

# KONTROL OG RISIKO

Af John Holten-Andersen

## Centrale budskaber

- Det moderne samfunds forsøg på at få kontrol med de menneskelige livsbetingelser, har afstedkommet en lang liste af risici. I bestræbelserne på at imødegå disse, har man installeret et omfattende regime for risiko-management, hvor videnskabelige risikoanalyser spiller en afgørende rolle.
- I artiklen diskuteres de problemer, der opstår, når en reduktionistisk videnskab møder en verden bestemt af kompleksitet og indeterminisme. Der advares mod den fremherskende tro på, at mere videnskab og mere kontrol altid er det rette svar på det moderne samfunds risici. Der advokeres for, at der på visse områder er brug for det modsatte: Mindre kontrol, mindre videnskab og mere forsigtighed.
- En sådan tilgang anbefales særligt i relation til anvendelse af genteknologi indenfor plante-produktionen. Genteknologi vil, foruden uoverskuelige økologiske konsekvenser, føre landbruget i retning af endnu mere intense, kontrollerede og ensrettede produktionsmetoder, til skade for en natur, der allerede er stærkt forarmet.

## Risiko-samfundet

Den moderne verden er blevet en risikabel verden. Atomkraftanlæg kan nedsmelte, kemiske fabrikker kan ryge i luften, drikkevand forgiftes, indåndingsluft forurenes, tilsætningsstoffer giver allergi, kemikalier påvirker hormonsystemet, jord udpines og bliver til ørken, natur forsvinder, arter uddør og klimaet bringes ud af balance.

Den moderne verdens intense forsøg på at få kontrol med menneskers livsbetingelser har som følgevirkning produceret en alenlang liste af risici. Det er en historiens ironi, at netop som vi troede, at vi stort set havde skabt tryghed for alle med etableringen af det moderne velfærds-samfund, netop da detonerede den ene nye risiko efter den anden om ørene på os. Netop da stort set alle politiske kræfter hyldede velfærds-samfundet, netop da begyndte fremtrædende samfundsforskere at kalde det et "risikosam-

"Kortet over det menneskelige genom er det mest fantastiske kort menneskeheden nogensinde har frembragt.

I dag er vi i færd med at lære det sprog, som Gud brugte, da han skabte livet".

Bill Clinton citeret i  
Information d. 30/06/00

"Hvis intet længere bliver holdt helligt, hvad vil så kunne forhindre os i at behandle hele verden som et stort laboratorium med potentielt katastrofale langsigtede følger".

Prins Charles citeret i  
Berlingske Tidende d.10/05/00

fund”. Hvor industrisamfundet var præget af produktion og fordeling af velstand, vil det nye “risikosamfund” blive præget af produktion af og kontrol med risici (Beck, 1997).

Kontrol blev kodeordet for, hvordan de politiske systemer forsøgte at håndtere de nye risici. Som Brundtland-kommissionen udtrykte det i sin rapport fra 1987:

“Menneskehedens manglende evne til at indpasse sine handlinger indenfor rammerne af en lille og skrøbelig klode, er i færd med at ændre livet på jorden fundamentalt. Mange af disse ændringer ledsages af livstruende risici. Denne nye virkelighed, som vi ikke kan undslippe, må vi anerkende – og styre”.

Og videre: “Vi har magten til at bringe menneskets handlinger i overensstemmelse med naturens love” (FN-forbundet & Mellemløst Samvirke, 1987).

Magt og styring var den recept, der skulle benyttes for at bringe de nye risici under kontrol.

## Risiko-management

I denne ånd har man siden 1970'erne installeret nye og stadig mere vidt forgrenede miljøforvaltninger, der strækker sig fra det lokale til det globale og som efterstræber en stadig mere omfattende regulering af vores naturudnyttelse (Holten-Andersen *et al.*, 2000).

Risiko-management blev den overordnede lede-tråd for hele denne stræben (Sachs, 1999). Vi skulle lære at kontrollere de risici, som fulgte i kølvandet på det moderne regime for teknologisk kontrol. Vi skulle hæve denne kontrol op på et endnu højere niveau, så vi også fik kontrol med dens afledte konsekvenser. Og hvem skulle hjælpe os med det? Videnskaben naturligvis. Ikke den gamle og utilstrækkelige videnskab, der kun interesserede sig for fortidens gåder og livets små detaljer, men en ny, moderne, tværfaglig og systemorienteret miljøvidenskab, der beskæftigede sig med helheder og som kunne spå om og lave strategier for fremtiden. Miljøpolitikken skulle baseres på “sound science” og management (Miljø- og Energiministeriet, 1996, 1999).

På dette grundlag har man over de sidste 20-30 år udviklet en “vidensbaseret” miljøpolitik og etableret en videnskabeligt funderet miljøforvaltning, der udover at være bemanded med en stribet af fagspecialister også er udstyret med et netværk af laboratorier og forskningsinstitutioner. Her bliver målt og vejet, overvåget og produceret data om miljøets tilstand til vands, til lands og i luften. Der bliver udarbejdet toksikologiske grænseværdier, økologiske tålegrænser og kriterier for miljø- og naturkvalitet. På grundlag heraf laves der forvaltning og management. Handlingsplaner, kapitel 5 godkendelser, grønne regnskaber og gødningsregnskaber, miljøkonsekvensvurdering og VVM, miljøledelse og certificering osv. osv. Overalt er det overordnede rationale risiko-management – kontrol med og minimering af risici.

På særligt tre områder er dette rationale formaliseret i en speciel lovgivning, der angiver mere præcise retningslinier for risikoforvaltningen. Det er godkendelsen af farlige anlæg (Miljøbeskyttelsesloven), godkendelsen af kemiske stoffer og produkter (Kemikalieloven) og godkendelsen af genmodificerede organismer (GMO'er) (Lov om Genteknologi).

Det risikoforvaltnings-koncept, der præger disse tre lovkomplekser, stammer fra ingeniørverdenen, der tidligt interesserede sig for usikkerhed i tekniske anlæg. Først overvejende motiveret af de økonomiske konsekvenser heraf, siden også de sundheds- og miljømæssige. Dette ingeniørvidenskabelige risikobegreb tager udgangspunkt i statistikkens usikkerhedsanalyse og fejlpropageringslov (der populært sagt siger, at sandsynligheden for fejl stiger proportionalt med et systems kompleksitet). På det grundlag kan sandsynligheden for uheld principielt beregnes, og tiltag til minimering af risici iværksættes. Herudfra voksede en teknisk disciplin for risikoanalyse – og denne disciplins begrebsapparat blev generaliseret og overført til andre områder, herunder altså særligt kemiske stoffer og produkter samt GMO'er (The Royal Society, 1992).

## Kontrol og videnskab

Det centrale i den ingeniørvidenskabelige opfattelse af risiko er, at den betragtes som resulta-

tet af to uafhængige faktorer, som kan vurderes hver for sig. Den første faktor er den potentielle fare ved en given hændelse (f.eks. hvor mange mennesker udsættes for farlige stoffer, hvis en kemisk fabrik eksploderer). Den anden faktor er sandsynligheden for, at denne hændelse faktisk indtræder. Den samlede risiko er produktet af disse to faktorer – altså produktet af “potentiell fare” og “sandsynlighed for fare” (Fairman *et al.*, 1998).

Det er risikoanalysens opgave at beregne disse to faktorer hver for sig – og vurdere deres produkt. Inden vi ser på risiko-analysen i relation til GMO'er, kan det være relevant at opsamle de langt mere omfattende erfaringer, som er gjort på områderne *tekniske anlæg* og *kemiske stoffer*.

### **Tekniske anlæg**

Risiko-analysen af tekniske anlæg er den simpleste form for risikovurdering, fordi placeringen er givet, det omkringliggende miljø er kendt og de mulige effekter er afgrænsede. Alligevel er opgaven ingenlunde trivial – og de sidste 20-30 års historie har da også givet os stribevis af eksempler på, at tekniske eksperter fuldstændig har fejlbedømt risici. For det første er analysen af sandsynligheden for uheld usikker. Det skyldes dels, at den rent tekniske uheldsanalyse er fejlbehæftet, idet den hviler på en række nødvendige tekniske antagelser om f.eks. materialers styrkeegenskaber, som er usikre. Men dertil kommer den menneskelige faktor. Sikkerheden af et anlæg afhænger af, om det bliver betjent og vedligeholdt korrekt. Ingen teknisk risikovurdering

Risiko-analysen af tekniske anlæg er den simpleste form for risikovurdering. Alligevel har de sidste 20-30 års historie givet stribevis af eksempler på, at tekniske eksperter fuldstændig har fejlbedømt risici. Det skyldes dels, at den rent tekniske uheldsanalyse er fejlbehæftet, idet den hviler på en række nødvendige antagelser om f.eks. materialers styrkeegenskaber, som er usikre. Men dertil kommer den menneskelige faktor. Sikkerheden af et anlæg afhænger af, om det bliver betjent og vedligeholdt korrekt. Ingen teknisk risikovurdering kan tage højde for den menneskelige usikkerhed. Komplekse tekniske anlæg betjenes og drives af komplekse sociale organisationer og i sådanne organisationer kan der ophobes tilstrækkeligt mange tilfældige hændelser og fejlbedømmelser til at udløse en katastrofe. Ulykken på atomkraftværket i Tjernoby i Ukraine den 26. april 1986 er blot et af mange eksempler.

kan tage højde for den menneskelige usikkerhed. Komplekse tekniske anlæg betjenes og drives af komplekse sociale organisationer, og historien viser, at der i sådanne organisationer kan ophobes tilstrækkeligt mange tilfældige hændelser og fejlbedømmelser til at udløse en katastrofe. Også analysen af konsekvenserne ved et uheld er usikker. Hvis det f.eks. er et kemisk fabriksanlæg, der bryder sammen, hvilke stoffer vil så slippe ud, hvor langt vil de spredes, i hvilken retning, hvor længe vil stofferne opholde sig i miljøet, hvordan vil de omsættes, vil de ophobe sig i fødekæderne? At svare på alle disse spørgsmål er ikke nogen trivial opgave – og usikkerhederne i denne del af analysen er meget analoge til det andet område, jeg vil tage op: de kemiske stoffer.

### **Kemiske stoffer og produkter**

Risiko-analysen af kemiske stoffer og produkter er en størrelsesorden mere kompliceret, end den er for tekniske anlæg, idet analysen ikke kan fikseres til et bestemt anlæg på en bestemt lokalitet, men må omfatte stofferne i hele deres samfundsmæssige kredsløb (Fairman *et al.*, 1998). Analysen omfatter stoffernes mulige påvirkning af mennesker, det døde miljø og den levende natur. I det følgende fokuseres på effekterne på naturen, den disciplin man kalder den økotoxikologiske risiko-analyse. Også her indeholder analysen to trin: Dels analysen af stoffernes potentielle farlighed – dels analysen af sandsynligheden for, at denne farlighed realiseres.

### **Hvad er farlighed?**

Dyr og planter er komplekse organismer, hvis livsprocesser er bestemt af millioner af forskellige biokemiske processer, som kan forstyrres af forekomsten af miljøfremmede stoffer. Det er naturligvis umuligt at overskue hele dette univers, og derfor reduceres farlighedsbegrebet til henholdsvis akutte effekter (som omfatter umiddelbare giftvirkninger) og kroniske effekter (som er en samlekasse for langtidsvirkninger). Akutte effekter er forholdsvis lette at opdage, mens de kroniske virkninger er langt mere komplicerede og tager meget længere tid at afsløre. Derfor findes der forholdsvis megen information om akutte effekter, men kun meget sparsom om kroniske effekter. De kroniske effekter bliver da også ved med at give overraskelser, som bl.a. opdagelsen af visse stoffers påvirkning af hormonsystemet. Farlighedsvurderingen omfatter i

princippet alle levende organismer, men det er umuligt at teste et stof overfor hele universet af dyr og planter. Derfor forsimpler man ved at udvælge, hvad man anser for at være repræsentative testorganismer (i vandige systemer f.eks. een alge, een daphnie og een fisk). Hermed er forsimplingerne imidlertid ikke slut. I virkelighedens verden udsættes dyr og planter ikke kun for eet kemisk stof ad gangen – og dyr og planter eksisterer ikke i ophøjet ensomhed. Miljøet udsættes for tusindvis af forskellige menneskeskabte stoffer. Det kan ikke antages, at den samlede påvirkning herfra er lig summen af de enkelte stoffers påvirkning og ej heller, at det samlede økosystem opfører sig som summen af dets enkelte dele. Ikke desto mindre er man i risikovurderingen nødt til at arbejde med et forsimplet verdensbillede.

Men hermed standser kvalerne ikke. For den anden del af risikovurderingen – dvs. vurderingen af om dyr og planter udsættes for fare ved at blive eksponeret for kemikalier – er mindst lige så kompliceret. De fleste stoffer optræder i produkter, som cirkulerer rundt i det samfundsmæssige kredsløb for før eller siden at optræde i affaldsstrømmene. I hele deres livsforløb kan stofferne i princippet afgives, først til menneskers nærmiljø og siden til biosfæren. Det vurderes, at der i Danmark anvendes 20.000 forskellige kemiske stoffer, og at disse fordeler sig på 100.000 forskellige kemiske produkter (Miljøstyrelsen, 1996). Det er en omfattende opgave at få et overblik over dette uhyre komplekse system af stof- og materialestrømme og de utallige tilsigtede og utilsigtede muligheder for tab af stofferne til miljøet. Derfor er det da også kun forsøgt gennemført for ganske få stoffer (en række tungmetaller og enkelte andre stoffer). Efter stofferne har forladt det samfundsmæssige kredsløb, indgår de i et indviklet naturligt kredsløb, hvor de transporteres, omsættes og til slut deponeres. Forståelsen af stoffernes "skæbne" i dette system er også stærkt begrænset.

### **Risikoanalyse og usikkerhed**

Risiko-analysen er altså præget af stor kompleksitet og følgelig også af stor usikkerhed. Spørgsmålet om usikkerhed i forbindelse med risikoanalysen er kommet stærkere og stærkere frem i løbet af 90'erne. I den internationale risikodebat taler man om tre former for usikkerhed, som alle er berørt i det foregående:

- statistisk usikkerhed: årsags-virknings relationerne er kendte, de styrende parametre er bestemt, men bestemmelsen er præget af statistisk usikkerhed
- manglende viden: årsags-virknings relationerne er i princippet kendte, men de styrende parametre er ikke bestemt og må derfor tildeles usikre skøn
- manglende forståelse: årsags-virknings relationerne er ikke forstået (men kan i princippet forstås gennem yderligere forskning)

Til disse tre usikkerheder må tilføjes en fjerde – og måske endnu mere afgørende. De ovenstående tre kategorier af usikkerhed hviler nemlig på en forståelse af verden som determineret af kausale årsags-virknings relationer. Men sådan er verden langt fra skruet sammen. Foruden de deterministiske og kausale fænomener findes der andre, som må betegnes som in-deterministiske. Sådanne fænomener præger i høj grad såvel sociale som biologiske systemer (Wynne, 1992). Biologiske systemer er således ikke blot passive modtagere af ydre påvirkninger. De tilpasser sig disse påvirkninger på en på forhånd uforudsigelig måde. Udvikling af arters resistens overfor f.eks. pesticider eller antibiotika er eksempler herpå.

### Risiko og reduktionisme

Problemerne for den videnskabelige risikoanalyse hænger nøje sammen med karakteren af den videnskabelige erkendelse af verden. Det er en udbredt opfattelse, at den videnskabelige erkendelse producerer forståelse af komplekse sammenhænge, og giver videnskaben en særstatus i forhold til at afgøre, hvad der er sandt/falsk i komplicerede samfundsmæssige spørgsmål. Denne karakteristik af videnskaben holder imidlertid ikke. Videnskabens erkendelseskraft ligger ikke i at skabe forståelse for det komplekse – men i at reducere det komplekse til det simple. Videnskab er reduktionistisk – heri ligger dens fundamentale styrke. Videnskabens væsen er at reducere den virkelige verdens komplekse sammenhænge til afgrænsede problemstillinger, som kan studeres i et laboratorium og sammenfattes i en overskuelig matematisk model med et begrænset antal variable.

Det er netop videnskabens reduktionistiske og begrænsede udsyn, der har givet den en fremtrædende samfundsmæssige placering. For det

er netop ved at opdele verden i afgrænsede mikro-verdener, at man kan få kontrol over verden. På basis af videnskabens afgrænsede indsigter i verdens små sandheder har ingeniører og andre gradvist kunnet rekonstruere en teknologisk verden, som skridt for skridt har udstyret de menneskelige samfund med en uahørt grad af kontrol med sine omgivelser. Denne teknologiske kontrol er imidlertid ikke opnået gennem en forudtænkt masterplan, som man bevidst og rationelt har arbejdet sig hen imod. Den er opnået gennem en trinvis serie af teknologiske nyskabelser, som er blevet indarbejdet i en social og økonomisk sammenhæng og dermed har skabt nye angrebepunkter for teknologisk innovation og kontrol. Og så fremdeles. Det er præcist den akkumulerede effekt af dette stadig mere komplekse system af kontrol, der fører til risici. Og som man søger at få kontrol med ved hjælp af risikomanagement og videnskabelige risiko-analyser.

Men varen kan ikke leveres. For en reduktionistisk videnskab kan kun give os punktvis indsigt i veldefinerede systemer med et begrænset antal variable. Den kan ikke overskue de komplekse og ofte in-deterministiske sammenhænge, som karakteriserer samfund, natur og deres gensidige samspil.

Modsætningen mellem reduktionisme og kompleksitet har man forsøgt at overvinde ved at forsøge at udvikle nye mere helhedsorienterede måder at drive videnskab på. De smukke holistiske intentioner ender imidlertid altid før eller senere i reduktionistiske deduktioner. Den videnskabelige reduktionisme er et grundvilkår.

### Kontrol og GMO

Genteknologien er en ny teknologi, der sigter mod at løfte vores kontrol med det levende op på et helt nyt niveau. Det gælder særligt for anvendelsen af genmodificerede planter i landbruget. Hvor denne teknologi vil føre os hen, er det som begrundet ovenfor umuligt at sige noget præcist om. Men vi kan sige noget om udgangspunktet og retningen.

Udgangspunktet er et intensivt, industrielt baseret landbrug præget af en omfattende kontrol

Det industrialiserede landbrugs monokulturer kræver et intensivt kontrolregime med anvendelse af gifte mod insekter og ukrudt. GMO-afgrøder vil yderligere medvirke til en monotonisering af landbruget.

med de naturlige biologiske processer. Kontrollen er først og fremmest tilvejebragt med afsæt i den kemiske teknologi, der prægede det forrige århundredes teknologi-udvikling. Kunstgødning, pesticider, stråforkortningsmidler og bejdse indgår sammen med planteforædling, sædskifte, kunstvanding, jordbearbejdning osv. i et samlet driftssystem. Det har på den ene side forøget kontrollen med de biologiske processer, men på den anden side også ført til en strukturudvikling i landbruget præget af stadig større og mere specialiserede brug.

Verden over har konsekvensen været et i stigende grad monotont landbrugslandskab. De sam-

me standardiserede afgrøder og sorter dyrkes på større og større marker i ensidige sædskifter og med stadig ringere plads til den lokale, varierede natur (Ejrnæs, 2000). Det er dette agro-industrielle system, som genteknologien tager afsæt i, og hvis væsentlige karaktertræk den vil forstærke blot på et højere teknologisk niveau.

Genteknologien er en avanceret teknologi, som kræver store ressourcer til forskning og udvikling. Genmodificerede afgrøder vil kun kunne udvikles og fremstilles i store internationale selskaber og vil kun kunne forrentes, hvis de kan afsættes på et internationalt marked. Derfor ser vi allerede i dag, at udvikling og markedsføring

af genmodificerede afgrøder domineres af de multinationale agro-kemiske virksomheder, der har de økonomiske ressourcer, den videnskabelige know-how samt et etableret internationalt salgsapparat. Den kommercielle udnyttelse af genteknologien forudsætter også, at der etableres ejendomsret til produktet. Det indebærer, at der skal kunne tages patent på de genmodificerede planter, og at der skal kunne gøres ejendomsret gældende for planternes frø og såsæd. En udbredelse af genmodificerede planter i landbruget vil altså føre til, at en lille gruppe af multinationale agro-tekniske virksomheder vil få en omfattende kontrol med landbrugets udvikling. De vil kontrollere såsæden, de tilknyttede pesticider og andre kemiske hjælpestoffer, rådgivningen osv. Der kan næppe herske tvivl om, at dette yderligere vil forstærke tendensen til global ensidighed i afgrødevalg og sortvalg, i sædskifter og produktionsmetoder. Dermed reduceres yderligere mangfoldigheden i landbruget (Sachs, 1999).

De genmodificerede afgrøder udvikles i et allerede etableret agro-industrielt magtkompleks, der præges af bestemte interesser og logikker. Det afspejler sig tydeligt i de typer af genmodificerede planter, der aktuelt er under udvikling. De afgrøder, hvor der er søgt om tilladelse til forsøgsudsætning eller markedsføring, er således overvejende herbicidtolerante planter, dvs. planter, der er resistente overfor totalt virkende herbicider som Roundup og Basta. Dernæst følger insekt- og sygdomsresistente planter, planter med ændrede indholdsstoffer, og endelig er en helt ny generation af såkaldte stresstolerante planter på tegnebrættet (Damgaard *et al.*, 1998).

Det handler i dag mest om yderligere at effektivisere planteproduktionen. Anvendelsen af GMO-afgrøder, der er gjort resistente overfor totalt virkende herbicider som Roundup og Basta, vil rationalisere ukrudtsbekæmpelsen, idet man på een gang kan fjerne alt ukrudt og samtidig undgå at slå afgrøden ihjel. Men dermed reduceres også fødegrundlaget for en række mikro-organismer, insekter og dyr og den biologiske mangfoldighed i marken reduceres endnu mere, end den er i forvejen. Det samme vil blive resultatet af GMO-afgrøder, der er sat i stand til selv at producere giftstoffer mod skadevoldende insekter, svampe, vira etc. Sådanne afgrøder vil

opretholde et konstant gifttryk på marken i afgrødens levetid op til høst, men også efterfølgende, idet planterester vil indeholde toksinet. Giftstoffet vil ikke alene påvirke målorganismer i marken, men også andre organismer i og udenfor marken (Damgaard *et al.*, 1998). Planter, der er gjort tolerante overfor tørke, kulde, salt osv., har som perspektiv at udstrække det intensive landbrug til områder på kloden, hvor det ikke hidtil har været muligt.

Andre modifikationer søger at ændre planternes indholdsstoffer. Det kan være videnskabeligt designet "functional food" eller "non-food" afgrøder f.eks. til lægemiddelfremstilling.

## GMO og risiko

Risikoanalysen af GMO'er er præget af alle de ovenfor nævnte elementer af usikkerhed. Endda i særligt udpræget grad. På intet område er modsætningen mellem en reduktionistisk videnskab og et komplekst og indeterministisk system så åbenlys.

### Gener og organismer

Det er en udbredt opfattelse, at genteknologien er en præcis teknologi baseret på et nøje kendskab til sammenhængen mellem en organismes egenskaber og dens genetiske kode. Det er en forfejlet opfattelse.

Der findes ikke nogen lineær sammenhæng mellem den genetiske kode og organismers egenskaber. De enkelte gener vekselvirker med hinanden på en ukendt måde, og de vekselvirker med andre styringssystemer i organismen og i dens omgivende miljø. Dette komplekse livssystem, som er udviklet gennem millioner af års evolution, er den moderne genetik naturligvis fuldt bevidst om – uden dog på nogen måde at være i stand til at forklare det:

"Ikke bare er denne lineære opfattelse af genet en grov forenkling, men også den isolerede genanalyse er så meget revet ud af den naturlige sammenhæng, hvori indgår alle de andre gener og deres nære og fjerne omgivelser, at forståelsen bliver en illusion" (Molin, 1988).

"Når vi har teksten til den menneskelige arvemasse, skal vi til at lære at læse den. Det vil

være et uhyre kompliceret og meget langvarigt projekt, som i alle tilfælde fortsætter de næste hundrede år. Alene samspillet mellem de forskellige gener er enormt indviklet. Vi ved næsten intet om det endnu. Men dertil kommer samspillet med det omgivende miljø. Der er tale om fantastisk indviklede former for vekselvirkning og indbyrdes afhængige samspil" (Bolund, 2000).

Heller ikke genteknologerne kender disse sammenhænge. De ved ikke engang hvor i værtens genom det indspilede gen sætter sig: "Det er et skud i blinde, når man sætter fremmede gener ind i planters arvemateriale" (Antoniou, 1998). Det man kan konstatere efter en splejsning er, om den specifikke funktion, som genet koder for er aktiv. Men man ved ikke, hvilke afledte effekter det fremmede gen kan give anledning til i vekselvirkning med det øvrige DNA og det omgivende miljø. Genteknologerne er opmærksomme på eksistensen af indirekte effekter. Ofte giver de sig nemlig udtryk ved, at agromonomiske egenskaber ved planter forringes, f.eks. at deres udbytniveau reduceres, eller at de mister evnen til at give sortsægte afkom (Ho *et al.*, 1998). Sådanne forstyrrelser bliver naturligvis opdaget, men dog sjældent rapporteret. Andre indirekte effekter opdages ved et tilfælde. Således opdagede forskeren Arpad Pusztai, at rotter, der blev fodret med kartofler, hvor der var indsat et gen, der kodede for insektgiften lectin (der f.eks. produceres naturligt af Vintergækker), blev syge (Pusztai, 1999). De rotter, der blev fodret med kartofler uden det indsatte gen, men hvor lectin blev tilsat foderet i samme mængde, som i den genmodificerede kartoffel, blev ikke syge. Forsøget udlægges af Pusztai som bevis på en indirekte effekt, i dette tilfælde med sundhedskadeligt udfald. Uanset om Pusztai har ret eller ej i den konkrete og kontroversielle sag, er netop kontroversen udtryk for, at der sker ting og sager i samspillet mellem gener indbyrdes og mellem dem og det omgivende miljø, som genteknologerne ikke har kontrol over – og ikke kan få kontrol over.

### Gener og miljø

GMO-planter vekselvirker med det omgivende miljø. På marken er den direkte effekt af de pesticid-, insekt- eller stress-tolerante planter en reduceret biodiversitet. Det er en logisk følge af

at selve formålet med teknologien er at skabe bedre kontrol over produktionsprocessen.

Virkningerne er imidlertid ikke begrænset her til. Afgrøder kan sprede sig til nabomarker og den omgivende natur, deres pollen kan transporteres over lange afstande, de kan udveksle gener med økologisk dyrkede afgrøder eller vilde slægtninge, og de kan sandsynligvis via virus og bakterier overføre deres gener til helt fremmede organismer. Måske er sandsynligheden herfor lille, men til gengæld vil en levedygtig genoverførsel være irreversibel. Den vil formere sig i al fremtid. Også disse økologiske effekter er præget af indeterminisme i den forstand, at omgivelserne reagerer på forandringerne på en ikke forudsigelig måde. Et eksempel herpå er den nævnte udvikling af resistens. Det er velkendt, at organismer udvikler resistens mod antibiotika, mod naturlige toksiner og mod menneskeskabte pesticider. Indsættelse af gener i afgrøder, der koder for gifte mod skadedyr, bakterier og vira, vil skabe et selektionstryk, der fremmer resistente varianter (Damgaard *et al.*, 1998).

Et andet eksempel på en ikke-deterministisk effekt er de undersøgelser forskere ved DMU og Danmarks Jordbrugsforskning har udført af virkningerne af en GMO-plante, der producerede et stof, der hæmmede fordøjelsen hos en uønsket larve (Jørgensen & Lövei, 1999). Forsøgene viste, at godt nok blev larvens fordøjelse hæmmet, men det blev også fordøjelsen hos de biller, der spiste larven, og det i en sådan grad, at billerne siden var ude af stand til at fordøje larver, der kun var fodret med den ikke-modificerede plante. En teknologi, der retter sig mod en enkelt organisme, kan således få vidtrækkende økologiske konsekvenser.

De eksisterende regler for risiko-analyse beskriver retningslinierne for vurdering af de økologiske effekter af GMO-planter meget alment og upræcist. Derfor er der bestræbelser i gang for at udbygge denne side af risikovurderingen. Problemet er imidlertid, at uanset hvor omfattende et regelsæt man udvikler, kan det ikke overvinde den fundamentale modsætning mellem en risiko-analyse, der nødvendigvis må være reduktionistisk, og den kompleksitet og indeterminisme, der er forbundet med GMO'er.

## Kontrol skaber risiko

Netop som det trykke "velfærdssamfund" syntes at være blevet virkeliggjort i begyndelsen af 1970'erne, gjorde det usikre "risikosamfund" sin entre på den samfundsmæssige arena. Siden har man søgt at få kontrol med de mange nye risici. Et omfattende regime for risikomanagement er blevet etableret, og da dette netop blev udviklet som et kontrolprojekt, installerede man videnskaben som dommer og central aktør. Natur- og miljøpolitik skulle baseres på "sound science". Videnskabelige risikoanalyser skulle lægges til grund for indsatsen. En vidtforegrenet lovgivning, forvaltning og miljø-videnskabelig infrastruktur er skabt på dette grundlag. Et langt stykke ad vejen har man gjort regning uden vært. Kontrol og videnskab kan ikke levere varen. De er ofte snarere en del af problemet, end de er en del af løsningen.

Videnskaben er således reduktionistisk. Videnskaben reducerer den virkelige verdens komplekse sammenhænge til afgrænsede og forenklede problemstillinger, der kan studeres i et laboratorium og sammenfattes i en forenklet kausal model. Det er på grundlag af denne videnskabelige reduktion af verden, at ingeniører efterfølgende kan rekonstruere en teknologisk verden i videnskabens billede. Den resulterende teknologiske kontrol vil derfor altid være baseret på en begrænset indsigt, og netop derfor producerer den risici. Disse risici kan så gøres til genstand for mere videnskab, der genererer nye og mere omfattende former for teknologisk kontrol, som producerer nye risici osv. Det endelige resultat af denne dialektik mellem kontrol og risici er et hyper-komplekst samfund, hvor der til sidst er så mange ansatzpunkter for produktion af risici, at vi tvinges til at kalde det et "risikosamfund".

At tro på, at vi kan få kontrol med dette "risikosamfund" ved at etablere en endnu mere raffineret form for kontrol, er et langt stykke ad vejen en illusion. Oven i købet en farlig illusion. Det er en illusion, fordi videnskaben sjældent kan overskue kompleksiteten i den type af problemer, vi konfronteres med i "risikosamfundet". Det er en farlig illusion, fordi den verden, der er gjort til objekt for videnskab og kontrol, er ophørt med at være en verden, der har en mening i sig

selv (Holten-Andersen, 2000). Det er en verden, der er reduceret til at være et middel til opnåelse af et mål, der ligger udenfor denne verden selv. Og netop i dette forhold består den fundamentale risiko: For en verden, der er tomt for mening, er en verden, vi ikke har hjemme i. Og en verden vi ikke har hjemme i, har vi dybest set heller ingen grund til at tage vare på (Larsen, 1997).

Holder vi af denne verden, og ønsker vi, at den også fremover skal rumme mennesker, der forundres af den, så må vi erkende, at det på mange områder ikke er mere videnskab og mere kontrol vi har brug for – men mindre.

Genvidenskaben og genteknologien er det foreløbigt sidste skud på stammen i bestræbelsen på at få kontrol med det levende. Og genmodificerede planter til landbruget er det sidste skud på stammen i en lang proces frem mod et videnskabeligt baseret og teknologisk kontrolleret landbrug.

Det følger af det ovenstående, at jeg må anbefale, at vi ikke betræder denne vej. Og det af følgende tre grunde:

- 1) Vi har ikke brug for mere kontrol i landbruget – men mindre. Landbruget er i forvejen så intensivt og gennemkontrolleret, at der næsten ikke levnes nogen plads til naturens frie dynamik. Brugen af genmodificerede planter i landbruget vil kun forstærke denne tendens.
- 2) Den øgede kontrol vil skabe en hel stribe af nye risici, som ingen nok så grundig "videnskabelig" risikovurdering kan overskue. Disse risici vil vokse eksponentielt i takt med, at der åbnes for denne teknologi, og det offentlige system for risikovurdering bombarderes med ansøgninger.
- 3) Et landbrug præget af genmodificerede afgrøder, er et landbrug, hvis natursyn er deponeret i multinationale virksomheders forskningslaboratorier. Det vil endegyldigt stadfæste et landbrug, hvor naturen betragtes som "objekt". I stedet for den myndige, indsigtfulde og omsorgsfulde landmand vil vi få en specialarbejder, der læser i manualen fra Monsanto og gør som foreskrevet.

Det er ikke et sådant landbrug – og en sådan verden vi har brug for. Erfaringerne fra fortidens monumentale kontrolprojekter burde få alle advarselsslamperne til at lyse. Og det gør de heldigvis også. Ikke primært hos videnskaben.

Men blandt almindelige, myndige mennesker. Her findes dog stadig ydmyghedens og tvivlens nådegave.

## Litteratur

- Antoniou, M. 1998. Gensplejsning og Mad. - Global Økologi. Januar 1998, s. 3-5.
- Beck, U. 1997. Risikosamfundet. Reitzel.
- Bolund, L. 2000. Interview i Information 30/06/2000.
- Damgaard, C., Kjellsson, G., Kjær, C. & Strandberg, B. 1998. Gensplejsede Planter. - Tema-rapport fra DMU, 23/1998.
- Ejrnæs, R. 2000. Agerlandets natur. I: Holten-Andersen, J., Christensen, H.S., Pedersen, T.N. & Manninen, S. (red). Dansk naturpolitik - viden og vurderinger. Temarapport 1, Naturrådet.
- Fairman, R., Mead, C.D. & Williams, W.P. 1998. Environmental Risk Assessment. Approaches, Experiences and Information Sources. - Environmental Issues Series no. 4, European Environment Agency 1998.
- FN-forbundet & Mellempøkeligt Samvirke 1987. Vores Fælles Fremtid, Brundtland-kommissionens rapport om miljø og udvikling.
- Ho, M.-W. & Meyer, H. 1998. Den bioteknologiske boble. - Global Økologi, september 1998, s. 3-8.
- Holten-Andersen, J., Pedersen, T.N. & Christensen, H. 2000. Den moderne naturpolitik. I: Holten-Andersen, J., Christensen, H.S., Pedersen, T.N. & Manninen, S. (red). Dansk naturpolitik - viden og vurderinger. Temarapport 1, Naturrådet.
- Holten-Andersen, J. 2000. Om mål, midler og mening i Brundtlands begreb om bæredygtighed. I: Holten-Andersen, J., Christensen, H.S., Pedersen, T.N. & Manninen, S. (red). Dansk naturpolitik - i bæredygtighedens perspektiv. Temarapport 2, Naturrådet.
- Jørgensen, H.B. & Lövei, G.L. 1999. Tri-trophic effect on predator feeding: consumption by the carabid *Harpalus affinis* of *Heliothis armigera* caterpillars fed on proteinase inhibitor-containing diet. - Entomologia Experimentalis et Applicata 93 , 113-116.
- Larsen, E. 1997. Moralens natur - naturens moral. I: Det Ethiske Råd, Årsberetning 1997.
- Molin, S. 1988. Genetiske Myter - Mystiske Gener. Forlaget Fremad.
- Miljø- og Energiministeriet 1996. National Strategi for Dansk Miljø- og Energiforskning.
- Miljø- og Energiministeriet 1999. Natur- og Miljøpolitisk Redegørelse 1999.
- Miljøstyrelsen 1996. Status og perspektiver for kemikalieområdet - et debatoplæg. Oplæg fra Miljøstyrelsen 1996.
- Pusztai, A. 1999. Effects of diets containing genetically modified potatoes expressing *Galanthus nivalis* lectin on rat small intestine. - The Lancet, 354, 9187, p.1353-1354.
- Sachs, W. 1999. Planet Dialectics - Explorations in Environment and Development. Zed Books, London.
- The Royal Society 1992. Risk analysis, perception and management. The Royal Society.
- Wynne, B. 1992. Uncertainty and environmental learning. Reconceiving science and policy in the preventive paradigm. - Global Environmental Change, 1992.