

Området for miljø og utvikling

Bærekraftig utvikling – øko-effektivitet og industriell utvikling

Panelets anbefalinger

*Nasjonal konferanse
21.-22. mars 2000*



**Norges
forskningsråd**

*Området for miljø og utvikling
Bærekraftig utvikling – øko-effektivitet og industriell utvikling.
Panelets anbefalinger*

Copyright © Norges forskningsråd 2000

Norges forskningsråd
Postboks 2700 St. Hanshaugen
0131 OSLO
Telefon: 22 03 70 00
Telefaks: 22 03 70 01
Grønt nummer telefaks: 800 83 001
Internett: bibliotek@forskningsradet.no
X.400: S=bibliotek;PRMD=forskningsradet;ADMD=telemax;C=no;
Hjemmeside: <http://www.forskningsradet.no/>

Grafisk design omslag: Radar design/Dana Strandli
Trykk: GCS as
Opplag: 600

Oslo, juni 2000

ISBN 82-12-01417-7
ISSN 0807-4682

Sammendrag

I serien av nasjonale konferanser omkring det problemkompleks og de utfordringer som bærekraftbegrepet representerer, har Norges forskningsråd tatt initiativ til denne 5. konferansen om "ØKO-EFFEKTIVITET OG INDUSTRIELL UTVIKLING". Selv om det i dag kan sies å være enighet om behovet for en bærekraftig utvikling, er det fortsatt uenighet om hvordan dette kan oppnås; hvor omfattende endringer som må til og hvor fort endringene må skje. Uenighet om disse viktige spørsmålene reflekterer et fundamentalt problem, nemlig at det ikke eksisterer noen felles forståelse for hva som statisk er en bærekraftig tilstand og dynamisk er en bærekraftig utvikling. Det som det hersker enighet om, er det som i internasjonal terminologi formuleres som "business as usual is not a sustainable option".

Utfordringene knyttet til bærekraftig utvikling er både komplekse og tverr-sektorielle, og understreker behovet for helhetstenkning der samspill mellom ulike aktører, eksempelvis næringsliv, myndigheter, forbrukere og frivillige organisasjoner, er helt avgjørende for vellykkede endringsprosesser. Helhetstenkningen må operasjonaliseres ved å ta utgangspunkt i dagens tilstand og de teknologiske, økonomiske, infrastrukturelle, institusjonelle, verdimeslige og økologiske begrensninger denne tilstanden innebærer.

Det er innlysende at næringslivet har en betydelig oppgave og et særlig ansvar for å initiere og gjennomføre de endringsprosesser som må til. Dette fordi næringslivet som samfunnsinstitusjon er en vesentlig aktør når det gjelder verdiskaping og bruk av naturressurser, og det har dermed betydelig endringskraft.

Begrepet øko-effektivitet er nettopp utviklet av og for næringslivet med det motiv å skape mer nytte med mindre ressurser. Denne rapporten har som mål å øke forståelsen av begrepet øko-effektivitet og for hvordan øko-effektive strategier kan være ett trinn i retning en bærekraftig framtid. Rapporten synliggjør med eksempler hvordan enkelte bedrifter viser vei gjennom øko-effektive handlinger, men unnlater heller ikke å peke på hvilke begrensninger øko-effektivitet har.

I et bærekraftig perspektiv er de overbevisende argumenter for a ressurs-effektiviteten må forbedres med en faktor 4 på kort sikt (20 år) og en

faktor 10 på lengre sikt (50 år). Det er innlysende at resultater av denne størrelsesorden vil kreve en ny måte å tenke på. Øko-effektivitetsbegrepet inviterer til en ny tenkemåte og til en fornyelse av vår intellektuelle kultur. Miljøhensyn har lenge vært et virkemiddel i næringslivet for å oppnå forbedret konkurranseevne. Enhver bedrift vil hele tiden søke mot å redusere kostnader og øke inntekter. Oppmerksomhet vil naturlig nok prioriteres mot innsatsfaktorer som enten dominerer i bedriftens ressursregnskap eller forventes å få større betydning. Arbeidskraft har tradisjonelt fått størst oppmerksomhet, mens fremtiden krever en tilsvarende oppmerksomhet mot bruk av naturressurser. Naturressurser kan imidlertid - og er ofte - feil eller lavt priset fordi de økologiske realiteter ikke er inkludert, og overforbruk/misbruk reflekterer naturligvis manglende prioritering av økologiske hensyn. Øko-effektivitet lanseres som tenkemodell og metode, og representerer et hensiktsmessig resonnement når målet er høyere ressursproduktivitet.

Øko-effektivitet kan implementeres på flere nivå i en organisasjon. På strateginivået er det viktig at øko-effektivitet integreres i organisasjonens øvrige strategiske hensyn, og at det settes djerpe mål for å oppnå fremgang. På det operative planet kan øko-effektivitet både være en indikator for en bedrifts økonomiske og økologiske prestasjon, men vel så viktig, kan det være grunnlaget for initiering og gjennomføring av faktiske endringsprosesser.

Rapporten henvender som til Norges forskningsråd som oppdragsgiver med en serie anbefalinger. Den henvender seg i tillegg til næringslivet, myndighetene og undervisningsinstitusjonene for å presentere begrepene og dernest anbefale endel konkrete forslag.

Øko-effektivitet er på ingen måte identisk med bærekraftig utvikling, men klokt og fremtidsrettet håndtert kan sannsynligheten økes for at bærekraft oppnås.

Innholdsfortegnelse

| | |
|---|-----------|
| Sammendrag | i |
| Innholdsfortegnelse | iii |
| Forord | v |
| 1. Innledning | 1 |
| 2. Grunnlaget for begrepet øko-effektivitet | 5 |
| 2.1 Jordens ressurser som begrensende faktor | 5 |
| 2.2 Effektivitetsbegrepet og systemforståelse | 9 |
| 3. Øko-effektivitet | 13 |
| 3.1 Øko-effektivitet som konsept | 13 |
| 3.2 Øko-effektivitet som strategi | 19 |
| 3.3 Øko-effektivitet som måleindikator | 23 |
| 4. Øko-effektivitet og bærekraftig utvikling | 27 |
| 5. Øko-effektivitet og industriell utvikling | 31 |
| 5.1 Noen eksempler på øko-effektivitet i norsk næringsliv | 31 |
| 5.2 Krefter og dynamikk i næringslivets virksomhet | 33 |
| 5.2.1 Krefter i næringslivets virksomhet | 33 |
| 5.2.2 Dynamikken i næringslivets virksomhet | 35 |
| 5.3 Mulige utviklingstrender for industriell virksomhet | 38 |
| 5.3.1 Funksjonsøkonomi | 38 |
| 5.3.2 Sirkulær økonomi | 39 |
| 5.4 Initiering og gjennomføring av endringsprosesser for forbedret øko-effektivitet | 41 |
| 5.4.1 Strategier for å utløse lønnsomme endringer | 42 |
| 5.4.2 Strategier for å utløse endringer som i dag er ulønnsomme | 45 |
| 6. Diskusjon: Svar på nøkkelspørsmål til Fagpanelet | 49 |
| 6.1 Hvor hensiktsmessig er øko-effektivitet som verktøy mot et bærekraftig samfunn? | 49 |
| 6.2 Hvilke drivkrefter står bak og hvilke barrierer er til hinder for bedriftenes øko-effektive handlinger? | 52 |
| 6.3 Hvordan kan øko-effektivitet operasjonaliseres i et industrielt perspektiv? | 54 |

| | |
|--|-----------|
| 6.3.1 Implementering av øko-effektivitet i bedrifter | 54 |
| 6.3.2 Operasjonalisering av brøken | 56 |
| 6.3.3 Å utløse endringsprosesser | 60 |
| 6.4 Hvilke potensielle gevinster får samfunnet av bedriftenes øko-effektive handlinger? | 63 |
| 6.5 Innebærer næringslivets øko-effektive handlinger fundamentale endringer i dynamikken i industriell virksomhet? | 64 |
| 7. Anbefalinger | 69 |
| 7.1 Anbefalinger til Norges forskningsråd | 69 |
| 7.2 Anbefalinger til næringslivet | 71 |
| 7.3 Anbefalinger til myndighetene | 72 |
| 7.4 Anbefalinger til utdanningsinstitusjonene | 73 |
| 8. Referanser | 75 |

Forord

Norges forskningsråd har de seneste årene satt begrepet bærekraftig utvikling på dagsorden. Gjennom en serie nasjonale konferanser der ulike aspekter ved bærekraftig utvikling belyses, ønsker FORSKNINGSRÅDET å utvikle en felles nasjonal forståelse av begrepsinnholdet i bærekraftig utvikling for bruk i politiske prosesser, undervisning og forskning.

Det har vært avholdt følgende 5 konferanser i denne serien:

1. Bærekraftig utvikling. 12. - 13. desember 1995
2. Bærekraftig utnyttelse av biologiske naturressurser, 14. - 15. mai 1997
3. Energi for et bærekraftig samfunn, 18. - 19. juni 1997
4. Bærekraftig utvikling ; Forskningens rolle som Premissleverandør, 26. - 27. november 1998
5. Øko-effektivitet og industriell utvikling, 21. - 22. mars 2000
- 6.

Denne rapporten omhandler den siste konferansen og gir Fagpanelets anbefalinger. I likhet med de øvrige nasjonale konferansene i denne serien er modellen identisk: En Planleggingsgruppe planlegger selve konferansen, nominerer et Fagpanel og utvikler en serie sentrale spørsmål som Fagpanelet ved konferansens hjelp skal besvare i en rapport. Det er denne rapporten som nå foreligger med svar på spørsmålene, anbefalinger til sentrale aktører, inkludert oppdragsgiver, og en generell gjennomgåelse av begrepene.

Planleggingsgruppen bestod av:

- Direktør/Professor II Rolf Marstrander, Norsk Hydro/NTNU (*leder*)
- Avdelingsdirektør Janne Sollie, Statens forurensningstilsyn
- Stig Hvoslef, Verdens naturfond, Norge
- Professor Bjarne Ytterhus, Handelshøyskolen BI
- Professor Tor Rødseth, Universitetet i Bergen
- Direktør Karin Refsnes, Norges forskningsråd
- Rådgiver Inger-Ann Ulstein, Norges forskningsrådet

Fagpanelet med ansvar for denne rapporten har bestått av følgende personer:

- Styreleder Øystein Dahle, DNT (*leder*)
- Professor Helge Brattebø, NTNU
- Ass. direktør Ingrid Sanderud, Norsk Hydro ASA

- Avd.direktør Ingrid Bjotveit, Statens forurensningstilsyn
- Sjefskonsulent Terje Kronen Price Waterhouse Coopers
- Direktør Trygve Østmo, Prosessindustriens Landsforening
- Dr. gradsstipendiat Kjetil Røine, NTNU (sekretær)

De 5 spørsmålene konferansen og Fagpanelet ble anmodet om å forholde seg til, var følgende:

1. Hvor hensiktsmessig er øko-effektivitet som verktøy mot et bærekraftig samfunn?
2. Hvilke drivkrefter står bak og hvilke barrierer er til hinder for bedriftenes øko-effektive handlinger?
3. Hvordan kan øko-effektivitet operasjonaliseres i et industrielt perspektiv?
4. Hvilke potensielle gevinster får samfunnet av bedriftenes øko-effektive handlinger?
5. Innebærer næringslivets øko-effektive handlinger fundamentale endringer i dynamikken i industriell virksomhet?

Oppbyggingen av rapporten fremgår av innholdsfortegnelsen.

1. Innledning

Til tross for at det på 1960- og 70-tallet var betydelig bekymring for Jordens miljøtilstand, både lokalt og globalt (Carson 1962, Meadows et al. 1972, Schumacher 1973), var det først gjennom FN-rapporten "Vår felles fremtid", utarbeidet av Verdenskommisjonen for miljø og utvikling (1987), at miljøutfordringene formelt ble satt på den internasjonale politiske dagsorden. På Rio-konferansen i 1992, som var en oppfølging av Verdenskommisjonens anbefalinger, ble denne rapporten videreført gjennom vedtaket av Agenda 21, et forpliktende strategidokument på 40 kapitler for hvordan nærme seg en bærekraftig utvikling (UN 1992). Gjennom kapittel 4, "Changing consumption patterns"¹ fikk industrilandene, både myndigheter, industri, forskning og NGOer, et særlig ansvar. Kapittelet fokuserte på behovet for å redusere negative miljøeffekter av produksjon og forbruk gjennom mer effektiv bruk av ressurser. Dette budskapet ble forsterket av Business Council for Sustainable Development's (BCSD) rapport til Rio, "Changing Course" (Schmidheiny 1992), der begrepet *øko-effektivitet* ble introdusert. Øko-effektivitet handlet, slik BCSD presenterte det, om å øke verdiskapningen og samtidig redusere miljøbelastningen og ble sett på som en nødvendig strategi for å møte fremtidens økonomiske og miljømessige utfordringer. Siden 1992 har næringslivsorganisasjoner, enkeltbedrifter, forskningsmiljøer, myndigheter og NGOer gjort et betydelig arbeid med å operasjonalisere begrepet, ikke minst videreføringen av BCSD som etter fusjon med World Industry Council for the Environment i januar 1995, fikk betegnelsen World Business Council for Sustainable Development. I resten av rapporten omtales denne organisasjonen som WBCSD. (Lehni 1998, NRTEE 1999, Electrolux 1998, Hinterberger et al. 1994, Friends of the Earth 1997). Norge har vært en pådriver blant annet gjennom Oslo-symposiet (MD 1994), Oslo Rundebordskonferanse (MD 1995a), OECDs konferanse i Rosendal (OECD 1995) og Kabelvåg-konferansen (MD 1998a).

FNs Kommissjon for bærekraftig utvikling (CSD) ble i desember 1992 etablert for å være den globale arena for oppfølging av Agenda 21². CSD mottar rapporter fra alle land om hva som gjøres på nasjonalt nivå og er

¹ På norsk heter dette kapittelet "Bærekraftig produksjon og forbruk"

² For detaljert beskrivelse av CSDs mandat, se <http://www.un.org/documents/ga/res/47/ares47-191.htm>

samtidig en pådriver for iverksetting av regionale prosjekter. "Factor 4 and 10 in the Nordic Countries" er et slikt prosjekt (Nordic Council of Ministers 1998).

Til tross for vedtaket om Agenda 21 og CSDs rolle som internasjonal pådriver i arbeidet for bærekraftig utvikling, er det flere uavhengige rapporter som hevder at Jordens miljøtilstand stadig forverres (World Watch Institute 1990 - 2000). I GEO2000 (UNEP 1999, 10) hevdes det at "det globale økosystemet trues av en alvorlig ubalanse mellom produktivitet og fordeling av materielle goder og tjenester, og at [m]iljøgevinster fra ny teknologi og politisk styring spises opp av befolkningsvekst og økonomisk vekst"³. Videre hevdes det at "Ressursforbruket i industrialiserte land må ned til en tiendedel av dagens forbruk for å muliggjøre en menneskeverdig utvikling for hele klodens befolkning" (UNEP 1999, 2). I Stortingsmelding 8 (1999-2000) sies det at "det er et gjennomgående trekk at vi produserer og forbruker mer enn naturen tåler, og at volumveksten mer enn oppveier virkningene av mer miljøvennlige produkter og produksjonsmetoder" (s10). Tilsvarende argumenteres det i "Guiding the transition to sustainable development: A critical role for the OECD" (OECD 1997, 1), "[That] all major global ecosystems are in decline amid rapid population growth and continuously rising real income and increasing global economic activity"

Samtidig som disse påminnelsene om alvoret i dagens miljøtilstand og om behovet for ressurseffektivisering, opplever vi en annen megatrend, nemlig den økonomiske globaliseringen. Denne åpner for nye muligheter for bedrifter til å orientere og posisjonere seg i forhold til nye markeder. Bedrifter har i større grad muligheter til nye samarbeidsformer og strategiske allianser med aktører langs verdikjeden, noe som kan bidra til å redusere kostnader og øke inntjeningen. Selv om bedrifter alltid har vært kostnadsbevisste for å opprettholde konkurransevnen, krever en økonomisk globalisert verden et enda sterkere fokus på dette. OECD (1997) hevder at potensialet for å redusere kostnader til ressurser som materialer og energi, er minst like stort som å redusere kostnader til arbeidskraft. Som en konsekvens av dette kan vi se en overgang til funksjonsorientert økonomi for enkeltbedriftene, der de selger funksjoner og service og ikke rent fysiske produkter (Stahel 1994, Rank Xerox 2000). Den økonomiske globaliseringen kan imidlertid også bidra til negative

³ Mer informasjon kan finnes på www.unep.org

miljøeffekter gjennom økt transportbehov, både i produksjonsledd og i kjøpsledd.

Sett i lys av den økende bekymringen for varige endringer i miljøtilstanden og behovet for en industriell nyorientering blant annet på grunn av globaliseringen og overgang til funksjonsøkonomi⁴, kan øko-effektivitet betraktes som en mulig strategi og måleindikator for både bedrifter og myndigheter for å komme disse to trendene i møte. Øko-effektivitet kan forenklet sies å uttrykke sammenhengen mellom verdiskapning og miljøkonsekvenser av denne verdiskapningen. Øko-effektivitet blir omtalt i kapittel 3, og der vil det bli argumentert for nødvendigheten av å skille mellom funksjonell øko-effektivitet og teknisk øko-effektivitet. Funksjonell øko-effektivitet beskriver det tette samspillet mellom et teknisk system (tilbud) og de behovene (etterspørsel) som dette systemet skal oppfylle, mens den tekniske øko-effektiviteten kun beskriver det tekniske systemet. Øko-effektivitet er imidlertid ikke det eneste begrepet som benyttes for å uttrykke god ressursforvaltning. I kapittel 3 kommer vi tilbake til sammenhengen med begreper som dematerialisering, ressursproduktivitet, ressurseffektivitet og faktor 4/10.

Bærekraftig utvikling har tre dimensjoner, en økonomisk, en økologisk og en sosial. Alle tre må vektlegges like mye for å oppnå en bærekraftig utvikling. Forbedret øko-effektivitet vil kunne være med å skape mer verdi med mindre ressursbruk og på den måten utsette det eventuelle tidspunktet for når ressursgrunnlaget begrenser økonomisk utvikling/vekst. Det er uansett ikke mulig å effektivisere seg ut av volumproblemet (størrelsen på økonomisk aktivitet), ettersom økt verdiskapning er med på å øke kjøpekraften, noe som igjen er med på å øke presset på begrensede ressurser ytterligere. Øko-effektivitet relaterer i liten grad forholdet mellom naturens totale bæreevne og volumet på økonomisk aktivitet, og heller ikke sekundære effekter av en økonomisk aktivitet⁵. Øko-effektivitet inkluderer heller ikke aspekter som rettferdig fordeling, og sosiale og kulturelle forhold. Øko-effektivitet må betraktes utfra et teknisk-økonomisk ståsted, og verken øko-effektivitet eller andre strategier for effektivisering synes å være tilstrekkelig for å nå en bærekraftig utvikling. Disse manglene fanges imidlertid opp av andre begreper. Naturens bæreevne (carrying capacity) gjenspeiler den maksimale aktivitet naturen kan tåle over en lang tidsperiode, og sekundære effekter vil dermed

⁴ Funksjonsøkonomi kan sidestilles med begrepet serviceøkonomi.

⁵ Sekundære effekter av økonomisk aktivitet er også omtalt som "rebound effekter"

inkluderes i dette begrepet. Økologisk fotavtrykk (ecological footprint) er et begrep som uttrykker miljøbelastningen for en gitt levestandard eller en gitt økonomisk aktivitet, det være seg på individ-, bedrifts- eller nasjonsnivå. Økologiske andeler (Eco-space) uttrykker naturens kapasitet til å tåle menneskelig aktivitet ved å regenerere fornybare ressurser og ved å absorbere avfall. Eco-space inkluderer også fordelingsaspektet⁶.

Denne rapporten har to hovedhensikter. For det første skal den bidra til økt forståelse av øko-effektivitet ved å diskutere begrepet både i forhold til dagens endringsbehov i norsk næringsliv og til bærekraftig utvikling som en mulig retning på denne utviklingen. I forlengelsen av dette skal rapporten diskutere hensiktsmessigheten av øko-effektivitet som et verktøy mot et bærekraftig samfunn. For det andre skal rapporten gi anbefalinger til Norges forskningsråd om hvilke langsiktige forskingsoppgaver som bør prioriteres. Rapporten skal også gi anbefalinger til næringsliv og myndigheter om hvordan vi kan utløse det potensialet som i dag ligger der, og hvordan få til den nødvendige endringen.

⁶ For diskusjon av disse begrepene, se OECD (1995).

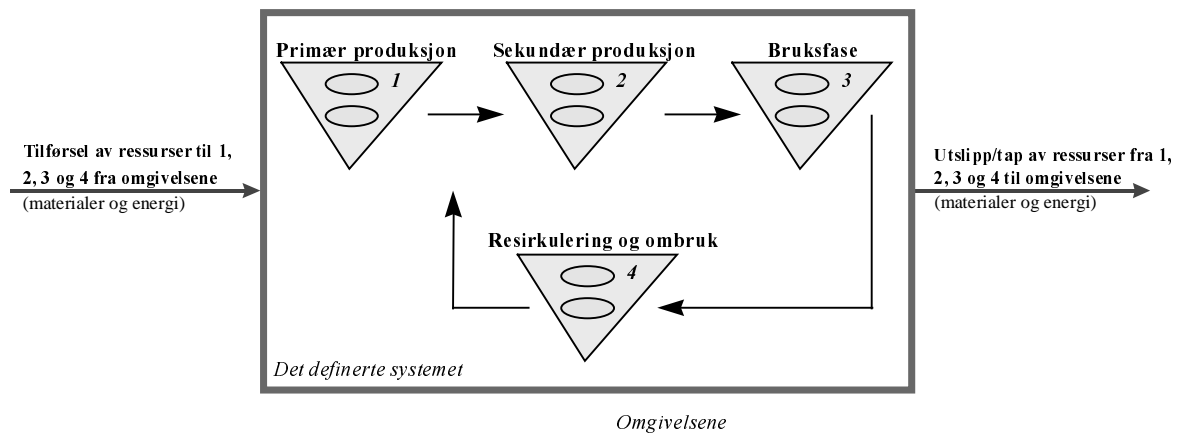
2. Grunnlaget for begrepet øko-effektivitet

2.1 Jordens ressurser som begrensende faktor

Øko-effektivitet som begrep er oppstått som en konsekvens av behovet for en bærekraftig utvikling, noe som igjen er en konsekvens av Jordens begrensede ressurser i forhold til dagens samlede aktivitet på Jorden. Antakelsen om begrensede ressurser beror på det faktum at Jorden er et lukket system når det gjelder materialer. Det er imidlertid åpent når det gjelder energi med tilnærmet ubegrenset tilgang på energi fra solen⁷ (Ayers 1978). Begrensede ressurser gjør det derfor nødvendig å ha en så god ressursutnyttelse som mulig. Dette kan blant annet oppnås ved å lukke materialstrømmene og systematisere energistrømmene på en slik måte at energikaskader oppnås og energikvaliteten utnyttes best mulig⁸. Figur 1 nedenfor viser et vilkårlig åpent system med lukkede sløyfer, der det må tilføres energi og materialer til hver fase av sløyfen for å drive denne rundt. Tilsvarende ser vi at fra alle faser av kretsløpet er det utslipp av ressurser (materialer eller energi) til omgivelsene.

⁷ Det faktum at vi i økende grad har gjort oss avhengige av ikke-fornybare energiresurser er et temporært problem i de langsiktige globale utviklingstrekk, men av dramatisk betydning i det hundreår vi nettopp har påbegynt

⁸ Ethvert materiale inneholder en viss mengde energi. Ifølge termodynamikkens 1. lov er mengden materiale og energi konstant i et lukket system. De kan bare omdannes til en annen form. Materialer finnes enten i fast, flytende eller gass form. Energi finnes i mekanisk, potensiell, termisk eller kjemisk form. Å lukke materialsløyvene vil si å gjøre dette materiale mest mulig *tilgjengelig* for fremtidig bruk (minimere tap). Mens termodynamikkens første lov sier noe om mengden materiale og energi, forteller termodynamikkens andre lov om materialets evne til å utføre arbeid på omgivelsene Dette omhandler dermed materialets *energikvalitet* (exergi). I enhver transformasjonsprosess er det tap av exergi (økende entropi). Tilsvarende som det er et mål å lukke materialsløyvene, er det et mål å minimere tap av exergi (oppretholde evne til å utføre arbeid på omgivelsene). Etersom denne evnen er avhengig av omgivelsene, er det viktig til enhver tid å velge omgivelser som minimerer tap av denne evnen. Dette kalles energikaskader. Sauar (1998) har vist at optimal energiutnyttelse oppnås ved å ha så like drivende krefter som mulig gjennom hele kaskaden. "Å vaske opp" kan illustrere kaskadeprinsippet. Vi vasker alltid opp de reneste glassene først, for så å ta de mest skitne grytene til slutt. Dette gjør vi for ikke å ødelegge det potensialet som ligger i rent oppvaskvann ved å vaske opp det mest skitne først. Derfor velger vi å vaske opp slik at det hele tiden er det "reneste" som vaskes opp. De drivende kreftene er mest mulig like gjennom hele oppvasken.



Figur 1: Et vilkårlig åpent system med lukket sløyfe og med tilførsel og tap av ressurser.

Som nevnt i kapittel 1 handler begrepene dematerialisering, ressursproduktivitet, øko-effektivitet o.l. om forvaltning av ressurser. Som Figur 1 viser, kan det være hensiktsmessig å skille mellom tre ulike typer ressurser som alle må forvaltes på en god måte:

1. *De fornybare ressursene som tilføres systemet i figur 1.* God forvaltning av disse ressursene innebærer at ressursuttaket/forbruket ikke må overstige rentene av naturkapitalen i det aktuelle lokale/regionale/nasjonale området
2. *De ikke-fornybare ressursene som tilføres systemet i figur 1.* God forvaltning av disse ressursene innebærer at ressursuttaket må vurderes i forhold til totalt tilgjengelige mengder av disse ressursene og i forhold til substitusjonsgraden av fornybare ressurser som dekker den samme funksjonen.
3. *De resipient-ressursene som påvirkes som følge av utslipp fra systemet i figur 1.* God forvaltning av disse ressursene innebærer at utslipp må vurderes utfra de aktuelle resipient-ressursenes evne til å håndtere utslippet, og utfra utslippets kvalitet (miljøgift vs lett nedbrytbare forbindelser) og kvantitet (mengde). Dette er tilsvarende situasjonen når snø legger seg på hustak. Mer og mer snø kan legge seg på taket inntil et visst punkt da reisverket ikke tåler mer, og hele konstruksjonen blir ødelagt (også tilsvarende bufferegenskaper i kjemiske løsninger). Resipientens selvrensingsevne kan altså betraktes som en fornybar ressurs som utnyttes til nedbryting av utslippsmateriale fra produktsystemer. Vurdering av resipient-ressursens kapasitet bør relateres til hvilken anvendelse denne ressursen har.

Disse tre typer ressurser kan kalles for naturressurser. De to første gis verdi hovedsakelig på grunn av den mengde som er tilgjengelig (kvantitet), mens resipienten gis verdi etter hvilken kvalitet den har. Det er

ikke mengden enkeltbestanddeler i et økosystem som gir dette systemet verdi, men derimot samspillet mellom disse og den funksjonen de til sammen yter (Kiushi 1997)

Det er ønskelig å minimere tilførsel av ressurser fra omgivelsene (biosfæren) til å drive sløyfen rundt. Når disse ressursene imidlertid først er innlemmet i det økonomiske systemet (teknosfæren), må de utnyttes best mulig. Lukking av sløyfer vil likeledes redusere behovet for uttak av ressurser siden gjenvinning på en måte "forny" de ressursene som allerede er i systemet. Produktsystemet i Figur 1 er illustrert med et gjenvinningsledd, betegnet fase 4, og viser dermed et system med potensielt lukkede sløyfer. Etersom gjenvinning alltid vil være forbundet med ressursforbruk, vil det således alltid være en trade-off mellom ressurser som kreves for å drive gjenvinning i et produktsystem, og ressurser spart ved faktisk å gjennomføre gjenvinning. Verken termodynamisk eller økonomisk vil 100 % gjenvinning være ønskelig (Georgescu-Rougen 1971).

En tilfredsstillende forvaltning av material- og energistrømmer i dette systemet, både i forhold til de behov som måtte eksistere i markedet og de behov som "miljøet" i seg selv har (jfr. de tre punktene over), kan oppnås ved hjelp av hovedsakelig to styringsmekanismer:

1. Et selvregulerende system der markedet selv klarer å regulere dette på en tilfredsstillende måte. Økende knapphet medfører stigende priser. Dette kan sies å være gjeldende særlig for de to førstnevnte ressursene der vitenskapen i større grad vet ressursgrunnlaget.
2. Et system som ikke er selvregulerende der det derfor er behov for regulering. I praksis betyr dette virkemidler som styrer material- og energistrømmene i riktig retning^o. Markedet har ikke i så stor grad evne til å regulere ressurs nr. 3, da konsekvensene av utslipp og avfall er atskillig vanskeligere å forutse, blant annet grunnet manglende forståelse for økosystemers dynamikk (eksempelvis bufferegenskaper), tidsforsinkelser (effektene av utslipp i dag vises først om mange år), samt manglende tilbakekoblingsmekanismer som sier noe om konsekvensene av enkeltpersoners handlinger på det totale miljøet (miljøproblemer er nesten alltid uforutsette konsekvenser av en handling).

^o Hva som er riktig retning avhenger av hvilket referansepunkt en uttaler seg utifra.

Bærekraftighet krever riktig forvaltning av alle de tre typene ressurser. De seneste årene fremstår industriell økologi som en mulig tilnærming til dette kravet. Industriell økologi som konsept henter inspirasjon fra kanskje det mest perfekte systemet som vi kjenner til, nemlig det naturlige økosystemet. Formålet er å kunne forme det industrielle samfunnet, bestående av næringsliv, myndigheter, forbrukere osv., etter de samme prinsippene som gjelder i naturen; interaksjon og samhandling, tilbakekoblingsmekanismer og dynamikk, solen som energikilde og intet avfall. Tankesettet som er bygget opp rundt disse prinsippene kalles industriell økologi. Ehrenfeld (1995) gjør en innholdsmessig todeling av industriell økologi: i) kritiske teknologier og infrastruktur¹⁰ og ii) nye roller og regler¹¹. I den førstnevnte gruppen finnes elementer som beskriver de kritiske elementene utfra et teknologisk/fysisk perspektiv, som en idealtilstand der det industrielle systemet er mest mulig lik det naturlige økosystemet. Den andre gruppen er nødvendig for at det industrielle samfunnet skal kunne nærme seg en slik ideell situasjon. Til forskjell fra de naturlige økosystemer, som er selv-regulerende, består det industrielle samfunn av aktører med ulike interesser og behov. Det trengs derfor både en aksept og en utforming av nye roller og nye regler som er konsistent med økologiske prinsipper og bærekraftighet. Til dette trengs strategier og virkemidler for å få gjennomført ønsket endring.

Ehrenfeld understreker at det må være en balanse mellom disse to gruppene. Etablering av sosiale institusjoner og rammevilkår som er bærekraftige, er like viktig som design av produkter og produksjonssystemer. Tilsvarende har Erkman (1997) kategorisert industriell økologi i to: i) industriell metabolisme og ii) industriell transformasjon. Både Ehrenfeld og Erkman hevder dermed behovet for endring, og øko-effektivitet kan sees på som et mulig verktøy for de endringer og forbedringer som må gjøres. Øko-effektivitet blir dermed en operasjonalisering av industriell økologi.

¹⁰ Kritiske teknologier og infrastruktur inneholder elementene "forbedre metabolske stoffstrømmer og materialbruk i industrielle systemer", "skape lukkede kretsløp i industrielle økosystemer", "dematerialisere industrielle produkter" og "systematisere mønstre for energibruk"

¹¹ Nye roller og regler inneholder elementene "balansere industriell ressursforbruk til naturlige økosystemers kapasitet", "tilpasse strategier til å stemme med langsiktig industriell utvikling" og "skape nye tiltaks-koordinerende strukturer"

2.2 Effektivitetsbegrepet og systemforståelse

Før vi går nærmere i detalj på begrepet øko-effektivitet i kapittel 3, ønsker vi her å presentere effektivitetsbegrepet uten en økologisk og økonomisk dimensjon. På engelsk finnes to ord for effektivitet; effectiveness og efficiency. Effectiveness er definert som "Causing or capable of causing a desired or decisive result", mens efficiency er definert som "the degree of effectiveness with which something is done" (Webster 1992). På norsk har ordet effektivitet minst to forskjellige betydninger. Disse kan betegnes henholdsvis funksjonell effektivitet og teknisk effektivitet. Felles for begge er at de behandler ytelsen til et definert system. Forskjellen er at de har ulike referansepunkt for beskrivelsen. Den funksjonelle effektiviteten sier noe om hvor godt systemet fungerer i forhold til noen forhåndsdefinerte mål. Disse målene, som eksempelvis kan være av økonomisk, miljømessig eller livskvalitetsmessig karakter, er dermed referansepunkt for analyse av den funksjonelle effektiviteten. Teknisk effektivitet, derimot, uttrykker hvor godt systemet utnytter det potensialet som ligger i ressursene som tilføres systemet. Referansepunktet for analyse av den tekniske effektiviteten er dermed inngående ressurser til systemet¹².

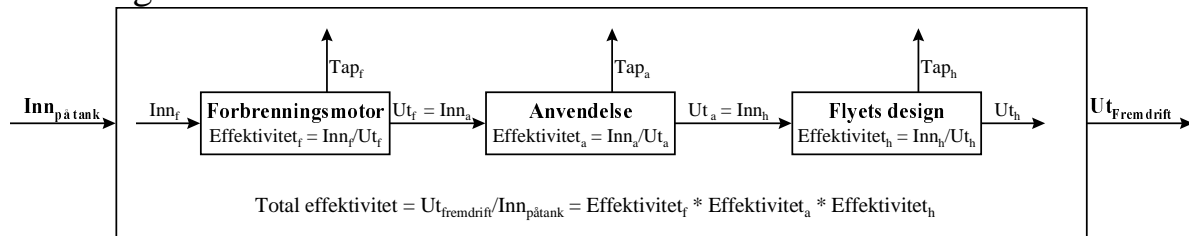
Forskjellen mellom funksjonell og teknisk effektivitet kan illustreres ved å se på en reise fra Oslo til Trondheim. Målet med reisen er å komme til Trondheim raskest mulig¹³. Den funksjonelle effektiviteten uttrykker i hvor stor grad dette målet er oppfylt. Den tekniske effektiviteten i det tekniske systemet som benyttes for å komme til Trondheim raskest mulig, vil derimot uttrykke forholdet mellom de ressursene som må tilføres underveis og de ressursene som faktisk benyttes til å oppnå målet med turen. Dette handler om forholdet mellom tilførsel (input) og resultat (output), og dermed utnyttelsesgraden av inngående ressurser. Det er en nær sammenheng mellom effektivitet i et system og hvordan dette systemet er definert. Det er ikke noe problem å få et system effektivt, bare det defineres lite nok (O'Rourke et al. 1996). Dette øker imidlertid faren for sub-optimalisering, ettersom de aller fleste systemer er åpne og dermed er avhengig av og har konsekvenser for det som er definert utenfor

¹² Disse ressursene kan være kapital, energi, material, tid og arbeidskraft

¹³ Målet inneholder to krav; å komme til Trondheim, og å komme dit raskest mulig. Disse må operasjonaliseres gjennom indikatorer.

systemgrensene (omgivelsene)¹⁴. Effektivitet er alltid definert innenfor et åpent system. Ved å utvide systemgrensene vil det som tidligere var utenfor systemet og ble tilført systemet (åpent system) nå være innenfor systemet.

En forbrenningsmotor kan egne seg som utgangspunkt for å illustrere sammenhengen mellom effektivitet og systemdefinisjonen. Som beskrevet foran, er den totale tekniske effektiviteten blant annet avhengig av det tekniske systemet og tilhørende infrastruktur. Systemet kan også kun defineres til å inkludere forbrenningsmotoren i transportmiddelet, for eksempel et fly¹⁵. Flyets fremdrift har imidlertid ikke bare med effektiviteten i motoren å gjøre, men også med anvendelsen av den produserte energien og flyets design. Flyets effektivitet er dermed et produkt av "del-effektiviteter" flyet som konstruksjon består av. Dette er vist i Figur 2 nedenfor

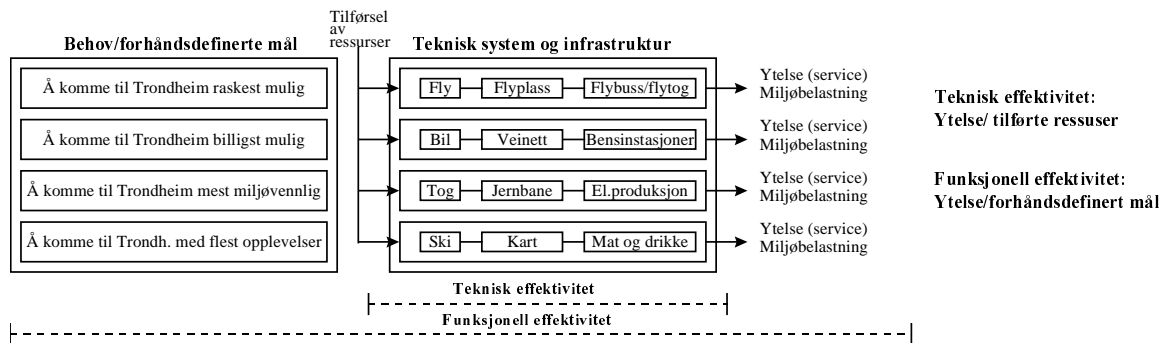


Figur 2: Effektiviteten av inngående strømmer til tank i forhold til flyets fremdrift

Den totale tekniske effektiviteten i eksemplet er også et produkt av infrastrukturen som flyet er avhengig av. For å kunne gjøre forbedringer på den tekniske effektiviteten, må både det tekniske systemet og infrastrukturen forstås i sammenheng. Det er imidlertid ikke nødvendigvis slik at forbedringer i den tekniske effektiviteten er det eneste riktige å gjøre. Vel så viktig er det å se på hvilket behov det tekniske systemet skal dekke. Figur 3 nedenfor viser at til ulike behov kan tenkes ulike tekniske løsninger.

¹⁴ Den virkelige verden er kompleks, og det vil alltid være en balansegang mellom det å definere systemet så vidt at helheten ivaretas, men samtidig ikke så vidt at systemet blir for komplekst til å analysere.

¹⁵ Der omsettes tilført kjemisk energi (bensin) til mekanisk energi (trykk), og effektiviteten i selve motoren uttrykker forholdet mellom tilført kjemisk energi og utgående mekanisk energi. Forskjellen i energiinnhold regnes som tap.



Figur 3: Forskjellen mellom funksjonell effektivitet og teknisk effektivitet

Hvilken reiseform som velges, er et resultat av både behovet hos den reisende og hvilke ressurser denne har til rådighet¹⁶. De ulike industrielle aktørene som tilbyr reisetjenester søker å gjøre dette på en mest mulig effektiv måte. Flyselskapet ønsker å gjøre ventetiden på Gardermoen så kort som mulig, og å ha et fly med en motor som er så effektiv som mulig. Ved bilbruk skal det være en effektiv motor som bruker minst mulig bensin, og veiene skal være så raske som mulig. Ved skigåing skal det også være effektivt, med de raskeste veivalgene og så lette ski og sekker som mulig. Uansett hvilken reisemåte som velges, så søker den som skal reise å gjøre den reisen på en mest mulig effektiv måte.

Diskusjonen foran viser at den funksjonelle effektiviteten er avhengig av hvem som er aktørene. Dette understreker nødvendigheten av å se på industriell virksomhet som et tett samspill mellom produsent og forbruker. Det finnes også andre typer effektivitet. Økonomisk effektivitet (på samfunnsnivå) handler ikke om utnyttelsesgraden av tilførte ressurser, men refererer til Pareto optimum som betyr at man har den mest effektive bruk av ressurser dersom det ikke er mulig å fordele ressursene på en annen måte uten at det er noen aktører som taper på dette. Produktivitet er derimot benyttet, i økonomiske termer, som forholdet mellom input og output i et definert system.

Dynamisk effektivitet er et annet nyttig begrep (NOU 1995, Christiansen 2000) Den dynamiske effektiviteten i et system beskriver et iboende momentum i systemet til stadige forbedringer og endringer. Et virkemiddel kan påtrykkes et system, og den dynamiske effektiviteten i systemet sier noe om at det er systemet selv, og ikke det initielle virkemiddelet, som

¹⁶ Ressurser kan være økonomiske (Hvor mye penger har man til disposisjon), naturmessige (hvor mye ren luft/ rent vann er til disposisjon), tidsmessige (hvor god tid har man til disposisjon), personlige/individuelle (hvilke egenskaper (eksempelvis flyskrekk) har den som skal gjennomføre reisen)

driver systemet framover mot ønsket endring. Det initielle virkemiddelet har kun virket som en katalysator og satt i gang en reaksjon inne i systemet. Dynamisk effektivitet har dermed med hvordan et system reagerer på en initiell ytre påvirkning og beskriver de indre mekanismer og den indre dynamikken.

3. Øko-effektivitet

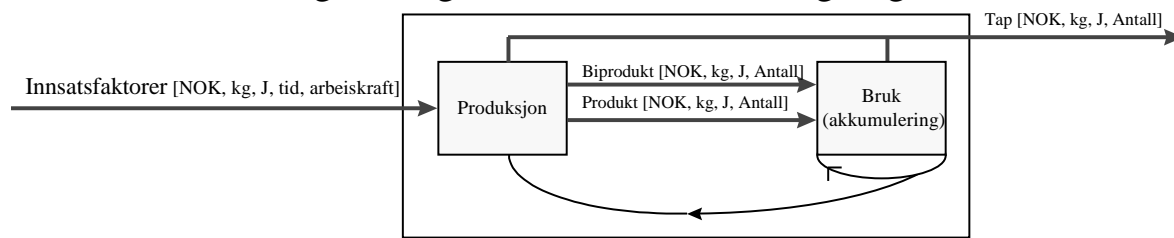
3.1 Øko-effektivitet som konsept

Øko-effektivitet kan forklares svært enkelt: Hensikten med øko-effektivitet er å maksimere verdiskapningen og minimere miljøbelastningen. Øko-effektivitet uttrykker altså forholdet mellom nytten av en aktivitet (verdiskapningen) og de miljøkonsekvensene denne aktiviteten resulterer i. Hva forstår vi nå med verdiskapning og med miljøbelastning? Hvordan skal disse begrepene operasjonaliseres? Og hvordan forholder dette seg til Jordens begrensede ressurser? Denne rapporten skal forsøke å gi svar på disse spørsmålene. Det er verdt å merke at øko-effektivitet ikke relateres til konsekvenser for menneskelig helse, men kun til naturens "helse".

Mange innfallsvinkler kan være med på å forklare hva øko-effektivitet er. I dette kapitlet vil begrepet beskrives utfra i) foreslåtte definisjoner, ii) sammenligning med andre konsepter, iii) det referansepunkt som benyttes og iv) anvendelsesnivåer i bedrifter. Ifølge WBCSDs definisjon blir øko-effektivitet oppnådd ved "the delivery of competitively priced goods and services that satisfy human needs and bring quality of life, while progressively reducing ecological impact and resource intensity throughout the life cycle, to a level at least in line with the earth's estimated carrying capacity" (Keffer et al. 2000). OECD har i sin definisjon utelatt naturens bæreevne når de omtaler øko-effektivitet som "the efficiency with which environmental resources are used to meet human needs" (OECD 1998, 15). Denne definisjonen konsentrerer seg om utnyttelsesgraden av de ressursene som tilføres økonomien for å møte menneskelige behov for produkter og tjenester, og i mindre grad om forholdet til naturens bæreevne. Andre definisjoner av øko-effektivitet er "å forbedre både økonomisk og økologisk effektivitet", "å skape mer verdi med mindre miljøbelastning", "å frikoble velferdsøkning fra bruk av naturen" (Keffer et al. 2000). Dette innebærer maksimering av verdi samtidig med minimering av miljøbelastning. De sentrale begrepene er med andre ord "verdiskapning" og "miljøbelastning". Dette uttrykkes av Keffer et al. (2000) som:

Eco-efficiency = Product or service value/ environmental influence

Øko-effektivitet kan også forklares ved å sammenligne med andre konsepter som søker å beskrive forholdet mellom økonomi og miljø. Figur 4 nedenfor danner grunnlaget for denne sammenligningen.

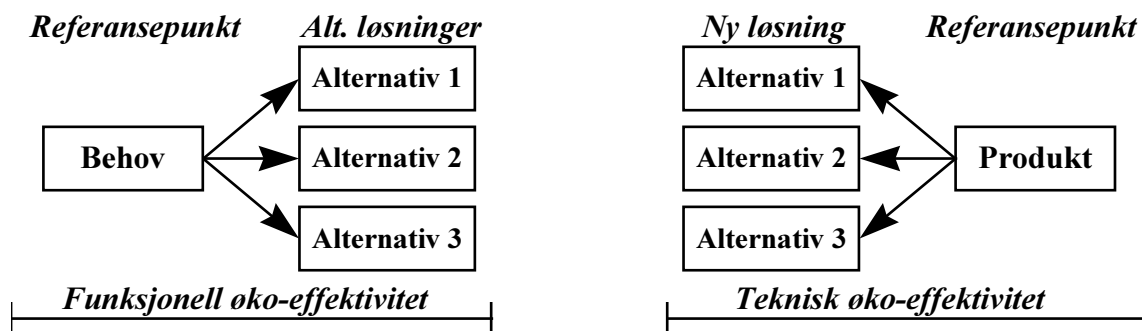


Figur 4: Skisse av tilførsel og uttak av ressurser for et produksjons- og bruksfasene

Ressursproduktivitet benyttes for å uttrykke i hovedsak to forhold. Det ene er forholdet mellom verdiskapning i produksjonen [NOK] og innsats av ressurser [kg eller J] som må til for å skape denne verdien. Det andre er forholdet mellom produsert mengde [kg eller antall enheter] og innsats av ressurser [kg eller J] som må til for å produsere denne mengden (Liedtke et al. 1999). Ressursintensitet er det omvendte av ressursproduktivitet [kg eller J/NOK]. Ressurseffektivitet sier noe om utnyttelsesgraden av de ressursene som tilføres systemet. I et snevert perspektiv kan dette uttrykkes som forholdet mellom tilført mengde ressurser [kg eller J] og mengde [kg, J eller antall enheter] produsert i selve produksjonsleddet. I et livsløpsperspektiv vil ressurseffektiviteten øke dersom produktets levetid forlenges eller dersom produktet resirkuleres slik at det benyttes på nytt. I et slikt perspektiv kan ressurseffektiviteten uttrykkes som forholdet mellom tilført mengde ressurser og samlet tap fra systemet [kg eller J]). Ressurseffektivitet må dermed ikke nødvendigvis relateres til økonomiske termer. Faktor4 og faktor10 er begge uttrykk for den forbedringen i ressursproduktivitet som det er behov for i forhold til et referanseprodukt (ofte dagens praksis/produkt) for ikke å overstige naturens bæreevne (von Weizäcker et al. 1997). Dematerialisering er et begrep som uttrykker en redusert mengde materialer [kg] per enhet (produkt/service/funksjonell enhet) eller, i et livsløpsperspektiv, redusert tap [kg] per enhet i forhold til et referanseprodukt (Herman et al. 1989). Øko-effektivitet er det samme som ressursproduktivitet, men kan i tillegg inkludere økologiske konsekvenser av utslipp og avfall fra den økonomiske aktiviteten som beskrives (verdiskapning/miljøkostnad (av tilført mengde ressurser og utslipp fra systemet)).

En tredje måte å forklare øko-effektivitet på er å ta utgangspunkt i hvilket referanseprodukt som brukes i analysen. Det er problematisk å si at et

produkt er øko-effektivt per se, men det er lettere å hevde at ett produkt er mer øko-effektivt enn et alternativt produkt. I forrige kapittel ble det gjort et skarpt skille mellom teknisk effektivitet og funksjonell effektivitet der ulike referansepunkt utgjorde hovedforskjellen. Tilsvarende kan det skilles mellom teknisk øko-effektivitet og funksjonell øko-effektivitet (Hanssen 1998, Hanssen 2000). Dette er vist i figur 5.

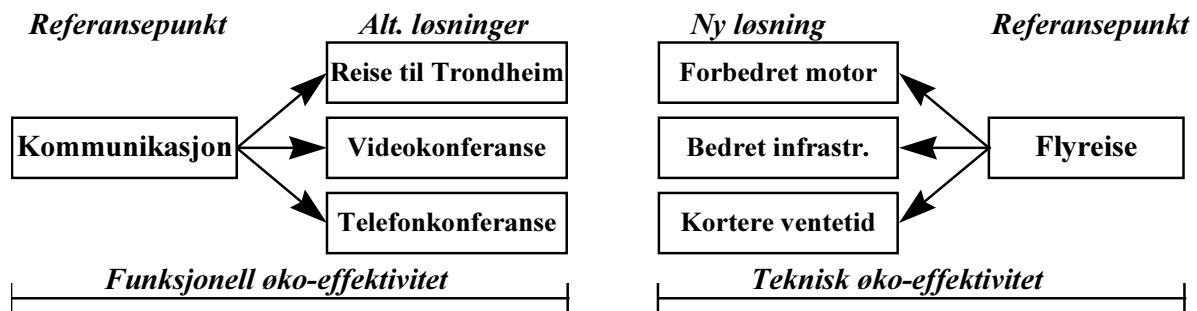


Figur 5: Forskjellen mellom funksjonell øko-effektivitet og teknisk øko-effektivitet

Forholdet mellom verdiskapning og miljøbelastning vil alltid ligge til grunn for analyse av øko-effektiviteten i et system eller et produkt. Dersom målet er å oppnå forbedringer i øko-effektiviteten i det eksisterende systemet eller produktet, kan dette gjøres ved å analysere den teknisk øko-effektivitet. Dette gjøres ved å ta utgangspunkt i eksisterende produkt eller system og sammenligne ulike ny alternative løsninger for å bedre øko-effektiviteten *i forhold dette referanseproduktet*. Teknisk øko-effektivitet kan sees på som tilsvarende av arbeidsproduktiviteten, der hensikten er mer verdiskapning med mindre innsats av ressursen arbeidskraft. Teknisk øko-effektivitet handler om mer verdiskapning med mindre bruk av naturressurser.

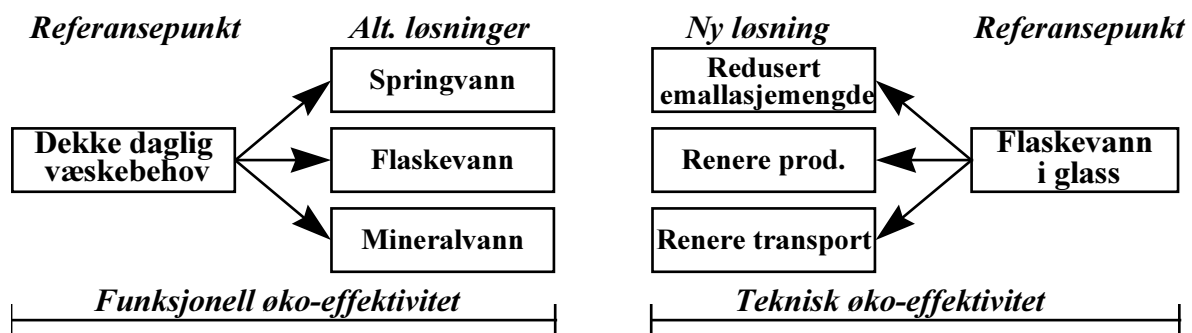
Som Figur 5 viser, har funksjonell øko-effektivitet et annet referansepunkt enn teknisk øko-effektivitet. Funksjonell øko-effektivitet tar utgangspunkt i de behov som faktisk eksisterer blant forbrukere, og dermed utvides handlingsrommet og mulighetene for næringslivet til å kunne se på konseptuelt helt nye løsninger. Dette vil kunne resultere i mer fundamentale endringer enn ved kun å forbedre den tekniske øko-effektiviteten. Dette gir også nye muligheter til samspill mellom forbrukere og produsenter og mellom ulike produsenter, noe som er i tråd med industriell økologi tankegang. Sammenhengen mellom teknisk øko-effektivitet og funksjonell øko-effektivitet viser seg ved at når den nye

løsningen er valgt på basis av forbrukernes behov, må den tekniske øko-effektiviteten "optimaliseres" for å utnytte ressursene best mulig. Ved forbedring av den funksjonelle øko-effektiviteten stiller forbruker spørsmål ved om det produktet (som ved en bestemt bruk har en bestemt teknisk øko-effektivitet) faktisk bør brukes i den aktuelle situasjonen. Reisen til Trondheim kan kanskje erstattes av telefonkonferanse, dersom det egentlige behovet er kommunikasjon og ikke fysiske forflytting. Forskjellen på teknisk og funksjonell øko-effektivitet i dette eksempelet er vist i Figur 6 nedenfor.



Figur 6: Eksempel på forskjellen mellom funksjonell og teknisk øko-effektivitet I

Våre drikkevaner kan danne utgangspunkt for et annet eksempel som illustrerer forskjellen på funksjonell øko-effektivitet og teknisk øko-effektivitet. Dette er vist i figur 7 nedenfor.



Figur 7: Eksempel på forskjellen mellom funksjonell og teknisk øko-effektivitet II

Alle har et daglig væskebehov som må dekkes. Dette kan gjøres ved å drikke eksempelvis springvann, flaskevann eller mineralvann. Med fokus på teknisk øko-effektivitet kan det gjøres forbedringer i eksempelvis bruken av emballasje, i produksjonen eller i transporten. Hanssen et al. (2000) viser at konsumet av leskedrikk og saft har steget med 21 % fra

1995 til 1999, men at emballasjemengden i samme periode har blitt redusert med 40 % pr liter distribuert drikke. Tallmaterialet fra Hanssen et al. (2000) viser en kraftig forbedring i den tekniske øko-effektiviteten. I utgangspunktet kan det synes som om det å drikke flaskevann har begrensede miljømessige negative konsekvenser. Dette er imidlertid ikke nødvendigvis sant. Mineralvann og flaskevann (eksempelvis Farris og Olden), produseres på spesielle steder i Norge, noe som fører til et stort transportbehov. Veksten i bruk av mineralvann de siste 30 år tilsvarer 60.000 lastebiler i året. Dersom alternativet til flaskevann er springvann, ville transportbehovet bli redusert ettersom infrastrukturen for springvann er etablert, og bruk av springvann for å dekke væskebehovet, resulterer dermed ikke i ekstra negativ miljøbelastning. Dette viser at det er behov for både å fokusere på den funksjonelle og tekniske øko-effektiviteten.

Bedriftenes utfordring knyttet til funksjonell øko-effektivitet er å kunne dekke bærekraftige behov. Ettersom forbrukerens individuelle behov knyttet til funksjon, økonomi, estetikk og verdier alltid vil ligge i bunnen for vurdering av den funksjonelle øko-effektiviteten, er det vanskelig å kunne definere på generelt grunnlag hva som er et reelt behov og hva som er mer et luksusbehov. Det kan hevdes at naturen også er en aktør med gitte behov. Dette behovet, som vi på grunn av knapphet på de goder naturen har, setter en viss verdi på gjennom våre handlinger, krever en tilstrekkelig god kjennskap til og forvaltning av naturressursene fra vår side. Dette krever at det settes absolutte mål, og i realiteten innebærer dette kvoter. Dynamikken mellom de individuelle preferansene som kommer til uttrykk gjennom behovsvurderinger, og vurderinger som kan relateres mot økosystemenes bæreevne, er avgjørende for om det etableres bærekraftige behov eller ikke. Dette henger også nøye sammen med den kjøpekraften som hver enkelt har. Det er naturligvis sum-effektene som bestemmer miljøbelastningen, og individet vil ha vanskeligheter med å se sitt individuelle forbruk i den rette totale sammenheng.

En siste måte å forklare konseptet øko-effektivitet på er å se på hvordan det anvendes i praksis. Figur 8 nedenfor viser dette. Venstre side av figuren viser de ulike aktivitetsnivåene en bedrift opplever, inndelt i et strategisk, taktisk og operativt nivå (Schalteger og Sturm 1999). Høyre side av figuren viser hvordan øko-effektivitet er blitt benyttet for å omtale disse ulike aktivitetsnivåene. Øko-effektivitet er ikke benyttet til å omtale en overordnet visjon for en bedrift.

| Aktivitet | | Øko-effektivitet |
|----------------------|------------|--|
| Visjon | Strategisk | Øko-eff. er som regel ikke en visjon |
| Målsetting | | Øko-eff. kan være en målsetting |
| Strategi | | Øko-eff. kan være en bedrifts-strategi for måloppnåelse |
| Virkemidler | Taktisk | Øko-eff. kan være et virkemiddel |
| Operasjonalisering | Operativt | Øko-eff. kan være et verktøy og samle-indikator for operasjonalisering |
| Faktisk handling | | Øko-eff. kan ikke være en metode for iverksetting av handling |
| Effekter av handling | | Øko-eff. kan være en indikator for måling av effekter av handling |
| Evaluering | | Øko-eff. kan være en måleindikator for evaluering |

Figur 8: Øko-effektivitet anvendt i ulike faser av en bedrifts aktivitet

Derimot er det flere eksempler på at øko-effektivitet er omtalt som en målsetting i seg selv. En faktor 4-forbedring i løpet av 2 år kan være et slikt mål. Ofte er det imidlertid slik at øko-effektivitet ikke er et mål i seg selv, men derimot en strategi for å oppnå et annet mål, eksempelvis økt inntjening og høyere markedsandel. Konkrete bedriftseksempler viser at øko-effektivitet som en bedriftsstrategi for å utløse gevinstene som ligger i vinnvinn-situasjoner, er den vanligste fortolkningen av begrepet¹⁷.

På det taktiske nivået finnes virkemidler som anvendes for senere å være i stand til å operasjonalisere målsettinger og strategier. Dette kan være virkemidler som å påvirke myndighetspålagte rammebetingelser, å påvirke sine leverandører, å motivere sine ansatte o.l. I denne sammenhengen kan øko-effektivitet benyttes som et begrep for å *kommunisere* argumenter og synspunkter. Dette er også gjeldende på myndighetsnivå.

På det operative nivået kan øko-effektivitet benyttes som et verktøy for å uttrykke en bedrifts miljøprestasjoner. Øko-effektivitet operasjonaliseres gjennom enkelt-indikatorer, eksempelvis "Salgsverdi/CO₂-utslipp" [NOK/kg CO₂] eller "Salgsverdi/miljøkostnader" [NOK/NOK]. Øko-effektivitet uttrykker altså ikke en enkelt måleindikator, men er snarere en samle-indikator for bedriftens totale miljøytelse i forhold til verdiskapning. For myndighetene kan øko-effektivitet være et alternativt

¹⁷ Mange eksempler på vinnvinn-situasjoner er å finne på www.wbcsd.ch

prestasjonsmål til samfunnsøkonomisk effektivitet, mens for bedrifter kan øko-effektivitet være et nyttig alternativ eller supplement til bedriftsøkonomisk effektivitet. Som supplement utgjør øko-effektivitet et sett med indikatorer for å uttrykke den miljømessige prestasjonen i forhold til den økonomiske prestasjonen. Slik sett blir øko-effektivitet også et verktøy som brukes for å karakterisere et selskap (Willums 2000).

Disse 4 innfallsvinklene kan alle benyttes for å forstå øko-effektivitet, og de er på ingen måte gjensidig utelukkende. Både teknisk og funksjonell øko-effektivitet må operasjonaliseres. Nedenfor vil vi gripe fatt i de to vanligste anvendelsen av begrepet øko-effektivitet, som strategi og som indikator, og se hvordan disse kan forklares i lys av funksjonell øko-effektivitet og teknisk øko-effektivitet.

3.2 Øko-effektivitet som strategi

Enhver bedrift vil hele tiden søke mot å redusere kostnader og øke inntekter. Avhengig av hvilket tidsperspektiv og moralske/etiske grenser bedriften jobber etter, kan det velges ulike strategier for å oppnå dette. Øko-effektivitet kan være en av disse, ettersom kjernen i konseptet øko-effektivitet er hevdet å være "[m]aking the challenge of sustainability a business opportunity" (Keffer et al. 2000). Miljøhensyn kan være et virkemiddel for næringslivet til å oppnå forbedret konkurranseevne, og dette blir dermed et ytterligere element som må integreres i de strategiske beslutningsprosessene som gjøres i en bedrift.

Flere og flere selskaper forsøker å skape seg konkurransefortrinn på denne måten (Schmidheiny 1992, Fussler 1996). Dematerialisering, redusert energiforbruk og effektive logistikk-løsninger gir reduserte kostnader, og er dermed faktorer som både er fordelaktig for deres egen inntjening og for miljøet selv (Marstrander 1994, Porter og van der Linde 1995). I tillegg kan dette skape økte inntekter gjennom økt goodwill i markedet som følge av mer miljøvennlige produkter. Det oppnås en vinnvinn-situasjon. I et mer langsiktig perspektiv kan disse proaktive handlingene fra bedriftenes side sies å være en forberedelse på et forventet økende fremtidig krav fra markedet ("shadow of the market") og myndigheter ("shadow of the law") om mer miljøvennlige produkter og tjenester (Galanter 1981, Brattebø et al. 1999, Røine et al. 2000). Til tross for denne trenden blant proaktive bedrifter, kan det synes som om bedriftene muligens overvurderer de faktiske forventningene om miljøbevisste kunder (Aaser 2000).

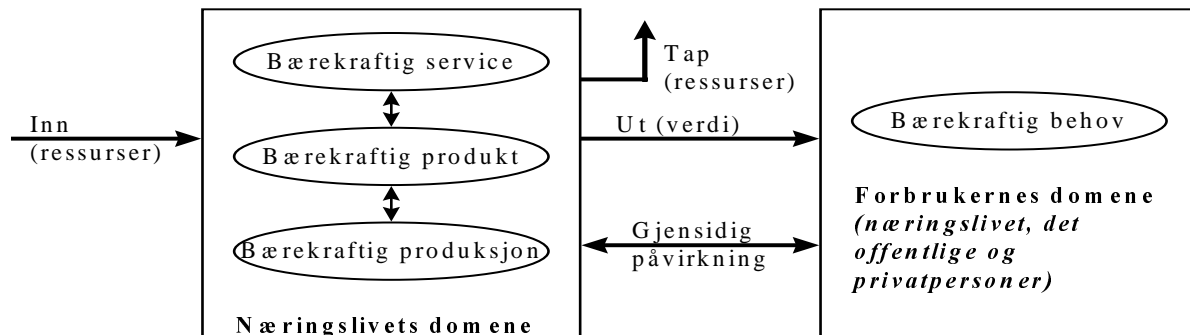
Et tenkt tilfelle om en riksavis kan stå som et typisk eksempel på strategiske beslutninger som fører til vinnvinn-situasjoner. Ledelsen i riksavisen ønsker å få større innpass i markedet i Nord-Norge. Problemet er at avisen først kommer dit på ettermiddagen, og da har lokalavisene allerede vært i salg i flere timer. Derfor ønsker ledelsen å sende avisen elektronisk fra Oslo til eksempelvis Harstad, for så å trykke den fysiske utgaven av avisen der istedenfor i Oslo. Resultatet kan være at avisen kommer ut samtidig med de lokale avisene, og den har dermed muligheter til å øke sine inntekter. Behovet for økt markedsandel i Nord-Norge er den direkte årsaken til denne strategiske bestemmelsen. En konsekvens av dette er imidlertid at behovet for flytransport blir redusert, og kundene får dermed den samme tjenesten (avisen) til den samme prisen, men med mindre miljøbelastning. Øko-effektiviteten er forbedret. Det kan imidlertid innvendes at selv om avisen trykkes i Harstad, så må papiret fraktes fra avisproduzenten og til Harstad uansett, og de reduserte miljøkonsekvensene av den grunn ikke nødvendigvis er så betydelige allikevel. Det er imidlertid sannsynlig at transport fra avistransportproducent og til Harstad er mer miljøvennlig enn flytransport Oslo – Harstad hver dag.

WBCSD oppgir 7 strategier som alle kan bidra til å forbedre øko-effektiviteten i en bedrift, bransje eller i et land:

- i) redusere produkter og tjenesters materialintensitet
- ii) redusere produkter og tjenesters energiintensitet
- iii) redusere spredningen av giftige stoffer
- iv) utvide materialers resirkulerbarhet
- v) maksimere bruken av fornybare ressurser
- vi) forlenge produkters levetid
- vii) øke produkter og tjenesters serviceintensitet.

Alle disse punktene, unntatt det siste, handler om å forbedre den tekniske øko-effektiviteten. Forbedringer i den funksjonelle øko-effektiviteten vil kreve en langt større omstillingsprosess enn å gjennomføre forbedringer av den tekniske øko-effektiviteten. Et eksempel på en bedrift som har økt serviceintensiteten, er Rank Xerox. Bedriften har utnyttet en vinnvinn-situasjon ved å yte en tjeneste framfor et produkt. De har "tertiarized the secondary sector." (Weizäcker et al. 1997, 275) Rank Xerox selger ikke kopimaskiner, men den tjenesten som kopimaskinen yter. De har dermed full kontroll med sine produkter, kan reparere, oppgradere og resirkulere dem, og kunden får alltid det den vil ha, nemlig kopier (Rank Xerox 2000).

Bedrifter kan velge de strategier de selv ønsker for å forbedre øko-effektiviteten. De kan se på prosessforbedringer i den eksisterende produksjonen eller på faktiske endringer i det eksisterende produktet (noe som nødvendigvis også vil medføre prosessendringer). Begge vil innebære en forbedret teknisk øko-effektivitet. Dette må betraktes over hele livsløpet, da et produkt kan gi potensielle miljøkonsekvenser over hele livsløpet. Teknisk øko-effektivitet har en svak kobling til de behov som eksisterer hos forbrukerne.



Figur 9: Forholdet mellom næringslivet og forbrukere

Figur 9 beskriver en overgang fra produksjon, via produkt til funksjon, og langs denne linjen vil vi finne økende grad av interaksjon mellom produsent og forbruker, og en overgang fra teknisk til funksjonell øko-effektivitet. Denne overgangen vil også føre til tettere samarbeid mellom aktører langs verdikjeden (livsløpsperspektiv på produktet), og med større fokus på funksjon vil dette føre til samarbeid i et industriell økologisk nettverk, enten som funksjonelle nettverk eller som geografiske nettverk (Hanssen 2000). Uavhengig av om det fokuseres på teknisk øko-effektivitet eller funksjonell øko-effektivitet, må et livsløpsperspektiv både på produkter og tjenester, samt den infrastrukturen som støtter disse produktene og tjenestene, ligge til grunn.

Økt fokusering på øko-effektivitet i et livsløpsperspektiv vil kunne resultere i endret dynamikk internt i bedriftene og i bedriftenes forhold til omverdenen. Organisasjonsstrukturer og beslutningssystemer vil endre seg, og det vil utvikles nye forhold til aktører, både i verdikjeden, myndigheter og interesseorganisasjoner. Krav til dokumentasjon og rapportering for produktenes miljøprestasjon over hele livsløpet vil øke. Welford (2000) hevder at bærekraftig forbruk innebærer at næringslivet utdanner folk, ved eksempelvis å informere og lære kundene å bruke produktene riktig. Dette bør integreres i produktet. Tomra er et godt

eksempel på dette da selskapet på parkeringsplassene ved supermarkeder i USA har etablert "lekeplasser" som kombinert mottaksstasjoner for drikkeemballasje og opplæring gjennom lek for barn (Hansrud 2000).

Gevinstene for bedriftene vil kunne vise seg gjennom reduserte kostnader (som følge av redusert ressursforbruk) og økte inntekter (økt salg blant annet som følge av goodwill i markedet) for bedriften. I tillegg vil det være potensiale for miljøforbedringer (som følge av redusert ressursforbruk). Tidsaspektet er imidlertid viktig. Effekten av redusert ressursforbruk gir umiddelbare virkninger på bedriftenes bunnlinje gjennom reduserte kostnader. De økte inntektene kan også komme umiddelbart, men de kan også først "vise seg" på lengre sikt på grunn av økt etterspørsel etter miljøvennlige varer. Miljøforbedringene må imidlertid sees i et annet tidsperspektiv. På kort sikt vil det være en fordel for miljøet at ressursuttaket reduseres. Dersom produktet ikke er designet med et livsløpsperspektiv, kan imidlertid miljøbelastningene øke over tid gjennom bruks- og etterbruksfase. Dernest vil de sekundære effektene av økt inntjening være forbedret kjøpekraft som igjen kan gi et økt volum i økonomien som igjen vil kunne føre til økte totalutslipp. Denne ytre dynamikken resulterer i at øko-effektive handlinger på bedriftsnivå ikke nødvendigvis gir miljøforbedringer på lang sikt.

Som vist i forrige kapittel, kan øko-effektivitet også være en strategi på myndighetsnivå. Myndighetsbegrepet inkluderer det politiske systemet og forvaltningen både som leverandør av rammebetingelser, som forvalter av virkemidler og som forbruker av produkter og tjenester. Myndighetene ønsker å redusere den totale miljøbelastningen i samfunnet (St.meld 8), og det kan settes et mål om en viss forbedring i øko-effektiviteten innen et visst tidsrom. I Norge er avfallssektoren et godt eksempel på dette. Gjennom forhandlede avtaler mellom Miljøverndepartementet og produsenter og importører av emballasje har sistnevnte forpliktet seg til å sørge for en viss andel gjenvinning innen utgangen av 1999 (MD 1995). På denne måten har Miljøvernmyndighetene gitt et dynamisk incentiv til næringslivet om å finne de beste løsningene for å nå et miljøpolitisk mål. Resultatet er at gjenvinningen har økt, materialsøfyene er i større grad lukket, og energikaskader er opprette, noe som er fordelaktig i et ressursperspektiv. Videre har dette gitt grobunn for vekst i nedstrømsnæringen, en næring som er riktig å stimulere for å kunne skape et industrielt samfunn bygget på prinsippene i de naturlige økosystemene.

3.3 Øko-effektivitet som måleindikator

Som vist over er det nødvendig å etablere øko-effektivitet på et strategisk beslutningsnivå, men det er først gjennom operasjonalisering av begrepet at konkret prestasjonsnivå kan måles. WBCSD (Keffer ert al. 2000), The Canadian National Roundtable on Economy and Ecology (NRTEE 1999) og Global Reporting Initiative (1999) har gjort betydelig arbeid for å operasjonalisere dette på bedriftsnivå, og OECD, European Environment Agency (2000) og CSD har gjort tilsvarende arbeid på makronivå.

WBCSD har utviklet et rammeverk med retningslinjer for hvordan enkeltbedrifter kan beskrive, måle og kommunisere øko-effektivitet i sin virksomhet, både til bruk i interne beslutningsprosesser, intern informasjonsflyt og til eksterne "stakeholders" for rapportering og dokumentasjon. Rammeverket tar utgangspunkt i verdi- og miljøaspektet (teller og nevner i brøken), og organiserer dette på tre nivåer; kategorier, karakteristikk og indikatorer. Det er valgt 3 kategorier; produkt/service verdi (teller), miljøpåvirkning fra produksjon av produkt/service (nevner), miljøpåvirkning fra bruk av produkt/service (nevner). Disse kategoriene er videre spesifisert som vist i Tabell 1 nedenfor.

Tabell 1: Operasjonalisering av øko-effektivitet gjennom kategorier og karakteristikk

| Kategori | Karakteristikk |
|---|---|
| Produkt/service verdi (<i>product/service value</i>) | Volum, vekt, funksjon, pengeverdi |
| Miljøpåvirkning fra produksjon av produkt/service (<i>Product/service creation environmental influence</i>) | Energiforbruk, materialforbruk, naturressursforbruk, utslipp, uforutsette hendelser |
| Miljøpåvirkning fra bruk av produkt/service (<i>Product/service creation environmental influence</i>) | produkt/service karakteristikk, emballasjeavfall, energiforbruk, utslipp ved bruk og deponering |

Disse karakteristikkene er videre operasjonalisert gjennom indikatorer, vist i tabell 2 nedenfor for "produkt/service verdi"-kategorien.

Tabell 2: Operasjonalisering av øko-effektivitet gjennom karakteristikk og indikatorer

| Karakteristikk er | Mulige indikatorer |
|------------------------------|---|
| Volum | Antall enheter solgt, antall ansatte, tidsrom (e.g. år, måned), areal |
| Mengde | Kvantitet produsert (kilo), kvantitet solgt (kilo) |
| Funksjon | Produkt ytelse , levert tjeneste, produktlevetid, transportkapasitet |
| Pengeverdi | Nettosalg, omsetning, verdiskapning, gjeld, dekningsbidrag, inntekt, fortjeneste, gevinst, aksjekurs, investering, avskrivning, kostnader |
| Annen relevant info. | Produktpris, markedsandel, marginer |

Valg av indikatorer vil variere fra bedrift til bedrift og fra bransje til bransje, alt avhengig av karakteristiske trekk ved bedriften/bransjen, hva som ønskes kommunisert, hvilke deler av livsløpet som en fokuserer på osv. I Norsk Hydros miljørapport fra 1999 benyttes Salg/CO₂-utslipp som den gjennomgående indikatoren for å vise sammenhengen mellom verdiskapning og miljøbelastning (Norsk Hydro 2000). Videre gjør eksempelvis Tomra nå prosjekt på å utvikle indikatorer for sin virksomhet, og noen potensielle indikatorer kan eksempelvis være "antall liter levert forbruker / total miljøbelastning", "omsetning/ miljøbelastning av det Tomra kan påvirke", "verdiøkning av resirkulert materiale / miljøbelastning" og "total omsetning/direkte miljøbelastning". MIPS (Material Input per service unit) er en annen indikator som viser materialintensiteten for en tjeneste. Her uttrykkes verdien som en funksjon, nemlig produktets ytelse (Liedtke et al. 1999)

Ved beregning av øko-effektivitet er operasjonaliseringen av verdibegrepet og av miljøbelastning helt sentralt, og begge to er problematiske. Hva er verdi, verdiskapning, verdiøkning, og hvem definerer innholdet i begrepene? Hva er verdien av de godene som ikke kan uttrykkes i penger? Og hvordan bør miljøbelastning måles. Dette kommer vi tilbake til i kapittel 6.

4. Øko-effektivitet og bærekraftig utvikling

Leder bedret øko-effektivitet til bærekraftig utvikling? Ikke nødvendigvis, men høyere ressursproduktivitet må nødvendigvis være et positivt bidrag mens det globale samfunn søker etter forståelse av de fundamentale forutsetninger for langsiktig overlevelse. På samme måte som effektivisering av energibruk (ENØK) er et positivt bidrag i en klok energipolitikk, vil øko-effektiv tenke- og handlemåte sikre at knappe ressurser varer lenger og sirkulasjonsressursene (de fornybare ressursene) forvaltes med større forståelse. Det er imidlertid ikke noe som tilsier at øko-effektive strategier automatisk leder til bærekraftig ressursbruk eller bærekraftig utvikling (Ehrenfeld 2000). Øko-effektivitet inkluderer ikke den sosiale dimensjonen i form av rettferdig fordeling mellom Nord og Sør og mellom dagens og fremtidens generasjoner.

Bærekraftig utvikling er et radikalt begrep og en fundamental visjon. Det bør neppe betraktes som en framtidig tilstand, men heller en tenkemåte – et politisk verdisett som vil være retningsgivende for beslutninger og valg på alle plan. Bærekraftig utvikling er rett og slett en kvalitetsbeskrivelse på forholdet mellom miljø og samfunn.

Ved å gjøre bærekraftig utvikling til et deskriptivt begrep vil en kunne åpne for diskusjon om hvilke normer som best støtter opp under begrepet. Dette kan være normer som angår velferd og sosial rettferdighet, normer som angår frihet og selvbestemmelse, samt mer universelle normer om moralsk ansvar og moralsk status.

Bærekraftig utvikling representerer en utfordring uten sidestykke i menneskelig utviklingshistorie og forutsetter antagelig en fornyelse av hele vår intellektuelle kultur og en tilpasning av hele vår forståelse av rasjonalitet. Allerede Albert Einstein så denne utfordringen før begrepet miljøproblem nådde den offentlige debatt. "Den verden vi har skapt ved vår måte å tenke på", sa Albert Einstein, "har problemer, ja til og med alvorlige problemer, som ikke kan løses ved å fortsette å tenke på samme måte". Den moderne kortversjon er: "Business as usual is not a sustainable option" (Jefferson 1994).

Bærekraftproblematikken og den økende erkjennelse av at materiell vekst i et lukket system krever ny oppmerksomhet mot økonomisk vekst, representerer nye utfordringer. Herman Daly har formulert sin tese på følgende måte: "Sustainable development is development without growth". Vår egen Nobelprisvinner i økonomi, Trygve Haavelmoe, har i sin analyse av vekstproblematikken påpekt at redusert vekst ikke er noen løsning på vekstens problem, bare en utsettelse av konsekvensene. Det er endring av kurs mer enn endring av hastighet som er nødvendig for å unngå de uønskede konsekvenser. John Ehrenfeld understreker det samme i sitt innlegg på konferansen 21. mars 2000: Så lenge forbedringene i ressurseffektivitet er konsekvent mindre enn ressurskonsekvensene av økonomisk vekst, vil økoeffektivitet som strategi være nødvendig, men utilstrekkelig, for å nærme oss en bærekraftig tilstand.

Dersom forbedringene i økoeffektivitet hadde vært større enn økningen i ressursuttak på grunn av økonomisk vekst, ville naturligvis den totale ressursituasjon ikke forverret seg så lenge situasjonen var slik. Dersom de underliggende forutsetninger er uendret, vil drivkreftene for samfunnsutviklingen videreføre problemene når effektiviseringspotensialet er uttømt.

Denne grunnleggende problemstillingen er bærekraftvisjonens egentlige kjerne. John Ehrenfeld knytter bærekraftutfordringen til forbrukskulturens idégrunnlag og beskriver to vesensforskjellige eksistensmønstre knyttet henholdsvis til et "leve"-fokus og et "eie"-fokus. Psykoanalytikerens Erich Fromm presenterte i sin banebrytende bok "To have or to be" (Fromm 1976) et grunnlag for å forstå de utviklingstrekk og de krefter som preger vår kommersielle virkelighet.

Mangelen på bærekraft er lettere å identifisere enn forutsetningene for bærekraft. Den intellektuelle utfordringen kompliseres ytterligere ved at bærekraftbegrepet er et dynamisk begrep og øyeblikksbildet er totalt utilstrekkelig til å bedømme status. En slik betraktningssmåte inviterer til å etablere en langsiktig visjon der naturens bæreevne og økosystemets biologiske kapasitet er sentrale elementer. Siden det er lettere å forstå hva som ikke er bærekraftig enn hva som faktisk er det, vil beslutninger, ikke minst på infrastrukturfeltet, måtte fokusere på det man bør unngå. Det synes å være uunngåelig at rettferdighetshensyn og knappe ressurser tilsier framtidige kvoter, enten det nå er utslippskvoter, arealkvoter eller ressurskvoter.

John Ehrenfeld forsøker seg på en utvidet definisjon av bærekraft som på viktige punkter går langt videre fra Brundtlandskommisjonens definisjon: "Sustainability is a possible way of living or being in which individuals, firm, governments, and other institutions act responsibly in taking care of the future as if it belonged to them today, in equitably sharing the ecological resources on which the survival of human and other species depends, and in assuring that all who live today and in the future will be able to flourish, that is to satisfy their needs and human aspirations" (Ehrenfeld 2000). Denne definisjonen inkluderer begrepene "equity, sharing, needs og aspirations", og forutsetter dermed at de menneskelige aktører er moralske vesener og ikke bare forbrukere. Det kan sies at de må ha økologisk intelligens, og dette begrepet inkluderer også evnen til helhetstenkning.

En av de mest fundamentale analyser av bærekraftsutfordringen er gjennomført av en avansert rådgivergruppe ledet av Jonathan Lash og Stephen Schmidhany på oppdrag fra OECDs generalsekretær (OECD 1997). I sin anbefaling understreker rådgivningsgruppen at bærekraftsproblematikken ikke må betraktes som en av mange viktige problemstillinger på OECDs agenda, men som en overordnet tenkemåte til å organisere alle andre problemstillinger. I en oppsiktsvekkende og samtidig tankevekkende formulering griper gruppen inn i forhold mellom miljø og marked: "...the environment provides economic goods and services, - not formally accounted for -, at least as valuable as, and probably much more valuable than, those provided by markets".

Det er alminnelig enighet om at markedet og markedsøkonomien representerer den overlegent beste metode til å distribuere knappe ressurser. Markedet representerer imidlertid bare overflaten på samfunnet og dets betydning er bare knyttet til den situasjonen som eksisterer på akkurat det tidspunkt. Det kan hevdes at det ligger i økonomiens metoder å se bort fra at mennesket er avhengig av naturens verden. Markedet akkumulerer ikke moralsk kapital, snarere tvert imot (Daly og Cobb 1990). Derfor vil markedet være avhengig av samfunnet for å regenerere moralsk kapital på samme måte som markedet er avhengig av biosfæren for å regenerere naturkapitalen.

Dette kapittel starter med påstanden at økoeffektivitet er et positivt bidrag på veien mot bærekraft. Målsetningen om mest mulig nytte av minst mulig naturforbruk må være riktig, og når vi på mange områder får relativt liten nytte ut av et betydelig naturforbruk, betyr det at vi har et betydelig potensial for forbedring. Begrepene faktor 4 og faktor 10 konkretiserer

økoeffektivitetsambisjonen og bidrar til å operasjonalisere utfordringen. Men bærekraftig utvikling kan fortsatt være utenfor rekkevidde med mindre vi mobiliserer hele vår intellektuelle kapasitet til å forstå hva utfordringen innebærer og hva den krever av oss.

5. Øko-effektivitet og industriell utvikling

Dette kapittelet starter med å vise noen konkrete eksempler på øko-effektivitet i norske bedrifter. Videre belyses dynamikken i industriell utvikling, mulige utviklingstrender fremover, og nødvendige endringsprosesser i skjæringsflaten mellom øko-effektivitet og industriell utvikling.

5.1 Noen eksempler på øko-effektivitet i norsk næringsliv

Bedrifters aktiviteter deles ofte inn i et strategisk, taktisk og operasjonelt nivå. Øko-effektive forbedringer kan realiseres på alle disse tre nivå. Forbedringer på det *operasjonelle* nivå innebærer teknologiske eller driftsmessige endringer i tilknytning til selve produktet eller fremstillingsprosessen av dette, og er normalt rettet mot å forbedre den tekniske øko-effektiviteten.

Det er flere eksempler fra norsk næringsliv på redusert bruk av emballasje i vaskeartikler, matvarer o.l., der det er gjort miljøvennlige forbedringer i selve produktet (Krokann og Guttuhaugen 1999, Hanssen et al. 2000). Resultatet er redusert bruk av ressurser i selve produksjonsleddet, men også reduserte avfallsmengder i etterbruksfasen. Dette viser betydningen av at endringer i produktet må gjøres i et livsløpsperspektiv, slik at de totale miljøkonsekvensene over hele livsløpet minimeres. HÅG er eksempel på en bedrift som aktivt tar livsløpsperspektivet innover seg i utvikling, design og produksjon av sine kontorstoler (Aaser 2000). Færre komponenter, utskiftbare komponenter, og krav til materialvalg og resirkulerbarhet er noen av de prioriteringer som er innført som ledd i selskapets helhetlige miljøtenkning.

Ved produksjon av bulkprodukter, eksempelvis aluminium, papirmasse og petrokjemiske produkter, har fokus oftest vært selve produksjonsprosessen. Hydro Aluminum har gjennomført prosessendringer som pr tonn produsert aluminium har gitt 70 % redusert fluorutslipp i perioden 1986 - 1992 (Marstrander 1996). Norske Skog har redusert utslipp av oppløst organiske stoff (COD) og klororganisk stoff med henholdsvis 55 % og 95 % i perioden 1990 - 1995 (Andersen og Carlberg 1996).

Borregaard har gjort livsløpsanalyser for å belyse hvilke råvarer og energiressurser som de bør anvende i sin produksjon for at de skal være mest mulig miljøvennlige (Hillstrøm 2000). Alle disse eksemplene bygger på data som typisk finnes i miljørapporter fra selskapene. Denne type endringer er som regel relativt enkle å gjennomføre og innebærer lav risiko rent kostnadsmessig.

De operasjonelle endringene kan støttes opp av endringer på det *taktiske* nivået, for eksempel endringer i den organisasjon og infrastrukturen eller de tjenestene som internt er koplet til det faktiske produktet. Mange bedrifter endrer sin organisasjon til å bli mindre topptung, med flatere struktur, der hver medarbeider gis større ansvar for å gjøre de nødvendige forbedringene. Noen bedrifter har innført miljøledelsesystemer (pr. 29.03.00 er i følge NHO 129 bedrifter ISO14001-sertifisert og 63 er EMAS-sertifisert, hovedsakelig store bedrifter), og i stadig større grad kreves det at leverandører også skal ha et tilfredsstillende miljøledelsesystem. Norsk skogindustri har opplevd dette som et krav fra sine tyske forlagskunder (Norske Skog vs Springer Verlag). Disse forbedringene kan også knyttes til teknisk øko-effektivitet fordi de støtter opp om det eksisterende systemet.

Et annet eksempel på taktiske forbedringer er økt FoU-innsats i næringslivet og økt støtte til forskning ved universiteter og andre institutter. Livsløpsanalyse er en av metodene som det har vært økende fokus på, for eksempel i regi av Norsk Hydro, Jotun, Norsk Leca, Norske Skog, ABB, Tomra, Stiftelsen Østfoldforskning, NTNU og Sintef. Resultater fra forskningsvirksomhet kan føre til en økt bevissthet om behovet for fokusering på funksjonell øko-effektivitet. Det er i liten grad gjort trend- og scenariestudier i norsk næringsliv, til tross for at det er helt nødvendig å kunne forutse hva som vil kreves av virksomheten i fremtiden, og hvilke omstillinger dette krever.

Et tredje eksempel på taktiske forbedringer er lokalt samarbeid og utvikling av industrielle økoparker. Et av de mest profilerte eksempler internasjonalt er den industrielle økoparken i Kalundborg i Danmark. Her kan man vise til over 20 års erfaring der bedrifter i omfattende grad gjensidig utnytter hverandres avfallsenergi og restprodukter, med store gevinster både økonomisk og miljømessig (Ehrenfeld og Gertler 1997). I Norge finnes ennå ikke et tilsvarende godt eksempel på økoparker, men det er i dag startet studier for å vurdere denne type lokalt miljøsamarbeid i tilknytning til Øra industriområde i Fredrikstad. Som en konsekvens av et

økopark-samarbeid vil den enkelte bedrift i neste omgang måtte iverksette ulike forbedringer på det operative nivå.

Tiltak på det *strategiske* nivået kan vise seg gjennom strategiske beslutninger om veien videre for en bedrift. Slike avgjørelser kan få stor betydning for bedriftens videre miljøprofil. Eksempelvis har Tomra som visjon at de skal "help the world recycle". Polymoon har utviklet en loop-strategi der ledetråden er "våre produkter skal inngå i et lukket kretsløp" (Polymoon 2000). HÅG er et eksempel på tertiærising av sekundærsektoren når bedriften ikke lenger skal levere kontorstoler, men sitteløsninger eller funksjonelle kontorer. Alle disse eksemplene preges av et fokus på funksjonell øko-effektivitet, og krever at bedriftene samarbeider aktivt med andre aktører i samfunnet. Et annet eksempel på et bredt funksjonsorientert samarbeid finnes innen emballasjebransjen, der man gjennom forhandlede avtaler med Miljøverndepartementet ikke bare har forpliktet seg til å etablere systemer for gjenvinning, samt å material- og energigjenvinne bestemte andeler av emballasjen, men også å innarbeide kretsløpsaspekter i produkter ut fra forebyggende hensyn (MD 1995, MD 1998c)

5.2 Krefter og dynamikk i næringslivets virksomhet

En enkelt bedrift eller et konsern i næringslivet utsettes for mange typer krefter og en dynamikk som i økende grad påvirker operasjonelle, taktiske og strategiske valg med hensyn til øko-effektivitet. I dette kapitlet belyser vi noen av disse forholdene.

5.2.1 Krefter i næringslivets virksomhet

Krefter er både drivkrefter og barrierer, og kan være interne eller eksterne. Ofte er det slik at interne krefter og prosesser i bedriften utløses av eksterne krefter og forhold. Bedriftene må velge strategier som er best egnet til å nå sine overordnede mål, og må utnytte til sin fordel de drivkrefter som ligger i ulike interne og eksterne forhold. Tilsvarende må bedriftene forholde seg til de barrierer som begrenser handlingsrommet, og forsøke å redusere disse. Frosch (1994) foreslår 6 ulike barrierer for implementering av miljøtiltak; teknologiske, økonomiske, organisatoriske, juridiske, regulative og informasjonsmessige. I tillegg vil vi tilføye de etiske barrierene som bedriftene har (grunnleggende verdier) og de system-messige barrierene (innelukninger) overfor resten av det systemet

bedriften er del av. Selv om ikke alle drivkreftene og barrierene kan spores tilbake til enkeltaktører, må drivkrefter og barrierer relateres til de aktørene som har størst påvirkningskraft overfor disse.

Konkurranseskraft både på kort og lang sikt er en viktig drivkraft. Kortsiktig økonomisk gevinst er nødvendig for å tilfredsstille avkastningskrav, samtidig som dette gir et handlingsrom som gjør det mulig å foreta langsiktige investeringer. Posisjonering i markedet, gjennom et godt omdømme og fremtidsrettede produkter, skaper mer langsiktighet i virksomheten. "The tripple bottom line", som inkluderer økonomisk ansvar, miljøansvar¹⁸ og samfunnsansvar¹⁹, er viktig med sikte på å skape en god konkurransekraft ut fra et langsiktig perspektiv (McIntoch et al. 1998). De ansatte utgjør gjennom deres kunnskaper også en viktig drivkraft, sammen med organisasjonens evne til å utnytte denne kraften gjennom innovasjon, kontinuerlig læring, kreativitet, tverrfaglige beslutningsprosesser og samhandling.

De viktigste eksterne drivkreftene er dagens og forventet fremtidig press fra markedet, fra myndighetene og fra interesseorganisasjoner, samt konkurranse fra andre bedrifter. Preferanser fra finansinstitusjoner begynner også å få merkbar betydning, selv om dette i Norge så langt ikke er spesielt utbredt. Myndighetene har påvirkning gjennom reguleringer, avgifter, avtaler og kvotehandel, mens kunder og marked gjennom sine preferanser og kontraktsbetingelser har direkte innflytelse på bedrifters suksess. Et godt forhold til kunder og marked er derfor viktig for å kunne tilpasse produkter til individuelle behov og for å opprette en kundelojalitet. Det er også viktig å tilpasse seg trender i tiden, både fra markedet og myndigheter, nasjonalt og internasjonalt. Den økonomiske globaliseringen er en slik trend, som særlig virker inn på eksportrettede og internasjonalt konkurranseutsatte bedrifter. Denne trenden kan være drivkraft og barriere, alt etter hvilken bransje bedriften er i, og evnen til å respondere på denne utfordringen.

Nye holdninger til miljøutfordringen er et eksempel på at en tidligere barriere er blitt en drivkraft (Porter og van der Linde). Det som for enkelte bedrifter kan være drivkrefter, kan også være barrierer for andre. En viktig og vanlig intern barriere er konserverende tankestrukturer, eller begrensningene i fantasi og omstillingsevne hos ansatte og organisasjonen som helhet. Erfaring viser også at press fra mange hold på lederene i

¹⁸ Miljøansvar kan eksempelvis vises gjennom forlenget produsentansvar

¹⁹ Samfunnsansvar (Corporate social responsibility)

bedrifter, særlig de små og mellomstore, gjør at det ikke er tid til å tenke på langsiktige tiltak. Manglende motivasjon, oppmerksomhet, kunnskap eller virkelighetsforståelse resulterer i at faktiske muligheter ikke utnyttes. I et lengre tidsperspektiv kan man si at barrieren ofte er at det fokuseres for mye på å gjøre de etablerte tingene riktig, i stedet for å gjøre de nye og riktige tingene. Lav risiko-vilje m.h.t. å forlate oppgatte spor er dessverre et vanlig fenomen. En kortsiktig økonomisk horisont er en annen vanlig og viktig barriere mot å gjennomføre de endringene som på lang sikt likevel vil vise seg å være nødvendige.

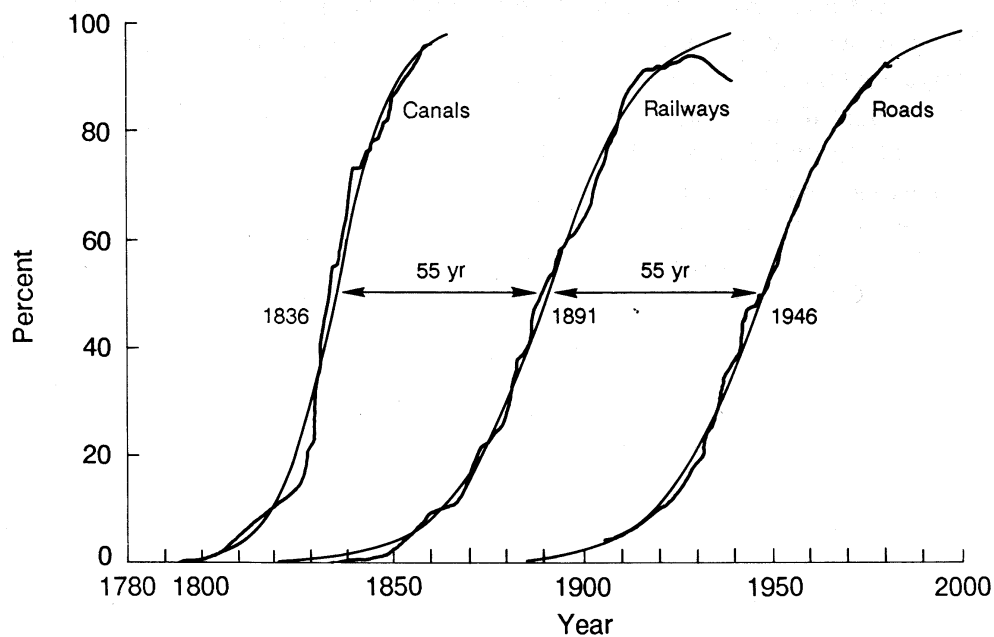
5.2.2 Dynamikken i næringslivets virksomhet

Drivkreftene og barrierene er ikke statiske og uavhengige størrelser. De bedriftene som makter å forutse trender og endringer, og dermed ligge i forkant av utviklingen og ikke hele tiden må korrigere for eksterne påvirkninger, vil lykkes. Det er derfor viktig å kunne beskrive dynamikken og de mekanismene som virker mellom krefter, aktører og industrielle systemer.

Denne dynamikken viser seg både på et indre og ytre plan. De indre mekanismene i bedriften er med på å styre bedriften i retning av dens visjon og målsetninger. For å oppnå dette må ledelsen og de ansatte samhandle, slik at det oppnås god informasjons- og kunnskapsflyt, trivsel, motivasjon og kontrollmekanismer som gjør at feil rettes og at en lærer av feil. De ansatte bør selv være med på å drive utviklingen av bedriften framover, slik at det oppnås en lærende organisasjon der en lett ser konsekvenser av egen virksomhet, og der organisasjonen lett tilpasser seg interne og eksterne påvirkninger. Utfordringen blir å kombinere tradisjonell ledelse, miljøledelsesprosedyrer, opplæring, organisasjonslæring, innovasjon og omstillingsevne, med de ytre krefter og øko-effektivitetskrav som bedriften utsettes for.

De ytre mekanismer som virker mellom bedriften og omverdenen er også dynamiske. Både teknologisk utvikling, økonomiske konjunkturer, arbeidsledighet, myndighetenes virkemidler, lovverk, internasjonale avtaler og lignende, påvirker kravene til bedriften og behovet for omstillinger på kort tid. Det ytre dynamiske perspektivet ved næringslivets virksomhet er helt sentralt for å forstå mulighetene som øko-effektivitet innebærer. Dette perspektivet har to viktige dimensjoner, dynamikk i tid og dynamikk i rom.

Dynamikk i tid innebærer at enkeltbedriften og næringslivet utsettes for et skifte over tid, med sikte på hvilke typer teknologiske, økonomiske, strukturelle og kulturelle rammebetingelser som preger samfunnet. Denne dynamikken vil også innebære bestemte utviklingsmønstre for hvilke typer teknologier som dominerer i ulike tidsepoker, for eksempel innen energisektoren og transportsektoren. Næringslivet vil også i stor grad selv påvirke disse utviklingsmønstrene, ved innovasjon og egen FoU, noe vi tydelig ser innen informasjons- og kommunikasjonsteknologien (IKT-sektoren). På grunn av en generelt økende endringstakt og behovet for mer langsiktige økologiske perspektiver, vil bedriftenes strategier med hensyn til øko-effektivitet måtte tilpasses denne dynamiske realiteten i samfunnet. Strategivalg må derfor vurderes i lys av teknologiske innovasjons- og diffusjonsprosesser. Det er et faktum at mønstrene for utvikling og diffusjon av ny teknologi i samfunnet kan beskrives som "S-kurver". Diffusjonen, dvs. graden av aksept og bruk av den nye løsning, er ofte representert ved en sigmoidal vekst, se figur 10.



Figur 10: Innovasjon og diffusjon av teknologier kan beskrives som S-kurver

I mange sammenhenger viser det seg at den karakteristiske varigheten for teknologisk diffusjon (Δt), definert som den tiden som kreves for diffusjonsprosessen å gjennomgå fra 10 prosent til 90 prosent av sitt forløp, er i størrelsesorden 40-50 år, for eksempel om man studerer skifter innen transport-infrastruktur, fra kanaler, via jernbane, til veier og til

flytrafikk. Det gjelder også for prosess teknologi i produksjon av stål, såvel som prosess teknologi og bruk av energikilder for energiproduksjon. Teknologiske endringer er langsomme i forbindelse med infrastruktur og tung-industri, som kan sies å utgjøre "ryggraden" i samfunnet, men S-mønsteret gjelder også for raskere skifter som man har i bilindustri, elektronikkindustri og IKT-industrien. Slike endringsforløp vil trolig også gjelde for implementering og diffusjon av nye miljøteknologiske forbedringer i industri og samfunn, selv om dette er lite studert. Derfor er det også viktig på et tidlig tidspunkt å være bevisst behovet for langsiktig FoU og langvarig omstilling i tilknytning til øko-effektivitet. Hvor man befinner seg på S-kurvene i forhold til overgangen til nye løsninger vil også måtte påvirke strategivalg og investeringer på dette området.

Dynamikk i rom innebærer at bedriftene samhandler med øvrige aktører, i nettverk langs og på tvers av verdikjeden, innad i næringslivet og utad mot myndigheter, forbrukere og organisasjoner. Siden øko-effektivitet krever systemforbedringer også på samfunnsnivå, i tråd med bærekraft-utfordringene, må bedriftene i større grad inngå i et bredt og aktivt samarbeid. Denne form for samhandlings-dynamikk vil også stille nye krav til kompetanse og strategier hos bedriftene. Kiushi (1997) hevder at det ikke er verdien på hvert enkelt individ som skaper den totale verdien i et økosystem, men snarere den samhandlingen som foregår mellom individene som skaper verdien. Dette vil tilsvarende gjelde for enkeltvirksomheter i et økologisk orientert industrielt samfunn. Ehrenfeld (1997) hevder i forlengelsen av dette at nettopp sammenheng, fellesskap og samarbeid ("connectedness, community and cooperation") vil være viktige karaktertrekk ved et industri-økologisk samfunn.

5.3 Mulige utviklingstrender for industriell virksomhet

I dette kapitlet skal vi se på to utviklingstrender for industriell virksomhet i fremtiden, som kan være to mulige nye paradigmer for den industrielle utviklingen. Disse to er begge kalt *The next industrial revolution*. Den ene er overgangen til service-økonomi, IKT-basert økonomi og "funksjonsøkonomi". Den andre kan kalles "sirkulær økonomi", og er blant annet basert på Daly og Cobb (1990), og videre omtalt av McDonough og Braunough (1998) der fokusering på funksjonell øko-effektivitet er nødvendig for å møte miljøutfordringen.

5.3.1 Funksjonsøkonomi

Industriell virksomhet er tradisjonelt delt inn i primær-, sekundær- og tertiærnæring. Den industrielle utviklingen har ført til en dreining fra primærnæringene til sekundærnæringene og videre til tertiærnæringene²⁰ (servicenæringen med service-økonomi). Denne trenden kan forklares ved at det er *anvendelsen* av produktene som i dag i større grad utgjør verdiskapningen, og ikke selve produksjonen av produktene, og at det er vanlig å utplassere leddene mellom selve produksjonen av produktet og kunden til andre bedrifter som har spesialisert seg på eksempelvis logistikk og vedlikehold på produkter (outsourcing) Disse funksjonene som er outsourcet vil nå statistisk registreres som tjenesteytende næring og ikke som tidligere som sekundærnæring.

Det vi imidlertid i dette kapittelet skal beskjefte oss med, er trenden som kan kalles "tertiærisering av sekundærnæringen" (Weizäcker et al. 1997, 275), ofte kalt "funksjonsøkonomien". Med dette menes at bedrifter i sekundærnæringen i større grad fokuserer på å tilby kundene en tjeneste eller en type service i tilknytning til produktet, fremfor kun å selge det fysiske produktet. Det er funksjonen produktet utfører som er viktig, ikke det materielle aspektet ved produktet. Dette er altså helt forskjellig fra tradisjonell service-virksomhet.

Det kan sies å være i hovedsak to faktorer som har betydning for denne utviklingen. For det første gjør den raske IKT-utviklingen det mulig å effektivisere driften betydelig, blant annet gjennom å redusere transaksjonskostnadene i overgangen mellom leddene i den tradisjonelle verdikjeden For det andre ønsker bedriftene å øke inntjeningen ved å redusere kostnader gjennom å utnytte verdien på materialet i kasserte produkter, også omtalt som den "den skjulte kapitalen"

Rank Xerox kan igjen være et eksempel på tertiarisering av sekundærsektoren. Som produsent av kopimaskiner er de i utgangspunktet ikke i nær kontakt med kundene sine. I funksjonsøkonomien søker derimot produsentene å være så nær kunden som mulig, for på den måten å kunne tilby individuelle løsninger som kundene krever. De tilbyr kunden et tilpasset innhold, og på den måten er handelen mellom produsent og kunde

²⁰ Tjenester som varehandel, hotell- og restaurantvirksomhet, transport, lagring, post og telekommunikasjon, underholdningsbransjen, bank- og finansieringsvirksomhet, forsikringsvirksomhet, eiendomsdrift og forretningsmessig tjenesteyting er eksempler på dette.

en finansiell kontrakt basert på hvilken verdi produktet/tjenesten har for kunden, og ikke i så stor grad basert på kostnader. Dette kan medføre at tjenesteinnholdet i produktet økes, og miljøbelastningen reduseres. Rank Xerox oppnår dette ved å tilby sine kunder tjenesten kopiering, men de beholder selv eierskapet over den fysiske kopimaskinen. Kunden leaser produktet. Forretningsideen til Rank Xerox er å utnytte skjult kapital, ved at bedriften har kontinuerlig tilgang til kopimaskinen og dens komponenter, og kan skifte ut, reparere og gjenvinne disse i produksjon av nye maskiner, med sikte på optimal levetid og kostnad samlet sett. På denne måten sparer de både penger og naturressurser. I tillegg involveres kundene sterkere. Utnyttelsen av skjult kapital er i realiteten det samme som skjer når Miljøverndepartementet tar initiativ til at produsenter av eksempelvis emballasje og elektriske og elektroniske produkter skal stå for gjenvinning av sine produkter (MD 1995, MD 1998b, MD 1998c). Gjenvinningsbransjen er altså i vekst.

5.3.2 Sirkulær økonomi

Som nevnt i kapittel 2 er Jorden et lukket system med begrensede ressurser. Daly (1997) hevder at det økonomiske systemet er et subsystem til det økologiske systemet, og som dermed baserer sin verdiskapning på de ressursene naturkapitalen består av. Problemet med dagens nyklassiske økonomi er imidlertid at "[w]e not only consume the value we add to matter, *but also the value that was added by nature before we imported it into the economic subsystem*" (Daly 1997, 65).

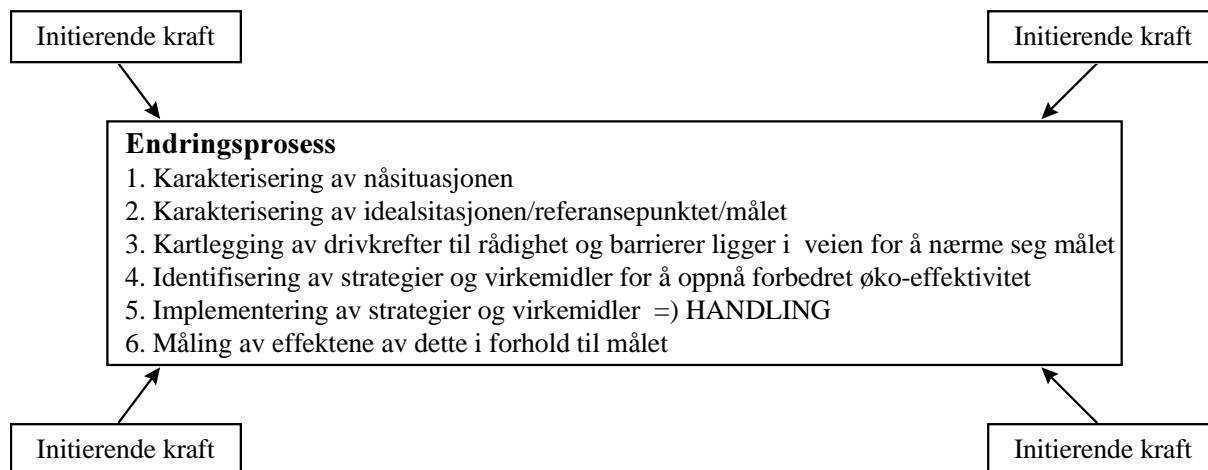
Dette er tidligere illustrert som forskjellen mellom "cowboyøkonomi" og "romskipsøkonomi" (Boulding 1966). Cowboyøkonomien består at et åpent system som vedlikeholdes gjennom tilførsel av ressurser og som produserer avfall som forlater systemet (lineær økonomi). Det økonomiske subsystemet betraktes som så lite i forhold til det økologiske systemet at den økonomiske aktiviteten ikke forstyrrer balansen i øko-systemet. I romskipsøkonomien, derimot, er det et lukket system som i størst mulig grad omdanner avfall til ressurser i ny produksjon gjennom gjenvinning. Dette er nødvendig fordi det økonomiske systemet er blitt så stort i forhold til det økologiske at hver aktør har en svært begrenset handlefrihet. God forvaltning av naturkapitalen er nødvendig, og dette kan blant annet oppnås med å etablere lukkede sløyfer, som reduserer behovet for tilførsel av ny naturkapital. "Waste is food" og "use solar energy" er to prinsipper for en slik praksis (McDonough and Braungart 1998). Dette korresponderer også godt med konseptet industriell økologi.

En industriell utvikling basert på dette tar med andre ord utgangspunkt i at det tas miljøhensyn ikke bare fordi det er et virkemiddel for å forbedre kortsiktig inntjening, men fordi dette per se er nødvendig for å sikre den langsiktige bærekraften. Konsekvensen av en slik utvikling vil være en utvidet etablering av bedrifter i etterbruksfasen, som gjør at materialer gjenvinnes slik at bedrifter i produksjonsfasen i større grad kan basere seg på resirkulert materiale. Tilsvarende er det behov for forebyggende tiltak i produksjonsfasen, for å legge til rette for lettere gjenvinning i etterbruksfasen. Behovet for tilførsel av jomfruelig materialet vil reduseres. Et viktig poeng her er imidlertid at det må utvikles ny fornybar energi som gjør at gevinsten ved å gjenvinne ikke blir spist opp av et forurensende energiforbruk for å gjennomføre denne gjenvinningen.

Funksjonsøkonomien tar utgangspunkt i at konkurransen i markedet vil presse frem nye løsninger i industriell virksomhet, mens den sirkulære økonomien vil presse seg frem som en konsekvens av naturens behov for nye løsninger. Felles for begge er imidlertid at de vil føre til tettere samarbeid mellom ulike virksomheter i næringslivet (allianser) og mellom produsent og kunder. Et eksempel på allianser er samarbeidet mellom leverandør av eksempelvis bildeler (Hydro Aluminium) og bilprodusent (BMW). Dette er nødvendig for å kunne utvikle nye konsepter som i et livsløpsperspektiv gir minst utslipp, og for å påvirke den grunnleggende premissen for å redusere miljøkonsekvenser, nemlig forbrukeratferd. Vi ønsker et system med dynamiske endringer, men retningen på disse endringene må også være i tråd med målet om en bærekraftig utvikling. Utfordringen er å kombinere disse to.

5.4 Initiering og gjennomføring av endringsprosesser for forbedret øko-effektivitet

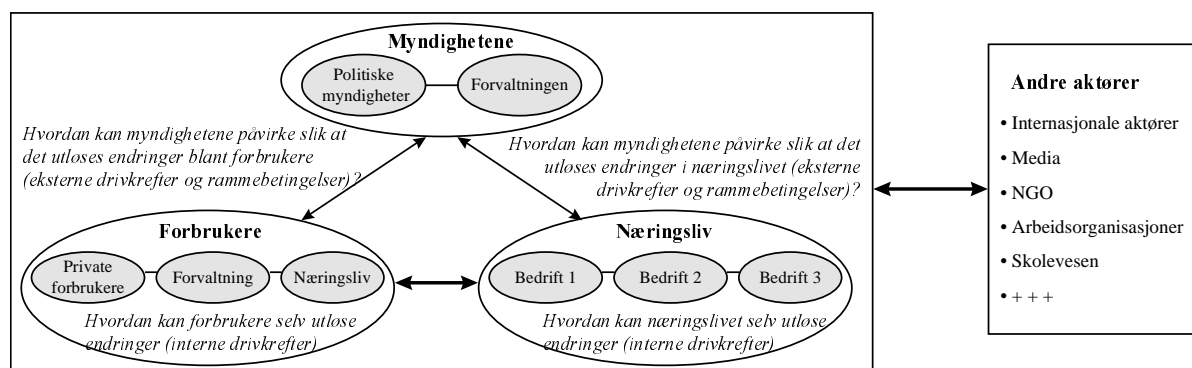
For å oppnå positive miljøeffekter kreves det at øko-effektive tiltak settes ut i livet. Ofte er det imidlertid slik at selv om potensialet for forbedringer er tilstede, så kommer ikke endringsprosessene i gang. En initierende kraft må til for å utløse endring. Denne kraften kan, som vi så i kapittel 5.2, komme både innenfra og utenfra, og påvirkes av andre dynamiske forhold.



Figur 11: Forholdet mellom initiering og gjennomføring av en endringsprosess

Figur 11 viser forholdet mellom initiering av en endringsprosess og selve gjennomføringen av den. Det er viktig å kunne kartlegge hvilke av disse faktorene som er flaskehalser, for på den måten å kunne si noe om hvordan endringer skal kunne utløses. Aktørenes roller er her sentral.

Figur 12 nedenfor viser samspillet mellom ulike aktører for å få til ønskede endringsprosesser. Det kan skilles mellom situasjoner der det per i dag er økonomi for bedriftene å gjennomføre endringer (kap. 5.4.1), og der det ikke er det (kap. 5.4.2). For førstnevnte situasjon er det næringslivet selv som i hovedsak må initiere og gjennomføre de endringene som kan gjøres. For sistnevnte må myndigheter, næringsliv, forbrukere og eksterne aktører, i et samspill være med å initiere endringsprosessen.



Figur 12: Forholdet mellom ulike aktører for å utløse endringer

Den endringsprosessen som er ønsket, kan sammenlignes med en eksoterm reaksjon. Selv om det netto frigjøres energi i slike reaksjoner, må det tilføres aktiveringsenergi for å sette igang selve reaksjonen. En katalysator vil kunne senke behovet for aktiveringsenergi. Problemstillingen i dette kapitlet er hvem som skal ta "utgiften" å tilsette aktiveringsenergi, og hvordan katalysatorer for endringsprosessen kan utformes. Vi tar utgangspunkt i at det er ønskelig å dreie den industrielle utviklingen både på bedrifts-, bransje- og samfunnsnivå i en mer øko-effektiv retning. Sett i lys av bærekraftig utvikling er det nødvendig å ta hensyn til hva som skal endres, i hvilken retning, og hvor fort denne endringen må skje. Dette handler om industriell transformasjon og substitusjon av eksisterende tekniske systemer, infrastruktur, roller og regler, i tråd med industriell økologi tankegang (Ehrenfeld 1995).

5.4.1 Strategier for å utløse lønnsomme endringer

Bedrifters kostnadsbevissthet har tradisjonelt vært rettet mot økt produktivitet, ved å effektivisere arbeidskraft og produksjonskapasitet gjennom omorganiseringer, teknologisk utvikling, fusjonering, spesialisering og outsourcing. Øko-effektivitet er en annen og ofte komplementær strategi for produktivitet og kostnadsreduksjon, som dreier seg om å redusere innsatsen av naturressurser. Welford (2000) har karakterisert denne betydningen av øko-effektivitet som et eksempel på dårlig lederskap, og argumenterer for at det ikke burde være behov for et begrep som øko-effektivitet for å utnytte dette potensialet. Øko-effektivitet som strategi synes likevel å kunne bidra til å øke bevisstheten om dette potensialet.

Hvordan kan så næringslivet selv, både bedrifter og bransjeorganisasjoner, initiere og gjennomføre endringsprosesser? De ytre drivkreftene vil være myndighetskrav og krav fra markedet, og disse er i stor grad med å utløse endringer i bedrifter. Internt i bedrifter er det mest nærliggende å utnytte de interne drivkreftene og å redusere barrierene som er nevnt i kapittel 5.2, eksempelvis ved produktutvikling, innovasjon, organisasjon, ledelse, opplæring, samt justering av teknologiske og prosess tekniske forhold. På det operative nivået kan bedriftene kartlegge produksjonen og få en oversikt over alle material- og energistrømmer og innsatsfaktorer, i tråd med prosedyrene for tekniske miljøanalyser og energiøkonomisering (Amundsen 1999). På denne måten kan det avdekkes fysiske årsaksforhold, svake punkter og forbedringsmuligheter. Prosesskunnskap kan bidra til å gjennomføre endringer og resultere i renere produksjon eller teknologisk utvikling av nye og forbedrede produkter og prosesser.

Dette kan på det taktiske nivået føre til incentiver for innovasjon og nyskaping. Det er selvsagt mange drivkrefter som ligger til grunn for innovasjon av produkter og tjenester (Kline og Rosenberg 1986, Lundvall og Johnson 1994), men særlig er det viktig å etablere en lærende organisasjon som fremmer teknologisk utvikling og utvikle nærhet til markedet, om man skal utløse lønnsomme og varige endringer. Gjennom en slik dynamisk prosess vil også nye lønnsomme prosjekter kunne etableres. En generell miljøbevissthet blant de ansatte vil kunne utløse en dynamisk effekt som gjør at organisasjonen og systemet selv gjør forbedringer i retning en mer øko-effektiv bedrift.

På det strategiske nivået kan ledelsen initiere de endringsprosesser som de ser er nødvendige for å utnytte det økonomiske potensiale i forbedret øko-effektivitet.

På slutten av 80-tallet og begynnelsen av 90-tallet ble det utført en rekke myndighets-koordinerte vellykkede programmer for renere produksjon, i en rekke land (Freeman et al. 1992, Huising og Baas 1991, Allen 1993, Amundsen 1992, US EPA 1988). Renere produksjon programmet i Norge omfattet mer enn 200 små og mellomstore bedrifter, og ble oppfattet å være relativt vellykket (SFT 1994), i den forstand at programmet med relativt liten innsats utløste et stort antall vinn-vinn tiltak i ulike typer industri, der miljøinvesteringer ofte hadde en tilbakebetalingstid på mindre enn 0,5-1 år. Myndighetene avsluttet derfor sitt program i 1994, og overlot den videre satsing til industrien selv, blant annet med den begrunnelse at det her var snakk om så klare vinn-vinn tiltak at bedriftene ville ta hånd om dette på egenhånd. Siden den gang har derimot omfanget av denne type produksjonsorienterte renere-produksjon-prosjekter i norske bedrifter gått kraftig tilbake. Grunnen til denne tilbakegangen er hovedsakelig at små og mellomstore bedrifter er helt avhengig av at enkeltpersoner og ildsjeler, helst i ledelsen, har tid og kapasitet til å fokusere på dette, noe som ikke har vært tilfelle.

Amundsen (1999) har senere konkludert at disse tiltakene typisk sett kan realisere en varig faktor-3 forbedring m.h.t. avfall og utslipp, på bedriftsnivå, forutsatt at bedriften følger opp med å innarbeide systematisk miljøledelse, for eksempel i form av EMAS. Amundsen har også vist at forbedringene gjennomgående ikke har vært like gode for tiltak m.h.t. energiøkonomisering, og hevder at dette har årsak i at praktiseringen av EMAS på 90-tallet ikke har ivaretatt energiaspekter like godt som avfall

og utslipp, og at renere produksjon konsulentene som har bistått bedriftene ikke har hatt samme skoloring i energiøkonomisering som i avfall og utslipp.

Det er altså ikke automatikk i at lønnsomme miljøinvesteringer blir realisert, og at tiltak som utføres får en varig og høy effekt. På 90-tallet har nok de viktigste grunnene til dette vært manglende prioritet til feltet, tilfeldig oppfølging, mangelfull kunnskap, manglende rutiner for miljøledelse, og det faktum at andre oppgaver ofte gir langt høyere avkastning enn det selv lønnsomme kortsiktige miljøinvesteringer gir. I tillegg har det nok vært en for tilfeldig samhandling mellom bedrifter, myndigheter, konsulenter og forskningsmiljø (Forskningsnämnden 1998).

Det er tegn som tyder på at dette bildet er i ferd med å snu seg. Årsaken er den sterke introduksjonen av markedsbaserte krav til miljøledelse og miljøprestasjon som har vokst frem på slutten av 90-tallet. Miljøkravene viser seg nå særlig mot produkter og avfall, og støttes av verdikjede-reguleringer (Forlenget produsentansvar) og markedsbaserte miljøkrav bakover i leverandørkjedene (ABB 1996). Som en konsekvens av dette vil både produkt- og produksjonstekniske endringer fremtvinges, og bedriftene velger først de tiltak som gir klarest vinn-vinn eller som miljømessig er mest i konflikt med minstekrav fra miljømyndigheter eller kunder.

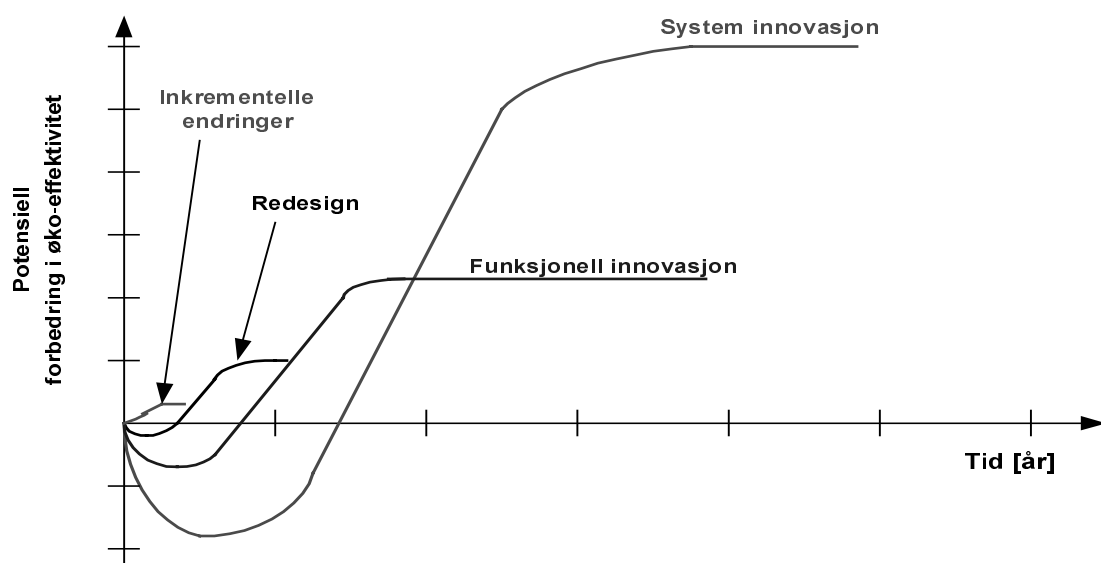
5.4.2 Strategier for å utløse endringer som i dag er ulønnsomme

Det er som regel ikke vanskelig å finne eksempler på fornuftige miljøtiltak i en bedrift, som vil gi betydelige miljøforbedringer, men som markedskreftene i dag ikke makter å utløse fordi de er ulønnsomme. Hensikten må være å gjøre disse lønnsomme eller tilstrekkelig attraktive i en mer langsiktig vurdering.

Hvilke endringer er dermed nødvendig å gjennomføre? Dette kan karakteriseres på mange måter, men Ehrenfelds todeling, gjengitt i kapittel 2, kan være et nyttig utgangspunkt. På den ene siden er det nødvendig med endringer i kritiske teknologier og infrastruktur i tilknytning til produktsystemer, etter prinsippene om forbedrede stoffstrømmer og materialbruk, lukkede kretsløp, dematerialisering og systematisering av mønstre for energibruk. Dernest, og like viktig er det å gjennomføre endringer i de roller og de regler for de aktører som påvirker og styrer slike kritiske teknologier og infrastruktur. Endringen må her skje etter prinsippene om å balansere industriell ressursbruk til naturlige

økosystemers kapasitet, tilpasse miljøpolitikken til industrielle utviklingsmønstre, og å skape nye tiltaks-koordinerende strukturer.

Det neste spørsmålet er *hvem* som kan initiere og gjennomføre de nødvendige endringsprosessene. Forbrukere (enkeltindivider, bedrifter og myndigheter) kan gjennom sine verdier og preferanser øke etterspørselen etter miljøriktige løsninger. Dette vil være et incentiv for næringslivet til å øke tilbudet av disse løsningene. Myndighetene, både politikere og forvaltning, kan utøve et press på næringslivet for å gjennomføre endringer, enten ved administrative eller økonomiske virkemidler. Myndighetenes rolle er å korrigere markedet og dets retning i forhold til overordnede samfunns mål. Myndighetene bør vurdere korrigerende tiltak når nødvendige miljøvennlige handlinger hindres av at de er ulønnsomme. Å gjennomføre endringer fra dagens tilstand innebærer at en må overvinne barrierer som nevnt i kapittel 5.2. Jo større endringen er, jo mer nødvendig er det at myndighetene initierer, katalyserer og styrer utviklingen. Dette er vist i Figur 13 nedenfor. X-aksen angir tid, mens y-aksen uttrykker potensielle forbedringer i øko-effektivitet som funksjon av tid (Røine et al. 2000).



Figur 13: Forholdet mellom grad av endring i eksisterende system og potensiell forbedring i øko-effektivitet

Fire mulige utviklingsbaner for miljøforbedring av et produkt eller system er tegnet inn; inkrementelle endringer, redesign, funksjonell innovasjon og system innovasjon. Inkrementelle endringer innebærer små forandringer på eksisterende produkter, og som grafen viser, gir dette umiddelbar

positiv virkning, men effekten over tid er ikke nevneverdig. En slik utviklingsbane kjennetegner små forbedringer i den tekniske øko-effektiviteten. Redesign handler om å gjøre større endringer på eksisterende produkt eller prosess, slik at det i et livsløpsperspektiv gir større miljøforbedringer enn de inkrementelle endringene gjør. Redesign krever imidlertid en initiell innsats av ressurser, og vil dermed i en startfase resultere i en redusert effektivitet. Den tredje utviklingsbanen, funksjonell innovasjon, handler om å tilfredsstillе den samme funksjonen som tidligere, men med helt nye produkter. Dette vil kreve store omstillinger som gir negative effekter i en startfase, men som i et lengre tidsperspektiv totalt sett har potensiale til å kunne gi en langt høyere øko-effektivitet enn de to foregående utviklingsbanene. Den siste utviklingsbanen, system innovasjon, handler om å gjøre fundamentale endringer i måten samfunnet og dets infrastruktur er strukturert på. Dette vil kreve store initielle investeringer, men i et langt tidsperspektiv vil kunne gi den klart største positive effekt. utfordringen blir å vite hvilke tiltak som er riktige på lang sikt, og å initiere tiltak i dag som vil kunne gi slike positive resultater på lang sikt. Eksempelvis vil en overgang til et energisystem basert på fornybare energikilder, kreve store omstillinger og investeringer de første årene før endringsprosessen er gjennomført. Et eksempel i Norge er en systematisk introduksjon av vannbåren varme som åpner store muligheter ved hjelp av varmepumpe-teknologien.

6. Diskusjon: Svar på nøkkelspørsmål til Fagpanelet

6.1 Hvor hensiktsmessig er øko-effektivitet som verktøy mot et bærekraftig samfunn?

Kapittel 4 konkluderte med at øko-effektivitet er et viktig, men ikke tilstrekkelig, verktøy mot et bærekraftig samfunn. Dette svaret på spørsmål 1 til Fagpanelet skal belyse *hvor* viktig eller hensiktsmessig øko-effektivitet er. For å kunne si noe om dette, må det identifiseres kriterier for å vurdere grad av hensiktsmessighet. Øko-effektivitetsbegrepet hensiktsmessighet er også avhengig av hvilken systemdefinisjon og hvilke systemgrenser som legges til grunn for analysen, og spesielt skillet mellom funksjonell og teknisk øko-effektivitet vil her stå sentralt. Hensiktsmessigheten vil øke ved større fokus på funksjonell øko-effektivitet.

For å kunne bedømme om tiltak bidrar til å styre utviklingen mot en bærekraftig framtid er det naturligvis av avgjørende betydning at i har en operativ forståelse av bærekraftighetsbegrepet. Menneskelig overlevelse på lang sikt kan ikke frakoples de økologiske realiteter. Opprettholdelse av økosystemer er derfor en klar forutsetning for bærekraftig utvikling, men ikke identisk med bærekraftig utvikling. En annen like klar forutsetning er en velutviklet erkjennelse at romskipet Jorden er et lukket system. Derfor må bæreevne-begrepet operasjonaliseres. Selv om vi ikke har en fullstendig og praktisk forståelse av bærekraft-begrepets mange utfordringer, er det etter Fagpanelets oppfatning selvsagt at øko-effektivitet er en miljøpositiv strategi ved å vektlegge ressursproduktivitet og minimalisere miljøpåvirkninger. Fagpanelet ønsker imidlertid å påpeke at fokus på ressursproduktivitet ikke representerer noen nødvendig kursendring, men heller en forsinkelse i å nå naturens tålegrenser. Dersom tiden som forsinkelsen frigjør, brukes til å utrede den fundamentale forståelse kursendringen krever og å faktisk gjennomføre kursendring, kan øko-effektivitet være en avgjørende strategi mot bærekraftig utvikling.

Hva som kan ansees som en god forvaltning av naturressursene, ble beskrevet i kapittel 2.1. Dette danner grunnlaget for miljømessige tilstandskriteriene i et bærekraftig samfunn:

- ◆ Uttak og forbruk av fornybare ressurser må ikke overstige rentene av naturkapitalen i det aktuelle lokale/regionale/nasjonale området
- ◆ God forvaltning av ikke-fornybare ressurser innebærer at ressursuttaket må vurderes i forhold til totalt tilgjengelige mengder av disse ressursene og i forhold til substitusjonsgraden av fornybare ressurser som dekker den samme funksjonen.
- ◆ Utslipp må vurderes utfra de aktuelle resipient-ressursenes evne til å håndtere utslippet

De økonomiske tilstandskriteriene er mer problematisk. Som diskutert i kapittel 4 og 5, kan det argumenteres for at det økonomiske systemet er et subsystem til det økologiske systemet, og derfor kan det hevdes at de økonomiske tilstandskriteriene ivaretas gjennom de miljømessige. De sosiale tilstandskriteriene kan avledes fra diskusjonen i kapittel 4, der sosialt ansvar og rettferdig fordeling av ressurser mellom Nord og Sør og mellom dagens og fremtidige generasjoner, ble fremhevet som to viktige kriterier.

Det kan videre utledes noen endringskriterier:

- ◆ Øko-effektivitet må ha kraft i seg til å utløse og gjennomføre endringer i retning av en tilstand som beskrevet av tilstandskriteriene over, både på bedrifts- og samfunnsnivå.
- ◆ Øko-effektivitet må resultere i en endringstakt som er høy nok

Øko-effektivitet kan være et hensiktsmessig verktøy dersom endrings- og tilstandskriteriene i så stor grad som mulig tas hensyn til i strategiske beslutningsprosesser og i den operasjonelle gjennomføringen. Eksempelvis vil øko-effektivitet kunne være hensiktsmessig dersom det inntar en tilstrekkelig lang tidshorison, dersom det bidrar til miljøriktig innovasjon, til læringsprosesser og kreativitet, til dynamiske endringsprosesser ikke bare på bedriftsnivå, men også på samfunnsnivå, og dersom den funksjonelle øko-effektiviteten også vektlegges. I tillegg vil forbedret øko-effektivitet resultere i at ressurser frigjøres til å gjennomføre substitusjoner av gammel teknologi med ny teknologi, noe som er helt nødvendig for å få til en overgang til et samfunn eksempelvis basert på fornybare energikilder. En annen grunn til at øko-effektivitet kan være et hensiktsmessig verktøy er at det er i tråd med den effektiviserings-tankegangen som ligger til grunn i enhver industriell virksomhet, og næringslivet er dermed godt "trent" til å se potensialet som ligger der. Et ytterligere moment er at næringslivet er både en betydelig premiss-

leverandør og en endringsaktør, og dette potensialet kan næringslivet utnytte ved å fokusere på øko-effektivitet. Hensiktsmessigheten er imidlertid avhengig av hvilket tidsperspektiv og geografisk perspektiv dette sees i.

Dersom vi imidlertid konkluderer med at øko-effektivitet ikke er tilstrekkelig for å nå en bærekraftig utvikling, kan det spørres: Hva er alternativet, eller supplementet, til effektivisering? Som diskutert over er øko-effektivitet positivt, og alternative strategier må derfor komme som et supplement til dette. Svakheten ved øko-effektivitet, som omtalt i kapittel 4, er at det ikke tar innover seg verken rettferdig fordeling mellom Nord og Sør, og til en viss grad heller ikke mellom generasjoner. Begrepene "økologisk fotavtrykk" og "økologisk andeler" gjør dette. Videre inkluderer ikke øko-effektivitet den totale belastningen på naturressursene, noe eksempelvis begrepet "naturens bæreevne" gjør. Spørsmålet er hva de ulike aktørene, det være seg forbrukere, næringsliv, media, politikere og forvaltning, kan gjøre annerledes. Næringslivet vil alltid være opptatt av effektivisering, men gjennom en omdefinering av sin funksjon vil det være muligheter for konseptuelt nye løsninger. Dette ligger i forlengelsen av funksjonell øko-effektivitet, men med et enda tettere samarbeid mellom forbruker og produsent. Det kan også være mulig å se for seg en industriell utvikling der verdiskapning uttrykkes på en annen måte, og andre kvaliteter og goder også inkluderes. Det samfunnsøkonomiske regnestykket bør settes opp annerledes, men det er igjen viktig å innta et globalt perspektiv på en slik tilnærming. Videre kan forbrukere omdefinere sitt "mål" som dermed vil kunne skape nye behov og funksjoner. Dette kan myndigheter bidra til gjennom holdningsskapende arbeid (awareness raising) og gjennom økonomiske virkemidler. Næringslivet vil uansett være opptatt av å produsere produkter og tjenester så effektivt som mulig, men nå med en ny retning/kurs på sin produksjon.

6.2 Hvilke drivkrefter står bak og hvilke barrierer er til hinder for bedriftenes øko-effektive handlinger?

Øko-effektivitet uttrykker forholdet mellom verdiskapning og miljøbelastning. Men hva er en øko-effektiv handling? En enkel forklaring er at en øko-effektiv handling resulterer i at størrelsen på dette forholdet øker, enten ved at verdiskapningen øker mer enn miljøbelastningen, eller ved at verdiskapningen reduseres mindre enn miljøbelastningen. En slik

fortolkning innebærer at en handling kan være øko-effektiv selv om miljøbelastningen øker!

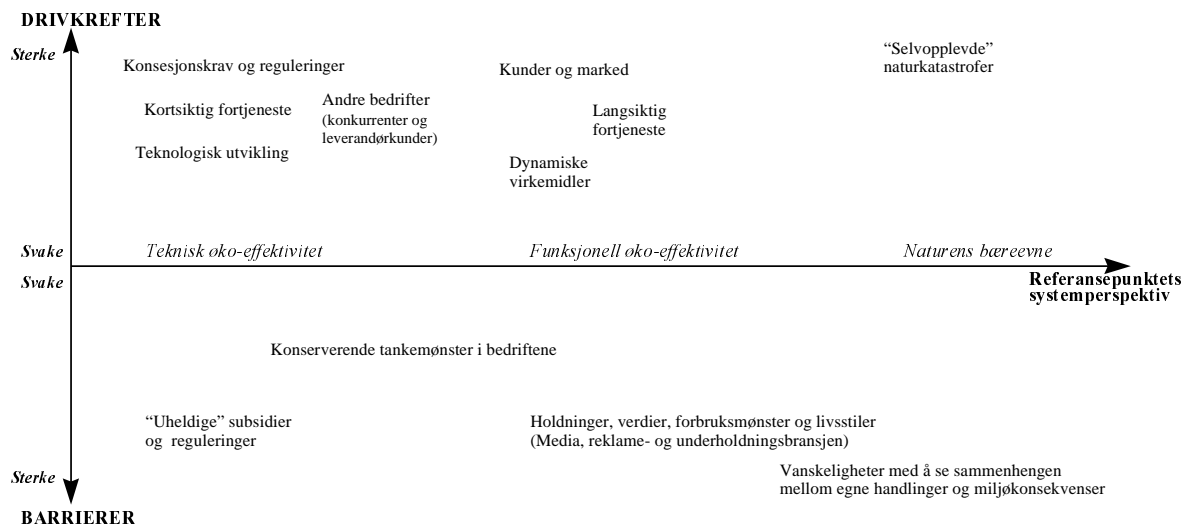
En annen mulig forklaring på hva en øko-effektiv handling er, kan ta utgangspunkt i hvilken miljømessig slutteffekt handlingen har og deretter sette som et krav at denne miljøbelastningen ikke skal øke. En øko-effektiv handling innebærer i en slik fortolkning at størrelsen på forholdet mellom verdiskapning og miljøbelastning øker som følge av stigende verdiskapning ved konstant eller redusert miljøbelastning.

Disse to alternative måtene å forklare hva en øko-effektiv handling er, fordrer begge et referansepunkt slik at vi vet i forhold til hva øko-effektiviteten er forbedret eller i forhold til hva miljøbelastningen har blitt redusert.

Det vanligste referansepunktet er at det gjøres en sammenligning med andre alternative handlinger. Som forklart i kapittel 3.1 innebærer både teknisk og funksjonell øko-effektivitet en slik tilnærming. Det er svak eller ingen sammenheng med bærekraftig utvikling. I en slik kontekst er det berettiget å snakke om øko-effektive handlinger i bransjer som opplagt ikke har en bærekraftig profil, ettersom det ikke kan stilles et objektivt/eksternt minstekrav til handlingen. Eksempelvis kan utvinning av olje vanskelig beskrives som en bærekraftig handling, men et oljeselskap kan allikevel gjøre øko-effektive handlinger dersom det sammenlignes med andre alternative handlinger (eksempelvis dagens løsning), og det skjer forbedringer i forhold til disse. Mange oljeselskaper, blant annet Statoil og Shell, profilerer seg ikke lenger som oljeselskaper, men derimot som energiselskaper. Overgangen til dette illustrerer en funksjonsorientering, i retning funksjonell øko-effektivitet, og handlinger må vurderes opp mot andre energikilder, eksemplvis solenergi og vindkraft, og ikke mot den tradisjonelle oljebransjen.

Figur 14 nedenfor viser drivkrefter og barrierer plassert i forhold til det systemperspektivet som referansepunktet for å vurdere en øko-effektiv handling har. Referansepunktene er vist på x-aksen som teknisk øko-effektivitet, funksjonell øko-effektivitet og naturens bæreevne. De viktigste drivkreftene for bedrifter synes å være myndighetenes reguleringer og eksisterende eller fremtidige krav fra marked og kunder, samt økt konkurransekraft (Bratlebø et al. 1999). Myndighetenes reguleringer kan imidlertid også være en barriere, eksemplvis gjennom subsidiering av virksomheter med sterk miljøbelastning

(Forskningsnämnden 1998). Rene fiskale avgifter vil også kunne virke som en barriere for å utløse nødvendige endringer, mens riktig fastsatte "grønne" avgifter kan være hensiktsmessige. Et globalt perspektiv på slike avgifter er imidlertid viktig for å oppnå riktig prising av ressursforbruk i en global økonomi. Av de interne drivkreftene er krav til inntjening og de ansatte viktigst. De viktigste barrierene er subsidier og reguleringer som ikke fremmer øko-effektive handlinger, samt holdninger og vanskelighetene med å se konsekvensene av egen handling.



Figur 14: Drivkrefter og barrierer i forhold til referansepunktets systemperspektiv

6.3 Hvordan kan øko-effektivitet operasjonaliseres i et industrielt perspektiv?

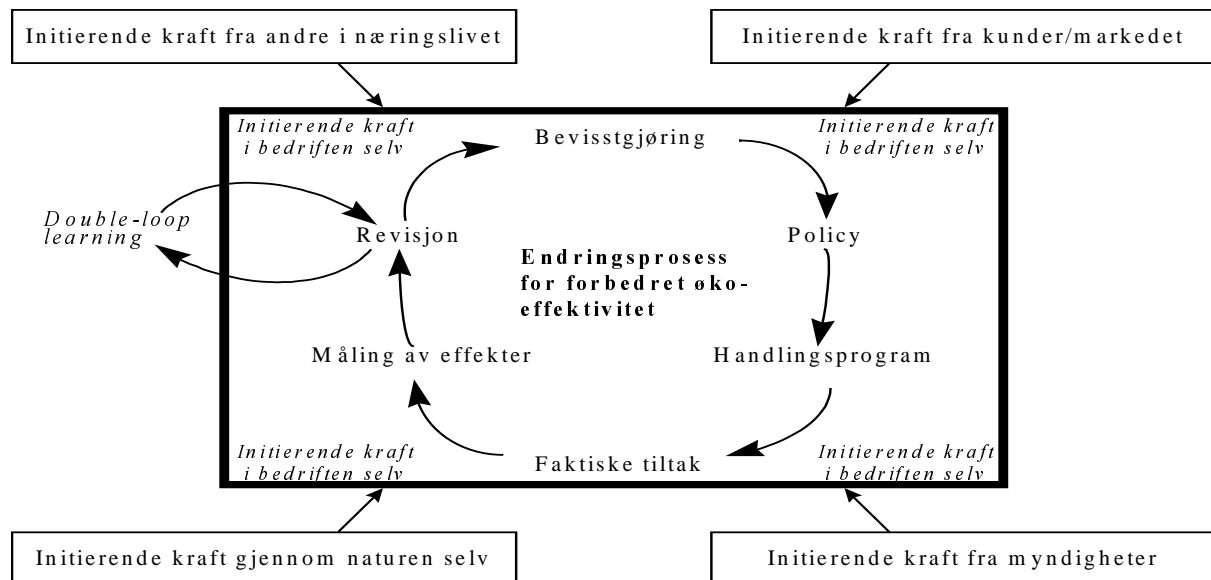
6.3.1 Implementering av øko-effektivitet i bedrifter

Operasjonalisering av øko-effektivitet i industriell virksomhet kan sees på som en naturlig utvikling av HMS-arbeid i industrien. Miljødelen av HMS-arbeidet har hittil vært fokusert på arbeids- og innemiljø, og ikke i så stor grad på det ytre miljøet. Et utvidet systemperspektiv og en mer ekstern orientering gjør det naturlig å se på arbeid med øko-effektivitet som en naturlig utvikling av det arbeidet som bedrifter allerede har gjort på HMS, i takt med krav fra myndigheter og marked (Marstrander 1994).

Å operasjonalisere innebærer å sette ting ut i livet. En miljørapport fra en bedrift kan dokumentere miljø- og økonomiprestasjoner, og den kan bidra

til debatt og til økende bevissthet og kunnskap om miljøutfordringen. Det er imidlertid ikke rapporten i seg selv som er med på å forbedre miljøtilstanden. Det er i såfall ringvirkningene av en slik rapport på forbrukeres, bedrifters og myndigheters senere handlinger som har betydning for miljøtilstanden. Det som også kreves er derfor *faktisk handling*. Spørsmålet om hvordan øko-effektivitet kan operasjonaliseres i et industrielt perspektiv kan derfor sies å handle om hvordan bevissthet rundt øko-effektivitet kan *skapes og implementeres*, hvordan øko-effektivitet kan *utløse faktisk endring* og hvordan øko-effektivitet kan *måles*.

Den enkleste formen for operasjonalisering av øko-effektivitet på bedriftsnivå er derfor å kunne måle og dokumentere økonomisk og økologisk prestasjon gjennom operasjonalisering av brøken som omtalt i kapittel 3.3. Dette kan skje gjennom identifisering av indikatorer og parametre som bedriften oppfatter som hensiktsmessige og beskrivende for sin virksomhet. En atskillig mer utfordrende operasjonalisering er å utløse endringsprosesser som fører til faktiske endringer og forbedringer i øko-effektiviteten. Det er imidlertid ikke nødvendigvis slik at handling i seg selv er tilstrekkelig, for handlingene må også *peke i riktig retning* og være i tråd med hva som oppfattes som miljøriktig. Dette avhenger av hva som er referansepunktet for vurderingen, som diskutert i kapittel 6.2.



Figur15: Operasjonalisering av øko-effektivitet i en bedrift

Innenfor rektangelet i Figur 15 ovenfor vises en endringsprosess internt i en bedrift. Endringsprosessen kan sees på som et hjul som drives framover

av elementene i prosessen. Som nevnt i kapittel 5.4 kan endringsprosessen initieres enten av ytre krefter (myndigheter, marked/kunder, andre bedrifter i næringslivet eller naturen selv gjennom naturkatastrofer og lignende) eller interne krefter i bedriften.

Selve endringsprosessen er bygget opp rundt samme logikk som miljøledelsessystemet EMAS. Det er viktig å oppnå en bevisstgjøring omkring behovet for å fokusere på øko-effektivitet, både på operasjonelt og på strategisk nivå. Dette kan eksempelvis skje gjennom dokumentasjon om dagens "tilstand for øko-effektivitet" for bedriften. En slik bevissthet vil kunne gjenspeiles i en uttalt policy eller strategi for forbedring av øko-effektiviteten. Dette kan være eksempelvis satsing på miljøledelsesystemer (ABB 1996), planer om etablering av bedriftsspesifikke lukkede sløyfer (Polimoon 2000) eller planer om etablering om produsentansvar sammen med andre bedrifter for lukking av sløyfer (MD 1995). Et hovedpoeng er at hensyn til forbedret øko-effektivitet må integreres i de strategiske beslutningsprosesser som skjer i bedriftene. Helst bør de være (moralsk) grensesettende for de aktiviteter som bedriften skal gjennomføre (Ehrenfeld 2000, Randers 2000, Welford 2000). Dette vil igjen kunne resultere i handlingsplaner.

Alt det som hittil er beskrevet, er imidlertid bare nødvendige "forberedelser" for å kunne gjennomføre faktiske endringer og tiltak. Det er i denne sammenhengen viktig for bedriften både å fokusere på den funksjonelle og den tekniske øko-effektiviteten. Ved først å se på hvilken konseptuell løsning som skal benyttes utfra hvilke behov som eksisterer hos forbrukeren (funksjonell øko-effektivitet), for deretter å fokusere på teknisk øko-effektivitet for å utnytte tilførte ressurser for denne løsningen i størst mulig grad, kan god ressursforvaltning oppnås. Siden må dette kunne måles og dokumenteres gjennom indikatorer og parametre for øko-effektiviteten. For at dette ikke bare skal bli en bedriftsintern øvelse, er det viktig å ha utenforstående instanser til å kunne revidere det som er gjort. Hjulet er beskrevet som en enkel sløyfe (single loop). Gjennom revisjonen, og for så vidt de andre fasene av sløyfen også, kan bedriftens praksis bli konfrontert med en annen sløyfe som gjenspeiler om det som gjøres, er i tråd med det samfunnet ønsker. Dette kan eksempelvis være krav til bærekraftighet og langsiktighet. Dette må integreres i operasjonaliseringen av øko-effektivitet på bedriftsnivå, for at bedrifter skal kunne bidra til de samfunns mål som gjelder. Det oppnås en "double loop learning". Dette, sammen med den interne revisjonen, gir dermed innspill til ny (og forbedret) bevissthet omkring øko-effektivitet.

Denne prosessen er viktig for å forstå hvordan øko-effektivitet kan implementeres i industriell virksomhet. Vi vil imidlertid gå litt nærmere inn på de to hovedpunktene i operasjonaliseringen av øko-effektivitet; i) Måling og dokumentasjon gjennom operasjonalisering av brøken og ii) det å utløse endringer.

6.3.2 Operasjonalisering av brøken

Ved beregning av øko-effektivitet er operasjonaliseringen av verdibegrepet og av miljøbelastning helt sentralt, men problematisk. Den vanligste måten å måle verdi og verdiskapning på, både på bedriftsnivå og samfunnsnivå, er gjennom priser/penger. Verdi er noe som kan relateres til behov eller nytte hos den som gjør verdivurderinger, og verdien på et gode reflekterer således markedets betalingsvillighet for å få tilgang på og nytte av dette godet. I dette perspektivet er det uproblematisk å ta utgangspunkt i WBCSDs definisjon av begrepet, og benytte eksempelvis salgsverdi eller fortjeneste som indikatorer på verdiskapning. WBCSD (Keffer et al. 2000) foreslår videre, som vist i Tabell 2, noen indikatorer som skal reflektere verdien på den funksjonen som produktet yter. Slike indikatorer vil i større grad kunne reflektere den funksjonelle øko-effektiviteten, da det vil kunne være et kvalitativt verdimål for denne funksjonen som skal leveres. Fortsatt vil imidlertid pengeverdi være den reelle indikatoren.

Det er imidlertid flere argumenter som taler imot en slik tilnærming. For hva er egentlig verdiskapning? Ifølge Daly (1997) er den vanlige økonoms oppfatning av verdiskapning å omstrukturere materiale og energi til nyttige former (produkter og tjenester). "The value of this useful structure imparted by labor and capital is called "value added" by economists. This value added is what is consumed, that is, used up in consumption" (s 62.). Daly hevder imidlertid at det som egentlig er konsumert er "not only the value we add to matter, but also the value that was added by nature before we imported it into the economic subsystem". En verdiskapning i det økonomiske systemet vil kunne føre til en verdireduksjon av naturens verdi dersom naturressursene ikke forvaltes i tråd med tilstandskriteriene i kapittel 6.1. Av dette kan det utledes tre motforestillinger til å benytte pris/penger som indikator på verdiskapning.

For det første er betalingsvillighet et uttrykk for hvordan dagens befolkning vurderer verdien av goder. Grunnet mangel på fullstendig informasjon og kunnskap om verdien av mekanismer i økosystemene og miljøkonsekvenser av dagens handlinger, reflekterer dette ikke

nødvendigvis de krav som må stilles til bærekraftighet. I dag er det eksempelvis ikke dyrere å bruke den siste prosenten av en ressurs enn det er å bruke den første. I et økologisk perspektiv (buffereffekt) er dette ikke riktig.

For det andre er det ikke alltid at det eksisterer et marked for alle goder, og det er heller ikke alle behov som kan uttrykkes, eksempelvis fremtidens generasjoners behov. Dette er hovedsakelig fordi det ikke er gjengs oppfatning at det er knapphet på slike ressurser, muligens med unntak av drikkevannsressurser. Dette resulterer i at det ikke er alle goder som har en verdi som kan uttrykkes i penger. Goder i biosfæren, eksempelvis vann, luft, biologisk mangfold osv., er typiske eksempler på det. Disse godene er imidlertid helt nødvendige for mennesker, og de har dermed en verdi. Problemet ligger i å kunne reflektere denne verdien på en hensiktsmessig måte slik at de kan sidestilles og sammenlignes med andre verdier (felles og private) i teknosfæren. Spørsmålet er dermed om vi kan se for oss at verdier i samfunnet uttrykkes med andre indikatorer enn penger.

Det tredje poenget knyttet til verdisetting er en fundamental problemstilling som kan beskrives som tidsverdien av penger. Dette begrepet fratar fremtiden stemmerett siden neddiskontering til nåverdi gjør alle fremtidige miljøkostnader beskjedne og vanskeliggjør ytterligere det krevende politiske dilemma å avveie det kortsiktige mot det langsiktige. For å overleve på kort sikt tvinges vi systematisk til valg av løsninger som vanskeliggjør overlevelse på lang sikt.

Operasjonalisering av nevneren i brøken, miljøbelastning, bør ta utgangspunkt i tilstandskriteriene nevnt i kapittel 6.1. Både tilførsel av ressurser for å produsere, bruke, vedlikeholde og gjenvinne et produkt, en infrastruktur eller en tjeneste og utslipp fra alle faser i et livsløp er benyttet som indikatorer for miljøbelastning. Det kontroversielle ved disse indikatorene er at de ikke nødvendigvis reflekterer den *direkte* miljøbelastningen, verken i tid eller rom.

Dette kan illustreres ved å bruke papirforbruk som eksempel. Det vi dypest sett vil redusere er miljøbelastningen i form av overgjødsling og helsefarlig luftforurensning. Overgjødsling fører til redusert siktedyp og uønskede endringer i fisket og bunndyrfaunaen. Helsefarlig luftforurensning betyr økning i antall personer utsatt for luftveislidelser og økt risiko for lungekreft. En indikator for miljøbelastning uttrykt på denne måten er sjelden lett tilgjengelig. Å finne sammenhengen mellom et

utslipp til vann eller luft og de økologiske eller helsemessige virkninger (dose-respons) krever ofte avanserte beregningsmodeller. Det kan også være vanskelig å bedømme naturens bæreevne og hvilke grenesverdier for akseptabel luftkvalitet som skal benyttes.

Tall for utslipp til vann eller luft er lettere å registrere. Ved å benytte utslippstall klarer vi ikke eksakt å beskrive virkningen på vannmiljøet eller menneskers helse. Resipientens tilstand og skorsteinshøyde vil ha stor betydning. I tillegg kan det diskuteres hvor stor del av utslippene gjennom papirets livsløp bedriften skal rapportere. Er det bare utslipp fra avfallsbehandlingen? Skal transport av papiret være med? Skal produksjonsutslipp inngå? Hva med miljøbelastningen ved uttak av tømmer?

Et alternativ er da å benytte forbruk av papir som en indikator. Dette er lett å registrere og er i tråd med prinsippet om å angripe miljøproblemene nærmest mulig der de oppstår. Redusert papirforbruk vil utvilsomt bidra til å redusere miljøbelastningen. Ulempen er at registrert papirforbruk ikke sier noe eksakt om type, størrelse og omfang av de økologiske og helsemessige konsekvensene.

Hinterberger et al. (1994) argumenterer med at ved å inkludere indikatorer for både tilførsel av ressurser og indikatorer for utslipp, så regnes miljøkonsekvensene to ganger. Som vist i kapittel 2 kan imidlertid resipienten sees på som en ressurs, og denne påvirkes av de økologiske konsekvenser av utslipp og avfall, og derfor er det slik sett ikke dobbelttelling av miljøbelastning. Utslipp i seg selv er imidlertid ikke en fullgod indikator for de påvirkningene som resipienten får. De økologiske konsekvensene av utslipp har, som argumentert i kapittel 2, vel så mye med resipientens evne til å håndtere utslippet som mengde og kvalitet på utslippet. Resipientens robusthet har med andre ord avgjørende betydning for de økologiske konsekvensene av utslipp og avfall.

Når øko-effektivitet skal operasjonaliseres, er det nødvendig å definere hvilket system som skal analyseres, og hvilket referansepunkt som benyttes. Er det kun øko-effektiviteten i selve produksjonsfasen som skal beregnes eller skal også bruksfasen og etterbruksfasen inkluderes? Ettersom det er tap av ressurser (det vil si ikke optimal ressursutnyttelse) i alle ledd i et produkts kretsløp, er det nødvendig å inkludere alle disse leddene. Øko-effektivitet angis som et kvantitativt mål, og det sier lite om hva som kvalitativt sett er god ressursbruk. Det er en kjent sak at det er råflott å fyre med mahogny i peisen, fordi da benyttes det en trekvalitet

som ikke er nødvendig for å oppnå ønsket nytte. Tilsvarende er det å bruke høyverdig elektrisitet til oppvarming av boliger, som kun krever lavverdig energi, å sløse med energiresursene. Dette handler om energikvalitet (exergi), og det samme prinsippet bør også gjelde for bruk av materialressurser. Det å bruke materialkvalitet som er akkurat god nok til å tilfredsstille de behov som bruker har, er god ressursutnyttelse. Da kan en kaskade effekt oppnås, som gjør at materialet kan benyttes flere ganger (gå i sløyfer) og da til formål som ikke stiller så høye materialkrav. Dette handler altså om å ta hensyn til hva som er den alternative bruken av ressursen. Dette er et aspekt som må inkluderes i valg av indikatorer for å vise miljøbelastning fra en aktivitet.

Øko-effektivitet kan også operasjonaliseres på samfunnsnivå for å uttrykke sammenhengen mellom verdiskapning (BNP) og miljøbelastning. I Stortingsmelding 8 (1999-2000) heter det at utviklingen i produserte avfallsmengder må være vesentlig lavere enn den økonomiske veksten.

Øko-effektivitet kan i så måte være en nyttig indikator, og dette understrekes også av European Environment Agency (2000).

Økoeffektivitet er imidlertid ikke operasjonalisert i dag hos norske myndigheter, men i arbeidet med resultatmåloppfølgingen kan dette integreres. Ellers synes det nødvendig å kunne anvende øko-effektivitet i sektordepartementene, eksempelvis Handels- og næringsdepartementet, Samferdselsdepartementet, Olje- og Energidepartementet og Finansdepartementet, spesielt i forhold til krav til rammer for tildeling av forskningsmidler, prosjekter og tiltak og til lån fra SND. Dette kan sees i sammenheng med de sektorvise miljøhandlingsplanene som nå er under utvikling, men det er behov for å standardisere begrepet i større grad enn nå for å kunne brukes av myndighetene.

Vi har tatt utgangspunkt i definisjonen til WBCSD for operasjonalisering av øko-effektivitet. Avslutningsvis er det nyttig å spørre om det er mulig å operasjonalisere øko-effektivitet på en annen måte. Eller er det bare å gjennomføre en helhetlig og systematisk operasjonalisering av verdibegrepet og miljøbelastningen som er utfordringen.

6.3.3 Å utløse endringsprosesser

Operasjonalisering av brøken i kapittel 6.3.2 er viktig for å kunne måle og dokumentere en bedrifts øko-effektive prestasjon. I dette avsnittet skal vi se på hva ulike aktører konkret kan gjøre for å utløse de endringsprosessene som må til for å forbedre øko-effektiviteten.

Endrede krav fra både marked, kunder og myndigheter kan bidra til å iverksette endringsprosesser internt i bedrifter. Kunder og marked er opplagt en sterk drivkraft, men det er ikke nødvendigvis slik at de pr. i dag faktisk krever av næringslivet et økende fokus på miljøprofil og faktisk miljøprestasjon enn tidligere. I Tyskland er det imidlertid en slik trend, og dette betyr at kunder er mer miljøbevisst i sine kjøpsvaner og til en viss grad villig til å betale mer for en vare som er mer "miljøriktig" enn alternativet. Det til enhver tid rådende kjøps- og forbruksmønster vil dermed stille krav til omstillingsevne i næringslivet. Det skal bemerkes at næringslivets påvirkningskraft gjennom reklame og produktutvalg er med på å *skape* dette forbruksmønsteret, og øko-effektive bedrifter vil ha en betydelig mulighet til å skape et mer miljøvennlig forbruksmønster. Den indre dynamikken i næringslivet er med på å utløse endringer. Den enkelte forbrukers miljøkrav fører til at produsenter av sluttprodukter setter tilsvarende krav til sine leverandører av råvarer og tjenester. Det er også mer vanlig å inngå i strategiske allianser mellom bedrifter med komplementære egenskaper for på den måten å styrke konkurranseevnen. Dette krever endring. Som beskrevet i kapittel 6.3.1 kan bedriftene internt foreta beslutninger og gjennomføre faktiske tiltak som er med å forbedre øko-effektiviteten. HMS-arbeid i bedrifter har vist betydningen av å kunne sette djerpe mål for å oppnå fremgang på et området. Erfaringene viser at målene må være både visjonære og realistiske, og på den måten kan ledelsen og de ansatte skape en virkelighet som eksempelvis sier at "alle ulykker kan unngås". Det samme kan gjøres dersom forbedret teknisk eller funksjonell øko-effektivitet er målet. Et ambisiøst mål kan settes "langt" frem i tid, og så må planer, strategier, rutiner og organisasjonsstruktur legges til rette for å oppnå dette. Dette kalles for "back-casting". Thomas-teoremet sier at "hvis vi definerer en situasjon som virkelig, blir den virkelig i sine konsekvenser" (Thomas og Mead 1936), og både ledelsen og de ansatte er betydelige aktører for å bidra til dette. Dette kan bidra til faktiske endringer, til teknologisk utvikling og innovasjon, forskning og større ansvar til de ansatte. Det er også flere bedrifter som ser verdien i det å kunne tilby et produsentansvar for sine kunder, noe som innebærer at de plikter å ta tilbake produktet etter endt bruk for på den måten å skape kundelojalitet og reduserte kostnader.

Myndighetene har, som Figur 12 viser, en sentral rolle for å utløse endringsprosesser, og de kan rette sine tiltak både internt i offentlig sektor/forvaltning, direkte mot næringslivet, eller mot forbrukerne som igjen har en interaksjon med næringslivet. Offentlig sektor er en betydelig kunde i markedet. Ettersom forbrukssiden er minst like viktig som

produksjonssiden i miljøutfordringen, kan offentlig sektor, på lik linje med det private næringsliv, initiere og gjennomføre øko-effektive tiltak som redusert energi- og ressursforbruk i daglig virksomhet, miljøledelsessystemer og lignende. Grønn Stat-prosjektet (MD/SFT) og Grønt Innkjøp-prosjektet (GRIP) er eksempler på gode tiltak som vil få positive ringvirkninger til andre deler av den offentlige sektor og til næringslivet. Politikere og forvaltning kan påvirke forbrukere gjennom virkemidler og tiltak, og spesielt innsats knyttet til økende bevissthet omkring og forståelse for miljøtrusselen er interessant (awareness raising). Tiltak som påvirker våre holdninger, vår livsstil og vårt forbruksmønster er viktige. Dette kan gjøres gjennom kommunikasjon, gjennom opplæring av befolkningen, gjennom bokprosjekter, gjennom opplæring i skolen og lignende. Dette kan resultere i at folk setter en høyere verdi på naturressursene enn det som tidligere er gjort. Myndighetene kan også påvirke forbrukerne til adferdsendring gjennom økonomiske virkemidler som skatter og avgifter, og gjennom juridiske virkemidler. Forbrukerens rolle i arbeidet mot et bærekraftig samfunn, må ikke undervurderes, og tiltak rettet mot denne gruppen er derfor viktig.

Myndighetene kan også rette virkemidler og tiltak ovenfor næringslivet. Myndighetenes oppgave er, gjennom langsiktige og stabile rammebetingelser, å korrigere for markedssvakheter slik at samfunnet som helhet har en ønsket utvikling. Å synliggjøre knapphet på de ressurser som ikke er ønskelig å overbeskatte, må stå sentralt i utformingen av myndighetenes virkemidler og tiltak. Gjennom eksempelvis grønne skatter kan myndighetene skape nye vinnvinn situasjoner for bedriftene. Videre kan myndighetene sette krav til at prosjekter skal tilfredsstillende en viss standard, enten gjennom utslippstillatelser, beste tilgjengelige teknikker (BAT) eller prestasjonsmål. I denne sammenhengen er forlenget produsentansvar gjennom forhandlede avtaler som et dynamisk virkemiddel interessant. Produsentansvaret kan utløse endringer innad i næringslivet og enkeltbedrifter som ellers ikke ville ha skjedd. Målet er at dynamikken i systemet skal virke gjennom hele verdikjeden slik at systemet blir "selvgående", og sikre langsiktige systemendringer og innovasjon. Virkemidlene må også ta hensyn til at konkurranseutsatte sektorer med stor eksportandel, ikke mister konkurransevne ved særnorske skatter og avgifter, slik at konsekvensen blir at norsk virksomhet flagges ut og erstattes av mindre miljøvennlig utenlandsk virksomhet. Myndighetene må også jobbe for internasjonale avtaler for de globale miljøproblemene.

Myndighetene har også en rolle å spille for å kunne bære den risikoen det er å investere i et langsiktig perspektiv. Den risikoen tar som regel ikke næringslivet. En trend er imidlertid et økende samarbeid både mellom myndigheter og næringsliv og mellom diverse aktører i næringslivet, og ved å spre risikoen på flere aktører kan dette være et attraktivt alternativ til rene myndighetsinitierte tiltak.

Styrkeforholdet mellom de ulike aktørene som omtales her, påvirkes også av aktører som frivillige organisasjoner, media og reklamebransjen. Avslutningsvis kan det sies at hvordan øko-effektivitet operasjonaliseres, avhenger av hvilket industrielt perspektiv som legges til grunn. Miljøutfordringen krever at vi gjør ting på en annen måte, vi må tenke annerledes. Det industrielle perspektivet kan derfor både være den nåværende nyklassiske markedøkonomien, eller den fremtidige industrielle virkelighet som beskrevet i kapittel 5.3, med funksjonsøkonomi og sirkulær økonomi, og potensiell endring avhenger av hvilket perspektiv som ligger til grunn. Uansett er det viktig å kunne operasjonalisere både den tekniske og den funksjonelle øko-effektiviteten.

6.4 Hvilke potensielle gevinster får samfunnet av bedriftenes øko-effektive handlinger?

Randers (2000) foreslår 5 potensielle gevinster for samfunnet som følge av bedrifters øko-effektive handlinger. For det første vil øko-effektive handlinger gi "mindre miljøbelastning, i form av lavere ressursuttak og lavere utslipp pr forbrukt enhet, og dermed et renere miljø". Et økt fokus på renere produksjon og dematerialisering har eksempelvis redusert forbruket av energi og stål med 40 % pr BNP-enhet de siste 25 årene.

Den andre gevinsten er at øko-effektive handlinger kan redusere den enkelte forbrukers økologiske fotavtrykk, noe som muliggjør et større antall verdensborgere på et høyt forbruksnivå. Dette resulterer i økte muligheter for fortsatt forbruksvekst i industrilandene og for høyere levestandard i utviklingslandene. En tredje fordel er at øko-effektive handlinger innebærer en reell bevegelse mot bærekraftig utvikling ettersom dagens velferd kan opprettholdes over en lengre periode. Mer effektiv forvaltning av ressurser kompenserer for et økende BNP, og en forbedret øko-effektivitet vil utsette det tidspunkt der menneskets økologiske fotavtrykk overstiger et bærekraftig nivå.

Den fjerde gevinsten som Randers (2000) nevner, er at øko-effektive handlinger synliggjør et mulig nytt mål for samfunnsutviklingen og er dermed et klart fokus for innsats på en rekke områder, både innen forskning, myndighetsutøvelse og innen næringsutvikling. En siste gevinst er at øko-effektive handlinger er et positivt bidrag til å unngå, eller i det minste utsette en global kollaps.

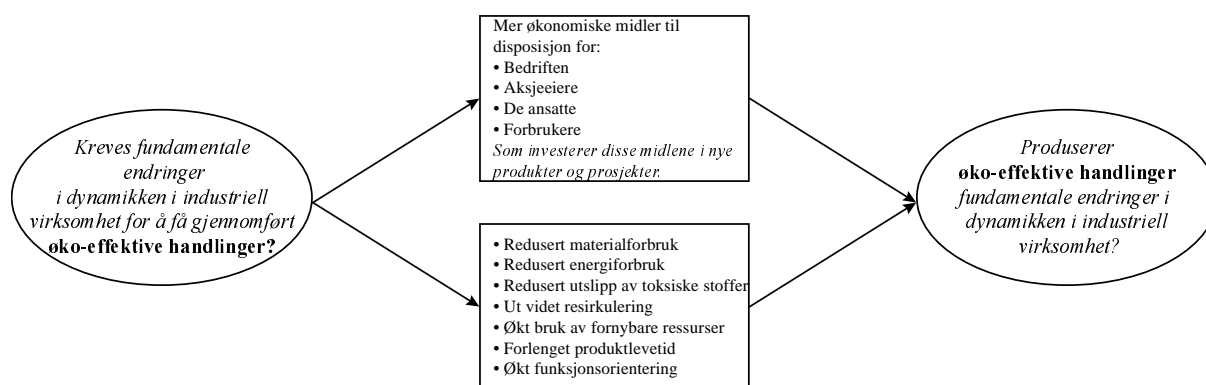
Det er også et poeng at øko-effektivitet kan være et alternativt vurderingsgrunnlag til den tradisjonelle samfunnsøkonomiske tilnærmingen, og slik sett representere et nytt mål for samfunnsutviklingen (Hessen 2000).

Størrelsen på den potensielle gevinsten avhenger av hva slags øko-effektiv handling som utføres. Det kan også være slik at det som viser seg å være gevinster på kort sikt ikke nødvendigvis er det på lang sikt. Dette beror på rebound effekten og på tidsforsinkelser i øko-systemet ved at konsekvenser av utslipp i dag først vises langt fram i tid.

6.5 Innebærer næringslivets øko-effektive handlinger fundamentale endringer i dynamikken i industriell virksomhet?

Svaret på dette spørsmålet synes å være at øko-effektive handlinger ikke representerer fundamentale endringer, mens vår nåværende forståelse av bærekraftig utvikling krever fundamentale endringer i industriell virksomhet.

Industriell dynamikk kan sies å være avhengig av hvilke aktører som knyttes sammen, hvordan de knyttes sammen, hvilke mål og kunnskaper som styrer disse aktørene, og hvor høy endringstakt disse faktorene har pr. tidsenhet (Sandvold 2000). Spørsmålet som skal besvares kan tolkes i to retninger. Dette er vist i Figur 16. Til venstre i figuren er spørsmålet om det kreves fundamentale endringer i dynamikken i industriell virksomhet for å få gjennomført øko-effektive handlinger, mens på høyre side er problemstillingen om de sekundære effektene/konsekvensene av øko-effektive handlinger er at det må skje fundamentale endringer i dynamikken i industriell virksomhet. Midten av figuren synliggjør de to primære effektene av øko-effektive handlinger; forbedret økonomisk inntjening (for bedriften, aksjonærene, de ansatte og forbrukerne) og reduserte miljøkonsekvenser.



Figur 16: To aspekter av forholdet mellom øko-effektive handlinger og dynamikken i industriell virksomhet

Øko-effektive handlinger er et relativt begrep. Små bedriftsinterne teknisk øko-effektive endringer i produksjon eller produkter, krever ikke nødvendigvis fundamentale endringer i den industrielle dynamikk, mens store endringer i rammevilkår, infrastruktur og andre avgjørende faktorer for industriell virksomhet vil kunne gjøre det.

Det er mange eksempler på øko-effektive handlinger innen IKT-bransjen, og eksempelvis på telefonsvarertjenesten kan Telenor vise til forbedringer i øko-effektiviteten med en faktor på over 250 (Flydal 2000). Det er klart at hele IKT-bransjen er en betydelig premissleverandør for virksomheten i andre næringer. Mange av disse næringene, eksempelvis Posten, bank- og finansnæringen, transport og andre servicenæringer, opplever å måtte forholde seg til helt nye aktører og markeder, og disse må dermed omstille seg. Det ligger nærmest i IKT-bransjens natur at det er et stort potensiale for øko-effektive handlinger, og at disse handlingene ikke ble initiert for å være øko-effektive. Ikke desto mindre har dette så stor betydning for den industrielle dynamikken at det må kunne svares et klart ja på spørsmålet om øko-effektive handlinger produserer fundamentale endringer i dynamikken i industriell virksomhet.

Spørsmålet til venstre i Figur 17 retter søkelyset mot sekundærnæringen. Tradisjonelt kjennetegnes denne næringen som produksjonsorientert med klart avgrenset ansvars- og virkningsområdet. I de senere årene er det også blitt et utstrakt produktfokus i et livsløpsperspektiv. Av årsaker nevnt foran, har imidlertid denne næringen blitt enda mer funksjons- og serviceorientert. Det har i disse tilfelle skjedd en tertiærisingen av sekundærnæringen. Dette er en fundamental endring i dynamikken i deres

virksomhet. Det har blitt et tettere samspill mellom kunde og bedrift, mellom ulike bedrifter og mellom næringslivet og myndigheter. I tradisjonell økonomisk virksomhet gjenspeiler transaksjonsverdien verdien på de fysiske produktene som materielt sett eksisterer og som utveksles. I en mer funksjonsorientert økonomisk virksomhet er transaksjonsverdien i større grad relatert til en tjeneste/servicefunksjon/-støttefunksjon eller den ytelsen og den virkelige bruken av produktene når disse er integrert inn i et system. I en funksjonsøkonomi kjøper vi derfor funksjonen/tjenesten som produktet yter, mens i en tradisjonell økonomi kjøper vi selve produktet.

Tertiærisingen åpner for nye måter å organisere sin virksomhet på. Dette kan illustreres med at en bilprodusent ikke lenger selger selve bilen, men mobilitet (transporttjenester), eksempelvis gjennom at produsent leier ut bilen isteden for å selge den. Think Norge gjennomfører dette. På denne måten har produsentene full kontroll over sine produkter, og dette gjør det blant annet lettere å implementere nye teknologiske løsninger og å ta hånd om produktet etter endt levetid.

Det er ikke alle øko-effektive handlinger som krever et funksjonsfokus.. Etableringen av forlenget produsentansvar, som kan karakteriseres å skulle resultere i øko-effektive handlinger, har ført til etablering av gjenvinningsystemer og en stadig voksende nedstrømsindustri. Ofte samarbeider disse med oppstrømsbedriftene som enten gjennom produsentansvaret er ansvarlig for at produktet/materialet blir gjenvunnet, eller gjennom at oppstrømsbedriftene anvender resirkulert materialet i produksjon av nye produkter. Dette samarbeidet kan sies å innebære en fundamental endring i dynamikken i industriell virksomhet.

Videre kan det sies at geografiske og funksjonelle øko-parker resulterer i øko-effektive handlinger. Dette samarbeidet innenfor et avgrenset geografisk området eller innenfor utviklingen av en konseptuell ny løsning/produkt, kan sies å være en fundamental endring i dynamikken i disse bedriftenes virksomhet. De har nye og flere aktører å forholde seg til, og integrasjon av prosessene i de geografiske øko-parkene gjør bedriftene mer avhengig av de andre aktørene. Dette er eksempler på alliansebygging mellom industrielle aktører som blir mer og mer viktig

En annen endring vi kan vente oss som følge av øko-effektive handlinger er den nærmere kontakten mellom næringsliv og forbruker. Dette stiller store krav til næringslivet om større grad av spesialisering og i møte-

kommenhet for å tilfredsstille individuelle behov hos den enkelte forbruker. Om det er øko-effektiviteten som er drivkraften her eller om det er andre faktorer, skal være usagt.

I enkelte bransjer er det store utfordringer til å gjøre forbedringer i øko-effektiviteten med en faktor på 4 eller 10. Nordisk Ministerråd (Nordic Council of Ministers 1998) viser at eksempelvis transportsektoren vil ha store vanskeligheter med slike forbedringer innen hhv. 2030 og 2050. Dette understrekes også av Eppel (2000) som sier at de forbedringene som har skjedd med forbrenningsteknologi i biler, ikke kan hindre at totalbelastningen har blitt forverret fordi antall kilometer tilbakelagt i OECD-land har fordoblet seg siden 1970. For å oppnå faktor 4/10 forbedringer kreves derfor store endringer i den industrielle dynamikken. Andre bransjer som møter de samme store utfordringene og krav til forbedringer er eksempelvis energiproduksjon og -distribusjon, byggsektoren og forbrukersektoren. På den andre siden er det andre bransjer som kan bidra sterkt til de forbedringer som kreves, eksempelvis IKT, produksjon av fornybar energi og resirkuleringssektoren.

7. Anbefalinger

7.1 Anbefalinger til Norges forskningsråd

Denne rapporten viser at øko-effektivitet er en opplagt riktig strategi, og at næringslivet spiller en sentral rolle i utøvelsen av denne. Øko-effektivitet forener på mange måter miljøpolitikk og næringspolitikk, og derfor er det viktig å se på dette som et område som må materialiseres i et samspill mellom ulike programområder i NFR, og særlig mellom Området for industri og energi og Området for miljø og utvikling. På samme måte som miljøvernmyndighetene prioriterer arbeidet med integrering av miljøhensyn i sektorpolitikken, er det vesentlig at Norges forskningsråd ser som et strategisk overordnet hensyn at miljøhensynet integreres i alle områdeaktivitetene. Når det gjelder anbefalingene omkring øko-effektivitet, vil de ha relevans også for Området for bioproduksjon og foredling og Området for naturvitenskap og teknologi. Hovedpoenget er samhandling på tvers av de klassiske skiller: Fagpanelets oppfatning er at en serie av de forskbare problemstillinger hører hjemme under Programstyrene for RAMBU og SAMRAM II. Vi vil strukturere våre anbefalinger til NFR i tre hovedpunkter:

Anbefaling I (Orientert mot Forskningsrådets hovedstyre): Etablere nasjonalt utvalg for øko-effektivitet

Øko-effektivitet og industriell økologi bruker naturens økosystemer som forbilde. En helhetlig tilnæringsmåte til problemstillingene forutsetter at en rekke klassiske barrierer må forseres. Kunnskapsutvikling, kunnskapsforvaltning, incentiver og rammebetingelser er viktig for de aktørene som er hovedansvarlig for implementering. Forskningsrådet anbefales å ta initiativ til å etablere et nasjonalt utvalg for øko-effektivitet på høyt nivå. Gruppen forventes å drøfte problemstillinger og framdrift, og de institusjoner bør være representert som har sentrale roller i utviklingen av de mulighetene som her er avdekket.

**Anbefaling nr 2 (Orientert mot Området for miljø og utvikling):
Hvordan utløse og gjennomføre øko-effektive endringsprosesser**

Miljøforbedringer skjer gjennom faktiske endringer som peker i en bærekraftig retning. De store norske selskapene er inne på dette sporet allerede, men fokuset så langt synes å være mest på dokumentasjon og måling av øko-effektivitet. Fagpanelet vil derfor anbefale at det gjøres empiriske studier av hvilke faktorer som bidrar til faktisk å få utløst og gjennomført øko-effektive endringsprosesser. Særlig viktig er det å gjøre studier av små og mellomstore bedrifter. Det trengs diffusjon av kunnskap om implementering av øko-effektivitet, og en forståelse av dynamikken i endringsprosessene.

Noen forskningsspørsmål kan være:

1. Hvordan forstår vi endringsprosesser (dynamikken)?
2. Hvordan kan vi styre utviklingen i ønsket retning ved å støtte opp under endringsprosesser? (Sammenhengen mellom øko-effektivitet og bærekraftig utvikling. Sekundære (rebound) effekter og tidsforsinkelser Backcasting. Samarbeid mellom myndigheter og næringsliv, dynamiske virkemidler)
3. Hvordan påvirker bedriftenes øko-effektive handlinger endringsprosesser i et lengre tidsperspektiv med tanke på endringer i teknologisk og institusjonell infrastruktur?
4. Hvordan integrere øko-effektivitet inn i de strategiske beslutningsprosessene?
5. Hvordan fremme øko-effektiv innovasjon innad i bedriften?

**Anbefaling nr. 3 (Orientert mot Området for industri og energi):
Hvordan operasjonalisere funksjonell øko-effektivitet**

Denne rapporten viser at det ikke er tilstrekkelig å fokusere på effektivisering av eksisterende tekniske systemer og infrastruktur. Funksjonell øko-effektivitet må vektlegges i første omgang, og *deretter* må den tekniske øko-effektiviteten fokuseres. Fagpanelets anbefalinger går derfor på hvordan funksjonell øko-effektivitet kan operasjonaliseres.

En kan se for seg i allefall to perspektiver:

1. Funksjonell øko-effektivitet belyser særlig forholdet mellom forbrukerens behov (etterspørsel) og næringslivet. Hvordan skal denne samhandlingen kunne styrkes? Hvordan skal næringslivet kunne kommunisere med forbrukere? Hvordan skal næringslivet

ta livsløpsansvar for sine produkter? Hvordan få til samarbeid mellom ulike sektorer og aktører?

2. Hvordan skal funksjonell øko-effektivitet kunne uttrykkes som et kvantifiserbart forhold mellom behov og ytelse. Hvordan kan indikatorer utvikles slik at det i større grad blir en samkjøring av bedrifts- og samfunnsnivå. Hvordan kan verdiskapning alternativt uttrykkes? Kan funksjonell øko-effektivitet være et nytt mål for samfunnsutviklingen? Hvordan skal de perspektivene som øko-effektivitet ikke tar inn over seg, operasjonaliseres?

agpanelet anbefaler at serien med nasjonale konferanser bør fortsette, og de opprinnelige anbefalingene kan forsvares for å nærme seg en felles forståelse av bærekraftig utvikling.

7.2 Anbefalinger til næringslivet

Øko-effektivitet er på mange måter en ny strategisk retning for bedriftenes totale tilpasning til morgendagens utfordringer. Begrepet representerer en nødvendig videreføring av HMS-arbeidets grunnleggende ideer. På samme måte som det allerede er klart dokumentert og demonstrert på HMS-feltet, vil en vellykket satsing på øko-effektivitet være avhengig av at aktiviteten prioriteres med hensyn til bedriftsledelsens oppmerksomhet, interesse og engasjement. På HMS-feltet er fellesnevneren holdningsskapende arbeid for å skape nødvendig endring. På sikkerhetsfeltet er tilbakemeldingen nesten spontan om man lykkes, og resultatene vil ubønnhørlig avsløre hvor stor forbedringen har vært. På miljøsidene vil øko-effektive strategier representere en vesentlig operasjonalisering av et krevende felt med et betydelig potensiale for forbedring.

De bedriftene som har jobbet med øko-effektivitet i en tid, bør, gjennom forankring i ledelsen, i større grad fokusere på funksjonelle øko-effektivitet og på konkret endringsprosesser. I vurderingen av strategiske alliansepartnere, bør dette aspektet være tungtveiende. Ved å la øko-effektivitet bli en integrert og naturlig del av de strategiske beslutningene som bedriften foretar, vil dette kunne være med å prege hele virksomheten og hele livsløpet for produktene. Det er også viktig å få med de ansatte i en dynamisk prosess for dette. Dermed blir øko-effektivitet forankret både på det strategiske og det operative planet.

For små og mellomstore bedrifter kan øko-effektivitet være en hensiktsmessig strategi for å redusere forbruk av ressurser og dermed

reducere kostnadene. Fokus på både funksjonell og teknisk øko-effektivitet er nødvendig, og derfor kan det å gå inn i tett dialog med både leverandører og kunder være hensiktsmessig.

Finansnæringene har stor makt gjennom at de både gir kreditt til lånetakere, og at de foretar investeringer og pengeplasseringer. Ved å legge øko-effektive vurderingskriterier til grunn for disse to virksomhetene, vil det være stort potensialet for forbedringer i øko-effektiviteten på nasjonalt nivå.

Begrunnelsen for å prioritere innsats på dette feltet, i tillegg til miljøeffektene, er:

1. Muligheter for å vinne markedsandeler
2. Kostnadsreduksjoner
3. Gunstigere måleresultater fra finansinstitusjonenes evalueringsprosesser.

Dermed er anbefalingen til næringslivet å fokusere oppmerksomhet og ressurser på dette fagfeltet. Anbefalingen rettes mot bedrifter mer enn mot bransjeorganisasjoner og hovedorganisasjoner, og det anbefales at noen bedrifter med kapasitet og kompetanse samles med interesse for å utvikle fagfeltet videre. Modellen kan være en nasjonal parallell til World Business Council for Sustainable Development.

7.3 Anbefalinger til myndighetene

Det er helt nødvendig at relevante myndigheter påtar seg en rolle i å utforme hensiktsmessige rammebetingelser for å fremme øko-effektive handlinger i næringslivet og øko-effektive holdninger i markedet. Denne anbefalingen rettes konkret mot NHD og bør sees i sammenheng med dette departementets integrering av miljøhensyn i departementets strategiske prosesser.

I tillegg bør myndighetene påta seg et ansvar for at forskningsbaserte konsepter videreutvikles til pilotprosjekter og kommersiell realisering, der myndighetenes initiativ er avgjørende for ideutviklingen.

Det understrekes også at myndighetenes egne bedrifter og enheter (fra Statsbygg til Statsbanen) oppmuntres til å ta ledende roller på denne mulighetenes arena.

7.4 anbefalinger til utdanningsinstitusjonene

Utdanningsinstitusjonene har frem til i dag bare i liten grad arbeidet med øko-effektivitet, og har derfor et stort ansvar i å bringe dette sterkere inn i undervisning, forskning og formidling. Vi vil trekke frem tre prioriterte oppgaver:

1. Sett perspektivene og forståelsen av øko-effektivitet sentralt på dagsorden som et nødvendig tverrfaglig kunnskapsområde.
2. Bidra til kunnskapsproduksjon, spredning og forståelse, spesielt i tilknytning til systemdimensjonene, endringsprosessene og langsiktig dynamikk på dette feltet
3. Prioriter metodeutvikling om hvordan bedømme effektene av iverksetting av øko-effektive tiltak, og dokumenter sannsynlige utviklingsforløp som følge av ulike strategivalg.

Denne type oppgaver vil være relevante for mange utdanningsinstitusjoner, på ulikt nivå. Institusjonene NTNU, BI og NHH har likevel et hovedansvar, gitt det faktum at øko-effektivitet opererer i skjæringsfeltet mellom teknologi, økonomi og økologi.

Referanser

- ABB 1996. Hvorfor er industriell økologi viktig for ABB og hva er gjort?. Forelesning 17.10. NTNU. Trondheim
- Allen, D.T. 1993. *Pollution Prevention: Engineering Design at Macro-, Meso- and Microscales*. Dep. Chemical Engineering, University of California.
- Amundsen, A. 1992. *Miljøteknologi og renere produksjon*. Universitetsforlaget AS. Oslo.
- Amundsen, A. 1999 Doktorgradsoppgave. Erasmus Universitet. Nederland
- Andersen, R. og G. Carlberg. 1996. Hvorfor er industriell økologi viktig for Norske Skog og hva er gjort?. Forelesning 20.11. NTNU. Trondheim
- Ausubel, J.H. 1989. Regularities in technological development. In Ausubel, J.H. and H.E. Sladovich (Red.). *Technology and Environment*. National Academy of Engineering. Washington: National Academy Press.
- Ayres, R.U. 1978. *Resources, Environment, and Economics: Applications of the Material/Energy Balance Principle*. John Wiley & Sons. New York
- Boulding, K. 1966. The Economics of the Coming Spaceship Earth. In H. Jarrett (red.) *Environmental Quality in a Growing Economy*. Baltimore: Johns Hopkins University Press.
- Brattebø, H. K. Røine og S. Larsæther. 1999. *En sammenstilling av kunnskapsstatus (state of the art) innen feltet industriell økologi*. Rapport nr 5/1999. Program for industriell økologi, NTNU.
- Carson, R. 1962. *Silent Spring*. Houghton Mifflin. Boston
- Christiansen, Atle C. 2000. *Dynamic efficiency and the role of public policy*. FNI-rapport. Kommende. Lysaker
- Daly, H.E. og J. Cobb. 1990. *For the Common Good*. Beacon Press. Boston
- Daly, H.E. 1997. *Beyond growth*. Beacon Press. Boston
- Eppel, J. 2000. Foredrag på konferansen Øko-effektivitet og industriell utvikling. 21. mars. Oslo
- European Environment Agency. 2000. *Environmental Signals 2000*. Copenhagen
- Ehrenfeld, J. R. 1995. Industrial ecology: A strategic framework for product policy and other sustainable practices. In *Green Goods*, edited by E. Ryden and J. Strahl. Kretsloppdelegationen. Rapport 1995:5. Stockholm
- Ehrenfeld, J.R. 1997. *Putting the product into Production: Improving the likelihood of Achieving Sustainability*. Foredrag på Forskningsråds-konferanse "Brundtland rapport - 10 år etter" 3. Oktober. Oslo

- Ehrenfeld, J.R. 2000. *Does Eco-efficiency Lead to Fundamental Changes in the Dynamics of Industrial Activities?* Foredrag på konferansen Øko-effektivitet og industriell utvikling. 22. mars. Oslo
- Ehrenfeld, J.R. og N. Gertler. 1997. Industrial Ecology in Practice: The Evolution of Interdependence at Kalundborg. *Journal of Industrial Ecology*, 1(1).
- Electrolux. 1998. <http://www.wbcscd.ch/eedata/electrolux.htm>
- Erkman, S. 1997. Industrial Ecology - A historical view. *J. of Cleaner Production*. 5(1-2)
- Flydal, E. 2000. Foredrag på konferansen Øko-effektivitet og industriell utvikling. 22.mars. Oslo
- Forskningsrådsnämnden. 1998. *Möjligheter och hinder på väg mot faktor 10 i Sverige*. Stockholm.
- Freeman et. al. 1992. Industrial Pollution Prevention; A Critical Review. *J. Air Waste Management. Association*. 42(5): 616 - 656.
- Friends of the Earth. 1997. *Sustainable production and Consumption: Where Can Business and NGO's Agree?* Report of the Sustainable Europe Conference 17. januar. Brussels
- Fromm, E. 1976. *To have or to be?* New York, Harper & Row.
- Frosch, R.A. 1994. Industrial Ecology: Minimizing the impact of industrial waste. *Physics Today* 47(11): s 63-68
- Fussler, C. 1996. *Driving eco-innovation; A breakthrough discipline for innovation and sustainability*. Pitman Publishing. London.
- Galanter, H. 1981. Justice in many rooms: courts, private ordering and indigenous law. *Journal of Legal Pluralism*. 19: 1-47
- Georgescu-Rougen, N. 1971. *The Entropy Law and the Economic Process*. Cambridge Mass. Harvard University Press.
- Global Reporting Initiative. 1999. *Guidelines on Corporate Sustainability Reporting*. CERES.
- Hanserud, T. 2000. *Innebærer næringslivets øko-effektive handlinger fundamentale endringer i dynamikken i industriell virksomhet?* Foredrag på konferansen Øko-effektivitet og industriell utvikling. 22. mars. Oslo
- Hanssen, O.J. 1998. Sustainable product systems - experiences based in case projects in sustainable product development. *Journal of Cleaner Production*.
- Hanssen, O.J. 2000. *Hva kan økt fokus på øko-effektivitet bidra med for norsk industri?* Foredrag på konferansen Øko-effektivitet og industriell utvikling. 22. mars. Oslo.

Hanssen, O.J. og K.S. Wigum 1999. Livsløpsvurderinger og miljørettet produktutvikling i nordisk industri. Vedleggsnotat til Brattebø, H. K. Røine og S. Larsæther. 1999. *En sammenstilling av kunnskapsstatus (state of the art) innen feltet industriell økologi*. Rapport nr 5/1999. Program for industriell økologi, NTNU.

Hanssen, O.J., A. Olsen og S. Rubach. 2000 *Utviklingen i emballasje-effektivitet og avfallsreduksjon i norsk emballasjesektor 1995 - 1999*. Stiftelsen Østfoldforskning. Rapport nr 6/2000. Fredrikstad.

Herman, R., S.A. Ardekani og J Ausubel. 1989. Dematerialization. In Ausubel, J.H. and H.E. Sladovich (Red.). *Technology and Environment*. s. 50-69. National Academy of Engineering. National Academy Press. Washington D.C.

Hessen, D. 2000. Foredrag på konferansen Øko-effektivitet og industriell utvikling. 22. mars. Oslo

Hillstrøm, R. 2000. *Hvordan blir øko-effektivitet operasjonalisert i spesialkjemibransjen?* Foredrag på konferansen Øko-effektivitet og industriell utvikling. 22. mars. Oslo

Hinterberger, F., S. Kranendonk, M. Welfens og F. Schmidt.Bleek. 1994. Increasing Resource Productivity through Eco-efficient Services. *Wuppertal Institute Paper 13/94*. Wuppertal

Huisingh, D. og L. Baas. 1991. Cleaner Production: the most effective approach to achieving improved water quality. *European Water Pollution Control* 1(1): s 24-30.

Jefferson, M. 1994. Foredrag på The World Petroleum Conference. Stavanger.

Keffer, C., R. Shimp og M. Lezni. 2000. *Eco-efficiency indicators and reporting*. Draft for endelig rapportering i WBCSDs prosjekt Eco-efficiency metrics and reporting. Februar.

Kiuchi, T. 1997. *What I Learnt from the Rainforest*. Key-note address i World Future Society. Washington D.C. Juli.

Kline, S.J. og N. Rosenberg. 1986. An overview of innovation. In *The positive sum strategy: Harnessing technology for economic growth*. National Academy of Sciences. Washington: National Academy Press.

Krokann, Y. og G.O. Guttuhaugen 1999. *Næringslivets rapport vedrørende avfallsreduserende tiltak i emballeringskjedene for 1998*. Den Norske Emballasjeforening/Stiftelsen Embla Kommunikasjon. Oslo

Lezni, M. 1998. *State-of-play report*. World Business Council for Sustainable Development. Geneva x

Liedtke, C., H. Rohn, M. Kuhndt og R. Nickel 1999. Applying Material Flow Accounting: Ecoauditing and Resource Management at the Kambium Furniture Workshop. *J. of Industrial Ecology* 2(3).

Lundvall, B. Å. og B. Johnson. 1994. The learning economy. *J. of Industry Studies*, 1(2)

Marstrander, R. 1994. Industrial Ecology in Hydro Aluminum. I S. Støren *Product Design and Development for Sustainability*. Norges Teknisk Vitenskapelige Akademi. Rapport 5/94. Trondheim

Marstrander, R. 1996. Hvorfor er industriell økologi viktig for Hydro Aluminium og hva er gjort?. Forelesning 1.11. NTNU. Trondheim

McDonough, W. og Braungart, M. 1998. The NEXT Industrial Revolution, *The Atlantic Monthly*, 282(4).

MsIntoch, M., D. Leipziger, K. Jones og G.Coleman. 1998. *Corporate citizenship - Successful strategies for responsible companies*. Pitman Publishing. London

MD 1994. Oslo-symposiet om bærekraftig produksjon og forbruk.

MD 1995a Rundebordskonferanse om bærekraftig produksjon og forbruk

MD. 1995b. Forhandlede avtaler mellom MD og "produsenter" om gjenvinning av emballasje. Oslo

MD. 1998a. Consumption in a sustainable world. Rapport fra konferanse i Kabelvåg 2. - 4. juni.

MD. 1998b. Forskrift om kasserte elektriske og elektroniske produkter. Oslo

MD. 1998c. Forhandlet avtale mellom MD og "produsenter" om kasserte elektriske og elektroniske produkter. Oslo

Meadows, D.H, D.L. Meadows, J. Randers og W.W. Behrens III. 1972. *The Limits to Growth: A report for the Club of Rome's Project on the Predicament of Mankind*. Universe Books. New York.

Nordic Council of Ministers. 1999. *Factors 4 and 10 in the Nordic Countries: the Transport Sector, the Forest Sector, the Building and Real Estate Sector and the Food Supply Chain*. TemaNord 1999:528. Copenhagen.

Norsk Hydro 2000. *Miljørapport 1999*. Oslo

NOU 1995. *Virkemidler i miljøpolitikken*. NOU 1995:4. Oslo

NRTEE. 1999. *Measuring Eco-efficiency in Business*. The Canadian National Round Table on Economy and Ecology .Ottawa.

OECD. 1995. *Sustainable Consumption and Production: Clarifying the Concepts*. Sluttrapport fra konferanse i Rosendal. 2. - 4. juli.

OECD 1997. *Guiding the transition to sustainable development: A critical role for the OECD*. Paris

- OECD. 1998. *Eco-efficiency*. Paris
- OECD. 2000. *The public policy implication of eco-efficiency*. Paris
- O'Rourke, D., Connelly, L. and Koshland, C.P. 1996. Industrial ecology: a critical review, *Int. J. of Environment and Pollution*. 6(2-3): 89-112
- Porter, M. E. og C. van der Linde. 1995. Green and Competitive: Ending the Stalemate. *Harvard Business Review* (September-October): 120-134.
- Polimoon. 2000. LOOP - Lifetime Operation Of Plastics. Hjemmesiden til Polimoon, www.polimoon.com/page1.html#knapp5
- Randers, J. 2000. Foredrag på konferansen Øko-effektivitet og industriell utvikling. 22. mars. Oslo
- Rank Xerox 2000. *Environmental, Health and Safety Progress Report 1999*. http://www.xerox.com/go/xrx/about_xerox/T_ehs.jsp
- Røine, K., G. Huppel, M. Ishikawa og H. Brattebø. 2000. EPR and sustainability; framework and examples from Europe and the US. Kommende. Til vurdering i *J. of Industrial Ecology*.
- Sandvold, E. 2000. Foredrag på konferansen Øko-effektivitet og industriell utvikling. 22. mars . Oslo
- Sauar, E. 1998. *Energy Efficient Process Design by Equipartition of Forces: With Applications to Distillation and Chemical Reaction*. Doktor techn. avhandling, NTNU
- Schaltegger, S. og A. Sturm 1998 *Eco-efficiency by Eco-Controlling*. Hochschuleverlag. ETH. Zürich
- Schmidheiny, S. 1992. *Changing Course: A Global Business Perspective on Development and the Environment*. Cambridge, MA, The MIT Press.
- Schumacher, E.F. 1973. *Small is beautiful*. Blond & Blond. London.
- SFT 1994. *Program for renere teknologi*. Miljø. teknologi 94:3. Oslo
- Stahel, W.R. 1994. The Utilization-Focused Service Economy: Resource Efficiency and Product-Life Extension. In B.R. Allenby og D.J. Richards (Red.) *The Greening of Industrial Ecosystems*. National Academy Press. Washington.
- Stortingsmelding 8 (1999-2000) *Regjeringens miljøvernpolitikk og rikets miljøtilstand*. Oslo
- Thomas, W.I. og G.H. Mead. 1936. *Movements of Thought in the Nineteenth Century*. University og Chicago Press.
- UN.1992a. *Agenda 21*.
- UN 1992b <http://www.un.org/esa/sustdev/csdback.htm> (UNCSD)
- UNEP. 1999. *Global Environmental Outlook 2000*.
- US EPA . 1988. *1986 National Screening Survey of Hazardous Waste Treatment, Storage, Disposal and Recycling Facilities*. EPA/530-SW-88-035. Washington DC.

Verdenskommisjonen for miljø og utvikling. 1987. *Vår felles fremtid*. Tiden Norsk Forlag. Oslo.

Webster. 1992. *New Webster's Dictionary of the English Language*, Lexicon Publications Inc., Danbury CT.

von Weizacker, E., A. B. Lovins, et al. 1997. *Factor Four: Doubling Wealth - Halving Resource Use*. London, Earthscan Publications, Ltd.

Welford, R. 2000. Foredrag på konferansen Øko-effektivitet og industriell utvikling. 22. mars. Oslo

Willums, J. O. 2000. Foredrag på konferansen Øko-effektivitet og industriell utvikling. 22. mars. Oslo

World Watch Institute 1990- 2000. *State of the World*. Årlige utgaver.

Aaser, C.P. 2000. Hvordan blir øko-effektivitet operasjonalisert i møbelbransjen?. Foredrag på konferansen Øko-effektivitet og industriell utvikling. 22. mars