

Miljø- scenarier



Hanne Bach er forskningschef i Danmarks Miljøundersøgelser, Afdeling for Systemanalyse, og er bl.a. redaktør af den danske Miljøtilstandsrapport, som udkommer hvert fjerde år. Hun er uddannet kemiingeniør og har i en årrække arbejdet med miljøkonsekvensanalyser og sammenhængene mellem samfund og miljø og natur.

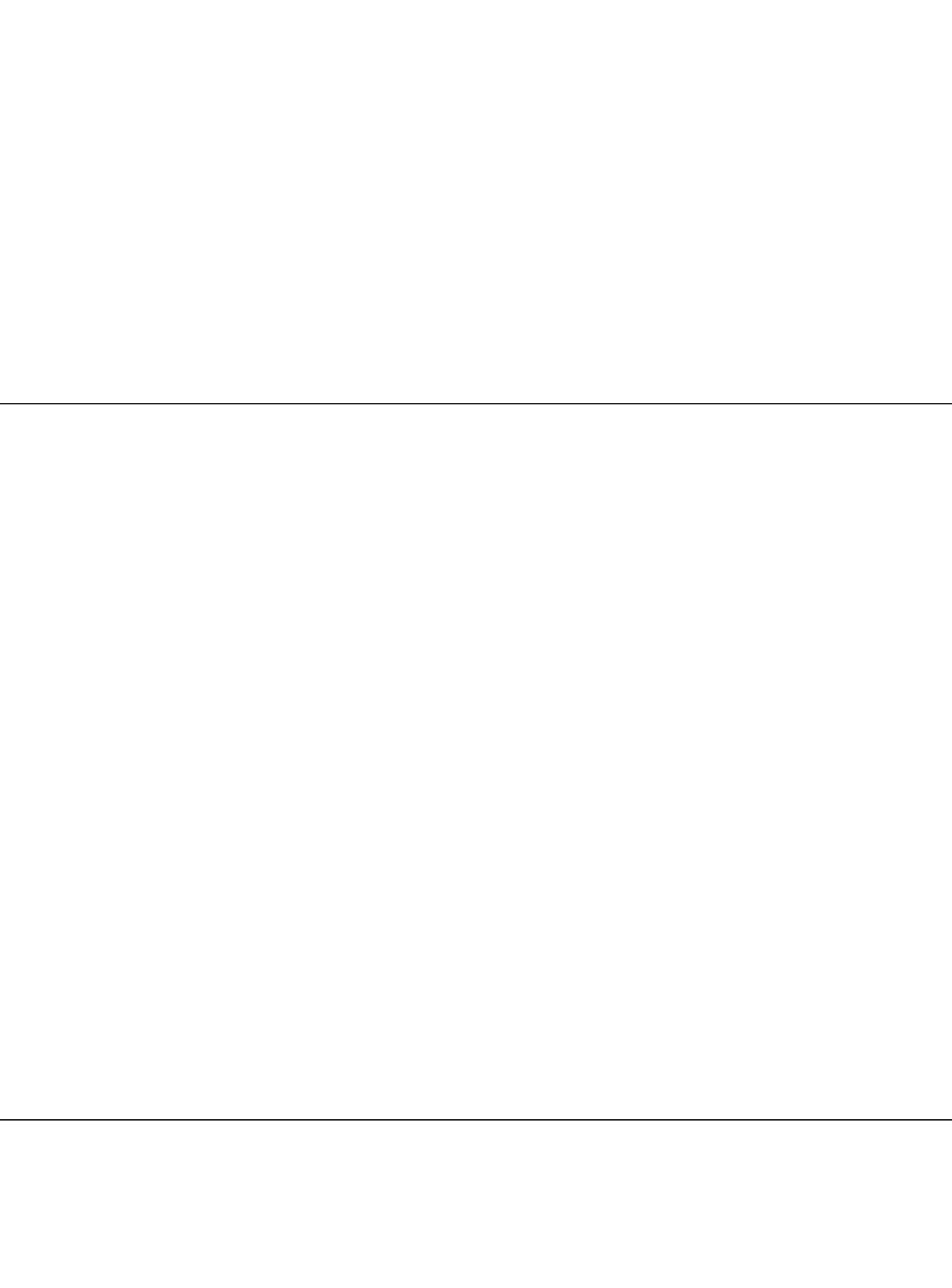
Henrik Gudmundsson er uddannet som miljøplanlægger fra RUC og har en ph.d.-grad i bæredygtig mobilitet fra Handelshøjskolen i København. Han arbejder med miljøindikatorer og undersøger blandt andet hvordan miljøhensyn kan varetages inden for trafikpolitikken i Danmark og EU. Han har arbejdet med fremtidsscenarioer for bl.a. Transportrådet, Teknologi-nævnet, Nordisk Ministerråd og Det Strategiske Miljøforskningsprogram.

Jesper S. Schou, cand.agro og ph.d. i miljøøkonomi fra den Kongelige Veterinær- og Landbohøjskole. Har arbejdet med miljøøkonomisk forskning og analyse siden 1993 med hovedvægt på integreret økonomisk og miljømæssig modellering (scenarieanalyser og omkostningseffektivitetsanalyser) samt værdisætning af miljøgoder.

Bernd Münier er uddannet geograf og har en ph.d.-grad i GIS-analyse. Han arbejder med landskabsøkologi og landskabsforvaltning. Han har arbejdet med landskabsscenarioer i bl.a. forskningsprojektet ARLAS (arealanvendelse og landskabsudvikling belyst ved scenariestudier).

Jytte B. Illerup, kemiingeniør, ph.d. og gruppeleder for emissionsgruppen. Er projektleder for arbejdet vedrørende udarbejdelse og rapportering af udslipsopgørelser til internationale konventioner (Klimakonventionen og Konventionen om Langttransporteret Luftforurening) og EU. Er desuden projektleder for en række forskningsprojekter, herunder udvikling af modeller til fremskrivning af udslip til atmosfæren.





Miljøscenarier

Redigeret af:
Hanne Bach

Med bidrag af:
Hanne Bach
Henrik Gudmundsson
Jesper S. Schou
Bernd Münier
Jytte B. Illerup



Miljøscenarier

Redigeret af

Hanne Bach, Danmarks Miljøundersøgelser

Med bidrag af

Hanne Bach, Henrik Gudmundsson, Jesper S. Schou, Bernd Münier
og Jytte B. Illerup

© 2005 Danmarks Miljøundersøgelser, forfatterne og Forlaget Hovedland

Alle rettigheder forbeholdes.

Ingen del af denne bog må gengives, lagres i et søgesystem eller transmitteres i nogen form eller med nogen midler grafisk, elektronisk, mekanisk, fotografisk, indspillet på plade eller bånd, overført til databanker eller på anden måde uden forlagets skriftlige tilladelse.

Enhver kopiering fra denne bog må kun ske efter reglerne i lov om ophavsret af 14. juni 1995 med senere ændringer.

Det er tilladt at citere med kildeangivelse i anmeldelser.

Forlagsredaktion: Ole Jørgensen

Illustrationer, ombrydning og scanning: Britta Munter, Grafisk værksted,
Danmarks Miljøundersøgelser

Omslag og kapitelforsider: Maleri af Poul Anker Bech

Forside: Udsnit af Mod skyerne, side 8: Vesten for månen, side 14: Havmanden, side 20: Drømmeren, side 30: Mod skyerne, side 36: Grøn svinedans, side 48: På herrens mark, side 60: Nach Wannsee.

Tryk: Narayana Press, Gylling

Denne bog er trykt på 130 g Cyclus Print

ISBN 87-7739-736-3

1. udgave, 1. oplag 2005



Forlaget Hovedland

www.hovedland.dk

E-mail: mail@hovedland.dk

Forord 6



Baggrunden for forudsigelser 9



Forudsætningerne for forudsigelser 15



Forskellige typer forudsigelser 21



Forudsigelse af konsekvenser for natur og miljø 31



Forudsigelse af drivende kræfter 37



Forudsigelse af miljøforandringer 49



Fremtiden for forudsigelser 61

Litteratur 66

Ordliste 69

Stikordsregister 70

Forord

Forudsigelser af udviklingen i miljøet bliver brugt af politikere, embedsmænd og miljøorganisationer i deres arbejde med at fastlægge den fremtidige indsats over for natur og miljø. Der er gennem de seneste 5 år lavet en lang række forudsigelser, som dækker forskellige miljøproblemstillinger, og som har forskelligt udgangspunkt og forudsætninger.

I Danmarks Miljøundersøgelser (DMU) laver vi forudsigelser af miljøets udvikling – ofte på grundlag af forudsigelser af samfundets økonomiske udvikling, som Finansministeriet, Økonomi- og Erhvervsministeriet og Fødevareministeriet laver. DMU's forudsigelser bliver bl.a. brugt i den danske miljøtilstandsrapport: "Natur og Miljø, Påvirkninger og tilstand", som udkommer hvert 4. år.

Formålet med denne bog er at forklare, hvordan forudsigelser bliver til, og hvad de har som grundlag, forudsætninger og begrænsninger samt at illustrere, hvilke typer af spørgsmål man kan få svar på. Eksemplerne vil også vise, hvilken rolle forudsigelserne har i miljøpolitikken.

Kapitel 1 indeholder en kort beskrivelse af baggrunden for, at der bliver lavet forudsigelser af miljøets udvikling, hvad de bliver brugt til og hvem der bruger dem.

Kapitel 2 fortæller, hvilke forudsætninger der skal være opfyldt for at udarbejde forudsigelser. Man skal fx have kendskab til de faktorer i samfundet, der er årsag til miljøproblemet, og vide hvorledes disse faktorer udvikler sig.

Kapitel 3 beskriver forskellige typer af forudsigelser og de begreber og metoder, der anvendes for at lave dem.

Kapitel 4 redegør for, hvordan man kommer fra en forudsigelse af samfundets udvikling til en forudsigelse af denne udviklings konsekvenser for natur og miljø.

Kapitel 5 giver eksempler på forudsigelser af udviklingen inden for nogle områder, som har stor betydning for miljøet: landbrug og trafik. Kapitlet viser, hvorledes forudsigelserne tilrettelægges, så resultaterne kan anvendes til at belyse miljøkonsekvenserne.

Kapitel 6 beskriver forudsigelser af klima og natur og giver eksempler på, hvordan komplekse miljøproblemstillinger forenkles, så bestemte spørgsmål kan belyses og analyseres ved hjælp af forudsigelser.

Kapitel 7 giver et bud på nogle af de problemstillinger man skal være særlig opmærksom på, når man bruger forudsigelser, og hvilken rolle forudsigelserne kan få i fremtiden.

I bogen inddrager vi resultater fra en række andre institutioner: Danmarks Jordbrugsforskning, Fødevareøkonomisk Institut, Energistyrelsen, Vejdirektoratet, Danmarks Statistik og Forskningscenter Risø.



Forudsigelser af miljøets udvikling er en vigtig del af grundlaget for miljøindsatsen og dermed for det gode miljø som sådan.

Foto: Highlight



Baggrunden for forudsigelser



Vurderinger af samfundsudviklingen og dens miljøkonsekvenser er meget efterspurgt af dels politikere og embedsmænd og dels miljøorganisationer og borgere. Politikere og embedsmænd har brug for et grundlag til at formulere ny politik, og miljøorganisationer og borgere vil gerne vide, hvordan fremtidens miljø kan komme til at se ud.

Maleri: Poul Anker Bech

Foto: Axel Søgaard

Samfund og miljø hænger sammen

Vi mennesker er den egentlige årsag til miljøproblemerne i samfundet. Vi skaber miljøproblemerne gennem vores forbrug. Forbrug af varer, mad, bolig, transport osv. Jo større forbrug vi har, jo mere skal der produceres og transporteres, og des større bliver udslippet af forurenende stoffer til omgivelserne. Disse udslip og andre former for påvirkning (fx den fysiske anvendelse af arealet til byer, veje, havne, broer, landbrugsjord osv.) kan have negative virkninger på natur og miljø.

Der gøres meget for at nedbringe forureningen som følge af vores forbrug: Energiproduktionen er blevet mere effektiv, bilerne kører længere pr. liter benzin og har katalysator, landbrugets forurening nedbringes osv. Forbruget har

Boks 1

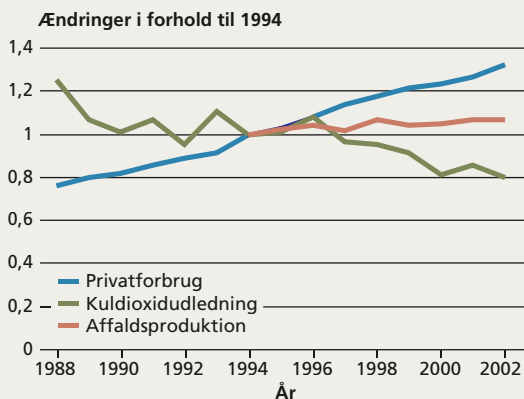
Vækst i forbrug og forurening

På trods af at privatforbruget stiger, er det lykkedes at nedbringe udledningen af kuldioxid (CO₂) ved en mere effektiv energiproduktion og plantning af skov og ved at bruge energiformer, som giver mindre udledning af kuldioxid, fx naturgas frem for kul. Affaldsproduktionen, som er mere direkte knyttet til forbruget, er derimod ikke faldet. Den stiger dog mindre end forbruget.

Man siger, at kuldioxidudledningen er absolut afkoblet fra forbruget (kuldioxidudledningen falder, mens forbruget stiger), mens affaldsproduktionen siges at være delvist afkoblet, idet affaldsproduktionen nok stiger, men dog mindre end forbruget.

Figur 1-1

Udviklingen i forbruget sammenlignet med udviklingen i to størrelser, som afhænger af forbruget: affaldsproduktion og kuldioxidudledning. Enhederne på den lodrette akse er indextal med udgangspunkt i 1994; dvs. at de tre størrelses værdi i 1994 er sat til 1 – og værdierne de øvrige år er så udregnet som det pågældende års værdi divideret med 1994's værdi.



imidlertid vist sig i nogle tilfælde at stige mere end stigningen i den mere effektive og miljøvenlige anvendelse af ressourcerne.

Påvirkningerne på naturen og miljøet er på den ene side et resultat af den økonomiske og teknologiske udvikling og af forbrugernes adfærd og på den anden side af naturens (økosystemernes) sårbarhed dvs. deres evne til at overleve og tilpasse sig påvirkningerne.

Udviklingen i landbruget har eksempelvis stor betydning for naturen og landskaberne. Dels bruges markerne afhængigt af skiftende politiske tiltag forskelligt – fx til dyrkning, græsning eller brak, dels spredes en del af de næringsstoffer og sprøjtemidler, landbruget anvender, i miljøet hvor de bl.a. påvirker planterne. Forandringer i landbrugets økonomiske vilkår, udviklingen af driftsformer og teknologi samt landbrugspolitikken og miljøpolitikken bestemmer sammen med naturens følsomhed udviklingen i natur og landskaber.

Figur 1-1

Affald er et af de problemer, der følger med forbrug, men i dag stiger affaldsmængden mindre end forbruget.

Foto: John Jensen



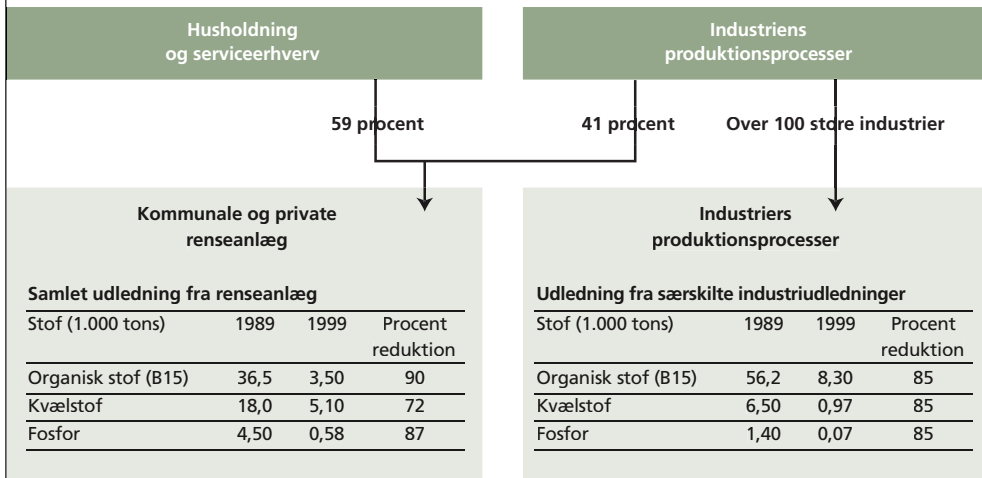
Miljø- og erhvervspolitikens betydning

Miljøpolitik og politik rettet mod for de enkelte erhverv, fx landbrugspolitik, kan vedtages og iværksættes for at imødegå uønskede forandringer i natur og miljø.

Spildevandsrensning (figur 1-2), rensning af røg fra skorstenene og krav om montering af katalysatorer på biler er eksempler på miljøpolitik, som afbøder forureningens virkninger. Afgifter på benzin er et eksempel på en politik (her for transport), som har til formål at nedsætte aktiviteten – trafikmængden – og energiforbruget samt skaffe penge til statskassen. Derudover har de den virkning, at de reducerer forureningen fra transport.

Et politisk initiativ kan også have betydning for mange erhverv på én gang og for samfundets økonomi som helhed. Et eksempel på det er energiafgifter, som pålægges både erhverv og husholdninger, og et andet klimapolitikken, hvor kravene til mindre udledning af drivhusgasser får betydning for alle dele af samfundet.

Figur 1-2
Oversigten viser, hvordan udledningen af forurenende stoffer fra henholdsvis kommunale renselanlæg og særskilte industrianlæg er reduceret i perioden fra 1989 til 1999. Efter Miljøstyrelsen, 2000.



Hvad bruges forudsigelserne til?

Udviklingen i miljøets tilstand kan ses i et bagudrettet perspektiv (hvordan er det gået indtil nu), men den kan nok så vigtigt også ses fremadskuende (hvordan kommer det til at gå) – det er her, forudsigelserne kommer ind.

Forudsigelser kan dels bruges undersøgende: "Hvad sker der hvis ...?", og dels til at finde ud af om udviklingen går den rigtige vej, fx om det ser ud til at fastsatte miljømål nås. Forudsigelserne bruges som en hjælp til at udforme den rette politik. Man kan fx analysere, hvorvidt de politiske instrumenter man forestiller sig at bruge, fører til forandringer/forbedringer for natur og miljø i det omfang, man havde tænkt sig.

Går det så rent faktisk ikke, som man forventede, kan forudsigelserne opdateres og bruges som grundlag for at justere politikken.

Figur 1-3

Vandmiljøplan I fra 1987 har betydet, at den danske spildevandsrensning er blevet kraftigt udbygget. I dag yder anlæggene en avanceret mekanisk, kemisk og biologisk rensning.

Foto: Patrik Fauser





Forudsætningerne for forudsigelser



Naturens og miljøets tilstand hænger nøje sammen med alle de aktiviteter, vi som samfund og enkeltpersoner sætter i gang. For at lave forudsigelser og bruge dem rigtigt er man nødt til at forstå denne sammenhæng.

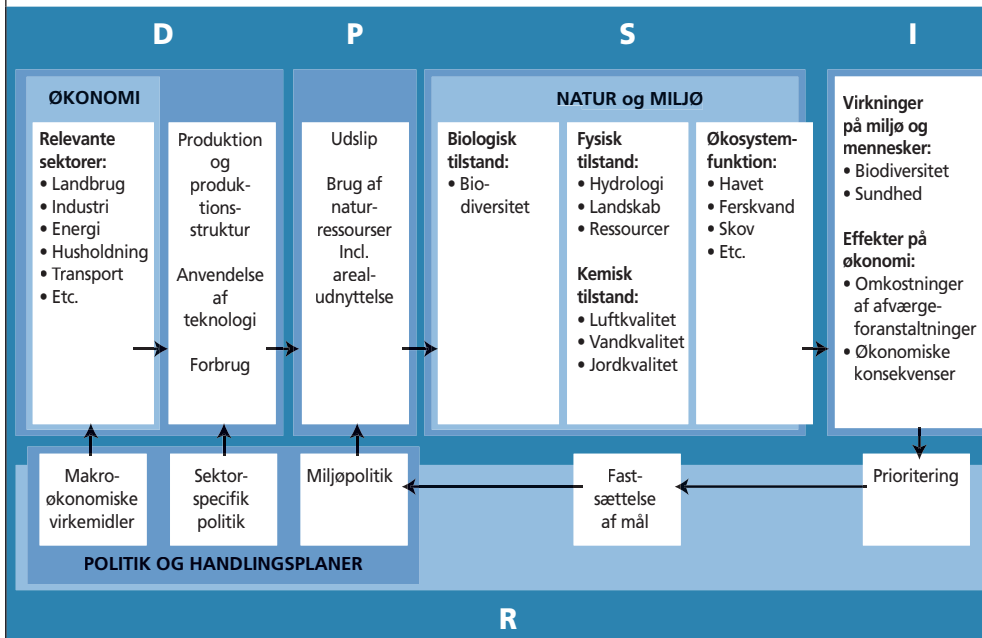
Maleri: Poul Anker Bech
Foto: Galleri C

Erhverv og forbrug er de drivende kræfter

Sammenhængen mellem miljø og samfund er illustreret i figur 2-1. De kræfter, der driver miljøproblemerne frem, er som nævnt aktiviteterne i erhvervene og vores forbrug (landbrug, transport, energi, industri, turisme, husholdninger etc.), som fører til udslip af forurenende stoffer, forbrug af naturressourcer og anvendelse af landets areal. Disse påvirkninger er sammen med udefrakommende faktorer som vejrlig og andre naturgivne forhold det, der bestemmer miljøets tilstand.

Miljøtilstanden har betydning for menneskers sundhed, for økosystemerne og i nogle tilfælde også, som det næste led i kæden, for erhvervene. Fx kan klimaforandringer påvirke landbrugsproduktionen, havforurening kan påvirke fiskeriet og forandringer af natur og landskaber påvirke turismen. Miljøtilstanden og samfundet kobles af os mennesker sammen vha. miljømålsætninger og tiltag, som iværksættes for at imødegå evt. skadelige konsekvenser for menneskers sundhed, økosystemer osv.

Figur 2-1
Samspelet mellem miljøtilstanden og de menneskeskabte påvirkninger.



Forudsigelser af miljøtilstanden bygger på, at man

- 1) kan forudsige de drivende kræftes udvikling
- 2) kender de påvirkninger, disse kræfter udsætter miljøet for (udledninger osv.), og endelig
- 3) ved, hvilke konsekvenser disse påvirkninger har for miljøet og menneskers sundhed.

Det er vanskeligt at lave forudsigelser, som dækker hele denne kæde. Men den grundlæggende forudsætning er, at man kan beskrive udviklingen i de drivende kræfter systematisk.

Anvendelse af indikatorer i forudsigelser

Når man har udviklingen i de drivende kræfter, vil det ofte være muligt at forudsige påvirkningerne i form af udledninger og anvendelse af landets areal. I nogle tilfælde er det derefter også muligt direkte at bestemme påvirkningernes konsekvenser. Mange gange kan man imidlertid ikke direkte bestemme konsekvenserne, men må gå indirekte til værks ved enten at bruge påvirkningernes størrelse eller simple, let målbare forhold i miljøet som mål (indikatorer) for de mulige konsekvenser (se boks 2).

Boks 2

Hvad er en indikator?

Når man er syg og får feber, er den forhøjede kropstemperatur en vigtig indikator for at man er syg uden at den kan dog kan sige, hvad man egentlig fejler. En miljøindikator er tilsvarende en størrelse der 'tager temperaturen' på miljøproblemet.

En indikator for landbrugets påvirkning af naturen kan være mængden af det ammoniak, som fra marker og stalde spredes i luften og rammer planterne ved nedfald. I visse tilfælde får udslippet et omfang, der overstiger hvad planterne kan tåle. I dette tilfælde bruger man selve udslippet som indikator for ændringer i miljøet.

Iltkoncentrationen i bunden af Kattegat om sommeren er et eksempel på en anden slags indikator. Påvirkningen er i dette tilfælde de næringsalte, der udledes til vore havområder. Men i stedet for at nøjes med selve påvirkningen som indikator går man her et skridt videre og bruger en af de mange konsekvenser, næringsaltene kan have i havmiljøet: nemlig lavere indhold af ilt i vandet. Lavere iltindhold kan føre til, at bunddyr dør og fisk flygter, og egentlig vil man helst kunne måle og forudsige alle de forandringer, udledningen af næringsalte fremkalder. Det er imidlertid muligt at bruge iltindholdet som indikator, fordi mange af de andre forandringer følger iltindholdet på en mere eller mindre forudsigelig måde.

Et miljøproblem er ofte bestemt af flere faktorer

Der er ofte mere end en drivende kraft, som har betydning for en given miljøproblemstilling, så det kan være nødvendigt at forudsige udviklingen af en række erhverv på én gang for at få et samlet billede. Det er fx nødvendigt, når man beskæftiger sig med et emne som energi. I andre situationer er det nødvendigt at kunne adskille kræfternes indflydelse i en slags "alt-andet-lige"-undersøgelse, hvor ét erhverv og dets betydning analyseres separat.

I alle tilfælde er det nødvendigt at identificere de faktorer eller drivkræfter, der er vigtigst for den givne problemstilling, og derefter finde en metode (evt. en model) til at forudsige den fremtidige udvikling med.

Et eksempel: udvikling i naturarealet

Den måde vi bruger landets areal på, hører som nævnt til de kræfter, der driver forandringer i naturen og miljøet. Arealet inddeles i seks hovedkategorier: bebyggelser i byer og på landet, dyrkede arealer, åben natur, skov, søer/vandløb og befæstede arealer (veje etc.). Forandringer i fordelingen mellem disse kategorier har betydning for landskabet.

Arealanvendelsens udvikling blev i 1998 analyseret i et fremtidsscenario, der gik frem til 2025, og som tog udgangspunkt i de aktuelle politiske planer, strategier osv. Undersøgelsen viste, at der bliver en stigende konkurrence om arealer. Udviklingen i bymæssig bebyggelse forventes at føre

Figur 2-2

Det danske areal er intensivt udnyttet til byer, marker og veje.

Foto (tv): Ole Malling

Foto (midt): Britta Munter

Foto (th): Britta Munter



til en vækst i byarealet på 15 % indtil 2025. Planer om fordobling af vores skovareal inden for en 100-års-periode betyder, at det stiger med ca. 30 % frem til 2025. Det dyrkede areal, dvs. det landbrugsareal, der er i omdrift, forventes at falde ca. 15 %. Det dyrkede areal udgør ca. $\frac{2}{3}$ af landet og vil være den kategori, der leverer areal til de øvrige.

En af forklaringerne på, at det dyrkede areal falder, skal findes i indsatsen for vandmiljøet. Vandmiljøplanerne betyder nemlig, at en del af arealet i omdrift forventes at blive omlagt til arealer uden for omdrift (vedvarende græs og brak), således at disse arealer kommer til at stige med 30 %. De vedvarende græsarealer, som fx findes i engområder, opfattes som en del af naturen, men for at skille dem fra den natur, som ikke har været dyrket, kaldes de ofte halv-naturarealer. Sammenlagt betyder ændringerne i landbruget en stigning i naturarealer og halv-naturarealer på ca. 50.000 ha, så de nærmer sig en størrelse på i alt 10 % af arealet.

Faldet i det dyrkede areal vil betyde et øget krav til intensivering og effektivisering af landbrugsdriften, idet man ikke forventer, at landbrugsproduktionen falder tilsvarende. Tabet af næringsstoffer og pesticider vil således alt andet lige koncentrere sig på et mindre areal. Miljøkonsekvenserne af dette vil afhænge af udvikling i teknologi og driftsformer og af lokale forhold. Og alle den slags forhold skal man tage højde for, når man laver forudsigelser af miljøkonsekvenserne.

Figur 2-3
Naturen finder vi pletvist i skove, åbne områder og ved vandet.

Foto (tv): Highlight

Foto (midt): Ole Malling

Foto (th): Highlight





Forskellige typer forudsigelser



Der findes mange slags forudsigelser: prognoser, fremskrivninger, scenarier og fremtidsbilleder. Navnene bruges ofte i flæng, men de har hver for sig nogle karakteristika, så de er faktisk forskellige.

Maleri: Poul Anker Bech

Foto: Axel Søgaard

Prognoser og fremskrivninger vil altid vise en udvikling igennem tiden. *Scenarier* er en bred betegnelse for en beskrivelse af en trinvis ændring, hvor hvert trin kan være en ændring i tid, men lige så vel en ændring i adfærd, politisk system osv. Et *fremtidsbillede* er endnu bredere og kan opfattes som en illustration af, hvad der sker, når man går fra én situation til en anden – fx fra den verden, vi kender nu, til verden om 20, 40 eller 100 år. Man kan lave flere parallelle ofte kaldet alternative fremskrivninger, scenarier og fremtidsbilleder, så brugerne kan få et indtryk af muligheder og konsekvenser af udviklingen.

Figur 3-1

Det er svært at forestille sig verden om 100 år. Vores tipoldeforældre havde næppe i deres vildeste fantasi forestillet sig, at man kunne indrette sig sådan.

Foto: Scanpix





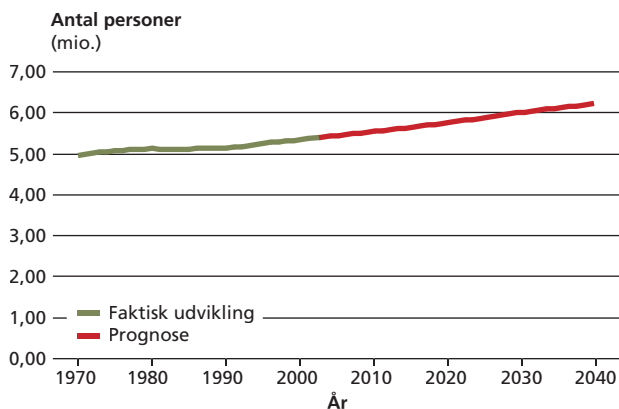
Figur 3-2
Vejrudsigten er den mest kendte prognose.

Foto: Scanpix

Prognoser

Formålet med prognoser er at give et sandsynligt billede af udviklingen, og som regel beskriver prognoser størrelser, man ikke uden videre kan ændre politisk (fx befolkningsprognoser, trafikprognoser, vejrprognoser).

Der kan naturligvis være flere forskellige prognoser, hvis man ikke er sikker på, hvad forudsætningerne skal være. Det er jo kendt fra vejrudsigterne, hvor meteorologerne ikke er helt enige om forudsætningerne og modellerne og derfor



Figur 3-3
Udviklingen i den danske befolkning fra 1970 til 2003 og befolkningsprognosen frem til 2040.

får forskellige prognoser. På miljøområdet kender man ud over vejrprognoser til prognoser for pollental, for luftforureningen i byer, farvandsudsigten og den såkaldte vandudsigt, som giver en 5-døgnsprognose for nogle bestemte vandkvalitetsindikatorer, bl.a. iltkoncentrationen.

For både luftudsigtens og vandudsigtens vedkommende er der tale om miljøproblemstillinger, som faktisk kan ændres ved politiske beslutninger. Men det er karakteristisk, at disse prognoser ligesom vejrudsigten kun gælder for en kort periode (3-5 dage), mens politisk bestemte ændringer har et meget længere sigte. Det er væsentlig kortere end tidshorisonten for evt. forbedringer af miljøkvaliteten.

Fremskrivninger

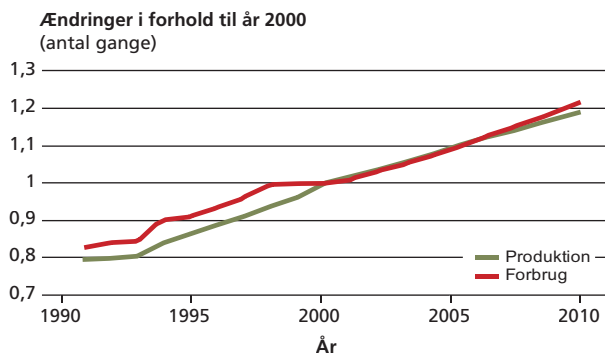
En fremskrivning forudsiger, hvordan udviklingen bliver fra et givet udgangspunkt og under forskellige antagelser om, hvad der kommer til at ske. Et eksempel på det er energifremskrivningerne, som på basis af modeller for udviklingen i erhvervene, deres energiforbrug og en række antagelser om teknologiske ændringer og politisk bestemte ændringer (fx afgifter) beskriver, hvordan man på nuværende tidspunkt tror, at energiforbruget vil udvikle sig over en årække.

Hvis man bruger de allerede kendte forhold, fx allerede vedtagne handlingsplaner og love, allerede kendt teknologi osv., som grundlag for sin fremskrivning, kalder man den en *basisfremskrivning*.

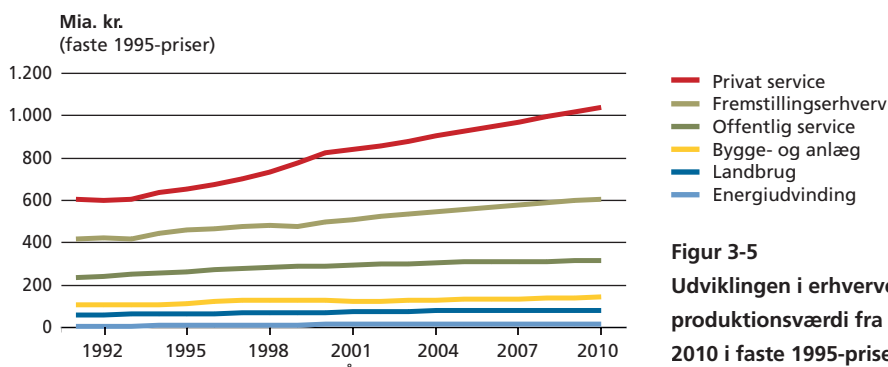
Nationaløkonomiske fremskrivninger

I Danmark laver Finansministeriet fremskrivninger af den økonomiske udvikling for landet som helhed (figur 3-4). Disse generelle økonomiske fremskrivninger bliver brugt som grundlag for at forudsige, hvad der sker i forskellige økonomiske grene af samfundet: landbruget, energiområdet, transportområdet, industrien osv. (figur 3-5).

For nogle områders vedkommende er der udviklet metoder, som gør det muligt at foretage særdeles detaljerede kvantitative fremskrivninger. På andre områder er det ikke muligt at komme med udsagn om fremtiden ud over



Figur 3-4
Udvikling i produktion og forbrug 1991-2010 i faste 1995-priser indekseret i fht. år 2000. Dvs. værdi for 2000 sat til 1, se også ved figuren i boks 1.



Figur 3-5
Udviklingen i erhvervenes produktionsværdi fra 1991-2010 i faste 1995-priser. Fremskrivning fra år 2000.

ekspertvurderinger. Det kan være fordi forholdene er uforholdsmæssigt komplekse, eller fordi behovet ikke har været stort nok til, at de nødvendige metoder er udviklet.

Fremskrivningsmodeller

Fremskrivninger vil ofte være baseret på modeller: makroøkonomiske modeller, mikroøkonomiske modeller og forskellige modeller, som beskriver en given påvirkning som følger af aktiviteter i erhvervene, vort forbrug og de politisk bestemte betingelser.

Der findes fremskrivningsmodeller for landbrug, energi og transport, mens den fremtidige situation for fx industri og service kun kan vurderes ud fra den generelle økonomiske fremskrivning. Energimodellen og en af landbrugsmodellerne er satellitter til den danske nationale makroøkonomiske model (ADAM). Det er den model, Finansministeriet bruger i sit arbejde med den danske økonomi. Satellitmo-



Figur 3-6

Der er en lang tradition for at bruge modeller til at forudsige trafikudviklingen. Resultaterne bruges i planlægningen.

Foto (herover): Highlight

Foto (tv side 27): Sonja Iskov

Foto (th) side 27): Highlight

dellen for energi bliver brugt til at fremskrive energiproduktionen og energiforbruget. For landbrugets vedkommende findes der desuden en såkaldt mikroøkonomisk model (ESMERALDA), som især bliver brugt til at vurdere konsekvenserne af ændrede priser og støtteordninger.

For transportområdet findes der ligeledes en række modeller, der dækker hhv. person- og godstransport, vejtransport og jernbanetransport. De bliver bl.a. brugt til at vurdere konsekvenserne af udbygninger af vores infrastruktur; f.eks. har de været brugt til vurdering af nye broer (fx Storebæltsbroen, Øresundsbroen og Femern Bælt-broen) og udbygning af jernbanenettet (fx København-Ringsted-banen).

Alternative fremskrivninger

Fremskrivninger kan indeholde alternative udviklingsforløb, som sammenlignes indbyrdes. Det bliver dels brugt, fordi der er forskellige relevante udviklinger at vælge imellem, og dels fordi man på den måde kan analysere usikkerheden på forudsigelserne. Når man nemlig ændrer på forudsætningerne og dernæst ser, hvor meget det forandrer resultatet, får man et godt indtryk af usikkerhedernes betydning.



Scenarier og fremtidsbilleder

Scenarier bruges til at tegne et billede af en ny situation, og i nogle tilfælde viser de også, hvordan man kommer til den nye situation. De beskriver en trinvis ændring fra den nuværende situation til en situation, hvor fx en given politik er gennemført eller en bestemt teknologisk udvikling har fundet sted.

Fremtidsbilleder bliver tegnet med en bredere pensel og prøver at svare på spørgsmål i stil med "Hvor går samfundet hen?" inden for forskellige områder. De metoder, man bruger til at lave fremtidsbilleder med, kaldes fx fremtidsværksteder og fremsyn.

Basisscenarier og "Business-as-usual"-scenarier

Scenarier har som i øvrigt enhver forudsigelse et bestemt udgangspunkt, og resultaterne bliver i mange tilfælde brugt til sammenligninger. Man kan fx sammenligne startåret med slutåret eller ét udviklingsforløb med et eller flere andre. Udgangspunktet kaldes ofte basisåret.

Sammenligninger af udviklingsforløb tager udgangspunkt i, hvad man kunne kalde et basisscenario. I det indbygges de elementer man kender, politisk vedtagne handlingsplaner og andre kendte fremtidige ændringer.

Det kaldes også et "Business-as-usual" (BAU)-scenario, fordi det er en forudsigtelse baseret på anerkendte forventninger. Med basisscenariet som grundlag kan man være spekulativ og finde på nye scenarier for at undersøge idéer og forslag til forandringer.

"Alt-andet-lige"-scenarier

Scenarier bliver også brugt til såkaldte "alt-andet-lige"-undersøgelser. Her tager man udgangspunkt i et basisscenario, som jo er kendt og vel beskrevet, og laver alternative scenarier med det formål at vurdere virkningen af nogle helt bestemte tiltag eller ændringer, som man vil undersøge uden at de bliver blandet sammen med ændringer, som sker af andre grunde.

Man har fx undersøgt betydningen af EU's landbrugsreform, Agenda 2000, ved at sammenligne landbruget, som

Figur 3-7
EU's landbrugsreform
Agenda 2000 og den nye
CAP-reform undersøges ved
hjælp af scenario-beregninger.

Foto: Highlight.



det så ud i året 1995, med et landbrug, hvor de eneste ændringer er gennemførelse af landbrugsreformen. Den situation vil jo aldrig blive til virkelighed, fordi der er mange andre faktorer end lige Agenda 2000, som bestemmer landbrugets udvikling. Men den kan bruges til at finde landbrugsreformens andel af udviklingen.

Fremtidsbilleder

En helt anden type forudsigelse er de såkaldte fremtidsbilleder, der bl.a. omfatter teknologiscenarier og teknologiske fremsyn. Et fremsyn er en proces, hvor man på en systematisk måde forsøger at skue ind i fremtidens forskning, teknologi, økonomi og samfundsudvikling for at finde frem til dén forskning og dé nye teknologier, som kan forventes at rumme de mest lovende perspektiver for økonomi og velfærd, natur og miljø.

Teknologiske fremsyn bliver fx brugt til at identificere lovende nye energiteknologier eller produktionsmåder inden for industri og landbrug. De bliver brugt i arbejdet med at planlægge forsknings- og udviklingsindsatsen for at fremme sådanne teknologier.

En lignende form for fremtidsbillede fremkommer ved at bruge såkaldte fremtidsværksteder, hvor en række mennesker med kendskab til og viden om en bestemt problemstilling diskuterer og arbejder sig frem til nogle mulige udviklingsscenarier. Udgangspunktet er, at de nuværende forhold kritiseres, denne kritik bliver "vendt på hovedet", så man finder visioner som svar på kritikken, og disse visioner diskuteres, så de bliver realistiske og kan omsættes til handlingsforslag.

Metoden er bl.a. blevet brugt til at diskutere scenarier for bæredygtig udvikling i Danmark som forberedelse til den danske strategi for bæredygtig udvikling: "Fælles fremtid – udvikling i balance".

En anden metode er "tilbageskrivninger" ("backcasting" på engelsk). Her er udgangspunktet det mål, man ønsker at nå. Man undersøger så forskellige, mulige veje tilbage til nutiden og får derved belyst de ændringer og tiltag, der vil være nødvendige, hvis målet skal nås. Metoden har været brugt til analyse af bæredygtige energi- og transportfremtider.



Forudsigelse af konsekvenser for natur og miljø



En ting er at forudsige samfundets udvikling, noget helt andet er at forudsige, hvilke konsekvenser denne udvikling har for natur og miljø. Det er ikke nok at være klar over konsekvenserne i bred forstand, man skal også have mere konkrete (matematiske) beskrivelser af forholdet mellem påvirkning og konsekvens.

Maleri: Poul Anker Bech

Foto: Axel Søgaard

Miljøpåvirkning

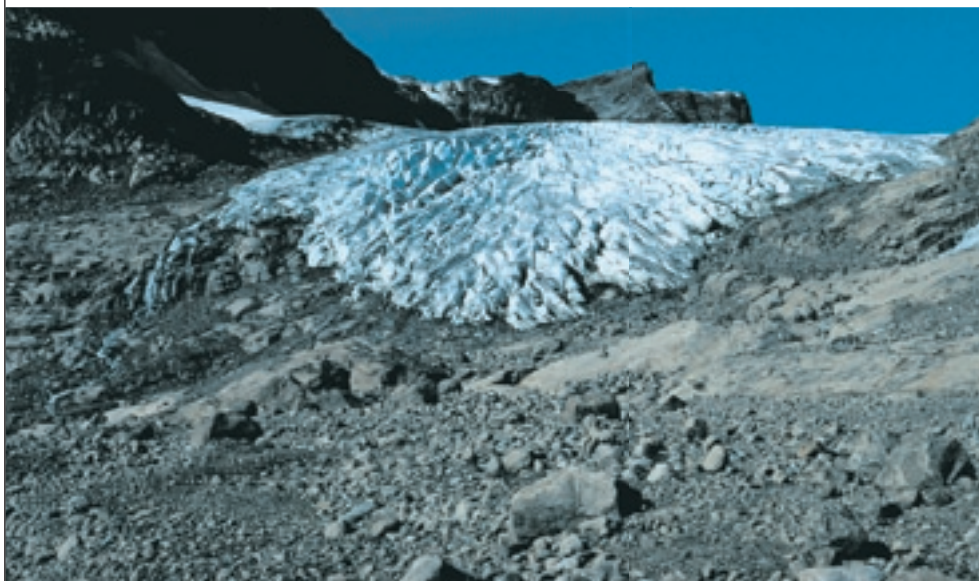
For en given miljøproblemstilling kan man opstille en årsags-virkningskæde som den, der er vist skematisk i figur 2-1. Den størrelse, man gerne vil kunne udtale sig om, vil oftest være en "tilstand" eller en "virkning".

Hvis miljøproblemstillingen er klimaforandringer, vil *tilstanden* fx være temperatur, vandstand i havet, nedbørmængde og -mønster, storme og andet vejrlig. *Virkningen* er endnu mere kompleks: ændringer i økosystemerne, oversvømmelser ved kyster og floder, tørke, ændringer i befolkningens levevilkår, fattigdom, folkevandringer m.m. Den *påvirkning*, som anses for at være hovedårsag til klimaforandringerne, er udledningen af drivhusgasser (se også boks 3 side 39).

Man forsøger at forudsige både tilstand og virkninger, men det er vanskeligt og usikkert. For alligevel at kunne følge udviklingen og for at forudsige, om klimapolitikken får udviklingen til at gå den rigtige vej, bruger man i det daglige arbejde i stedet forudsigelser af påvirkningen i form af udslip af drivhusgasser – dvs. man bruger drivhusgasudslip som indikator.

Figur 4-1
Klimaforandringerne betyder, at temperaturen stiger. Det får verdens ismasser – både gletchere og isskjolde som Grønlands indlandsis – til at smelte med stigning af havenes vandstand til følge.

Foto: Poul Johansen



**Figur 4-2**

Landbrugets udslip af ammoniak til luften påvirker naturen, fordi det virker som gødning, når det før eller siden rammer jorden.

Foto: CDanmark

Brug af udslip som indikator

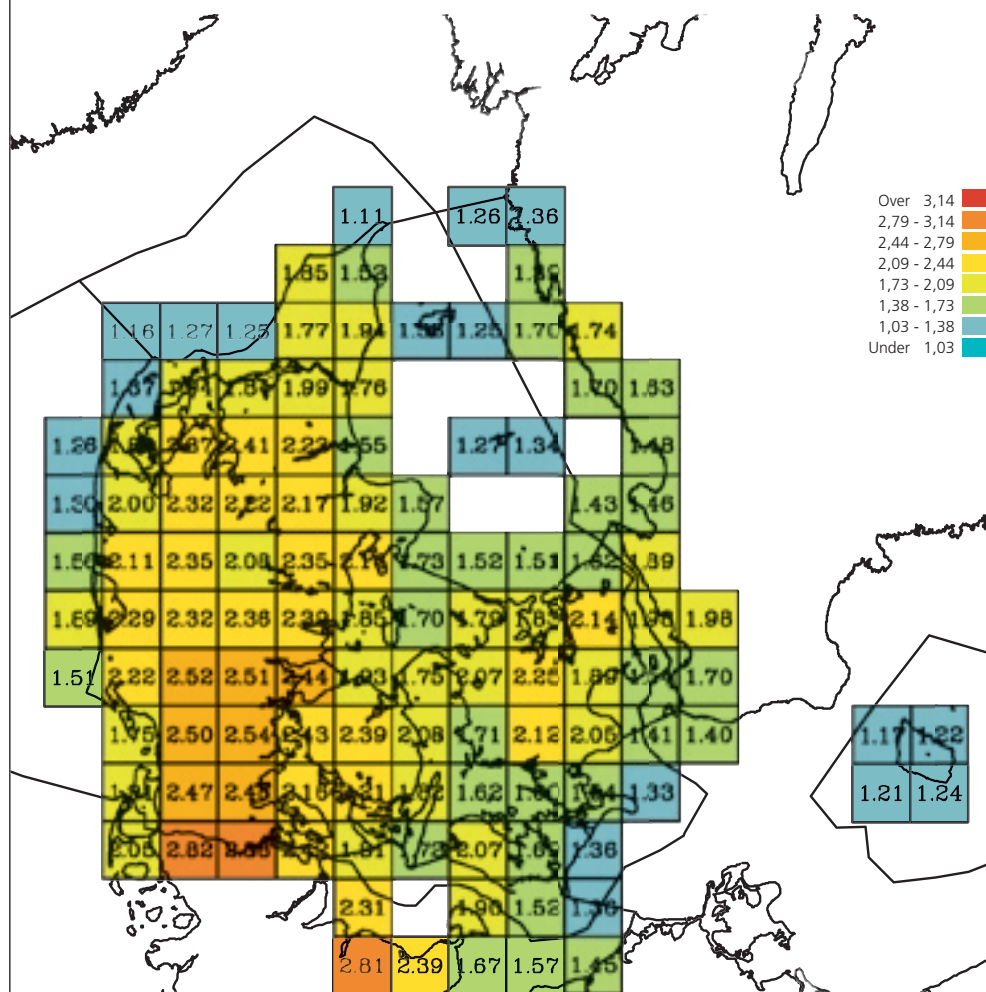
Forudsigelse af konsekvenserne for natur og miljø begrænser sig altså ofte til forudsigelse af udslippet af forurenende stoffer. Man ved, at landbruget påvirker naturen, og man kan beregne den belastning, naturen udsættes for med næringsstoffer og pesticider. Denne belastning kan herefter relateres til naturens tilstand og følsomhed. Der findes imidlertid ikke på nuværende tidspunkt matematiske ligninger (modeller), som på en enkel og direkte måde kan forudsige landbrugsdriftens virkning på naturen. For dele af problemstillingen og for enkelte led i kæden findes der dog ligninger, som især er anvendelige til scenario-beregninger.

Konsekvenser af udslip til atmosfæren

Konsekvenserne af udslip til atmosfæren viser sig først som forandret luftkvalitet. Den kan beregnes med spredningsmodeller, som herefter kan beregne nedfaldet af det forurenende stof på planter og på havet. Luftforureningens skadevirkninger på naturen kan forudsiges ved at bruge de såkaldte tålegrænser for forskellige plantesamfund. En sam-

Figur 4-3
Kort over nedfald af kvælstofforbindelser i tons kvælstof pr. km² over de danske landområder.

menligning af nedfald og tålegrenser viser, i hvilke naturområder luftforureningen er større end udvalgte plantesamfund kan tåle (tabel 4-1).



Naturtype	Areal med overskridelse af tålegrænse (%)
Overdrev	57
Hede	42
Klithede	7
Kær	11
Lobeliesøer (klart og ikke-surt vand)	100
Højmoser	100
Løvskov	63
Nåleskov	94

Tabel 4-1

Overskridelse af tålegrænsen for forsurening og næringsstofmængde i forskellige udvalgte naturtyper. Overskridelsens omfang er angivet som den andel af naturtypens samlede areal, hvorpå overskridelse forventes.

FN har gennemført en sådan beregning i Europa, og man er ved hjælp af scenarier kommet frem til såkaldte udslipslofter for forskellige typer af luftforurening for hvert enkelt land. Meningen med disse udslipslofter er, at luftforureningen begrænses, så tålegrænserne ikke overskrides. Grunden til at man er nødt til at se på luftforurening på europæisk plan er, at luftforureningen er grænseoverskridende – udslip i ét land påvirker luftforureningen i andre lande.

Konsekvenser af udslip til vandområder

Der findes vandkvalitetsmodeller, som kan bruges til at beregne konsekvenserne af udslip til vandområder. De størrelser, man kan beregne, er bl.a. koncentrationen af de forurenede stoffer, iltkoncentrationen, algemængden og vandets klarhed. Konsekvenserne for vandplanter og dyr i vandet kan man ikke direkte beregne, men værdier som vandets klarhed og iltkoncentrationen bruges som indikatorer for påvirkningen af planter og dyr.

Vandkvalitetsmodeller bliver især brugt lokalt for et bestemt vandområde. Mange amter og kommuner bruger vandkvalitetsmodeller i deres arbejde med at forbedre miljøforholdene. Også her er der oftere tale om scenario-beregninger end egentlige fremskrivninger.

Figur 4-4

Algevækst kan være så voldsom, at man ikke kan se sine fødder på selv lavt vand.

Foto: Lars Angantyr

