

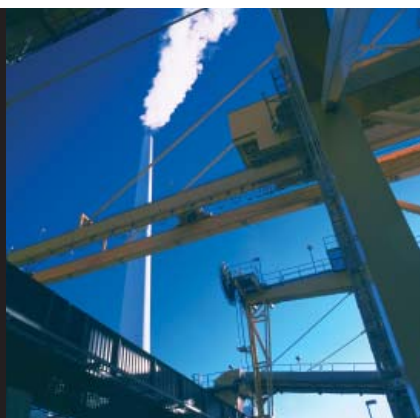
.....

MILJØMINISTERIET

Natur og Miljø 2005

Påvirkninger og tilstand

Faglig rapport fra DMU nr. 550



[Tom side]

Natur og Miljø 2005

Påvirkninger og tilstand

Faglig rapport fra DMU nr. 550

Redaktion:

Hanne Bach

Niels Christensen

Henrik Gudmundsson

Trine Susanne Jensen

Bo Normander

Afdeling for Systemanalyse

Datablad

Titel:	Natur og Miljø 2005
Undertitel:	Påvirkninger og tilstand
Redaktion:	Hanne Bach, Niels Christensen, Henrik Gudmundsson, Trine Susanne Jensen og Bo Normander
Afdeling:	Afdeling for Systemanalyse
Serietitel og nummer:	Faglig rapport fra DMU nr. 550
Udgiver:	Danmarks Miljøundersøgelser® Miljøministeriet
URL:	http://www.dmu.dk
Udgivelsestidspunkt:	September 2005
Finansiel støtte:	Ingen ekstern finansiering.
Bedes citeret:	Bach, H., Christensen, N., Gudmundsson, H., Jensen, T.S. & Normander, B. (red.) 2005: Natur og Miljø 2005. Påvirkninger og tilstand. Danmarks Miljøundersøgelser. 208 s. – Faglig rapport fra DMU nr. 550. Gengivelse tilladt med tydelig kildeangivelse.
Sammenfatning:	Rapporten sammenfatter den eksisterende viden om nogle centrale udviklingstendenser i miljøets og naturens tilstand, og sammenknytter disse tendenser med udviklingen indenfor nogle af de samfundssektorer som bidrager mest til belastningen.
Emneord:	Miljøtilstand, naturkvalitet, miljøbelastning, forurening, miljøindsats, fremskrivninger, samfundssektorer, sundhed, globalisering.
Redaktionen afsluttet:	August 2005
Tekstbehandling:	Ann-Katrine Christoffersen og Lene Olsen
Produktion/grafik:	Juana Jacobsen, Tinna Christensen og Kathe Møgelvang; Grafisk Værksted, DMU
ISBN:	87-7772-887-4
ISSN (trykt):	0905-815X
ISSN (elektronisk):	1600-0048
Papirkvalitet:	
Tryk:	
	Cyclus Print Schultz Grafisk Miljøcertificeret (ISO 14001) og kvalitetscertificeret (ISO 9002)
Sideantal:	208
Oplag:	1250
Pris:	kr. 200,- (inkl. 25% moms, ekskl. forsendelse)
Internetversion:	Rapporten findes også som Pdf-fil på DMUs hjemmeside: http://www2.dmu.dk/1_Viden/2_Publikationer/3_fagrapporter/rapporter/FR550.pdf
Kan købes hos:	Miljøministeriet Frontlinien Rentemestervej 8 2400 København NV Tlf: 70 12 02 11 frontlinien@frontlinien.dk www.frontlinien.dk

Forord

Den danske miljøtilstandsrapport udgives hvert fjerde år, og 2005-udgaven er den fjerde i rækken. Formålet med rapporten er at give et overblik over udviklingen i tilstanden for miljø og natur og beskrive de bagvedliggende årsager samt konsekvenserne for bl.a. den menneskelige sundhed.

Midt i 1980'erne var miljøspørgsmålet højt på den politiske dagsorden og danskerne bekymrede sig dengang mere om forurening end om arbejdsløshed og udlandsgæld. Politikerne erkendte, at det var nødvendigt at øge indsatsen for at sikre miljøet og naturen, men manglen på viden og overblik betød, at det var vanskeligt for politikerne at få forslag til løsning af problemerne, som var overbevisende, og som fokuserede på de store problemer før de mindre. Miljøforskning og overvågning gennem de efterfølgende 20 år har leveret megen indsigt og viden, som sikrer det faglige grundlag for miljøindsatsen, og som har skabt grundlaget for det overblik, man manglede for 20 år siden.

Miljøtilstandsrapporten samler den eksisterende viden og serverer den, så politikere, borgere og interesseorganisationer kan få det overblik, de har brug for – politikerne til at prioritere indsatsområder og borgere og interesseorganisationer til at deltage i miljødebatten.

Rapporten er et øjebliksbillede, som set i bakspejlet viser, hvordan det er gået med miljøet indtil nu. Den kan ikke rumme alt og frem for alt ikke de helt dagsaktuelle nyheder på miljøområdet. De bliver formidlet på anden vis. Vi har udvalgt de emner, vi synes er væsentlige for at beskrive udviklingen i miljøets tilstand, og som er eller vil komme på den miljøpolitiske dagsorden i den kommende tid. Der sker hele tiden forandringer, og det kan være svært at tage højde for alt, men vi har forsøgt efter bedste evne også at vurdere morgendagens udfordringer. Hen gennem rapporten vil man kunne finde mange eksempler på, at udviklingen går i den rigtige retning: Mål er blevet opfyldt, belastningen af miljøet falder – eller stiger i det mindste mindre end væksten i samfundets aktiviteter. Man taler om en afkobling. Men der er også fortsat eksempler, hvor vi må konstatere, at målene ikke er opfyldt, og der ikke er sket nogen afkobling.

Derfor er der al mulig grund til, at forskning og overvågning fortsat udvikles så samfundet kan være på forkant, ikke bare med dagens, men også med fremtidens udfordringer.

Under arbejdet med at skrive rapporten har den været i offentlig høring først i form af en kommenteret indholdsfortegnelse og dernæst et udkast til selve rapporten. Jeg vil gerne hermed takke alle, der har bidraget med kommentarer.

DMU har redigeret rapporten og forfattet kapitlerne 1 til 6. Institut for Miljøvurdering har forfattet kapitel 7. Jeg takker de mange, som på forskellig vis har ydet hjælp til dette arbejde og håber, at mange vil bruge rapporten som opslagsværk og til inspiration.

Henrik Sandbech
Direktør

Forfattere

Redaktionskomite:

Hanne Bach, Niels Christensen, Henrik Gudmundsson, Trine Susanne Jensen og Bo Normander
Danmarks Miljøundersøgelser

Følgende forfattere har bidraget til de enkelte kapitler:

Kapitel 1 **Samfundets miljøpåvirkninger**

Henrik Gudmundsson (1.1-1.6)

Danmarks Miljøundersøgelser

Kapitel 2 **Klima og luftforurening**

Niels Christensen (2.1-2.6), Jytte Boll Illerup (2.2) og Thomas Ellermann (2.4)

Danmarks Miljøundersøgelser

Kapitel 3 **Vand**

Hanne Bach (3.1-3.5), Anders Branth Pedersen (3.3) og Berit Hasler (3.3)

Danmarks Miljøundersøgelser

Kapitel 4 **Landets natur og miljøtilstand**

Niels Christensen (4.1-4.5), Gregor Levin (4.2), Pia Frederiksen (4.2, 4.3), Bernd Munier (4.3),

Marianne Thomsen (4.4), Patrick Fauser (4.5) og Steen Gyldenkerne (4.5)

Danmarks Miljøundersøgelser

Kapitel 5 **Miljø og sundhed**

Trine Susanne Jensen (5.1-5.5) og Marianne Thomsen (5.1-5.5)

Danmarks Miljøundersøgelser

Kapitel 6 **Danmark og det globale miljø**

Bo Normander (6.1-6.5), Peter Kristensen (6.2, 6.4) og Lennart Emborg (6.2, 6.4, 6.5)

Danmarks Miljøundersøgelser

Kapitel 7 **Natur, miljø og økonomi**

Uffe Nielsen (7.1-7.5), Anja Skjoldborg Hansen (7.1-7.5) og Ulrich Lopdrup (7.1-7.5)

Institut for Miljøvurdering

Dette kapitel er blevet kvalitetssikret af to uafhængige eksperter.

Fotografer

2.maj: Sonja Iskov (61, 143); **CDanmark:** (204, 89h); **DMU:** Jens Møller Andersen (89v), Poul Johansen (68), Rune Dietz (202), Trine Susanne Jensen (135), Jens Skriver (177m), Tinna Christensen (177h); **Energi E2:** (164); **Foto Folketinget:** (99, 185); **Highlight:** (24, 27, 33, 45, 53, 56, 79, 187, 189, 198); **MIM fotoarkiv:** (168), (192), Erling Krabbe (85, 88), Jens Schering (80), Ole Malling (23, 54, 64, 92, 95, 105, 106, 111, 121, 171, 196); **Polfoto:** Anders Brohus (38), Ann Cutting (155); **Scanpix:** Berit Roald (151), Christian Ringbæk (174ø), James Leynse (174n), Kevin R. Morris (180), LWA/D. Tardif (136), Ric Ergenbright (173); **SNS:** Bent Lauge Madsen (125), Jan Kofoed Winter (90, 139); Søren Dyck (178); Torben Reitzel (163, 169).

Indholdsfortegnelse

Sammenfatning	7
Indledning	19

Samfundets miljøpåvirkninger



1.1 Indledning	23
1.2 Samfundets rolle i påvirkning af miljø- og naturtilstanden	24
1.3 Primærproduktion under forandring	27
1.4 Forarbejdning og distribution globaliseres	33
1.5 Privatforbruget stiger	38
1.6 Afkoblingstendenser	45

Klima og luftforurening



2.1 Indledning	53
2.2 Sammenhæng mellem klima og luftforurening	54
2.3 Kilder og udslip	56
2.4 Byernes luftforurening	61
2.5 Luftforurening – den regionale skala	64
2.6 Drivhuseffekten	68

Vand



3.1 Indledning	79
3.2 Vandressourcen, drikkevand og grundvand	80
3.3 Vandløb og søer	85
3.4 Fjorde og havområder	92
3.5 Vandmiljøplanerne og Vandrammedirektivet	99

Landets natur og miljøtilstand



4.1 Indledning	105
4.2 Status for udviklingen i arealudnyttelsen i Danmark	106
4.3 Landets natur – tilstand og udvikling	111
4.4 Jordmiljøet	121
4.5 Pesticider	125

Miljø og sundhed



5.1 Indledning	135
5.2 Samspil mellem miljøpåvirkninger og sundhedseffekter	136
5.3 Miljøfaktors indflydelse på sundheden	143
5.4 Udvikling i konkrete miljøfaktors betydning	151
5.5 National og international indsats	155

Danmark og det globale miljø



6.1 Indledning	163
6.2 Miljøets tilstand i Danmark sammenlignet med andre lande	164
6.3 Danmarks globale miljøaftryk	169
6.4 Udflytning og globalisering	173
6.5 Danmarks rolle på den globale miljøscene	178

Natur, miljø og økonomi



7.1 Indledning	185
7.2 Grundlaget for samfundsøkonomisk analyse	187
7.3 Økonomisk analyse indenfor miljøområdet	189
7.4 Sammenligning af miljøområdet med andre samfundssektorer	196
7.5 Miljøeffekternes geografiske og tidsmæssige fordeling	198

Sammenfatning

1 Samfundets miljøpåvirkninger

Udviklingen i samfundet påvirker miljøets og naturens tilstand. Forandringer i befolkningens størrelse og alderssammensætning, i produktion og i forbrug er nogle af de faktorer, der fører til effekter på miljøet.

Landbrug, skovbrug, og fiskeri griber direkte ind i naturen ved at udnytte biologiske og mineralske ressourcer. Disse primære erhverv har et stort fysisk omfang, men en faldende betydning for beskæftigelsen og for væksten i den danske økonomi. Energiproduktion, industri og godstransport skaber nye produkter ud fra den primære produktions råvarer og distribuerer dem i samfundet. Markedsudviklingen bidrager til stadige ændringer i produktionen og dermed i belastningen af miljøet. Forbruget af varer skaber den efterspørgsel, som bestemmer aktiviteten i produktion og distribution af varer. Husholdningernes energi-, vand-, kemikalie- og transportforbrug samt produktion af affald fører ligeledes til miljøpåvirkninger.

Landbrug, skovbrug og fiskeri

Landbruget bliver stadig mere specialiseret og intensiveret. Antallet af bedrifter falder, de bliver større og antallet af dyr pr. bedrift stiger. Selvom landbruget dyrker nogenlunde den samme mængde afgrøder som for 15 år siden, sker det på et mindre areal. Landbruget skønner, at den igangværende udvikling vil forsætte, hvorved det dyrkede areal vil falde med ca. 6,5 %, og ca. 22.000 bedrifter (omtrent 50 %) vil være forsvundet inden år 2015. Desuden forventes det, at andelen af arealer, hvor der dyrkes afgrøder, som ikke bruges til fødevarerproduktion, fx energiafgrøder, vil stige. Den intensive dyrkning betyder, at variationen i landskabet og det vilde plante- og dyreliv falder på de dyrkede arealer. Intensivering og specialisering kan også føre til en koncentrering af forureningen som fx fra de store bedrifter med svinebrug. Intensiveringen kan på den anden side også betyde en bedre udnyttelse af næringsstoffer og sprøjtemidler, fordi driften bliver mere effektiv.

Udslippet af ammoniak fra landbruget er faldet med ca. 30 % fra 1985 til 2002, men lugtgener for naboerne og udslip af ammoniak, som påvirker følsom natur, er fortsat et problem for bedrifter med dyr. Udvaskningen af kvælstof til vandmiljøet er reduceret med ca. 48 % fra 1989 til 2003, hvilket er tæt på målet for vandmiljøplanerne om en halvering ved udgangen af 2003. Forventningerne til forbedring af vandkvaliteten er imidlertid ikke opfyldt, og der er vedtaget en ny vandmiljøplan (Vandmiljøplan III) for 2005-2015, som fokuserer på at reducere tabet af fosfor fra landbruget, yderligere reduktion af kvælstofudvaskningen og på at reducere lugtgener og påvirkning af følsom natur.

Anvendelsen af sprøjtemidler er faldet de seneste 15 år, men behandlingshyppigheden, som er det antal gange en mark i gennemsnit sprøjtes pr. sæson, er med 2,04 i 2003 stadig et stykke fra målet på 1,7, som skal nås inden 2009.

Landbruget tegner sig desuden for ca. 15 % af de danske udslip af drivhusgasser via udslip af lattergas og metan og er involveret i bestræbelserne på at nå den danske klimamålsætning.

Økologisk drift reducerer landbrugets påvirkning af miljøet. Efterspørgslen efter økologiske varer steg op gennem 1990'erne, men er stagneret de seneste år. Omkring 6 % af landbrugsjorden er i dag omlagt til økologisk drift og 3 % af de samlede indkomster i landbruget skabes i økologiske bedrifter.

Skovene er under forandring. Målene for skovene er at fordoble Danmarks skovareal i løbet af 80-100 år, at omstille driften til en mere naturnær driftsform og at bevare skovenes naturværdier. Skovarealet udgør nu ca. 11 % af det samlede areal og skovenes areal stiger med ca. 2.500 ha pr. år. Der skal gennemsnitligt plantes 4-5.000 ha skov hvert år for at nå målsætningen om en fordobling af skovarealet. Siden stormfaldet i december 1999 er andelen af blandet skov og løvskov steget bl.a. som følge af statslig støtte til at plante denne type skov. Træproduktionen fra de danske skove er ca. 2 mio. m³ pr. år, hvilket svarer til under en fjerdedel af vores samlede forbrug af træ. De danske skove udvikles i stigende grad med vægt på at fremme formål som hensyn til biodiversitet, grundvand og klima, jagt, rekreation og bevarelse af kulturminder fremfor alene at have sigte på træproduktion.

Fiskeriet stagnerer som følge af de vigende fiskebestande, som EU forsøger at beskytte ved hjælp af fiskekvoter. Det drejer sig bl.a. om spisefisk som torsk og rødspætte, men også fangsten af industrifisk som tobis, sperling og brisling er begrænset af kvoter. Det er specielt torskebestandene, der er truet af intensivt fiskeri. Fiskeriets miljøpåvirkninger omfatter også skader som følge af intensive fangstmetoder fx effektive bundtrawl, som ødelægger plante- og dyreliv på havbunden. Antallet af danske fiskefartøjer er faldet med 26 % siden 1996, men fartøjerne og deres redskaber er i gennemsnit blevet større, således at de samlede fangster er faldet mindre. Fangsterne og værdien af fangsterne var i 2003 på nogenlunde samme niveau som i 1990, en periode hvor væksten i samfundets økonomi i øvrigt har været ca. 30 %.

Produktionen i fiskeopdræt havde i 2003 en værdi på 1 mia. kr. årligt svarende til værdien af det danske torskefiskeri. Fiskeopdræt belaster miljøet lokalt med næringsstoffer fra foderrester og med antibiotika, som bruges til sygdomsbekæmpelse. Såfremt det lykkes at reducere belastningen af miljøet, har fiskeopdræt et betydeligt potentiale for vækst.

Forarbejdning og distribution

Energiproduktionen har undergået store forandringer i de seneste årtier. Danmarks produktion af energi er stigende, og en del el bliver eksporteret. Oliens betydning som energikilde har været faldende fra 50 % i 1985 til 40 % i 2004, mens især naturgas og vedvarende energi er gået frem. Den vedvarende energi, som nu udgør over 20 % af bruttoenergiforbruget, kommer fra biomasse, affald, vind, sol og energi fra varmepumper. Forbrænding af affald er den største kilde til vedvarende energi og udgør ca. 33 %. Målsætningen for den vedvarende energis andel af elproduktionen på 20 % ved udgangen af 2003 er opfyldt. Udbygningen af vindkraft fortsætter og er nu koncentreret om havvindmøller. Produktionen bliver fortsat effektiviseret så energitabet ved produktion og distribution bliver mindre. Det sker bl.a. ved udbygning af kraftvarmewærker og udfasning af ældre kraftværker. Det betyder, at udslippet af forurenende stoffer falder pr. produceret enhed.

Energiproduktionen er dog klart den største kilde til udslip af drivhusgasser. Den miljømålsætning, som har størst betydning for energiområdet, er klimamålsætningen fra Kyoto-aftalen, hvor Danmark er forpligtet til at reducere sit udslip af drivhusgasser med 21 % i gennemsnit for perioden 2008-2012 i forhold til niveauet i 1990. Udslippet varierer fra år til år pga. variationer i klimaet og den årlige handel med el over grænserne. I 2003 var udslippet ca. 10 % højere end i 1990. Der er således behov for en yderligere indsats indenfor energiområdet for at nå de aftalte klimamål.

Foruden drivhusgasser er der et udslip af svovl og kvælstofoxider, som påvirker luftkvaliteten. De kraftværker, som bruger kul, producerer store mængder af affald i form af aske og slagter. Udslippet af svovl er faldet til et meget lavt niveau (ca. 93 % siden 1980) og udslippet af kvælstofoxider er faldet med ca. 50 % siden 1985. De er dog begge steget siden år 2000 i takt med, at energiproduktionen er steget.

Den vedvarende energi er ikke fri for at påvirke miljøet. Forbrænding af affald fører til udslip af luftforurenende stoffer samt produktion af aske og slagter, som skal deponeres. Vindmøller påvirker især det visuelle miljø og kan give støjgener. Det undersøges fortsat om havvindmøllerne kan påvirke fugle, fisk og havpattedyr.

Fremtidens udfordringer for energiområdet omfatter, udover bidrag til efterlevelse af klimamålsætningerne, liberaliseringer på energimarkederne, stigende oliepriser, voksende energiforbrug specielt i industri og andre private erhverv og stigende fokus i EU på forsyning med vedvarende energi herunder specielt biobrændsler. Disse tendenser kan på trods af stigende energiforbrug føre til fortsatte reduktioner i miljøpåvirkningerne fra energiproduktionen.

Industriens produktionsværdi vokser i omtrent samme takt som den generelle økonomiske vækst, og også produktiviteten stiger. Den største branche målt i omsætning og ansatte er fødevarerindustrien efterfulgt af kemisk industri, maskinindustri og elektronik. Industriproduktion fører til en række miljøpåvirkninger som luftforurening og forurening af jord og vandmiljø.

Det skyldes dels energiforbruget og dels, at der anvendes en række kemiske stoffer, som er uønskede i miljøet og sundhedsskadelige. Siden 1990'erne er industriens energiforbrug faldet samtidigt med, at produktionsværdien er steget. Industriens spildevand renses i dag som et resultat af vandmiljøplanerne og fx er indholdet af tungmetaller i dag ikke højere end i spildevand fra husholdninger. Industrien spiller dog stadig en væsentlig rolle for fx udslip af tungmetaller til atmosfæren. Myndighederne fokuserer i stigende grad på at nedbringe miljøpåvirkningerne fra industrien ved at nedbringe påvirkningen fra de produkter industrien fremstiller. Det omfatter både selve fremstillingsprocessen og de kemiske stoffer, som anvendes i produktionen, men også påvirkningen fra transport og bortskaffelse af produkterne. Industrien tegner sig for 15-20 % af de samlede mængder af fast affald.

Transporten af gods er stigende og bruttoværditilvæksten for godstransporterhvervet vokser hurtigere end den danske økonomi som sådan. Størstedelen af godstransporten sker med lastbil. Godstransport bidrager især til luftforurening med kvælstofoxider og små partikler og til udslippet af drivhusgasser. Transporten af gods og de kørte kilometer er steget, samtidigt med at lastbilernes udslip af kvælstofoxider og partikler er faldet pga. skærpede krav til motorerne og brug af renere brændstoffer. Udslippet af drivhusgasser stiger derimod, fordi der ikke er specifikke krav til motorernes udslip af drivhusgasser og fordi køretøjerne bliver større og tungere, hvilket betyder at de bruger mere brændstof pr. kørt km.

Forbrug

Forbruget er steget 20 % fra 1990 til 2003, og det smitter af på produktion, import, transport og mængden af affald. På nogle områder resulterer det stigende forbrug i øgede miljøpåvirkninger, mens der på andre områder sker en omlægning mod mere miljøvenlige produkter og forbrugsmåder. Påvirkningerne af miljøet hænger sammen med den enkelte husstands adfærdsmønstre og valg af fx for boligopvarmning, el- og vandforbrug, bilkørsel, produktion af affald og brug af sprøjtemidler i haven. Dertil kommer påvirkning fra fælles systemer som spildevandsafledning, affaldsbehandling og kollektiv transport, hvor myndighederne kan kontrollere miljøpåvirkningen, men hvor effektiviteten også afhænger af forbrugernes adfærd fx om affaldet sorteres korrekt.

I takt med den stigende velstand er der sket forskydninger i forbruget, så der fx bruges relativt mindre på boliger og fødevarer og mere på fx elektronisk udstyr som PC'ere og telefoner. Fødevarerforbruget har ikke ændret sig meget, men der har dog været en voksende efterspørgsel efter økologiske varer, som har en mindre miljøpåvirkning end den konventionelle landbrugsproduktion. I dag er ca. 5 % af fødevarerforbruget dækket af økologiske varer, en andel der er blandt de højeste i verden.

Energiforbruget i husholdningerne er steget ca. 7 % siden 1990. Energiforbruget til opvarmning er faldet med ca. 25 % siden 1985, men forbruget af elektricitet til apparater, lys mv. er svagt stigende. Apparaterne bliver hver især mere effektive

med lavere el-forbrug, men til gengæld er antallet af apparater steget. Inden for de senere år har det desuden vist sig, at der er et ikke ubetydeligt udslip af små partikler fra private brændeovne. Udslip af små partikler fra husholdningernes forbrænding i brændeovne udgør næsten halvdelen af det samlede danske udslip af små partikler, selvom træ kun udgør ca. 20 % af husholdningernes brændselsforbrug.

Persontransporten vokser i omtrent samme takt som den økonomiske vækst. Personbilerne fylder mest og tegner sig for ca. 80 % af persontransporten. Biltrafikken øges, især fordi stigende indkomst gør det muligt for flere at købe en bil. Antallet af personbiler er vokset fra 1,6 mio. i 1990 til 1,9 mio. i 2003. Den kollektive trafik fylder fortsat meget lidt selv om togtrafikken er stigende, hvilket især er resultat af etableringen af Storebæltsforbindelsen. Flyrejserne er ligeledes steget; alene mellem 1995 og 2003 er antallet af flyrejser til ferier i udlandet steget med 60 %.

Trafikken tegner sig for et bredt spektrum af miljøpåvirkninger. Den er årsag til 31 % af det endelige energiforbrug, over halvdelen af forbruget af olieprodukter, og betydelige andele (en fjerdedel eller mere) af udslip af stoffer som kvælstofoxider, kulbrinter, drivhusgasser og partikler. Der er over en årrække sket en markant reduktion i udslippet af kvælstofoxider og kulbrinter fra trafikken, men udslippet af drivhusgasser er steget i samme takt som trafikudviklingen. Udslippet af partikler er ligeledes faldet meget siden 1990, men tendensen er nu vendt, især fordi andelen af persondieselmotorer, som udsender flere partikler end benzinbiler, er stigende. Trafikken er desuden den største kilde til støj og trafikantlæggene skaber barrierer, som kan forstyrre natur, herlighedsværdier og bevægelsesmuligheder for mennesker og dyr. Omkring 60 % af de danske fuglebeskyttelsesområder har et større trafikantlæg indenfor 5 km's afstand.

Regeringens strategi for en bæredygtig udvikling indeholder miljømål for trafikområdet. Det er et mål at bryde sammenhængen mellem væksten i transportens belastninger af miljø og sundhed og væksten i økonomien. Desuden skal stigningen i transportsektorens udslip af drivhusgasser stoppes, og der er etableret et pejlemærke, som siger, at udslippet skal reduceres med 25 % fra 1988 til 2025. Indtil nu er udslippet af drivhusgasser fra trafikken steget i samme takt som den økonomiske udvikling. Endelig skal udslippet af kvælstofoxider og kulbrinter reduceres med ca. 60 % fra 1988 til 2010. Faldet har indtil nu været ca. 50 %.

Husholdningerne producerer ca. en fjerdedel af den samlede mængde affald i Danmark. Mængden har været stigende i mange år, men er stagneret og faldt 4 % fra 2002 til 2003. Man regner med, at de samlede affaldsmængder vil stige ca. 27 % fra 2000 til 2020, hvilket er lidt lavere end den forventede økonomiske vækst. De overordnede målsætninger for behandling af affaldet sigter på, at 65 % skal genanvendes, 26 % forbrændes og de sidste 9 % deponeres. Denne fordeling er allerede opfyldt, mens specifikke sigtelinier, fx et mål om 20 % genanvendelse af dagrenovation ikke er nået, idet andelen i 2003 var 16 %.

Afkobling mellem vækst og miljøpåvirkning

Danmarks strategi for en bæredygtig udvikling 'Fælles fremtid – udvikling i balance' fra 2002 opstiller som et langsigtet pejlemærke, at det danske forbrug af ressourcer skal reduceres til en fjerdedel af det nuværende. Historisk set har økonomisk vækst og miljøpåvirkning været koblet sammen, men ændret adfærd og mere miljøeffektiv teknologi kan modvirke, at vækst i befolkning og økonomi fører til forstærkede miljøproblemer. Man taler da om, at samfundsudvikling og miljøpåvirkning afkobles. På flere områder kan man konstatere en sådan afkobling af miljøbelastninger og økonomisk vækst. Husholdningernes vandforbrug falder, landbrugets forbrug af kunstgødning og sprøjtemidler falder ligesom næringsstofudvaskningen og ammoniaktabet til luften. Udslip af kvælstofoxider og svovl fra energiproduktion og fra trafikken er ligeledes faldet. I industrien stiger produktionen samtidigt med at energiforbruget falder. Inden for godstransport ser man på trods af væksten i godstransporten et fald i bidraget til luftforurening. I andre tilfælde stiger miljøbelastningen mindre end den økonomiske vækst. Det gælder fx energiforbruget og de samlede udslip af drivhusgasser, hvor udslippet er steget med ca. 10 % men den økonomiske vækst med 30 %. På en række områder er der imidlertid ikke tegn på en miljømæssig afkobling fx for den private bilkørsel, trafikens udslip af drivhusgasser og husholdningernes affaldsproduktion.

Der er opnået væsentlige resultater i relation til at begrænse miljøpåvirkningen fra flere sektorer i samfundet og miljø er blevet et bredt anerkendt hensyn. Der er dog stadig en række mål, som ikke er opfyldt og som det vil kræve en målrettet indsats at nå. Det drejer sig fx om klimamålene, om målene for trafikens udvikling og miljøpåvirkning, målene for skovrejsning og målsætningerne for landbrugets miljøpåvirkninger herunder tab af næringsstoffer og forbrug af sprøjtemidler. Den danske bæredygtighedsstrategi indeholder et langsigtet mål om at reducere det samlede danske ressourceforbrug med 25 % i forhold til forbruget i 2002. Det er ikke på nuværende tidspunkt muligt at afgøre, hvor langt samfundet er kommet i forhold til det mål, men nogen markant bevægelse er der ikke tegn på.

2 Klima og luftforurening

Indsatsen mod luftforurening i Danmark går mere end 30 år tilbage. Sundhedsrisikoen og skader på naturen er i denne periode blevet reduceret ved at begrænse udslippet af forurenende stoffer som svovldioxid, kvælstofoxider, kulbrinter, bly og partikler. Eksempler er fjernelse af bly fra benzin, overgang til brændsler med lavere svovlindhold og afsøvling af røggas fra kraftværker og industri, en mere effektiv energiidnyttelse og øget vægt på at bruge naturgas og vedvarende energi samt krav til bilernes udstødning bl.a. ved at indføre katalysatorer på biler. Det har dog ikke løst alle problemer med luftforurening. Der er stadig direkte effekter på menneskers sundhed og på naturen, og

andre forureningskilder har fået større betydning fx udslippet af partikler fra trafikken og fra brændeovne i private hjem.

Hertil kommer drivhuseffekten, som blev erkendt politisk i Danmark omkring 1990. De menneskeskabte klimaforandringer vil få konsekvenser for næsten alle jordens naturlige økosystemer, for fødevareproduktionen, mængden og fordelingen af ferskvand, menneskers sundhed, og forandringerne vil påvirke grundlaget for den samfundsøkonomiske udvikling i mange lande. Udslippet af drivhusgasser og deres begrænsning er direkte eller indirekte koblet til luftforureningen. En reduktionen i forbruget af kul, olie og naturgas betyder således også en reduktion i udslippet af luftforurenende stoffer. Scenarieanalyser på europæisk plan har vist, at opfyldelse af EU's klimamålsætning også vil betyde, at der frem mod 2025 kan opnås betydelige forbedringer i luftkvaliteten og dermed mindske sygdomsrisikoen.

Udslip af drivhusgasser

Danmark har forpligtet sig til i gennemsnit over perioden 2008-2012 at have reduceret udslippet af drivhusgasser med 21 % i forhold til niveauet i 1990. Beregningen af udslippet i referenceåret 1990 lægges først endeligt fast i 2006, men i henhold til den nuværende beregningsmetode var udslippet ca. 70 mio. tons. Udslippet var i 2003 ca. 74 mio. tons. Klimamålsætningen er et udslip på 55-60 mio. tons, hvor intervallet på 5 mio. tons afspejler diskussionen mellem Danmark og EU om beregningen af udslippet i referenceåret.

Fremskrivninger af drivhusgasudslippet, som er beregnet på baggrund af den seneste energifremskrivning, har vist, at det danske udslip i 2008-2012 vil være ca. 72 mio. tons pr. år. Det betyder, at vi på det nuværende grundlag har en såkaldt klimamanko på mellem 8 og 13 mio. tons pr. år, når man indregner handel med CO₂-kvoter med andre lande. Det er en forbedring fra den seneste beregning fra 2003 på 12 mio. tons pr. år, som bl.a. skyldes et forventet fald i dansk eleksport som følge af øget vandkraftkapacitet i Sverige og Norge, en udbygning af den vedvarende energi med havvindmøller og effekterne af CO₂-kvoteloven, som ventes at føre til nedgang i el-produktionen. Udover disse elementer er det forudsat, at Danmark modregner udslip på ca. 4,5 mio. tons ved køb af CO₂-kvoter og investering i CO₂ reducerende projekter i andre lande. De vigtigste kilder til udslip af drivhusgasser er energiproduktion (63 %), transport (22 %) og landbrug (15 %).

Klimaforandringernes betydning for den danske natur

I løbet af de seneste 10-20 år har dokumentationen for ændringer i det globale klima nået et omfang, så det generelt anerkendes, at der vil ske klimaforandringer, men hvor store de bliver, deres omfang og karakter og hvor hurtigt de vil forløbe er endnu usikkert. Klimaet i Danmark er blevet varmere og forventes fremover generelt at ændre sig mod et varmere, mere fugtigt og blæsende klima, med flere storme og perioder med stor nedbør. Gennemsnitstemperaturen er steget med 1°C og ned-

børen er øget med 110 mm siden 1870. Årene 1990 og 2000 var de varmeste, der nogensinde er registreret.

Det ændrede klima vil få betydning for landbruget i form af ændrede afgrøder, større udbytte, men evt. også øget brug af gødning, idet mere nedbør giver større tab af næringsstoffer ved udvaskning. Den øgede nedbør vil få betydning for den økologiske kvalitet i søer, vandløb og fjorde pga. den øgede afvanding og udvaskning af næringsstoffer.

Man forventer, at de danske have vil stige ca. 0,5 m inden år 2100 pga. afsmeltning af de arktiske iskapper og udvidelse af vandet når temperaturen stiger. Havvandets temperatur på de danske breddegrader ventes at stige 3-5°C. Havstigningen stiller krav til bedre beskyttelse af de danske kyster mod risikoen for stormflodshændelser og oversvømmelse af store kystområder.

Den biologiske mangfoldighed vil blive påvirket af klimaforandringer, idet arter vil uddø, andre vil rykke mod nord og nye vil komme til. Økosystemer ved kysterne, som fx Vadehavet, kan blive alvorligt påvirket af havets stigning. Ændringerne får også betydning for skovene, hvor en del træarter, som fx rødgran, foretrækker et klima, som er koldere end det vi allerede har i Danmark i dag. Hyppigere storme stiller krav til omstilling af skovdriften, så der i stigende omfang arbejdes med blandings-skov med flere træarter i flere aldre, som er mere robuste overfor stormfald.

Luftforurening

Udslippet af svovldioxid, kvælstofoxider og ammoniak bidrager dels til forurening af naturen og dels til eutrofiering, idet nedfald af kvælstofoxider og ammoniak virker som gødning, hvilket for mange naturområder fører til overgødskning. Det samlede udslip af forurende stoffer er faldet med ca. 40 % siden 1990. På europæisk plan er der sket tilsvarende store reduktioner i udslippet af forurende stoffer, som har betydet et fald på ca. 70 % i nedfaldet af svovl i Danmark og det betyder, at forureningsproblemet med svovlsyre stort set er løst. Derimod medfører nedfaldet af syre, som stammer fra kvælstofnedfaldet, at tålegrænsen for forurening er overskredet i mange følsomme naturområder.

Gødningseffekten af kvælstofnedfaldet fra luften har et omfang, så tålegrænsen er overskredet for næsten 70 % af de danske følsomme økosystemer. Kvælstofudslippet og -nedfaldet er samlet set faldet med ca. 20 % siden 1990, men det er altså langt fra tilstrækkeligt til at beskytte de følsomme økosystemer.

Udslip af kvælstofoxider, kulmonoxid, metan og letflygtige kulbrinter har betydning for dannelsen af ozon i den laveste del af atmosfæren, hvor den kan have sundhedsskadelige virkninger, reducere væksten i landbrugsafgrøder og påvirke den naturlige vegetation. Der er fastsat grænseværdier for luftkvaliteten for ozon, som i forhold til den menneskelige sundhed næppe overskrides i Danmark, mens der konstant er overskridelse af de målværdier, som er fastsat for at beskytte vegetationen på langt sigt. Svenske undersøgelser har vist, at skadevirkningerne af ozon giver økonomiske tab for landbruget.

Kvælstofoxiderne har også direkte sundhedseffekter, idet især kvælstofdioxid kan nedsætte lungefunktionen og modstandskraften mod lungeinfektioner, hvilket er et problem for mennesker med luftvejslidelser som astma og kronisk bronkitis. EU har fastsat en grænseværdi for kvælstofdioxid, som skal overholdes fra 2010. Den overskrides på nuværende tidspunkt af og til enkelte steder. På en af de mest trafikerede gader i København (Jagtvej) ligger niveauet permanent over grænseværdien.

Udslippet af svovldioxid er faldet med 93 % siden 1980 som følge af afgifter, afsvovlingsanlæg på store kraftværker og fald i svovlindholdet i de anvendte olieprodukter. Udslippet af kvælstofoxider er faldet ca. 32 % siden 1985, hvilket især skyldes tekniske forbedringer i anlæg på kraft- og fjernvarmeværker og indførsel af katalysatorer på biler. Udslippet af flygtige kulbrinter er tilsvarende faldet med 35 %, hvilket især skyldes indførsel af katalysatorer på biler og reducerede udslip i forbindelse med brugen af opløsningsmidler. Fra 2002 til 2003 steg udslippet af svovldioxid, kvælstofoxider og flygtige kulbrinter imidlertid igen pga. stigningen i energiproduktionen. Udslippet af disse stoffer er reguleret af et EU direktiv, som sætter et loft over de danske udslip, som skal være overholdt fra 2010. Danmark overholder allerede nu loftet for svovldioxid, mens der skal ske en yderligere reduktion for kvælstofoxider og flygtige kulbrinter på hhv. ca. 40 og 46 %.

Udslip af små partikler har stor betydning for sundheden og er især et problem i byerne, hvor vejtrafik er en dominerende kilde. Det har senest vist sig, at også brændeovne i husholdninger udsender små partikler, og at de udgør næsten 50 % af den samlede mængde af partikler. Begrænsninger i udslippet af partikler har betydet, at mængden af partikler i luften i de større byer er næsten halveret inden for de seneste 10-15 år, selv om trafikken er steget. Partikelforureningen har dog stadig en betydelig sundhedsskadelig effekt og specielt de meget små partikler anses for farlige, fordi de kan bevæge sig langt ned i lungerne og ud i blodbanen. Forureningen med partikler kontrolleres ved grænseværdier, som er fastsat af EU. De nuværende niveau i byerne er under men dog tæt på de fastsatte grænseværdier.

3 Vand

Vandmiljøet får tilført næringsstoffer og miljøfremmede stoffer fra sprøjtemidler og andre kemikalier fra landbruget, byerne, industrien og den spredte bebyggelse på landet.

Det påvirker kvaliteten af drikkevandet fordi forureningen siver ned til grundvandet. I vandløbene er det især fysiske påvirkninger som udretning og rørlægning, rydning af vandplanterne og dræning af landbrugsjord, som påvirker økosystemerne, mens tilførsel af næringsstoffer øger produktionen af alger i søer, fjorde og havområder og medvirker til forekomsten af iltvind. De miljøfremmede stoffer påvirker dyre- og planteliv i vandmiljøet.

Amterne fastsætter målsætninger for vandkvalitet og biologisk tilstand for de enkelte vandområder, og vurderer hvert år, om disse mål er opfyldt. Vandmiljøplanerne og senest Miljømålsloven, som er den danske udmøntning af EU's Vandrammedirektiv og Habitatdirektiv, er nogle af de miljøpolitiske initiativer, som er blevet iværksat for at forbedre vandmiljøet.

Vandressourcen er mindre end vi troede

I Danmark bruger vi næsten kun grundvand som drikkevand, vand til industrier og markvanding. Generelt set har vi tilstrækkeligt vand, idet den samlede vandindvinding er mindre end den udnyttelige vandressource, som er den mængde vand vi kan pumpe op samtidigt med, at der tages hensyn til økosystemerne og til at kvaliteten af grundvandet ikke skal forringes pga. for kraftig indvinding. Den udnyttelige vandressource blev revurderet i 2003, og det viste sig, at den var ca. det halve af det man hidtil havde regnet med. Der er imidlertid store geografiske forskelle i vandressourcens størrelse og behovet for vand. I hovedstadsområdet, på Fyn, Øst- og Vestjylland er vandindvindingen større end den vandressource, der er til rådighed. Den samlede vandindvinding er faldet med ca. 40 % siden 1990, men både vandindvindingen og vandforbruget i husholdningerne har de seneste år været næsten konstante. Effekten af vandafgifter og kampagner for at spare på vandet er nået et niveau, hvor de ikke fører til yderligere fald i forbruget.

Grundvandets kvalitet påvirkes af nedsivning af nitrat og sprøjtemidler fra landbrugsjord, og forurening med organiske miljøgifte, som kan stamme fra forurenede grunde, eller med metaller, som kan frigives fra jorden, når grundvandsstanden sænkes. Indenfor de seneste 5 år er der fundet sprøjtemidler i 26 % af vandværksboringerne og i 6 % af boringerne var grænseværdien for drikkevand overskredet. I ca. 25 % af drikkevandsboringerne er der fundet nitrat, og 1 % havde en koncentration over grænseværdien.

Sprøjtemidler er hovedårsagen til at drikkevandsboringer lukkes. Antallet af boringer, der må lukkes hvert år, er faldet til under det halve siden 1997, hvilket især skyldes, at boringer i de mest problematiske områder allerede er lukket.

Ser man på kvaliteten af grundvandet som sådan er fundene af såvel sprøjtemidler som nitrat ca. dobbelt så hyppige som for drikkevandet og andelen af overskridelser af grænseværdien for drikkevand er omkring 15 %, dvs. væsentligt højere end for drikkevandet. Dette grundvand stammer bl.a. fra højtliggende magasiner, hvorfra vandet langsomt siver ned til de lag, som om mange år skal bruges til drikkevand. Man kan endnu ikke se en klar effekt af vandmiljøplanerne på kvaliteten af grundvandet, fordi dette grundvand stadig er ældre end startidspunktet for vandmiljøplanerne. I landovervågningen, hvor der måles udvaskning, ser man dog i visse områder nedgang i nitratinholdet.

En undersøgelse af befolkningens holdninger til rensning af drikkevand contra beskyttelse af grundvandet, så der er tilstrækkeligt rent vand til drikkevand fremover, viste, at der er vilje til at betale for at beskytte grundvandet og at man foretrækker at beskytte grundvandet fremfor at rense det.

Vandløb og søer

Udledningerne af næringsstoffer til vandmiljøet er faldet meget siden slutningen af 1980'erne, hvor den første vandmiljøplan trådte i kraft. Målsætningen i Vandmiljøplan I var at reducere de samlede udledninger af kvælstof med 50 % og af fosfor med 80 %. Andelen af spildevand, der renses meget effektivt, er nu over 90 % og tilførslen af kvælstof med spildevand er faldet ca. 74 %, medens det tilsvarende tal for fosfor er ca. 86 %. Vandmiljøplan I's mål for reduktion af fosforudledningen var opfyldt allerede midt i 1990'erne, men det har været mere vanskeligt at nå målet for kvælstof, hvor landbruget er den dominerende kilde. Derfor blev 'Handlingsplan for en bæredygtig udvikling i landbruget' vedtaget i 1991 og Vandmiljøplan II blev igangsat i 1998. Udvaskningen af kvælstof fra landbrugsarealerne er faldet med ca. 48 % fra 1989 til 2003, hvilket betyder at også målsætningen for kvælstof må betragtes som nået.

Tabet af næringsstoffer fra landbrugsarealerne til vandløb og søer var i 2003 ca. 40.000 tons kvælstof og ca. 440 tons fosfor, hvilket er relativt lavt og skyldes lille nedbør i vinterhalvåret. Til sammenligning var tilførslen af kvælstof med spildevand, dambrug og spredt bebyggelse ca. en sjettedel af tilførslen fra landbrugsarealerne, medens tilførslen af fosfor var af samme størrelsesorden som bidraget fra landbruget. Reduktionen i tilførslerne har betydet, at koncentrationen af kvælstof i vandløbene i gennemsnit er faldet med ca. 30 % siden 1989 og for fosfor med ca. 28 %. I vandløb, der hovedsageligt er påvirket af spildevandsudledninger, er faldet i fosforkoncentrationen dog meget større.

Vandløb og søer tilføres sprøjtemidler fra landbruget, gartneri og skovbrug. Der er fastsat grænseværdier for en række pesticider i vandløbene. I 2003 var grænseværdierne overskredet i ca. 10 % af de prøver, hvor der blev fundet pesticider. De miljøfremmede stoffer, som kommer ud i vandløb og søer med spildevand og udledninger fra spredt bebyggelse, er fx hormoner og hormonforstyrrende stoffer, som mistænkes for at have effekter på reproduktionssystemet hos fisk. Miljøstyrelsen har i en ny kortlægning af forekomst og effekter af østrogen i ferskvand fundet, at der næppe forekommer udbredte effekter, men at der i visse tilfælde, hvor spildevandet er dårligt rensset, forekommer østrogen i koncentrationer, som kan give effekter på fisk.

Den biologiske kvalitet i vandløbene er blevet bedre fra 1999 til 2003. Andelen af vandløb, som er upåvirkede eller svagt påvirkede, er steget og andelen af kraftigt påvirkede er gået tilbage. Opfyldelsen af amternes målsætninger er ligeledes forbedret. I midten af 1990'erne var målene opfyldt i mindre end 40 % af vandløbene, mens de i 2003 var opfyldt i næsten 50 %. Opfyldelse af målsætningerne for søerne er ikke forbedret tilsvarende. Her var målene opfyldt i ca. 34 % af søerne i 2003, hvilket er stort set uændret i forhold til tidligere år. Der er dog tegn på, at søernes tilstand bliver bedre. Koncentrationen af fosfor er næsten halveret fra 1990 til 2003 og vandet i søerne er blevet mere klart, men det er dog ikke tilstrækkeligt til, at vandkvaliteten er afgørende forbedret. Det skyldes hovedsage-

ligt, at der stadig er for meget fosfor i søerne dels fra tillædninger og dels ved frigivelse fra bunden, hvor der er ophobet store mængder af fosfor. Det er bl.a. dette forhold, som er årsag til, at Vandmiljøplan III indeholder mål, som sigter på også at reducere udledningen af fosfor fra landbruget.

Udpegningen af internationale naturbeskyttelsesområder i Danmark omfatter fx vandløb med særlige vandplanter og de såkaldte lobeliesøer, som er kalk- og næringsfattige søer. De udpegede områder repræsenterer en naturtype, som man på europæisk plan mener indeholder særlige værdier og derfor har valgt at beskytte. Naturgenopretning og naturpleje er de direkte måder at øge naturindholdet i vandløb og søer, men det er nødvendigt at nedbringe påvirkningen for at få succes med dette.

Fjorde og havområder

Tilførslen af kvælstof og fosfor til fjorde og havområder varierer med nedbøren, idet den er størst i våde år og lavere i tørre. Når man korrigerer for forskelle i nedbør fra år til år er de danske tilførsler af kvælstof og fosfor fra land faldet hhv. ca. 43 % og 81 % fra 1989 til 2003. Tilførslen af kvælstof var i 2003 ca. 48.000 tons og af fosfor ca. 1.600 tons. Den største kilde til tilførslen af kvælstof er udvaskningen fra landbruget, mens landbrug, spildevand og spredt bebyggelse bidrager med nogenlunde lige store mængder fosfor.

Nedgangen i udledningerne har betydet et fald i koncentrationen af kvælstof og fosfor i havmiljøet, både i fjordene og i de åbne havområder. Derfor er mængden af alger i vandet faldet og vandet er blevet mere klart siden slutningen af 1980'erne. På trods af disse positive tendenser er iltforholdene endnu ikke blevet bedre. Den gennemsnitlige koncentration af ilt ved havbunden i de åbne områder i sensommeren falder stadig og iltsvindet i 2002 var det værste nogensinde. I 2003 og 2004 var der også iltsvind, men dog noget mindre. Man skal helt tilbage til 1996/1997, som var år med meget lille nedbør, og dermed lille tilførsel af næringsstoffer, for at finde perioder med begrænset iltsvind i de åbne områder.

Iltsvindet kan føre til fiskedød, og bestanden af bunddyr (muslinger, snegle mv) kan tage skade eller blive helt udsluttet i de berørte områder. Skaderne på bunddyrene i 2002 berørte et areal på ca. 3.400 km² og mellem 100.000 og 500.000 tons dyr døde.

Udledning af tungmetaller og miljøfremmede stoffer og fysiske påvirkninger som havnedrift, klapning af havneslam, skibstrafik, olieindustri og fiskeri er andre faktorer, som påvirker miljø og natur i havet. Udvinning og produktion af olie bidrager til forurening af havet, som undersøges løbende af olieselskaberne og kontrolleres af Miljøstyrelsen. Skibstrafik påvirker især vandmiljøet ved oliespild og ved at giftstoffer frigives fra skibsmalingen. Antallet af registrerede oliespild er mellem 300 og 400 pr. år, hvilket har været stort set uændret siden 1989.

Spredning og frigivelse af de giftstoffer, som findes i skibsmaling fx tributyltin (TBT), sker bl.a. ved uddybninger af havne og sejlrender, hvor det opgravede materiale, som kan indeholde store mængder af miljøfremmede stoffer herunder

TBT, flyttes til andre lokaliteter. De giftige stoffer genfindes i muslinger og i sediment i de indre farvande i koncentrationer, som udgør en væsentlig risiko for langtidseffekter i økosystemerne. Reproduktionsforstyrrelser var i 2003 udbredt i fem undersøgte arter af havsnegle. I havne, hvor TBT-niveauet forventeligt er højest, var mange strandsnegle sterile. Brugen af TBT blev udfaset fra 2003.

Fiskeri påvirker naturen i havet igennem den fysiske påvirkning med tunge fiskeredskaber især bundtrawl. Undersøgelser har vist, at det formentlig er bundtrawl, som er årsag til at visse stenrev i Kattegat har uventet lave forekomster af store alger. De fleste stenrev i Kattegat er udpeget som habitatområder for at beskytte denne naturtype.

Omkring 13.000 km² eller 12 % af det danske havareal er udpeget som habitatområde eller fulgebeskyttelsesområde. Udpegningen omfatter dels kyster og kystnære områder og dels rev i det åbne hav. Bestemte arter af fugle, fisk og havpattedyr beskyttes derigennem, bl.a. sæler og marsvin.

Forholdene for vandfuglene er blevet forbedret, idet der i perioden 1993 til 2002 er oprettet 37 nye reservater, 12 eksisterende reservater er udvidet og der er flere steder gennemført restriktioner på jagt. Det har betydet fremgang for de fleste arter.

Amterne har fastsat mål for miljøet i fjorde og havområder. Kun et fåtal af de områder, der blev undersøgt i 2003 opfyldte disse målsætninger. Årsagerne var for stor tilførsel af næringsstoffer og dermed iltvind, men også forurening med miljøfremmede stoffer som TBT har spillet en væsentlig rolle. I perioden fra 1989 til 2003 er der ikke sket nogen forbedring i graden af målopfyldelse. Kun i tørre år som 1996 og 1997, hvor tilførslerne af næringsstoffer var lave, blev der registreret væsentlige forbedringer. Det indikerer, at tilførslen af næringsstoffer skal reduceres yderligere, før forventningerne til et bedre vandmiljø kan indfries.

Rammerne for regulering af vandmiljøet, vil ændre sig i de kommende år, når EU's Vandrammedirektiv og Habitatdirektiv implementeres. Da vil fokus blive flyttet fra alene at tale om at begrænse udledningen af næringsstoffer til vandmiljøet til, at vandområderne skal kunne opfylde konkrete miljø- og naturkvalitetsmål. Næringsstofftilførslerne er naturligvis et meget vigtigt element i at kunne opfylde disse mål, men der vil blive behov for at tage mere differentieret stilling til, hvordan målene skal nås.

4 Landets natur og miljøtilstand

Set i et hundredårigt perspektiv er der sket en gennemgribende ændring af arealanvendelsen i Danmark. Det bebyggede areal er blevet udvidet, og vejnettet og det opdyrkede areal er øget. Det sidste er bl.a. sket ved hjælp af landindvindingsprojekter og afvanding og dræning af vådområder. Disse udvidelser er sket på bekostning af naturarealerne. Den danske strategi for beskyttelsen af naturen og den biologiske mangfoldighed er sammenfat-

tet i 'Handlingsplan for Biologisk mangfoldighed og Naturbeskyttelse for 2004-2009'. Et af hovedpunkterne i den danske indsats for at beskytte naturen er oprettelsen af danske nationalparker. Et andet væsentligt punkt er beskyttelsen af de såkaldte Natura 2000 områder, hvor Danmark har en forpligtigelse overfor EU til at sikre eller genoprette en gunstig bevaringsstatus. Danmark skal også sammen med de øvrige EU lande leve op til FN's målsætning om at stoppe tilbagegangen i den biologiske mangfoldighed inden år 2010 – en meget konkret målsætning, som dog mangler at blive tolket og konkretiseret nationalt.

Udnyttelsen af det danske landareal

Danmark er fortsat et landbrugsland, selvom landbrugsarealet er faldet til ca. 65 % af det samlede areal. Natur og skove udgør hver ca. 10 %, og resten optages af byer, af huse i det åbne land og af veje.

Intensiveringen i landbruget og faldet i landbrugsarealet har betydet, at andelen af ekstensivt udnyttede arealer til græs, grøntfoder og vedvarende græs er faldet. Disse arealer har ringe betydning for landbrugsproduktionen, men stor betydning for naturen, idet de udgør en del af de lysåbne halvkulturrealer. Omkring 45 % af arealet af de beskyttede naturtyper overlapper med disse landbrugsarealer.

Tilbagegangen i arealet med lysåbne naturtyper har været ledsaget af en fragmentering og formindskelse af arealerne. Arealet af beskyttede naturtyper på ca. 345.000 ha består i dag således af 90.000 lokaliteter, hvoraf næsten halvdelen er mindre end 1 ha, og ca. 80 % er mindre end 5 ha. De lysåbne naturtyper skal afgræsses eller slås for at forhindre at de gror til. Landbrugslandskabet ændrer også karakter, når antallet af bedrifter falder, og størrelsen af den enkelte bedrift stiger. Landskabet bliver derved mere ensartet, idet marker ofte lægges sammen, når bedrifterne bliver større.

Naturen

De såkaldte Natura 2000 områder består af EF-habitatområder, EF-fuglebeskyttelsesområder og de såkaldte Ramsar-områder, som er vådområder, der i følge Ramsar-konventionen, skal beskyttes. De dækker tilsammen et areal på 6.638 km², hvoraf ca. 30 % er på land og næsten 70 % i havet. Bestemmelserne for at beskytte Natura 2000 områderne vedrører kun arter og naturtyper af europæisk betydning. En stor del af de arter, som Danmark har opført på den nationale rødliste over truede arter, er ikke omfattet – ej heller den 'almindelige' natur. Den kan til gengæld være omfattet af den såkaldte paragraf-3 beskyttelse, som beskytter ferske enge, moser, kær, heder, overdrev, strandenge, vandløb og søer.

De lysåbne naturtyper (ferske enge, moser, kær, heder, overdrev, strandenge) udgør 80 % af naturarealet og ca. halvdelen af arealet ligger i Natura 2000 områderne. Truslerne mod disse arealer er især tilgroning og nedfald af kvælstof fra luften, som bl.a. truer næringsfattige naturtyper som højmoser og heder. En stor del af disse følsomme naturtyper udsættes for nedfald af kvælstof i en mængde, som overstiger deres tålegrænse. En

analyse af omkostningerne ved at gennemføre tilstrækkelig pleje af paragraf-3 arealerne herunder en naturvenlig drift viste, at det vil koste ca. 500 mio. kr. pr. år. Ca. 63 % af de rød-listede planter hører til i de lysåbne naturtyper.

Der er blevet færre af de sjældne plantearter og flere af de mere almindelige. Antallet af ynglefugle i det åbne land fx vibe, tornsanger og landsvale gik fra 1976 til 2001 tilbage med en fjerdedel, men der er dog sket en stabilisering i deres antal indenfor de seneste 10-15 år. Bestandene af de jagtbare arter i det åbne land er undergået store forandringer inden for de seneste 25 år. Bestanden af hare og agerhøne er gået kraftigt tilbage, mens råvildtet er gået frem. Forklaringen er formentlig, at hare og agerhøne er afhængige af det åbne land, hvor der er sket store forandringer, mens råvildtet er mere mobilt og også udnytter skovene, som er i fremgang.

Den naturlige vegetation i Danmark er blandet løvskov, hvorfor mange af de oprindelige danske vilde dyr og planter er knyttet til løvskoven. Skovene har stor betydning for den biologiske mangfoldighed, hvor mere naturlige driftsformer og et varierende træartsvalg medvirker til at øge mangfoldigheden. Udviklingen i arealet af den såkaldte naturskov har således stor betydning for arts-mangfoldigheden. Det udgør nu ca. 10 % af skovarealet. Omkring 20 % af de danske habitatområder er skovbevoksede.

Et af de seneste initiativer på naturforvaltningsområdet er forslaget om at etablere nationalparker i Danmark. Der har tidligere været en vis tilbageholdenhed bl.a. med den begrundelse, at det kunne føre til at beskyttelse af naturen udenfor nationalparkerne blev nedprioriteret. Efter anbefalinger fra OECD i 1999 og Wilhelm-udvalget i 2001 besluttede Regeringen at igangsætte 7 pilotprojekter, som skal danne grundlag for en senere beslutning om at etablere nationalparker. Pilotprojekterne gennemføres i dialog med lokalbefolkningen, og det forventes at udviklingen i det alt væsentlige baseres på frivillighed og lokal tilslutning. Planen er, at der på baggrund af arbejdet med pilotprojekterne fremsættes et lovforslag om oprettelse af nationalparker i 2006.

Jordmiljøet

Jordforureningsloven, som blev vedtaget i år 2000, fokuserer på den forurening, som udgør en trussel for grundvandet eller en aktuel trussel for sundheden dvs. arealer, hvor der i dag er børneinstitutioner, boliger eller offentlige legepladser. Kortlægning af de forurenede grunde er et centralt element i prioriteringen af indsatsen over for jordforurening. Kortlægningen sker dels udfra mistanke om forurening baseret på historiske data, og dels på baggrund af konkrete undersøgelser, som kan dokumentere, at der er en forurening. Antallet af kortlagte forurenede grunde stiger fortsat. Der var kortlagt omkring 8.000 forurenede grunde i 2001, et tal der i 2003 var steget til 16.000. Den fremtidige indsats i forhold til jordforurening er skønnet at koste i alt ca. 14 mia. kr. baseret på, at der er i alt ca. 55.000 grunde, hvor der er mistanke om forurening og 31.000 grunde, hvor der faktisk er forurening.

Pesticider

Pesticider anvendes hovedsagelig i landbruget, men også i gartneri og skovbrug og til ukrudtsbekæmpelse i haver og på offentlige arealer, fx langs jernbaner og veje.

Pesticider og deres nedbrydningsprodukter spredes i miljøet ved vinddrift, atmosfærisk transport og gennem udvaskning fra jorden. Pesticider finder man således i søer, vandløb, grundvand og regnvand. Det er potentielt giftige stoffer, som kan påvirke dyre- og plantelivet og via fødevarer og ved transport til grundvand og drikkevand indtages af mennesker.

Anvendelsen af pesticider er faldet med 58 % siden starten af 1980'erne. Som et mål for belastningen af miljøet bruger man behandlingshyppigheden, som er det antal gange en mark sprøjtes med et pesticid i den anbefalede dosering. Behandlingshyppigheden var i 2003 ca. 2,04. Den varierer en del fra år til år bl.a. pga. vejrforholdene, som har betydning for behovet for at bruge pesticider. Den er faldet med 18 % siden starten af 1980'erne.

Den seneste pesticidplan (2004-2009) har som målsætning, at behandlingshyppigheden skal reduceres til 1,7 inden 2009.

En del af de pesticider, man finder i vandløb og i grundvand, er nu forbudt og anvendes ikke længere, men de er opbobet i jorden og frigives til vandmiljøet med en vis forsinkelse. Amterne måler i enkelte prøver i vandløb så høje koncentrationer, at det ikke kan skyldes normal anvendelse af stofferne. Der er formentlig tale om spild, afløb fra vaskepladser eller lign. I 2003 var der 37 overskridelser af grænseværdier for pesticider i vandløb ud af i alt 327 fund.

5 Miljø og sundhed

Det har længe været kendt, at påvirkninger af miljøet kan betyde, at mennesker udvikler sygdomme eller får forværret en eksisterende sygdom. Forureningen er imidlertid nu blevet nedbragt så meget, at miljøpåvirkningerne af sundheden ikke er så åbenlyse som tidligere. Mange miljøpåvirkninger forekommer i koncentrationer, der ikke giver umiddelbare effekter, og effekterne kommer ofte som følge af en kombination af miljøpåvirkning og livsstilsfaktorer som rygning, kost og motionsvaner.

Beskyttelse af befolkningens sundhed er et grundlæggende princip i den danske miljølovgivning og der er sat fornyet fokus på sammenhængen mellem miljø og sundhed med Regeringens strategi 'Sund hele livet' fra 2003. Baggrunden er, at der er sket en stor stigning i en række sygdomme bl.a. astma og allergiske luftvejssygdomme og hormonrelaterede kræftformer, og man har set en faldende sædkvalitet hos danske mænd. En række miljøfaktorer mistænkes for at medvirke til stigningen herunder den omfattende anvendelse af kemiske stoffer, støj især fra trafik og luftforurening. OECD skønner at 2-6 % af alle sygdomme i Vesteuropa er miljørelaterede.

Udviklingen i miljøpåvirkningen

De miljøbetingede påvirkninger af sundheden kan være kemiske, fysiske og biologiske faktorer, som befolkningen udsættes for via produkter, fødevarer, arbejdsmiljøet, indeklimaet og det ydre miljø. Miljøpåvirkningerne fra det ydre miljø kan komme fra kemiske stoffer i luft, jord, vand og produkter, støj fra bl.a. trafikken, UV-stråling fra solen og radon fra undergrunden. Påvirkning fra sygdomsfremkaldende bakterier sker hovedsageligt via fødevarer, men de spredes tillige via jord og vand og forekomsten af resistente bakterier i miljøet giver anledning til bekymring.

Forurening af grundvand og drikkevand med især pesticider og nitrat har ført til, at drikkevandsboringer lukkes. Således er antallet af lukkede boringer steget fra 50 til 500 i perioden 1998 til 2003. Antallet af registrerede forurenede grunde er fordoblet i perioden 1987 til 2003, mens luftforureningen i byerne er faldet bl.a. ved reduktion i udledningen af svovl og kvælstofoxider. Luftforureningen, og specielt partikelforureningen, er dog fortsat en af de alvorligste miljøpåvirkninger af sundheden. Støj kan være sygdomsfremkaldende i form af forhøjet blodtryk og forværring af hjertekarsygdomme. Over 750.000 boliger er udsat for støj over den fastsatte grænseværdi og ca. 150.000 heraf er stærkt belastet. Der er sket en forværring af belastningen fra støj inden for de seneste 10 år.

Antallet af kemiske stoffer, der anvendes i produkter i Danmark, er ca. 15.000, hvilket er omkring 3 gange så mange som midt i 1990'erne. En del af de kemiske stoffer er spredt i miljøet og nedbrydes meget langsomt, som fx DDT og PCB. De kan i dag måles i fx modernælk, på trods af, at de blev forbudt for flere år siden. PCB blev bl.a. brugt som brandhæmmende stof i elektriske installationer, men det er blevet erstattet af en anden type kemiske stoffer de såkaldte bromerede flammehæmmere, som blev introduceret i starten af 1970'erne. Disse stoffer kan nu også måles i mennesker og de har vist sig også at have sundhedsskadelige effekter. I 2004 indførte Danmark et forbud mod to af de mest problematiske bromerede flammehæmmere og nye EU regler vil fra 2006 føre til begrænsninger i brugen af yderligere to stoffer.

Miljøfaktorernes indflydelse på sundheden

Det er ofte vanskeligt at påvise en entydig sammenhæng mellem bestemte miljøfaktorer og udviklingen i sundheden. Dels fordi udviklingen i sundhed påvirkes af mange forskellige miljøfaktorer, og dels fordi en række andre forhold som livsstilsfaktorer, genetisk betingede forskelle, køn, alder spiller ind. Miljøfaktorer kan være en medvirkende årsag til en række sundhedseffekter. Der er således formodninger om sammenhænge mellem miljøpåvirkning og sundhedseffekter, men præcis hvordan og hvor meget ved man ikke med sikkerhed.

Sundhedsstyrelsen anslår at ca. 10 % af alle kræfttilfælde er forårsaget af miljøpåvirkninger. De svenske miljømyndigheder har fundet frem til, at miljøpåvirkninger bidrager med 20 % til udviklingen af allergiske luftvejssygdomme og astma, hvor de øvrige faktorer er genetiske forhold, den generelle sundhedstilstand og indeklimaet.

Luftforurening kan forværre symptomer hos personer med astma, allergiske luftvejssygdomme og hjertekarsygdomme og fører hvert år til flere hospitalsindlæggelser og for tidlig død. Sundhedspåvirkningen fra luften skyldes især kvælstofoxider, små partikler og kræftfremkaldende stoffer som benzen. I de senere år har der været stor opmærksomhed på effekten af partikler. Partiklerne består af en kompleks blanding af kemiske stoffer og har forskellig størrelse. Man anser de mindste partikler, som typisk indeholder PAH'er og metaller, for at være de mest sundhedsskadelige. Der er påvist en direkte sammenhæng mellem dødelighed i byområder og koncentrationen af fine partikler. I Danmark skønnes det, at partikelforurening hvert år forårsager ca. 3.400 tilfælde af for tidlig død og over 180.000 tilfælde af luftvejslidelser og hjertekarsygdomme.

En del af partikelforureningen kan reduceres ved at montere partikelfiltre på lastbiler. Det er især relevant i byområder, hvor mange mennesker bor og færdes. Ifølge Trafikministeriets skøn vil montering af partikelfiltre på biler kunne mindske antallet af for tidlige dødsfald med 450 pr. år. Dertil kommer fald i tilfælde af luftvejslidelser og antallet af hospitalsindlæggelser som følge af hjertekarsygdomme. Der er indført en ordning, som giver økonomisk støtte til montering af partikelfiltre, og der er ifølge færdselsloven mulighed for at etablere særlige zoner i byerne, hvor der er skærpede miljøkrav fx krav om, at lastbiler skal have monteret partikelfiltre for at køre i området. En sådan ordning har været under planlægning i København, men har endnu ikke kunnet gennemføres.

Effekter af hormonforstyrrende stoffer har påkaldt sig stor opmærksomhed de senere år, fordi skader på hormonsystemet kan medføre omfattende sundhedsproblemer. De hormonrelaterede sundhedseffekter er inden for de seneste 30-40 år steget markant. Det drejer sig om brystkræft, prostatakræft, et stigende antal drengebørn, som er født med misdannede kønsorganer, og det faktum at danske mænd har den dårligste sædkvalitet, der er målt i verden. Sædkvaliteten hos danske mænd er faldet med 50 % fra 1938 til 1990. Der er konstateret sammenhænge mellem forekomst af hormonforstyrrende stoffer i naturen og effekter på dyr, ligesom laboratorieundersøgelser har dokumenteret sådanne sammenhænge. Nye undersøgelser indikerer, at de hormonrelaterede sundhedspåvirkninger af mennesker finder sted i fosterstadiet. De hormonforstyrrende stoffer er fx phthalater, dioxiner, PCB'er, DDT og visse former for medicin til mennesker og dyr.

Dansk og international indsats for at beskytte befolkningens sundhed

Danmark har siden 2003 haft en strategi for en samlet indsats for at nedbringe miljøfaktorers påvirkning af sundheden. Den fokuserer på helbredseffekter, hvor miljøfaktorer antages at bidrage til sygdommene, som allergi og luftvejssygdomme, hormonforstyrrende effekter, samt helbredseffekter af støj. Den sigter på at nedbringe befolkningens udsættelse for farlige kemiske stoffer, nedbringe luftforurening og støj, sikre rent drikkevand og forureningsfri fødevarer. Et af de markante mål i

strategien er det såkaldte generationsmål som siger at: 'I 2020 er der ikke produkter eller varer på markedet, som indeholder kemikalier med stærkt problematiske sundheds- eller miljøeffekter'. Den danske indsats påvirkes også af EU's nye strategi for miljø og sundhed, som blev vedtaget næsten samtidigt med den danske. I europæisk sammenhæng lægges der i første omgang vægt på allergi, astma og luftvejssygdomme hos børn, hjerne-skader, kræft hos børn og hormonforstyrrende effekter.

6 Danmark og det globale miljø

Danmark sammenlignet med andre lande

Danmark er kommet langt med at løse en række miljøproblemer fx med at rense spildevandet, sætte filtre på skorstenene og bruge færre giftige sprøjtemidler i landbruget. Men Danmark er samtidigt et af de lande i verden, der har det højeste forbrug af varer, ressourcer og energi, som fører til en miljøbelastning ikke kun i Danmark, men også uden for landets grænser.

En sammenligning mellem de europæiske landes miljøforhold inden for 15 forskellige områder viser, at Danmark klarer sig bedre end gennemsnittet inden for 5 ud af de 15 områder, og dårligere end gennemsnittet for 6 områder. Danmark ligger samlet set under gennemsnittet ligesom Tyskland, mens fx Polen, Sverige og Italien ligger over EU-gennemsnittet. Det er områder som udslip af drivhusgasser, forsurende stoffer og ammoniak fra landbruget, persontransport pr. indbygger og ressourceforbrug, hvor Danmark klarer sig dårligere end gennemsnittet.

Målt pr. indbygger har Danmark et af verdens højeste udslip af drivhusgasser kun overgået af USA, Canada og de olieproducerende lande i Mellemøsten. Det skyldes, at vores energiproduktion hovedsageligt er baseret på olie, naturgas og kul, og at vi har et relativt højt energiforbrug og eksporterer el. Det har betydning for vores muligheder for at nå Kyoto-målsætningen, hvor Danmark er et af de europæiske lande, der på nuværende tidspunkt ser ud til at have sværest ved at nå sit mål. Men Danmark er også et af de lande, som har forpligtiget sig til en stor reduktion. Udviklingen i persontransporten er stort set den samme i Danmark som i de øvrige europæiske lande, idet den stiger nogenlunde i samme takt som den økonomiske vækst, men danskerne kører længere end man gør i de øvrige europæiske lande.

Det danske landbrug er meget intensivt og kan i europæisk sammenhæng sammenlignes med Holland. Men hvor Holland har haft en faldende svineproduktion og et kraftigt fald i udslippet af ammoniak, er Danmarks produktion af svin steget, og faldet i udslippet af ammoniak er mere moderat. Danmark har i sammenligning med de øvrige europæiske lande den højeste andel af landbrugsarealet, som dyrkes økologisk.

Danmark i den globale sammenhæng

Varer, ydelser og arbejdskraft udveksles i stigende omfang over landegrænserne, således er verdenshandlen steget med 270 % siden 1980. Den globale samhandel betyder, at miljøpåvirkningen fra mange varer og industrier har en global karakter. Produktion og miljøpåvirkning foregår et andet sted end der, hvor varerne forbruges. En række miljøbelastende industrier findes stort set ikke mere i Danmark. Det gælder fx skibsværfter, garverier, papirmøller og gødningsfabrikker. Produktionen sker i stedet for i lande, hvor produktionsomkostningerne typisk er lavere. Hvilke konsekvenser det har for miljøet og danskernes belastning af det globale miljø, ved vi ikke, for der findes ikke et samlet billede af den miljøbelastning, der følger med produktionen af varer til det danske marked. Vi ved dog, at varer der er produceret i EU er underlagt samme miljøregulering som den danske, mens varer fra udviklings- og lavtlønslande produceres under mindre strenge miljøkrav.

Der findes forskellige metoder til at opgøre et lands samlede miljøpåvirkning. De giver ikke nødvendigvis det samme billede, da de har forskelligt udgangspunkt og forudsætninger. Et eksempel er opgørelse af det samlede ressourceforbrug, som er vægten af de varer og ressourcer, som et land bruger. Danskerne bruger ca. 31 tons materialer om året pr. indbygger. I Europa er dette kun overgået af Norge (pga. olie) og Finland (pga. skovdrift), mens gennemsnittet for EU er 16 tons. Et fald i materiale forbrug samtidigt med en økonomisk vækst er et signal om ændring i produktionsstrukturen i et land hen imod en mindre andel materialeforbrug og større andel tjenesteydelser. I Danmark steg materialeforbruget imidlertid med 16 % fra 1990 til 2001.

Det økologiske fodspor er en anden metode, som illustrerer det samlede areal, der kræves for at dække et lands forbrug. I 2001 blev det økologiske fodspor beregnet til 6,4 ha for hver dansker. Det svarer til, at den danske befolkning beslaglægger et areal på 34 mio. ha, hvilket er ca. 8 gange mere end Danmarks areal. USA og de olieproducerende lande i Mellemøsten har de største fodspor i verden pr. indbygger. Gennemsnittet for verden er 2,2 ha pr. indbygger. Det økologiske fodspor er reelt set et regneeksempel, hvis forudsætninger kan kritiseres. Ikke desto mindre antyder eksemplet det samme som en række andre forhold, at vores ressourceforbrug og miljøpåvirkning ikke er bæredygtig.

En helt anden type indeks er det såkaldte ESI: Environmental Sustainability Index, hvor 76 forskellige miljøforhold som miljøkvalitet, forurening, menneskers sundhed, miljøforvaltning, sociale forhold, økonomisk velstand og global deltagelse, sammenvejes af Columbia University, USA til et samlet indeks for miljømæssig bæredygtig udvikling. Her er Danmark nr. 26 ud af 147 lande. En høj befolkningstæthed, et stort ressourceforbrug og lille naturareal trækker fra, mens fx effektiv miljøregulering og et højt vidensniveau tæller på plus siden for Danmark. Lande som Finland og Norge ligger højt på listen, bl.a. fordi de har en lav befolkningstæthed og store naturarealer.

Danmark i international sammenhæng

Miljøpolitik er i dag i vidt omfang et internationalt anliggende. Efter FN's Verdenstopmøde om miljø og udvikling i Rio de Janeiro i 1992, som blev fulgt op af Johannesburg topmødet i 2002, er der vedtaget en række globale miljøkonventioner fx om beskyttelse af biodiversitet, reduktioner i udslippet af drivhusgasser og en række konventioner på kemikalieområdet. Danmarks internationale profil på miljøområdet er dels et resultat af den aktive politik, som Danmark fører, eksempelvis vores deltagelse i det internationale miljøsam arbejde og udviklingsbestand på miljøområdet, dels en følge af, at Danmark fremstår som et land, hvor højt velstandsniveau er kombineret med effektiv miljøregulering.

Danmarks rolle som forbillede er tydelig, når det handler om effektiv miljøregulering og udvikling og fremme af miljøteknologier som spildevandsrensning og vindmøller. Men profilen som forbillede er ikke entydigt positiv, idet forbrugersamfundet med et højt forbrug af materielle goder giver et stort forbrug af energi og råstoffer og fører til miljøpåvirkninger uanset effektive miljøteknologier.

Udviklingslandene ønsker en økonomisk velstand som de industrialiserede lande, og der vil forhåbentlig ske en stadig udvikling og overførsel af miljøteknologier, så det sker uden, at presset på miljø og ressourcer stiger til et uacceptabelt niveau. Formålet med den danske miljøbistand er at bidrage til, at udviklingslandene tilegner sig viden om miljøområdet, og integrerer miljøhensyn i den økonomiske udviklingsproces, så de slipper for de fejltagelser, som de industrialiserede lande har begået. Danmark besluttede i 1994 at prioritere dette område, og hævede miljøbistanden fra 100 mio. kr. i starten af 1990'erne til knap 2 mia. kr. i 2001. Siden er miljøbistanden blevet reduceret til under det halve.

7 Natur, miljø og økonomi

Den omfattende viden, som en miljøtilstandsrapport giver om naturens og miljøets tilstand, indgår som et vigtigt input når konkret natur- og miljøpolitik skal fastlægges af beslutningstagerne. Men derudover er der andre faktorer, der er væsentlige at inddrage før beslutningerne træffes, fx etiske overvejelser, økonomiske konsekvenser og internationale forpligtelser.

En samfundsøkonomisk analyse forsøger at opregne alle samfundets fordele og ulemper ved et projekt eller en politik, både de velfærdseffekter, der omsættes på et marked, og dem der ikke omsættes på et marked. Derfor kan denne type analyser, sammen med det videnskabelige vidensgrundlag og etiske værdier, være et vigtigt input til den prioritering beslutningstagerne skal foretage. Samfundsøkonomisk analyse kan udføres på flere forskellige niveauer. Inden for natur- og miljøområdet kan det fx være analyserne af, hvordan man mest effektivt får løst et specifikt miljøproblem, eller hvordan man kan prioritere på tværs af miljøproblemer. Det er også muligt for samfunds-

økonomisk analyse at udvide horisonten til at sammenligne på tværs af samfundssektorer, eller for den sags skyld mellem lande og over tid.

Jo mere analyserne bliver bredt ud, desto større bliver informationskravet dog. Det stiller derfor store krav til udførelsen og til tolkningen af resultaterne fra analysen. Det er således vigtigt, at der er overensstemmelse mellem på den ene side sikkerheden og kvaliteten i de enkelte analyser og på den anden side den betydning analyserne tillægges i beslutningsgrundlaget. Dette gælder dog både samfundsvidenskabelige og naturvidenskabelige analyser. Samfundsøkonomiske analyser kan med andre ord være med til at besvare vigtige spørgsmål i natur- og miljøpolitikken, men har altså samtidig også sine begrænsninger.

Økonomisk analyse inden for miljøområdet

En omkostningseffektivitetsanalyse er den mest velegnede samfundsøkonomiske analyse, når det drejer sig om at løse et konkret miljøproblem og effektivisere indsatsen over for problemet. Denne analyse kan identificere hvilken strategi, der kan opnå en given miljøgevinst med færrest mulige ressourcer. Men det kan ikke alene ud fra denne analyse afgøres, hvor vigtigt problemet er sammenlignet med andre miljøproblemer, ligesom man ikke kan afgøre, om et tiltag overhovedet er en samfundsmæssig god ide.

Til dette formål kan i stedet benyttes en cost-benefit analyse, der først og fremmest kan vurdere, om de samfundsøkonomiske fordele ved et enkelt projekt står mål med omkostningerne. Men den kan også sige noget om, hvor stor en given indsats bør være, samt noget om den relative vigtighed af forskellige miljøproblemer, og derfor om det ene eller andet natur- og miljøprojekt skal gennemføres først. Metoden har dog også sine begrænsninger, bl.a. som følge af dens teoretiske grundlag. Dette er et argument for, at den kun kan være et af flere input til en prioriteringsproces.

Sammenligning af miljøområdet med andre samfundssektorer

Samfundsøkonomisk cost-benefit analyse bliver oftest brugt til at sammenveje de forskellige typer af samfundsmæssige gevinster og omkostninger i forbindelse med enkeltprojekter. Hvis man ønsker at fordele samfundets ressourcer i overensstemmelse med, hvor de kan give størst mulig samfundsmæssig nytte, kan man principielt lave cost-benefit analyser på alle områder. Resultaterne vil herefter kunne bidrage til en prioritering mellem områderne.

Når man bevæger sig op på et så overordnet niveau som sammenligning af forskellige samfundssektorer, er der i endnu højere grad mange hensyn at tage og mange mulige kriterier at prioritere ud fra. Når der ydermere introduceres flere mulige fejlkilder og usikkerheder pga. det overordnede niveau, er det klart, at cost-benefit analysen har sine begrænsninger som prioriteringsinstrument på dette plan. Dette gælder dog for alle prioriteringsmekanismer anvendt på dette niveau.

Miljøeffekternes geografiske og tidsmæssige fordeling

For mange miljøproblemer gælder det, at de er grænseoverskridende. Men det kan være en vanskelig opgave at inddrage disse effekter på passende vis i beslutningsgrundlaget. Det kræver nemlig et stort informationsgrundlag, og der vil derfor være store usikkerheder forbundet med analyser, der prøver at dække internationale effekter af forurening. Dette er en af grundene til, at der ofte laves nationale afgrænsninger i samfundsøkonomiske analyser, med de muligheder og begrænsninger dette medfølger. Hvis man foretager en national afgrænsning i forbindelse med samfundsøkonomiske analyser af et projekt, der har effekter ud over den danske grænse, bør man dog som minimum foretage en beskrivelse af de internationale konsekvenser.

Når der skal prioriteres inden for natur- og miljøområdet, er det ofte et spørgsmål om hvordan man skal handle her og nu i forhold til i fremtiden. I samfundsøkonomiske analyser behandles spørgsmålet om fordeling over tid som regel via brug af en diskonteringsrate. Baggrunden herfor er bl.a. en forventning om, at fremtidige generationer er rigere, end vi er nu. Diskonteringsprocessen sætter fokus på, at det kan være nødvendigt at prioritere projekter med mere umiddelbare fordele frem for projekter med fremtidige gevinster, men med store omkostninger nu og her. Diskontering ud over den nære fremtid er dog kontroversiel, bl.a. fordi fremtidige generationers ønsker og behov ikke kendes, og fordi estimater af omkostninger og gevinster på meget langt sigt uvægerligt vil være meget usikre.

Indledning

Danmark udgiver hvert fjerde år en samlet beskrivelse af udviklingen i tilstanden for natur og miljø. Den bærende ide for 'Natur og miljø 2005' er at beskrive vekselvirkningerne mellem samfund og miljø. Vi har lagt vægt på at give et overblik over den nuværende tilstand, beskrive udviklingstendenserne, forklare årsagerne til udviklingen og vurdere effekten af miljøinitiativer. Dette bidrager til at skabe klarhed og overblik for politikere, interesseorganisationer og interesserede borgere, og er en vigtig del af det faglige grundlag for miljøpolitikken i Danmark.

Siden år 2000 har udgivelsen af miljøtilstandsrapporten været lovfæstet som et led i den danske implementering af Århus konventionen, som forpligter de deltagende lande til at udgive en rapport om miljøets tilstand med jævne mellemrum. 'Natur og Miljø 2005' er den fjerde rapport i rækken af danske miljøtilstandsrapporter. Rapporten har været i høring i to omgange, først i form af en synopsis og siden som et udkast til den samlede rapport. Høringen bidrog med værdifulde kommentarer, som i vidt omfang er indarbejdet i rapporten.

'Natur og miljø 2005' er på væsentlige områder en fornyelse i forhold til den seneste miljøtilstandsrapport fra 2001. Tre af rapportens områder er nye eller udbygget så meget, at de denne gang har fået et selvstændigt kapitel. Det drejer sig om kapitlerne 'Miljø og sundhed', 'Danmark og det globale miljø' og 'Natur, miljø og økonomi'. Sidstnævnte er forfattet af Institut for Miljøvurdering.

Siden den seneste rapport fra 2001, er der udarbejdet en lang række strategier og handlingsplaner på centrale dele af miljøområdet. Det drejer sig om strategien for miljø og sundhed, Regeringens klimastrategi fra 2003, Affaldsstrategi 2005-08, Handlingsplanen for biologisk mangfoldighed og

naturbeskyttelse 2004-2009, Pesticidplan 2004-2009, Vandmiljøplan III og Miljømålsloven, som er Danmarks udmøntning af EU's Vandrammedirektiv og Habitatdirektiv. Disse strategier og handlingsplaner er omtalt i rapporten, og det baggrundsmateriale, der er udarbejdet i forbindelse med formuleringen af strategierne og handlingsplanerne, er afspejlet i de relevante afsnit. Det har imidlertid ikke været en del af formålet for denne faglige rapport at give en nærmere beskrivelse og vurdering af strategier og handlingsplaner – udover at beskrive de opstillede mål, fremdriften hen imod at nå målene, og i relevante tilfælde at redegøre for om målene er nået.

I international sammenhæng, og især i forhold til EU, fungerer DMU som referencecenter for rapportering af miljøets tilstand, og de informationer og sammenstillinger, som præsenteres i rapporten, indgår derfor også som en del af det informationsgrundlag det Europæiske Miljøagentur (EEA) benytter. Den næste europæiske Miljøtilstandsrapport udkommer i efteråret 2005. Danmark bidrager ligeledes til arbejdet med den Nordiske bæredygtighedsstrategi, som revideres i 2005.

Rapportens emner

Rapporten er opdelt i syv kapitler. Det første handler om hvordan udviklingen i samfundet påvirker miljø og natur. I beskrivelsen af denne påvirkning har vi valgt en tre deling, som opdeler økonomien i 1) de primære erhverv, som landbrug, skovbrug, fiskeri, og råstofindvinding, 2) de sekundære erhverv, som forarbejder de primære erhvervs materialer til produkter og varer, og endelig 3) forbruget, som ved sin efterspørgsel har stor indflydelse på miljøpåvirkningerne.

De tre næste kapitler, omhandler luft, vand og landets miljø og natur. Kapitlet om luft beskriver også klima-

forandringer. Kapitlet om landets miljø og natur indeholder et samlet afsnit om pesticider, som omfatter anvendelse og forekomst i fx vandmiljøet. Det femte kapitel beskriver sammenhængene mellem miljø og sundhed og er en nyskabelse som et selvstændigt kapitel. Det gælder også det sjette kapitel, som beskæftiger sig med Danmark i en international sammenhæng på miljøområdet. Her analyseres såvel hvordan Danmark udvikler sig på miljøområdet sammenlignet med andre lande, som hvordan vi danskere påvirker miljøet i andre lande. Det sidste kapitel handler om samfundsøkonomisk analyses mulige rolle i fastlæggelsen af natur- og miljøpolitik og er som nævnt forfattet af Institut for Miljøvurdering.

Rapportens mål er at beskrive vekselvirkningen mellem samfund og miljø og at gøre det ud fra en opfattelse af sammenhængen mellem samfundsaktiviteter og miljøpåvirkninger, som er illustreret i den såkaldte DPSIR model. Denne model, som oprindeligt er udviklet på initiativ af EEA, beskriver samspillet mellem miljøtilstanden, de menneskeskabte påvirkninger, samt de bagvedliggende direkte og indirekte drivkræfter. Modellen illustrerer også, at der er tilbakelkoblinger fra tilstanden til samfundet både i form af generelle miljøpolitiske initiativer, og i form af initiativer rettet mere konkret mod de enkelte sektorer, som påvirker miljø som fx landbrug, transport, energi og industri.

Rapportens udgangspunkt er miljø og natur. Det sociale miljø og arbejdsmiljøet er ikke omfattet af rapporten

Geografisk set omfatter rapporten Danmark, mens de øvrige dele af Rigsfællesskabet, Færøerne og Grønland, ikke er med. Ved sammenligninger med andre lande har vi især inddraget de øvrige EU lande.

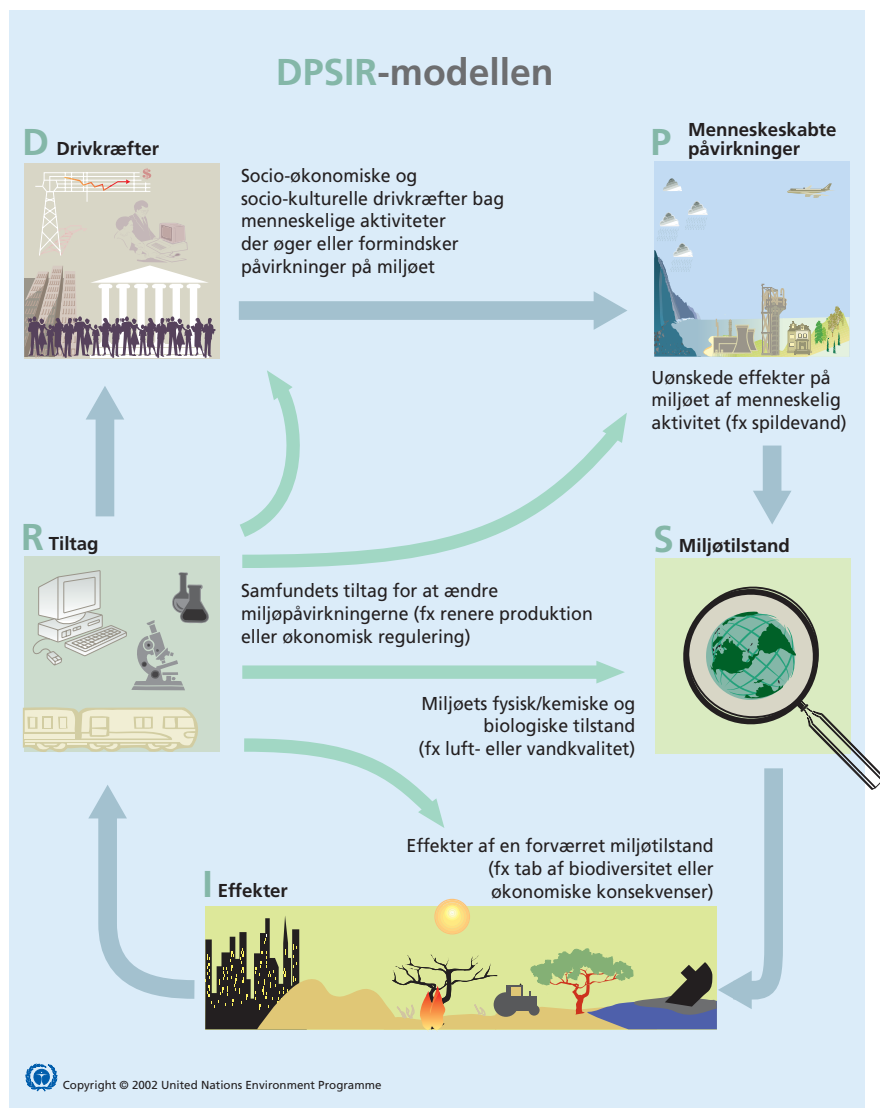
Data og viden bag rapporten

Rapportens oplysninger er baseret på mange års forskning og overvågning, og på kontrollerede statistiske data. Rapporten er udarbejdet frem til juni 2005. Rapportens videns- og datagrundlag er derfor data og rapporter, der fandtes frem til 1. juni 2005. Derefter er kun udvalgte dataserier og informationer blevet opdateret. Det betyder, at de seneste data i rapporten som hovedregel er fra 2003, men at der også er enkelte oplysninger fra 2004.

På internettet vil rapporten og de bagvedliggende data kunne findes på Danmarks Miljøundersøgelers hjemmeside, <http://www.dmu.dk>.

En ordbog med forklaringer til anvendte fagudtryk findes på: <http://www.dmu.dk/Miljøordbog/>.

Principskitse af den såkaldte DPSIR model som beskriver samspillet mellem miljøtilstanden (S), de menneskeskabte påvirkninger (P), samt de bagvedliggende direkte og indirekte drivkræfter (D). Koblingen mellem miljøtilstand og samfund kan beskrives ved de miljømæssige målsætninger og tiltag (R) som iværksættes for at imødegå uønskede effekter og konsekvenser.



Samfundets miljøpåvirkninger

Miljøbelastning fra produktion er faldende, mens påvirkningerne fra transport og forbrug får stigende betydning. På nogle områder er der sket en afkobling, idet tidligere tiders sammenhænge mellem økonomisk vækst og stigende miljøbelastning er brudt. Det skyldes teknologiske ændringer i produktionen og en målrettet miljøpolitik. Det intensive landbrug, forbruget af ressourcer og trafikken presser dog fortsat miljøet.





1.1 Indledning

Dette kapitel belyser, hvordan udviklingen i samfundet påvirker miljøets og naturens tilstand – herunder både negative effekter og positive resultater af strategier og planer. Vigtige begreber som 'afkobling' af økonomisk vækst fra miljøbelastning behandles, og udviklingen belyses med konkrete data og indikatorer. Beskrivelsen danner baggrund for behandlingen af de mere specifikke miljø- og naturmæssige tendenser i rapportens følgende kapitler.

Aktiviteterne i samfundets økonomiske sektorer behandles her i tre brede grupper: primærproduktion, forarbejdning og distribution samt forbrug. Disse grupper af aktiviteter har forskellige konsekvenser for miljø og natur, og de udvikler sig også temmelig forskelligt.

Primærproduktionen (landbrug, skovbrug, fiskeri og råstofindvinding) griber direkte ind i naturen ved at bruge biologiske og mineralske ressourcer og sætte dem i kredsløb i samfundet. Primærproduktionen har et stort fysisk omfang, mens den har faldende betydning for beskæftigelsen og for væksten i den nationale økonomi (se afsnit 1.3).

Forarbejdning og distribution (energi, industri og godstransport) skaber nye materialer og produkter ud fra primærproduktionens råvarer og fordeler dem ud i samfundet. Den teknologiske og markedsmæssige udvikling bidrager til stadige ændringer i produktionen og dermed i miljøbelastningen.

Forbrug bidrager også til belastning af miljøet fx i forbindelse med husholdningernes kemikalie- og transportforbrug samt produktion af affald. Dertil kommer, at forbruget skaber den efterspørgsel, som i sidste instans bestemmer aktiviteten i den primære produktion og forarbejdning.

I afsnit 1.2 introduceres nogle generelle begreber og sammenhænge. I de tre følgende afsnit beskrives først nogle centrale udviklingstræk for hver af de tre grupper af aktivitet. Derefter vurderes disses betydning for miljø og natur. Afsnit 1.6 sammenfatter tendenserne.



1.2 Samfundets rolle i påvirkning af miljø- og naturtilstanden

Udviklingen i samfundet indvirker på miljøets og naturens tilstand. Forandringer i befolkningens størrelse og sammensætning, i produktion og i forbrug er nogle af de drivkræfter, der fører til pres på miljøet. Der er imidlertid mange led mellem de samfundsmæssige drivkræfter i den ene ende og miljøeffekter i den anden. Her spiller miljø- og naturpolitikken en stor rolle, men det gør begivenheder og beslutninger inden for områder som handel, trafik, energi, landbrug og byudvikling også. Der er således ikke en simpel, direkte sammenhæng mellem samfundsudvikling og miljøproblemer.

Som nogle eksempler på de komplekse samspil mellem samfund og miljø kan nævnes:

- Et øget forbrug af energi vil trække i retning af øget udslip af drivhusgasser, men når produktionsmåder og teknologi samtidig effektiviseres, kan nettoresultatet i stedet være et fald i udslippet. Reelt er det danske energiforbrug (målt som endeligt forbrug) vokset med

6 % siden 1990, mens CO₂-udslippet er faldet med 15 % (korrigeret for klima og udenrigshandel).¹

- En svagt voksende befolkning øger i sig selv kun belastningen på miljø og natur en smule, men når forbruget pr. indbygger samtidig stiger, bliver presset på arealer og ressourcer forstærket. I praksis er befolkningen i Danmark kun vokset med 5 % fra 1981 til 2003, mens fx boligarealet er øget med 19 % i samme periode.²
- En stigende globalisering bidrager til at fjerne årsager til miljøpåvirkningerne (produktion, forbrug) fra disses effekter på natur, sundhed og velfærd. Fx anvender dansk industri som følge af regulering stort set ikke længere bly i fremstilling af glas og maling, mens dette stadig sker i flere af de lande som Danmark importerer fra.³ Miljøbelastningen er dermed reduceret i Danmark, mens det er mere usikkert om det har ført til en mindsket global forurening (se afsnit 6.4).
- Opfattelsen af miljøproblemerne påvirkes af holdninger og mediernes

behandling af stoffet. Mange vælger fx at købe økologiske fødevarer ud fra sundhedsmæssige betragtninger, selvom hovedformålet med økologisk jordbrug er at tilgodese natur og dyrevelfærd, og at der indtil videre er mindre dokumentation for de sundhedsmæssige fordele.^{4,5}

Afkobling

Historisk set har økonomisk vækst og stigende miljøbelastning været tæt koblet. Økonomisk vækst er en central størrelse, som kan øge presset på natur og miljø. Men presset kan modvirkes af den selvsamme vækst, hvis den fx fører til brug af mere miljøeffektiv teknologi. Vækst i befolkning og økonomi fører altså ikke nødvendigvis til forstærkede miljøproblemer i Danmark.

Man taler om, at samfunds- og miljøudvikling kan 'afkobles' fra hinanden, dvs. at sammenhængen mellem dem brydes. Der tales om miljømæssig afkobling hvis en bestemt aktivitet stiger uden at miljøbelastningen samlet set følger med. Miljømæssig afkobling kan fx opnås gennem skift til tekno-

logier eller produktionsformer, som er mindre ressourceforbrugende, eller gennem ændrede forbrugsvaner over mod mere miljøvenlige produkter og tjenesteydelser.

At sikre en afkobling af sammenhængen mellem økonomisk vækst og miljøpåvirkning er et politisk mål både i Danmark og en række andre lande. Dette afspejles bl.a. i Danmarks nationale strategi for bæredygtig udvikling "Fælles Fremtid – udvikling i balance" fra 2002.⁶ Som et langsigtet pejlemærke stiler Danmark mod at opnå en samlet begrænsning af forbruget af ressourcer til en fjerdedel (25 %) af det nuværende. Der er ikke sat et konkret årstal på, hvornår dette skal være nået.

Der kan inden for den enkelte sektor være tale om afkobling mellem miljøbelastning og økonomi for nogle aktiviteter, men ikke for andre. For eksempel vokser godstrafikken med lastbiler herhjemme langsommere end den økonomiske vækst.⁷ Det omvendte gør sig imidlertid gældende for personbilerne. Her overhaler trafikken faktisk økonomien. Det er altså vigtigt at se nærmere på de specifikke aktiviteter, hvis man vil forstå udviklingen bag miljøpåvirkningerne.

Boks 1.1 Afkobling

Miljømæssig afkobling betyder, at der er en øget samfundsaktivitet uden, at det resulterer i voksende miljøbelastning.

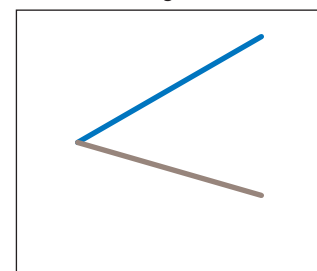
Miljøafkoblingen betegnes som absolut, hvis miljøbelastningen falder, mens aktiviteten stiger.

Afkoblingen er relativ, hvis belastningen blot stiger langsommere end aktiviteten.

Der er ikke noget entydigt kriterium for, hvad afkobling skal måles i, men oftest fokuseres på afkobling mellem økonomisk vækst og belastninger af miljøet. Man kan også se på sammenhængen mellem befolkningsvækst og miljøbelastning. Endelig kan man måle afkobling i forhold til ændringer i miljøeffekterne eller naturtilstanden i stedet for blot belastningen. Dette vil dog ofte være metodisk vanskeligere at gennemføre.

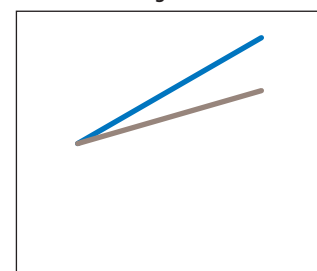
I forbindelse med landbrugsstøtte benyttes begrebet afkobling i en helt anden betydning – nemlig som udtryk for at støtten ikke længere kobles til produktionsomfanget.

Absolut afkobling



Tid

Relativ afkobling



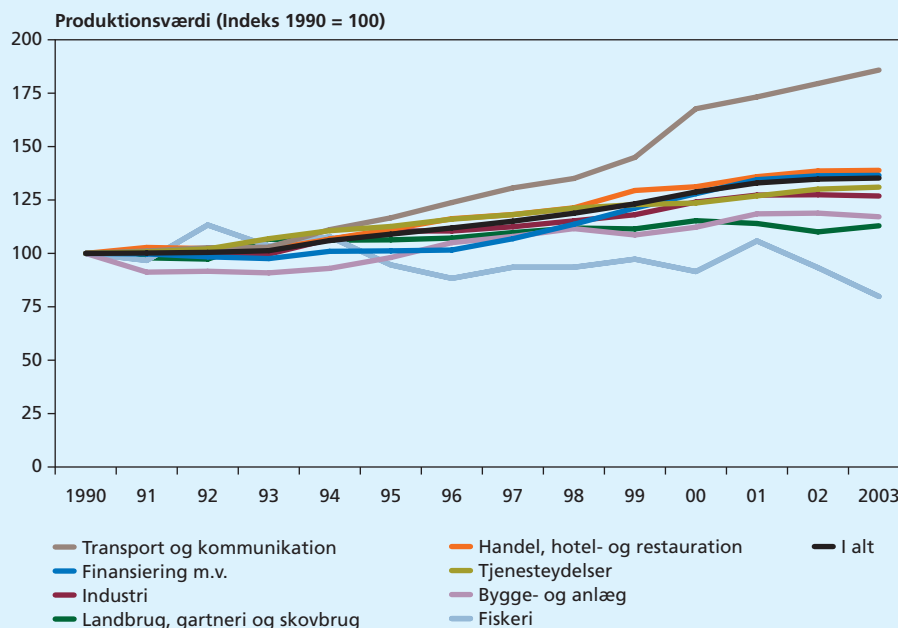
Tid

— Samfundsaktivitet
— Miljøbelastning

Figur 1.1

Produktionsværdien i Danmark er steget mest for transport og kommunikation, mens primære erhverv som landbrug og fiskeri har oplevet et fald eller en lavere vækst end gennemsnittet.

Kilde: Danmarks Statistik, 2004.⁹



Integration af miljøbeskyttelsen

Samfundssektorerne er ikke blot kilde til forskellige miljøproblemer. De danner også ramme for løsninger på dem. Hvor miljøpolitikken tidligere i stort omfang blev 'klistret på' for at afbøde skadevirkninger af produktion og forbrug, søges miljøbeskyttelsen i dag i langt højere grad integreret i udviklingen i den enkelte sektor. Det være sig i form af miljøvenligt eller økologisk jordbrug, vedvarende energikilder, renere industriprocesser eller miljøprioriteret trafikplanlægning.

Man taler om 'integration af miljøbeskyttelsen'. Miljøintegration i sektorer og samfundsøkonomi indebærer, at miljøforhold behandles på lige fod

med andre hensyn. Miljøintegration er et centralt princip i dansk miljøpolitik.^{10, 6}

Økologisk effektivitet

En simpel indikator på vellykket miljøintegration kan være øget 'økologisk effektivitet'. Økologisk effektivitet vil sige, at miljøbelastningen pr. produceret eller forbrugt enhed mindskes (fx reduceret CO₂-udslip pr. kørt kilometer, eller reduceret ammoniakafdampning pr. produceret slagtesvin). Øget økologisk effektivitet kan medvirke til at muliggøre miljømæssig afkobling, hvis tilstrækkelig mange individuelle teknologier eller produkter miljøeffektiviseres.

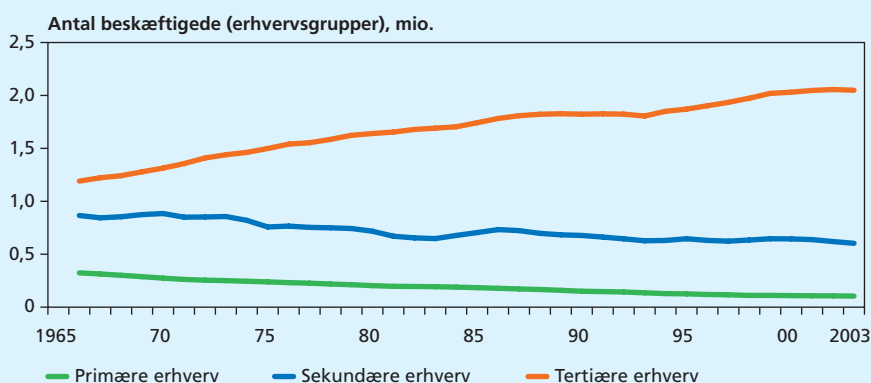
Effektivisering er dog ikke altid tilstrækkelig til, at de overordnede miljømål for fx beskyttelse af klima, vandmiljø og menneskers sundhed kan nås. Hvis aktiviteten vokser så hurtigt, at miljøeffektiviseringen bliver 'spist op', kan der være behov for en yderligere indsats. Øget effektivitet kan endog i nogle tilfælde stimulere til et voksende forbrug, når fx mere energieffektive biler gør det billigere at køre længere.

Boks 1.2 Miljøintegration

Miljøintegration betyder, at miljøforhold tages med i betragtning fra begyndelsen af en given aktivitet og behandles på lige fod med andre hensyn. Miljøhensyn kan fx være integreret i målsætningerne for den generelle økonomiske politik (tværgående integration) eller i strategier indenfor de enkelte sektorer (sektorintegration).

Sektorintegration indebærer, at de planer og politikker, som udvikles indenfor sektorer (landbrug, trafik, energi, mv.) tager miljøforhold med i betragtning fra starten og behandler dem på lige fod med andre hensyn, såsom beskæftigelse, eksport eller regional udvikling. Gennem sektorintegration kan sektorerne bidrage til at forebygge miljøskaderne inden de opstår. I bedste fald kan tidlig integration af miljøhensyn medvirke til at fremme den teknologiske udvikling og øge konkurrenceevnen.

Tværgående integration kan omfatte inddragelse af miljøhensyn i generelle økonomiske styringsmidler såsom skatter og afgifter, eller ved udvikling af tværgående procedurer for privat eller offentlig beslutningstagning (grønne regnskaber, grøn indkøbspolitik, miljøledelse, mv.).



Figur 1.2

Den langsigtede strukturændring i den økonomiske aktivitet afspejles i beskæftigelsen og har også betydning for karakteren af de miljømæssige påvirkninger. Beskæftigelsen i hhv. primære og sekundære erhverv svarer omtrent til inddelingen i primærproduktion og forarbejdning i dette kapitel. Tertiære erhverv omfatter privat og offentlig service mv.

Kilde: Danmarks Statistik, 2004.⁸



1.3 Primærproduktion under forandring

Landbrugsproduktionen intensiveres

Landbrug er landets arealmæssigt største erhverv, men det har faldende betydning hvad angår produktionsværdi og beskæftigelse. Danmarks fødevarerindustri spiller fortsat en stor rolle for bl.a. eksporten. Landbruget udvikler sig i retning af specialisering og intensivering bl.a. som følge af konkurrencen på markedet. De seneste år er udviklingen i landbruget fortsat i retning af et faldende antal bedrifter, et stigende arealforbrug og mange steder en mere intensiv udnyttelse af de arealer og ejendomme, som er i produktion.

Landbruget dyrker i dag nogenlunde samme mængde afgrøder som for 15 år siden, men på et mindre areal. Hvede og byg er de største afgrøder. Ca. 70 % af planteproduktionen anvendes som dyrefoder. Svineproduktionen er dominerende på husdyrsiden. Der slægtes omkring 22 mio. svin pr. år i Danmark, men yderligere 2 mio. eksporteres levende.¹¹ Specialisering og intensivering er ret markant i svine- og kvægproduktionen.¹²

Landbrugets påvirkning af miljøet sker grundlæggende, fordi dyrkningen griber ind i landskabet, vandmiljøet og det naturlige plante- og dyreliv.

Ved intensiv dyrkning reduceres artsvariationen på det dyrkede areal, og der kan tabes næringsstoffer (kvælstof, fosfor) og sprøjtegifte til omgivelserne i et omfang, som påvirker kvaliteten af vandmiljø og natur. Intensivt landbrug er også forholdsvis energikrævende. Endvidere bidrager landbruget til påvirkning af klimaet gennem udslip af metan (fra husdyr og gødning) og lattergas (fra omsætning af kvælstof). Landbruget tegner sig derigennem for omkring 15 % af det samlede danske udslip af drivhusgasser.

Intensivering af landbrugsdriften har tidligere været stærkt medvirkende til at øge miljøbelastningen. Denne sammenhæng er til dels blevet brudt som følge af en ændret landbrugspraksis. Produktion og miljøpåvirkning er i vidt omfang blevet afkoblet. Denne omlægning er fremmet især gennem en række miljøhandlingsplaner siden midten af 1980'erne samt gennem reformer af EU's landbrugspolitik. Overskuddet af næringsstoffer på markerne er i denne periode reduceret med 35 %, og udvaskningen af kvælstof med omkring 48 %.¹⁴ De

Tabel 1.1

Udvalgte indikatorer på landbrugets specialisering og intensivering.
Kilde: Dansk Landbrug, 2004¹¹ og Danmarks Statistik, 2004.¹³

	1990	2003
Dyrket areal	2.771.000 ha	2.661.000 ha
Beskæftigelse (landbrug og gartneri)	138.419	94.360
Antal bedrifter	79.338	48.613
Produktion af oksekød	219 mio. kg	161 mio. kg
Produktion af svinekød	1.300 mio. kg	1.900 mio. kg
Andel bedrifter med både kvæg og svin	18,2 %	6,9 %

hidtidige mål på området er dermed nær opfyldt¹⁵, men mål om yderligere reduktioner er i mellemtiden vedtaget (se boks 1.3).

Som følge af den mindskede udvaskning er kvælstofkoncentrationen i indre farvande generelt reduceret. Der er endnu ikke sket en tilsvarende

reduktion i forekomsten af iltsvind i de danske farvande, bl.a. fordi der må forventes at gå en årrække før effekterne slår igennem (se afsnit 3.4).

Et andet resultat af den intensivere og specialiserede drift er, at bedriftenes størrelse vokser, specielt inden for svineproduktionen. Områder med

stort husdyrtryk pr. arealenhed findes især i Nord- og Vestjylland. Den intensive svineproduktion medfører her en koncentreret produktion af gylle som fører til afdampning af ammoniak, der kan påvirke den naturlige plantevækst. Gyllen giver også væsentlige lugtgener. Landbruget er den dominerende kilde til ammoniak, der lokalt udgør en betydelig trussel mod overlevelsen for visse sårbare naturtyper som heder og moser. Nye beregninger viser imidlertid, at afdampningen er reduceret med op mod 30% fra 1985 til 2002, primært som følge af en forbedret udnyttelse af kvælstoffet i gyllen.¹⁶ Muligheder for yderligere reduktion foreligger fx ved at etablere gylleseparation, stripning af staldluften i biogasanlæg, mv.

Anvendelse af sprøjtegifte har betydning for at reducere landmandens omkostninger til at dyrke jorden. De kan imidlertid også påvirke vandmiljøet og plante- og dyreliv. Det mest anvendte stof er Glyphosat, der benyttes til at bekæmpe ukrudt. Salget og anvendelsen af sprøjtegifte er faldende som følge af målsætninger og planer på området. Som en indikator benyttes også behandlingshyppigheden, dvs. det antal gange landbrugsarealet sprøjtes pr. sæson. Hyppigheden varierer en del fra år til år afhængig af klima, angreb af skadevoldere, mv., men er faldet over de sidste 15 år.¹⁷ Der er stadig et stykke vej ned til en gennemsnitlig behandlingshyppighed på 1,7, som er målet for 2009.

Ændringer i fødevarerforbruget har også medvirket til reduktioner i landbrugets påvirkning af miljøet. Op gennem 1990'erne har efterspørgslen efter økologiske produkter fx været stigende og et voksende antal bedrifter og jorder er blevet omlagt til økologisk drift. Omkring 6% af landbrugsjorden er omlagt til økologisk drift, og 3% af landbrugets samlede indkomst skabes i økologiske bedrifter.⁵

Omlægningen til økologisk drift er stagneret de seneste år, bl.a. som følge af en periode med overproduktion i forhold til efterspørgslen. Meromkostningerne er tillige høje ved visse former for økologisk produktion.

Boks 1.3 Udvalgte miljømålsætninger for landbruget

Aftale om Vandmiljøplan III 2005-2015:

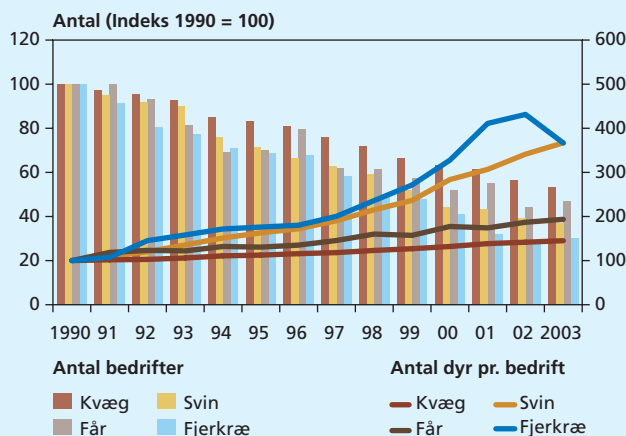
- Halvering af fosforoverskud i 2015 forhold til 2001/2002, heraf 25 % reduktion i 2009.
- 50.000 ha med dyrkningsfri randzoner langs vandløb og søer inden 2015.
- Yderligere reduktion af kvælstofudvaskning med 13 % mellem 2003 og 2015.
- Reduceret påvirkning af sårbare naturtyper mod ammoniak (300 m zoner).
- Indsats mod lugtgener /gyllehandlingsplan.

Pesticidhandlingsplan 2004-2009:

- Behandlingshyppigheden skal nedsættes fra 2,04 til 1,7 inden 2009.
- 25.000 ha sprøjtefri randzoner langs vandløb og søer.

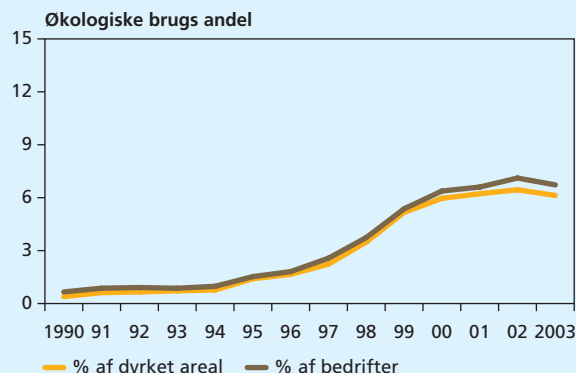
Figur 1.3

Husdyrproduktionen samles i færre og større enheder. Antal svin pr. bedrift er fx steget med 360 % fra 1990 til 2003. Kilde: Danmarks Statistik, 2004.¹³



Figur 1.4

Antallet af økologiske brug og det dyrkede areal i andel af det samlede landbrug. Kilde: Danmarks Statistik, 2004.¹⁹



Økologiske brug medvirker til at mindske en række typiske miljøpåvirkninger såsom forringet jordkvalitet, reduceret biodiversitet på markerne og forurening med sprøjtegifte. Økologiske brug er dog ikke nødvendigvis altid de konventionelle brug miljømæssigt overlegne, fx kan intensiv mekanisk bearbejdning af jord i økologisk drift i visse tilfælde medvirke til forstyrrelse af mikrofaunaen og øge udvaskningen af kvælstof.¹⁸

Landbrugets fremtidige udvikling afhænger i høj grad af tendenser i forbrug og priser samt af de landbrugspolitiske rammer. EU's landbrugspolitik har gennemgået en række reformer, herunder ændringer i kriterierne for tildeling af støtte. En voksende del af landbrugsstøtten gives til såkaldt miljøvenligt jordbrug (i Danmark er andelen vokset fra under 1 % i 1995 til nær 4 % i 2002).²¹ Den seneste reform, som trådte i kraft januar 2005, vil komme til at betyde yderligere ændringer. Reformen har bl.a. følgende elementer:

- Landbrugsstøtten gives uafhængig af produktionen
- Krav til miljø, dyrevelfærd mv. bliver en betingelse for landbrugsstøtte
- Dele af landbrugsstøtten rettes mod udvikling af landdistrikterne.²²

Dansk Landbrug skønner, at det dyrkede areal vil falde yderligere med op mod 180.000 ha (eller 6,5 %), og at 22.000 bedrifter vil være forsvundet i år 2015 som følge af reformen og andre udviklingstendenser. Desuden

forventes, at arealer uden fødevareproduktion vil vokse. Dette vil kunne give muligheder for at fremme natur- og miljøhensyn, men kan formentlig også åbne for nye erhvervsområder såsom energiafgrøder.

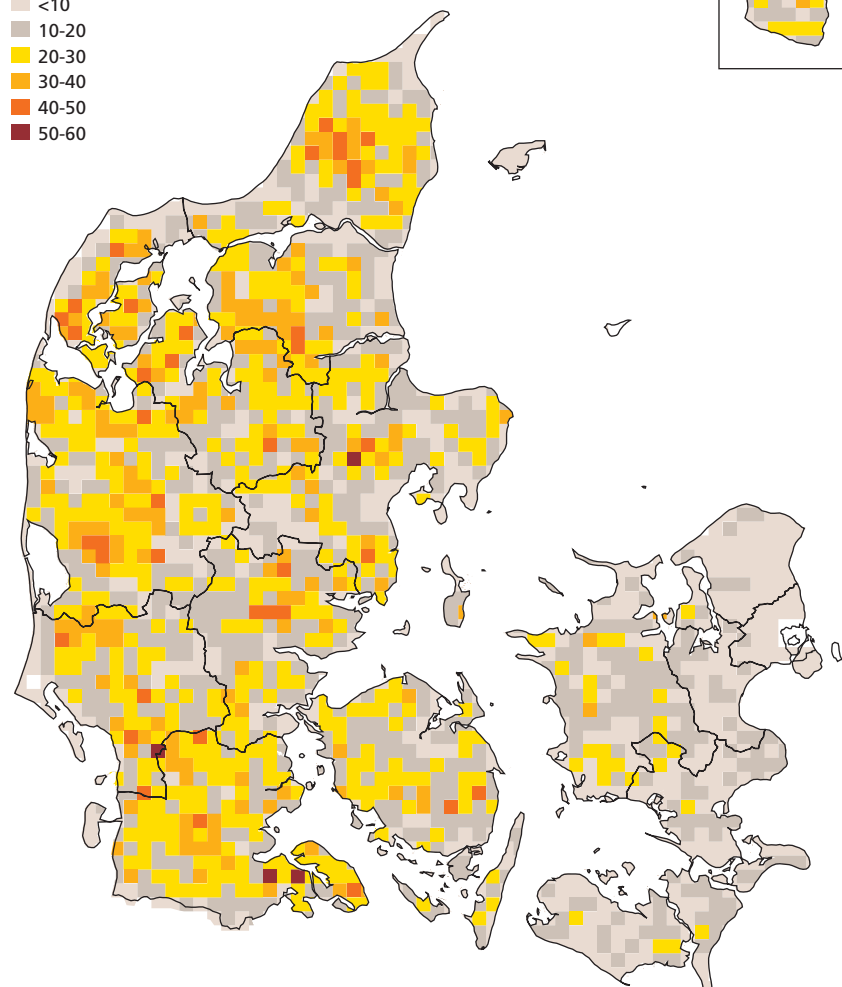
Tabel 1.2

Udvalgte indikatorer på landbrugets miljøpåvirkning.

Kilde: Grant et al., 2004,¹⁴ Miljøstyrelsen, 2003,¹⁷ Illerup et al., 2005²⁰ og Mikkelsen et al., 2005.¹⁶

	1990	2003
Forbrug af kvælstof i handelsgødning	394.000 t/år	196.000 t/år
Forbrug af fosfor i handelsgødning	40.000 t/år	13.800 t/år
Kvælstofoverskud	375.000 t/år	247.000 t/år
Fosforoverskud	37.800 t/år	28.200 t/år
Behandlingshyppighed med pesticider pr. mark	ca. 3,5	ca. 2,2
Udslip af drivhusgasser (indeks 1990 = 100)	100	77
Ammoniakafdamning (NH ₃ -N)	109.300 t	77.830 t

Udslip af ammoniak i 2003 (NH₃-N kg/ha)



Figur 1.5

Landbrugets udslip af ammoniak i forhold til arealet. Ammoniakudslippet sker i forbindelse med omsætningen af kvælstof, specielt fra husdyrgødning, hvor svin og kvæg bidrager med henholdsvis 42 % og 25 %. Trods stigende produktion af svin er ammoniakudslippet reduceret, især på grund af forbedret udnyttelse af foderet.

Kilde: Mikkelsen et al., 2005.¹⁶

Skovbrug er mere end træproduktion

Skovene er i vækst og under forandring. Den traditionelle skovdrift har vanskeligt ved at skabe overskud på grund af vigende priser på træ på verdensmarkedet og stigende produktionsomkostninger. Samtidig er der kommet mere fokus på skovdriftens bredere betydning såsom beskyttelse af biodiversitet, grundvand og klima, jagt, anden rekreation og bevaring af kulturminder. Dette medvirker til at skovdriften (særligt i statsskovene) i disse år er under omlægning, hvor der lægges stigende vægt på at fremme andre funktioner end træproduktion.

Folketingets langsigtede mål er at fordoble skovarealet i Danmark i løbet af 80-100 år. Arealet er øget fra 445.000 ha i 1990 til 486.000 ha i 2000 (inklusive ubevoksede hjælpearealer) og øges fortsat med ca. 2.500 ha om året. Skovarealet svarer således nu til ca. 11 % af det samlede areal. Heraf er omkring 75 % i privat eje. Nåletræsbevoksninger udgør 63 % og løvtræsarealer 37 %. Relativt er nåleskovsarealet reduceret fra 65 til 63 %, mens løvtræsarealet er øget fra 35 til 37 % i perioden 1990-2000. Denne udvikling er understøttet af tilskud til skovrejsning samt tilskud til konvertering af nåleskov til løvskov. Perioden 1990-2000 er første gang i meget lang tid, at løvtræet har øget sin andel af skovarealet. Produktion af juletræer og pyntegrønt omfatter nu omkring 8 % af arealet og står for en betydelig

del af indtjeningen.²³ Også jagt og anden bivirksomhed udgør en væsentlig indtægtskilde, i de seneste år er dette endog blevet den største indtægtspost i det private skovbrug.²⁴

Produktionen af træ er på omkring 2 mio. m³ om året, og Danmark dækker derigennem kun omkring en fjerdedel af sit træforbrug. Resten importeres især fra Nordskandinavien.²⁵ Dansk træindustri er generelt ikke særlig afhængig af de danske skoves produktion. Fx kommer under en fjerdedel af råtræet til møbelindustrien fra Danmark. Samlet set er tilvæksten af træ betydeligt større end hugsten. Hugsten af nåletræ ligger på omtrent samme niveau som i 1990, mens hugsten af løvtræ har været jævnt faldende. Stormfald i december 1999 og i mindre omfang januar 2005 har medført udsving i hugst og tilvækst.

De forskellige bevoksningstyper og dyrkningsformer har stor betydning for den miljømæssige påvirkning og skovenes rekreative værdi. I forbindelse med Danmarks Nationale Skovprogram, der blev fremlagt i 2002, blev det bl.a. angivet som målsætning at omstille til en mere naturnær skovdrift og bevare skovens naturværdier bl.a. ved at 10 % af det samlede skovareal inden 2040 skal have natur og biologisk mangfoldighed som det primære driftsformål. I 2004 blev der vedtaget en ny skovlov, som understøtter det Nationale Skovprogram. Statsskovene er således i fuld gang med at omlægge til naturnær drift,

hvor driften ændres fra fladedrift med en eller to træarter, til drift af mere uens bevoksninger med flere træarter og med kontinuert skovdække.²⁶ I målet om naturnær skovdrift indgår bl.a. også en udfasning i brugen af pesticider. Forbruget af pesticider i statsskovene var i 2002 reduceret med omkring 90 % i forhold til 1995. Miljøhensyn er således integreret i målsætninger, planlægning og praksis, især inden for det statslige skovbrug.

Skovenes naturforhold behandles mere udførligt i kapitel 4.

Fiskeriet støder på grænser

Fisk udgør en væsentlig del af vores fødevareforsyning. Globalt set er produktionen af fisk fra fiskeri og akvakultur på sit højeste niveau nogensinde med omkring 130 mio. tons i 2001 og fiskeriet står for over 15 % af den globale animalske fødevaremengde.²⁷ Det er især produktion i fiskeopdræt (akvakultur), der vokser, mens selve fiskeriet stagnerer. Herhjemme er erhvervet i fortsat tilbagegang. Fiskeriets økonomiske betydning har været støt faldende, også over de seneste 10 år. Danmark er dog stadig verdens fjerdestørste eksportør af fiskeprodukter.

Antallet af fartøjer i den danske fiskerflåde er faldet med 26 % siden 1996, mens den samlede fangst er faldet mindre. Dvs. at fartøjerne i gennemsnit bliver større. Mængdemæssigt består langt størstedelen af landingerne af industrifisk (tobis, spering,

Tabel 1.3

Skovbrugets økonomi og produktion.

Kilde: Skov og Landskab, 2004²³ og Danmarks Statistik, 2005.⁹

	1990	2000
Skovareal samlet	445.000	486.000
Andel af løvtræ	32 %	36 %
Tilvækst	4,55 mio. m ³	5,18 mio. m ³
Hugst	2,46 mio. m ³	1,83 mio. m ³
Skovsektorens produktionsværdi	2,59 mia. kr.	3,03 mia. kr.
Salgsværdi juletræer / pyntegrønt	-	1,2 mia. kr. (2001)

brisling mv.), mens spisefisk og skaldyr til gengæld udgør den største del af værdien. Torsk og rødspætte udgør for eksempel tilsammen kun omkring 5 % af mængderne, men omkring 30 % af værdien af de fisk, der er landet fra de nærmeste farvande (Kattegat, Skagerrak, Nordsøen og Østersøen).²⁸ Dertil kommer bidrag fra akvakultur, hvor den årlige produktion er ca. 45.000 tons, hvilket udgør en værdi i samme størrelsesorden som torskefiskeriet (ca. 1 mia. kr. pr. år). Produktionen fra havbrug er ikke øget de seneste 10 år, men eksperter og myndigheder vurderer, at der er et betydeligt økonomisk vækstpotentiale, hvis de lokale miljøeffekter kan minimeres.²⁹

Fiskeriets påvirkninger af miljøet består dels af direkte ressourcetræk på fiskebestande og marine økosystemer, og dels af skader som følge af de stadigt mere intensive fangstmetoder (bundtrawl mv.). Dertil kommer sideeffekter såsom fiskeaffald og højt energiforbrug fra havfiskeri.

En række bestande af vigtige arter (især torsk) har i de senere år nået kritiske niveauer som følge af intensivt fiskeri. Hermed kan forstås et niveau, hvor der fanges for stor en andel af gydemodne fisk til, at den pågældende bestand kan opretholdes på samme niveau. Dette skaber risiko for, at bestande kolliderer eller eventuelt helt udryddes.

Rammerne for fangst fastlægges i stort omfang af EU's fiskeripolitik. Fangsten afhænger af kvoterne, og i

hvilken grad kvoterne udnyttes. Udgangspunktet for kvotetildelinger er de såkaldte TAC (Total Allowable Catch = total tilladelig fangst), som fastlægges årligt ved forhandlinger i EU for hver art og farvand. TAC bygger bl.a. på biologisk rådgivning med henblik på at sikre bestandene. Kvoterne for spisefisk som torsk og rødspætte udnyttes stort set fuldt ud, mens industrikvoterne har en lavere udnyttelsesgrad. EU har gennem de seneste år reduceret kvoterne i forsøg på at genoprette svækkede bestande. Danske torsk-kvoter er således generelt reduceret med 18 % fra 2001 til 2004, mens reduktionen i Kattegat er 78 %.³⁰

Et problem som ikke opfanges gennem kvotesystemet er, at en stor del af fangsten kasseres. Udsmidning kan fx skyldes, at de fangede fisk er under det lovlige mindstemål, eller at fangsten sorteres med økonomisk sigte. I 2002 udgjorde udsmidning omkring 30 % af den samlede fangst.³¹ Nye fangstmetoder kan dog sortere fisk under mindstemål fra. Efter den seneste reform af fiskeripolitikken i 2002 med virkning fra 2003 lægges nu stigende vægt på at regulere de enkelte fartøjers aktivitet (antal havdage mv.) som supplement til de samlede kvotetildelinger. Fra og med 2004 gives også incitament til at anvende metoder, som reducerer udsmidningen.

Industrielle oceangående fartøjer har et betydeligt energiforbrug. Forbruget kan komme op over 2.000 liter dieselolie pr. ton landet fisk for de

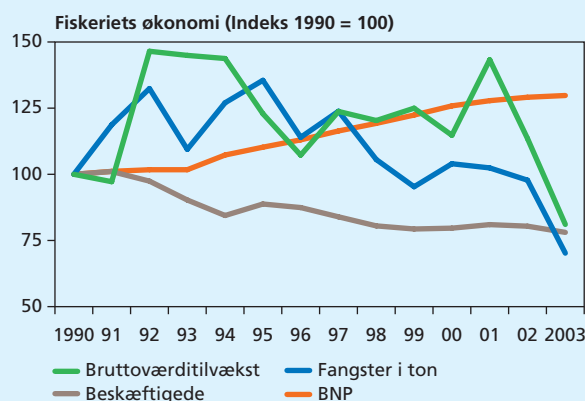
arter, som kræver en større fangstindsats.³² Energiforbruget til dansk fiskeri er dog samlet set faldet med 20 % siden 1990, især på grund af nedgangen i aktiviteten.¹

Havbrug giver anledning til en høj lokal belastning med næringsstoffer. Desuden kan havbrug føre til, at der introduceres fremmede fiskearter i naturen. I havbruget bruges endvidere antibiotika mv. til sygdomsbekæmpelse. Medicinresterne kan påvirke vandmiljøet og influere på menneskers sundhed. Fødevaredirektoratet har dog ikke fundet lægemiddelrester i fisk fra dansk akvakultur. Der er fundet rester af antibiotika i havvand og sediment omkring danske havbrug, men negative miljøeffekter heraf er ikke påvist.³³

Samlet set indgår især ressourcensyn med betydelig vægt i fiskeripolitikken, omend sigtet hermed primært er økonomisk, og resultaterne indtil videre ikke i alle tilfælde har sikret stabile bestande og fangster. Fangstmetoderne er ofte stærkt indgribende i de naturlige økosystemer. Der sker ikke en omfattende integration af miljøhensyn, selvom der ses visse positive tendenser fx indenfor udviklingen af metoder til at reducere udsmidning. Der arbejdes i betydeligt omfang med miljøtilpasning på akvakulturområdet, bl.a. som en nødvendig forudsætning for en eventuel fremtidig udbygning af aktiviteten.

Figur 1.6

Fiskeriets økonomiske udvikling i forhold til BNP siden 1990.
Kilde: Danmarks Statistik, 2004,⁹ Fiskeridirektoratet, 2004.²⁸



Råstofindvinding til lands og til vands

De råstoffer, som indvindes i Danmark, omfatter energiråstoffer som olie og naturgas og faste råstoffer i form af sand, grus, sten, ler, kalk, kridt mv. Indvindingen af faste råstoffer på havområdet er begrænset til særligt udlagte områder, som i alt udgør ca. 800 km² eller 0,5% af det danske havområde.³⁴ Hertil kommer områder, som anvendes til kystsikring og større anlægsarbejder såsom bro- og tunnelforbindelser, havneudvidelser og strandparker. Der er udlagt ca. 130 km² til disse formål. Der er igen i 1990'erne anvendt særligt store mængder materiale til de faste forbindelser og udvidelsen af Århus havn. I forbindelse med indvindingsprojekter til fx. Øresundsforbindelsen,³⁵ udvidelsen af Århus Havn samt kystfodring (kystsikring ved oppumpning af sand), er der gennemført forundersøgelser og overvågningsprogrammer som tyder på, at der med en hensigts-

mæssig tilrettelæggelse af indvindingen kun er begrænsede virkninger på miljøet. De langsigtede effekter på faunaen er mindre kendte,³⁶ men de undersøges for tiden af Danmarks Fiskeriundersøgelser.

Der udvindes olie fra omkring 40 platforme fordelt på 16 felter i den danske del af Nordsøen. Udvindingen har været kraftigt voksende, og Danmark har siden 1997 været selvforsynende med energi fra olie og gas. Trods den stigende udvinding er de skønnede reserver til stadighed vokset på grund af nye fund og bedre teknologi. Olieproduktionen ventes dog snart at toppe, idet omtrent halvdelen af den skønnede endelige udvinding er nået, og Energistyrelsen vurderer, at udviklingen vil vende mod støt faldende reserver og produktion over de kommende årtier.³⁷

Olieudvinding og -produktion medfører udslip af drivhusgasser og anden luftforurening og giver anledning til belastning af havmiljøet.

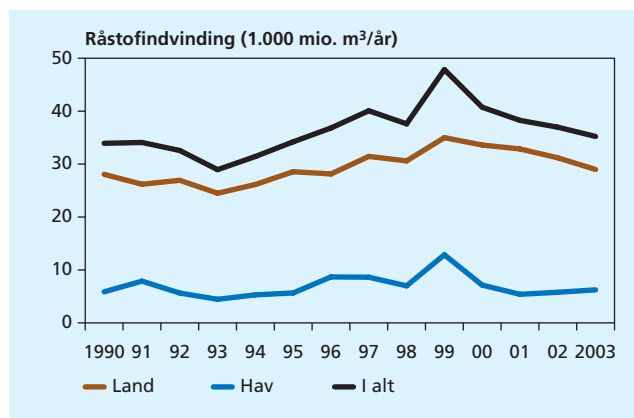
Den gas som brændes af ved udvindingen på Nordsøfelterne medfører et CO₂-udslip på omkring 500.000 tons om året eller ca. 1% af det samlede danske udslip.³⁷ Der benyttes en række kemikalier i olie- og gasproduktionen, som optræder på Miljøstyrelsens liste over uønskede stoffer.⁴⁰ De anvendes bl.a. i det vand, som injiseres i olielagene for at øge udvindingsgraden. Injektionsvandet optager små mængder af både olie og kemikalier, der ender i havet. Den anvendte vandmængde og dermed følgende olieudledning er stigende.³⁷ Der udledes også skadelige stoffer som PAH-forbindelser, der kan give skader hos bundlevende fisk og skaldyr.^{10, 41}

Danmark har i Havkonventionen OSPAR forpligtet sig til, at der fra 2006 skal ske en 15% reduktion af udledningen af olie med produktionsvand i forhold til 2000.

Figur 1.7

Udvindingen af faste råstoffer fra dansk område (sten, sand, grus, ler mv.) voksede med 40% op gennem 1990'erne frem til 1999, hvorefter det igen faldt.

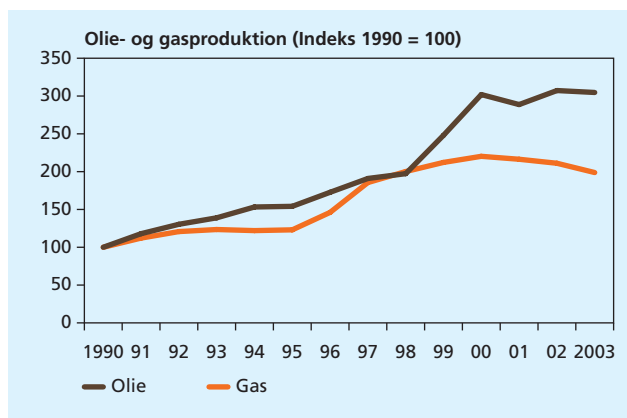
Kilde: Danmarks Statistik, 2004.³⁸

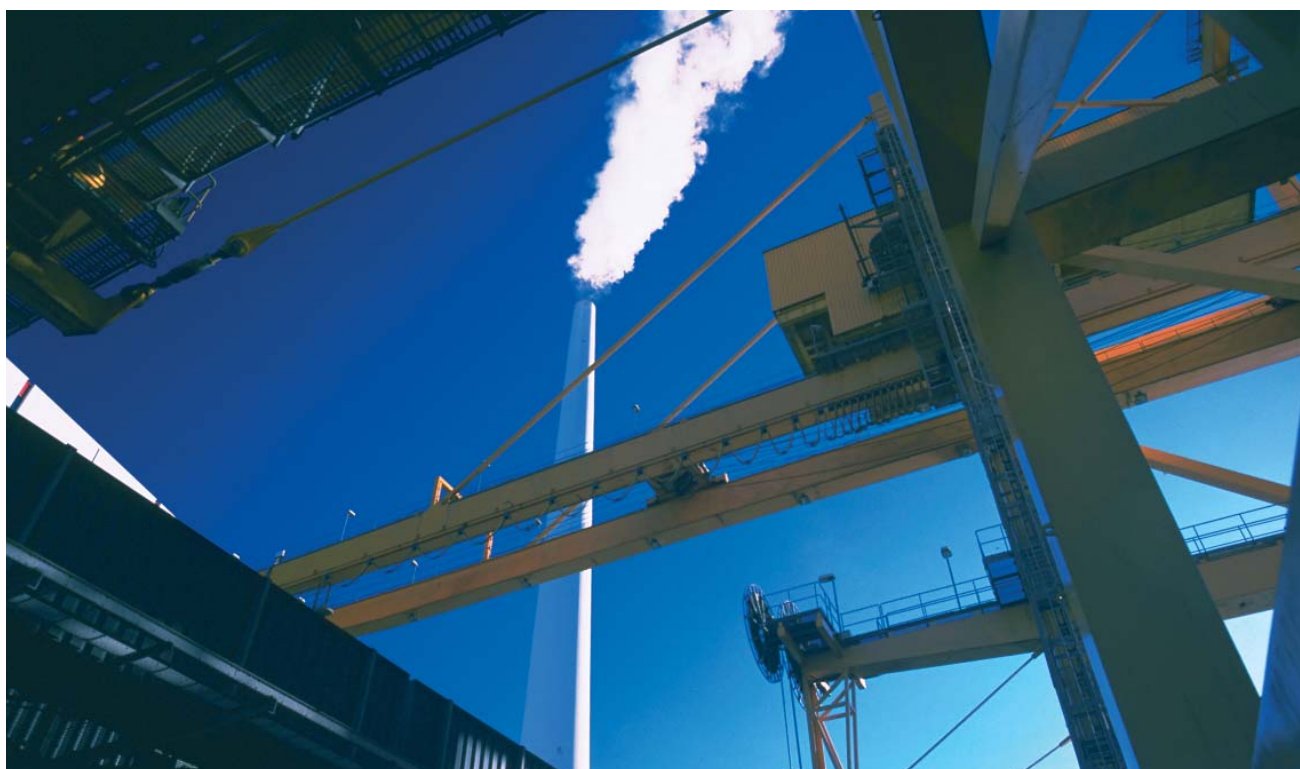


Figur 1.8

Produktion af olie og gas fra den danske del af Nordsøen fra 1990-2003. Produktionen har været stigende siden udvindingen startede i 1972. Samlet er der produceret omkring 250 mio. m³ olie og 109 mia. m³ naturgas. De senere år har produktionsmængden været stabil for olie og svagt aftagende for naturgas. Der forventes en aftagende olie- og gasproduktion frem mod 2040, selv ved relativt høje skøn over nye fund og forbedret teknologi.

Kilde: Energistyrelsen, 2004,³⁷ Økonomi- og Erhvervsministeren, 2003.³⁹





1.4 Forarbejdning og distribution globaliseres

Energiproduktionen effektiviseres

Energiomsætningen i Danmark er undergået store forandringer gennem de seneste årtier.

Der produceres stadig mere energi i Danmark, hvoraf en del eksporteres. Dertil kommer betydelige omlægninger i de energikilder, som forsyner Danmark. Kul, naturgas og vedvarende energi (VE) har haft voksende andele, mens oliens andel er faldet fra over 50 % i 1985 til nær 40 % i 2004 – trods den stigende produktion af Nordsøolie og den stigende trafik. Et tredje væsentligt aspekt er effektivisering af energiudnyttelsen i forbindelse med energiproduktion, bl.a. som følge af udbygning med kraftvarme og udfasning af ældre kraftværker. De kommende år vil udvise fortsatte forandringer, bl.a. som følge af liberaliseringer og fusioner på energimarkederne.

Produktion af energi fra fossile kilder giver anledning til udslip af en række gasarter og partikler, som indebærer forskellige typer miljøbelastninger. Energiproduktionen er klart den væsentligste kilde til menneskeskabte

klimapåvirkninger herhjemme. Dertil kommer udslip af SO_2 og NO_x , som påvirker luftkvaliteten over større områder og som kan bidrage til både forsurening, eutrofiering, dannelse af troposfærisk ozon samt partikler (se afsnit 2.3). Udslip af partikler kan være sundhedsskadelige, men energiproduktion i store moderne anlæg giver dog sjældent anledning til høje lokale koncentrationer. Derimod kan brændeovne forurene betydeligt. Kul-kraftværker producerer til gengæld store mængder affald i form af flyveaske og slagger. Hovedparten af de nævnte miljøkonsekvenser omfattes af regulering med kvoter eller andet, hvilket betyder at strukturændringer ikke altid slår fuldt igennem i miljøbelastningen.

Udbygningen med vedvarende energi har dog en klar miljømæssig betydning, idet den til dels fortrænger produktion af energi fra fossile kilder, og dermed udslip af drivhusgasser og andre stoffer såsom SO_2 . Vedvarende energikilder indgår da også som et vigtigt element i opfyldelse af

Danmarks forpligtelser i henhold til Kyotoaftalen. Som vedvarende energikilder regner Miljøstyrelsen biomasse (træ, halm mv.), affald, vind, sol, og energi fra varmepumper. Affald udgør med omkring 33 % den største del, hvilket ikke har ændret sig meget siden 1985. Vindkraften er nået op på en andel på ca. 16 % af elforsyningen.¹ Efter et midlertidigt stop for udbygningen med havbaserede møller i 2001 er der i 2004 indgået politisk aftale om fornyet satsning på dette område.

Vedvarende energikilder er dog ikke miljømæssigt neutrale. Affaldsforbrænding kan være kilde til sundhedsskadelige luftforureninger med fx dioxin og fine partikler, ligesom der produceres slagger, der kræver deponering. Vindmøller påvirker især det visuelle miljø og kan give anledning til støjgener. Havbaserede vindmøller giver mindre belastning på disse områder, men kan muligvis påvirke havpattedyr, fisk og fugle. Konsekvenserne heraf undersøges for tiden i et omfattende overvågningsprogram som afsluttes i 2006.

Miljøhensyn kan alt i alt siges at være godt integreret i energipolitikken, som i stigende grad tilrettelægges efter at nå miljø- og klimamæssige mål på en omkostningseffektiv måde. Dog vil der være behov for en yderligere indsats for at opfylde Danmarks klimamål i Kyotoaftalen, og der hersker betydelig usikkerhed om de fremtidige behov for en yderligere indsats i energisektoren efter 2012 når Kyotoaftalens første aftaleperiode udløber og skal efterfølges af nye målsætninger.

Den fremtidige miljøpåvirkning vil afhænge af energiproduktionens omfang og dens fordeling på

brændselstyper. Dette vil igen betinges af udviklingen i energipriser, energiefterspørgsel, teknologi, samt politiske aftaler og reguleringer (herunder CO₂ kvote handel). En vigtig faktor vil også være hvordan liberaliseringen af energimarkederne og udbygningen af elnettet vil påvirke behov for og rentabilitet af elproduktionen i Danmark. En vis fortsat udbygning med vindkraft er blandt de forholdsvis sikre tendenser i den hjemlige energiproduktion i de kommende år. Herfor taler både miljømæssige, forsyningsmæssige og til dels økonomiske faktorer.

Industri

Industriens produktionsværdi vokser i omtrent samme takt som den økonomiske vækst. Beskæftigelsen har derimod været faldende fra ca. 20 % af den samlede beskæftigelse i 1990 til ca. 16 % i 2003, dvs. produktiviteten er øget betydeligt. Fødevareindustrien er fortsat den største branche (målt i omsætning og ansatte) fulgt af kemisk industri, maskinindustri og elektronik. Blandt enkeltprodukter med stor omsætning ligger insulin, og store vindmøller i top med op mod 10 mia. kr. i årlig produktionsværdi. Mens fødevareindustri, beklædning, fodtøj

Boks 1.4 Energipolitikens miljøøkonomiske effekter

Der er gennemført forskellige miljøøkonomiske analyser af den danske energipolitik. En analyse fra det Økonomiske Råd fra 2002 viste blandt andet at de miljøpolitiske tiltag i energisektoren generelt har været samfundsøkonomisk fordelagtige, specielt hvad angår tiltag til at reducere udslip af svovl fra kraftværker.

De samfundsøkonomiske resultater af den hidtidige udbygning med vedvarende energi afhænger derimod meget af de forudsætninger som lægges til grund for analyserne, herunder

forskellig vægtning af fordele og ulemper der ligger i fremtiden. Med udgangspunkt i den anbefalede vægtning i Miljøministeriets vejledning for samfundsøkonomisk vurdering af miljøprojekter, nåede det Økonomiske Råd frem til at de danske vindmøller fremstod som rentable som følge af de opnåede reduktioner i udslip af luftforurening.

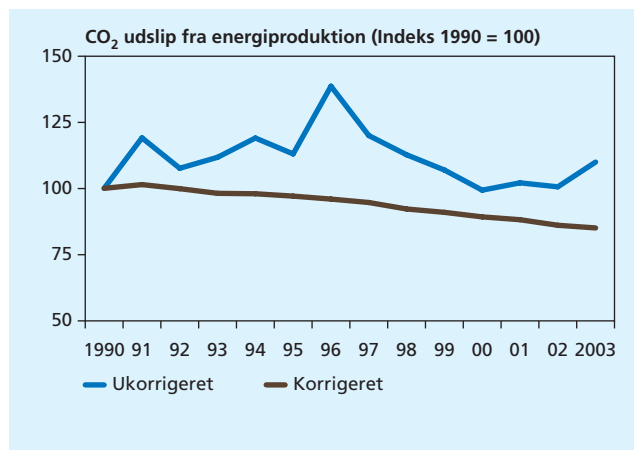
En fremtidig udbygning med havvindmøller fremstod i analysen mere entydigt som miljøøkonomisk fordelagtige.

Kilde: Det Økonomiske Råd, 2002.⁴³

Figur 1.9

Udslippet af CO₂ fra Danmarks energiproduktion varierer med klimaet og den årlige handel med el over grænserne. Udslippet var i 2003 ca. 10 % højere end i 1990, som er udgangspunktet for sammenligninger i forhold til Kyoto-protokollen og EU landenes byrdefordelingsaftale. Korrigeres tallene imidlertid for disse 'tilfældige' variationer ses at Danmark i praksis har reduceret sit udslip af CO₂ fra energiproduktion med næsten 15 %.

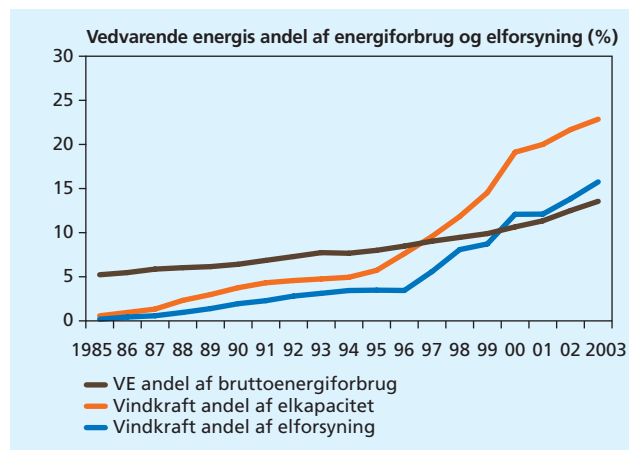
Kilde: Energistyrelsen, 2003.¹



Figur 1.10

Den vedvarende energis (VE) andel af energiforsyningen vokser i overensstemmelse med energipolitiske mål. Vindmøller bidrager med ca. 15 % af den faktiske elforsyning, men hvis man ser på den teoretiske kapacitet af de vindanlæg der er etableret er andelen højere. Dermed er et mål fra 1999 om, at den VE-baserede el i Danmark ved udgangen af 2003 skulle være mindst 20 % af den indenlandske elforsyning netop opfyldt.

Kilde: Energistyrelsen, 2004.⁴²

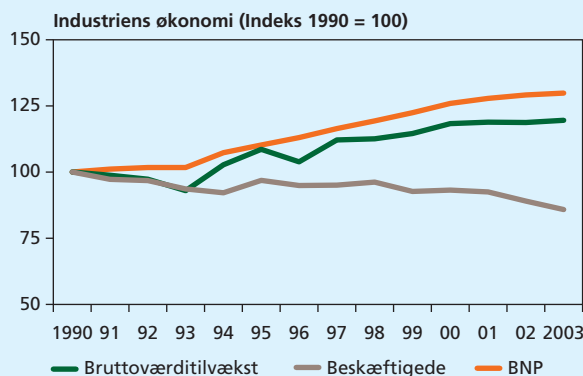


mv. går tilbage, vokser fx elektronik og kemisk industri. Der er samtidig sket en centralisering af industriproduktionen inden for mange brancher. Over de seneste 2-3 år er industriproduktionen dog stagneret, bl.a. som følge af afmatning på flere vigtige eksportmarkeder.

Industrien udsættes i stigende grad for international konkurrence. Mange miljøbelastende industrielle produktioner og processer er helt nedlagt i Danmark, mens produktionen i dag foregår i udlandet (se afsnit 6.4). Eksempelvis er der i dag kun ét garveri tilbage i Danmark, hvilket har elimineret denne kilde til udledning af krom i vandmiljøet, men der er til gengæld betydelig import af garvede skind. Egentlig udflytning af industriarbejdspladser (ofte kaldet 'outsourcing') til udlandet har hidtil haft et begrænset omfang i forhold til den samlede dynamik i beskæftigelsen,⁴⁴ men udflytningsmulighederne spiller en stor rolle i debatten om industriens fremtid (se afsnit 6.4).

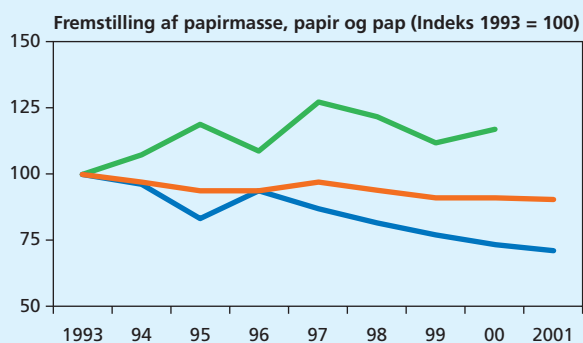
Industriproduktion indebærer maskinel og kemisk bearbejdning af råvarer og hjælpestoffer, som kan give anledning til en lang række miljøpåvirkninger, herunder forurening af luft, jord og vand. Industrielle produktionsanlæg og -processer har siden 1974 være omfattet af miljøbeskyttelseslovens regler om godkendelse og tilsyn. Dette har medvirket til at reducere miljøpåvirkninger som støj og røg fra selve produktionen betydeligt. Den centralisering og omlægning, som er sket i mange brancher, giver risiko for en øget forureningskoncentration, men den har også skabt bedre muligheder for styring af stof- og energistrømmene. Miljømyndighederne fokuserer derfor i stigende grad på miljøpåvirkning fra de produkter, industrien fremstiller. Deri inkluderer man også de påvirkninger, der opstår i forbindelse med transport, forbrug og bortskaffelse, og ikke bare selve fremstillingsprocesserne.

Industrien anvender fortsat en række stoffer, som er udpeget som uønskede i miljøet,⁴⁰ og stoffer hvis miljøkonsekvenser ikke er undersøgt.



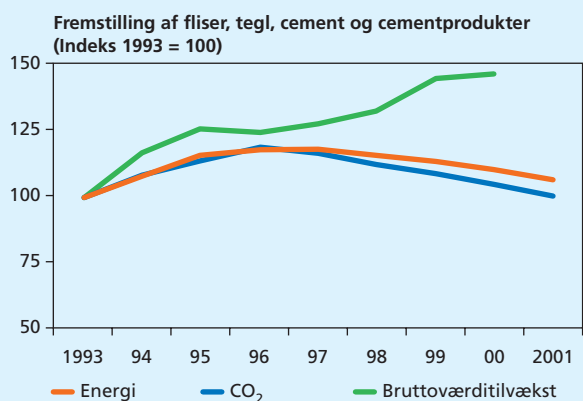
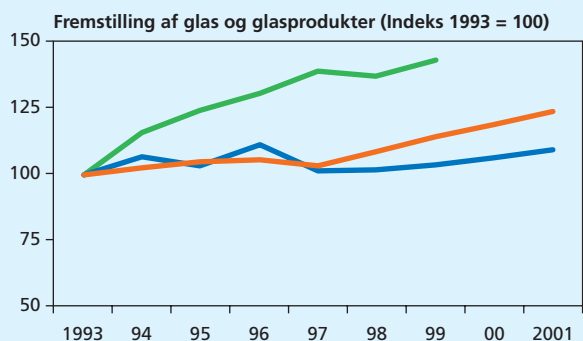
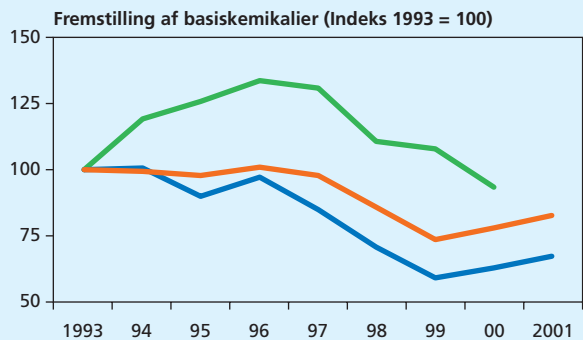
Figur 1.11

Udvikling i industriens økonomiske forhold 1990-2003. Beskæftigelse, bruttoværditilvækst og det samlede bruttonationalprodukt (BNP) er i faste 1995 priser. Kilde: Danmarks Statistik, 2004.²



Figur 1.12

Sammenhæng mellem bruttoværditilvækst, energiforbrug og CO₂-udledning i fire energi-intensive industrisektorer fra 1993 til 2001. Figuren viser, at det i forskellig grad er lykkedes de fire industrier at afkoble energiforbruget fra udviklingen i værditilvæksten. Papirindustrien og cementindustrien kan betegnes som industrier med absolut afkobling, glasindustrien kan betegnes som en industri med relativ afkobling, mens kemikalieproduktionen ikke er klart afkoblet. Fra 1996 og fremefter viser figurerne endvidere en afkobling mellem energiforbruget og CO₂-udledningen i alle fire sektorer, som følge af ændringer i anvendelsen af energiråstoffer. Denne tendens er sammenfaldende med revideringen af CO₂ afgiftsloven i 1996. Kilde: Andersen og Ryelund, 2005.⁴⁸



Boks 1.5 Regler om grønne regnskaber

Reglerne pålægger en række miljøbelastende virksomhedstyper en gang årligt at offentliggøre oplysninger om deres forbrug af energi, vand og råvarer. Desuden skal de oplyse om de forurenende stoffer, der indgår i produktionen og som udledes til omgivelserne eller udsendes fra virksomheden med produkterne og affaldet.

Loven om grønne regnskaber indebærer kun, at der skal offentliggøres rent faktiske oplysninger. Der stilles ikke krav til virksomhederne om, at de skal foretage egentlige miljøforbedringer eller på anden måde forøge deres miljøindsats. Som noget nyt skal tilsynsmyndigheden udarbejde en udtalelse til det grønne regnskab.

Industrielle processer spiller fx stadig en rolle, hvad angår udslip af tungmetaller til luften. Industriens samlede andel af udslippet i Danmark er omkring 22 % for bly, 36 % for cadmium og 24 % for kviksølv.⁴⁵ Dertil kommer udslip via affald og spildevand. Tungmetalindholdet i industrispildevand er dog mindsket betydeligt og er i dag gennemgående ikke højere end i spildevand fra husholdninger.⁴⁶ Industrien tegner sig for mellem 15 og 20 % af de samlede mængder af fast affald.⁴⁷

Siden midten af 1990'erne har industrien formået at afkoble udviklingen i produktionen absolut fra udviklingen i energiforbruget. Der er med andre ord blevet fremstillet flere produkter samtidig med, at energiforbruget er faldet. Tendensen for den samlede industri kan også observeres i flere af de energiintensive industrier. Afkoblingen hænger bl.a. sammen med CO₂-afgiften, som blev indført i 1993 for at give industrien et økonomisk incitament til at forbedre produktionsmetoderne og energiuudnyttelsen og derigennem nedsætte CO₂-udledningen pr. produceret enhed.

Miljøhensyn er i vidt omfang integreret i industriens udvikling, bl.a. også støttet af reglerne om grønne regnskaber for virksomheder, som blev indført i 1995. Der er dog forskellige vurderinger af, hvad dette betyder. Miljøstyrelsen har på baggrund af evalueringer af ordningen fundet, at grønne regnskaber skaber øget opmærksomhed om miljøindsatsen hos de enkelte virksomheder og medvirker til at præge deres adfærd i miljøvenlig retning.⁴⁹

Godstransport i vækst

Transporten af gods er stigende og bruttoværditilvæksten i erhvervet vokser hurtigere end Danmarks samlede økonomi. Langt størsteparten af den nationale godstransport foregår med lastbil på vejene, mens skib, tog og fly kun tegner sig for små andele. Dertil kommer en betydelig transport i rørledninger. I den internationale transport er skibene derimod dominerende med over 60 % af godsmængden.

Vejgodstransporten er steget med 25 % siden 1993, mens banetransporten er stagneret. Hovedparten af den nationale godsmængde på bane er transit, import eller eksport. Kun omkring 20 % heraf er indenrigs transport.⁵⁰ De forskellige transportformer servicerer delvis forskellige transportmarkeder, hvilket begrænser mulighederne for overflytning af gods fra en transportform til en anden.

Lastbilernes godstransport (målt i tonkilometer) vokser i takt med den økonomiske vækst. Denne udvikling skyldes ikke, at der bliver mere gods, men snarere at godsets sammensætning ændres, og det gennemsnitligt køres længere. Til gengæld stiger selve godstrafikken (målt i køretøjskilometer) ikke så meget. Dette kan skyldes at der bruges større biler som kan medtage mere gods pr. tur. Der kan altså iagttages en relativ afkobling mellem godstrafik og økonomisk vækst. Dermed slår trafikvæksten mindre kraftigt igennem i forhold til miljøet end den øgede transportaktivitet (målt i tonkilometer) antyder.

Disse tendenser omfatter kun kørsel med lastbiler over 6 tons, og ikke

varebiler. Netop trafikken med varebiler på 2-6 tons er inde i en kraftig stigning (33 % vækst mellem 1993 og 2002). Disse biler udfører kun godstransport i begrænset omfang, men til gengæld en betydelig servicekørsel.

Godstransporten er baseret på fossile brændstoffer (primært diesel og tungere oliefraktioner til skibstransport), som giver anledning til luftforurening. Derudover medfører godstransporten støj, vibrationer, og andre gener. Et særligt problem er udslip af olie fra skibe til havs og i kystområder. En væsentlig del af denne forurening skyldes ikke ulykker men rutinemæssig spuling af skibenes tanke.

Godstransport bidrager især til udslip af kvælstofoxider (NO_x) og partikler, som skader sundheden. For disse to komponenter var vare- og lastbilernes andel på hhv. 36 % og 58 % af transportsektorens samlede udslip i Danmark i 2003. Desuden bidrog godstransport med omkring 34 % af transportens samlede CO₂-belastning. Udslippet af NO_x er begyndt at falde, for lastbilernes vedkommende som følge af skærpede udslipnormer, mens dette endnu ikke er slået igennem for varebilerne. Partikeludslippet er faldende for både vare- og lastbiler, som følge af renere brændstoffer. Der ses altså en absolut afkobling mellem transportvækst og luftforurening.

De første EU normer for udslip trådte i kraft i 1993 for lastbiler og i 1994 for varebiler. Siden er normerne skærpet flere gange og næste skærpelse (EURO IV) vil gælde fra 2006/2007. Fra og med 2005 vil der også for første gang blive indført udslipkrav til transportmidler som lokomotiver og skibe, der besejler kanaler mv. Normerne for lastbiler har indtil videre ikke haft helt den forventede effekt. Undersøgelser i Tyskland har således vist at lastbiler der opfylder Euro II og Euro III i praksis har højere udslip af NO_x end tilsvarende biler, som opfylder de tidligere EURO I normer. Det menes, at motorfabrikanterne satser på at minimere udslippet ved de standardiserede køremønstre, som bruges i forbindelse med typegodken-

delser, men afviger fra forureningen ved almindelig kørsel.⁵¹ CO₂-udslip er ikke reguleret af normer. Her stiger udslippet fra lastbiler hurtigere end væksten i selve transporten. Dette kan til dels skyldes anvendelsen af større, tungere biler.

Partikeludslip påkalder sig særlig interesse på grund af de væsentlige sundhedsskader. Det er især mængden af små (ultrafine) partikler, der vækker bekymring. De eksisterende EU-krav omfatter imidlertid alene den samlede masse af partikler i udstødningen, hvilket er et mindre præcist mål. Partikelfiltre på udstødningen kan reducere både større og mindre partikler. Nogle lande, herunder Danmark, har indført ordninger, der giver økonomisk støtte til montering af partikelfiltre på lastbiler.

Partikelforurening fra tung trafik er særligt uønsket i byområder, hvor mange mennesker bor og færdes. Færdselsloven åbner mulighed for at indføre særlige zoner i byerne, hvor der gælder særlige miljøkrav. En sådan ordning har været under planlægning som forsøg i København, men har indtil videre ikke kunnet gennemføres, fordi Regeringen ikke har fundet, at fordelene ville stå mål med omkostningerne.

Andre erhverv

Andre erhverv med betydelige miljøeffekter omfatter byggeri samt privat og offentlig service. Bygge- og anlægssektoren tegner sig fx for størsteparten af materialeforbruget i samfundet samt omkring 30 % af affaldsmængden. Mængderne er stigende.⁵³

Sektoren genanvender dog også betydelige mængder materialer, herunder flyveaske og gips fra kraftværker, der ellers skulle deponeres.

Servicesektoren er i kraftig vækst og øger bl.a. sin andel af den samlede affaldsmængde.⁴⁷ Servicesektorens energiforbrug er desuden øget med 12 % mellem 1990 og 2003.¹ Der er ikke i dag overblik over den samlede miljøbelastning fra disse erhverv og den miljøindsats, som finder sted i brancherne.

Tabel 1.4

Miljøbelastning fra godstransport (lastbiler over 6 tons).
Kilde: Danmarks Miljøundersøgelser, 2005⁴⁵ og Vejdirektoratet, 2005.⁵²

	1990	2003
Godstransport, lastbil	9.352 mio. tonkm	11.012 mio. tonkm
Godstrafik, lastbil	1.367 mio. km	1.512 mio. km
Lastbilers NO _x udslip	22.611 tons	17.415 tons
Lastbilers partikeludslip	1.429 tons	863 tons
Lastbilers CO ₂ udslip	1.833 mio. tons	2.313 mio. tons

Boks 1.6 EURO normer

EU's grænseværdier for udslip fra motorkøretøjer m.v. benævnes siden 1993 som EURO normer. Normerne er skærpet i flere omgange og yderligere skærpelser er vedtaget eller planlagt. Årstal angiver år for ikrafttrædelse.

Kilde: Iversen, 2004.⁵¹

	EURO 1	EURO 2	EURO 3	EURO 4	EURO 5
Personbiler	1993	1997	2001	2006	
Varebiler	1994	1998	2002	2007	
Lastbiler	1993	1996	2001	2006	2009
Lokomotiver			2005-08	2011	
Indre vandveje			2006-08		



1.5 Privatforbruget stiger

Generelle forbrugstendenser

Forbruget er voksende, hvilket også smitter af på produktion, import, transport og mængden af affald. På nogle områder resulterer det stigende forbrug i øget påvirkning af miljøet, mens der på andre områder sker en omlægning mod mere miljøvenlige produkter og forbrugsmåder.

Det samlede private forbrug er omtrent fordoblet over de sidste 30 år, målt i faste priser. Fra 1990 til 2003 har stigningen været ca. 20%. Dette er lidt lavere end den generelle økonomiske vækst, bl.a. på grund af tendenser til en øget opsparing i de senere år. Det øgede forbrug afspejler sig delvis i en øget omsætning af materialer i samfundet, men hænger sandsynligvis også sammen med et øget værdiindhold i varerne (dvs. at varerne er forarbejdede så de opnår højere pris pr. kg) samt forbrug af immaterielle goder. Danskernes direkte indenlandske materialeforbrug (DMC) skønnes kun at være vokset med ca. 5% fra 1980 til 2000.⁵⁴ Det samlede materialeforbrug omtales udførligt i kapitel 6.

Boligen udgør den største post i forbruget (21% i 2003) efterfulgt af transport og kommunikation (14%), og fødevarer (11%). Der er imidlertid sket nogle forskydninger i siden 1990, hvor der bruges relativt mindre til bolig, fødevarer og tobak, mens transport og især telefoni vokser. Transportforbruget svinger med 'bølger' i udskiftningen af bilparken. Andre markante vækstområder er brugen af finansielle tjenesteydelser, samt privat elektronisk udstyr såsom PC'er og telefoner.⁹

Forbruget udmøntes også i øget besiddelse af en række varige forbrugsgoder. Mobiltelefoner og CD-afspillere var i 2004 blandt de mest udbredte varige goder med omkring 90% af husstandene dækket, mens der var en PC i 81% af hjemmene og 71% havde adgang til internet.⁵⁵

Forbruget har omfattende og mangeartede indvirkninger på miljøet, selvom den enkelte husstand kun bidrager meget beskedent. Dels er der umiddelbare påvirkninger fra husstandens aktiviteter i forbindelse med

fx boligopvarmning, vandforbrug, affald, bilkørsel og brug af motorredskaber og sprøjtemidler i haven. På sådanne områder spiller husstandens egne valg og adfærdsmønstre en betydelig rolle. Dertil kommer den påvirkning som går via fælles tekniske systemer såsom spildevandsafledning, affaldshåndtering og kollektiv transport. Disse systemer giver mulighed for en samlet kontrol med miljøpåvirkningen, men effektiviteten afhænger også af forbrugernes adfærd (fx om batterier smides i skraldespanden). Endelig er forbruget jo i sidste instans en af de drivkræfter, som skaber den samlede produktion og transport. Mange produktionstekniske og markeds-mæssige forhold ligger ganske vist udenfor forbrugernes rækkevidde, men mulighederne for at forholde sig aktivt til dem styrkes dog gradvis, fx gennem miljømærkning.

I det følgende belyses nogle enkelte forbrugsområder og husstandenes andele i den samlede miljøpåvirkning, herunder fødevarer, energi, transport og affald.

Fødevarer og økologi

Fødevarerforbruget vokser som helhed ikke ret meget herhjemme. Derimod sker der en forskydning mod et større forbrug af oksekød, ost og sukkervarer samt flere frugter og grøntsager, mens forbruget af mælk og svinekød falder.⁵⁷ Desuden handles fødevarerne i stigende grad over grænserne med øget transport til følge. Udenlandske mejeriprodukter og kød har over de seneste 10 år været blandt de hurtigst voksende importvarer overhovedet.⁵⁸ Selv for traditionelle danske varer som mælk og smør er importandelen voksende, mens til gengæld over 80 % af svinekødet eksporteres til et stærkt ekspanderende verdensmarked.¹¹ Det betyder at forskydninger i det hjemlige fødevarerforbrug ikke nødvendigvis fører direkte til ændringer i miljøpåvirkningen fra fødevarerproduktionen i

Danmark. Verdensmarkedspriserne og landbrugspolitikken har nok så stor betydning.

En anden markant udvikling gennem de seneste 10 år har været den voksende efterspørgsel efter økologiske fødevarer. Da der ikke anvendes kunstgødning og pesticider til fremstilling af økologiske fødevarer, bidrager dette forbrug til at mindske miljøbelastningen fra disse kilder (se afsnit 1.3). Mælk og havregryn topper listen, mens øko-andelen af kødforbruget er beskedent. Nogle supermarkeds kæder har en andel for økologisk mælk på over 75 %. Økologimarkedet er dog ikke balanceret, idet der fx produceres mere økomælk end der kan afsættes som sådan. Dermed kan miljøvirkningen være større end forbrugsandelen af øko-mælk umiddelbart antyder. I dag er omkring 5 % af fødevarerforbruget økologisk, hvilket er blandt

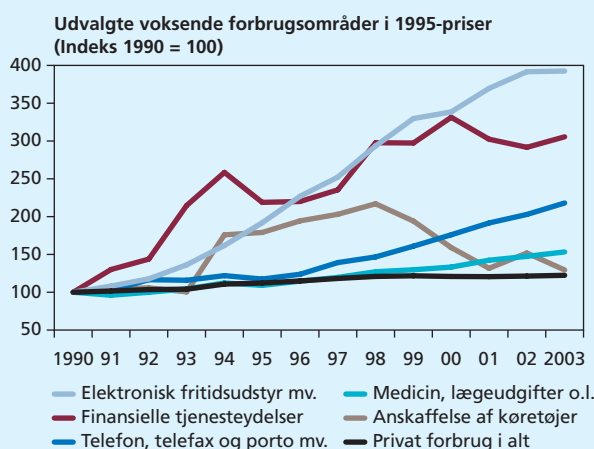
de højeste i verden.^{5,60} Der er dog i de senere år indtrådt en stagnering af det økologiske forbrug.

Økologiske fødevarer fremmes aktivt gennem støtteordninger til omlægning af jord til økologisk drift, og gennem Fødevarerministeriets Ø-mærke ordning. Der kommer løbende nye produkter til. Siden 2001 har fx juletræer og pottedplanter kunnet Ø-mærkes.

Undersøgelser har vist at omkring 90 % af forbrugerne af og til køber økologisk, mens det kun er omkring 14 % der oplyser at de gør det 'hyppigt'. Det har desuden vist sig, at forbrugsmønstret er meget foranderligt. Der er til stadighed kommet nye øko-forbrugere til, mens mange tidligere 'inkarnerede' også er faldet fra igen.⁶⁰ Prisforskellen på varerne er utvivlsomt en af de faktorer, der spiller ind for hovedparten af forbrugerne.

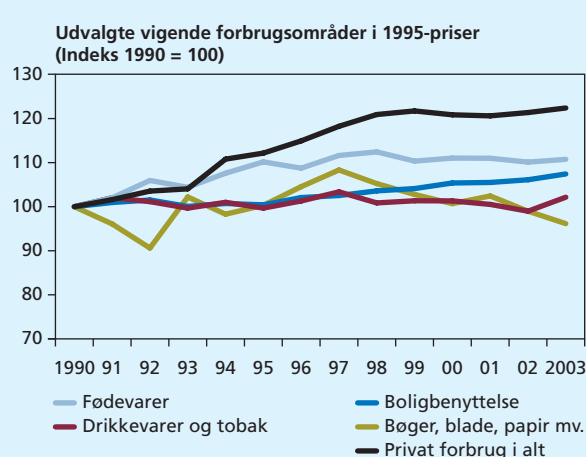
Figur 1.13

Voksende områder af privatforbruget.
Kilde: Danmarks Statistik, 2005.⁵⁶



Figur 1.14

Vigende områder af privatforbruget.
Kilde: Danmarks Statistik, 2005.⁵⁶



Tabel. 1.5

Økologisk andel af fødevarerforbruget pr. 1. halvår 2004.

Kilde: Dansk landbrug, 2004.¹¹

	%
Mælk	27,9
Havregryn	26,6
Æg	17,2
Gulerødder	16,5
Frisk pasta	12,0
Hvedemel	9,6
Smør mv.	5,8
Surmælksprodukter	5,4
Kaffe	3,2
Kartofler	3,0
Rugbrød	2,8
Fast ost	2,3
Oksekød	1,7
Frosne grøntsager	1,3
Svinekød	0,4

Boligerne bliver større

Boligen danner rammen og udgangspunkt for store dele af forbruget og den repræsenterer også i sig selv forbrug af areal, byggematerialer og energi. Dermed er indretningen og placeringen af boliger af stor betydning for forbrugets påvirkninger af miljøet.

Boligarealet er steget med omkring 19 % fra 1981 til 2003. Hver beboer har i snit fået 7,5 m² ekstra til rådighed, så gennemsnittet nu er omkring 50 m².² Omkring 40 % af de nyopførte boliger i Danmark 1990-2003 var helårsboliger.⁶¹ Størstedelen af væksten har fundet sted i oplandet til de største provinsbyer samt København, hvor presset på naturen derfor er øget.⁶² På grund af den stigende indkomst ventes også fremover en stigende efterspørgsel efter større og mere komfortable boliger.⁶³ Efterspørgslen efter sommerhuse er også i kraftig vækst, og Folketinget har i 2004 åbnet for etablering af op mod 8.000 nye sommerhusgrunde indenfor den såkaldte kystnærhedszone (3 km fra kysten), under nærmere miljømæssige vilkår.

Voksende boligareal indebærer alt andet lige et øget materiale- og energiforbrug samt inddragelse af jord til boligformål. Det faldende antal personer pr. husstand trækker også generelt i retning af øget ressourceforbrug. Den konkrete boligindretning kan dog medvirke til større effektivitet i energi- og materialeudnyttelsen. Det nye bygningsreglement, der træder i kraft 1. januar 2006, vil fx indebære, at det gennemsnitlige tilladte energiforbrug til opvarmning i nye boliger reduceres med 25-30 % pr. m² i forhold til de gældende regler.⁶⁴

Boligernes lokalisering spiller også en rolle for transport og pendlingsafstande. Danskernes efterspørgsel efter egen bolig med haveadgang mv. medvirker til at boligbyggeriet i større omfang placeres i forstæder udenfor de større byers centre, med deraf følgende øget transportbehov.⁶²

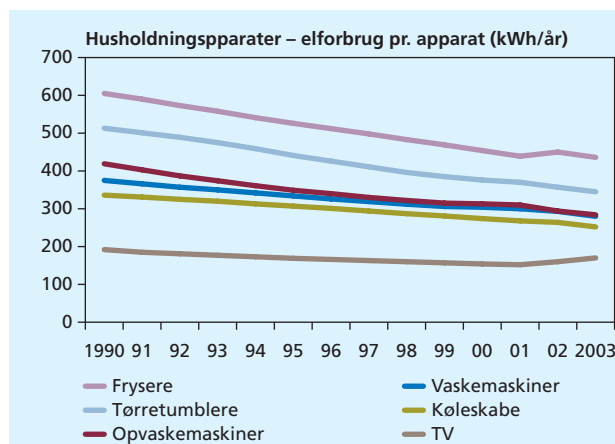
Energiforbruget afkobles relativt

Energiforbruget kan opgøres på flere måder. Det samlede bruttoenergiforbrug i Danmark (dvs. den mængde af energivarer, som er nødvendig for at dække forbruget) ligger på omtrent samme niveau som i 1990 trods øget økonomisk aktivitet. Der er altså sket en relativ afkobling. Selve forbruget af energitjenester – varme, el, mv. – kaldet det endelige energiforbrug er steget lidt mere end bruttoforbruget (ca. 7%). Det viser, at hovedparten af afkoblingen er opnået ved at effektivisere i energiproduktion og -distribution (se afsnit 1.4), mens der ikke er sparet relativt lige så meget i den endelige anvendelse.

Husholdningerne tegner sig for omkring 30 % af det endelige energiforbrug (ekskl. transport, hvis energiforbrug ikke opgøres for husstande). Andelen har været nogenlunde konstant op gennem 1990'erne. Målt pr. husstand er forbruget dog faldet. Langt den største post i husholdningernes energiforbrug er opvarmning, som i alt er reduceret med omkring 25 % siden 1985, mens forbruget af elektricitet til apparater, lys mv. udgør en mindre, men svagt stigende post – de fleste apparater bliver mere effektive, men der kommer flere og flere af dem. Energistyrelsen forventer, at husholdningernes samlede energiforbrug i 2010 vil ligge på omtrent samme niveau som i dag.⁶⁵ Den relative afkobling forventes altså fastholdt.

Energiforbruget er generelt den største kilde til udslip af CO₂ og det bidrager også til udslip af forsurende stoffer og partikler samt til affaldsproduktionen. Husholdningernes andel af CO₂-udslippet i Danmark er faldet fra ca. 30 % til 24 % mellem 1990 og 2003, hovedsagelig som følge af ændret brændselssammensætning, mere effektiv energiproduktion og større vækst på andre områder. Dertil kommer persontrafikkens CO₂-udslip, som er vokset (se nedenfor). Husholdningernes fyring med brændeovne kan give betydelige lokale bidrag til luftforurening, bl.a. med partikler og de sundhedsskadelige PAH-forbindelser (se afsnit 2.3).

Efter liberalisering af elmarkedet i de seneste år har forbrugerne nu frit valg hvad angår leverandører og til dels typer af strøm. I princippet kan forbrugerne således vælge 100 % såkaldt 'miljøvenlig el' fra fx vedvarende energikilder, hvis de ønsker det. I Elkraftområdet øst for Storebælt er forbrugsandelen af miljøvenlig el i 2004 omkring 30 %. Der er ikke endnu fuld harmonisering af reglerne for hvordan miljøvenlig el certificeres og mærkes, hvilket kan medvirke til at begrænse efterspørgslen. Miljøvenlig el har som regel også en merpris.



Figur 1.15

Udviklingen i det specifikke energiforbrug til el-apparater i danske husholdninger. Kilde: Energistyrelsen, 2004.¹

Transporten øges

Persontransporten – beregnet som det samlede antal personkilometer pr. år – er vokset i omtrent samme takt som den økonomiske vækst, dvs. her ses ikke nogen afkobling. Det er både vej- og banetransporten, der er steget. Personbilerne fylder dog mest og tegner sig nu for over 80 % af persontransporten (indenlandsk).

Biltrafikken øges især, fordi en stigende indkomst muliggør, at flere kan anskaffe sig bil. Personbilverkøbet er vokset fra 1,6 mio. biler i 1990 til 1,9 mio. i 2003. Dette muliggør typisk et mere mobilt hverdagsliv, hvor afstanden mellem bolig, arbejde, indkøb og fritidsaktiviteter mv. betyder mindre. Turene bliver dermed i gennemsnit

længere. Generelt er pendlingen til og fra arbejde over kommunegrænser i Danmark øget med omkring 20 % mellem 1993 og 2003.⁶⁶ Til gengæld medfører øget bilpendling også øget trængsel i myldretiderne på dele af vejnettet, med reduceret mobilitet til følge. Det er dog rent faktisk transport til fritidsformål, der med op mod 40 % af transportarbejdet, fylder mest i billedet.⁶⁷

Prisrelationerne mellem de enkelte transportformer spiller en rolle for udviklingen, men betydningen af dette bør ses i forhold til specifikke transportmarkeder, hvor der er reel konkurrence mellem transportformerne. Dyrere kollektiv trafik i byerne forklarer fx ikke nødvendigvis den

stigende biltrafik på motorvejene. Her spiller bosætningsmønstre og ændringer på arbejdsmarkedet også ind. For togtrafikken vedkommende er etableringen af Storebæltsforbindelsen en vigtig del af forklaringen på væksten. Samme faktor forklarer en drastisk nedgang i indenrigstrafikken med fly. Der foregår til gengæld stærkt stigende rejseaktivitet til udlandet med fly, som ikke primært 'tages' fra anden trafik. Alene mellem 1995 og 2003 er persontransporten til ferierejser i udlandet vokset med 60 %.⁶⁸

Trafikken tegner sig for et bredt spektrum af miljøpåvirkninger. Trafikken som helhed (både person og gods) er årsag til 31 % af energiforbruget,¹ over halvdelen af olieforbruget og betydelige andele af udslip af stoffer som NO_x, kulbrinter, partikler og CO₂.⁴⁵

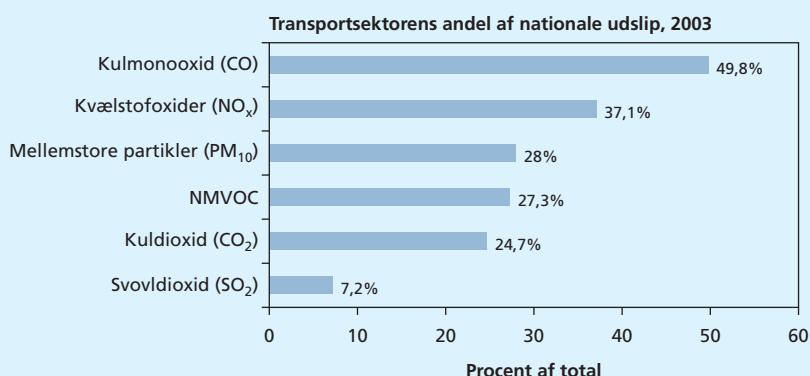
Trafikken er den største kilde til støjforurening. Omkring 700.000 boliger er belastet med trafikstøj over den vejledende grænseværdier på 55 dB, heraf ca. 150.000 stærkt støjbelastede (over 65 dB).⁶⁹ Det vurderes, at trafikstøjen giver anledning til en vis øget sygelighed og deraf afledt øget dødelighed. Dertil kommer negative effekter på huspriserne. Omkring 90 % af de støjbelastede boliger ligger langs kommuneveje i byer.

Dertil kommer at trafikens anlæg skaber barrierevirkninger, som kan gribe forstyrrende ind i natur, herlighedsværdier og bevægelsesmuligheder. Omkring 60 % af de danske fuglebeskyttelsesområder har større transportinfrastruktur beliggende indenfor 5 km afstand.⁷⁰ Der er ofte konflikter mellem forskellige interesser i forbindelse med etableringen af nye trafik-anlæg. Fx er der efter 10 års arbejde endnu ikke truffet beslutning om evt. at fuldføre en planlagt motorvejsforbindelse mellem Herning og Århus, bl.a. fordi den berører fredningen af Gudenådalen.

Endelig bidrager transportsektoren med en række affaldstyper herunder brugte dæk, blyakkumulatorer, spildolie og skrot.

Figur 1.16

Transportens andele af en række udslip til luften 2003. Tallene gælder transportsektoren som helhed, inklusive godstransport. For CO₂ er andelen det korrigerede nationale udslip, jf. figur 1.9. Kilde: Danmark Miljøundersøgelser, 2005.⁴⁵

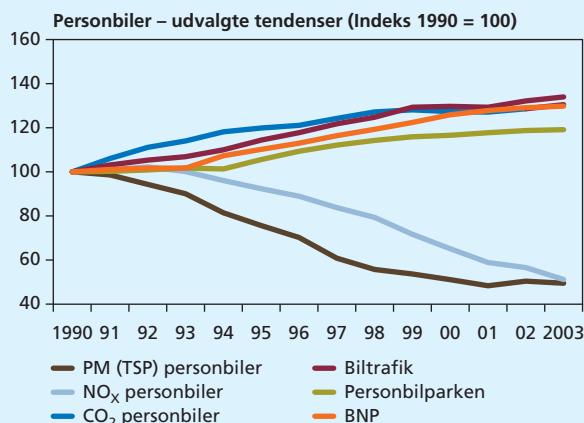


Figur 1.17

Udvikling i trafikale, økonomiske og miljømæssige parametre for personbilkørslen.

Kilde: Vejdirektoratet, 2005,⁷² DMU, 2005,⁴⁵ Danmarks Statistik, 2004.^{73, 9}

Note: PM (TSP) er partikler målt som samlet partikelmasse. Der er ikke differentieret efter størrelse eller sundhedseffekt.



Der er sket en absolut og markant afkobling mellem trafikudviklingen og de udslip som gennem en år-række har været reguleret gennem udslipnormer. Det gælder fx for kvælstofoxider (NO_x) og kulbrinter (VOC). Dette er dog ikke slået fuldt igennem i en tilsvarende forbedret luftkvalitet (se afsnit 2.4). Udviklingen i partikeludslippet har også været afkoblet, men tendensen er nu vendt, især som følge af den stigende andel dieselpersonbiler, der udsender flere partikler end benzinbiler. Der er tilsyneladende ikke sket nogen afkobling mellem personbilernes trafikarbejde og CO₂-udslippet. Dette på trods af at nye personbiler mellem 1997 og 2003 i gennemsnit er blevet 16 % mere energioekonomiske.⁷⁰

Der arbejdes i EU løbende på at skærpe de udslipsgrænser som gælder for personbiler og andre køretøjer (se boks 1.6). For CO₂-udslippets vedkommende satser EU primært på aftaler med den internationale bilindustri, samt fremme af biobrændsler. Det drøftes for nærværende i EU om det vil være muligt at nå den vedtagne målsætning om et gennemsnitligt udslip fra nye personbiler på 120 g CO₂ pr. km via nye, frivillige aftaler, eller om der må egentlig regulering til.

Herhjemme er der ikke opstillet særlige mål for yderligere reduktion af persontrafikkens CO₂-udslip, idet Regeringen har vurderet, at reduktioner udover det i EU aftalte indtil videre kan opnås mere omkostningseffektivt gennem en indsats andre steder.⁷¹

En arbejdsgruppe under Regeringen har udarbejdet oplæg til en national strategi på vejstøjområdet. Strategien konstaterer, at der vil være store samfundsøkonomiske gevinster ved at reducere de sundhedsrelaterede effekter af vejstøj, som udover de sundhedsmæssige gevinster, også vil føre til stigende huspriser. Til gengæld vil afværgeforanstaltningerne generelt også være meget omkostningskrævende. Der er derfor endnu ikke fastlagt konkrete mål på området. Implementeringen af EU's støjdirektiv vil indebære, at der fra 2008 skal udarbejdes konkrete handlingsplaner for at nedbringe trafikstøjen.⁶⁹ Mange kommuner har allerede i dag mål og planer for reduktion af ulykker, trafikstøj og andre trafikale miljøeffekter.⁷⁴

Friluftsliv – fordele og ulemper for miljøet

Friluftslivet er en vigtig del af befolkningens fritid og velfærd. I et velstående, tæt befolket land som Danmark kan friluft aktiviteter ofte ses og høres af andre, og de kan påvirke naturen både negativt og positivt. Negativ påvirkning på miljøet kan fx opstå ved støjende motorsport, aktiviteter hvor mange mennesker samles og aktiviteter i sårbare, uforstyrrede områder. Dertil kommer, at nogle aktiviteter lægger beslag på betydelige arealer, fx det stærkt voksende antal golfbaner. Den direkte kontakt med naturen via et aktivt friluftsliv har dog givetvis også stor positiv betydning for befolkningens kendskab til og generelle omsorg for samme.

Friluftslivet udgør ikke i sig selv en økonomisk sektor, og der er derfor kun begrænset viden om hvad befolkningen foretager sig i fritiden.

En undersøgelse fra Socialforskningsinstituttet viser at danskerne i gennemsnit har ca. 6 timer fritid pr. dag, hvor den største del tilbringes hjemme. Der er generelt blevet mindre egentlig fritid til rådighed end tidligere, idet der arbejdes mere og bruges lidt mere tid på transport i dag (2002) sammenlignet med 1987.⁷⁵

Boks 1.7 Mål for trafik

Miljømålene for trafikområdet er opstillet i Regeringens Strategi for bæredygtig udvikling fra 2002 'Fælles fremtid – udvikling i balance':

- at bryde sammenhængen mellem vækst i transportens miljø- og sundhedsbelastning og vækst i økonomien for at opnå bæredygtig udvikling (dvs. afkobling)
- stigningen i transportsektorens CO₂-udslip bringes til ophør
- pejlemærke: at CO₂-udslip reduceres med 25 % mellem 1988 og 2025
- NO_x- og kulbrinteudslip reduceres med 60 % fra 1988 til 2010.

Den reducerede fritid går dog mest ud over hjemmeaktiviteterne, mens udeaktivitet 'kun' er reduceret med ca. ½ time pr. døgn i denne periode. Hvor meget af 'ude' fritiden på ca. 2 ½ time pr. dag, der bruges på forskellige former for friluftsliv, er ikke opgjort i undersøgelsen.

Friluftsaaktiviteters miljømæssige konsekvenser kan grupperes generelt efter den type af indgreb i naturen som de repræsenterer:⁷⁶

- **Høst** af biologiske ressourcer, fx jagt, fiskeri, bærplukning, indsamling mv. Effekterne afhænger af intensitet, tidspunkt, høstmetoder mv.
- **Forstyrrelser** af dyrelivets adfærd, som følge af bevægelser, lyde, lugte, ild, skud mv. Effekterne afhænger af fx hastigheden, støjen og forudsigeligheden af påvirkningen.
- **Forurening** i form af efterladt udstyr, affald, giftige materialer, trafikudslip mv. Effekterne vil afhænge helt af forureningstype, -grad og sårbarhed.
- **Habitatforandring** i form af slid på vegetation og jord, udsætning af særlige arter mv. Det kan også være positivt virkende tiltag, fx plantning af vildtremiser.

Tabel 1.6

Fritidsaktiviteters forstyrrelser af fuglelivet. En britisk undersøgelse belyste gennem et stort antal direkte observationer, hvilke faktorer, der i særlig grad virker forstyrrende på fuglelivet.

Kilde: Tind og Agger, 2003.⁷⁶

Forstyrrende mere end 50 % af gangene	Forstyrrende mindre end 50 % af gangene
Ultralette fly	Robåde
Jetski	Hunde
Muslingsamlere	Flyvere
Strandjægere	Lystfiskere
Motorbåde	Færdsel til fods
Windsurfere	Ryttere
Sandormegravere	Køretøjer

Den stærkt stigende interesse for fritidsområdet har bl.a. ført til, at både Miljøministeriet og Friluftsrådet har igangsat undersøgelser, der skal klarlægge friluftslivets effekter på natur og dyreliv ved forskellige typer og grader af rekreativ anvendelse. Også i forbindelse med etablering af pilotforsøg med nationalparker i Danmark arbejdes der med at belyse samspil mellem rekreativ anvendelse og beskyttelse af naturen.

En lang række potentielle miljøpåvirkninger reguleres og begrænses allerede i dag effektivt gennem naturbeskyttelseslovgivning og andre regler. Færdsel med jetski på søterritoriet er fx generelt forbudt, mens lokale fredningsbestemmelser på fleksibel vis kan fastlægge rammer for en lang række forstyrrende aktiviteter. Mange fritidsorganisationer (fx Dansk Golf Union) har desuden i dag konkrete miljøpolitikker og gør en stor indsats for at mindske de negative miljømæssige påvirkninger.

Fra forbrug til affald

De fleste produkter ender før eller siden som affald. Der produceres omkring 13 mio. tons affald i Danmark pr. år, hvoraf husholdningernes direkte andel er omkring en fjerdedel eller 3 mio. tons.⁴⁷ Husholdningernes produktion af affald har været stigende men er stagneret de seneste år og faldt 4% fra 2002 til 2003. Genanvendelsen ligger også nogenlunde stabilt.⁷⁷ Der kan ikke konstateres en afkobling mellem den økonomiske vækst og den samlede affaldsmængde (fra alle kilder), mens tendensen er usikker for husholdningaffaldet.

Husholdningernes direkte affaldsproduktion fordeler sig på hovedgrupperne dagrenovation (57%), storskrald (23%), haveaffald (26%) og indsamlet emballage (4%). Størstedelen af den stigning, der var frem til 2000, skyldes en øget indsamling af haveaffald. Den samlede mængde dagrenovation har ikke ændret sig meget i en længere årrække. Derimod ændres sammensætningen. De mange PC'ere og telefoner genfindes fx i stigende grad i affaldet, selvom der er pligt til aflevering af dem via kommunale ordninger. Det vurderes at over ½ mio. telefoner nu kasseres hvert år.⁷⁸ Husholdningerne bidrager med omkring 25.000 tons farligt affald

Tabel 1.7

Affaldsproduktion i Danmark 2003 (1.000 tons). Kilde: Miljøstyrelsen, 2004.⁴⁷

*) Note: Fordeling mellem service og industri er usikker på grund af ændret opgørelsesmetode.

Husholdninger	3.009
Heraf	
Dagrenovation	1.677
Storskrald	634
Haveaffald	500
Andet	198
Service*)	1.655
Industri*)	1.841
Byggeri og anlæg	3.785
Renseanlæg	1.058
Slagger, flyveaske	1.473
Andet	15
Total	12.835

om året, hvilket er lidt under 10 % af den samlede mængde. Husholdningerne bidrager derudover indirekte til affaldsmængderne via energiforbrug og udledning af spildevand som giver anledning til hhv. flyveaske fra kul-kraftværker og slam fra spildevandsrensning.

Affaldets miljøeffekter afhænger udover mængden og typen også af måden det behandles på (forbrænding, genanvendelse etc.). Hver behandlingsform involverer visse miljøeffekter eller risici. Deponering medfører bl.a. fare for nedsivning til grundvandet. Forbrænding kan til gengæld give problemer med luftforurening. Genanvendelse indebærer i visse særlige tilfælde en øget transport, øget behov for rensning eller andre gener. I affaldsplanlægningen har man traditionelt opereret med et såkaldt 'affaldshierarki' som angiver de ønskelige behandlingsformer, under hensyntagen til disse miljøeffekter. Forebyggelse (at undgå affald overhovedet) og genanvendelse er placeret øverst, som de mest miljømæssigt ønskværdige. Myndighederne lægger dog stigende vægt på også at inddrage økonomiske hensyn i valget af metoder for de forskellige affaldsfrak-

tioner. I midten af 1980'erne blev der indført en afgift på affald. Afgiften er i dag differentieret, således at det er dyrest at deponere affald, billigere at forbrænde og afgiftsfrit at genanvende det. Afgiftssystemet understøtter dermed affaldshierarkiet.

Mængden af materiale, der deponeres, er reduceret kraftigt bl.a. fordi brændbar dagrenovation siden 1997 ikke må deponeres. I alt 66 % af affaldet genanvendes, og 99 % af det indsamlede haveaffald komposteres, hvorved deponeringsbehovet for haveaffald er reduceret fra 10 til 1 %. For en stor del af skraldet udnyttes brændværdien til at producere el og fjernvarme. Forbrændingen efterlader dog slagger, som må deponeres. Det vil alt i alt sige, at betydelige dele af affaldet udnyttes som ressource, til hhv. el- og varmeproduktion, kompost (jordforbedring), byggematerialer samt som råvarer for ny produktion. Analyser af affaldets sammensætning og behandlingsformer viser, at der er opnået besparelser i ressourceforbruget i forhold til papir og pap, træ samt aluminium, jern, stål og kobber. Der er opnået energibesparelser indenfor områderne papir og pap, træ, PE-plast, aluminium samt jern.⁴⁷

Miljøstyrelsen forventer, at affaldsmængderne fremover vil vokse. Der ventes en stigning på 27 % i den samlede affaldsmængde (alle kilder) mellem 2000 og 2020, dvs. lidt lavere end den forventede økonomiske vækst. Denne relative afkobling tilskrives ikke mindre produktion af affald i husholdningerne, men primært en reduktion i forbrug af kul samt effektivisering indenfor byggeri.

Der er i Regeringens affaldsstrategi 2005-2008 fastlagt politiske sigtelinier for, hvordan affaldet skal behandles. Der indgår en lang række specifikke initiativer for de enkelte sektorer. De overordnede sigtelinier frem mod 2008 er stort set opfyldt allerede. Dette skyldes i vidt omfang udviklingen i mængderne af flyveaske og slagger. En række specifikke sigtelinier for de enkelte affaldstyper er derimod ikke overholdt – fx er et mål om 20 % genanvendelse af dagrenovation ikke nået – andelen var i 2003 kun 16 %. Det skyldes bl.a., at initiativer til genanvendelse af organisk husholdningsaffald ikke er gennemført. Et af de nye påtænkte initiativer til at nå målet (samt opfylde EU's emballagedirektiv) er at påbegynde indsamling af plastdunke og -flasker.

Tabel 1.8

Metoder til behandling af affald i 2003 og sigtelinier for 2008.

Kilde: Miljøstyrelsen, 2004.⁴⁷

	Status 2003	Sigtelinie 2008
Genanvendelse	66 %	65 %
Forbrænding	26 %	26 %
Deponering	8 %	9 %
Oplagring	1 %	0 %
Total	101 %*	100 %

* 2003 afviger fra 100 % pga. afrunding.



1.6 Afkoblingstendenser

Økonomien vokser mens miljøbelastningen fra produktion i Danmark mindskes, samtidig med at påvirkninger som følge af distribution, transport og forbrug får stigende betydning. Dette skyldes til dels forbrugets stigende omfang, men nok så meget de betydelige teknologiske og geografiske strukturændringer der finder sted i produktionen, fremmet gennem miljøpolitiske tiltag. Nogle produktioner er helt forsvundet eller på vej væk fra Danmark, mens mange andre i disse år undergår betydelige teknologiske moderniseringer eller tilpasses til skærpede miljøkrav.

Der er dog stadig produktionssektorer, der medfører betydelige påvirkninger af Danmarks natur og miljø, trods miljøreguleringen, herunder de specialiserede og intensive dele af landbrug, fiskeri, skovbrug samt visse industrielle processer. De natur- og miljømæssige konsekvenser af udviklingen i landbruget og de andre erhverv varierer imidlertid meget med de lokale forhold.

Hvad angår forbruget er der også tendenser der går mod mindre miljøbelastning, selv om forbruget vokser, og omsætningen af produkter stiger. Det være sig som følge af køb af økologiske fødevarer, anskaffelse af mindre forurenende privatbiler samt øget affaldssortering og genanvendelse. Disse positive tendenser kan dog langt fra siges at være dominerende eller stabile: Forbruget af økologiske madvarer udviser fx stagnationstendenser, og udviklingen vil givetvis afhænge meget af prisrelationerne. Udslippet af CO₂ fra bilkørsel er stadig stigende. Affaldsmængderne ventes at vokse.

Der foreligger endnu ikke pålidelige tidsserier, der kan vise fremskridt i forhold til det langsigtede pejlemærke om at reducere det samlede ressourceforbrug ned til 25 % af dagens niveau, men meget bevægelse i forhold til målet har der næppe været indtil videre.

Afkobling/miljøeffektivisering

På flere områder kan der ud fra de foreliggende statistikker konstateres tendenser til, at miljøbelastninger afkobles fra den økonomiske vækst. Der har været en absolut afkobling på meget væsentlige punkter som husholdningernes vandforbrug, landbrugets forbrug af kunstgødning og pesticider, næringsstofoverskud og ammoniaktab, samt udslip af bl.a. NO_x og SO₂ fra energiforbrug og trafik.

Der ses tendenser til relativ afkobling på områder som energiforbrug, samlede udslip af drivhusgasser (korrigeret for elhandel mv.) og kørte kilometer af tung lastbiltrafik. I nogle industribrancher ses der bl.a. som følge af CO₂-afgifter en absolut afkobling mellem værditilvækst og CO₂-udslip, mens afkoblingen er relativ i andre brancher.

Derimod er der endnu ikke særlig tydelige tegn på afkobling indenfor områder som fx fiskeri, den private bilkørsel, trafikens CO₂-udslip, og husholdningernes affaldsproduktion.

Afkobling af miljøbelastning og økonomisk vækst er et væsentligt overordnet politisk mål i forhold til ønsket om af fremme en bæredygtig udvikling. Man kan altså konstatere, at udviklingen indtil videre kun delvis peger mod indfrielse af dette mål. Der-til kommer, at afkobling i miljøbelastninger kun er en indirekte indikator på, hvordan miljøeffekter og naturtilstand faktisk ændrer sig. På områder som fx kvælstofudslip til vand og luft ses der indtil videre kun begrænsede effekter på selve miljøkvaliteten som følge af den stedfundne afkobling, hvilket til dels skyldes at naturen ofte reagerer langsomt på reduktioner i den miljømæssig belastning.

Miljøintegration

I alle sektorer er der taget visse skridt til at integrere miljøhensyn i sektorens aktiviteter og i den politik og planlægning, der føres på de pågældende områder. Dette slår dog primært igennem indenfor enkelte delområder.

Indenfor landbruget spiller miljøhensyn en stadig mere aktiv rolle både som ramme for aktiviteterne og som et element i selve i strukturudviklingen, fx i forbindelse med støtte til omlægning og fremme af økologisk og andre former for miljøvenligt jordbrug. Visse støtteordninger med problematiske miljøkonsekvenser er under omlægning, og landmandens

rolle som forvalter af miljø og natur er kommet mere i fokus. Mulighederne for at lade miljøhensyn dominere inden for fx svineproduktionen begrænses dog til dels af konkurrence, koncentration og specialisering, som imidlertid også kan åbne for nye miljøinvesteringer.

Skovbruget ser i stigende grad sig selv som en sektor med et bredt ansvar for forvaltning af natur og biodiversitet, hvilket har betydning for konkret dyrkningspraksis og skovforvaltning, men store skovområder vil dog i lang tid fremover fremstå som intensive produktionsområder til træ og pyntegrønt. Omstilling til mere bæredygtig skovdrift er en meget langsigtet proces og udviklingen vil næppe forløbe i samme takt for det kommercielle og det statslige skovbrug.

Inden for energisektoren er miljøhensyn blevet integreret både i produktionen (i form af vedvarende energi, kraftvarme, røggasrensning mv.) og delvis på forbrugssiden (fx mere energiøkonomiske apparater og bygninger). Liberaliseringerne af elmarkedet forgår under gradvis etablering af et delmarked for miljøvenlig el. Udvinningen og anvendelsen af fossile brændstoffer er dog stadig dominerende på produktionssiden, hvilket sætter visse grænser for hvor dybt integration af miljøhensyn kan influere på sektorens aktuelle udvikling.

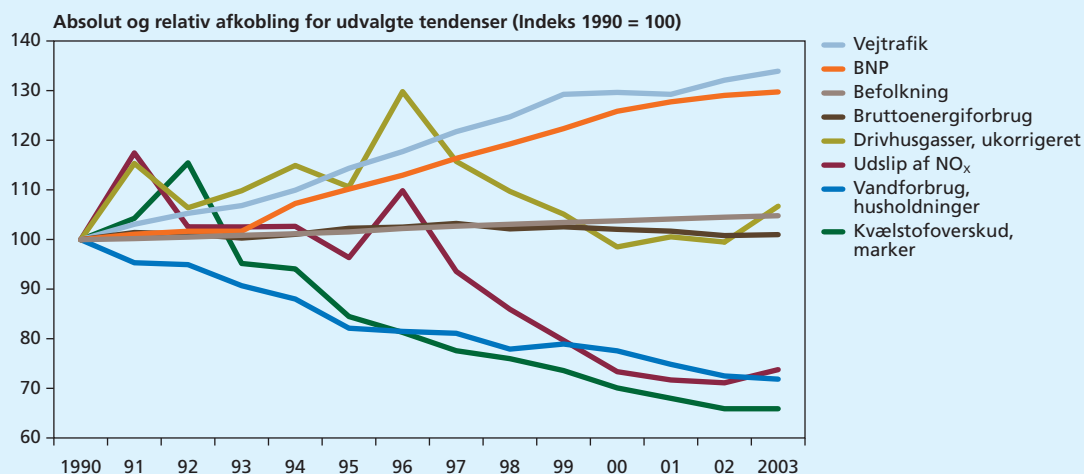
For fiskeriet lægger ressourceøkonomiske hensyn forholdsvis faste rammer om aktiviteterne, mens fangstmetoder og -intensitet endnu ikke kan siges at være blevet tilpasset miljømæssige hensyn. Industrien har derimod i større omfang tilpasset sig omverdenens miljøkrav, og der ses tendenser til at anlægge helhedsbetragtninger som undertiden omfatter fx ansvar for produkternes samlede miljømæssige livscyklus. Det er dog ikke klart med hvilken styrke denne tankegang er slået igennem set i forhold til de vilkår, der sættes af konkurrencepres via globalisering.

I transportsektoren er miljøhensyn delvis integreret i regulering og aftaler om transportmidlers udslip mv., mens selve transportadfærden ikke for alvor præges af miljøorienterede omstillings-tiltag. Miljøhensyn indgår derimod i betydeligt omfang ved udformningen af nye trafikanlæg, og der foregår mange steder en lokal trafikplanlægning med afsæt i konkrete miljømæssige mål. Afgifter med positive miljøeffekter tegner sig for en betydelig del af trafikens samlede afgiftsprovenu, selv om disse ikke nødvendigvis alle er indført med tanke for miljøintegration (fx registreringsafgiften). I overvejelser om evt. grønne afgifts-omlægninger vejer hensyn af samfundsøkonomisk eller provenumæssig karakter som oftest meget tungt.

Figur 1.18

Eksempler på udviklingstendenser med absolut, relativ og ingen afkobling af miljøbelastning.

Kilde: Danmarks Statistik, 2004,^{79, 9} Energistyrelsen, 2004,¹ Vejdirektoratet, 2004,⁷² DMU, 2005,⁴⁵ Danmarks Statistik, 2004,⁸⁰ DMU, 2004²⁰ og Grant et al., 2004.¹⁴



Der er mange områder som ikke er belyst her hvad angår tendenser til sektorintegration, såsom international transport og turisme, forbrug af tøj og livsstilsprodukter, bygge og anlæg, offentlig service samt fritidsområdet. På nogle af disse områder mangler der viden om miljøintegration, mens der på andre kan findes enkeltstående eksempler på miljøinitiativer.

Alt i alt kan det konstateres, at der er opnået væsentlige miljømæssige resultater indenfor flere sektorer i samfundet, og at miljø er blevet et bredt anerkendt hensyn. Der dog stadig mange mål, som er uopfyldte (fx i forhold til klima m.fl.), og det langsigtede mål om en kraftig reduktion i samfundets samlede ressourceforbrug er ikke i sigte. Der er imidlertid åbnet mange nye muligheder for at udviklingen i det 21. århundrede kan bevæge sig i mere miljømæssigt gunstige og bæredygtige retninger end i det forrige.

Referencer

- ¹ Energistyrelsen 2004: Energistatistik 2003.
http://www.ens.dk/graphics/Energi_i_tal_og_kort/statistik/aarsstatistik/Statistik2003/Energistatistik_2003.pdf (01.07.2005)
- ² Danmarks Statistik 2004: Statistisk årbog 2004.
- ³ Lassen, C., Christensen, C.L. & Skårup, S. 2004: Massestrømsanalyse for bly 2000 – revideret udgave. Miljøprojekt Nr. 917, Miljøstyrelsen.
- ⁴ Astrup, A. & Marckmann, P. (red.) 2001: Økologiske fødevarer og menneskets sundhed. FØJO-rapport nr. 14/2001, Foulum.
- ⁵ Melgaard, P. & Wier, M. 2004: Landbrugets Økonomi. Fødevareøkonomisk Institut, København.
- ⁶ Regeringen 2002: Fælles fremtid – udvikling i balance. Danmarks nationale strategi for bæredygtig udvikling.
- ⁷ Kveiborg, O. & Fosgerau, M. 2004: Udviklingen i godstransport med lastbil i Danmark – Analyse og fremskrivning. Notat 4, Danmarks TransportForskning, Lyngby.
- ⁸ Danmarks Statistikbank 2004: Arbejdsmarked. Udtræk december 2004.
- ⁹ Danmarks Statistikbank 2004: Nationalregnskab. Udtræk december 2004.
- ¹⁰ Regeringen 2004: Handlingsplan for biologisk mangfoldighed og naturbeskyttelse i Danmark 2004-2009.
- ¹¹ Dansk Landbrug 2004: Landøkonomisk oversigt 2004. Dansk Landbrug.
- ¹² FØI 2004: Svinebedrifternes økonomi – Regnskabsstatistik 1993 – 2002. Serie A, 1993-2002. Fødevareøkonomisk Institut.
- ¹³ Danmarks Statistikbank 2004: Landbrug. Udtræk december 2004.
- ¹⁴ Grant, R., Blicher-Mathiesen, G., Jensen, P.G., Pedersen, M.L., Clausen, B. & Rasmussen, P. 2004: Landovervågningsoplande 2003. NOVA 2003. Danmarks Miljøundersøgelser. 118 s.– Faglig rapport fra DMU nr. 514.
http://www2.dmu.dk/1_Viden/2_Publikationer/3_Fagrapporter/rapporter/FR514.pdf
- ¹⁵ Grant, R. & Waagepetersen, J. 2003: Vandmiljøplan II – slutevaluering. Danmarks Miljøundersøgelser og Danmarks Jordbrugsforskning.
- ¹⁶ Mikkelsen, M.H., Gyldenkerne, S., Poulsen, H.D., Olesen, J.E. & Sommer, S.G. 2005: Opgørelse og beregningsmetode for landbrugets emissioner af ammoniak og drivhusgasser 1985-2002. Danmarks Miljøundersøgelser. 84 s. Arbejdsrapport fra DMU nr. 204.
http://www2.dmu.dk/1_Viden/2_Publikationer/3_arbrapporter/rapporter/AR204.pdf
- ¹⁷ Miljøstyrelsen 2003: Bekæmpelsesmiddelstatistik 2003. Landbrugets Pesticidanvendelse. Orientering fra Miljøstyrelsen, 9/2004. Miljøstyrelsen.
- ¹⁸ Holmstrup, M. (red.) 2003: Økologisk landbrug og naturen – gør økologisk landbrug en forskel for natur og miljø? G.E.C.Gads Forlag, København.
- ¹⁹ Danmarks Statistikbank 2004: Miljø og energi. Udtræk december 2004.
- ²⁰ Illerup, J.B., Lyck, E., Nielsen, M., Winther, M., Mikkelsen, M.H., Hoffmann, L., Gyldenkerne, S., Sørensen, P., Vesterdal, L., Fauser, P. & Thomsen, M. 2005: Annual Danish Emissions Inventory Report to UNECE. Inventories 1990-2003. National Environmental Research Institute.
<http://www.dmu.dk/luft/emissionsopgørelser> (01.07.2005)
- ²¹ Danmarks Statistikbank 2004: Udbetalinger fra EU's landbrugsordninger efter type og tid. Udtræk december 2004.
- ²² Direktoratet for Fødevareerhverv 2004: Kort sagt om landbrugsreform 2005.
<http://www.dffe.dk/Default.asp?ID=19652> (01.07.2005)
- ²³ Forest and Landscape Denmark 2004: Global Forest Resources Assessment Update 2005. Denmark. Country Report, Working Paper Dk-Nfi8. Hørsholm.
- ²⁴ Finansministeriet 2005: Baggrundsnotat om skovbrugets økonomiske rammevilkår.
http://www.fm.dk/db/filarkiv/10831/Baggrundsnotat_skovbrugets_rammevilkaar.pdf. (01.07.2005)
- ²⁵ Skov- og Naturstyrelsen 2004: Skov og Natur i tal 2004.
<http://www.skovognatur.dk/Udgivelser/Tidligere/2004/tal2004.htm> (01.07.2005)
- ²⁶ Skov- og Naturstyrelsen 2002: Danmarks Nationale Skovprogram 2002.
<http://www.skovognatur.dk/Udgivelser/Tidligere/2002/dns.htm> (01.07.2005)
- ²⁷ FAO 2002: The State of World Fisheries and Aquaculture 2002, Food and Agriculture Organization, Rome.
- ²⁸ Fiskeridirektoratet 2004: Fiskeristatisk Årbog 2003.
<http://www.fd.dk/> (01.07.2005)
- ²⁹ Havbrugsudvalget 2003: Udvalget vedr. udviklingsmulighederne for saltvandsbaseret fiskeopdræt i Danmark. Rapport. Ministeriet for Fødevarer, Landbrug og Fiskeri
- ³⁰ Fiskeriets Økonomi 2004: Fødevareøkonomisk Institut.
<http://www.foi.dk> (01.07.2005)
- ³¹ Danmarks Fiskeriundersøgelser 2003: Kommentar til Landsforeningen Levende Havs notat: Det fiskeripolitisk bestemte udsnit i dansk fiskeri i 2003, november 2003. Den 14. november 2003.
- ³² Tyedmers, P. 2004: Fisheries and Energy Use. – In: Cleveland, C. (ed.) The Encyclopedia of Energy, Elsevier, Amsterdam, pp 683-693.
- ³³ Pedersen, L., Sortkjær, O., Bruun, M.S., Dalsgaard, I. & Pedersen, P.B. 2004: Undersøgelse af biologiske halveringstider, sedimentation og omdannelse af hjælpestoffer og medicin i dam- og havbrug, samt parameterfastsættelse og verifikation af udviklet dambrugsmodel. DFU-rapport nr. 135-04, Danmarks Fiskeriundersøgelser. Kgs. Lyngby.
<http://www.dfu.min.dk/dk/publicationdatabase.asp?id=2391> (01.07.2005)

- ³⁴ Skov- og Naturstyrelsen 2003: Råstofindvinding på havbunden. Hvor – Hvordan – Hvor meget? Skov- og Naturstyrelsen.
- ³⁵ Øresundskonsortiet 2000: Sand extraction at Kriegers Flak in 1996-98 and impact on the benthic fauna. 29 June 2000.
- ³⁶ Danmarks Fiskeriundersøgelser 2002: Udvalget om Miljøpåvirkninger og fiskeriressourcer. Delrapport vedr. habitatpåvirkninger. DFU-rapport nr. 112-02. Kgs. Lyngby.
- ³⁷ Energistyrelsen 2004: Danmarks olie- og gasproduktion 2003. Energistyrelsen, København.
- ³⁸ Danmarks Statistikbank 2004: Miljø og energi, Råstofindvinding. Udtræk december 2004.
- ³⁹ Økonomi- og Erhvervsministeren 2003: Redegørelse til Folketinget vedrørende Nordsøen. Oktober 2003.
- ⁴⁰ COWI 2002: Kortlægning af kemikalieanvendelser i forskellige brancher. Teknik og Administration Nr. 3 2002. Amternes Videncenter for Jordforurening, København.
- ⁴¹ Wichmann, H. (red.) 2001: Havets natur – mål og midler. Rapport fra Wilhjelmudvalgets arbejdsgruppe for havet. Udgivet af: Wilhjelmudvalget, Skov- og Naturstyrelsen.
- ⁴² Energistyrelsen 2004: Energipolitisk redegørelse 2004.
- ⁴³ Det Økonomiske Råd 2002: Dansk Økonomi. Forår 2002. <http://www.dors.dk/publ/index.htm>. (01.07.2005)
- ⁴⁴ Det Økonomiske Råd 2004: Dansk Økonomi. Efterår 2004. København. <http://www.dors.dk/publ/index.htm>. (01.07.2005)
- ⁴⁵ Danmarks Miljøundersøgelser 2005. Emissionsdatabase. http://www2.dmu.dk/1_Viden/2_miljoe-tilstand/3_luft/4_adaei/Air_pollutants_en.asp (01.07.2005)
- ⁴⁶ Miljøstyrelsen 2003: Industriernes spildevandsudledning i byernes økologiske kredsløb. Økologisk byfornyelse og spildevandsrensning nr. 43, Miljøstyrelsen.
- ⁴⁷ Miljøstyrelsen 2004: Affaldsstatistik 2003, s 9 ff.
- ⁴⁸ Andersen, M.S. & Ryelund, A.V. 2005: The Nordic Decoupling Project: Price Incentives and Industrial CO₂-emissions. Danmarks Miljøundersøgelser (under udgivelse).
- ⁴⁹ Sørensen, S.Y. & Hjelmar, U. 1999: Rapport om evaluering af de grønne regnskaber. Miljøstyrelsen. <http://www.mst.dk/> (01.07.2005)
- ⁵⁰ Danmarks Statistikbank 2005: Jernbanetransport af gods efter transporttype, enhed, godsart og tid. Udtræk februar 2005.
- ⁵¹ Iversen, E. 2004: Euro 5 og Euro 6: Hvad bliver indholdet af de kommende udstødningsnormer for motorkøretøjer? Indlæg ved Trafikdage på Aalborg Universitet 2004.
- ⁵² Vejdirektoratet 2005: Tal og statistik. Trafikkens omfang, Godstransport. Udtræk maj 2005. <http://www.vejdirektoratet.dk/dokument.asp?page=document&objno=79478> (01.07.2005)
- ⁵³ Miljøstyrelsen 2003: Indikatorer for Bæredygtig Udvikling. Indikator 7.5 samt indikator 7.6. <http://www.mst.dk> (01.07.2005)
- ⁵⁴ Eurostat 2002: Material use in the European Union 1980-2000: Indicators and analysis. Eurostat, Luxembourg.
- ⁵⁵ Danmarks Statistikbank 2004: Indkomst, forbrug og priser. Udtræk december 2004.
- ⁵⁶ Danmarks Statistikbank 2005: Nationalregnskab Privat forbrug (mio. kr.) efter prisenhed, forbrugsgruppe og tid. Udtræk januar 2005.
- ⁵⁷ Jacobsen, L.-B., Jensen, J.D. & Wier, M. 2003: Prisforholdenes betydning for forbruget af fødevarer. Notat, Fødevareøkonomisk Institut, Afdeling for Jordbrugspolitik.
- ⁵⁸ Danmarks Statistikbank 2005: Udenrigshandel. Værdi af import efter SITC-kapitel (rev. 3) og land, generalhandel. Utræk maj 2005.
- ⁵⁹ Arbejdsgrupperne 2003: Det faglige grundlag for Vandmiljøplan III. Arbejdsgruppernes fælles afrapportering. Del 1. Skov- og Naturstyrelsen og Ministeriet for Fødevarer, Landbrug og Fiskeri. <http://www.vmp3.dk/> (01.07.2005)
- ⁶⁰ Wier, M. & Andersen, L.M. 2003: Forbrug af økologiske fødevarer. Holdninger, værdier og faktisk købsadfærd. Nyhedsbrev fra Forskningscenter for Økologisk Jordbrug.
- ⁶¹ Danmarks Statistikbank 2004: Byggeri og boligforhold. Udtræk december 2004.
- ⁶² Miljøministeriet 2003: Landsplan-redegørelse 2003. Et Danmark i balance – hvad skal der gøres?
- ⁶³ Statens Byggeforskningsinstitut og AKF 2001: Det danske boligmarked – udvikling i boligforsyning og boligønsker. Statens Byggeforskningsinstitut og Amternes og Kommunernes Forskningsinstitut. Byforum.
- ⁶⁴ Energistyrelsen 2004: Faglig baggrundsrapport. Udkast. Handlingsplan for en fornyet indsats. Energibesparelser og marked.
- ⁶⁵ Energistyrelsen 2003: Energispare-redegørelse 2003.
- ⁶⁶ Danmarks Statistikbank 2004: Pendling. Udtræk december 2004.
- ⁶⁷ Danmarks Transport Forskning 2003: Rejsevaneundersøgelserne 1992-2001. Tabeller. <http://www.dtf.dk/sw8437.asp> (01.07.2005)
- ⁶⁸ Trafikministeriet 2004: Trafikredegørelse 2004.
- ⁶⁹ Vejstøjgruppen 2003: Forslag til strategi for begrænsning af vejtrafikstøj. Miljøstyrelsen. <http://www.mst.dk/default.asp?Sub=http://www.mst.dk/transport/05030000.htm> (01.07.2005)
- ⁷⁰ Flagstad, T. 2004: Trafik og miljøforhold 2004. Danmarks Statistik.
- ⁷¹ Finansministeriet 2003: Oplæg til klimastrategi for Danmark. <http://www.fm.dk/1024/visPublikationesForside.asp?artikelID=5354> (01.07.2005)
- ⁷² Vejdirektoratet 2005: Tal og Statistik. Trafikkens omfang. Trafikindeks. Udtræk januar 2005. <http://www.vejdirektoratet.dk/dokument.asp?page=document&objno=69461> (01.07.2005)
- ⁷³ Danmarks Statistik 2004: Nyt fra Danmarks Statistik nr 145, 2004.

- ⁷⁴ Tholstrup, S., Lehmann, V., Kvistgaard, M. & Flyvbjerg, B. 1998: Evaluering af Trafik- og Miljøpuljen 1992-1995. Hovedrapport, Miljøstyrelsen.
- ⁷⁵ Bonke, J. 2002: Tid og velfærd. Socialforskningsinstituttet 02:26 København.
- ⁷⁶ Tind, E.T. & Agger, P. 2003: Friluftslivets effekter på naturen i Danmark. Friluftsrådet, København. <http://www.friluftsradet.dk/files/pdf/SamletRapport.pdf> (01.07.2005)
- ⁷⁷ Regeringen 2003: Affaldsstrategi 2005-2008. Miljøstyrelsen.
- ⁷⁸ PlanMiljø & Institut for Produktudvikling 2005: Tænder du på et godt miljø? Elektronikpanelet. <http://miljovisorg.dynamicweb.dk/Files/Billeder/Elektronik/Argumentkatalog.pdf> (01.07.2005)
- ⁷⁹ Danmarks Statistikbank 2004: Befolkning og valg. Udtræk december 2004.
- ⁸⁰ Danmarks Statistikbank 2005: Miljø og Energi, Vand, Forbruget af drikke- og råvand efter område og anvendelse. Udtræk april 2005.

Klima og luftforurening

De menneskeskabte klimaændringer og deres langsigtede konsekvenser er en stor udfordring. Udslipet af drivhusgasser i Danmark er steget omkring 10% siden 1990, mens klimamålsætningen forudsætter et fald på 21% i gennemsnit for 2008-2012. Luftforureningen i Danmark bliver stadig mindre, men nedfald af kvælstof påvirker de følsomme økosystemer og forurening med partikler menneskers sundhed.





2.1 Indledning

Den miljøpolitiske indsats mod luftforureningen i Danmark er en historie der går mere end 30 år tilbage. Sundhedsrisikoen og skader på naturen er i denne periode blevet reduceret inden for visse områder bl.a. gennem regulering af udslip af forurenende stoffer og fastsættelse af grænseværdier for luftkvalitet. Eksempler på dette er fjernelse af bly i benzin, overgang til brændsler med lavere svovlindhold, afsvovling af røggas i kraftværker og industri, en mere effektiv energiuudnyttelse, samt en øget vægt på at bruge naturgas og vedvarende energikilder. Skærpede krav fra 1990 til bilernes udstødning resulterede også i en væsentlig reduktion i udslippet af sundhedfarlige stoffer som NO_x , VOC og CO.

Denne udvikling har fundet sted samtidigt med at den økonomiske aktivitet i Danmark er steget. Alene siden 1990 med mere end 20 % målt i faste priser. Samfundets totale energiforbrug målt som bruttoenergiforbruget har kunnet holdes på et nogenlunde konstant niveau gennem næsten 30 år. Alt i alt er det således stort set lykkedes at skille den økonomiske vækst fra væksten i energiforbrug og den deraf følgende "klassiske" luftforurening.

Et af de miljøproblemer, der i dag dominerer udviklingen på miljø- og energiområdet, er drivhuseffekten. Efter de første videnskabelige erkendelser på internationalt plan i slutningen af 1980'erne tog Danmark som et af de første lande dette tema på den politiske dagsorden i 1990 med Energi 2000 – Handlingsplan for en bæredygtig udvikling. Her blev klimaspørgsmålet for første gang et væsentlig element i Danmarks energipolitik¹ og det blev politisk erkendt at udslippet af CO_2 kunne blive fremtidens altoverskyggende problem.



2.2 Sammenhæng mellem klima og luftforurening

I følge Danmarks første energiplan skulle energiforbruget reduceres med 15 % og CO₂-udslip fra energiforbruget med 20 % inden år 2005 i forhold til hvad niveauet var i 1988.

Den næste officielle energiplan, Energi 21 fra 1996,² fokuserer også på drivhuseffekten. Målsætningen om en 20 % reduktion af CO₂-udslippet inden 2005 blev fastholdt, og samtidig indførtes begrebet økologisk råderum i miljødebatten: man anbefalede at stabilisere den atmosfæriske koncentration af CO₂ på 450 ppm som et vejledende mål i overensstemmelse med en acceptabel global bæreevne. Det blev hermed indirekte erkendt, at langt mere vidtgående krav til reduktion af CO₂ var nødvendige nationalt og internationalt for at opnå dette langsigtede mål. Der forudsættes fx i planen et fald i det samlede energiforbrug på ca. 17 % frem mod 2030. Samtidig regnede man med en stort set fuldstændig udfasning af kul, en uændret brug af olie og gas, samt en kraftig vækst i vedvarende energikilder. Ved Folketingets behandling af planen pålagde tinget den daværende

regering at arbejde for et reduktionsmål for industrilanden CO₂-udslip på 50 % inden år 2030.

Forhandlingerne i Kyoto endte med, at industrilandene på kortere sigt samlet skulle reducere deres udledninger med 5 % i perioden 2008-2012. Erkendelsen af, at der på mellemlangt sigt er behov for væsentlige reduktioner i industrilandene, hvis atmosfærens indhold af CO₂ skal stabiliseres, samtidig med, at der skal være plads til udviklingslandenes udledninger, består imidlertid. Denne erkendelse blev senest formuleret i den nuværende regerings strategi for bæredygtig udvikling,³ hvor der, som et indikativt pejlemærke, tales om en halvering af CO₂-udledningen i Danmark inden for en generation, og at det kan blive resultatet af fortsat skærpede reduktionsmål. Danmarks næste officielle energiplan – eller energistrategi – blev fremlagt i juni, 2005.

Danmark har gennem FN's Kyoto-protokol og EU's aftaler om reduktioner i medlemslandene (EU's klimamålsætning) forpligtiget sig til at reducere sine udledninger af

drivhusgasser. Med offentliggørelse af regeringens klimastrategi i februar 2003⁴ blev det besluttet hvordan Danmark skal leve op til sine forpligtigelser. Ud over hvad der allerede på det pågældende tidspunkt var iværksat af tiltag blev det i strategien vedtaget, at en række omkostningseffektive virkemidler skulle tages i brug med henblik på at overholde Danmarks reduktionsforpligtigelse. Det understregedes, at Danmark har accepteret en meget ambitiøs forpligtigelse, og at brugen af såkaldte fleksible mekanismer kan bidrage til, at Danmark kan opfylde disse forpligtigelser. Fleksible mekanismer vil sige køb af såkaldte kreditter fra CO₂-reduktionsprojekter i udviklingslandene og i lande i Central- og Østeuropa, samt køb af CO₂-kvoter. Et tværministerielt klimaudvalg skal i 2006 koordinere udarbejdelsen af en status for Danmarks opfyldelse af sine reduktionsforpligtigelser, herunder opdatere beregninger om anvendte virkemidler, deres omkostninger og potentiale, med henblik på en eventuel revision af Danmarks klimastrategi.

De menneskeskabte klimaændringer vil få konsekvenser for næsten alle Jordens naturlige økosystemer, for verdens fødevareproduktion, mængden- og fordelingen af ferskvand Jorden over, menneskets sundhed, samt grundlaget for den samfundsøkonomiske udvikling i mange lande. Hertil kommer, at udslippet af drivhusgasser til atmosfæren og deres regulering direkte eller indirekte er koblet til en række andre forureningsproblemer:

- **Nedbrydningen af ozonlaget.**

Ozonlaget, der ligger 15-20 km over Jorden i stratosfæren, beskytter alt levende mod solens UV-stråling, som øger risikoen for hudkræft og påvirker planternes fotosyntese. CFC gasserne, som er hovedårsagen til nedbrydningen af ozon, er stort set udfaset og reguleres i henhold til

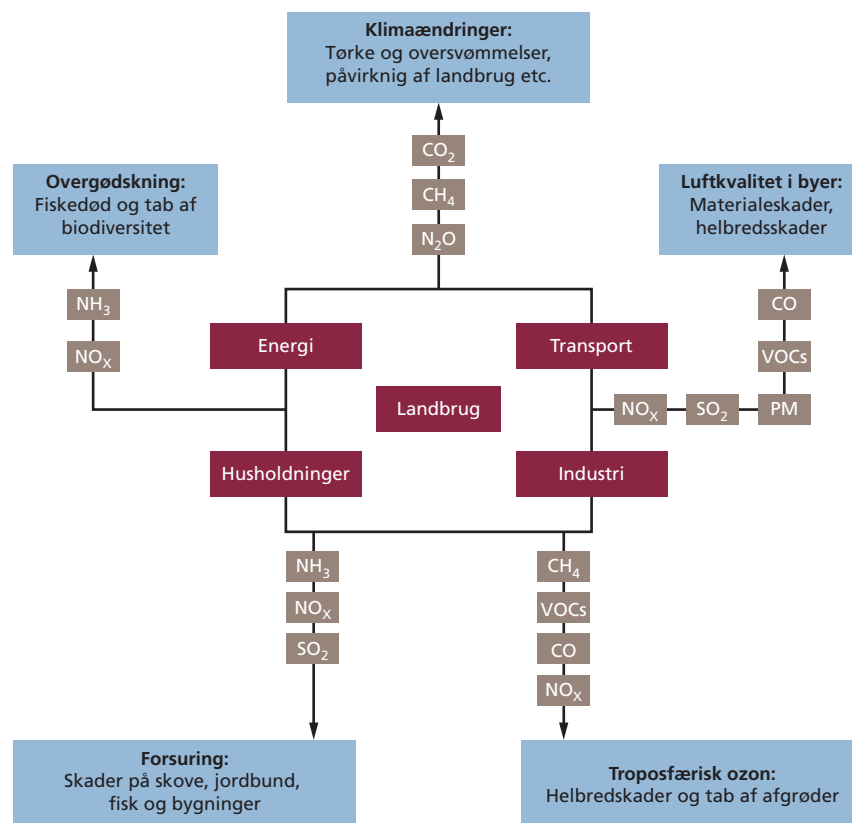
Montreal-protokollen. Det ozon der opbygges i den nedre atmosfære, og som indgår i den såkaldte foto-kemiske luftforurening, bidrager imidlertid til den menneskeskabte drivhuseffekt. Ozon nedbrydningen i stratosfæren, modvirker drivhus-gassernes klimapåvirkninger, idet ozon selv er en drivhusgas. Den globale opvarmning har i sig selv en uheldig indflydelse på gendannelsen af ozonlaget: opvarmning af den nedre atmosfære ved jordoverfladen, troposfæren, er ledsaget af en afkøling af atmosfærens øverste lag. Denne afkøling indebærer, alt andet lige, en accelereret nedbrydning af ozon, som sinker gendannelsen.^{6,7,8}

- **Luftforurening med svovl- og kvælstofforbindelser og partikler.**

Enhver reduktion i brugen af fossile brændsler betyder en begrænsning i udslippet af en række luftforurenende stoffer – især svovldioxid, kvælstofoxider, kulbrinter samt partikler. Begrænses brugen således i et omfang, der svarer til opfyldelsen af EU's klimamålsætning, viser scenarie-analyser,⁹ at der frem mod 2025 i en europæisk sammenhæng kan opnås ganske betydelige forbedringer i luftkvaliteten og mindsket sygelighed, først og fremmest på grund af reducerede koncentrationer af ozon og partikler, men også væsentlige sundhedsgevinster ved at mindske koncentrationen af NO₂ og SO₂ i de større byer.

Figur 2.1

Sammenhæng og vekselvirkning mellem de primære kilder til luftforurening og de vigtigste effekter. Mange stoffer har de samme effekter, og mange forskellige kilder udsender de samme stoffer. Begrænsning af en type forureningsudslip kan derfor have flere fordele. Et nedsat udslip af svovldioxid vil således begrænse de økologiske skader ved forurening, nedbrydning af materialer, og belastning af menneskers helbred. Mere indviklet er det med kvælstofoxiderne som dannes ved forbrænding af fossile brændsler, og som gennem en række kemiske reaktioner i atmosfæren med flygtige organiske kulbrinter – bidrager til dannelsen af troposfærisk ozon. Kilde: Miljøstyrelsen, 2003.⁵





2.3 Kilder og udslip

Hovedkilden til udslippet af luftforurenende stoffer er anvendelsen af de fossile brændsler kul, olie og naturgas. Trafikken bidrager fx med kvælstofoxider (NO_x), forskellige flygtige organiske forbindelser (VOC/kulbrinter), kulilte (CO) og partikler (PM_{10}). Industrien har udslip af de samme stoffer, men ofte i væsentligt andre blandingsforhold – typisk med flere kulbrinter end trafikken. De danske kulfyrede kraftværker er stadigvæk den vigtigste kilde til udslippet af svovldioxid (SO_2), og landbruget er den helt dominerende kilde til udslippet af ammoniak (NH_3), men også til lattergas (N_2O) og metan (CH_4). De private husholdningers forbrug af forskellige opløsningsmidler, maling, lakker, osv. fører til udslip af flygtige organiske forbindelser (VOC'er) såsom ethen, propen, ethyn, benzen og toluen, som har gode egenskaber som opløsningsmidler for fedt og lim.

Grænsen mellem de naturlige og de menneskeskabte kilder er ikke skarp. Fx udsender nåleskove og anden vegetation flygtige kulbrinter (isoprenen og terpener), og moser og

andre vådområder udsender metan og lattergas. Udslippet af disse stoffer afhænger derfor af vores arealanvendelse og indgreb i denne. Således skønnes det, at en stor del (ca. 30 %) af de samlede udslip af kulbrinter stammer fra skovområder og landbrug i Europa. Det har en væsentlig betydning for dannelsen af fotokemisk luftforurening (se nedenfor).

Fem væsentlige miljøproblemer kan benyttes som ramme for en gruppering af de luftforurenende stoffer, som bidrager til det pågældende problem:

- **Sundhedseffekter:**
 SO_2 , NO_2 , ozon (troposfærisk ozon), PM_{10} samt tungmetaller (Cd, Pb, Hg)
- **Forsuring af miljøet:**
 NO_x , SO_2 , NH_3
- **Fotokemisk luftforurening:**
VOC, NO_x , CO, CH_4
- **Eutrofiering:**
 NH_3 , NO_x
- **Drivhuseffekt:**
 CO_2 , CH_4 , N_2O , HFC'er, PFC'er, SF_6 samt ozon.

Drivhusgasserne

En af de miljømålsætninger der i dag præger debatten og udviklingen på miljø- og energiområdet er Danmarks klimaforpligtigelse efter Kyoto-protokollen. I december 1997 i Kyoto i Japan forpligtigede de industrialiserede lande sig til samlet at reducere deres udslip af de 6 drivhusgasser med 5 % i gennemsnit for perioden 2008-2012 i forhold til referenceåret 1990. De daværende 15 EU lande skal reducere deres bidrag med 8 % ialt, og har indgået en aftale om en intern byrdefordeling mellem landene for at nå dette mål.

I overensstemmelse med byrdefordelingen er Danmark juridisk forpligtiget til at reducere sit udslip med 21 % inden udgangen af perioden 2008-2012. Dog har ministerrådet og EU-kommissionen i 2002 vedtaget en politisk erklæring om, at der ved fastlæggelsen af de tilladte udledningsmængder i 2006 skal tages særligt hensyn til Danmark. Der refereres til Danmarks erklæring i forbindelse med byrdefordelingsaftalen i 1998, som bl.a. anfører, at Danmarks reduktion

tioner skal ses i forhold til et korrigeret 1990-niveau – dvs. under hensyntagen til Danmarks import/eksport af el i referenceåret 1990.

Danmark og en række industrialiserede lande har ratificeret aftalen, senest og i sidste øjeblik Rusland i november 2004. Hermed har et tilstrækkeligt stort antal lande ratificeret aftalen, som trådte endelig i kraft i februar 2005. Allerede i 2005 påbegyndes der forhandlinger i regi af Kyoto-protokollen om at reducere udslippene af drivhusgasser udover hvad der var aftalt for den første aftaleperiode 2008-2012. EU har en ledende rolle i de internationale klimaforhandlinger, og har sammen med en række lande erklæret sin hensigt om at gennemføre væsentlige yderligere reduktioner i udslippet.

Som grundlag for beregninger af de nødvendige reduktioner har EU

defineret et vejledende langsigtet mål for den globale temperaturstigning på maksimalt 2 °C over det før-industrielle niveau – et niveau, som vurderes at indebære, at drivhusgas koncentrationen skal stabiliseres et godt stykke under en koncentration på 550 ppmv (CO₂-ækvivalenter).¹⁰ En koncentration på 550 ppmv er næsten en fordobling i forhold til det før-industrielle niveau på 280 ppmv. I en rådsmødekonsklusion fra december 2004 påpeges det således, at de 2 °C indebærer, at verdens udslip skal toppe inden 2 årtier, og skal falde til et niveau i 2050, der er 15% eller måske op til 50% lavere for at målet kan nås. Det vurderes i samme rådskonklusion at dette, af hensyn til den forventede vækst i udviklingslandene, kan indebære reduktioner i industrilandenenes udledninger i 2050

til et niveau, der ligger 60 til 80 % under 1990-niveauet.

I Tyskland har det nationale rådgi-vende råd i klimaspørgsmål (WGBU) i et nyligt studie¹¹ ligeledes foreslået en lavere grænseværdi på 450 ppm for atmosfærens CO₂-koncentration og en reduktion af de globale udslip af CO₂ på 45-60% inden 2050 i forhold til basisåret 1990. Også Sverige har en langsigtet national målsætning for 2050, som er i overensstemmelse med globale reduktioner, der er væsentlig mere vidtgående end Kyoto-protokollens første fase.¹² Det Europæiske Miljøagentur (EEA) foreslår, at så-danne mål kunne være grundlaget for de kommende forhandlinger om den anden forpligtigelsesperiode under Kyoto-protokollen, og lægger altså op til en væsentlig øget reduktion i udslippet af drivhusgasser i forhold til Kyoto-protokollens første fase.

I overensstemmelse med Kyoto-protokollen omfatter Danmarks beregninger af udslippene i basisåret kuldioxid, metan og lattergas i 1990 samt udslippene af de såkaldte industrigasser, HFC, PFC og SF₆ i 1995. Desuden modregnes den mængde CO₂ der optages i ny skov, det vil sige skov plantet siden 1990. Udslippet be-regnes som CO₂-ækvivalenter, og kor-rigeres i denne sammenhæng ikke for variationer i temperatur og Danmarks import/eksport af el.

I forhold til basisåret 1990/95 har Danmark i 2003 øget udslippet af drivhusgasser med 6,2%. I følge den seneste opdaterede fremskrivning af drivhusgasudslippet er den samlede udledning beregnet til ca. 72 mio. tons CO₂-ækvivalenter årligt i perioden 2008-12.¹⁴ Fremskrivningen er baseret på den aktuelle energifremskrivning.

Det svarer til, at den såkaldte klimamanko er 8-13 mio. tons, hvis virkningen af køb af CO₂-kvoter og kreditter fra CO₂-reduktionsprojekter i andre lande medregnes (JI- og CDM-projekter).^{15, 16} Intervallet afspejler en udestående sag om beregning af basisåret, som svarer til 5 mio. ton CO₂-ækvivalenter årligt i gennemsnit for perioden 2008-12. Klimamankoen

Tabel 2.1

Danmarks udslip af drivhusgasser beregnet som CO₂-ækvivalenter for kuldioxid (CO₂), lattergas (N₂O), metan (CH₄) samt de såkaldte industrigasser PFC, HFC og SF₆, sammenholdt med Kyoto målsætningen. Udslip er angivet i mio. tons, og beregnet efter Kyoto-protokollens retningslinier. Basisåret er således sammensat af udledning af CO₂, metan og lattergas i 1990 og udledning af de såkaldte industrielle drivhusgasser i 1995. Basisåret er her gengivet uden korrektion for elimport i 1990, i overensstemmelse med Danmarks juridiske forpligtigelse. Basisåret og dermed Danmarks præcise reduktionsforpligtigelse vil først blive endeligt fastlagt i 2006.

Kilde: Illerup et al., 2005.¹³

	Udslip og optag af drivhusgasser i henhold til Kyoto-protokollen (CO ₂ -ækvivalenter [mio. tons])	Ændringer i forhold til basisåret (CO ₂ -ækvivalenter [mio. tons])	Ændringer i forhold til basisåret (%)
Basisår	69,6		
1991	80	10,4	14,9
1992	73,8	4,2	6
1993	76,2	6,6	9,4
1994	79,7	10,1	14,5
1995	76,7	7,1	10,2
1996	90	20,4	29,3
1997	80,2	10,6	15,3
1998	76	6,4	9,2
1999	72,9	3,2	4,7
2000	68,3	-1,4	-1,9
2001	69,7	0	0,1
2002	68,9	-0,7	-1
2003	73,9	4,3	6,2
2008-2012 (årlig)	55	-14,6	-21

blev i klimastrategien fra februar 2003 opgjort til 20-25 mio. ton CO₂-ækvivalenter. Faldet i mankoen skyldes bl.a. forventede prisvirkninger af ny elproduktionskapacitet i Sverige og Finland fra omkring år 2010, og af den forventede kapacitetsudbygning med havvindmøller i Danmark, samt prisvirkningerne af CO₂-kvotereguleringen og den deraf følgende forventede reduktion i elproduktion, der udleder CO₂.

Der er overordentlig stor usikkerhed på fremskrivningerne på netop dette punkt, da prisvirkningerne er usikre – elproduktion og eksport er prisfølsomme områder. Faldet skyldes endvidere virkningen af de statslige midler til JI- og CDM-projekter, som er vurderet til ca. 4,5 mio. ton CO₂-ækvivalenter årligt i perioden 2008-12, svarende til 1.130 mio. kr. ved en kvotepris på 50 kr. pr. ton CO₂.

CO₂ er den vigtigste drivhusgas, fulgt af lattergas og metan i relativ betydning. Bidraget fra HFC'er, PFC'er og SF₆ udgør kun omkring 1 % af det samlede nationale udslip beregnet i CO₂-ækvivalenter. De vigtigste kilder er kraftværkernes energiproduktion, transportsektoren samt landbrug. Transportsektoren alene bidrog i 2003 med 22 % til det samlede udslip af

CO₂. De danske skoves og jordes CO₂-binding svarer til omkring 2 % af det samlede årlige CO₂-udslip.

Hvis Danmarks udslip af CO₂ korrigeres for variation i klima og handel med elektricitet med andre lande, og udslippet dermed alene afspejler det indenlandske energiforbrug, kan der registreres et fald på 14,9 % fra 1990 til 2003, til trods for et nogenlunde konstant bruttoenergiforbrug. I samme periode steg Danmarks bruttonationalprodukt med 30 %. Det er altså lykkedes at etablere en afkobling fra den økonomiske udvikling.

De forsurende gasser

Udviklingen i afsætningen af forsurende svovl- og kvælstofforbindelser i Europa og i Danmark er tæt korreleret med ændringer i udslippet af de tilsvarende gasser SO₂, NO_x og NH₃ (se afsnit 2.4). Omregnes disse stoffer til syreækvivalenter kan de enkelte gassers potentielle syrevirkning direkte sammenlignes. Siden 1990 er det samlede udslip af forsurende stoffer i Danmark mindsket med ca. 40 %. I gennem perioden er udslippet af ammoniak fra landbruget steget i relativ betydning, og bidrog således i 2003 med 51 % til det samlede nationale udslip med kvælstofoxiderne på an-

denpladsen med 40 %. Sammenlignes alene de langtransporterede tilførsler til Danmark, er SO₂ og NO_x stadigvæk vigtigere end NH₃.

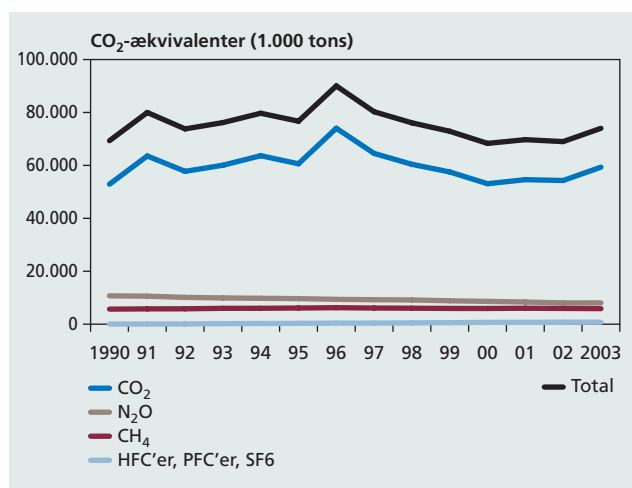
Udslippet af SO₂ har gennemgået den mest markante udvikling. Fra 1980 til 2003 er det totale udslip reduceret med 93 %. Årsagen er primært indførelse af en afgift på svovl, installering af afsvovlingsanlæg på de store kraftværker og regulering af svovlindholdet i olieprodukter. Fra 2002 til 2003 er der dog sket en stigning på 23 % grundet stor eksport af elektricitet til Sverige og Norge. Den ekstra produktion er hovedsagelig foregået på de store kulfyrede kraftværker.

Kvælstofoxider og flygtige kulbrinter

Udslip af kvælstofoxider (NO_x), kulmonoxid (CO), metan (CH₄) og de letflygtige organiske kulbrinter (NMVOC, Non Methane Volatile Organic Compounds) har betydning for dannelsen og nedbrydning af ozon, der er den vigtigste komponent i den fotokemiske luftforurening (se afsnit 2.4). Ozon er sundhedsskadelig, reducerer væksten af landbrugsafgrøder og påvirker også den naturlige vegetation. Ved en given konstant NO_x-koncentration er de flygtige NMVOC'er især vigtige for opbygning og nedbrydning

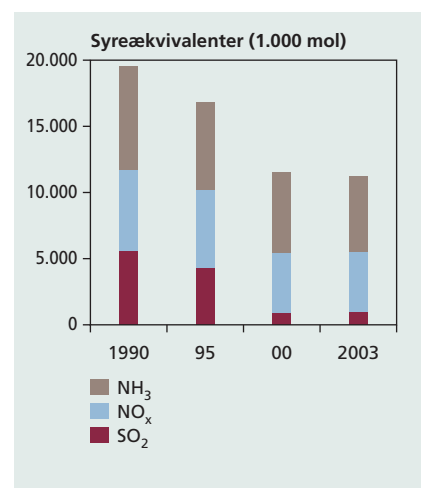
Figur 2.2

Udviklingen i Danmarks udslip af drivhusgasser beregnet som CO₂-ækvivalenter for kuldioxid (CO₂), metan (CH₄), lattergas (N₂O) samt de tre industrigasser HFC, PFC og SF₆.
Kilde: Illerup et al., 2005.¹³



Figur 2.3

Udviklingen i Danmarks udslip af forsurende gasser omregnet til syreækvivalenter.
Kilde: Illerup et al., 2005.¹⁷



af ozon-spidsværdier over korte tidsrum, hvor imod CO og CH₄ på grund af deres længere levetid i atmosfæren, har betydning for dannelsen og vedligeholdelsen af en regionalt udbredt baggrundskoncentration af ozon.

Transportsektoren bidrog i 2003 med 37% af Danmarks samlede NO_x-udslip, som er reduceret fra ca. 300.000 tons i midten af 1980'erne til 200.000 tons i 2003 – et fald på 32%. Installation af lav-NO_x brændere og de-NO_x anlæg på kraft- og fjernvarmeværker har mindsket udslippet fra disse vær-

ker, men det øgede antal biler med katalysator har også bidraget til faldet.

Det totale menneskeskabte udslip af NMVOC er reduceret med 39% fra 1985 til 2003 især på grund af den øgede andel af biler med katalysator og et mindsket udslip i forbindelse med brugen af organiske opløsningsmidler. Udslippet af CO er ligeledes reduceret fra 1990 til 2003 med 35%. Transportsektoren er den vigtigste enkeltkilde til CO, og årsagen til faldet er også her introduktion af katalysatorbiler fra 1990.

Partikler

Træfyrede anlæg dvs. brændeovne og brænde kedler i husholdninger har vist sig at være en vigtig kilde til udslip af partikler (PM) i Danmark.

Den seneste opgørelse over partikeludslippet i Danmark¹⁸ viser, at der udsendes ca. 10.000 tons små partikler fra husholdningernes forbrænding af træ, hvilket er næsten halvdelen af det total udslip af PM_{2,5} i Danmark. Den anden store kilde er vejtransport der bidrager med ca. 20% af det samlede udslip af PM_{2,5} (se afsnit 2.3). På trods af at træ kun udgør ca. 20% af husholdningernes brændselsforbrug stammer 93% af husholdningernes bidrag til PM_{2,5} fra denne kilde.

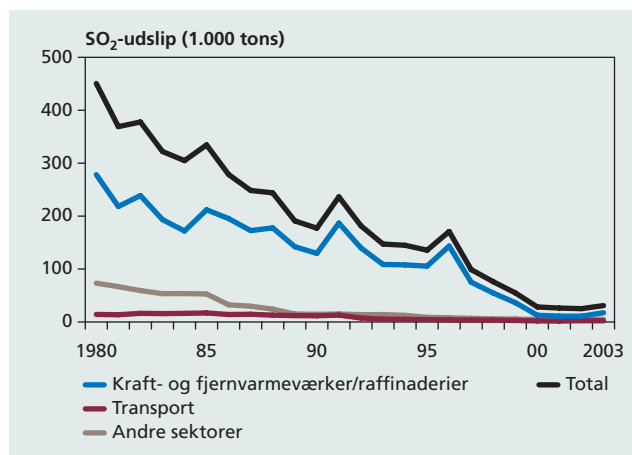
Brændefyring forurener langt mere med partikler end både anlæg, der producerer fjernvarme, og små olie- og naturgasfyrede kedler. For eksempel er partikeludslippet pr. indfyret energienhed fra husholdningers forbrænding af træ ca. 250 gange større end udslippet fra kulfyrede kraftværker og ca. 600 gange større end for kraftvarmeværker, der anvender træ og affald.¹⁹

Nordiske undersøgelser viser, at størrelsen af udslippene er meget afhængig af den anvendte forbrændingsteknologi.²⁰ Der findes nyere

Figur 2.4

Udviklingen i Danmarks udslip af svovldioxid (SO₂) fordelt på væsentlige sektorer.

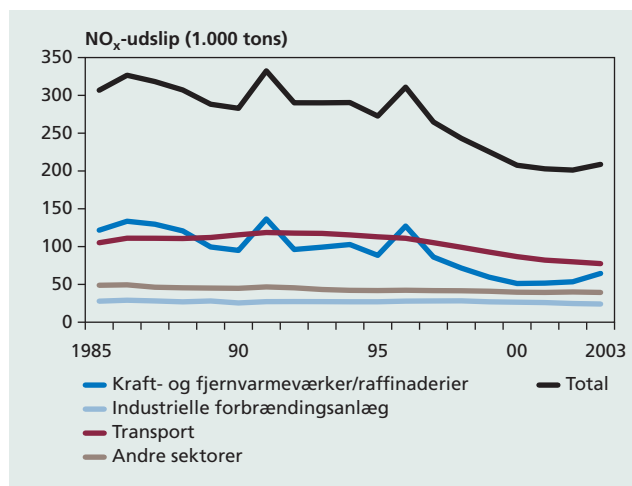
Kilde: Illerup et al., 2005.¹⁷



Figur 2.5

Udviklingen i Danmarks udslip af kvælstofoxider (NO_x) fordelt på væsentlige sektorer. Transport omfatter vejtransport, jernbaner, søtransport samt indenlandsk lufttrafik.

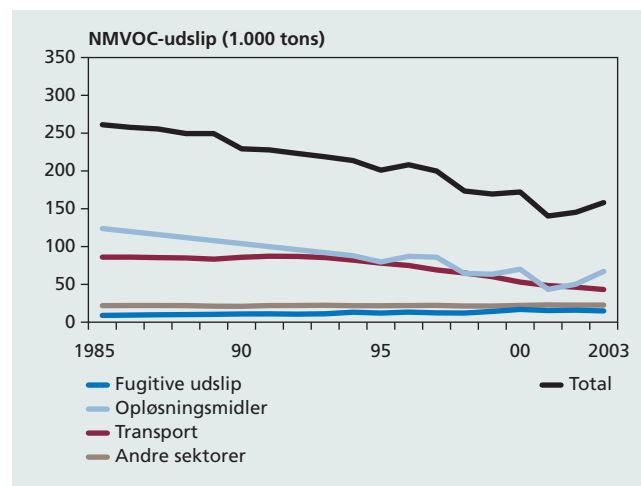
Kilde: Illerup et al., 2005.¹⁷



Figur 2.6

Udviklingen i Danmarks udslip af flygtige kulbrinter (NMVOC, Non Methane Volatile Organic Compounds).

Kilde: Illerup et al., 2005.¹⁷

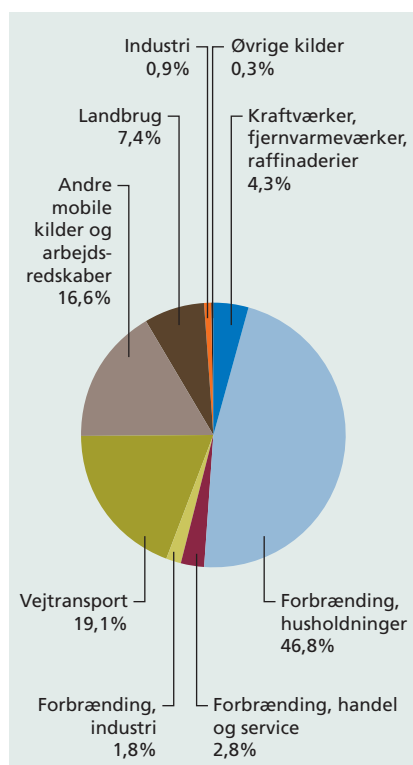


teknologier indenfor brændeovne og kedler, der forurener væsentligt mindre end de ældre. For eksempel har beregninger vist, at der kan opnås en reduktion på over 90 % ved at udskifte gamle brændefyrede kedler med nye træpillefyrede kedler.

Figur 2.7

Danske udslip af små partikler ($PM_{2,5}$) for 2002.

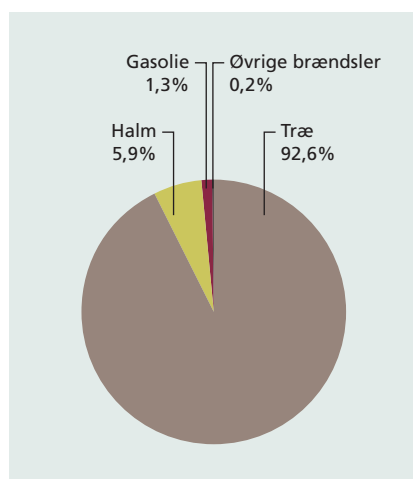
Kilde: Illerup og Nielsen, 2004.¹⁸



Figur 2.8

Udslip af små partikler ($PM_{2,5}$) fra husholdningers forbrændingsanlæg for 2002 fordelt på brændselstyper.

Kilde: Illerup og Nielsen, 2004.¹⁸



Reguleringen af den regionale luftforurening

Siden 1985 har den regionale luftforurening i Europa været reguleret gennem en række protokoller vedtaget i henhold til konventionen om grænseoverskridende luftforurening under FN's økonomiske kommission for Europa (UNECE CLRTAP: United Nations Economic Commission for Europe, the Convention on Long Range Transboundary Air Pollution). I henhold til den gældende protokol – Gøteborg-protokollen – er der fastsat bindende mål i form af maksimalt tilladte udslip af SO_2 , NO_x , NMVOC og NH_3 som bl.a. Danmark skal opfylde inden 2010 for at nå en række kvalitetsmål (se afsnit 2.4):

- målsætninger om beskyttelsen af vegetation, afgrøder samt menneskers sundhed mod ozonforurening skal således nås ved fælleseuropæiske begrænsninger i udslippet af kvælstofoxider (NO_x) og flygtige organiske kulbrinter (NMVOC),
- målsætninger om at mindske overskridelsen af de kritiske tålegrænser for forsureningen af miljøet skal nås ved mindsket udslip af NO_x samt SO_2 og NH_3 .

De bindende mål i henhold til Gøteborg-protokollen svarer til de ligeledes bindende mål der er fastsat i henhold til et EU direktiv om nationale emissionslofter.²¹

Målet for år 2010 for Danmarks udslip af SO_2 i henhold til Gøteborg-protokollen er i dag mere end opfyldt. Udslippet af kvælstofoxider viser en klar nedadgående tendens, men niveauet for 2003 er dog væsentligt højere end 2010 målsætningen. Samme tendens gør sig gældende for NMVOC.

Landbrugets udslip af ammoniak begrænses af en række tiltag i henhold til Vandmiljøplan II fra 1998, en ammoniakhandlingsplan for landbruget fra 2001 samt Vandmiljøplan III fra 2004. Udslippet af ammoniak er for nedadgående, bl.a. på grund af en række tekniske tiltag i landbruget, der begrænser udslippet. I følge en foreløbig vurdering af udviklingen vil udslippet være tæt på målet på 69.000 tons i 2010.¹⁷

Tabel 2.2

Udslip af partikler fra forskellige forbrændingsanlæg beregnet pr. indfyret energienhed.

Kilde: Nielsen og Illerup, 2004.¹⁹

Anlæg	$PM_{2,5}$ (g/GJ)
Forbrændingsanlæg i husholdninger	
Brændeovne og kedler	643
Oliefyr	5,0
Naturgasfyr	0,1
Kulfyrede kraftværker	2,5
Kraftvarmeværker, forbrænding af træ	1,2
Kraftvarmeværker, forbrænding af affald	1,1

Tabel 2.3

Danmarks udslip af svovldioxid (SO_2), kvælstofoxider (NO_x), flygtige organiske kulbrinter (NMVOC) samt ammoniak (NH_3) for 2003 sammenholdt med de bindende grænser for det maksimale udslip år 2010.

Kilde: Illerup et al., 2005.¹⁷

Forureningstype	Udslip, 2003 (tons)	Loft for udslip i 2010 (tons)
SO_2	30.956	55.000
NO_x	208.739	127.000
NMVOC	158.102	85.000
NH_3	83.021	69.000



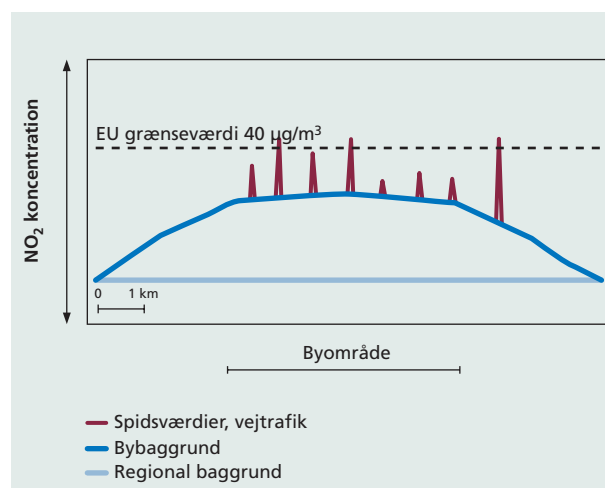
2.4 Byernes luftforurening

Luftforureningen i de største danske byer følges i et landsdækkende overvågningsprogram for luftkvalitet som startede i 1982. Formålet er at bestemme koncentrationer af skadelige stoffer i luften, følge udviklingen, vurdere kilderne til de enkelte stoffer, samt vurdere effekten af politiske tiltag mod luftforurening.

De første målinger af luftkvaliteten i Danmark startede i slutningen af 1960'erne. På det tidspunkt var de væsentligste kilder til luftforureningen i byerne afbrændingen af fossile brændsler i kraftværkerne og industrivirksomhederne samt den generelle boligopvarmning. I takt med at disse kilder er blevet miljøreguleret, er trafikens bidrag steget i relativ betydning. I en by som København bidrager vejtrafikken med langt hovedparten af den luftforurening, der registreres i de mest trafikerede gader. Ud over disse nationale kilder bidrager langtransporteret luftforurening fra udlandet til baggrundsforureningen i byerne.

Generelt er der målt en forbedring af luftkvaliteten i byerne de senere år. Bly er stort set forsvundet med indførelse af blyfri benzin, brug af renere brændsler og røggasrensning på kraftværkerne har reduceret SO_2 -koncentrationen. Også koncentrationen af kulbrinter, kulilte, kvælstofoxider og benzen har været faldende på trods af en øget trafik. Det skyldes, at størstedelen af personbilen efterhånden er udstyret med katalysator.

Der er i dag især et behov for at begrænse forureningen med kvælstofoxider og partikler. De seneste målinger fra det landsdækkende overvågningsprogram indikerer således, at det kan blive vanskeligt at overholde EU's nye skærpede grænseværdier for netop disse stoffer når de træder i kraft hhv. 2010 og 2005.²³



Figur 2.9

Eksempel på opbygning af en NO_2 -koncentration i et byområde fordelt på de væsentligste kilder: regional baggrund, lokal bybaggrund og episodiske bidrag fra vejtrafik (spidsværdier). EU's grænseværdi ($40 \mu\text{g}/\text{m}^3$) er indtegnet som reference. Kilde: Principskitse modificeret efter RIVM, 2004.²²

Benzen i byluften

Benzen er et af de stoffer man for nylig er blevet opmærksom på som luftforureningskomponent. Benzen er kræftfremkaldende, og indtil engang i midten af 1990'erne blev der målt relativt høje koncentrationer i mange trafikerede gader. Benzen i luften stammer dels fra udstødningen fra benzindrevne biler og dels fra fordampning fra tank og motor. Siden 1994 er benzenindholdet i benzin blevet nedsat med op til en faktor 5 (ned til 1 ppm), og nye biler bliver i dag udstyret med lukkede systemer, der reducerer fordampningen. Koncentrationen af benzen i luften er således faldet med en faktor 10, og ligger under en EU grænseværdi, der er fastsat til 5 µg/m³ målt som årsgennemsnit. Grænseværdien for benzen er først gældende fra 2010.

Kvælstofoxider

Knap halvdelen af Danmarks udslip af kvælstofoxider stammer fra trafikken, som dermed er den største enkeltkilde. En anden væsentlig kilde er kraftværkerne. Med kvælstofoxider menes i denne sammenhæng summen af NO og NO₂ der også betegnes NO_x. Bilers udstødning indeholder en blanding af de to kvælstofoxider – hovedsageligt NO og nogle få procent NO₂.

NO omdannes imidlertid hurtigt i atmosfæren til NO₂ under indvirkning af ozon. Mængden af NO₂ i

luften er således i høj grad afhængig af tilstedeværelsen af ozon, som også er med til at bestemme hvor effektivt reduktionen i udslippet af kvælstofoxider virker ind på NO₂-koncentrationen i luften. Katalysatorer på benziner har siden 1990 været med til at mindske udslippet af kvælstofoxider.

Der er fastsat grænseværdier for NO₂, som er den mest sundhedsskadelige kvælstofoxid. NO₂ kan nedsætte lungefunktionen samt nedsætte menneskers modstandsevne mod lungeinfektioner. NO₂ er specielt et problem for folk med luftvejslidelser som astma og kronisk bronkitis. EU's grænseværdier for NO₂ skal overholdes fra 2010. Frem til da er det tilladt at overskride disse grænseværdier inden for en nærmere fastsat tolerance margin, som løbende reduceres. Grænseværdien for NO₂ i 2010 på 40 µg/m³ som årsgennemsnit overskrides på nuværende tidspunkt enkelte steder. På Jagtvej i København har niveauet ligget over 40 µg/m³ i hele måleperioden for denne station.

Partikelforurening

Et af de ældste erkendte luftforureningsproblemer var udslip af støv og sod fra forbrændingsanlæg, kraftværker og industrivirksomheder. Luftvejledninger fra Miljøstyrelsen har siden 1974 sat grænser for disse udslip, og de er i dag begrænset, så langt som det er teknisk muligt ved hjælp af

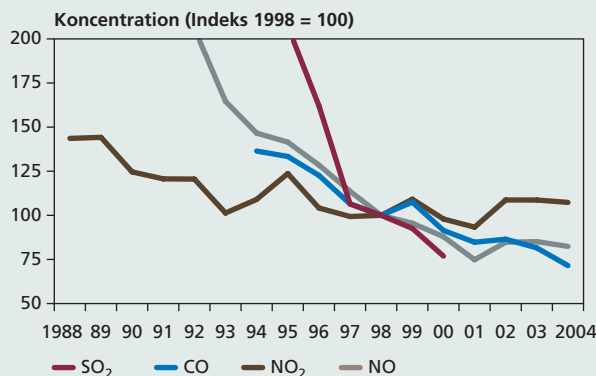
filtre. Inden for de seneste 15-20 år er den målte partikelkoncentration blevet halveret på mange målestationer i de større byer, selv om trafikmængden er steget.

Partikler mindre end 10 µm (PM₁₀) er den fraktion, som måles i dag, og den fraktion som benyttes som grundlag for fastsættelse af EU's grænseværdier. Partikler mindre end 10 µm stammer fra ophvirvlet jordstøv, forbrænding og kemiske reaktioner i atmosfæren samt havsalt. Fine partikler, med en størrelse på under 2,5 µm, er de mest sundhedsskadelige.

En væsentlig del af partiklerne i byluften er ultrafine partikler under 0,2 µm som primært stammer fra vejtrafikken – specielt kørsel med dieslbiler. Ultrafine partikler er særligt farlige, idet de kan bevæge sig ud i de fineste forgreninger af lungerne. Fjerntransportbidraget og baggrunds-niveauet for de ultrafine partikler er væsentlig lavere end for de andre partikelfraktioner. Derfor kan koncentrationen af de ultrafine partikler reduceres væsentlig mere ved lokale tiltag fx ved filtre på tunge dieselskøretøjer.

Figur 2.10

Eksempel på udviklingstendensen i luftkoncentrationen af NO₂, NO, SO₂, samt CO målt på en trafikeret vej i København (Jagtvej). Værdierne er årsgennemsnit. Kilde: Kemp og Palmgren, 2004.²³



Det anslås således at de ultrafine partikler kan reduceres med 20 % ved montering af filtre på alle tunge køretøjer i Danmark.^{24, 25} Gennemføres et sådant tiltag betyder det ifølge Trafikministeriets skøn, at vi kan mindske antallet af for tidlige dødsfald i danske byer med 450 tilfælde ud af ialt 3.400 årlige tilfælde i den danske befolkning forårsaget af partikelforurening. Hertil kommer at partikler årligt skønnes at forårsage ca. 3.300 flere tilfælde af kronisk bronkitis, ca. 11.600 flere tilfælde af akut bronkitis hos børn under 15 år, ca. 2.200 hospitalsindlæggelser som følge af hjerte-kar-

sygdomme, samt ca. 160.000 flere astmaanfald. Omfanget af disse sygdomme vil også reduceres ved montering af filtre på tunge køretøjer.

Partikelforurening har således en betydelig sundhedsskadelig effekt i Danmark, om end vurderingen af det præcise omfang er usikker. Det er vigtigt at understrege, at disse sundhedseffekter skal tilskrives alle udslipsskilder af partikler, herunder langtransporterede partikler fra udlandet. Det skal også understreges at vurderingen af sundhedseffekter er baseret på udenlandske undersøgelser, at sammenhængen mellem

partikelstørrelse og sundhedsskader er usikker og at der derfor er behov for danske undersøgelser for at kunne belyse de sundhedsmæssige gevinster mere eksakt. EU's grænseværdier for partikler i luften (PM₁₀) overskrides på mange bystationer, dog uden at den tilladte tolerancemargin er overskredet. Grænseværdierne træder i kraft i 2005.

Boks 2.1 Grænseværdier og målsætninger

Luftforureningen i EU reguleres ved en række grænseværdier og målsætninger for de vigtigste luftforurenende stoffer. WHO (Verdenssundhedsorganisationen) har ligeledes opstillet en række vejledende retningslinier for vurdering af luftforurening. Kilde: EEA, 2002,²⁶ EU direktiv 1999/30/EC.²⁷

Stof	EU's grænseværdier og målsætninger			Målår
PM ₁₀	Årsmiddelværdi	40 µg/m ³		2005
	Døgnmiddelværdi	50 µg/m ³	Må ikke overskrides mere end 35 dage pr. år.	2005
NO ₂	Årsmiddelværdi	40 µg/m ³		2010
	Time-gennemsnit	200 µg/m ³	Må ikke overskrides mere end 18 timer pr. år.	2010
Ozon	8 timers middelværdi	120 µg/m ³ (målværdi)	Må ikke overskrides mere end 25 dage pr. år.	2010
SO ₂	Døgnmiddelværdi	125 µg/m ³	Må ikke overskrides mere end 3 dage pr. år.	2005
	Time-gennemsnit	350 µg/m ³	Må ikke overskrides mere end 24 timer pr. år.	2005
CO	8 timers middelværdi	10 µg/m		2005
Bly	Årsmiddelværdi	0,5 µg/m ³		2005*
Benzen	Årsmiddelværdi	5 µg/m ³		2010
Stof	WHO vejledende retningslinier			
PM ₁₀	Ingen nedre tærskel for effekter. Vejledning udformes som dosis-respons funktioner som grundlag for risikoberegninger			
NO ₂	Vejledende værdier er de samme som for EU, men tilladelige overskridelser angives ikke.			
Ozon	Vejledende værdier er de samme som for EU, men tilladelige overskridelser angives ikke.			
SO ₂	Årsmiddelværdi	50 µg/m ³		
	Døgnmiddelværdi	125 µg/m ³	(Som i EU direktiv 1999/30/EC, men tilladelige overskridelser angives ikke)	
	10-minutters gennemsnit	500 µg/m ³		
CO	8 timers middelværdi	10 µg/m ³	(Endvidere gives vejledende middelværdier for 1 time, 30 minutter og 15 minutter)	
Bly	Som i EU direktiv 1999/30/EC			
Benzen	Intet sikkert eksponeringsniveau anbefales			

* 2010, i umiddelbar nærhed af særlige industrikilder, som er indberettet til EU-kommissionen før d. 19. juli 2001.



2.5 Luftforurening – den regionale skala

Svovl- og kvælstofoxider fra forbrændingsprocesser, samt ammoniak fra landbruget, er nogle af de vigtigste luftforureningskomponenter, som indgår i den grænseoverskridende luftforurening, hvor de bidrager til en forsurening eller eutrofiering af miljøet. Kvælstofoxiderne bidrager også til dannelsen af ozon som, ud over at være en drivhusgas, også indgår som hovedkomponenten i den såkaldte fotokemiske luftforurening, der i dag er et problem i mange industrialiserede lande.

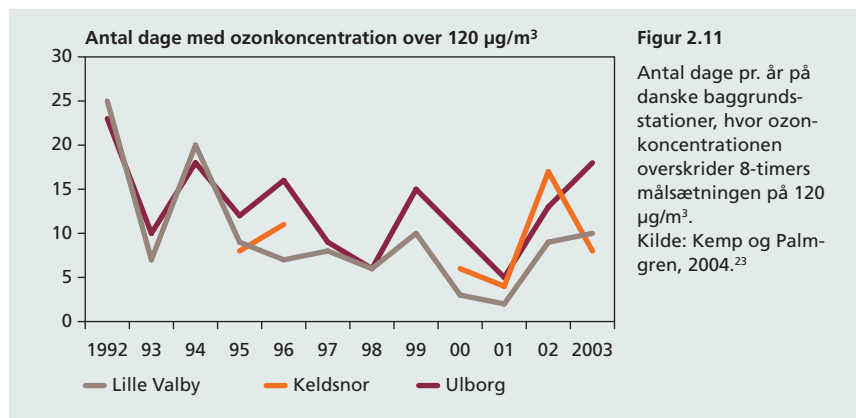
Svovl- og kvælstofforbindelserne samt deres kemiske reaktionsprodukter kan opholde sig tilstrækkelig længe i atmosfæren til, at de kan spredes flere tusinde kilometer og således krydse landegrænser over hele Europa. Denne langtransport samt Danmarks eget udslip bidrager således til det samlede atmosfæriske nedfald over det danske land- og havområde. Samme forhold gør sig gældende for nedfald af tungmetaller: forbrændingsprocesserne er en vigtig kilde, og en væsentlig andel af

nedfaldet stammer fra kilder uden for Danmark.

Fotokemisk luftforurening

Ozon er en såkaldt sekundær luftforurening. Under indvirkning af ultraviolet sollys reagerer kvælstofoxider med en række letflygtige organiske gasser under dannelse af ozon. I ren luft har ozon en levetid på flere uger og kan derfor opblandes og spredes over stort set hele den nordlige halvkugle. Set i et europæisk perspektiv er kvælstofoxiderne ansvarlig for en stor del af ozondannelsen i de tyndt befolkede landområder. I befolkede områder tæt på byerne, forstærkes ozondannelsen især af udslip af organiske forbindelser.

En stor del af de organiske gasser (VOC) er af naturlig oprindelse, – som fx fordampning af terpener fra nåleskove. De vigtigste kilder er dog udslip fra industrivirksomheder samt trafik. Størstedelen af den ozon, der måles i luften i Danmark, dannes uden for landets grænser. De største koncentrationer måles i sommerhalvåret på landet og i baggrundsområder



i byerne, i perioder med varmt og solrigt vejr.

Medens ozon i stratosfæren er en vigtig beskyttelsesfaktor der frafiltrerer den skadelige UV-stråling, er det i lav højde en luftforurening med en række skadelige virkninger.^{26, 27} Ozon kan således beskadige eller påvirke menneskers åndedrætsfunktion, fremkalde vegetationsskader og reducere produktionen af landbrugsafgrøder. Det økonomiske tab for landbruget er ikke opgjort i Danmark, men i Sverige, hvor forekomsten af ozon er sammenlignelig med niveauerne i Danmark, blev omkostningerne opgjort til ca. 100 mio. SEK i 1990.²⁸

I EU er der ikke fastsat egentlige koncentrationsgrænseværdier, som det påvirker de enkelte medlemslande at overholde. I stedet har man fastlagt et loft for den kritiske exponering over en given periode som målværdi (target value) til beskyttelse af menneskers sundhed (boks 2.1), som er bindende for medlemslandene fra og med 2010 og som skal nås ved fælleseuropæiske begrænsninger i udslippet af kvælstofoxider og flygtige organiske forbindelser (VOC'er, se afsnit 2.2). Til beskyttelse af vegetation og afgrøder er der også fastsat en bindende målværdi for år 2010, samt et langsigtet vejledende kvalitetsmål (boks 2.2). Denne EU regulering er indbygget i en dansk bekendtgørelse fra Miljøministeriet om regulering af luftforurenende stoffer.^{29, 30}

Figur 2.12

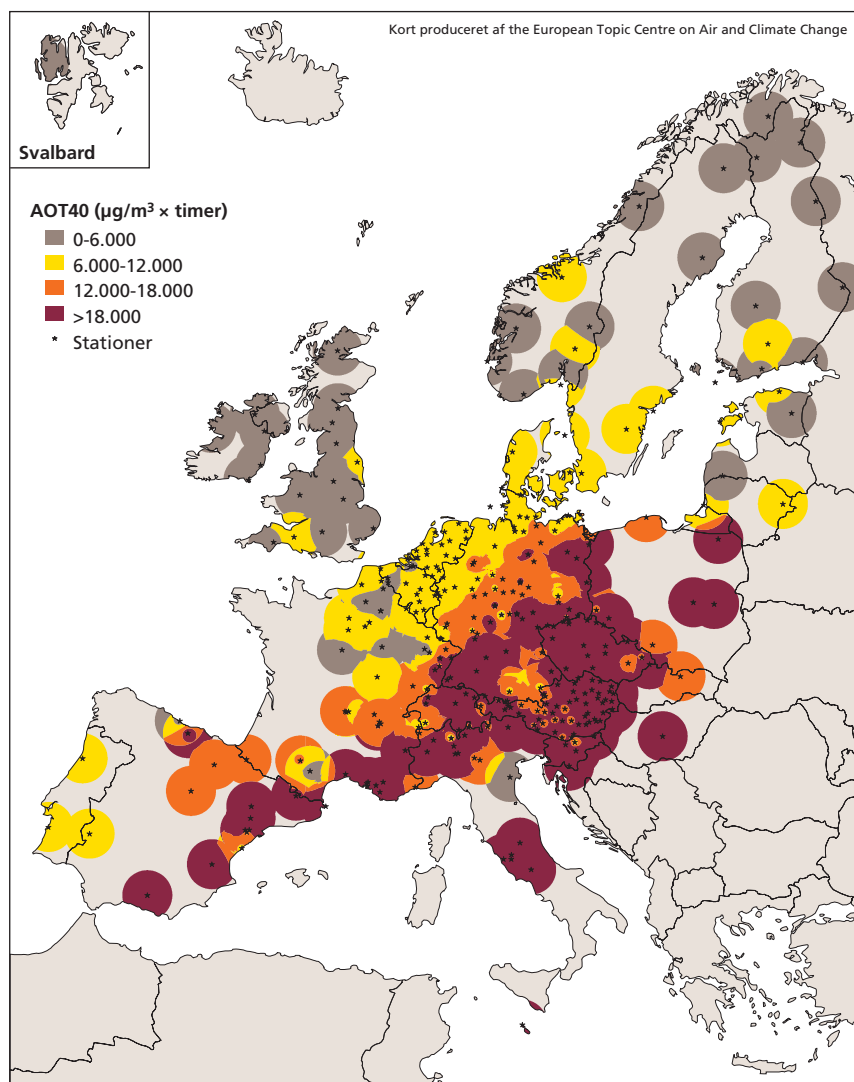
Kort (Europakort inkl. Danmark) over overskridelsen af den kritiske ozon exponering af vegetationen (AOT40) set i forhold til EU's bindende og vejledende mål på henholdsvis 18.000 og 6.000 $\mu\text{g}/\text{m}^3 \times \text{timer}$ (boks 2.2). Kilde: EEA, 2003.³¹

Boks 2.2 Grænseværdier og målværdier – luftforurening

Oversigt over grænseværdier og målværdier til beskyttelse af økosystemer mod luftforurening udarbejdet af EU samt CLRTAP (Convention on Long-range Transport of Air Pollution).

Kilde: EEA, 2002²⁶ og EU direktiv 1999/30/EC.²⁷

Stof	Grænse-/målværdi	Målrår
SO ₂	Års- eller vintergennemsnit 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	2001
NO _x som NO ₂	Årgennemsnit 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	2001
Ozon	Akkumuleret eksponering over en tærskelværdi på 40 ppb (AOT 40)	
	EU direktiv 18.000 $\mu\text{g}/\text{m}^3 \times \text{timer}$ (vegetation)	2010
	EU direktiv 6.000 $\mu\text{g}/\text{m}^3 \times \text{timer}$ (vegetation)	Langsigtet vejledende grænseværdi
	CLRTAP 6.000 $\mu\text{g}/\text{m}^3 \times \text{timer}$ (afgrøder)	Langsigtet kritisk niveau
Forsurende og eutrofierende stoffer	Areal hvor den kritiske belastning overskrides: EU direktiv	Reduceres med 50 %. Langsigtet vejledende grænseværdi: ingen overskridelse af kritisk belastning (critical load).
		1990-2010



Målværdien til beskyttelse af menneskets sundhed på maksimalt 25 dage pr. år overskrides ikke i Danmark. Dette er imidlertid tilfældet med den langsigtede målsætning til beskyttelse af vegetationen (max 120 µg/m³ for 8 timers værdier) som konstant overskrides på de danske målestationer.²³

Forsuring og eutrofiering

Det atmosfæriske nedfald af svovl- og kvælstofforbindelser har en forsurende virkning på jordbunden og på søer og vandløb. Herved påvirkes

mange kalk- og næringsfattige naturtyper, samt skovenes tilstand og produktivitet. Sammen med ammoniak bidrager kvælstofoxiderne tillige til en overgødsning af mange naturtyper, og bidrager også til en eutrofiering af vandmiljøet (se afsnit 3.4).

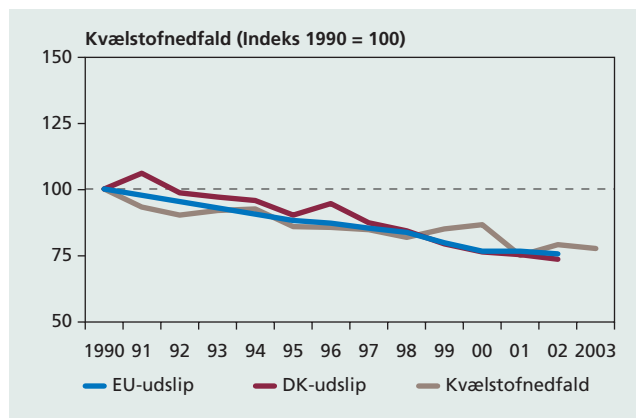
Nedfaldet af kvælstof er mindsket med ca. 20 % siden 1990.^{32, 33} Denne udvikling følger nogenlunde faldet i det samlede udslip af kvælstof i Danmark og i de øvrige europæiske lande. Hovedparten af kvælstofnedfaldet stammer fra udlandet, med undtagelse af særligt belastede

områder af Jylland, hvor danske kilder bidrager med op mod halvdelen af det samlede nedfald. Det er især ammoniak, der her bidrager til det relativt høje nedfald. Omkring større husdyrbrug kan ammoniakafsætningen øges i et sådant omfang at der lokalt kan forekomme direkte skader på vegetationen. Kvælstoffølsomme naturtyper som fx højmoser påvirkes generelt over hele landet.

Det atmosfæriske nedfald af svovl i Danmark er faldet med ca. 70 % siden 1990.³³ Der er en fin sammenhæng mellem dette fald og den samlede

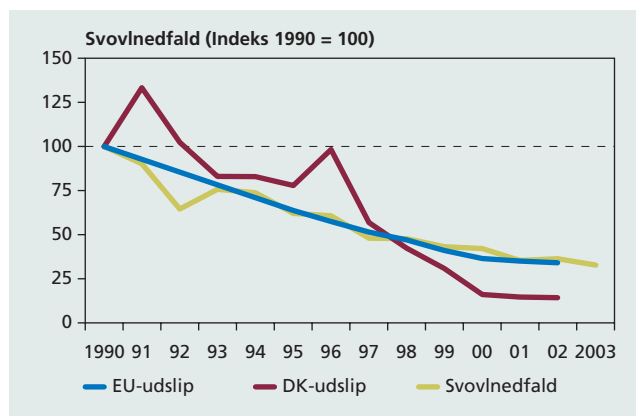
Figur 2.13

Udviklingen i kvælstofnedfaldet over landområder i Danmark sammenholdt med udviklingen i udslip fra Danmark og de 25 EU lande. Kilde: Ellermann et al., 2004,³³ Illerup et al., 2005.¹⁷



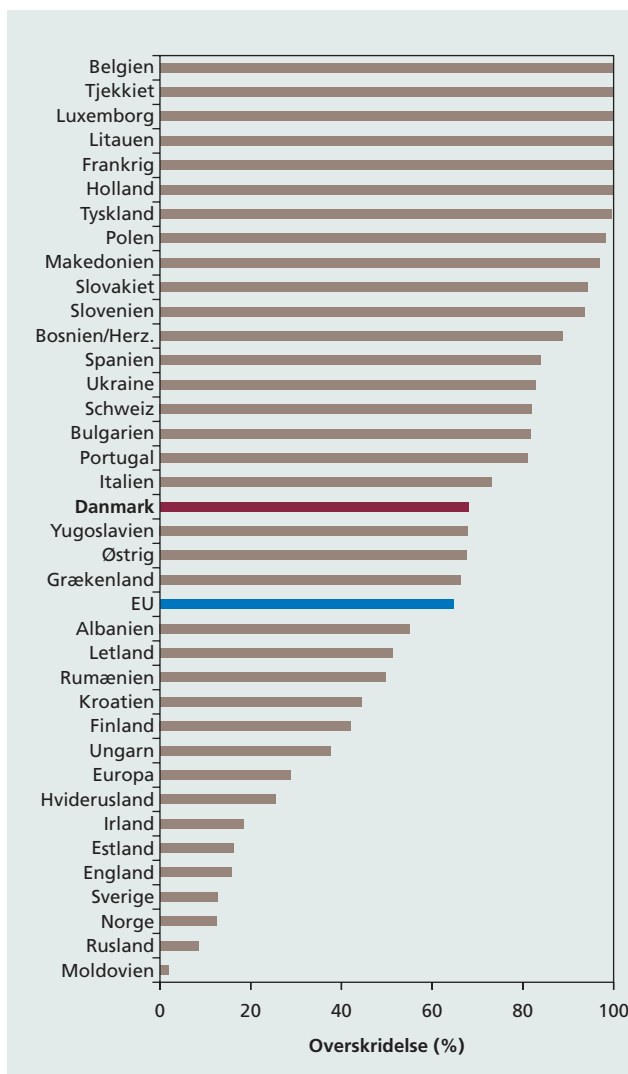
Figur 2.14

Udviklingen i det samlede nedfald af svovl over landområder i Danmark sammenholdt med udviklingen i udslip fra Danmark og de 25 EU lande. Kilde: Ellermann et al., 2004,³³ Illerup et al., 2005.¹⁷



Figur 2.15

Overskridelsen af den kritiske tålegrænse for eutrofiering af landjorden angivet i % af det samlede areal af følsomme økosystemer i Danmark sammenlignet med landene omfattet af CLRTAP-konventionen. Kilde: EEA, 2002.²⁶



reduktion i svovludslippet fra de 25 EU lande, idet langt størstedelen af nedfaldet stammer fra udslip fra den nordlige del af det europæiske kontinent. Reduktionen i danske udslip spiller kun en lille rolle for faldet i svovlnedfaldet i Danmark, men har betydning for nedfald af svovl i de lande som modtager den langtransporterede svovlforurening fra Danmark, fx Sverige.

I EU's direktiv om beskyttelse af økosystemer mod luftforurening er en begrænsning af det atmosfæriske nedfald medtaget som en politisk målsætning i direktivet²⁷ (boks 2.2), og angivet som overskridelsen af tålegrænsen for forsurening, samt eutrofiering som følge af kvælstofnedfald. EU's langsigtede målsætning for tålegrænsen for eutrofiering er i dag ikke overholdt i Danmark. Set i forhold til det samlede areal er der en overskridelse på ca. 10 % af arealet, men set i forhold til det samlede areal af de følsomme økosystemer finder man en overskridelse på næsten 70 %.

Tungmetaller

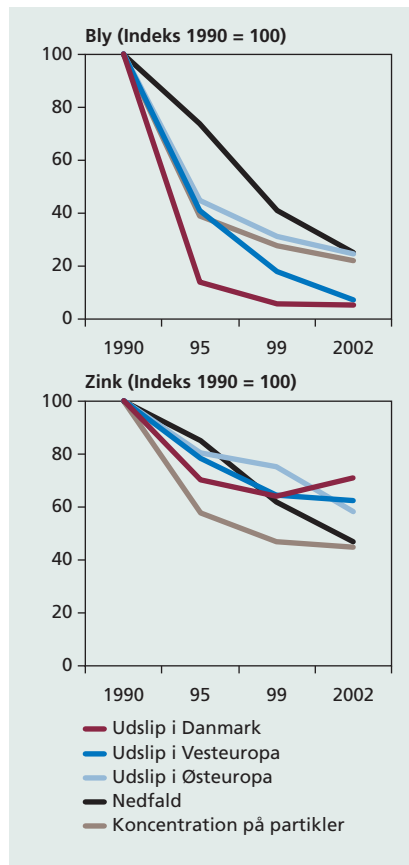
Det atmosfæriske nedfald af tungmetaller bidrager til at forøge tungmetallindholdet i jorden, eller metallerne forurener foder- og konsumafgrøder direkte ved nedfald på planternes bladoverflader. På denne måde er atmosfæren indirekte en kilde til menneskers indtagelse af metaller som kviksølv, bly, kadmium og nikkel gennem afgrøder som korn, frugt og grøntsager. Tungmetaller kan også optages direkte fra luften gennem indåndingen af partikelbundne metaller, når vi trækker vejret.

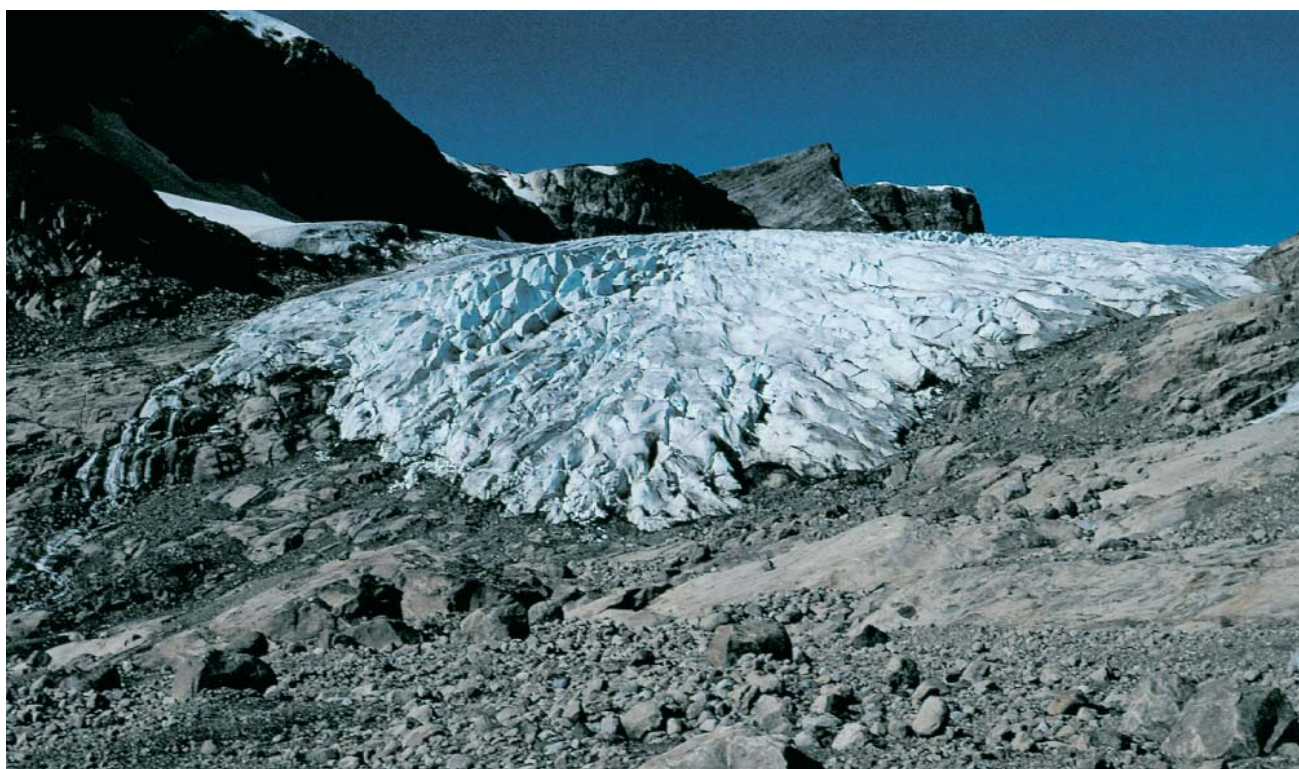
Over en periode på mere end 10 år er der sket en reduktion i nedfaldet af tungmetaller, og også koncentrationen i atmosfæren har været kraftigt faldende. Indførelsen af blyfri benzin er årsag til et særligt markant fald for bly. Den faldende tendens for de øvrige metaller skyldes især bedre røgrænsning på affaldsforbrændingsanlæg og kulfyrede kraftværker i Danmark og på europæisk plan, samt nedlæggelsen

af ældre industrianlæg til metalfremstilling også på europæisk plan. Det dominerende bidrag til nedfaldet af tungmetaller i Danmark er kilderne på det europæiske kontinent.

Figur 2.16

Udviklingen i nedfald over landområder og koncentrationen på partikler i luften i Danmark for udvalgte tungmetaller sammenholdt med udviklingen i udslip fra Danmark samt Øst- og Vesteuropa. Kilde: Ellermann et al., 2004,³³ Illerup et al., 2005.¹⁷





2.6 Drivhuseffekten

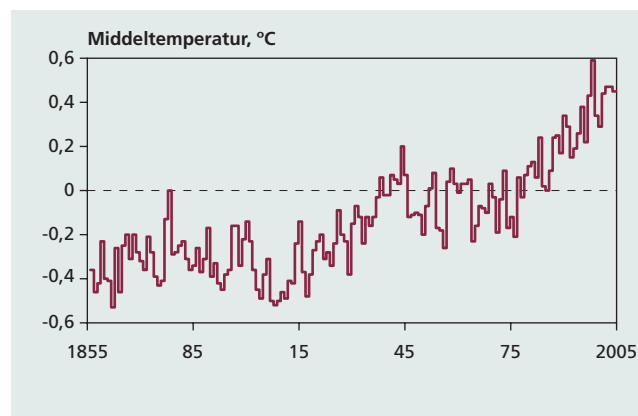
Den globale opvarmning

I løbet af de seneste 10-20 år har et stigende antal observationer verden over dokumenteret, at der er sket mærkbare ændringer af det globale klima. Temperaturen er stigende, nedbørsmængder og -mønstre er under forandring også i Europa og Danmark, og ekstremt vejr med oversvømmelser og storme registreres med stigende hyppighed.^{34, 35}

Siden førindustriel tid er der konstateret en global opvarmning af jordoverfladen på ialt 0,7 °C som globalt gennemsnit. Det er en opvarmning der er usædvanlig både med hensyn til størrelse og hastighed når den sammenlignes med de naturlige klimavariationer, der har fundet sted inden for de seneste 1.000 år. 1990'erne blev globalt set registreret, som det varmeste årti siden temperaturmålingerne startede i 1860, og i Danmark er temperaturen steget knap 1 °C siden 1870. 1990 samt år 2000 er de to varmeste år registreret i Danmark. Globalt blev 1998 registreret som det varmeste år, efterfulgt af 2002 og 2003.

Hvor store ændringer vi kan forvente os i fremtiden, og hvor hurtigt ændringerne vil forløbe er endnu usikkert. En ting er sikker – det vil i alle tilfælde, og særligt på en tidskala fra ca. 50 år og frem, afhænge af i hvilket omfang det lykkes at få begrænset det globale udslip af drivhusgasser. Det er også sikkert, at når vi bevæger os fra observationer bagud i tid til scenarier for fremtiden hen imod år 2100,

bliver konklusionerne mere usikre og må baseres på komplicerede modelberegninger. Generelt forventes det at blive varmere med store regionale forskelle, med de største forventede ændringer på høje breddegrader, i de arktiske områder. For et stort land som fx Indien vil nogle regioner få meget mere tørke, andre vil risikere oversvømmelser, nogle områder bliver varmere, andre koldere.



Figur 2.17

Udviklingen i den globale middeltemperatur fra 1860 til 2005 udtrykt som afvigelsen fra gennemsnittet for perioden 1961-1990.

Kilde: CRU, 2004.³⁶

Drivhusgasserne

Naturlige årsager kan kun forklare en mindre del af den globale opvarmning.³⁸ De senere års forskning har i stigende grad underbygget, at det menneskeskabte udslip af drivhusgasser er den væsentligste årsag til opvarmningen – især som forklaring på en udvikling, der accelererede efter 1960.^{35, 6, 37} I hele perioden fra førindustriel tid og til nu er de atmosfæriske koncentrationer af de 3 vigtigste drivhusgasser steget betydeligt:

1. Koncentrationen af kuldioxid (CO₂) er tiltaget med 32% siden 1750.
2. Metan (CH₄) er tiltaget med 151% siden 1860.
3. Lattergas (N₂O) er tiltaget med 17% siden 1868.

Stigningen i CO₂-koncentrationen skyldes overvejende den voksende forbrænding af fossile brændsler. Landbruget er den vigtigste menneskeskabte kilde til udslippet af metan, som frigives med tarmluften fra drøvtyggende husdyr samt i forbindelse med håndteringen af husdyrgødning. Landbruget er også den vigtigste kilde til udslippet af lattergas, som

frigives når kvælstof fra handelsgødning og husdyrgødning omdannes til lattergas i jorden.

En reduktion af metanudslippet vil relativt hurtigt resultere i en lavere metan koncentration i atmosfæren, idet metan har en gennemsnitlig levetid i atmosfæren på ca. 12 år. CO₂ omsættes væsentlig langsommere, og kulstof bindes og frigøres som CO₂ fra forskellige lagre med forskellige opholdstider for kulstof. Fjernelsen af atmosfærens CO₂-overskud i forhold til et førindustrielt niveau skal derfor ses i et ethundrede til tohundrede års perspektiv eller endnu længere, idet en mindre del vil forblive i luften i tusinder af år før endelig overførsel til kulstofkredsløbets slutlager: oceanernes bundsedimenter.

De flour-holdige industrigasser PFC, HFC og SF₆ blev vigtige for industrien da Montreal-protokollen i slutningen af 1980'erne forbød brugen af de såkaldte CFC-gasser, der ødelægger Jordens ozonlag. Deres koncentration i atmosfæren er stadig meget lav, men de kan på lang sigt få stor betydning da de i forhold til CO₂ er meget potente drivhusgasser med meget lang levetid. Jordens klimasystem reagerer relativt langsomt og trægt på ændringer i atmosfæ-

rens koncentration af drivhusgasser. Ændringer og effekter som følge af udledningen vil derfor fortsætte gennem det enogtyvende århundrede og længere endnu, også selv om den fremtidige udledning af drivhusgasser reduceres væsentligt.

Den igangværende havstigning kan ligeledes fortsætte i flere århundreder på grund af den langsomme opvarmning af oceanernes dybere dele og den dermed forbundne udvidelse af vandet. Hvis temperaturen i de arktiske områder stiger med mere end 3 °C over den nuværende temperatur, kan havstigningen måske fortsætte i flere tusinde år som følge af den langsomme afsmeltning af iskapper på Grønland og visse dele af Antarktis.

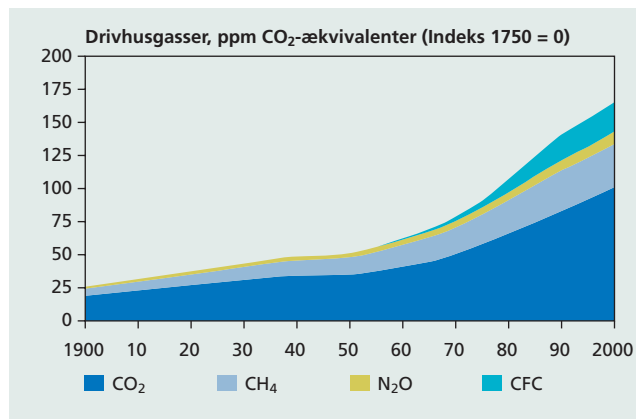
Klimæændringer

– påvirkninger i Danmark

Klimaet i Danmark er blevet varmere, og forventes fremover generelt at ændre sig mod et varmere, mere fugtigt og mere blæsende klima, med flere storme og perioder med stor nedbør. Middeltemperaturen i Danmark er nu i gennemsnit knap 8 °C, hvilket er en stigning på knap 1 grad siden 1870. I løbet af de seneste hundrede år er den årlige nedbør steget med 110 mm til knapt 750 mm.⁴⁰

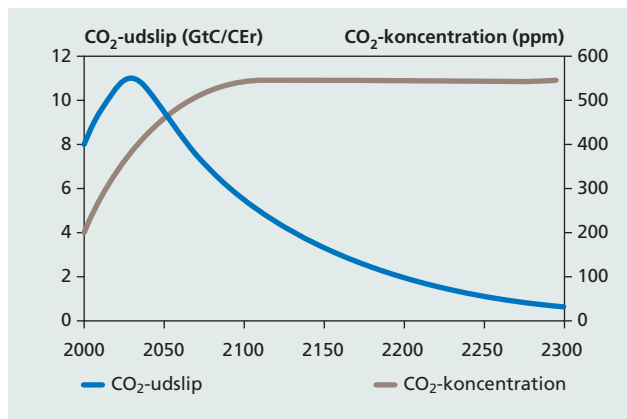
Figur 2.18

Udviklingen i atmosfærens koncentration af drivhusgasser beregnet som CO₂-ækvivalenter (ppm) er steget med 170 ppm siden 1750. CO₂ bidrager med 61% til stigningen, metan med 19%, lattergas med 6% og CFC (incl. HCFC) med 13%. Resten (under 1%) stammer fra de såkaldte industrigasser (PFC, HFC, SF₆) og er ikke vist på figuren. Kilde: modificeret efter EEA, 2004¹¹ efter IPCC, 2001.³⁵



Figur 2.19

Eksempel på et IPCC stabiliseringsscenario. En stabilisering på 550 ppm er en fordobling af koncentrationen i forhold til et førindustrielt niveau på 280 ppm. Det vil være et niveau, som vil kunne nås inden for en 100 årig horisont, hvis det globale udslip af CO₂ halveres inden for samme periode. Kilde: IPCC, 2001.³⁹



I Danmark er vandafstrømningen i vandløbene i løbet af de seneste 85 år steget i takt med den øgede nedbør. Nedbøren er især øget i vinterhalvåret fra oktober til marts, og mindre i sommerhalvåret. Samme udvikling er registreret i den vestlige del af Europa, hvor vinternedbøren ligeledes er steget gennem de seneste 100-200 år.

Vådere vintre med større nedbørs-overskud betyder øget overfladisk afstrømning til vandløbene, og dermed øget risiko for oversvømmelser i vinterhalvåret, og øget risiko for udvaskning af kvælstof og andre næringsstoffer. Det er ændringer, som, hvis de

fortsætter, kan få konsekvenser for afvandingstilstanden i Danmarks ådale og påvirke den økologiske kvalitet i søer, vandløb og fjorde.

Danmarks klima år 2100

Danmarks Klimacenter, DMI, har beregnet ændringerne i Danmarks klima over de næste 100 år, frem mod år 2100. DMI har til dette formål sammenkørt de store globale klimamodeller med mere detaljerede regionale modeller, og valgt de IPCC scenarier (A2- og B2-scenarier), der resulterer i en moderat udvikling i de globale udslip af drivhusgasser.^{39, 42}

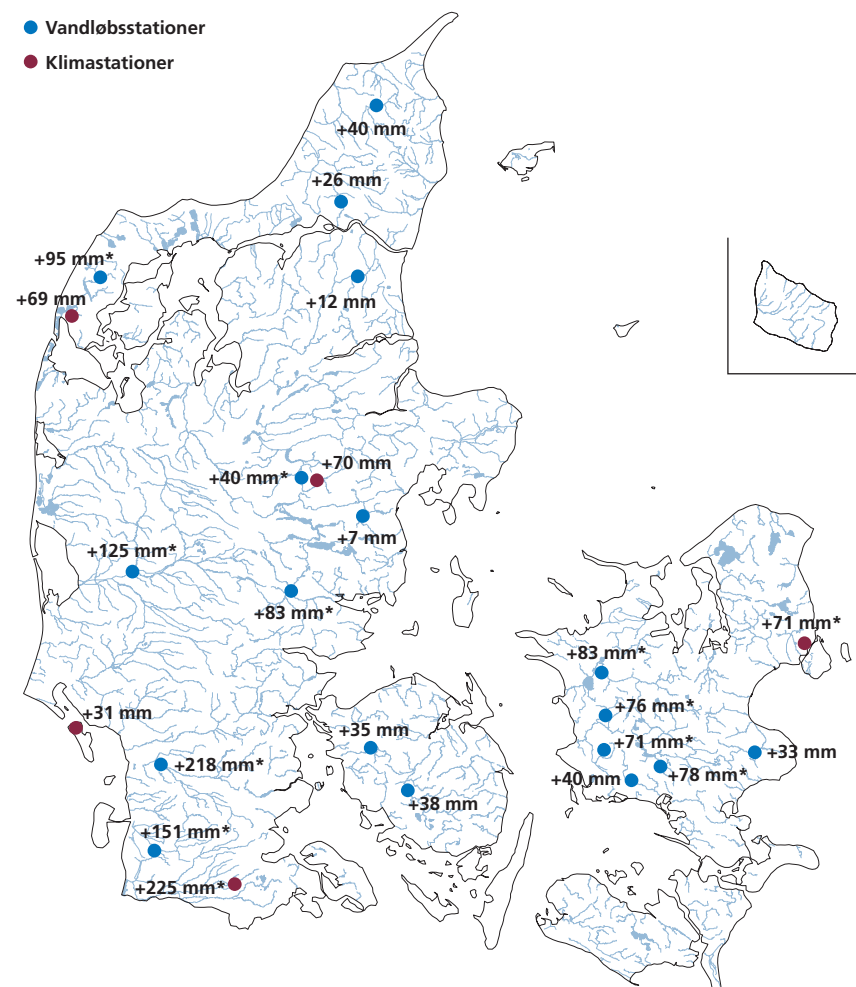
De globale mønstre i klimaudviklingen ligner hinanden i de to scenarier, blot er ændringerne i anden halvdel af århundredet større og hurtigere i A2-end i B2-scenariet. De simulerer de samme tendenser i klimaudviklingen, og det er ikke meget afgørende, hvilke scenarier der anvendes på 100 års sigt ved vurderingen af effekter af klima-ændringer i Danmark.

Udviklingen frem mod år 2100 viser en stigning i den årlige nedbør på 10-20 % med den største vækst om vinteren (20-40 %), og dermed en klar tendens til et vådere vinterklima. Om sommeren er der en tendens til

Figur 2.20

Udviklingen i nedbør og vandafstrømning i vandløb gennem de seneste 85 år. Stigningen i den årlige afstrømning og nedbør er beregnet over en 75 års periode ved 18 vandløbsstationer og 5 klimastationer. Statistisk signifikante ændringer er vist med en stjerne efter tallene.

Kilde: Bøgestrand, 2003.⁴¹



Tabel 2.5

DMI's modelberegninger af konsekvenserne af en øget drivhuseffekt for Danmarks klima i år 2100 sammenlignet med et gennemsnitsniveau for perioden 1961-1990, forudsat en moderat til middel udvikling i de globale udslip af drivhusgasser i følge IPCC's A2- og B2-scenarier. Kilde: DMI, efter ATV, 2003,⁴² IPCC, 2001.^{35, 39}

	Ændring	Niveau 1961-90
Gennemsnits-temperaturen stiger	3-5 °C	7,6 °C
Hyppigere hedeølger	----	----
Havtemperaturen stiger	3-5 °C	----
Vækstsæsonen øges	55 dage	200 dage
Antal graddage falder	25-45 %	----
Årsnedbør stiger	10-20 %	----
Sommernedbør falder	10-25 %	198 mm
Stigning i ekstrem sommernedbør	10-20 %	----
Fordampning stiger	0-6 %	570-620 mm
Fald i jordens vandindhold (sommer)	0-15 %	----
Vinternedbøren stiger	20-40 %	161 mm
Færre kuldeperioder	----	----
Mindre sne	0-50 %	----
Højere ekstreme vindhastigheder	0-10 %	----
Havstigning	0,5 m	----

længere perioder uden nedbør, med en heraf følgende øget risiko for tørke. Den årlige gennemsnitstemperatur vil være 3-5 °C højere, en stigning der stort set vil være ens for sommer og vinter, men med en tendens til størst opvarmning om natten.

Alt i alt vil det generelt regne mindre hyppigt men kraftigere når det regner. Således stiger den nedbørsmængde der om sommeren falder med en intensitet på mere end 15 mm/dag, med 20% eller mere. Også vindforholdene ændres. Der vil være en tendens til at vinden generelt vil komme hyppigere fra vestlige retninger. Samtidig vil der være en moderat risiko for en stigning i stormaktiviteten over Danmark og de tilstødende farvande, både med hensyn til hyppighed og styrke.

Havet

Et stigende havniveau på omkring 0,5 m er en konsekvens af smeltning af de arktiske iskapper og gletchere jorden over, samt en effekt af vandets varmeudvidelse på grund af en stigende temperatur. På danske breddegrader forventes havtemperaturen at stige 3-5 °C.

Langs Europas kyster stiger havniveauet for øjeblikket med ca 0,8 mm om året, og er inden for de sidste 100 år ialt steget med omkring 15 cm.¹¹ Selv hvis atmosfærens koncentration af drivhusgasser stabiliseres, vil havstigningen fortsætte adskillige århundreder endnu. Efter 500 år vil havniveauet på grund af varmeudvidelsen af de dybere lag kun have nået halvdelen af sit potentielle niveau, og gletchere og iskapper forventes at fortsætte afsmeltningen. Havniveauets stigning forventes ikke at blive ens overalt, da havniveauet også påvirkes relativt af landhævninger, af skiftende havstrømme og af hvor opvarmning og fordampning af havet finder sted. Der foreligger ikke sikre beregninger over hvorledes havstigningerne vil blive fordelt geografisk.

Boks 2.3 Klimaændringer – påvirkning af kystområderne

Øget kysterosion

En antaget havstigning på 50 cm frem til år 2100 vil lokalt øge vanddybden, og starte eller accelerere en igangværende kysterosion, som vil øge tilbagerykningen af kysten, – for kyststrækningen mellem Hvide Sande og Thyborøn langs vestkysten fx med 60-70 m såfremt der ikke kompenseres for denne erosion med øget kystfodring.

Øget risiko for oversvømmelser

Ved de indre kyster vil højvandshændelser, der er sjældne i dag, blive meget almindelige selv ved små vandstandsstigninger. Ved en hændelse på fx 50 år forstås den maksimale vandstand, der forekommer, i gennemsnit med 50 års mellemrum set over en lang periode. Alene det ændrede vindmønster vil betyde, at det der i dag er en 100 års hændelse, bliver justeret til en 50 års hændelse. Med en havstigning på 50 cm lagt oven i vil nutids 100 års hændelser optræde årligt på mange lokaliteter, og dermed øge risikoen for oversvømmelser, og øge behovet for at justere sikkerhedsniveauet for de ca. 900 km diger, der er opført langs de indre kyster.

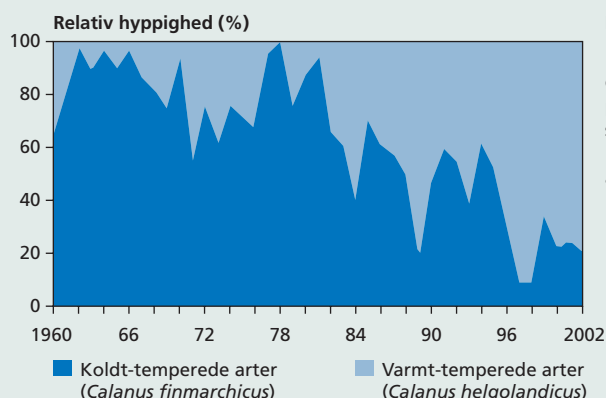
Øget risiko for stormflod

Øget stormaktivitet kombineret med et stigende havniveau øger risikoen for stormflodshændelser og oversvømmelse af stadig større arealer. En havstigning på 0,5 m vil fx reducere det nuværende sikkerhedsniveau på 500-1.000 år for digerne omkring Thyborøn til 50-100 år, og vil med tiden nødvendiggøre en forstærkning af digerne, hvis sikkerhedsniveauet skal bevares.

Vadehavets eksistens er truet

Vadehavet med saltmarsken langs den sydlige del af Jyllands vestkyst er et eksempel på et vådområde af international betydning for trækkende vadefugle, som vil blive alvorligt påvirket af et generelt stigende havniveau. Beliggenheden på havsiden af digerne betyder, at saltmarsken og vadefladerne forhindres i at følge med kystlinien når denne udvikler sig ind i landet, og naturområdet, som det kendes i dag, vil langsomt forsvinde.

Kilde: ATV, 2003.⁴²



Figur 2.21

Hyppigheden af varmeelskende arter af dyreplankton har været stigende i Nordsøen inden for de seneste årtier. Kilde: EEA, 2004.⁵

Den danske kyst har en samlet længde på ca. 7.300 km. Der findes intet tal for det samlede areal langs eller bag denne kyststrækning som i dag trues med oversvømmelse i stormflodssituationer, eller trues på grund af en generel vandstandsstigning og øget stormaktivitet. I store træk er de sårbare områder den del af stenalderhavet, der i dag ligger over daglig vandstand som hævet havbund med stenalderhavs- og marskaflejringer (ca. 4.300 km²) samt indæmmede områder sikret med diger, og med terræn omkring eller under daglig vandstand. Nogle diger beskytter egentlige byområder som fx havdigerne i vadehavet ud for Ribe og Tønder, andre beskytter primært oversvømmelses-truede landbrugsarealer, rekreative områder med eller uden bebyggelser af fx fritidshuse, eller kystnære vådområder som fx Vadehavet.

Jorden over er der allerede konstateret en stigende trend i havtemperaturen for alle større havområder, en trend der dog ikke er statistisk signifikant for danske farvande som fx Nordsøen.¹¹ Årsagen er, at variationer i havtemperaturen på vore breddegrader i højere grad påvirkes af ændringer i det regionale klimas vejrmonstre, som genererer en stor år-til-år variation, hvilket slører betydningen af de globale klimaændringer.

En forventet stigende havtemperatur vil øge vækstsæsonen for det marine phytoplankton og øge det marine økosystems produktivitet, og – alt andet lige – øge potentialet for fangst af konsumfisk. En højere havtemperatur i Nordsøen vil også bevirke, at sydligere arter rykker længere nord på, et forhold som gennem de seneste 50 år har kunnet iagttages for bunddyr omkring de britiske øer, og som har forskudt forholdet mellem varmtvands- og koldt vandsarter inden for gruppen af dyreplankton. I de danske farvande optræder også stedse hyppigere fiskearter som multe og rødfisk, arter som normalt foretrækker at yngle under varmere himmelstrøg.⁴²

Skovene

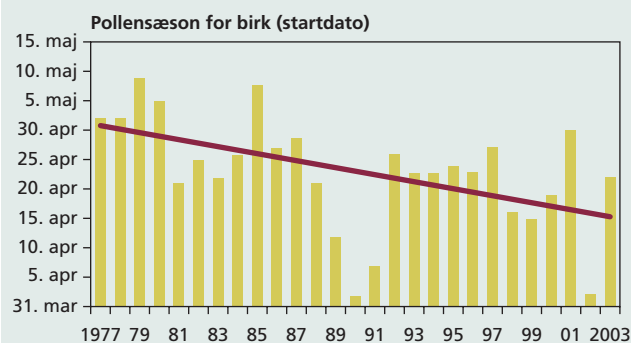
Stigende stormaktivitet med flere storme af større styrke er en af de negative konsekvenser af et klima i forandring, som vil ramme skovbruget økonomisk i form af øget risiko for stormfald. Som orkanen i 1999 viste, kan skaderne blive særligt store fordi en stor del af de danske skove består af ensaldrende bevoksninger af kun en træart, rødgran, som hverken er særlig stormfast, eller som træart egnet til at trives i et varmere og fugtigere klima. Ifølge skovtællingen fra år 2000 udgør rødgran ca. 27% af det samlede skovareal og er således arealmæssigt den vigtigste træart. Allerede i dag er klimaet i Danmark for varmt for rødgranen, idet dens naturlige vækstområde ligger nord og øst for landet i områder med væsentligt koldere vintre.

Hovedparten af de træarter, der indgår i dansk skovbrug, dyrkes med en omdriftstid på 50-150 år og med en planlægningshorisont for skovbruget af samme størrelsesorden. Mange af de træer, der plantes i dag, skal derfor også kunne trives med klimaet som det udvikler sig ind i det 22. århundrede, og med de ændrede vækstvilkår, der kan afledes af de foreliggende scenarier for fremtidens klima, hvor usikre disse scenarier end måtte være.

I flere europæiske lande er det registreret, at skovene vokser hurtigere end tidligere. Vedtilvæksten for enkelte træarter er øget væsentligt som følge af et øget CO₂-indhold i atmosfæren og længere vækstsæson, men også på grund af et øget kvælstofnedfald og en intensivering af skovdriften. Som indikation på en forlænget vækstsæson er det i Danmark registreret, at pollensæsonen for visse træarter begynder 2-3 uger tidligere end for 30 år siden.¹

De forventede klimaændringer vil især fremme væksten for de træarter, der har deres nordlige udbredelsesgrænse i Sydsandinavien. Fordelen for disse arter kan dog blive begrænset af faldende sommernedbør og øget risiko for tørke.

De ændrede klimatiske vilkår for skovdrift i Danmark er søgt imødekommet i et revideret nationalt program for etablering og drift af skov (Naturskovsstrategien⁴⁴). Et væsentligt element i naturskovsstrategien er en omstilling til en mere bæredygtig skovdrift med blandingsskov med flere træarter, som er naturligt hjemhørende på vores breddegrader. En skov med flere robuste træarter i forskellige aldre vil naturligt sprede risikoen for stormfald og tørke og være mindre sårbar over for sygdomme og skadedyr.



Figur 2.22

Pollensæsonen for birk starter nu 2-3 uger tidligere end for 25 år siden, hvilket er et tegn på, at vi har fået et varmere klima. Også pollensæsonen for el og hassel begynder flere uger tidligere. Kilde: Miljøstyrelsen, 2004.⁴³

Landbruget

DMI's fremskrivninger af klimaet til år 2100 er også lagt til grund for en vurdering af klimaændringernes betydning for landbrugets plante-produktion.^{45, 46} Set i et europæisk perspektiv vil de forventede temperaturstigninger føre til et klima, der svarer til det nuværende Tyskland eller Frankrig afhængig af tidsperspektiv og forventet opvarmning. I forhold til den nuværende arealudnyttelse i disse lande vil der ikke blive tale om meget store dyrkningsmæssige ændringer, det vil fx ikke blive muligt at dyrke flere kornafgrøder på samme areal samme år.

Landbrugets planteproduktion vil blive påvirket både direkte og indirekte af klimaændringerne. Væksten påvirkes direkte gennem virkningen af en øget CO₂-koncentration og ændret klima. Fx viser dyrkningsforsøg, at en fordobling af atmosfærens CO₂-koncentration kan øge kerneudbyttet med ca. 30% for korn dyrket under optimale vækstvilkår i øvrigt. Indirekte påvirkes planteproduktionen gennem indvirkning på jordens frugtbarhed, gødningsbehovet, forekomst af ukrudt, sygdomme og skadedyr. I det sydlige Europa og i det nordlige Skandinavien vil de direkte virkninger formentlig være de dominerende, mens de indirekte virkninger dominerer i det nordvestlige Europa.⁴⁶

Ændringer i afgrødevalg og sædskiftemønstre vil være en af konsekvenserne, hvis dansk landbrug skal udnytte sin relativt gunstige situation, når klimaet bliver varmere. Et varmere klima medfører, at afgrøder, som ikke dyrkes i væsentlig omfang i dag, bliver mere konkurrencedygtige og dermed får en øget udbredelse i Danmark. Udnyttelsen af det bedre produktionspotentiale forudsætter tilpasninger i landbrugets dyrkningspraksis. Der kan skelnes mellem kortsigtede tilpasninger, som sigter mod at optimere produktionen under de givne aktuelle vilkår, og de langsigtete tilpasninger, som omfatter ændringer i landbrugets struktur, arealanvendelse, vandingssystemer, samt

Boks 2.4 Klimaændringer – plantevækst og afgrødevalg

Højere temperatur og længere vækstsæson er de faktorer, der potentielt kan øge planteproduktion i Danmark i forhold til i dag, i højere grad end den direkte virkning af en stigende CO₂-koncentration. Det øgede potentiale vil dog være afhængig af om der vil være tilstrækkelig med nedbør og vand i jorden til at understøtte væksten. Med et beregnet fald i jordens vandindhold om sommeren på op imod 15% og øget risiko for sommertørke, vil behovet for markvanding stige. Markvanding beslaglægger i dag ca. en tredjedel af det samlede danske forbrug af råvand, med de fleste vandede arealer lokaliseret på de grovsandede jorde i Midt-, Vest- og Sønderjylland. Her vil presset på grundvandsressourcen frem mod år 2100 således også blive størst.

I Danmark vil en temperaturstigning på 1 °C øge vækstsæsonens længde med mere end en måned. Det vil især øge produktiviteten i forårsmånederne, hvor de lave temperaturer begrænser plantevæksten, hvorimod lyset er den begrænsende faktor i de sene efterårsmåned.

Stigende temperatur og længere vækstsæson har allerede begunstiget dyrkning af en varmekrævende afgrøde som majs. Majs dyrkes under danske forhold til foder for malkekvæg, og det samlede areal er steget fra 560 ha i 1975 til over 100.000 ha i 2002. Udviklingen af nye sorter, der er tilpasset det danske klima, har bidraget til denne ændring, men en medvirkende årsag er også den stigende temperatur, som gør majsdyrking mere sikker under danske klimaforhold. En temperaturstigning på 2 °C vil gøre det muligt at dyrke majs til modenhed i Danmark, en mulighed der i praksis vil afhænge af om majs udbyttetmæssigt kan konkurrere med vinterhvede.

En temperaturstigning vil gavne afgrøder som græs og og sukkerroer, hvor det er den forlængede vækstsæson, der er afgørende for merudbyttet. For enårige afgrøder som korn og raps er planternes udviklingsforløb imidlertid primært afhængig af temperatur og daglængde. En temperaturstigning vil for disse afgrøder kunne forrykke og forkorte vækstperioden, fordi afgrøderne vil modne tidligere. Det kan betyde et reduceret udbytte, med mindre der sættes på nye sorter med længere vækstperioder tilpasset et varmere klima.

For visse kortvarige grønsagskulturer som fx kål og salat kan det dog i et varmere klima blive muligt at øge antallet af kulturer på det samme areal samme år, og dermed øge merudbyttet.

udvikling og tilpasning af nye arter og sorter af afgrøder. Langsigtede tilpasninger er især relevante i forbindelse med større klimatiske ændringer som fx store temperaturstigninger. Blandt de kortsigtede tilpasninger kan nævnes ændring i såtidspunkt samt justering af mængden af kvælstofgødning til et øget udbyttensniveau og ændret tab, især i forbindelse med en øget risiko for kvælstofudvaskning.

Modelberegninger for vinterhvede viser således at en temperaturstigning på 4 °C vil være ledsaget af en øget kvælstofudvaskning. Også en øget vinternedbør vil øge risikoen for udvaskning til vandmiljøet, men tem-

peraturstigningen som sådan vil have størst relativ betydning. Årsagen er en øget omsætning og frigørelse af organisk bundet kvælstof i jorden i et vådere men også varmere vinterhalvår.⁴⁵

Klimaændringernes betydning for landmændenes valg af afgrøde og sædskifte, og for den strukturelle udvikling i landbruget, er vanskelige at forudsige. Sådanne ændringer er ikke kun bestemt af afgrødernes produktivitet, men i lige så høj grad af politiske og markedsmæssige forhold. Ændringer i landbrugs- og miljøpolitikken, i EU's landbrugspolitik samt ændringer i udbud og efterspørgsel på det globale marked for

landbrugsprodukter vil sandsynligvis få større betydning for afgrødevalget end klimaændringernes direkte effekt på afgrødernes relative produktivitet.

Biologisk mangfoldighed

Den opvarmning som har fundet sted inden for de seneste 20-30 år har påvirket fordelingen og hyppigheden af mange plante- og dyrearter jorden over. I Europa er det observeret, at mange plantearter har bredt sig nordpå som følge af en temperaturstigning.¹¹ Observationer af blomstringstidspunktet for planter som vokser i botaniske haver i forskellige europæiske lande viser, at vækstperioden er øget med 10 dage mellem 1962 og 1995.

En stigning i temperaturen på 3 °C vil øge påvirkningen og forstærke et forventet tab af arter.^{47, 48} En sådan temperaturstigning svarer til et ryk nord på i arternes fordeling på 300-400 km i den tempererede zone, hvortil Danmark hører. Mange arter vil

have vanskeligt ved at reagere på en så hastig udvikling gennem migration eller genetisk tilpasning. De udryddes eller begrænses i deres udbredelse.

I Danmark er vækstsæsonen, perioden fra løvspring til bladfald, steget med 2-3 uger, og forventes at stige yderligere. En længere vækstsæson vil øge planternes vækst og produktivitet for de arter, hvor temperaturen er en begrænsende faktor, og føre til ændringer i konkurrenceforhold og artsfordeling i naturlige økosystemer.

Naturligt hjemhørende arter med en nordlig udbredelse, som har deres sydgrænse i Danmark, vil måske helt forsvinde, fordi de ikke er tilstrækkeligt konkurrencetærke. Et eksempel på en sådan planteart med en nordlig udbredelse er hønsebær. Samtidig betyder det varmere klima, at sydlige plante- og dyrearter kan indvandre. I hvilket omfang det vil ske i praksis, afhænger af de barrierer de vil møde i det danske kulturlandskab i form af dyrkede marker, byer og veje, barriere-

rer som relativt let kan overvindes for arter, som benytter sig af vindbåren frøspredning, eller arter som spreder sig langs vejenes grøftekanter. Et eksempel på det sidste er bjergørhvene, som er en sydlig art, der breder sig her i landet i disse år.

I det marine miljø virker det salte havvand som barriere for varme-krævende brakvandsarter, der ikke naturligt kan indvandre til de danske brakvandsfjorde, eller til Østersøen. Det betyder, at tilfældig spredning via skibes ballastvand kan få afgørende betydning, som det fx var tilfældet i Limfjorden, hvor tøffelsneglen og knivmuslingen, der begge stammer fra Nordamerika, blev tilført med ballastvand. Disse arter indgår i det eksisterende marine økosystem uden væsentlige påvirkninger af dette. I andre tilfælde kan invaderende arter påvirke eksisterende økosystemer i uønsket retning.⁴²

Referencer

- ¹ Regeringen 1990: Energi 2000 – Handlingsplan for en bæredygtig udvikling.
- ² Miljø- og Energiministeriet 1996: Energi 21. Regeringens energihandlingsplan 1996. Miljø- og Energiministeriet, København. 76 s.
- ³ Regeringen 2002: Danmarks nationale strategi for bæredygtig udvikling: "FÆLLES FREMTID – udvikling i balance".
- ⁴ Regeringen 2003: Regeringens klimastrategi "En omkostningsfri klimastrategi". Finansministeriet februar 2003.
- ⁵ Miljøstyrelsen 2003: Renere luft – den danske indsats. Miljøstyrelsen 2003. 32 s.
- ⁶ DMI 2004: Den menneskeskabte drivhuseffekt og global opvarmning. <http://www.dmi.dk/dmi/index/viden/drivhuseffekten.htm> (01.07.2005)
- ⁷ DMI 2004: Global opvarmning omarrangerer atmosfæren. http://www.dmi.dk/dmi/global_opvarmning_omarrangerer_atmosfaren (01.07.2005)
- ⁸ DMI 2004: Global opvarmning giver mere ozonnedbrydning end ventet. http://www.dmi.dk/dmi/global_opvarmning_giver_mere_ozonnedbrydning_end_ventet (01.07.2005)
- ⁹ DG. ENV. 2003: Greenhouse gas reduction pathways in the UNFCCC process up to 2025. Policymakers Summary. CNRS/LEPII-EPE (France), RIVM/MNP (Netherlands), ICCS-NTUA (Greece) & CES-KUL (Belgium). European Commission, DG Environment October 2003.
- ¹⁰ EU 2002: Environment 2010: Our Future, Our Choice. The Sixth Environment Action Programme of the European Community.
- ¹¹ EEA 2004: Impacts of Europe's changing climate. European Environment Agency, EEA Report No. 2/2004 100 pp. http://reports.eea.eu.int/climate_report_2_2004/en/climate_change_pda.pdf (01.07.2005)
- ¹² Swedish Environmental Objectives Council 2004: Sweden's environmental objectives – are we getting there ? A progress report from the Swedish Environmental Objectives Council, de Facto 2004.
- ¹³ Illerup, J.B., Lyck, E., Nielsen, M., Winther, M., Mikkelsen, M.H., Hoffmann, L., Gyldenkerne, S., Sørensen, P., Vesterdal, L., Fauser, P., & Thomsen, M. 2005: Denmark's National Inventory Report – Submitted under the United Nations Framework Convention on Climate Change, 1990-2003 – Emission Inventories. National Environmental Research Institute. <http://www.dmu.dk/luft/emissionsopgørelser> (01.07.2005)
- ¹⁴ Illerup, J.B., Lyck, E., Nielsen, M., Winther, M., Mikkelsen, M.H., Hoffmann, L., Gyldenkerne, S. & Vesterdal, L. 2005: Fremskrivning af drivhusgasemissioner 2004-2030. Rapport til Miljøstyrelsen. Danmarks Miljøundersøgelser. <http://www.dmu.dk/luft/emissionsopgørelser> (01.07.2005)
- ¹⁵ Finansministeriet 2005: Fremskridtsrapport – Danmarks klimapolitiske mål og resultater – Rapporten om fremskridt i 2005 i henhold til Kyoto-protokollen. Finansministeriet, 2 juni 2005.
- ¹⁶ Miljøministeriet 2005: Danmarks klimapolitiske mål og resultater. Rapporten om fremskridt i 2005 i henhold til Kyoto-protokollen. Udkast. Miljøstyrelsen, 1. juni 2005.
- ¹⁷ Illerup, J.B., Lyck, E., Nielsen, M., Winther, M., Mikkelsen, M.H., Hoffmann, L., Gyldenkerne, S., Sørensen, P., Vesterdal, L., Fauser, P. & Thomsen, M. 2005: Annual Danish Emissions Inventory Report to UNECE. Inventories 1990-2003. National Environmental Research Institute. <http://www.dmu.dk/luft/emissionsopgørelser> (01.07.2005)
- ¹⁸ Illerup, J.B. & Nielsen, M. 2004: Improved PM Emissions Inventory for Residential Wood Combustion. In: Dilara, P., Muntean, M., Angelino, E. (Eds): Proceedings of the PM Emission Inventories Scientific Workshop, Lago Maggiore, Italy, 18 October 2004. European Communities. – EUR 21302 : 142-149. <http://www.dmu.dk/NR/rdonlyres/11C23CE2-582B-48F0-8EBD-FF3BA608F2E2/3319/PM-workshopDKresidentialwoodburning.pdf> (01.07.2005)
- ¹⁹ Nielsen, M. & Illerup, J.B. 2004: PM Emission from CHP Plants < 25 MWe. In: Dilara, P., Muntean, M., Angelino, E. (Eds): Proceedings of the PM Emission Inventories Scientific Workshop, Lago Maggiore, Italy, 18 October 2004. European Communities. – EUR 21302 : 150-154. <http://www.dmu.dk/NR/rdonlyres/11C23CE2-582B-48F0-8EBD-FF3BA608F2E2/3321/JBI1.pdf> (01.07.2005)
- ²⁰ Sternhufvud, C., Karvosenoja, N., Illerup, J.B., Kindbom, K., Lükewille, A., Johansson, M. & Jensen, D. 2004: Particulate matter emissions and abatement options in residential wood burning in the Nordic countries. Nordic Council of Ministers. – ANP 2004:735: 72 pp. <http://www.norden.org/pub/miljo/miljo/sk/ANP2004735.pdf> (01.07.2005)
- ²¹ EC 2001: Directive 2001/81/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2001 on National Emission Ceilings for certain atmospheric pollutants (NEC-directive).
- ²² RIVM 2004: Environmental Balance 2004. Accounting for the Dutch environment. Summary. RIVM, Netherlands Environmental Assessment Agency (MNP).
- ²³ Kemp, K. & Palmgren, F. 2004: Air Monitoring Programme. Annual summary for 2003. NERI, Technical Report No. 497 2004 38 pp.

- ²⁴ Palmgren, F., Wåhlin, P., Berkowicz, R., Hertel, O., Jensen, S.S., Loft, S. & Raaschou-Nielsen, O. 2001: Partikel-filtre på tunge køretøjer i Danmark. Luftkvalitets- og sundhedsvurdering. Danmarks Miljøundersøgelser. 98 s. – Faglig rapport fra DMU nr. 358.
http://www2.dmu.dk/1_Viden/2_Publikationer/3_Fagrapporter/rapporter/FR358.pdf
- ²⁵ Trafikministeriet 2003: Partikelredegørelse. Trafikministeriet, juni 2003.
- ²⁶ EEA 2002: Air Quality in Europe. State and trends 1990-99. European Environment Agency, Topic report no. 4/2002 82 pp.
http://reports.eea.eu.int/topic_report_2002_4/en/topic_4.pdf (01.07.2005)
- ²⁷ EC 1999: Directive 1999/30/EC of 22 April 1999 relating to limit values for sulphur dioxide and oxides of nitrogen, particulate matter and lead in ambient air. J. Europ. Commun. L163/41.
- ²⁸ Swedish Environmental Objectives Council 2003: Sweden's environmental objectives – will the interim targets be achieved? A progress report from the Swedish Environmental Objectives Council, de Facto 2003.
- ²⁹ EC 2002: Directive 2002/3/EC of the European Parliament and of the Council of 12 february 2002 relating to ozone in ambient air. Official Journal L67/14.
- ³⁰ Miljøministeriet 2003: Bekendtgørelse, som implementerer EU regulering af luftforurening i DK lov.
- ³¹ EEA 2003: Air pollution in Europe 1990-2000. European Environment Agency, Topic report no. 4/2003.
http://reports.eea.eu.int/topic_report_2003_4/en/topic_4.pdf (01.07.2005)
- ³² Ellermann, T., Hertel, O., Skjøth, C.A., Kemp, K. & Monies, C. 2003: NOVA 2003. Atmosfærisk deposition 2002. Danmarks Miljøundersøgelser. 90 s. – Faglig rapport fra DMU nr. 466.
http://www2.dmu.dk/1_Viden/2_Publikationer/3_Fagrapporter/rapporter/FR466.pdf
- ³³ Ellermann, T., Hertel, O., Skjøth, C.A., Kemp, K. & Monies, C. 2004: NOVA 2003. Atmosfærisk deposition 2003. Danmarks Miljøundersøgelser. 47 s. – Faglig rapport fra DMU nr. 519.
http://www2.dmu.dk/1_Viden/2_Publikationer/3_Fagrapporter/rapporter/FR519.pdf
- ³⁴ IPCC 2001: Third Assessment Report – Climate Change 2001. Impacts, Adaptation and Vulnerability. Working Group II report.
- ³⁵ IPCC 2001: Third Assessment Report – Climate Change 2001. Technical summary of the working group I report.
- ³⁶ CRU Climatic Research Unit, University of East Anglia 2004: Global average temperature change 1856-2003.
<http://www.cru.uea.ac.uk/> (01.07.2005)
- ³⁷ Jørgensen, A.M.K., Fenger, J. & Halsnæs, K. (red.) 2001: Climate change research. Danish Contribution. Gads Forlag, 2001.
- ³⁸ DMI 2004: Den globale opvarmning – et resultat af drivhuseffekten og variationer på solen.
http://www.dmi.dk/dmi/index/nyheder-2/aarsager_til_den_globale_opvarmning (01.07.2005)
- ³⁹ IPCC 2001: Intergovernmental Panel on Climate Change 2001. Special Report on Emissions Scenarios.
- ⁴⁰ DMI 2003: Årlige landstal af temperatur, nedbør, solskinstimer og skydække for Danmark, 1873-2002. Teknisk rapport 03-22.
- ⁴¹ Bøgestrand, J. (red.) 2003: Vandløb og kilder 2002. NOVA 2003. Danmarks Miljøundersøgelser. 78 s. – Faglig rapport fra DMU nr. 470
http://www2.dmu.dk/1_Viden/2_Publikationer/3_Fagrapporter/rapporter/FR470.pdf
- ⁴² Akademiet for de Tekniske Videnskaber, ATV 2003: Effekter af klimaændringer – tilpasninger i Danmark. ATV september 2003, 49s.
- ⁴³ Miljøstyrelsen 2004: Danmark må tilpasse sig fremtidens klima. Miljø-Tema nr. 25, 2004, 36 s.
<http://www.mst.dk/default.asp?Sub=http://www.mst.dk/udgiv/publikationer/2004/87-7614-179-9/html/helepubl.htm> (01.07.2005)
- ⁴⁴ Skov- og Naturstyrelsen 2001: Den biologiske mangfoldighed i skove – status for indsats og initiativer. Skov- og Naturstyrelsen, januar 2001.
- ⁴⁵ Olesen, J.E., Petersen, S.O., Gylden-kærne, S., Mikkelsen, M.H., Jacobsen, B.H., Vesterdal, L., Jørgensen, A.M.K., Christensen, B.T., Abild-trup, J., Heidmann, T. & Rubæk, G. 2004: Jordbrug og klimaændringer – samspil til vandmiljøplaner. DJF rapport – Markbrug 109, 177 pp.
- ⁴⁶ Olesen, J.E. & Bindi, M. 2002: Consequences of climate change for European agricultural productivity, land use and policy. European Journal of Agronomy, vol. 16 (2002) p. 239-262.
- ⁴⁷ Ferreira de Siqueira, M., Grainger, A., Hannah, L., Hughes, I., Huntley, B.S., Van Ljaarsveld, A.S., Midgley, G.F., Miles, L., Ortega-Huerta, M.A., Peterson, A.T., Phillips, O.L. & Williams, S.E. 2004: Extinction risk from climate change. Nature vol. 427, p. 145-148.
- ⁴⁸ Walther G.-R., Post, E., Convey, P., Menzel, A., Parmesan, C., Beebee, T.J.C., Fromentin, J.-M., Hoegh-Guldberg, O. & Bairlein, F. 2002: Ecological responses to recent climate change. Nature vol. 416 p. 389-395.