

Økonomiske argumenter i ressourcdebatten

Hans Aage

Økonomisk Institut, Københavns Universitet

SUMMARY: The economic arguments for the optimistic view on resource problems, widespread among economists, are classified into three groups: arguments based on the development of resource prices, historical arguments, and market mechanism arguments. It is maintained that they are all of limited relevance, and that the sufficiency of resources is a technological and political problem – not an economic problem.

I. Sammenfatning

De økonomer, som har deltaget i det sidste tiårs debat om fremtidens forsyning med naturressourcer, har været forbavsede enige om at afvise bekymringerne for fremtiden til fordel for en mere optimistisk vurdering af de fremtidige forsynings- og vækstmuligheder. Fx sammenfatter Jørgen H. Gelting resultaterne af en række teoretiske og empiriske undersøgelser på følgende måde: »En – ikke overraskende – konklusion af disse undersøgelser er, at omend tiltagende knaphed på udtømmelige ressourcer indsnævrer mulighederne for økonomisk vækst, vil denne dog fortsat være mulig i kraft af dels øget kapitalintensitet, dels tekniske fremskridt« (fra et indlæg ved et symposium om Danmarks energiproblemer, se Yndgaard (1980:52-53)). Lignende synspunkter er udtrykt af Boserup (1974, 1977, 1978a, 1978b), Nørregaard Rasmussen (1979), Nordhaus (1973, 1974), Kay & Mirrlees (1975).

Denne enighed bliver ikke mindre forbløffende, hvis konklusionen af den følgende gennemgang godtages. Hovedsynspunktet er nemlig, at der ikke findes relevante argumenter af økonomisk art, som kan begrunde en vurdering af ressourceproblemerne. Af de argumenter, der er blevet brugt som støtte for en optimistisk vurdering af ressourceproblemerne i en række økonomiske bidrag til debatten, udskilles tre hovedgrupper, som bygger på henholdsvis iagttagelse af råstofprisernes udvikling, fremskrivning af historiske erfaringer og antagelser om markedsmekanismens virkninger. Desværre viser det sig, at disse argumenter stort set alle er forføjede, og at de kun i ringe grad har forbindelse med økonomisk videnskab, som ikke kan bidrage til besvarelsen af det grundlæggende spørgsmål angående ressourcerne, nemlig om der er nok. De økologiske kendsgerninger sorterer ganske simpelt ikke under

økonomeerne. Derimod har økonomien naturligvis en lang række andre opgaver i forbindelse med ressourcepolitikken, og i et afsluttende afsnit om teoriens rækkevidde nævnes nogle eksempler.

Diskussionen af de økonomiske bidrag til ressourcedebatten bygger i nogen grad på artiklen »Vækstteori med udtømmelige ressourcer« (Aage, 1980) i sidste nummer af *Nationaløkonomisk Tidsskrift*, som indeholder en sammenfatning af visse dele af økonomisk teori. Selv om nærværende artikel har et noget andet sigte, er der alligevel, i lighed med den foregående artikel, foretaget en løbende sammenfatning af konklusionerne i en række »resultater«. Angående fortegnelse over litteraturen henvises til den foregående artikel, som indeholder en litteraturliste med samtlige referencer.

2. Første argument: Råstofprisernes udvikling

Blandt de tre hovedtyper af argumenter, hvormed forskellige økonomer har begrundet deres optimistiske vurdering af ressourceproblemerne, er der én type af argumenter – ganske vist den mindst hyppigt anvendte – som bygger direkte på teorien om udtømmelige ressourcer, jf. Aage (1980, resultaterne 2-6), suppleret med visse empiriske oplysninger om ressourceprisernes udvikling

Det er vanskeligt at fortolke detaljerne i prisudviklingen for forskellige ressourcer. Som eksempel kan betragtes prisudviklingen for olie, hvis pris faldt indtil 1969 og derpå er steget.

Dette kan ikke forklares af omkostningsudviklingen, for prisen på olie fra Mellemøsten har næppe haft den store forbindelse med omkostningerne. Det forklares heller ikke af, at markedet blev monopoliseret omkring 1969, for omkostningerne er så små, at prisudviklingen ved konkurrence og monopol vil være ret ens, jf. Aage (1980, ligning 58). En mulig forklaring er, at efterspørgselselasticiteten er lille, dvs. mindre end 1; i så fald er der intet optimum for en monopolist, og prisens højde begrænses da ikke af en økonomisk kalkule, men af andre, formentlig især politiske, forhold. Der kan også konstateres sammenhænge mellem udvindingstempoet og politiske forhold, fx olieselskabernes varierende nationaliseringsfrygt (Heal, 1975: 133-138; 1977). Om elasticiteten på længere sigt vil stige (ved fremkomst af billige substitutter) eller falde (på grund af absolut knaphed), er et omstridt spørgsmål (Heal, 1977: 7; Simmons, 1975: 179; Stiglitz, 1976: 657).

Der er imidlertid én grundlæggende empirisk kendsgerning, som er fælles for de vigtigste udtømmelige ressourcer: Prisstigningernes tempo har været mindre end renten i det sidste århundrede. I lange perioder har det været negativt. Selv om udvindingsomkostningerne har været positive og faldende, må også netto-prisernes stigningstakt have været mindre end renten (Nordhaus, 1974: 24; Heal, 1975: 133;

1977: 13-18). Dette kan forklares ved, at der jævnlige er opdaget nye reserver, som bevirker prisfald ved opdagelsen og hurtigere prisstigninger mellem opdagelserne grundet ejernes risiko, og det kan tages som udtryk for, at prisstigningerne har været lavere end de konkurrencebestemte – men ikke for, at prisniveauet oprindeligt har været for højt (Heal, 1977: 13-18).

Men denne kendsgerning er også fuldstændig forenelig med teorien i resultaterne 2-6 (Aage, 1980), hvis der tages hensyn til yderligere et par empiriske kendsgerninger, og på dette grundlag har bl.a. Kay & Mirrlees (1975) og Boserup (1978a) konkluderet, at for hurtig udtømmning af ressourcer ikke er noget problem.

Kay & Mirrlees (1975: 160-163) undersøger, hvad der kan udledes om ressourcepriserne ved at kombinere ligningen

$$p_t = m + Pe^{rt} \quad (1)$$

med empiriske oplysninger, jf. Aage (1980, ligning 53). Dette fører til interessante konsekvenser.

De marginale omkostninger antages faste, og priserne normeres ved at sætte $m = 1$. Yderligere antages efterspørgsels elasticitet regnet positivt (η) fast. Da fås

$$R_t = D(p_t) = p_t^{-\eta} = (1 + Pe^{rt})^{-\eta} \quad (2)$$

Idet der tages hensyn til reservens størrelse, jf. Aage (1980, ligning 35), fås i tilfældet med $\eta = 1$:

$$S = \int_0^{\infty} R_t dt = \int_0^{\infty} \frac{1}{1 + Pe^{rt}} dt, \quad (3)$$

og ved at substituere $x = e^{rt}$ fås:

$$\begin{aligned} S &= \frac{1}{rP} \int_1^{\infty} \frac{dx}{x(1/P + x)} = \frac{1}{r} \int_1^{\infty} \left(\frac{1}{x} - \frac{1}{x + 1/P} \right) dx \\ &= \frac{1}{r} \ln \left(\frac{1 + P}{P} \right) \quad \text{eller} \end{aligned}$$

$$P = \frac{1}{e^{rS} - 1} \quad (4)$$

Hvis rS er lig med hhv. 2, 4 og 6, bliver P lig med hhv. .157, .019 og .002 ($rS = 2, 4, 6$ fås, hvis fx $r = .05$ p.a. og S er lig med 40, 80 og 120 gange det nuværende årsforbrug).

For de fleste udtømmelige ressourcer svarer reserven til 100 års forbrug eller mere, og renteniveauet har typisk været omkring 5%. Men så vil Pe^{rt} for tiden ($t = 0$) udgøre

en så forsvindende del af $m=1$, at det for alle praktiske formål kan antages, at $p=m$ vil være optimalt i de kommende årtier, præcis som for producerede varer.

Argumentet er altså, at de empiriske kendsgerninger angående reserverne og renten gør $p=m$ optimalt. Heraf drager Kay & Mirrlees (1975: 160-171) den slutning, at ressourcemarkeder er stabile, da $p=m$ er let at forudsige, og at alle priser over de marginale omkostninger er for høje. Da dette ofte er tilfældet, fx på grund af monopoler, er priserne følgelig generelt højere og forbruget lavere end det optimale. Dette gælder ikke mindst for olie, hvor $(p-m)$ er meget stor i visse tilfælde: »In the currently topical case of oil, the arguments that the world is using too little rather than too much seem irresistible« (Kay & Mirrlees, 1975: 171-172).

Er denne overraskende konklusion nu udtryk for en dyb økonomisk indsigt, der med ét slag gør det muligt at afvise al tale om at spare på energien? Eller er den et nyt eksempel på disse gåder, som består i at bevise en indlysende absurd påstand med et bevis, hvor fejlen er mere eller mindre vanskelig at finde (fx Zenons bevis for, at Akilleus ikke kan indhente skildpadden. Der findes også et fint induktionsbevis¹ for, at alle piger i verden er rødhårede)? Der er åbenbart tale om det sidste, og tilmed er fejlen temmelig åbenbar, idet den ligger i forudsætningerne, specielt i valget af rentefod. Hvis (1)-(4) skal beskrive en optimal udtømming, skal r svare til den sociale diskonteringsrente, jf. resultat 3 (Aage, 1980), men hvis r sættes til fx 5%, vil $e^{-0.05t}$ være et hurtigt voksende tal, og dette er, hvad Kay & Mirrlees i realiteten har bevist. For $t=0$ bliver det lig med 1, for $t=100$ bliver det lig med ca. 148, og for $t=200$ ca. 22.000. Som følge heraf kan prisen og forbruget være omtrent uændret, indtil ganske få årtier før reserven er brugt. Først da begynder prisen at stige, men til gengæld meget hurtigt, således at forbruget falder så hurtigt mod nul (efterspørgslen er jo elastisk med $\eta=1$ under hele forløbet), at det samlede akkumulerede forbrug netop bliver lig med den totale reserve.

Problemet er blot, at dette forløb ikke kan tænkes at være optimalt. En rente på 5% om året kan være et egnet kriterium for tidsmæssige valg over korte perioder, men som kriterium for fordelingen mellem forskellige generationer over lange perioder er den helt urimelig uden en explicit vurdering af fremtidens tekniske muligheder.

Fx er det muligt, at nytten for os af en tønde olie nu er 148 gange større end nytten af en tønde olie om 100 år, og 22000 gange større end nytten af en tønde om 200 år, hvilket svarer til en diskonteringsrentefod på godt 5% p.a. Men det er sandsynligt, at vores oldebørn vil have en anden opfattelse. Om 100 år er lang tid, afhænger som bekendt af, fra hvilken ende man ser dem.

¹ Eventuelle interesserede kan indhente mere detaljerede oplysninger ved henvendelse til forfatteren.

Medmindre de tekniske fremtidsmuligheder vurderes optimistisk nok, er den nærliggende konklusion af regneeksemplerne, at den sociale diskonteringsrentefod er (bør) være forsvindende med hensyn til udvinding af ressourcerne, og at den rente, som ressourceejerne og dermed samfundet lægger til grund, er alt for høj, eller simpelthen at tidshorizonten er for kort. Begge dele vil gøre prisen lig med de marginale omkostninger. Hvis renten er høj, bliver P forsvindende, jf. (4), og ligeså, hvis tidshorizonten er kort; hvis tidshorizonten er nul, sådan at den aktuelle profit maximeres, fås præcis $p=m$, eller ved monopol $MR=m$.

Anvendelse af en social diskonteringsrente som udtryk for tidspræferencen er et problem, som også findes i den grundlæggende model (33)-(35) (Aage, 1980), og som er blevet kritiseret af bl.a. Pearce (1975), Pearce & Rose (1975: 9-20), Solow (1974a, 1974b).

Gordon (1967) har tidligere benyttet tilsvarende argumenter, blot med en endnu stærkere drejning. Mens Kay & Mirrlees på grundlag af empiriske værdier for reserverne og renten slutter, at $p=m$ må være optimalt, så benytter Gordon (1967) den empiriske kendsgerning, at $p=m$ faktisk har været gældende, som et argument for, at »the theory actually seems to suggest that exhaustion of minerals are unlikely« (Gordon, 1967: 276; citeret efter Boserup, 1978a: 162). Begrundelsen er, at $p=m$ må betyde, at markedsdeltagerne »regner med at fremtidens teknologiske udvikling i den pågældende art af minedrift og ved fremdragning af konkurrerende naturressourcer fortsat vil være så hastig, at der i virkeligheden ikke bliver tale om stigende knaphed for naturressourcerne: »udtømming« fortøner sig som en fjern, vagt defineret og usikker begivenhed, der ikke kan påvirke nutidig rationel handlen«. (Boserup, 1978a: 168; jf. også Boserup, 1974: 71; 1978a: 162, 169).

Denne argumentation er helt forfejlet. For det første er markedet et ejendommeligt sted at søge oplysning om reservernes størrelse og om sandsynlige tekniske landvindinger i fremtiden. Det naturlige er at henvende sig direkte til geologer, fysikere og ingeniører. For det andet behøver markedsudviklingen ikke at være udtryk for markedsdeltagerens vurdering af fremtidens ressourcesituation; den kan lige så vel skyldes, at markedsdeltagerne er komplet ligeglade med alt, som ligger mere end 5-10 år ude i fremtiden. Retfærdigvis må det tilføjes, at Boserup (1978a: 168) nævner, at markedsadfærden ikke nødvendigvis er optimal, uden dog af den grund at afvise den foregående argumentation, der må betegnes som en hårrejsende økonomistisk fejlslutning. Selve problemet er at vurdere, hvorvidt den nuværende udvikling er optimal, og så er det jo bagvendt at benytte de aktuelle markedsforhold som grundlag for argumentationen.

Resultat 1. De nuværende empiriske værdier for markedsrente, reserver og elasticiteter indebærer forsvindende afvigelse mellem marginale omkostninger og konkurrencebestemte priser. Dette kan være optimalt, hvis markedsrenten er lig med den sociale diskonteringsrente, men en rente på 5% p.a. svarer reelt til en tidshorisont på nogle få årtier.

3. Andet argument: Historiens lære

De to sidste argumenter bygger ikke på økonomisk teori bortset fra de mest vage og generelle forestillinger, men de har faktisk haft den største popularitet. Det historiske argument lyder simpelthen: »Den tekniske udvikling har hidtil klareret alle truende ressourceproblemer, og heraf kan man slutte, at den også vil gøre det i fremtiden«. Naturligvis er dette argument helt uden værdi, og det fremsættes også kun sjældent i denne rene form, selv om det kan komme tæt på (se fx Boserup, 1974: 16, 17, 76, 118, 170; Nordhaus, 1973: 1167; Kay & Mirrlees, 1975: 150). Solow (1974 c:492) går så vidt som til at betegne det modsatte synspunkt som »uhistorisk«. Men en rendyrket udgave af det historiske argument kan findes i *Social Science*, et kvartalstidsskrift udgivet af Videnskabernes Akademi i Sovjetunionen: »There has not been a single case of science not being able to solve a pressing problem facing mankind . . .« (Fyodorov, 1979: 221; citeret efter Saxe, 1971: 24), hvilket er nonsens, men ikke meget forskelligt fra, hvad mange vestlige økonomer hævder i ramme alvor. Utallige opfindelser er som bekendt aldrig blevet gjort (jf. Nørregaard Rasmussen, 1979: 286, 290). I øvrigt er der et påfaldende sammenfald af synspunkter mellem etablerede sovjetiske økonomer og deres kolleger i de kapitalistiske lande. Begge grupper mener, at det økonomiske system vil fremkalde tekniske løsninger på de småproblemer, som kan tænkes at opstå, men de tænker altså på hver sit økonomiske system (jf. Saxe, 1979: 17).

Det typiske er en skjult formulering af det historiske argument i form af latterliggørelse af tidligere tiders pessimisme angående ressourcerne. Formålet med de mange beretninger om fortidige bekymringer, som siden har vist sig grundløse, kan jo kun være at underbygge et historisk argument af denne type.

Der er utallige eksempler. Omkring århundredeskiftet var der udbredt bekymring i U.S.A. for, at mangel på tømmer ville skabe alvorlige vanskeligheder for jernbanerne (Olson, 1971). Vanskeligheder kom der, men som bekendt af helt andre grunde. I Sverige advarede Wicksell i 1907 mod, at rovdrift på skovene ville få hele den svenske industri til at styrte sammen som et korthus, og i England forudså Jevons (i bogen *The Coal Question* fra 1865) voksende vanskeligheder for den engelske økonomi på

grund af stærkt stigende omkostninger ved kulbrydning (Boserup, 1974: 20). De tekniske muligheder er som regel blevet undervurderet, og fx mente Rutherford i 1933, at det var utænkeligt, at spaltning af atomer kunne udnyttes som energikilde (Boserup, 1974: 104). Der er også konstrueret morsomme eksempler på, hvad man kunne have bekymret sig om før i tiden, hvis man havde tænkt så langt. En befolkningsprognose for London opstillet i 1870 ville således spå en katastrofe inden for ét århundrede, fordi vældige mængder af hestegødning ville øge dødeligheden. (Boserup, 1974: 166; Common & Pearce, 1973: 294).

Men det er svært at se, hvordan disse historiske eksempler kan sige noget om nutidens helt nye ressourceproblemer. Dette forudsætter en dokumentation for, at de afgørende træk ved disse historiske processer rent faktisk gentages i nutiden, og det er denne dokumentation, som fuldstændigt mangler. I øvrigt var det ikke alle fortidens bekymringer, som viste sig ubegrundede. I oldtiden var der fx bekymring over ødelæggelsen af landbrugsjord, og faktisk blev store arealer ødelagt og omdannet til ørken eller sumpe. Men selv om bekymringerne siden viste sig ubegrundede, kan de jo godt have været rationelle på deres tid. Som et første eksempel kan man betragte de gamle ægyptere, som levede i en broncealderøkonomi og derfor var stærkt afhængige af anvendelsen af kobber. Ægypterne rådede selv over kobberforekomster, og i Det Gamle Rige i det tredje årtusinde f.Kr. blev der brudt kobber i Nubien, Den Østlige Ørken og muligvis på Sinai (Muhly, 1973: 218). Men forekomsterne var begrænsede, og det er nærliggende at tro, at der dengang var ægyptere, som var bekymrede og slog til lyd for besparelser. Med 4.000 års bagklogskab er det nemt at fastslå, at den bekymring kunne de have sparet sig, men dengang var den berettiget. Sagen er, at de ganske enkelt havde ret. Ud fra datidens forudsætninger kan det have været særdeles rationelt at spare, for de tekniske fremskridt og nye forekomster (på Cypern), som senere løste problemerne, måtte dengang forekomme usandsynlige eller i hvert fald uvisse. Faktisk importerede Ægypten kobber under Det Nye Rige i sidste halvdel af det andet årtusinde f.Kr., men baggrunden for denne kobberimport er dog omdiskuteret (Muhly, 1973: 198, 219, 393).

Et andet eksempel er de modstridende opfattelser af resourcesituationen i midten af forrige århundrede. I modsætning til Jevons var Marx og Engels meget optimistiske i deres vurdering. De argumenterede ivrigt imod Malthus, den største af alle sortserne, og allerede i 1844 skrev Engels: »Die Ausdehnung des Bodens ist beschränkt, gut. Die auf diese Fläche zu verwendende Arbeitskraft steigt mit der Bevölkerung; nehmen wir selbst an, dass die Vermehrung des Ertrags durch Vermehrung der Arbeit nicht immer im Verhältnis der Arbeit steigt, so bleibt noch ein drittes Element, das dem Ökonomen freilich nie etwas gilt, die Wissenschaft, und deren Fortschritt ist so unendlich und wenigstens ebenso rasch als der der

Bevölkerung...; die Wissenschaft schreitet fort im Verhältnis zu der Masse der Erkenntnis, die ihr von der vorhergehenden Generation hinterlassen wurde, also unter den allergewöhnlichsten Verhältnissen auch in geometrischer Progression – und was ist der Wissenschaft unmöglich?» (citeret efter Meek, 1956: 65-66). Betraget som en prognose for de sidste hundrede år er det klart, at Marx og Engels fik ret og Jevons uret. Men deraf følger ikke, at Jevons' synspunkter var ufornuftige eller irrelevante som handlingsgrundlag. Fremskridtstroen var jo netop en tro, som meget vel kunne have vist sig uholdbar, og afhængigt af graden af risikoaversion kunne det have været klogt at følge Jevons' anvisninger med hensyn til besparelser m.v. De færreste vil jo dog anse brandforsikringspræmien som en spildt udgift, fordi huset ikke brændte i løbet af perioden.

Et tredje og mere aktuelt eksempel er debatten om *Limits to Growth* (Meadows et al., 1972), som er blevet kritiseret kraftigt, fordi »det tekniske fremskridt ikke er indbygget i modellen« (Boserup, 1974: 164). Modellen er næppe heller velegnet til at opstille prognoser for lange tidsrum, hvilket jo også er en umulig opgave. Men det gør ikke modellen værdiløs, som nogle kritikere hævder (Boserup, 1974: 167). Opgaven er jo ikke at finde den mest sandsynlige prognose, og så handle som om denne prognose var sikker, således som det er tilfældet ved økonomiske korttidsprognoser. For i andre situationer handler man ikke på grundlag af den mest sandsynlige prognose – i så fald ville der hverken blive tegnet forsikringer eller købt lotterisedler. Med en tidshorizont på flere årtier bliver den eneste mulighed at danne sig et overblik over de naturgivne begrænsninger ved hjælp af regneeksempler baseret på forskellige antagelser, der hver især er usikre. På dette grundlag må man forsøge at handle rationelt, og det bliver så et spørgsmål om subjektive sandsynligheder og risikoaversion, i hvor høj grad man vil gardere sig imod ugunstige, mere eller mindre sandsynlige udfald. *Limits to Growth* har med stor styrke gjort opmærksom på ressourceproblemernes eksistens. Der kan rejses mange indvendinger mod modellen; anvendelsen af datamater kan siges at være staffage, fordi hovedresultaterne kan regnes ud i hånden; produktionsfunktionerne er primitive; datagrundlaget er spinkelt i mange henseender (Boserup, 1974: 156-170; Nordhaus, 1973; Futures, 1973; Kay & Mirrlees, 1975: 140-151). Men desværre kan disse indvendinger ikke tolkes som et bevis for, at der ikke findes ressourceproblemer. Umuligheden af at opstille prognoser (jf. Boserup, 1974: 167-169) fritager os desværre heller ikke fra at træffe beslutninger med lang tidshorizont. I forbindelse med dette normative problem har det stor interesse at fremskrive konsekvenserne af hidtidige tendenser, idet mere usikre, fremtidige reaktioner på udviklingen udelades. Hvis formålet derimod var deskriptivt, dvs. at vinde en gættekonkurrence om verdens udseende i året 2050, ville sådanne beregninger være uden interesse, og man kunne da

med rette kritisere modellen for at behandle »menneskene nærmest som om de var organismer uden tanke og mæle«, (Boserup, 1974: 158). Det eneste, som kan give en automatisk løsning af vanskelighederne, er en fortsat »med tidsforløbet stigende teknik« (Boserup, 1974: 164). Herom kan enhver, som har læst et par billige bøger om emnet, jo have sin mening, men ingen kan vide noget sikkert, og slet ikke økonomer. Her synes det til gengæld berettiget at gentage kritikernes ofte fremsatte advarsel mod at fæste for stor lid til »tankeløse, mekaniske fremskrivninger af nuværende tendenser« (Boserup, 1974: 103).

4. Tredje argument: Markedskræfter, substitution og teknisk fremskridt

I en typisk formulering lyder argumentet således: »I virkelighedens verden er det som bekendt sådan, at når en vare begynder at blive mere knap, dvs. når det bliver mere kostbart (i sjældne tilfælde: umuligt) at fremskaffe mere af den, så stiger dens pris i forhold til andre priser, og det giver signal til flere tilpasninger: private og industrielle aftagere af produktet flytter forbruget til substitutter, som ikke er steget i pris og søger at fremskaffe eller udnytte tekniske metoder som sparer på det fordyrede produkt eller gør det muligt helt at undvære det. På udbudssiden sker tilpasninger på lignende måde, alt med den virkning at den opståede knaphed kompenseres eller dog mildnes« (Boserup, 1974: 165-166; jf. også Lindbeck, 1974).

Denne vage henvisning til det mest generelle økonomiske tankegods er dog ikke tilstrækkelig til at dokumentere de påståede tilpasningsmekanismers effektivitet. Årsagskæden indeholder to led, som begge er problematiske:

(1) Prisstigningerne skal ikke blot sikre optimal udtømmning af den eksisterende ressource, men skal tillige virke som incitament til teknisk fornyelse og skal indtræffe så tidligt og så kraftigt, at der i tide sker bestræbelser på substitution og teknisk udvikling. Men disse to formål kan være uforenelige, og med de nuværende empiriske værdier for rente m.v. vil priserne være lig med de marginale omkostninger indtil kort før udtømmningen (jf. Resultat I), dvs. prisstigningerne indtræffer kun, hvis de geologiske forhold resulterer i tilstrækkeligt hurtige stigninger i udvindingsomkostningerne, og det vil kun være opfyldt ved et tilfælde, og fx næppe for oliens vedkommende. Spontane markedstilpasninger kan ikke forventes at være tilstrækkelige og må derfor suppleres med statslige indgreb og incitament (Common & Pearce, 1973: 294). Det er bemærkelsesværdigt, at det første argument (afsnit 2) fører til, at priserne ikke skal overstige de marginale omkostninger for ikke at forsinke udtømmningen, mens det her forudsættes, at priserne vil stige og dermed tilskynde til teknisk fremskridt. For en vigtig ressource som olie må de to argumenter komme i modstrid, men det forhindrer ikke, at ressource-optimister anvender dem begge to sideløbende (fx Boserup, 1978a: 162, 169; Boserup, 1974: 71, 165).

(2) Bestræbelserne skal lykkes og faktisk resultere i tekniske fremskridt, og dette er et teknisk og fysisk problem af en helt anden karakter end de økonomiske betingelser (1). Hvis lovene for udbud og efterspørgsel ikke giver tilstrækkeligt incitament, kan de korrigeres ved hjælp af statsindgreb. Naturlovene lader sig derimod ikke ændre per dekret. Det vigtigste led i denne »økonomiske mekanisme«, nemlig (2), er derfor slet ikke af økonomisk, men af teknisk karakter, og kritikken af *Limits to Growth* for dens »næsten fuldstændige mangel på økonomiske mekanismer« (Boserup, 1974: 165) er derfor forfejlet.

Der kan være god grund til at understrege den fundamentale forskel mellem økonomiske og tekniske problemer, mellem økonomiske love og naturlove: Tekniske problemer er absolutte; de sætter grænserne for, hvad der er muligt. Økonomiske problemer er relative; de består i at vælge mellem alternativer, som alle er teknisk mulige. Det kan være vildledende at sondre »skarpt mellem fysisk og økonomisk udtømming« (Boserup, 1978a: 156, 167), fordi det giver en uberettiget ligestilling mellem økonomiske love og tekniske love. Hvis en malmforekomst består af malme af jævnt altagende lødighed, kan udvindingen ophøre, før al malmen er udvundet. Det kaldes så »økonomisk udtømming«, men det egentlige problem er fysisk, nemlig den begrænsede mængde af lødige malm. Ofte opfattes det som sidestillede betingelser for at udvinde en bestemt forekomst, at det er »teknisk muligt« og »økonomisk rentabelt«, og man kan få det indtryk, at udtømming af lødige forekomster ikke er noget problem, for det vil blot gøre de mindre lødige forekomster »rentable« (Boserup, 1974: 88, 103; Boserup, 1978a: 163, 171). Men at noget er rentabelt, vil blot sige, at det er det bedste af de teknisk mulige alternativer. I gammel tid var det rentabelt at sanke aks på afhøstede marker, men det hindrede ikke befolkningen i at sulte. De mindre lødige forekomster eller substitutter kan blive »rentable«, enten fordi de lødige forekomster er brugt op, eller fordi teknisk fremskridt har reduceret omkostningerne. Det første tilfælde er blot en tilpasning til en forværret situation med mindre velstand, og kun det sidste kan betegnes som en løsning. Argumentet om markeds kræfter, substitution og teknisk fremskridt bygger på en sammenblanding af tilpasning til problemerne og løsning af dem (fx hos Lindbeck, 1974: 464), hvorved det overses, at de tekniske betingelser er altafgørende.

For at belyse de faktiske, tekniske muligheder, må der foretages en vurdering af de konkrete produktionsfunktioner og ressourcer. I denne forbindelse har teorien i Resultat 1 (Aage, 1980) kun ringe rækkevidde, fordi resultaterne afhænger stærkt af funktionernes grænsegenskaber: Eksponentielt teknisk fremskridt fortsætter i det uendelige, og grænseproduktiviteten af ressourcen bliver uendelig, når ressourceanvendelsen går mod 0. (Dasgupta & Heal, 1974; Stiglitz, 1974a; Solow, 1974a: 11). En mere realistisk beskrivelse er, at disse funktioner gælder, indtil ressourceanvendelsen

er dalet til en vis tærskel, hvor sammenhængene fuldstændig skifter karakter. Fx er det svært at forestille sig oliens produktivitet voksende mod uendelig, så længe den i vidt omfang anvendes til afbrænding. Grunden til, at der gøres disse antagelser, er helt enkelt, at der ellers ikke bliver noget økonomisk interessant problem: for at undgå, at reserverne sætter en absolut øvre grænse for den totale produktion, og at ressourcen er betydningsløs, må det antages, at produktionsfaktorenes substitutionselasticitet er lig med 1, som det er tilfældet i Cobb-Douglas-funktionen, eller mindre end eller lig med 1, hvis der er teknisk fremskridt, jf. Aage (1980, afsnit 2). Men det forekommer hasarderet, når det på grundlag af antagelser af denne art konkluderes, at det nuværende faktiske ressourceforbrug ikke er for højt. (Stiglitz, 1974a: 134-136). Teorien har en hypotetisk karakter: »Hvis nu det forholdt sig sådan og sådan (hvad vi naturligvis alle er klar over det ikke gør), så ville det medføre...«. Dette gør ikke teorien værdiløs, men det åbner iøjnefaldende muligheder for misbrug.

En konkret gennemgang af forekomsterne af samtlige mineraler på grundlag af det periodiske system er foretaget af Goeller & Weinberg (1976). Resultatet er, at udtømningskatastrofer ikke vil indtræffe – forudsat det lykkes at finde en udtømmelig, ikke forurenende energikilde (jf. Commoner, 1977). Denne betingelse og i videre forstand hensynet til termodynamikkens love skal være opfyldt, før den moderne tekniks muligheder for at udnytte meget tynde råstofkoncentrationer kan give anledning til en sådan optimisme, som udtrykkes af fx Barnett & Morse (1963: 238) (citeres af Boserup, 1974: 79-80; 178a: 163-164).

Resultat II. Påstanden om automatiske, økonomiske tilpasningsmekanismers effekt kan ikke dokumenteres med historiske erfaringer, men kun med konkrete undersøgelser af fysiske og tekniske muligheder. Markedsbestemte knaphedsprisstigninger afhænger af renten og udvindingsomkostningerne og kan ikke forventes at sikre tilstrækkelige tekniske fremskridt.

5. Teoriens rækkevidde

Den teoretiske analyse kan, som de foregående resultater viser, belyse, hvorvidt det er muligt at realisere et optimum, som er karakteriseret på en bestemt måde, ved hjælp af decentraliserende beslutninger under forskellige markedsformer. Ved at kombinere teoretisk og empirisk økonomi kan der, omend med store vanskeligheder, udledes visse konklusioner om faktiske udtømningshastigheder under forskellige markedsformer.

Markedsmekanismens muligheder for at give en optimal allokering over tiden begrænses af to forhold, for det første usikkerheden m.h.t. fremtidige hændelser og

den deraf følgende ustabilitet (Kay & Mirrlees, 1975: 163-171), og for det andet, at markedsrenten (r) må formodes at være større end den sociale diskonteringsrente (ρ), fordi den private tidshorizont er kortere og den private risiko større end den sociale (Solow, 1974a: 8-10, 13). Men hvis markedsrenten sænkes generelt, vil det stimulere alle former for investeringer, og derfor kan det være nødvendigt at have én rente for investering i ressourcelagre og en højere rente for andre investeringer (Pearce & Rose, 1975: 19; Kay & Mirrlees, 1975: 163). I det foregående er det forudsat, at $\rho > 0$. For $\rho = 0$ kan et optimum godt defineres (Solow, 1974b), men det kan i endnu ringere grad tænkes realiseret som en markedsligevægt, jf. »syndefaldsmodellen« hos Pearce (1975).

Disse mikroteoretiske undersøgelser af forskellige institutioner og incitamentter har dog næppe så direkte praktiske anvendelser som den traditionelle makroteori, som fx vil kunne beskrive kortsigtede virkninger af spontane og regulerede stigninger i råvarepriserne (Hoel, 1979; Hudson & Jorgenson, 1978).

Derimod kan økonomisk videnskab ikke belyse spørgsmålene om ressourcernes tilstrækkelighed og om, hvor hurtigt de bør bruges. Ikke desto mindre er dette spørgsmål blevet diskuteret meget blandt økonomer, lige fra Malthus, Marx, Jevons, Wicksell, Keynes og frem til vore dage (Boserup, 1974: 9-22), og det er jo også både naturligt, i betragtning af spørgsmålenes store politiske betydning, og legitimt, forudsat at økonomerne deltager som politisk engagerede samfundsborgere og ikke påberåber sig nogen sagkyndighed. Denne debat har været meget heftig, og afstanden mellem debattens deltagere har været uforståeligt stor, i øvrigt også for deltagerne selv.

Afgørende for ressourcernes tilstrækkelighed og optimale anvendelser er to typer af problemer: For det første reservernes størrelse og art samt de tekniske muligheder, herunder substitutionsmulighederne i forbrug og produktion; dette er naturvidenskabelige problemer, som naturligvis må undersøges med naturvidenskabelige metoder. For det andet tidshorizontens længde og diskonteringsrentens størrelse; dette er et moralsk og politisk problem. Klemmt mellem disse to problemkredse levnes der ikke megen plads til økonomisk analyse, hvis bidrag består i at undersøge virkninger af forskellige institutionelle arrangementer, når svarene på disse to problemer kendes.

Resultat III Optimalt ressourceforbrug opnås ikke med et konkurrencemarked på grund af usikkerhed og afvigelser mellem markedsrente og social diskonteringsrente. Spørgsmålet om ressourcernes tilstrækkelighed og optimale anvendelse er et teknisk, naturvidenskabeligt og politisk problem, men ikke et økonomisk problem.