.600	400	1.100
• Skovrejsning	900	1.100	2.400	2.440
• SFL-områder	900	1.900	2.800	10.000
• Økologisk jordbrug	1.600	1.700	10.900	17.600
• Foderudnyttelse	3.100	2.400	-10.000	-13.600
• Harmonikrav		300	22.800	600
• Efterafgrøder		3.000		
• Nedsat N-norm	15.800	10.500		40.000
• Udnyttelse af husdyrgødning		10.600	30.500	26.000
<b>I alt VMP II</b>	<b>24.400</b>	<b>37.100</b>	<b>59.800</b>	<b>87.140</b>
<b>Generel udvikling og Agenda 2000, 1998-2003</b>	2.000		13.500	
<b>Samlet reduktion</b>	<b>92.600</b>	<b>100.000</b>	<b>196.300</b>	<b>210.140</b>

\* Baseret på 1995/96 data og fremskrevet til 1997

\*\* Revurderet ved midtvejsevalueringen på basis af 1997/98 data

Tabel 3.8.7  
Prognose ved midtvejsevalueringen for effekten af VMP II tiltag på kvælstofudvaskning og handelsgødningsforbrug, samt den oprindelige forventning til effekten af VMP II, når alle tiltag er gennemført i 2003.  
(Kilde: Grant et al., 2000a).

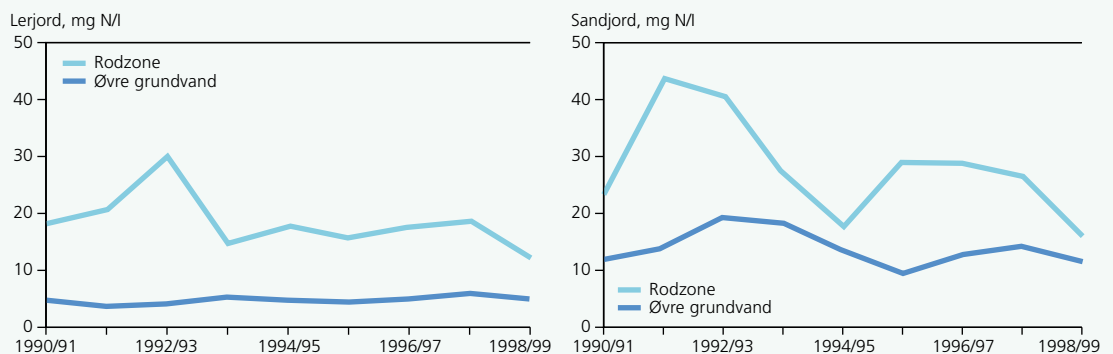
### 3.8.7 Effekter i vandmiljøet

I perioden 1989 til 1999 har kvælstofudvaskningen fra landbrugsarealer i gennemsnit udgjort omkring 80% af den samlede kvælstoftilførsel til de danske vandløb. Mængden af kvælstof, der udvaskes fra rodzonen og dermed tilførslen til vandløb varierer fra år til år, primært pga. variationer i de årlige nedbørsmængder og de deraf følgende variationer i vandtransport og kvælstofudvaskning fra landbrugsarealer.

Når vandet har forladt markernes rodzone vil det fordele sig med en del, som afstrømmer via overfladenær afstrømning og hurtigt når ud til vandløbene, og en del, der siver ned til grundvandet inden det ad åre når ud i vandløbene. Under transport i jord og grundvand sker der reduktion af vandets kvælstofindhold, både gennem biologiske denitrifikationsprocesser og kemiske reduktionsprocesser (figur 3.8.12). Således når omkring 30-40% af den kvælstofmængde, der forlader markernes rodzone, ud til vandløbene.

Målsætningen i VMP II går på reduktion i udvaskning af kvælstof fra landbruget til vandmiljøet. Vandmiljøplanerne forholder sig ikke til kvalitetsmålsætninger i vandmiljøet, men interesserne samler sig selvfølgelig om hvilken effekt man kan se i vandløb, søer og fjorde. Det vurderes, at der i 1998/99 er opnået en reduktion i kvælstofudvaskningen fra markerne på 66.000 tons, svarende til en reduktion på 29% i forhold til før situationen VMP I. Ved målinger af kvælstofudvaskningen fra markerne rodzone er der påvist et signifikant fald af samme størrelsesorden (figur 3.8.12).

I vandløb er der også målt et fald i kvælstoftransporten. Faldet er dog mindre end ved rodzonen og i høj grad afhængig af transportvejene og processerne i det hydrologiske kredsløb. I lerjordsområder strømmer en stor andel af det nedsivende vand til vandløb via overfladenær afstrømning, herunder også drænvandsafstrømning. Da afstrømningen sker hurtigt vil



Figur 3.8.12

Udviklingen i vandføringsvægtede kvælstofkoncentrationer i vandet, der forlader markernes rodzone (ca. 1 m under terræn), samt i det øvre grundvand udtaget mellem 1,5 og 5 m under terræn i henholdsvis 3 lerjords- og 2 sandjordsoplande i Landovervågningen, 1990/91-1998/99. (Kilde: Grant et al., 2000b).

en effekt af reduceret kvælstofudvaskning fra rodzonen, derfor inden for få år kunne måles i lerjordsområder. En analyse af det klimatisk korrigerede transportniveau af kvælstof i vandløb der afvander lerjordsområder viser en reduktion på ca. 16% (figur 3.8.13).

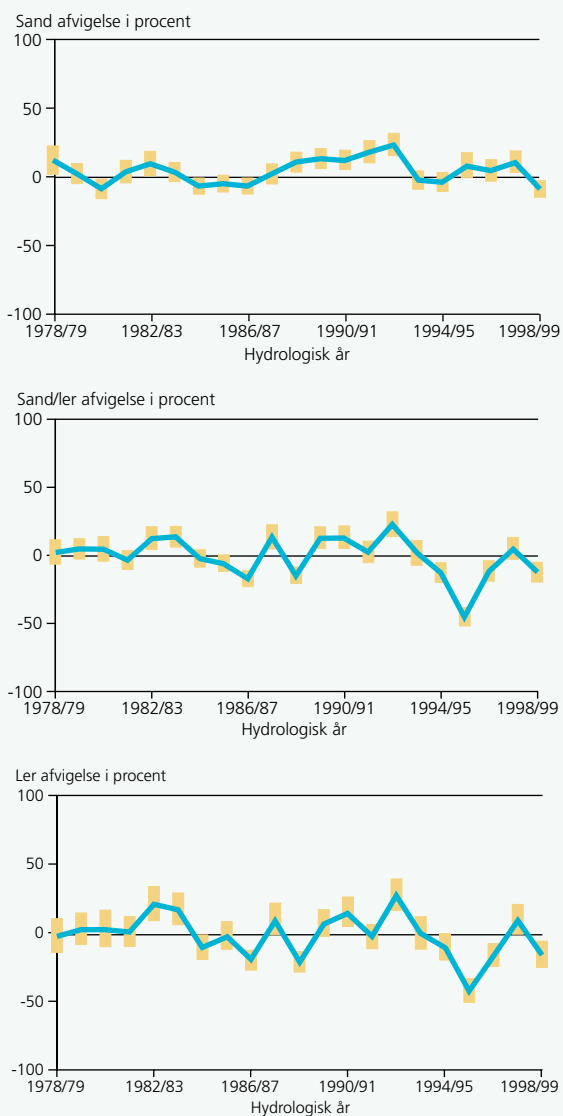
I sandjordsoplande sker strømmingen til vandløb for en stor del gennem grundvand. Under transporten til og i grundvandet sker der en reduktion af vandets kvælstofindhold. En effekt af nedsat kvælstofudvaskning i sandjordsområder vil derfor først med nogen sikkerhed kunne måles efter 10-20 år. En analyse af det klimatisk korrigerede transportniveau af kvælstof i sandjordsområder viser en reduktion på ca. 3% (figur 3.8.13).

Tidsforsinkelserne og reduktionsprocesserne i jord og grundvand vil betyde, at der vil gå lang tid, før den fulde effekt af tiltagene under vandmiljøhandlingsplanerne slår igennem i overfladevandet. Det tog ca. 25 år at opbygge den situation vi havde i 1980'erne. Det

må forventes, at det vil tage lige så lang tid at vende situationen.

Desuden vil vandmiljøplanernes målsætning om en halvering af kvælstofudvaskningen fra rodzonen ikke føre til en halvering af kvælstofindhold i overfladevand. Det naturbetingede baggrundsbidrag vil stadig være der fra både dyrkede arealer og naturarealer. Desuden fjernes den udvaskede nitrat mange steder ved denitrifikation i grundvand og vådområder, inden det når frem til vandløb. Her vil en reduktion i nitratudvaskning ikke føre til, at det udstrømmende vand får et mindre nitratindhold, hvis det i forvejen er nitratfrit.

En halvering af landbrugsbidraget vil derfor næppe reducere kvælstofindholdet i overfladevand med mere end 25-35%. Den kommende implementering af Vandrammedirektivet vil sætte fokus på miljøtilstanden i de definerede vandområder, og hvilke reduktionskrav der skal til for at opnå den ønskede tilstand.



Figur 3.8.13

Klimatisk (vandafstrømning) korrigeret transport af nitrat-kvælstof i 55 overvejende landbrugsbelastede vandløb.

Note: Oplandene er opdelt på henholdsvis sandjord, blandede sand- og lerjord og ren lerjord. For hver jordtype er indlagt et referenceniveau (nulniveauet), som en linie, der angiver gennemsnittet for 9-års perioden før VMP I blev vedtaget, dvs. perioden 1978/79 til 1986/87. I figuren er der for hvert hydrologisk år angivet det korrigerede relative transportniveau af kvælstof for den analyserede gruppe af vandløb med et sikkerhedsbånd ( $\pm 2$  gange standardafvigelsen). (Kilde: Bøgestrand, 2000).

### 3.8.8 Politisk opfølgning på midtvejsevalueringen af VMP II

Forligspartierne bag VMP II har ved en række møder i foråret 2001 gennemgået og fået uddybet midtvejsevalueringen, og der blev den 26. april 2001 opnået enighed om at justere virkemidlerne i forhold til VMP II aftalen. Følgende justeringer er vedtaget:

For vådområder gives der mulighed for efter en konkret vurdering at fravige tidligere bestemmelser om maksimumsbeløb for finansiering, samt mulighed for at ændre praksis vedrørende jordfordeling, således at genopretning af vådområder fremmes mest muligt. Dette vurderes, at give en reduktion i kvælstofudledning på 1.500 tons pr. år inden for det aftalte budget for vådområder.

Ved 6% eftergrøder fjernes muligheden for at tildele en kvælstofnorm, og eftervirkningen af 6% efterafgrøder skal indregnes i de enkelte bedrífers kvælstofkvote. Tiltaget vurderes at give en reduktion i kvælstofudvaskning på 1.500 tons pr. år.

I dag er kvælstofnormen højere, når der dyrkes hvede til brød end til foder. Arealet med brødhvedetilæg skal nedsættes fra 330.000 ha til 50.000 ha. Et

maksimalt areal på 50.000 ha skal nås ved at indføre et dokumentationskrav for, at der tidligere har været dyrket og solgt hvede til brødfremstilling fra den enkelte bedrift. Dette vurderes, at give en reduktion i kvælstofudvaskningen på 2.000 tons pr. år.

Kvælstofnormerne justeres for en række afgrøder såsom vinterhvede, vinterbyg, vedvarende græs, brak, græsudlæg og græsefterslet. Herved vil bedrífernes kvotefastsættelse blive bedre i overensstemmelse med hensigten bag kvælstofnormerne. Ændring af normerne vurderes at give en reduktion i kvælstofudvaskningen på 2.325 tons pr. år.

Kravet om udnyttelse af kvælstof i husdyrgødnings strammes med 5% point, således som det fremgår af aftalen. Effekten heraf er allerede indeholdt i midtvejsevalueringen.

Sammen med mere skovrejsning og en forbedret praksis vedrørende MVJ ordningerne vurderes justeringerne at give en samlet nedsættelse af kvælstofudvaskningen på 7.575 tons N pr. år. Herved vurderes vandmiljøplanernes målsætning om en samlet reduktion i den årlige kvælstofudvaskning på 100.000 tons at kunne nås i 2003 (*tabel 3.8.8*).

Tabel 3.8.8  
Prognose for reduktion i kvælstofudvaskning frem til 2003 ved midtvejsevalueringen, samt forventet effekt af justering af VMP II virkemidler.

Tiltag	Reduktion i kvælstofudvaskning tons N
<b>Prognose ved midtvejsevalueringen</b>	<b>92.600</b>
<b>Forventet effekt af justering af VMP II</b>	
• Vådområder	1.500
• Skovrejsning	50
• SFL (Miljøvenlig jordbrugsforanstaltninger)	200
• Reduktion i brødhvedetilæg, fra 330.000 til 50.000 ha	2.000
• Revision af N-normer, 6% efterafgrøder	1.500
• Revision af N-normer, vinterbyg og vinterhvede	800
• Revision af N-normer, vedvarende græs	200
• Revision af N-normer, græsefterslet, udlæg og brak	1.325
<b>I alt justering af VMP II</b>	<b>7.575</b>
<b>Samlet reduktion</b>	<b>100.175</b>