

INDUSTRIELL ØKOLOGI - NYTTER
DET BARE I NORD?
Om industriøkologisk kapasitet

Jørund Buen

Program for industriell økologi
Rapport nr: 2/2000

Rapporter og meddelelser fra

Program for industriell økologi (IndEcol) Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet (NTNU)

Rapport nr.2/2000
ISSN 1501-6153
ISBN 82-7948-007-2

Redaktør:
Professor Helge Brattebø, Programleder (IndEcol)

Layout ansvarlig:
Harriet B Dahl, Kontorleder (IndEcol)

Rapporter og meddelelser kan bestilles fra:

Program for industriell økologi (IndEcol),
Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet (NTNU)
7491 Trondheim
Tlf.: 73598940
Fax.: 73598943
Internett: www.bygg.ntnu.no/indecol

Pris: NOK 80,-
Opplag: 50

FORORD

Denne rapporten ble først presentert som et paper ved et internseminar for Program for industriell økologi ved NTNU, Kongsvoll, 17-20.02.00 (Buen 2000a). Jeg vil gjerne takke deltagerne på seminaret for poengterte og nyttige kommentarer. I tillegg går en spesiell takk til Kjetil Røine, Helge Brattebø, Andreas Brekke, Øivind Hagen, Edgar Hertwich, Elin Mathiassen, Hilde Opoku og Klaus Ole Vogstad for mer utdypende kommentarer til utkastet. Takk også til Ingvild Lien for flott hjelp med redigering og språkvask av rapporten.

INNHALDSFORTEGNELSE

FORORD	I
INNHALDSFORTEGNELSE.....	III
1 INNLEDNING.....	1
2 INDUSTRIELL ØKOLOGI OG LANDENE I SØR.....	3
3 RAMMEVILKÅR FOR INDUSTRIØKOLOGISK KAPASITET OG – KAPABILITET.....	11
4 HVORFOR NORD?	15
5 HVORFOR RETTE BLIKKET MOT SØR?	17
5.1 Endringer i rammevilkårene	17
5.1.1 Globaliseringen av industrialiseringen, miljøproblemene – og motstanden mot dem.....	17
5.1.2 Miljøteknologi-industrien i Nord søker nye markeder	18
5.1.3 Økt miljøbevissthet i Sør – kombinert med sterkt utviklingspress	19
5.1.4 Bi- og multilateral tilrettelegging for private investeringer og etableringer i miljø- og energisektoren i Sør.....	20
5.1.5 Behovet for retningslinjer for etableringer og investeringer i Sør.....	21
5.1.6 Livsløpskrav til produkter i Nord, og globale industrielle miljøstandarder.....	22
5.1.7 Moralske aspekter.....	23
5.2 Fokusering på Sør som bidrag til utviklingen av industriøkologisk forskning og praksis	25
6 ET EKSEMPEL PÅ POTENSIALET – OG BARRIERENE: BIOMASSE-KRAFTVERK PÅ LANDSBYGDA I SØR.....	31
7 KONKLUSJON.....	33
8 FORSKNINGSUTFORDRINGER.....	35
9 IMPLIKASJONER FOR NTNU OG PROGRAM FOR INDUSTRIELL ØKOLOGI.....	39
10 REFERANSER.....	43

1 INNLEDNING

Forskning og industriell praksis innenfor industriell økologi fokuserer i dag nesten utelukkende på det industrialiserte Nord, og er vesentlig mer opptatt av vårt ansvar overfor fremtidige generasjoner enn av dagsaktuelle globale fordelingsspørsmål.¹ Denne rapporten vil først forsøke å forklare hvorfor det er slik. Deretter vil den peke på en rekke utviklingstrekk som vil kunne føre bort fra denne ensidige fokuseringen på Nord innenfor industriøkologisk forskning og praksis. Dette følges av argumenter for hvorfor industriøkologiske prinsipper med fordel kan anvendes i Sør, og hvordan dette kan bidra til en videreutvikling av industriell økologi som fag. Til slutt vil fremtidige forskningsutfordringer på dette feltet innenfor industriell økologi bli diskutert.

Rapporten peker altså på at det fortsatt er stor avstand mellom potensialet for en helhetlig tilnærming til miljøproblemer som ligger i industriøkologiske *prinsipper*, og det som faktisk er industriøkologisk *forskning og praksis* per i dag. Men dette må bli oppfattet som en utfordring til faget, snarere enn en kapitulasjon overfor en umulig oppgave.²

¹ Når jeg bruker betegnelse "Nord" og "Sør", og ikke "u-land" eller "den tredje verden", er det fordi de to sistnevnte begrepene er svært verdiladede og politiserte. En annen grunn er at det er vanskelig å finne en felles betegnelse på landene som er interessante i denne sammenhengen, nemlig land som havner i skvis mellom presserende miljøproblemer og minst like stort press for økonomisk og sosial utvikling. Ett forsøk er altså å si at svært mange av dem befinner seg på den sørlige halvkule. Men også dette er svært upresist, og rommer enormt store forskjeller både i rammevilkår og grad av miljøproblemer.

² Skillet mellom industriøkologiske *prinsipper* på den ene siden, og industriøkologisk *forskning og praksis* på den andre, er sentralt i fremstillingen. Hoveddelen av artikkelen omhandler sistnevnte, derfor vil betegnelsen "industriøkologisk forskning og praksis" av og til byttes ut med den mer generelle betegnelsen "industriell økologi". Dette er formelt sett ikke helt korrekt, ettersom den generelle betegnelsen "industriell økologi" naturligvis omfatter både prinsipper, forskning og praksis, men det sikrer mer språklig flyt i fremstillingen.

2 INDUSTRIELL ØKOLOGI OG LANDENE I SØR

I den første læreboken i industriell økologi beskriver Graedel og Allenby (1995) industriell økologi som "vitenskapen om bærekraftig utvikling", en oppfatning som har blitt delt av mange av pionerene innenfor fagfeltet.³ Graedel og Allenby har også bidratt med den mest siterte definisjonen av industriell økologi, som klart viser at en helhetlig tilnærming til miljø- og energispørsmål er en viktig del av det prinsipielle grunnlaget for industriell økologi (Graedel og Allenby 1995, mine uthevinger):

"Industrial ecology is the means by which *humanity* can deliberately and rationally approach and maintain a desirable carrying capacity, *given continued economic, cultural and technological evolution*. The concept requires that *an industrial system be viewed not in isolation from its surrounding systems, but in concert with them*. It is a systems view in which one seeks to *optimize the total materials cycle* from virgin material, to finished material, to component, to product, to obsolete product, and to ultimate disposal. Factors to be optimized include resources, energy, and capital."

Bærekraftig utvikling er tuftet på både prinsippet om rettferdig fordeling i dag, og prinsippet om rettferdighet i forhold til fremtidige generasjoner. Innenfor industriell økologi er forestillingen om likhet og rettferdighet fraværende – og det er på ingen måte sikkert at disse noen gang vil være tilstede.⁴ Som nevnt over, henter industriell økologi inspirasjon fra økosystemer i naturen. I motsetning til hva som er tilfelle i menneskeskapte sosiale systemer, er ikke begreper som likhet og rettferdighet tilstede i økosystemer. At industriell økologi ikke fokuserer på likhet og rettferdighet, forhindrer imidlertid ikke at det kan være interessant og relevant for industriell økologi å vende blikket mot Sør.

Industriøkologisk forskning og praksis i dag har mye til felles med økologisk modernisering, som er et samlebegrep for beskrivelser av etablerte statlige og økonomiske aktørers respons på et press for handling i miljøspørsmål.⁵ Innenfor økologisk modernisering betraktes miljøutfordringene som muligheter, ikke krisesymptomer. Det anses som mulig å

³ Personlig kommunikasjon med John Ehrenfeld, Massachusetts Institute of Technology (MIT).

⁴ Ibid.

⁵ For mer utdypende drøftinger av begrepet, se for eksempel Hajer (1995), Spaargaren (1997), Blowers (1997) Cohen (1997) og Gandy (1999).

frikoble økonomisk vekst fra miljøødeleggelser, ved å finne og benytte mer miljøvennlige teknologiske og økonomiske midler. Slik blir det mulig å nå økonomiske vekstmål og løse miljøproblemer samtidig (Pepper 1999, Cohen 1997: 109). Slike løsninger ønsker man å oppnå gjennom samarbeid mellom relevante aktører, og ikke radikale institusjonelle endringer.

Økologisk modernisering har blitt kritisert for å være for menneskesentrert, for en overdreven fokusering på end-of-pipe-løsninger i stedet for endring av produksjons- og forbruksmønstre, og for å "tingliggjøre" miljøet. Tilhengere av mer grunnleggende endringer hevder at miljøproblemer ikke bare er *økonomiske* eksternaliteter som kan internaliseres ved hjelp av økonomiske virkemidler og ny teknologi, men at problemene også har *normative* aspekter som krever moralske og politiske svar.

Det skilles ofte mellom tilhengere av "sterk" og "svak" økologisk modernisering. Blant de viktigste forskjellene som det blir lagt vekt på her, er graden av fokusering på miljø- og utviklingsproblemer i Sør, på likhet og rettferdighet, og på miljø- og utviklingspolitikkenes internasjonale dimensjon (Christoff 1996, Dryzek 1997, Pepper 1999). I prinsippene som ligger til grunn for industriell økologi, ligger det helt åpenbart en kime til mer grunnleggende endringsprosesser enn hva tilfellet er innenfor økologisk modernisering. Ehrenfeld (1997) fremhever sammenheng (connectedness), samhold/samfunn (community) og samarbeid (co-operation) som sentrale konsepter i industriell økologi. På mange måter representerer dagens samfunnssystem, med et fragmentert og reduksjonistisk byråkrati, og vekt på individualisme og konkurranse, den rake motsetningen til disse konseptene.⁶ Dessuten er begrepsbruken innenfor industriell økologi-forskning i mye sterkere grad inspirert av forhold som hersker i naturlige økosystemer enn hva tilfellet er innenfor økologisk modernisering.

I et bidrag som betraktes som sentralt innenfor det industriøkologiske forskningsmiljøet, hevder Ehrenfeld (1994) at det han kaller industriell økologi-paradigmet er basert på følgende grunntanker:

1. *Kloden er et lukket økologisk system.* Utvikling i dagens form og skala er ikke forenlig med langsiktig økologisk overlevelse. Målet anses derfor å være å optimalisere materialsykluser – både i form av kapital-, energi- og ressursbruk – fra råmateriale via bearbeidet materiale og produkt til avfallsprodukt. Miljøtilpasset produktdesign er også sentralt i denne sammenhengen. En slik optimalisering er samtidig tenkt å medføre økt konkurransekraft.
2. *Det menneskelige samfunn og økosystemet har blitt utviklet i tett samspill.* Naturen har egenverdi, noe som synliggjøres gjennom økonomisk aktivitet, og mennesket har derfor et etisk og moralsk ansvar overfor naturen.

⁶ Personlig kommunikasjon med Kjetil Røine.

3. *Bærekraftighet innebærer at human- og naturkapital bevares intakt uavhengig av hverandre.* Innenfor industriell økologi opereres det med andre ord ofte med en ”sterk” definisjon av bærekraftighet. En ”svakere” definisjon vil kun kreve at summen av human- og naturkapital bevares.
4. *Policy:* Det prioriteres økonomisk aktivitet basert på tjenester, ikke varer, og legges vekt på livskvalitet, ikke levestandard. Ut fra teknologisk realisme må føre var-prinsippet, herunder bevisst produktpolicy og livsløpsvurderinger, brukes for å møte usikkerhet.

Som punkt 1 over viser, er altså kongstanken innenfor industriell økologi-forskning at industriell aktivitet skal etterligne det naturlige økosystemet mest mulig. Det er koblingen mellom bedriften og dens rolle i et lokalt ”økosystem” innenfor rammen av et lukket *globalt* økosystem som ligger i bunn for det aller meste av industriell økologi-tenkningen.⁷

Innenfor industriøkologisk forskning opereres det ofte med antagelser om hvor mange ganger teknologiens miljøeffektivitet må forbedres for å opprettholde miljøkvaliteten i et område gitt at andre faktorer som er med på å bestemme miljøbelastningen, øker – den såkalte Faktor X-problematikken (Jansen 1994, Brattebø 1996, von Weiszäcker *et al.* 1997, Allenby 1999: 22-33). De viktigste av disse faktorene er som regel befolkningsøkning, og velferdsøkning (økningen i antall tilgjengelige goder per person). Derfor er det underlig at industriell økologi-forskning i praksis stort sett konsentrerer seg om en forsvinnende liten del av det globale økosystemet, nemlig de velutviklede, industrialiserte landene i Nord. Attpå til er dette den delen av helheten hvor den moderne industrien⁸ tross alt har kommet lengst i retning av å etterligne de naturlige økosystemene, hvor problemene knyttet til befolkningsøkning er minst, og hvor gapet mellom ønsket og faktisk velferd er minst.

De færreste materialsykluser er avgrenset til land i Nord. Tvert i mot: Som følge av globaliseringen deler Nord og Sør ikke lenger bare atmosfæren, biosfæren og verdenshavene, men er deler av et ”globalt stoffskifte”. Materialutvinning, produksjon, transport, forbruk og avhending av en vare foregår på forskjellige steder over hele kloden. Ettersom en stor andel av disse prosessene finner sted i Sør, kan målet om å optimalisere materialsykluser vanskelig nås uten å fokusere i større grad på problemer

⁷ Graedel (1996), går enda et skritt i denne retningen. Han mener det ikke lenger kan trekkes noe skille mellom industriell og biologisk aktivitet: “In a world in which no biological ecosystem is free of human influence and no industrial ecosystem is free of biological influence, it is appropriate to abandon the artificial division between the two frameworks and develop a new synthesis – Earth system ecology – as the logical construct for all of Earth’s ecosystems”.

⁸ Det er viktig å presisere at industri i denne sammenhengen ikke kun må oppfattes som næringsvirksomhet som består i bearbeidelse av råstoff, men som et produksjonssystem kjennetegnet ved stordrift og massetilvirkning ved hjelp av teknisk avanserte maskiner, gjerne forbundet med *industrialismen* i de industrialiserte landene.

knyttet til slik optimalisering i Sør. Mange vil hevde at dette allerede skjer i dag, gjennom at produkter som brukes i Nord er gjenstand for livsløpsvurderinger. Jeg vil hevde at det dessverre ikke er så enkelt (se kap. 8 for utdyping).

I punkt 2 i Ehrenfelds kategorisering over legges det vekt på det gjensidige samspillet mellom menneske og natur. Det må antas at dette samspillet er tilstede også i land utenfor det industrialiserte Nord, og at menneskets etiske og moralske ansvar for naturen også gjelder aktivitet som finner sted i andre områder enn i Nord.

På samme måte vil det være vanskelig å avgrense den ”sterke” definisjonen av bærekraftighet i punkt 3 til kun å gjelde landene i Nord. Hvis human- og naturkapital skal bevares intakt uavhengig av hverandre i Nord, mens naturen ofres til fordel for økonomisk og industriell utvikling i Sør, vil ikke et slikt prinsipp være verdt papiret det er skrevet på.

På policy-siden anser jeg at utfordringen for næringsliv og statlige aktører både i Nord og Sør er å sikre befolkningen – eller forbrukerne om man vil – i Sør en i størst mulig grad tjenestebasert økonomisk vekst. En slik satsing i Sør kan, og skal, være basert på teknologisk realisme og føre var-prinsippet.

Selv om industriell økologi er et dynamisk og nytt fagfelt, er det altså enkelte hovedtrekk – kjerneaktiviteter – som peker seg ut.⁹ Hvis ikke disse er tilstede, har vi ikke med industriell økologi å gjøre. Dette bildet endres ikke selv om vi tar utgangspunkt i landene i Sør. Det første hovedtrekket er et *systemperspektiv* i rom og tid. Den romlige dimensjonen sikter til en lik vektlegging av alle stadier i verdikjeden til et produkt, mens tidsdimensjonen henspiller på behovet for et langsiktig perspektiv. *Dematerialisering* – frikobling av materialinnsats fra økonomisk vekst – er det andre grunntrekket ved industriell økologi. Det er langt på vei utilstrekkelig å holde materialinnsatsen konstant mens BNP økes, gitt at vi snakker om et samfunn som allerede har et miljø- og/eller ressursproblem.

Det tredje grunntrekket er *vektleggingen av nettverkstiltak og samarbeidsløsninger*. Dette skjer ut fra erkjennelsen av at en bedrift alene kan gjøre lite, men at man kan oppnå mye ved samarbeid, blant annet ved å utløse endringsprosesser hos andre bedrifter. Produsentansvaret kan avledes fra dette perspektivet.

Industrien vektlegger i tillegg ofte *konkurransekraft* som et sentralt element i industriell økologi. Forskere erkjenner økonomiske motiv som driver for handling, men anser ikke dette som det sentrale. Industriell økologi krever at man jobber med industrielle aktører som hovedpartnere, men det sentrale målet er miljø- og ressursgevinster på makronivå.

Et raskt søk i *Journal of Industrial Ecology*, ansett som det sentrale tidsskriftet innenfor fagfeltet industriell økologi, gir kun tre artikler som eksplisitt handler om industriøkologisk praksis i Sør (Hamner 1997, 1998; Beukering og Duraiappah 1998). Alle disse omhandler Asia – verken søk på

⁹ Det følgende er basert på personlig kommunikasjon med Helge Brattebø.

Sør-Amerika eller Afrika i innholdsfortegnelsen til tidsskriftet gir noe resultat. Det finnes, så vidt jeg har kunnet se, ingen artikler som eksplisitt diskuterer hvilke barrierer som må overvinnes for å få realisert i Sør det potensialet som ligger i de industriøkologiske prinsippene skissert over.

Unntaket fra regelen om liten oppmerksomhet om landene i Sør er først og fremst litteratur som omhandler renere produksjon (se van Berkel *et al.* 1997 for en diskusjon av forholdet mellom renere produksjon og industriell økologi). Enkelte oppfatter renere produksjon som en fjern slektning av (eller forfar til) den industriøkologiske familie, men begrepet har utviklet seg mye siden det ble lansert av de amerikanske miljømyndighetene i 1982 som en beskrivelse av metoder for avfallsminimering og bedre ressursutnyttelse. I dag blir *produktet* i økende grad vektlagt, i kontrast til *produksjons- og teknologiorienteringen* som hersket frem til rundt 1990.¹⁰

Innenfor renere produksjon finnes det mange internasjonale initiativer rettet mot land i Sør, som inkluderer både forskning og utvikling og teknologidemonstrasjoner, bl.a. i regi av UNEP og OECD. Det vil likevel være riktig å hevde at satsingen på renere produksjon i Sør i mindre grad enn i Nord har tatt opp i seg fokuseringen på produkt og forbrukere som aktører fremfor produksjonsaspektet. Asian Institute of Technology i Bangkok, Thailand, satser på tverrfaglig forskning og undervisning innenfor blant annet renere produksjon og bærekraftige energisystemer, og har de siste 7-8 årene arrangert en rekke seminarer og utgitt en rekke publikasjoner innenfor området renere produksjon.¹¹

I *Journal of Cleaner Production* finnes det artikler både om renere produksjon i Asia generelt (Hamner 1999, Visvanathan og Kumar 1999), og artikler som spesifikt omhandler enkeltland i Sør. På ett unntak nær (Rettas (1999) studie på Etiopia), omfatter sistnevnte kategori studier i asiatiske land, for eksempel India (Ramachandra *et al.* 1999), Thailand (Vigneswaran *et al.* 1999), Kina (Peltier og Ashford 1998, Xin 1998), og Taiwan (Tang *et al.* 1999).

Også innenfor livsløpsvurderinger kan vi se en viss interesse for Stillehavsasia-regionen i *International Journal of Life-Cycle Assessment* (Zakaria *et al.* 1999, Hassan *et al.* 1999), mens artikler om Afrika og Sør-Amerika ser ut til å være fraværende. Det er også flere artikler å finne som omhandler LCA i India (Sharma, Beukering og Nag 1997, Sharma 1999, 2000, Mathur og Bansal 1999), og Korea (Lee 1999, Tak 1999).

I tidsskrifter som *Environmental Management og Resources, Conservation and Recycling* finnes enkelte bidrag som omhandler avfalls- og gjenvinningsspørsmål i Sør. Johnstone (1998) diskuterer hvilke implikasjoner Basel-konvensjonen har for disse områdene. Artikler som omhandler avfalls- og gjenvinningsspørsmål i Asia finnes også, blant annet

¹⁰ Ibid.

¹¹ For en generell introduksjon til Asian Institute of Technology, se <http://www.serd.ait.ac.th/>. For publikasjoner innenfor renere produksjon, se <http://www.serd.ait.ac.th/cp/Publications.htm>.

med fokus på India (Gupta *et al.* 1998, Kuniyal *et al.* 1998), Kina (Chung og Poon 1998, 1999) og Taiwan (You *et al.* 1999). Innenfor denne kategorien kan vi dessuten finne bidrag med fokus på land i Sør-Amerika (Stern *et al.* 1997, om Ecuador), og afrikanske land (Kironde og Yhdego 1997, Agunwamba 1998, Mato 1999, Kasseva og Mbuligwe 2000), men disse er i mindre grad rettet inn mot gjenbruk og gjenvinning.

Også innenfor ny fornybar energi har det blitt gjort mange omfattende studier med utgangspunkt i Sør (se for eksempel Reddy, Williams og Johansson 1997, og Kammen 1999).

Det har også blitt gjort studier av effekter av globale industrielle miljøstandarder for u-land, og av u-landenes mulighet til å medvirke i prosessen med å etablere disse standardene (Gleckmann 1996, Som *et al.* 1998). Arbeidsgruppen for handel og miljø innenfor China Council for International Co-operation on Environment and Development, har i samarbeid med International Institute for Sustainable Development i Canada gjort studier på hvordan Kina skal takle globale miljøstandarder og miljømerking. Det finnes også enkeltstående studier innenfor andre områder, som forlenget produsentansvar i Asia (Kurasaka 1996). Et indisk-nederlandsk forskningssamarbeid innenfor industriell økologi er også i gang (se Pangotora, Erkman og Singh (red.) 1999).

"The Third International Conference on EcoBalance" i Tsukuba, Japan, har også fostret interessante bidrag, som bl.a. Fawer (1998) og Werner (1998). Fawer har i tillegg bidratt med den eneste eksplisitte drøftingen som jeg har kommet over av kjerneproblematikken som tas opp i denne artikkelen – i en artikkel publisert i internettutgaven til *International Journal of Life-Cycle Assessment*¹². Han stiller spørsmålet om hvorvidt livsløpsvurderinger er et "luksusverktøy", som først kan brukes i landene i Sør når disse har fått bukt med fundamentale miljøproblemer som store konsentrasjoner av miljøgifter, end-of-pipe-løsninger etc. Tross hindringene som må overvinnes, konkluderer han med at livsløpsvurderinger er et nyttig miljøanalytisk verktøy også for Sør – spesielt hvis en forenklet tilnærming blir brukt, og datatilgangen bedres.

Den kanskje mest interessante bokutgivelsen i retning av industriell økologi i Sør så langt, er *Growing Pains – Environmental Management in Developing Countries* (Wehrmayer og Mulugetta 1999). Boken, som er inndelt i temaene globalisering, næringslivets rolle, nasjonale strategier, handel og miljø, og organisatoriske og strukturelle utfordringer knyttet til bærekraftig utvikling i Sør, inneholder bidrag om alle verdensdeler i Sør. Miljøutfordringene og -problemene knyttet til næringsvirksomhet i Sør (slik som multinasjonale selskapers miljøprestasjoner og miljøregulerings effekt på industriens konkurransekraft) får mest oppmerksomhet, men ett kapittel spør hvilke handelsmuligheter produsenter i Sør har i dag og vil få fremover

¹² Se artikkel på hjemmesiden til *International Journal of Life-Cycle Assessment*: <http://www.ecomed.de/journals/lca/village/aboutLCAvillage.htm>.

som følge av fokuseringen på bærekraftig produksjon og forbruk (Robins og Roberts 1999).

Referanser til problematikk knyttet til landene i Sør finnes også i den sentrale litteraturen innenfor industriøkologisk forskning, for eksempel Ehrenfeld (1994, 1997 – se kap. 3 og 5.1.5) og Tibbs (1992). Tibbs fokuserer spesielt på den unike muligheten vi har i dag til å etablere basis-infrastruktur i Sør som er bedre tilpasset dematerialisering (se også kap. 4.3), og de markedsmuligheter dette innebærer for industri i Nord. I forlengelsen av dette understreker han også nødvendigheten av en global og systemisk tilnærming til utvikling av energiteknologisk infrastruktur.

Til tross for at det de siste 3-4 årene har kommet enkeltstående bidrag innenfor de fleste forskningsfelt innenfor industriell økologi – gledelig nok både fra forskere i Sør og Nord – er hovedinntrykket av litteraturgjennomgangen likevel dessverre temmelig fragmentert og spinkelt. Av de få studiene som er gjort i Sør, er svært mange i ytterkanten av det som oppfattes som industriell økologi-forskning og –praksis. De fleste av studiene er også foretatt i nyindustrialiserte land (NIC-land), eller i relativt sett velutviklede områder i andre land (som Kinas kystområder).

Det er helt klart avgjørende å dra lærdommer fra case-studier av industriøkologisk praksis i Sør, men få om noen av bidragene som omhandler slik praksis, kan sies å løfte blikket fra case-nivået og til de nasjonale og internasjonale rammevilkårene som caset eksisterer innenfor. For å bidra til at så skjer, belyses derfor statlig industriøkologisk innovasjonskapasitet og -kapabilitet i neste kapittel.

3 RAMMEVILKÅR FOR INDUSTRIØKOLOGISK KAPASITET OG – KAPABILITET

Mulighetene for å hoppe bukk over miljøproblemene assosiert med industrialiseringen slik den forløp i industrilandene, kan synes forlokkende både for beslutningstagere i Sør og Nord. Slike initiativer for storstilt endring vil imidlertid sannsynligvis møte mange hindre. Først og fremst er det en (dessverre ganske utbredt) misforståelse at landene i Sør passivt vil spille rollen som lekegrind for Nords eksperimenter for bærekraftig utvikling. Dessuten er det dessverre ikke bare den *materielle* infrastrukturen som er mangelfull i Sør. Også den *organisatoriske og institusjonelle* infrastrukturen i disse landene har klare svakheter. Sammen med kulturforskjeller gjør dette slike initiativer til en mye mer komplisert operasjon enn de rent tekniske aspektene skulle tilsi, og har hittil hindret Sør i å ta igjen Nords teknologiske forsprang i store jafs ved hjelp av teknologioverføring.¹³

Hvilke betingelser er det egentlig miljø- og energiteknologi eksportert fra Nord skal fungere under i Sør? Det kan være fruktbart å gjøre en inndeling i:¹⁴

- Institusjonelle rammevilkår
- Økonomiske og finansielle rammevilkår
- Kognitive og informasjonsmessige rammevilkår, og
- Teknologiske rammevilkår.¹⁵

Institusjonelle rammevilkår innebærer her hvilke institusjonelle, organisatoriske og legale strukturer som definerer normene og reglene for det politiske spillet på energi- og miljøområdet. Generell økonomisk og finansiell situasjon, sektoriell oppdeling av økonomien, kapitalsituasjon, prising av naturressurser, intellektuelle eiendomsrettigheter og patentspørsmål er blant aspektene som *økonomiske og finansielle rammevilkår* innbefatter, mens *kognitive/informasjonsmessige rammevilkår* beskriver under hvilke forhold kunnskap om miljø- og energispørsmål produseres, distribueres, tolkes og brukes. Med *teknologiske rammevilkår* menes her teknologisk standard, råvaretilgang, og vitenskapelig og

¹³ Jeg gjør oppmerksom på at jeg bruker en utvidet definisjon av teknologi, som inkluderer konteksten de tekniske løsningene befinner seg i (utdyping følger senere i kapittelet).

¹⁴ Store deler av resten av dette kapittelet er basert på Buen (2000b).

¹⁵ Jeg mener betegnelsen "rammevilkår" er mer balansert enn både "barriere", som lett kan få en overdrevent negativ klang, og "drivkrefter", som kanskje undervurderer nettopp barrierene mot videre utvikling.

teknologisk utdanning på miljø- og energiområdet. Hver av disse dimensjonene har både lokale, regionale, nasjonale og internasjonale aspekter.

Hvis (energi- og miljøsektoren i) et samfunn har positive verdier langs alle eller de fleste av disse rammevilkår-dimensjonene, lover det godt for viljen og evnen som landets institusjoner, næringsliv, NGOer (frivillige organisasjoner) og forskningsmiljøer har til å identifisere, utvikle og implementere teknologier og strategier som har som mål å fremme industriøkonomiske prinsipper. Dette kan kalles industriøkonomisk innovasjonskapasitet.¹⁶ Mens kapasitet altså brukes på samfunnsnivå, beskriver kapabilitet den evnen relevante industrielle aktører har til å omdanne kapasiteten til kommersielt levedyktige teknologier. Eller, mer presist: tekniske, ledelsesmessige og institusjonelle egenskaper som gjør bedrifter i stand til å bruke utstyr og teknisk informasjon effektivt for å lage produkter som støtter opp om industriøkonomiske prinsipper (Lall 1996).

Særlig på det organisatoriske og institusjonelle området er det sentralt å undersøke koblingene innad – og, ikke minst *mellom* – de to systemnivåene; spennet mellom handlingene til bedriften som aktør, og de strukturer som bestemmer hvilket mulighetsrom disse handlingene skjer innenfor.¹⁷

Nettopp de kulturelle og byråkratiske vilkårene for å utvikle – og ikke minst ta i bruk – miljøvennlig teknologi bør gjøres til gjenstand for mer intensiv forskning. Studiet av teknologiutvikling er fullt av suksesshistorier som egentlig bare forteller at en teknologi er vellykket – fordi den er vellykket. Det er neppe slik, som i disse tilfellene, at teknologien er både årsak og virkning – samtidig. Det forhindrer ikke at studier av teknologiutvikling bør ta høyde for at teknologi både kan påvirke sosiale relasjoner og at det omvendte er mulig (Bijker 1995). At begge disse årsakslinjene er mulige, betyr også i klartekst at en gitt teknologi oppfattes forskjellig i ulike kulturer og samfunnssystemer; en spade er ikke nødvendigvis en spade overalt.

Altså er det gode muligheter for at en teknologi som virker i Norge, ikke virker for de som skal bruke den i Zambia. Da er eneste løsning å ”gjenoppfinne” teknologien i samfunnet den blir overført til (Olsen 1995), altså å reformatte teknologien inn i ny kontekst. Det sier seg selv at dette er umulig å gjennomføre uten et likeverdig og nært samarbeid med representanter for næringsliv, forskningsmiljøer og statlige organer i samfunnet som teknologien skal brukes i.

Disse aspektene drøftes også utførlig av Ehrenfeld (1994). Han legger vekt på at ”nye paradigmer” innebærer kulturelle endringer både i form av endringer i de visjoner vi ønsker å leve etter, i ”artefakter” (organisatoriske

¹⁶ Begrepet er relatert til diskusjonen om miljøpolitisk kapasitet (Jänicke 1995, Murvoll 1997) og teknologisk kapasitet (Fransman 1984, Lorentzen 1988).

¹⁷ Dette har i noen grad blitt gjort innenfor teorien om nasjonale innovasjonssystemer (se for eksempel Edquist 1997) og teorier om industrielle clusterer (Porter 1990, Eikeland *et al.* 1999).

former, teknologiske systemer) og i underliggende "tolkningsfiltre", som i stor grad styrer både vår egen oppførsel og organisasjoners respons på overraskende kontekstuelle endringer.

Innovasjonsaspektet – eller kanskje snarere *reinnovasjon* – er med andre ord sentralt i koplingen mellom kapasitet og kapabilitet. Dette aspektet har etter min mening i altfor liten grad vært knyttet til forskningen innenfor industriell økologi. Å inkludere innovasjonsaspektet er ikke minst viktig når industriell økologi-forskning og praksis vender oppmerksomheten mot Sør. Forskningen på teknologioverføring mellom Nord og Sør viser at det hittil har blitt lagt altfor stor vekt på å overføre muttere og skruer, uten tanke på hvorvidt evnen til å bruke disse mutterne og skruene er tilstede hos mottakeren når donorlandets representanter trekker seg ut. I stedet for å overlevere et ferdig produkt, må det satses mer på å utvikle mottakerlandets kapasitet til å bygge opp en sterk og uavhengig miljøteknologiindustri som kan samarbeide med industri i Nord som likeverdig partner.¹⁸

Det blir kanskje lettere å forstå hvor sentralt innovasjonsaspektet er hvis en utvidet forståelse av teknologi legges til grunn. Et tannhjul er ubrukelig hvis ingen vet hvorfor og hvordan det er laget, hvordan det brukes, hva det kan brukes til, og hvem som har nytte av det. Teknologi er altså gjenstanden, kunnskapen som trengs for å lage, bruke, vedlikeholde og videreutvikle den, og de institusjonelle rammene som må til for at mennesker skal kunne bruke teknologien på en riktig måte (Müller 1984, Lall 1993, Lorentzen og Granerud 1999).

¹⁸ Det kan her være fruktbart å skille mellom ulike typer miljøteknologi. *Unngåelsesteknologier* er teknologier som unngår produksjon av miljøskadelige stoffer eller endrer menneskelig aktivitet på måter som minsker skadene på miljøet. *Overvåknings- og vurderingsteknologier* brukes til å overvåke miljøtilstanden i et gitt område, inkludert utslipp av miljøskadelige stoffer. *Kontrollteknologier* bidrar til å uskadeliggjøre farlige stoffer før de slippes ut. *Rense- og gjenopprettelsesteknologier* bidrar til å uskadeliggjøre farlige stoffer etter at de slippes ut. Når jeg bruker miljøteknologibegrepet i denne artikkelen, tenker jeg først og fremst på unngåelsesteknologier, og overvåknings- og vurderingsteknologier. For en grundigere diskusjon av ulike typer miljøteknologi, se U.S. White House (1994, 1995).

4 HVORFOR NORD?

Eksempelene på bidrag som berører industriell økologi i Sør i kapittel 2, forhindrer ikke at det fortsatt er grunn til å spørre seg: Hvorfor er ikke industriell økologi i større grad opptatt av andre områder enn det utviklede Nord?

Mange vil hevde at faget hittil har hatt mer enn nok med å etablere seg i området der det ble initiert – først og fremst i Nord-Amerika, Europa og Japan. Det tar lang tid å oppnå aksept og legitimitet både innenfor næringslivet, bevilgende instanser, og – ikke minst – innenfor universitetsmiljøene. Språklige og kulturelle barrierer kan nok også delvis forklare hvorfor industriell økologi hittil har vært konsentrert om utfordringer i Nord.

Markedene i Nord er mer velfungerende enn i Sør. En helhetlig tilnærming til miljøproblemene knyttet til et bestemt produkt eller en tjeneste har blitt en stadig viktigere konkurransefaktor i disse markedene. At industriøkologisk forskning og praksis stort sett fokuserer på Nord, kan derfor også ha sammenheng med at markedene i Sør fortsatt er mangelfullt utviklede, både generelt og innenfor miljø- og energisektoren spesielt.

I hvor stor grad industriell økologi er utbredt i Sør, er også et spørsmål om hva man mener med industriell økologi. Det hersker fortsatt uenighet både i forsknings- og industrikretser om hvilke prinsipper som faktisk ligger til grunn for industriell økologi. Fordi industriell økologi er et såpass nytt konsept, er faget foreløpig en samling av høyst forskjellige begreper og strategier med ulikt dekningsområde, heller enn en klart avgrenset og enhetlig teori som spesifiserer klare gjennomføringsstrategier for industrien (O'Rourke *et al.* 1996). Det er mulig å meisle ut et sett med grunnleggende kjennetegn ved industriell økologi, slik vi har gjort over. Det forhindrer imidlertid ikke at mange i pragmatisk praksis hevder at alt fra inkrementelle forbedringer av eksisterende (miljøskadelige) produkter i et begrenset geografisk område, til radikale endringer i det globale industrielle system i miljøvennlig retning, faller innenfor industriell økologi.

En annen viktig grunn til mangelen på interesse for Sør innenfor industriell økologi er at faget og dets representanter er nært knyttet til bedrifter i Nord. Det har vært viktig å opprettholde et seriøst og objektivt image. Mange får assosiasjoner til venstreradikale luftslott når miljø- og utviklingsproblematikk i Sør blir nevnt, derfor anses det ikke som akseptabelt å engasjere seg i slikt.

Relatert til dette er forskningsmiljøenes avhengighet av midler fra bedriftene til videre forskning; hittil har industrien i Nord vært mest opptatt av å forholde seg til strenge hjemlige miljøreguleringer, og har derfor først og fremst ønsket å finansiere tiltak på dette området.

Likevel er den viktigste – og beste – grunnen til fokuseringen på Nord innenfor industriell økologi at det i sin tid var naturlig å ta tak i problemene der de var størst. Stadig flere innså at en situasjon der 20% av befolkningen i verden forbruker 80% av klodens ressurser ikke kan forsvares over tid, og at en omlegging til et mer bærekraftig system krevde så grunnleggende endringer at nye konsepter måtte til. Imidlertid ser vi i dag at det vestlige produksjons- og forbruksmønsteret er i ferd med å bli globalt, og da må også resten av verden innlemmes i fokuset til industriøkologisk forskning og praksis.

5 HVORFOR RETTE BLIKKET MOT SØR?

Det er en rekke grunner til at industriøkologisk forskning og praktiseringen av slike prinsipper i industrien etter min mening bør fokusere mer på Sør.

- For det første er flere av de grunnleggende rammevilkårene som ligger til grunn for fokuseringen på Nord, i ferd med å endres. Den positive siden ved disse endringsprosessene er at klimaet for lønnsomme miljøvennlige investeringer i Sør ser ut til å være bedre enn noen gang. Endringsprosessenes negative side vil vise seg hvis vi tillater at industrikapitalismen spres til stadig nye områder uten at bedriftene som bærer den frem, møter miljøkrav.
- For det andre hevder jeg at det er svært vanskelig å føre en argumentasjon på moralsk grunnlag for at Nord ikke skal bidra aktivt til miljøvennlig utvikling i Sør, uten å møte seg selv i døren.
- For det tredje finnes det etter min mening vektige ”faglige” argumenter for at industriøkologisk forskning og virksomhet bør øke sitt fokus på landene i Sør.

5.1 Endringer i rammevilkårene

Flere av faktorene jeg tror har medvirket til den manglende interessen for land i Sør innenfor industriell økologi-forskning og –praksis, er i ferd med å endres. Noen av de viktigste årsakene til dette er at miljøteknologi-industrien i Nord søker nye markeder; at miljøkrav som følger hele livsløpet til et produkt, vokser frem i Nord og danner grunnlaget for globale industrielle miljøstandarder; og at bi- og multilaterale donorer legger til rette for private investeringer og etableringer i miljø- og energisektoren i Sør. I bakgrunnen for disse trendene ligger flere mer grunnleggende utviklingstrekk: økt aksept både i Nord og Sør for bruk av markedsmekanismer i miljøpolitikken; globalisert produksjon av varer og tjenester; samt globalisering av miljøproblemene, motstanden mot dem og forsøkene på å løse dem. Kort sagt: i fremtiden vil verken teknologien eller miljøproblemene ta hensyn til landegrenser (Jansen 1994).

5.1.1 *Globaliseringen av industrialiseringen, miljøproblemene – og motstanden mot dem*

Landene i Sør ønsker å komme opp på velstandsnivået til landene i Nord. De ønsker å gjøre det gjennom industrialisering lik den vi har vært gjennom i Nord. Beslutningstagerne innenfor politikk og næringsliv både i Nord og Sør

har egeninteresse av at denne utviklingen fortsetter, og det er vanskelig for motstandere i Nord å argumentere på et moralsk grunnlag mot at dette skal skje (se pkt. 5.2 for en utdyping). Derfor er en verdensomspennende industrialisering allerede godt på vei.

I takt med den globale industrialiseringen globaliseres også miljøproblemene. Bevisstheten om problemene er i ferd med å utvikle seg på samme måte. Dette har sammenheng med at mange miljøorganisasjoner i Nord globaliserer sin virksomhet parallelt med sine industrielle hovedmotstandere, og med at miljøorganisasjoner i Sør søker allianser ut over landegrensene.

5.1.2 Miljøteknologi-industrien i Nord søker nye markeder

I et forebyggende perspektiv blir skillet kunstig mellom miljøteknologi-industri og andre typer industri. I et slikt perspektiv skal all industri utvikle kompetanse og konsepter for å møte utfordringer knyttet til material- og energibruk. Likevel sås spiren til en slik utvikling gjerne i nisjemiljøene.

I Nord har det for eksempel blitt bygget opp en betydelig miljøteknologi-industri som resultat av stadig strengere miljøreguleringer og resulterende opprydning i forurensningsproblemer de siste 25 årene. Denne industrien, og kunnskapsindustrien tilknyttet denne – er i ferd med å gjøre som norsk vannkraftekspertise gjorde da det ble utbyggingsstopp her i landet: rette blikket sitt mot Sør når de skal se etter nye markeder. Denne gruppen vil spille på lag med bistandsmyndigheter i eget land, søke midler multilateralt eller via andre internasjonale fond, eller selge produkter på rent kommersielt grunnlag. Som del av sin strategi vil de også ofte presse på for strengere miljøreguleringer i de potensielle eksportmarkedene sine.

Forhåpentligvis vil slik industri også ha som del av sin strategi å inngå partnerskap med lignende bedrifter i Sør som kjenner de aktuelle eksportmarkedene i detalj. For to grunnleggende utviklingstrekk *innad i landene i Sør* ligger til grunn for bildet av en miljøteknologi-industri i Nord som søker og finner nye markeder i disse områdene:

- 1) Markedene i Sør har i større grad blitt åpnet for import av utenlandsk teknologi, og det har blitt enklere å etablere virksomhet og investere der.
- 2) Disse markedene etterspør i økende grad miljøteknologi. Som poengtert under, er det en stadig økning i miljøbevisstheten både i befolkningen generelt og hos styringseliten i land i Sør.

Det finnes eksempler på norske selskaper – også innenfor konvensjonell industri – som har bearbeidet myndigheter i disse områdene for å få gjennom

strengere miljøreguleringer fordi dette øker fortjenestemulighetene deres.¹⁹ Staten i det aktuelle landet er ofte åpen for slike initiativer – og særlig miljømyndighetene, som i seg selv ofte kan være en slags ”miljøorganisasjon” innad i statsapparatet. Spesielt kan dette være tilfelle hvis initiativet bidrar til å lette gjennomføringen av miljøtiltak det er stor motstand mot i enkelte sektorer, men som miljøbyråkratiet likevel forsøker å få gjennom.

5.1.3 Økt miljøbevissthet i Sør – kombinert med sterkt utviklingspress

Mange land i Sør har en autoritær statsform. Likevel synes det som det er en trend til at staten i Sør, også i de autoritære landene, spiller på lag også med frivillige miljøorganisasjoner for å utnytte all den hjelp den kan få for å få løst miljøproblemene – så lenge disse miljøorganisasjonene holder seg innenfor visse grunnleggende spilleregler. For eksempel deler den kinesiske miljøvernministeren ut priser til mer eller mindre uavhengige miljøorganisasjoner og oppmuntrer sitt eget byråkrati til å danne halvstatlige miljøorganisasjoner, samtidig som kinesiske myndigheter forfølger noe vi i Norge ville kalle en harmløs religiøs bevegelse.

Miljøproblemene blir stadig synligere i mange land i Sør. Så alvorlige er problemene mange steder at de utgjør en alvorlig sikkerhetstrussel både på kort og lang sikt. Ut fra tradisjonelle betraktninger om basale menneskelige behov kunne man kanskje forledes til å tro at miljøspørsmål ikke er av interesse for befolkningen i Sør. Men, for det første lever en betydelig del av befolkningen i mange av disse landene over et eksistensminimum, og kan derfor fokusere på annet enn ren overlevelse. I enkelte avgrensede områder i Sør har befolkningen en levestandard helt på høyde med mange områder i Europa. For det andre kan miljøproblemer innvirke direkte på oppfyllelsen av folks primærbehov. For eksempel har spørsmål knyttet til tilgangen på rent vann vært sentrale i landsbyvalgene i Kina.

Den politiske ledelsen forstår som regel utmerket godt alvoret i denne utviklingen – ofte forstår den det nok bedre enn ”forståsegpåere” fra Nord. Den kan ha klare og bestemte meninger om strategier for mer miljøvennlig utvikling, og for miljø- og energiteknologisk samarbeid med Nord. Men samtidig er den under press fra næringslivet, spesielt fra miljøskadelig og/eller energikrevende industri, og produsenter av konvensjonell energi. Presset kan også komme fra den delen av det statlige byråkratiet som er opptatt med, og har interesse av, økonomisk utvikling. De økonomiske

¹⁹ Kinesiske myndigheter har innført NOx-krav til nye kraftstasjoner i landet. Norsk Hydro har bedt om at kinesiske myndigheter også vurderer muligheten for strengere NOx-reguleringer for eksisterende kraftstasjoner, fordi dette kanskje kunne åpnet for eksport av mer miljøvennlige additiver fra Norge til Kina (personlig kommunikasjon med Kjell Stenstadvoll, leder for Norsk Hydros virksomhet i Kina).

problemene står i kø, og får ofte forrang. Men denne fortvilte situasjonen innebærer også muligheter – spesielt for et forsknings- og forretningsområde som industriell økologi.

Nettopp det at landene som industrialiserer i dag må takle alle miljøproblemer og alle problemer knyttet til økonomisk utvikling *samtidig*, gjør at vinn-vinn-løsninger, hvor økonomisk vekst ikke må forsakes for miljøets beste, er de eneste som er realistiske å få gjennom hvis landene selv skal stå for finansieringen.²⁰

Utfordringen for industriøkologisk forskning må derfor være å bidra til utformingen av prosjekter og produkter som *både* bedrer menneskers muligheter til å få tilfredsstilt basale behov (rent drikkevann og ren luft), og *samtidig* bidrar til å unngå produksjon av miljøskadelige stoffer eller vrir menneskelig aktivitet i mer miljøvennlig retning. Et viktig eksempel er at tiltak og produkter mot luftforurensning samtidig kan redusere utslipp av klimagasser i områder hvor klimaproblemet fortsatt oppleves som helt irrelevant sammenlignet med luftforurensning.

Forurensningsproblemene som landene i Sør står overfor, kan kanskje minne om de problemene landene i Nord har stått overfor de siste 40-50 årene. Dermed er det ikke sagt at vi er nødt til å løse dem på samme måte som vi gjorde i Nord for en menneskealder siden. Her kan industriøkologisk forskning og praksis spille en viktig rolle. I perioden 1950-70 var *fortynning* vidundermiddelet mot industriforurensning. I 1970-årene overtok *rensestrategier*, med strengere statlig regulering av industriutslipp og -avfall. På 1980-tallet ble *gjenvinning* satt i fokus. I dag er man på vei til å innse at redusert produksjon og forbruk av varer og tjenester, og erstatning av miljøfarlig materiale og produkter, er en bedre løsning på presserende miljøproblemer. Det legges også vekt på å *forebygge* miljøskade gjennom design av produksjonsprosesser og behandling av materialer og avfallsstrømmer med tanke på å minimere energiforbruket i et produktsystem, hele tiden med utgangspunkt i livsløpsvurderinger (Brattebø 1996, Marstrander og Brattebø 1997).

5.1.4 *Bi- og multilateral tilrettelegging for private investeringer og etableringer i miljø- og energisektoren i Sør*

Som nevnt over, er det først og fremst løsninger som motvirker flere miljøproblemer samtidig og som er økonomisk lønnsomme, som har mulighet til å få lokal finansiering i Sør. Det siste tiåret har det imidlertid vært en kraftig vekst i miljøinitiativer finansiert gjennom bi- og multilateral bistand. For eksempel var norsk miljøbistand nærmest ikke-eksisterende på begynnelsen av 1990-tallet, mens den nå representerer en betydelig andel av

²⁰ Dette er et sentralt prinsipp innenfor industriell økologi, jfr. kap. 2, punkt 1 over).

den totale bistanden.²¹ På samme måte har det blitt utviklet stadig flere multilaterale bistandsinitiativer rettet spesifikt mot prosjekter i miljø- og energisektoren, prosjekter som vertslandene ikke er i stand til å finansiere selv. Global Environment Facility er kanskje det mest kjente eksempelet på et slikt initiativ. Det siste skuddet på denne stammen er Verdensbankens karbonfond, etter mønster av de fleksible mekanismene under Kyoto-protokollen.²² Her vil den norske staten spytte inn 80 millioner kroner de nærmeste 10 årene, og både Statoil, Hydro og Naturkraft er interessert i å delta med prosjekter.²³ Hvor viktig denne endringen er, understrekes av at den har skjedd i en periode hvor bistandens andel av brutto nasjonalprodukt i giverlandene stort sett har gått ned.

Bistandens andel av BNP i Nord har som sagt gått ned de siste årene²⁴ – men andelen utenlandske direkteinvesteringer i landene i Sør har gått kraftig opp i samme periode. Derfor er det interessante med de bi- og multilaterale initiativene innenfor miljøbistand at de i stadig økende grad gjør bruk av økonomiske insentiver for å oppmuntre næringslivet i Nord til å investere i prosjekter i Sør. Et annet eksempel på hvordan virkemiddelapparatet tilpasses private eller halvprivate investeringer i miljø- og energisektoren i Sør, er de fleksible mekanismene under Kyoto-protokollen (først og fremst den grønne utviklingsmekanismen og felles gjennomføring). På samme måte som strengere miljøreguleringer i Nord stimulerte fremveksten av miljøteknologibedrifter og –kunnskapsmiljøer, stimulerer disse finansieringsmulighetene industrivekst og innovasjon.

5.1.5 *Behovet for retningslinjer for etableringer og investeringer i Sør*

Etableringer og investeringer i Sør er imidlertid langt fra noen utvetydig velsignelse. Mye tyder på at en del selskaper i Nord – det være seg multinasjonale selskaper, eller små- og mellomstore bedrifter – flytter sin virksomhet til land i Sør fordi disse landene har manglende eller dårlig håndhevede miljøreguleringer i tillegg til billig arbeidskraft som komparative fordeler.²⁵ I 1993 slo for eksempel United Nations' Benchmark

²¹ Miljøstøtten var for eksempel på over 1,3 milliarder kroner i 1998, og den har vært over 1 mrd. kr. siden 1995. Se Utenriksdepartementets hjemmesider for mer informasjon: <http://odin.dep.no/html/nofovalt/depter/ud/publ/1999/bistand/tabeller.html>.

²² For mer informasjon om fondet, se dets hjemmesider: <http://www.prototypecarbonfund.com/>.

²³ Kaarbø, Agnar, "Støtter karbonfond med 80 millioner", *Aftenposten*, 20.01.00, <http://www.aftenposten.no/nyheter/uriks/d120057.htm>.

²⁴ Siste måling, i 1998, er et hyggelig unntak i så måte.

²⁵ Det er for unyansert å si at det kun er multinasjonale selskaper som har varierende miljøprestasjoner i Sør. Tvert i mot er det grunn til å merke seg at mange eksportbedrifter i Sør har relasjoner til små- og mellomstore bedrifter i Nord, og ikke større selskaper. Ofte skaper disse eksportbedriftene store miljøproblemer, både fordi de opererer med gammel

Corporate Environmental Survey Report fast at mange multinasjonale selskaper mangler både generelle miljøforbedringsprogrammer og spesifikke miljøatsinger overfor virksomheten sin i Sør, og at bedrifters miljøprestasjoner er bedre i områder med strenge miljøreguleringer (Ehrenfeld 1997).²⁶

I kjølvannet av økningen i direkteinvesteringer i Sør har det også oppstått en diskusjon om hvorvidt det skal innføres etiske og miljømessige retningslinjer for slike investeringer, og hvordan disse i så fall skal utformes. I Norge har disse spørsmålene for eksempel vært diskutert i forbindelse med opprettelsen av – og virksomheten til – Storebrands miljøfond og Oljefondet.

Teoretiske og metodiske verktøy benyttet innenfor industriøkologisk forskning vil kunne gi verdifull dokumentasjon og informasjon om miljøaspektene ved investeringer og etableringer i Sør. Dette kan danne grunnlag for utforming av retningslinjer for slike etableringer og investeringer – og for dokumentasjon fra industriens side på at retningslinjene blir overholdt.

5.1.6 Livsløpskrav til produkter i Nord, og globale industrielle miljøstandarder

Som nevnt i kapittel 2, er de færreste materialsykluser avgrenset til land i Nord. Tvert i mot skjer ofte materialutvinning, produksjon, transport, forbruk og avhending av en vare på forskjellige steder over hele kloden. Derfor kan det industriøkologiske prinsippet om å optimalisere materialsykluser vanskelig nås uten å fokusere mer på problemer knyttet til slik optimalisering i Sør.

Varene som forbrukere i Nord kjøper, er gjenstand for stadig strengere miljøkrav. Blant annet medfører dette økt fokus på underleverandørene til selskapene som selger varene i Norge. Det siste eksempelet på dette i norsk sammenheng er kunngjøringen av at LO og Kirkens Nødhjelp har tatt initiativ til uavhengig kontroll av varer i norske butikkhyller i forhold til etiske retningslinjer, etter mønster av "The Ethical Trade Initiative" i Storbritannia. Den umiddelbare responsen til Forbrukersamvirket, som deler

teknologi, og fordi de er vanskelige å fange opp av statlige initiativer. Samtidig er slike foretak ofte lokale vekstmotorer. Her bør potensialet være stort for løsninger og tenkning i tråd med industriøkologiske prinsipper – ikke minst fordi det både kan være miljømessige og økonomiske gevinster å hente på relativt enkle endringer i teknologien og/eller prosessene som benyttes. Utfordringen er å tilrettelegge for miljømessig forsvarlig, men arbeidskraftintensiv virksomhet som samtidig bidrar til lokal teknologisk utvikling og kompetanse. Se kapittel 6 for et utdypende eksempel.

²⁶ For et innblikk i debatten om hvorvidt forurensningsflukt ("pollution havens") og kappløp mot miljøbunnen ("race to the bottom") faktisk skjer, se for eksempel Hesselberg and Knutsen (1994), Jensen (1996), Engel (1997), og Letchumanan og Kodama (2000). Dette punktet er også knyttet til den geografiske fordelingen av miljøbelastning i produkter, se kapittel 8, "Forskningsutfordringer".

det norske dagligvaremarkedet med Hakongruppen, Norgesgruppen og Reitangruppen, var omtrent slik: "Selvfølgelig er vi med, men hvorfor skal ikke den økologiske dimensjonen ved produktene inkluderes?"

Hvor finner vi underleverandørene til varer vi forbruker i Nord? Svært ofte i Sør. Dette betyr at bedrifter i Nord vil få stadig økt oppmerksomhet rettet mot sin virksomhet i denne delen av verden. Hvis de skal bli i stand til å takle denne utviklingen på en måte som både gagnar dem selv og forbrukerne, må de ha støtte i forskning som kombinerer kjennskap til den unike teknologiske, kulturelle og samfunnsmessige kontekst som underleverandørene holder til i, med kunnskaper om industriøkologiske prinsipper og "verktøy".

Et av disse "verktøyene" er globale industrielle miljøstandarder, hvorav den mest profilerte er ISO 14000, publisert av the International Organisation for Standardisation (ISO). Sertifisering etter standarden ISO14000 skjer "organisasjonsvis".²⁷ Standarden måler hvorvidt en organisasjon har et system for kontinuerlig forbedring av sine miljøprestasjoner, og ikke hvorvidt virksomheten i seg selv er miljøvennlig eller miljøskadelig.

Et mulig positivt trekk ved en slik standard er at et multinasjonalt selskap kan få dokumentert at det har tatt initiativ til en gradvis forbedring av miljøoppfølgingssystemene i sine fabrikker i Sør, gjennom å sertifisere en og en fabrikk. Et mulig problem med standarden er nettopp at alle typer virksomheter kan sertifiseres, så lenge de har et system for å forbedre seg på miljøsidene – uansett hvor miljøskadelig aktiviteten deres i utgangspunktet er. Brukt på en feil måte kan derfor standarden bidra til å gi miljøskadelige etableringer i Sør et ufortjent miljøstempel.²⁸ I en situasjon hvor land i Sør kan se seg nødt til å bruke muligheter til å forurense som komparativt fortrinn for å sikre sin økonomi, er det derfor nødvendig å etablere et godt samarbeid mellom industriøkologiske forskningsmiljøer og proaktive deler av næringslivet som er aktive i de aktuelle områdene (jfr. Gleckmann 1996).

5.1.7 *Moralske aspekter*

I følge mange bidragsytere, særlig med tilholdssted i industrien, er en av hovedideene i industriell økologi å øke bedrifters konkurransekraft, og å bruke markedsmekanismer for miljøets beste. Enkelte vil derfor spørre seg om det er moralsk riktig å oppmuntre til økt samarbeid med Sør innenfor industriøkologisk forskning og praksis. Argumentet er at dette vil bidra til

²⁷ ISO 14000 definerer en organisasjon som "selskap, firma, virksomhet eller institusjon eller deler av eller kombinasjoner av slike, inkorporert eller ikke, offentlige eller private, som har egne funksjoner og administrasjon".

²⁸ Prinsippet om Environmentally Viable Application of Best Available Technology (EVABAT) har blitt utelatt i ISO 14000, mens det er inkludert i European Management and Auditing Scheme (EMAS). ISO 14000 krever overholdelse av "anvendelige" lover og reguleringer – i praksis lokale eller nasjonale reguleringer, som ikke nødvendigvis håndheves.

fremveksten og opprettholdelsen av et system basert på økonomisk vekst etter industrilandenes ønsker.²⁹

En slik argumentasjon kan lett feiltolkes dit hen at man ikke ønsker økonomisk vekst i landene i Sør. Dette er i tilfelle en ganske kontroversiell påstand, når man kjenner forskjellene i levekår mellom Nord og Sør. En annen hovedgrunn til at jeg er tvilende til en slik velmenende ”ikke-intervensjonsstrategi”, er at den lett kan bli naiv, og dermed kontraproduktiv. Den økonomiske globaliseringen skjer uansett om industriøkologisk forskning og praksis fokuserer på Sør eller ikke. For industriell økologi står derfor valget etter min mening mellom følgende:

- 1) å aktivt bidra til å sette den globale industrialiseringen inn i et kritisk systemperspektiv, og utnytte det industrielle og forskningsmessige potensialet som denne utviklingen innebærer, eller
- 2) å innta en passiv rolle, og forbli tilskuer til en økonomisk utvikling som ikke er basert på helhetlige systemløsninger, samtidig som mulighetene til å få prøvd gyldigheten av teknologi, metodologiske verktøy og forskning tilpasset virkeligheten i Nord i en ny kontekst, forsvinner.

Som nevnt over har de politiske og økonomiske elitene både i Nord og Sør etter min mening interesse av global industrialisering. Hvis dette argumentet holder, vil industrialiseringen fortsette, uansett om industriøkologisk forskning og praksis fokuserer mer på landene i Sør eller ikke. I stedet for å unngå å støtte opp om utbredelsen av det kapitalistiske systemet og vekstideologien, mener jeg derfor at det er mer hensiktsmessig å tilrettelegge for en industrialisering i Sør som er basert på:

- 1) en stor andel miljøteknologi-industri;
- 2) at annen industriell aktivitet skjer mer i henhold til industriøkologiske prinsipper, og
- 3) at kommunikasjons- og energi-infrastruktur er i tråd med de samme prinsippene.

Den motsatte strategien, altså å vente og se, passer heller ikke særlig godt med føre var-prinsippet, som er et sentralt prinsipp innenfor industriell økologi. I tillegg er det, som nevnt over, moralsk tvilsomt å nekte Sør en økonomisk vekst vi har bevilget oss selv – og som vi ikke hittil har gjort mye for å bremse. Da er det tross alt bedre å gi den hjelpen vi kan for at veksten skal få et best mulig innhold.

Enkelte er motstandere av at det skal satses mer på industriøkologisk forskning og praksis rettet mot – og i – Sør, fordi dette etter deres mening påtvinger Sør våre løsninger. Imidlertid var et av de klareste kravene fra Sør

²⁹ Takk til Andreas Brekke for å ha klargjort spørsmålsstillingen for meg.

i forbindelse med alle de internasjonale miljøavtalene underskrevet på Rio-konferansen at teknologi og finansiering måtte overføres fra Nord til Sør i langt større volum enn tidligere for å støtte opp om den praktiske gjennomføringen av disse avtalene.

Påstanden om at vi gjennom en industriell økologi-satsing i Sør påtvinger Sør våre løsninger, forutsetter altså så vidt jeg kan forstå, at de fleste stater i Sør ikke har legitimitet i sitt eget folk, og derfor ikke skal brukes som indikator på hva folket i disse landene mener. Dette kan muligens være tilfelle for noen av landene det her er snakk om, men så langt fra de fleste.

Det moralske dilemmaet har også en annen fasett, hvis man betrakter det hele mer historisk. Hvor moralsk høyverdig – eller troverdig – er det om vi i dag forteller landene i Sør at vi ikke ønsker å involvere oss i arbeidet med å rydde opp i miljøproblemene i disse områdene, som delvis er skapt av Nords egen industri, fordi dette vil styrke et skadelig system vi selv har introdusert i disse landene? Landene i Sør er som nevnt allerede inkludert i Nords industrielle metabolisme – både i form av bidrag på materialsiden og i form av forbruk av produkter produsert i Nord.³⁰ Å avskrive seg det ansvaret som følger med utviklingen av en global metabolisme, kan lett få karakter av ”omvendt imperialism” hvis vi samtidig fortsetter å ta ut billige råvarer i Sør til bruk i Nord og forsyner Sør med annenrangs teknologi. En slik strategi er verken særlig moralsk eller langsiktig.

5.2 Fokusering på Sør som bidrag til utviklingen av industriøkologisk forskning og praksis

Vilkårene for å rette fokus mot Sør innenfor industriell økologi-forskning og praksis er altså sannsynligvis bedre enn noen gang, og det er klare etisk-moralske argumenter for at en slik dreining av fokus bør foretas. Likevel: Er ikke problemene knyttet til arbeidet for å virkeliggjøre potensialet som ligger i industriell økologi-prinsippene i Nord store nok, om vi ikke også skal inkludere Sør som satsningsområde? Bør virkelig industriøkologisk virksomhet og forskning ta skrittet inn i villniset av utdaterte tekniske løsninger, miljøsynder, byråkratisk virvar, kulturforskjeller og kommunikasjonsproblemer som finnes i Sør?

Å gjøre det motsatte ville, som skrevet i innledningen og i kap. 2, være i strid med flere av de sentrale ideene i faget, men det er mange andre vektige ”faglige” argumenter for at industriøkologisk forskning og virksomhet bør øke sitt fokus på landene i Sør.

Utmeisling av sentrale problemstillinger: Ved å rette oppmerksomheten mot de problemer landene i Sør står overfor, vil industriøkologisk forskning og praksis få tydeliggjort kontrastene mellom hvilke problemstillinger vi

³⁰ Denne problematikken blir også berørt i kap. 8, ”Forskningsutfordringer”.

jobber med i Nord som virkelig er viktige, og hvilke problemstillinger som vi med god samvittighet kan la ligge en stund. Et eksempel på et spørsmål man med fordel kan bli mer bevisst på, er: Bør man prioritere marginale forbedringer på allerede relativt velfungerende og miljøeffektive produkter og prosesser i Nord fremfor grunnleggende endringer i adskillig mindre miljøeffektive produkter og prosesser i Sør, som utfører de samme funksjonene?

Studier i slike områder kan også – ofte på en grell måte – bidra til å forstørre, og dermed synliggjøre, faktorer som bidrar til at industriøkologiske initiativer mislykkes. Sannsynligvis er mange av disse faktorene sentrale også i Nord – de er bare mindre tydelige, og har derfor ikke blitt tilstrekkelig analysert ennå.

Test på robustheten til teorier og verktøy: Anvendelse i Sør av industriøkologiske teorier og metodologiske verktøy brukt i Nord, vil være en test på hvor universelle de er. Hvor robuste er for eksempel de ulike vektingsmetodene brukt i livsløpsanalyser ved anvendelse i ulike typer samfunn? Denne problemstillingen kan vi se i mikromålestokk i kontrasten mellom et foregangsland som Nederland og et mindre profilert land som Norge, men ved anvendelse i Sør er det sannsynligvis mange flere interessante observasjoner å gjøre. Og de er ikke nødvendigvis like over alt i Sør. Et annet eksempel: Er det meningsfylt å introdusere forlenget produsentansvar i land hvor verdien på arbeidskraft er så lav, verdien på avfall relativt sett så høy, og andelen fattige så høy som for eksempel i India i dag?³¹

Tydeliggjøring av uuttalte antagelser: Industriøkologisk forskning og utvikling i Sør vil kunne tydeliggjøre hvilke uuttalte antagelser som ligger i bunn for industriell økologi slik faget har utviklet seg i Nord. For eksempel har industriell økologi-faget etter min mening et heller skeptisk syn på statens rolle både i miljø- og energipolitikk og i næringspolitikk – dette er kanskje spesielt tydelig i den amerikanske litteraturen på området.³²

Den sikreste måten å drepe initiativer på er å surre dem inn i byråkratisk ”rød tape”, som amerikanerne sier. Imidlertid er det en kjensgjerning at staten har spilt en svært sentral rolle i den innledende fasen både innenfor næringsutvikling og initiativer innenfor miljø- og energisektoren i alle land – også i USA. Situasjonen i Sør i dag er ikke vesentlig annerledes, noe store bistandsaktører som Verdensbanken tar stadig større hensyn til

³¹ Årsaken til at jeg stiller spørsmålet er langt fra at det gir et utvetydig nei-svar. Snarere kan det argumenteres for at det er *gunstig* å innføre forlenget produsentansvar så tidlig som mulig, i hvert fall for utvalgte varegrupper, slik at rutinene blir innarbeidet. Verdien på arbeidskraft og andelen fattige i India vil garantert ikke forbli like lav i fremtiden. Takk til Kjetil Røine for å ha gjort meg oppmerksom på dette poenget.

³² Det er neppe tilfeldig at det meste av forskningen rundt forlenget produsentansvar og samarbeid mellom bedrifter og myndigheter i denne sammenheng har skjedd i Europa (se for eksempel Lindhqvist 2000). Her har staten vært sentral, gjennom å presse industrien til handling ved lovgivning og direktiver.

(Verdensbanken 1997).³³ Selv om fremveksten av forskning og praksis innenfor industriell økologi i Nord også kan sies å ha vært et resultat av statlige reguleringer, har industrien vært en sentral pådriver. Det er langt fra sikkert at den har muligheten til å spille en like aktiv rolle i Sør. Kanskje kan den kooperative tilnærmingen til miljøpolitikk i en del nordeuropeiske land fungere som modell for utviklingen av miljøpolitikk i Sør?³⁴

Vise hvordan Nord kan lære av Sør: Det finnes gode eksempler på at det ikke er forutbestemt at det er Sør som skal lære industriell økologi som fagfelt og praksis, og Nord som skal lære bort. Ett av disse finnes på ny fornybar energi-området. Det største antallet solcellesystemer per hode i verden finnes ikke i Tyskland, Japan eller USA, men i Kenya (Kammen 1999: 13). De mest omfattende programmene for spredning av ny fornybar energiteknologi finnes heller ikke i Nord, men derimot i Kina,³⁵ og til dels i India (vindkraft).

En vanlig innvending mot dette argumentet er at det ikke er *kvantitet* det kommer an på, men *kvalitet* – og at vi derfor ikke har stort å lære av Sør på dette feltet. Det er etter min mening feil. Det landene i Sør kan lære oss, er jo, som eksemplene over viser, hvordan man faktisk oppnår en viss *spredning* av en ny type miljøteknologi. Det hjelper som kjent lite at en teknologi holder høy kvalitet, hvis ingen bruker den. Dessuten kan man jo spørre seg om det i det hele tatt går an å si at en teknologi holder høy kvalitet hvis ingen bruker den. Snarere er det vel slik at de rent tekniske aspektene av den aktuelle teknologien er velutviklet, mens delen av teknologien som angår markedskunnskap og utvikling/tilpasning av organisatoriske forhold til teknologien, fortsatt er på et tidlig stadium.

Undersøke holdbarheten i påstanden om "leapfrogging": En rekke bidrag innenfor innovasjonsstudier har pekt på teknologisk innelåsing, eller "lock-in", som et problem i Nord (Arthur 1989,1996), også innenfor miljø- og energiteknologisektoren spesielt (Jansen 1994: 516, og Tangen,

³³ For eksempel kan vi lese følgende i *World Development Report*: "An effective state is vital for the provision of the goods and services – and the rules and institutions – that allow markets to flourish and people to lead healthier, happier lives. Without it, sustainable development, both economic and social, is impossible. Many said much the same thing fifty years ago, but then they tended to mean that development had to be state-provided. The message of experience since then is rather different: that the state is central to economic and social development, not as a direct provider of growth but as a partner, catalyst, and facilitator." Selv om det altså tas visse reservasjoner med hensyn til statens rolle, er dette et langt mer balansert syn på forholdet mellom stat og marked enn Verdensbanken tidligere har hatt.

³⁴ Se Jänicke (1995) for en mer utdypende diskusjon av den mulige sammenhengen mellom korporativ samfunnsstruktur og god miljøpolitikk.

³⁵ Landet har for eksempel anslagsvis 60000 mikro-, mini eller småkraftverk (vannkraft), og 150000 vindturbiner for bruk av private husholdninger – i begge tilfeller stort sett produsert av kinesisk industri. Kina er for øvrig også det største markedet i verden for energieffektive lyspærer.

Christiansen og Buen 1998).³⁶ Ideene om øko-industrielle parker og – clustere har i svært liten grad blitt iverksatt i Nord. Dette har blant annet sammenheng med at industristrukturen allerede er etablert, og at det knytter seg sterke interesser til å opprettholde den slik den er i dag.³⁷ Det eneste virkelige eksempelet på en ”industriell symbiose” vi har i Nord, er Kalundborg i Danmark – og dette bedriftssamarbeidet var motivert av økonomiske hensyn mer enn økologiske.³⁸ Fordi infrastrukturen i Sør er adskillig mindre utbygd enn tilfellet er i Nord, burde det – teknisk sett – være enklere å lansere nye teknologiske systemer og/eller velprøvde miljøvennlige teknologier i disse områdene, for eksempel for produksjon, distribusjon og forbruk av ny fornybar energi, eller øko-industrielle parker (Tibbs 1992).³⁹ Her vil det være snakk om oppstartsinvesteringer, og ikke bare erstatning av eksisterende infrastruktur. Men fordi det skjer en rask industrialisering i Sør, er dette en mulighet som må gripes raskt, før nøkkelinfrastruktur er etablert.

Med begrepet innelåsing menes en utvikling hvor en teknologi som først har fått overtaket, stadig vinner nye markedsandeler og dermed blir mer konkurransedyktig. Konsekvensen av dette er ofte store investeringer i nye prosjekter og betydelig forsknings- og utviklingsaktivitet, noe som igjen bidrar til at man lærer mer om hvordan man kan bygge ut til lavere kostnader og utvikle nye og bedre teknologiske løsninger. Den *teknologiske* innelåsing følger av *institusjonell* innelåsing. Rundt den seirende teknologien oppstår et nettverk av kommersielle og statlige aktører, som alle har interesse av at virksomheten utvides. Kompetanseutvikling i forskningsmiljøer, bedrifter og undervisningsinstitusjoner vris mot den dominerende teknologien. Slike selvforsterkende mekanismer kalles gjerne ”positive tilbakekoplinger” og bidrar til at teknologiutvikling ikke bare bestemmes av markedsforhold og priser, men av en innelåsing i teknologiske og institusjonelle løsninger som ikke nødvendigvis er samfunnsmessig lønnsomme. Konsekvensen av slik teknologisk og institusjonell innelåsing er

³⁶ Utdypingen av begrepet ”teknologisk innelåsing” er nesten i sin helhet basert på Tangen, Christiansen og Buen (1998).

³⁷ Personlig kommunikasjon med John Ehrenfeld (MIT).

³⁸ Ibid.

³⁹ Denne argumentasjonen er og har vært gjenstand for mye debatt – ikke minst fra miljøer i Sør, som oppfatter den som patroniserende. Argumentene har sitt utspring i faseteorier innenfor moderniseringsteori. For eksempel skisserte Walt Rostow (1971) fem stadier i økonomisk vekst: Det tradisjonelle samfunn, vekstens forstadium, ”take-off”-stadiet (rask industrialisering), utvikling med teknologisk modning, og til slutt utvikling av masseforbruk. Også teorien om fordelene ved tilbakeleggenhet (se for eksempel Østerud (1993)) ligger til grunn for denne tankegangen: Underutviklede land kan lære av foregangsland, er mindre bundet av etablerte eiendomsforhold og teknologiske og kapitalmessige strukturer og interesser. Disse teoriene ga også grunnlaget for en teori om at menneskelige samfunns miljøbelastninger vil være liten på et lavt utviklingsnivå, øke svært mye i stadiet mellom lavt og høyt utviklingsnivå, for deretter å reduseres på et høyt utviklingsnivå (miljø-Kuznets-kurven, se for eksempel Stern *et al.* (1996), Ekins (1997), Roberts og Grimes (1997), *Ecological Economics* (mai 1998), og Munasinghe (1999)).

Hvorfor rette blikket mot Sør?

åpenbart at eksisterende teknologi og institusjoner tilknyttet denne, begge kan være til hinder for introduksjonen av ny teknologi som er ønskelig av både rent miljømessige og mer samfunnsøkonomiske årsaker.

6 ET EKSEMPEL PÅ POTENSIALET – OG BARRIERENE: BIOMASSE-KRAFTVERK PÅ LANDSBYGDA I SØR

Følgende eksempel er en interessant illustrasjon på hvilket potensial som finnes for mer miljøvennlig praksis i Sør i dag, og hvilke dilemmaer som må løses før slike initiativer kan settes ut i livet:⁴⁰

Mange områder i Sør opplever problemer med overforbruk av biomasse til brensel, og lokal og/eller innendørs luftforurensning som følger med ineffektiv forbrenning. I områder hvor det skjer en overgang fra biomasse til kullbriketter, brennes planterester fra avlingene av på markene fordi teknologien som trengs for å utnytte disse til oppvarmingsformål, ikke finnes. Dette skaper også lokal luftforurensning.

Men det finnes mulige tekniske løsninger på problemet. I kullrike områder kan for eksempel væsker utvinnes på en energi- og kostnadseffektiv måte i forbindelse med gassifisering av kull. Forbrenning av disse væskene vil kunne gi en vesentlig høyere virkningsgrad enn nåværende ovner, de kan brukes til både oppvarming og matlaging, og de vil gi mindre forurensning enn i dag. Andre destillater fra prosessen kan brukes som drivstoff. Mengden kull som trengs for å erstatte all tradisjonell bruk av biomasse for matlaging og oppvarming i Kina i dag på denne måten, tilsvarer kun 8% av dagens totale kullproduksjon i Kina.

Biomassen som erstattes av kullderivater og planterester fra jordbruket, kan i stedet brukes i biomasse-kraftverk. Slike kraftverk kan produsere langt mer elektrisitet enn det som trengs lokalt, slik at elektrisitet kan eksporteres til etterspørselssentra. På denne måten vil økende etterspørsel i sentrale områder kunne dekkes, samtidig som man får en utbygging av overføringsnettet til gravgrendte områder. Dette har tidligere vært ansett som vanskelig, fordi man har antatt at elektronene måtte flyte fra kraftverk i sentrum og ut i mindre sentrale strøk. En slik løsning er ineffektiv, fordi kapasiteten ikke ville blitt utnyttet fullt ut. Ved *produksjon* i gravgrendte strøk og eksport *inn til sentrum*, vil kapasiteten kunne utnyttes skikkelig.

Biomasse-kraftverkene vil kunne bidra til elektrifisering av områdene rundt kraftverkene, noe som igjen kan stimulere industrialisering og sysselsetting. Dessuten vil driften av kraftverkene i seg selv være arbeidskraftintensiv. Inntektene fra elektrisitetssalget vil også kunne finansiere bruken av kullderivatet til oppvarmings- og matlagingsformål, som vil komme til å koste mer enn kullbrikettene som brukes til dette formålet i dag.

⁴⁰ Kapitlet er basert på personlig kommunikasjon med Robert H. Williams, rådgiver for Clinton-administrasjonen i energispørsmål og forsker ved Princeton University. Se også Williams (1992) og Buen (1998).

Et eksempel på potensialet – og barrierene: biomasse-kraftverk på
landsbygda i Sør

Det er åpenbart spørsmål knyttet til tilgang på teknologiske løsninger og lokal ressurstilgang knyttet til scenariet over. Men hovedproblemet med resonnementet er ikke av teknologisk eller ressursmessig art, men politisk-økonomisk: Hvordan skal disse prosessene komme i gang i utgangspunktet, når hver og en av prosessene er avhengige av at de andre prosessene allerede fungerer for å komme i gang og bli opprettholdt selv? For eksempel: det er umulig å finansiere kjøp av kullderivater til oppvarmings- og matlagingsformål ved salg av elektrisitet til etterspørselssentra når forutsetningen for oppstart av el-produksjon og -salg nettopp er at bruken av kullderivater allerede er utbredt. Et annet spørsmål er hvordan utbyggingen av overføringsnettet til slike områder med mye kull og biomasse, og annen nødvendig infrastruktur, skal kunne finansieres. Hvis ikke problemer som dette løses, vil slike positive scenarier sjelden bli virkeliggjort. Nøkkelen til løsningen finner vi i kanalisering av bistand og utenlandsinvesteringer, og i en styrket industriøkonomisk innovasjonskapasitet og –kapabilitet.

7 KONKLUSJON

Denne rapporten startet med å påpeke at forskning og industriell praksis innenfor industriell økologi nesten utelukkende fokuserer på det industrialiserte Nord. Konsolidering av faget i Nord, språk- og kulturbarrierer, ulike oppfatninger av innholdet i industriell økologi og koblingen til industrien ble fremhevet som årsakene til at situasjonen er slik.

Deretter ble det pekt på en rekke endringer i de rammevilkårene som hittil har ligget til grunn for den snevre fokuseringen på Nord i praksis og forskning innenfor industriell økologi. Blant disse er globalisering av både miljøproblemene, industrien som er årsak til problemene, og motstanden mot miljø-ødeleggelser; bi- og multilateral tilrettelegging for private investeringer og etableringer i miljø- og energisektoren i Sør; fremveksten av miljøkrav i Nord som følger hele livsløpet til et produkt vokser frem; og at miljøteknologiindustrien i Nord søker nye markeder.

Videre ble det fremmet argumenter for at satsingen på Sør bør økes innenfor industriell økologi-faget. Etter min mening vil en slik satsing:

- tydeliggjøre hvilke problemstillinger innenfor industriell økologi som er viktigst å ta tak i for å løse miljø- og utviklingsproblemer, og hvilke faktorer som bidrar til at industriøkologiske initiativer mislykkes;
- vise hvorvidt de industriøkologiske verktøyene brukt i Nord, faktisk er robuste og universelle;
- tvinge frem – og sette spørsmålstegn ved – eventuelle uuttalte antagelser som ligger i bunn for industriell økologi slik faget har utviklet seg i Nord;
- følge opp selskaper som flytter sin virksomhet til land i Sør med manglende eller slapt overholdte miljøreguleringer;
- undersøke om det teknisk sett er enklere å lansere miljø- og energiteknologiske nyvinninger i Sør, fordi infrastrukturen er mindre utbygd; og
- vise hvordan Sør har kommet lenger enn Nord på enkelte energi- og miljøområder, og at Nord derfor vil kunne lære av Sørs erfaringer på disse områdene.

8 FORSKNINGSUTFORDRINGER

- **Er ulike rammebetingelser i Sør en barriere for gjennomføring av kostnadseffektive miljøtiltak? I hvilken grad skal miljøkrav til bedrifter i Nord ta hensyn til ulike rammebetingelser i Nord og Sør?**

På tross av argumentene presentert tidligere i denne rapporten, vil sikkert en del spørre seg: Ettersom industriell økologi fokuserer på produkter i i-land og deres øko-effektivitet i hele livsløpet, og dermed inkluderer deres øko-effektivitet i u-land også, hvorfor fokusere på u-land spesielt? Dersom miljøbelastningene til et produkt er store akkurat i den del av produktkjeden som er lokalisert i Sør, vil vel dette komme frem i en livsløpsanalyse? Og hvis det også er mest kostnadseffektivt å redusere nettopp disse miljøbelastningene, vil vel tiltak bli satt i verk?

Jeg vil hevde at det ikke nødvendigvis er slik. Argumentet om kostnadseffektivitet over tar ikke hensyn til at teknologiske, institusjonelle, kognitive og økonomiske rammevilkår for produksjon i landene i Sør er kvalitativt annerledes enn i vår del av verden – forhold som ble diskutert i kap. 3. Nettopp fordi strengere miljøkrav øker fokuseringen på underleverandører, og stadig flere av underleverandørene befinner seg i Sør som følge av at produksjon av varer og tjenester globaliseres, bør fokus på disse landene økes i industriøkologisk forskning.

Kanskje er det slik at ulikhetene i rammevilkår oppleves som barrierer, og derfor hindrer at de mest kostnadseffektive tiltakene blir implementert? Eller er det kanskje slik at tiltak i Sør som på papiret ser kostnadseffektive ut, i realiteten ikke er det, fordi transaksjonskostnadene er større der enn i Nord? Hvordan skal i så fall disse ulikhetene i rammebetingelser tas hensyn til i utformingen av miljøkrav til bedrifter i Nord? Disse spørsmålene kan ikke besvares i dag, rett og slett fordi det ikke har blitt gjort studier på området. Dette er en stor fremtidig forskningsutfordring.

I forlengelse av diskusjonen om ulikheten i rammebetingelser kan man spørre seg om livsløpsanalyser også burde spesifisere klarere hvilket geografisk område de er foretatt i.⁴¹ En slik diskusjon bør i så fall også diskutere de ulike vektingsmetodene benyttet i LCA. Enkelte av disse tar delvis utgangspunkt i statlig policy på gitte miljøområder. Dette kan være fornuftig hvis landet analysen foregår i har en stabil og proaktiv miljøpolitikk, men det kan også gjøre livsløpsanalyse til offer for svak og skiftende miljøpolitikk. Faren for sistnevnte type miljøpolitikk må antas å være større i Sør enn i Nord, men dette problemkomplekset må utforskes grundigere før sikre konklusjoner kan trekkes. Denne diskusjonen er del av en mer overordnet spørsmålsstilling: Kan de samme industriøkologiske

⁴¹ Takk til Klaus Ole Vogstad for å ha gjort meg oppmerksom på denne muligheten.

verktøyene benyttes både i Nord og Sør, eller må de tilpasses ulike rammebetingelser?

- **I hvilke geografiske områder finner vi typisk den største delen av miljøbelastningen til produkter som markedsføres i Nord?**

Den geografiske fordelingen av miljøbelastningen i produkter er altså et interessant spørsmål for videre industriøkologisk forskning, av både teknisk, samfunnsfaglig og humanistisk karakter. Er det slik at den største andelen av miljøbelastningen til mange produkter solgt i Nord stammer fra for eksempel ressursutvinning og råvareproduksjon i Sør? I hvilken grad har de aktuelle bedriftene i så fall forsøkt å gjøre forbedringer i disse leddene i verdikjeden? Hvis så ikke har skjedd, hvorfor? Hvordan kan rammevilkårene legges bedre til rette for at en slik situasjon endrer seg? Uansett hvilke resultater slik forskning gir, vil disse være interessante: Hvis det viser seg at industrien faktisk har implementert tiltak der problemene er størst i prosessen, vil dette i seg selv være et viktig funn. Hvis dette ikke har skjedd, er åpenbart behovet tilstede for å påpeke hvilke forbedringer som kan og bør gjøres.

- **Faktorer som påvirker industriøkologisk innovasjonskapasitet og -kapabilitet**

Myndighetene i Nord kan i økende grad benytte markeds- og produktorienterte strategier i utformingen av miljøpolitikk. I mange land i Sør mangler imidlertid staten både sanksjonsmuligheter og samspillet med næringslivsaktører som er nødvendig for slik virkemiddelbruk. Fordi markeds mekanismer i mindre grad er utbygget, spiller staten ofte en langt viktigere rolle enn i Nord – men har en langt svakere stilling. Komparative analyser av drivere og barrierer for industriøkologisk innovasjonskapasitet og -kapabilitet i ulike områder – det være seg i vår del av verden eller i Sør – er derfor en interessant fremtidig oppgave. Diskusjonen kan videreføres i form av case-studier på ulike nivåer (samfunnsnivå, prosjektnivå) og gjerne være av sammenlignende karakter. Tilsvarende studier kan gjøres av kapabilitet på bedriftsnivå i ulike kulturelle og samfunnsmessige settinger. Den teoretiske utfordringen er å etablere koblinger mellom kapasitet på samfunnsnivå og kapabilitet på bedriftsnivå, og spesielt å tydeliggjøre myndighetenes rolle i denne forbindelse.

- **Vilkår for industriøkologisk innovasjonssamarbeid Nord-Sør**

En annen sentral problemstilling som en slik dialog mellom universiteter i Nord og Sør kan ta fatt på, er hvilke faktorer som fremmer og hemmer miljø- og energiteknologisk samarbeid Nord-Sør, på nasjonalt nivå, universitetsnivå og bedriftsnivå. Et slikt samarbeid må være basert på likeverdighet – utgangspunktet må ikke være at kun en av partene skal lære. Det er et faktum at både forhold internt i Nord, forhold knyttet til samspillet Nord-Sør og

interne forhold i land i Sør har bidratt til problemer i dette samarbeidet. Studier av vilkår for industriøkologisk innovasjonssamarbeid må ha som mål at mottakerlandet *selv* bygger opp kompetanse – om både samfunnsmessige og bedriftsinterne faktorer som påvirker industriøkologisk innovasjon.

- **Mekanismer for folkelig deltagelse i beslutningsprosesser**

Det er viktig å utvikle mekanismer som kan sikre folkelig deltagelse i beslutningsprosesser knyttet til miljørisiki ved industriprosjekter, og til initiering av miljø- og energiteknologiske prosjekter i Sør. Dette er ikke minst sentralt hvis det blir aktuelt med storstilte eksperimenter med ny energi-infrastruktur. En mulighet – som i liten grad er utprøvd i forbindelse med store prosjekter i Sør – er konsensuskonferanser. Dette er en ny form for teknologivurdering som gir en stemme også til lekfolk. Konsensuskonferansen er et forum hvor lekfolk spør ut et ekspertpanel om ett eller flere kontroversielle spørsmål knyttet til forskning eller teknologi innenfor et bestemt område, vurderer ekspertenes svar, og søker å oppnå konsensus om spørsmålene på basis av dette.

9 IMPLIKASJONER FOR NTNU OG PROGRAM FOR INDUSTRIELL ØKOLOGI

Hvordan kan NTNU – og Program for industriell økologi spesielt – bidra til å møte de skisserte forskningsutfordringene? Satsingen på innovasjonssamarbeid innenfor miljø- og energiteknologi mellom NTNU og statlige organer, universiteter og næringsliv i Sør er per i dag nærmest fraværende.⁴² Det samme er satsingen på å bygge opp forskning og undervisningstilbud på miljø- og energiteknologiske innovasjonsprosesser i skjæringspunktet Nord-Sør. Dette til tross for at nettopp dette var et av de ytterst få utpekte satsingsområdene som det regjeringsoppnevnte Underdal-utvalget, som utredet NTNU, skisserte for det nye universitetet i 1995.

Årsaken til at utvalget trakk frem nettopp miljø- og energiteknologisk innovasjonssamarbeid som et mulig satsingsområde for NTNU, er åpenbar: NTNU har stor og bred kompetanse på disse områdene, som kan utnyttes bedre. NTNU har både miljøer som har forsket på teknologioverføring, forholdet mellom teknologi og kultur og teknologi og samfunn (Senter for teknologi og samfunn, Geografisk institutt, SINTEF), som utvikler miljøteknologisk kompetanse og teknologi bl.a. for eksport til Sør (SINTEF, Arkitektur, Vassbygging, Energi og miljø etc.), som analyserer teknologiske innovasjonsprosesser (Institutt for industriell økonomi og teknologiledelse, Senter for teknologi og samfunn) og tverrfaglige miljøer som ser på helhetlige løsninger innenfor miljø- og energisektoren (Energi og miljø, Program for industriell økologi).

Underdal-utvalget skrev ikke mye om de faglige utfordringene som ventet NTNU (faktisk bare 3 av 140 sider) – men likevel rakk utvalget å konstatere at ”å sikre frihet fra fattigdom og nød uten å true livsgrunnlaget for fremtidige generasjoner er et globalt anliggende, hvor så vel fagspesifikk spisskompetanse som en bred forståelse av samspillet mellom teknologi, natur, samfunn og kultur er viktige forutsetninger for at vi skal kunne lykkes”. Utvalget fortsetter: ”Når ikke så rent lite av den industrialiserte verdens utviklingsbistand i ettertid fremstår som en gravplass for gode intensjoner, er en hovedgrunn nettopp mangel på innsikt i slike sammenhenger”. Utvalget konkluderer at ”nettopp NTNU burde ha forutsetninger for å kunne få til den kopling av kompetanse som skal til for å bedre vår forståelse av slike sammenhenger [mellom teknologi, natur, samfunn og kultur]”, og sier at ”slik innsikt utvikles bare når samspillet selv gjøres til gjenstand for forskning og undervisning. Å gjøre nettopp det, og å gjøre det godt, blir en av NTNUs viktigste og mest krevende utfordringer”.

Gjensidig utveksling av kompetanse og etablering av felles diskusjonsarenaer bør stå sentralt i en opptrapping av samarbeidet mellom

⁴² Lund og Stenberg (2000) beskriver dette problemet på en god måte.

universiteter i Nord og Sør innenfor forskning på industriell økologi. Foruten de konkrete forskningsutfordringene som ble skissert i kap. 8, kan NTNU utrede muligheten for å tilby opplæringsprogrammer, læringsressurser, kompetanseutveksling og fjernundervisning i industriell økologi. Dette kan være en måte å styrke kompetansen på slike spørsmål i Sør uten fare for "hjerneflukt" til Nord. Initiativet vil være i tråd med både tanken innenfor industriell økologi-faget om å frigjøre funksjon fra vare, og den velkjente bistandsmålsetningen om å hjelpe der hjelpen trengs. Et slikt initiativ krever omfattende institusjonssamarbeid med universiteter i Sør. Kanskje er det derfor mest hensiktsmessig at arbeidet gjennomføres av *Society of Industrial Ecology*, en verdensomspennende organisasjon for fagmiljøer innenfor industriell økologi, som er i ferd med å bli etablert.

Hvordan dette skal kunne gjennomføres i praksis er imidlertid et interessant spørsmål både for forskningsmiljøer og for relevante bedrifter. For eksempel vil et slikt initiativ kunne møte hindre i form av dårlig utbygget og ustabil transmisjonsnett, mangel på tilgang på datamaskiner, og lese- og skrivevansker i en del områder. Det vil også være dyrt å oversette undervisningstilbudet til flere språk enn engelsk. I mange områder i Sør vil dermed bare en liten elite kunne ha glede av tilbudet – uten at dette i seg selv er grunn god nok til å skrinlegge prosjektet.

En svært viktig potensiell ressurs i det konkrete arbeidet for å virkeliggjøre slike initiativer – men også i forskningen som ligger til grunn for dem – er studenter fra Sør som studerer i Nord, eller som har returnert til Sør etter å ha studert i Nord. De har en unik kompetanse, ettersom de både har erfaring med bruk av infrastrukturen og verktøyene som skal overføres, kjenner kulturen teknologien overføres fra, og har førstehåndskjennskap til hvordan teknologien kan tilpasses for å fungere tilfredsstillende i samfunnet de selv kommer fra. Dette poenget gjelder selvfølgelig ikke bare informasjons- og kommunikasjonsteknologi, men alle former for miljø- og energiteknologisk samarbeid mellom Nord og Sør. Slik kompetanse vil sannsynligvis bli mer etterspurt i fremtiden, derfor er det viktig at NTNU posisjonerer seg tidlig, som et universitet som har et helhetlig sosialt og faglig tilbud til studenter fra Sør, og bruker kompetansen deres konstruktivt.

Program for industriell økologi ved NTNU har allerede kontakt med internasjonalt anerkjente miljøer som har tatt initiativer for anvendelse av industriøkologiske prinsipper i u-land (Pangotora, Erkman og Singh (red.) 1999). Det har også blitt tatt skritt for samarbeid med miljøer i Norge som er relevante i en slik sammenheng, gjennom dialogen med Prosus. Dialogen mellom forsknings- og industriaktører innenfor industriell økologi-miljøet på den ene siden, og miljøer som har forsket på teknologioverføring og teknologisk innovasjon på den andre siden, og miljøer som har språklig og samfunnsfaglig kompetanse på områdene det skal samarbeides med, prioriteres høyere, både innad på og utenfor NTNU.

For at et mer aktivt industriøkologisk innovasjonssamarbeid mellom Nord og Sør skal kunne finne sted, kreves det altså helt åpenbart en

ytterligere koordinering av initiativer på forskningssiden både i etablerte miljøer i Nord og i Sør. Men minst like viktig er det å utvide kontakten med bedrifter som har virksomhet i Sør, eller som utvikler miljøteknologisk kompetanse og teknologi for eksport til disse landene.

10 REFERANSER

- Agunwamba, J.C. (1998), "Solid Waste Management in Nigeria: Problems and Issues", *Environmental Management*, Vol. 22, Nr. 6, s.849-856.
- Allenby, Braden R. (1999), *Industrial Ecology: Policy framework and Implementation*, New Jersey: Prentice Hall.
- Arthur, W. B. (1989), "Competing technologies, increasing returns, and lock-in by historical events", *Economic Journal*, Nr. 99.
- Arthur, W. B. (1996) "Increasing returns and the new world of business", *Harvard Business Review*, (juli-august).
- Beukering, Pieter van, og Anantha Duraiappah (1998), "The Economic and Environmental Impact of Wastepaper Trade and Recycling in India", *Journal of Industrial Ecology*, Vol. 2, Nr. 2, s. 23-42.
- Bijker, Wiebe E. (1995), *Of Bicycles, Bakelites and Bulbs - Toward a Theory of Sociotechnical Change*, Cambridge, Massachusetts: MIT Press.
- Blowers, A. (1997), "Environmental policy: Ecological modernisation or the risk society?", *Urban Studies*, Vol. 34, Nr. 5-6 (mai), s. 845-871.
- Brattembø, Helge (1996) "Changes in Environmental Strategies and Premises for Industrial Production - An Overview", SMU Report.
- Brattembø, Helge (1996), "Environmental Technology vs. Cleaner Production vs. Industrial Ecology – The Concepts and the Theoretical Basis", forelesning, Industriell Økologi, NTNU, 22.11.96, URL:http://www.smu.ntnu.no/PROG/STIE/LectureSlides/ET_CP_IE/sld031.htm.
- Buen, Jørund (1998), *China's New Renewable Energy Policy: Political Priorities and Market Potential*, FNI-Report 1998/1, Lysaker: Fridtjof Nansens Institutt.
- Buen, Jørund (2000a), "Industriell økologi – nytter det bare i Nord? Om industriøkologisk kapasitet", paper presentert på internseminar for Program for industriell økologi ved NTNU, Kongsvoll, 17-20.02.00.
- Buen, Jørund (kommer, 2000b), Beyond nuts and bolts: An analysis of China's environmental technology implementation capacity, illustrated by the implementation process of China's Agenda 21 project 6-8, hovedoppgave i statsvitenskap, Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet, Trondheim.
- Chen, R. "Global industrialization: A developing country perspective", in Socolow, R., C. Andrews og F. Berkhout (1996), *Industrial Ecology and Global Change*, Cambridge: Cambridge University Press.
- Christoff, P. (1996), "Ecological Modernisation: Ecological Modernities", *Environmental Politics*, Vol. 5, Nr. 3, s. 476-500.
- Chung, S.-s., og C.-s. Poon (1998), "Recovery systems in Guangzhou and Hong Kong", *Resources, Conservation and Recycling*, Vol. 23, Nr. 1/2, s. 29-46.

- Chung, S.-s, og C.-s. Poon (1999), "The attitudes of Guangzhou citizens on waste reduction and environmental issues", *Resources, Conservation and Recycling*, Vol. 25, Nr. 1, s. 35-60.
- Cohen, M.J. (1997), "Risk society and ecological modernisation. Alternative visions for post-industrial nations", *Futures*, Vol. 29, Nr. 2 (mars), s. 105-119.
- Dryzek, J. (1997), *The Politics of the Earth: Environmental Discourses*, Oxford: Oxford University Press.
- Ecological Economics*, Vol. 25, Nr. 2 (mai 1998).
- Edquist, C. (1997), *Systems of innovation: Technologies, organisations and institutions*, London: Pinter Publishers.
- Ehrenfeld, John (1994), "Industrial Ecology: A Strategic Framework for Product Policy and Other Sustainable Practices", paper presentert på "Green Goods: The Second International Conference and Workshop on Product Oriented Policy", Stockholm.
- Ehrenfeld, John (1997), 'Putting the "Product" into Production: Improving the Likelihood of Achieving Sustainability', paper presentert på "The Brundtland Commission's Report - 10 Years", Oslo, 3.-4. oktober.
- Ehrenfeld, John (2000), personlig kommunikasjon.
- Eikeland, P.O., A.C. Christiansen, A.L. Koefoed, A. Midttun og K. Tangen (1999), *Green Energy-Industrial Innovation: A Comparative Study of Green Energy Transformations in Northern Europe*, FNI-Report 16/99, Lysaker: Fridtjof Nansens Institutt.
- Ekins, P. (1997), "The Kuznets curve for the environment and economic growth: Examining the evidence", *Environment and Planning*, Vol. 29, Nr. 5 (mai), s. 805-830.
- Engel, K.H. (1997), "State environmental standard-setting: Is there a 'race' and is it 'to the bottom'?", *Hastings Law Journal*, Vol. 48, Nr. 2 (januar), s. 271.
- Fawer, Matthias (1998), "The Use of LCA and Ecolabels in Developing Countries", The Third International Conference on EcoBalance, Tsukuba, Proceedings, s. 175-178.
- Fawer, Matthias, "A Meaningful Use of LCA in Countries of the South", *International Journal of Life-Cycle Assessment*, <http://www.ecomed.de/journals/lca/village/aboutLCAvillage.htm>.
- Gandy, M. (1999), "Rethinking the ecological leviathan: environmental regulation in an age of risk", *Global Environmental Change*, Vol. 9, Nr. 1 (april), s. 59-69.
- Gleckmann, Harris (1996), "ISO 14000 - An Uncommon Perspective", Benchmark Environmental Consulting.
- Graedel, T.E. (1996), "On the concept of industrial ecology", *Annual Review of Energy and the Environment*, Vol. 21, s. 69-98.
- Graedel, T.E., og B.R. Allenby (1995), *Industrial Ecology*, Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice Hall.

- Gupta, Shuchi, Krishna Mohan, Rakjumar Prasad, Sujata Gupta, og Arun Kansal (1998), "Solid waste management in India: options and opportunities", *Resources, Conservation and Recycling*, Vol. 24, Nr. 2, s. 137-154.
- Hajer, Maarten A. (1995), *The politics of environmental discourse: ecological modernization and the policy process*, Oxford: Clarendon Press.
- Hamner, Burton (1997), "Industrial Ecology in Southeast Asia", *Journal of Industrial Ecology*, Vol. 1, Nr. 4, s.6.
- Hamner, Burton (1998), "Chemical Substitution in the Nepal Carpet Industry", *Journal of Industrial Ecology*, Vol. 2, Nr. 4, s.6.
- Hamner, Burton (1999), "Cleaner production training in Asia: experience from the ASEAN Environmental Improvement Project", *Journal of Cleaner Production*, Vol. 7, Nr. 1, s. 75-81.
- Hassan, M.N., M. Awang, T.L. Chong, Z. Zakaria, M.N. Lay, N. Yusoff, og H. Sino (1999), "The Application of an LCI Model for Solid Waste Disposal Systems in Malaysia", *International Journal of Life-Cycle Assessment*, Vol. 4, Nr. 4, s. 188-190.
- Hesselberg, Jan, og Hege M. Knutsen (1994), "Location of pollution-intensive industry in a North/South perspective: review of literature", *FIL working papers*, Nr. 1, Oslo.
- Jänicke, Martin (1995), "The Political System's Capacity for Environmental Policy", *FFU-Report 95-6*, Berlin: Freie Universität Berlin, Fachbereich Politische Wissenschaft.
- Jansen, Leo, "Towards a Sustainable future, en route with technology!", kap. 19 i Dutch Committee for Long-Term Environmental Policy (red.) (1994), *The Environment: Towards a Sustainable Future*, Dordrecht, Nederland: Kluwer Academic Press, s. 497-523.
- Jensen, Vidar M.H. (1996), "Trade and the environment: the pollution haven hypothesis and the industrial flight hypothesis: some perspectives on theory and empirics", *Arbeidsnotat 1996.5*, Senter for Utvikling og Miljø, Universitetet i Oslo.
- Johnstone, Nick (1998), "The implications of the Basel Convention for developing countries: the case of trade in non-ferrous metal-bearing waste", *Resources, Conservation and Recycling*, Vol. 23, Nr. 1/2, s. 1-28.
- Kammen, Daniel (1999), "Bringing Power to the People", *Environment*, Vol. 41, Nr. 5 (juni), s. 10-15, 34-41.
- Kasseva, M.E., og S.E. Mbuligwe (2000), "Ramifications of solid waste disposal site relocation in urban areas of developing countries: a case study in Tanzania", *Resources, Conservation and Recycling*, Vol. 28, Nr. 1/2, s. 149-161.
- Kironde, J.M.L, og M. Yhdego (1997), "The governance of waste management in urban Tanzania: towards a community based approach", *Resources, Conservation and Recycling*, Vol. 21, Nr. 4, s. 213-226.

Referanser

- Kurasaka, H. (1996), "Extended producer responsibility in Asia", *International environmental affairs*, Vol. 8, Nr. 2 (vår), s. 135-146.
- Kuniyal, J.C., A.P. Jain, og A.S. Shannigrahi (1998), "Public involvement in solid waste management in Himalayan trails in and around the Valley of Flowers, India", *Resources, Conservation and Recycling*, Vol. 24, Nr. 3/4, s. 299-322.
- Kaarbø, Agnar, "Støtter karbonfond med 80 millioner", *Aftenposten*, 20.01.00, <http://www.aftenposten.no/nyheter/uriks/d120057.htm>.
- Lall, Sanjaya (1993), Understanding technology development, *Development and change*, Vol. 24, Nr. 4 (oktober), s. 719-753.
- Lee, K.M. (1999), "A Weighting Method for the Korean Eco-Indicator", *International Journal of Life-Cycle Assessment*, Vol.4, Nr. 3, s. 161-164.
- Letchumanan, R., og Kodama, F. (2000), "Reconciling the conflict between the 'pollution-haven' hypothesis and an emerging trajectory of international technology transfer", *Research Policy*, Vol. 29, Nr. 1, (januar), s. 59-79.
- Lindhqvist, Thomas (2000), *Extended Producer Responsibility in Cleaner Production*, Doctoral dissertation, International Institute for Industrial Environmental Economics (IIIEE) Lund, Sverige.
- Lorentzen, Anne (1988), *Technological Capacity – A contribution to a comprehensive understanding of technology and development in an international perspective*, Technology and Society Series Nr. 5, Aalborg: Aalborg Universitetsforlag.
- Lund, Ragnhild, og Knut Stenberg, "NTNU, teknologi og bistand", *Adresseavisen*, 25.01.00, s. 15.
- Lorentzen, Anne, og Lise Granerud (1999), "Teknologioverførsel og teknologisk utvikling", *Den Ny Verden*, Nr. 1/99, s. 9-31.
- Lundvall, B.-Å. (red.) (1992), *National systems of innovation: Towards a theory of innovation and interactive learning*, London: Pinter Publishers.
- Marstrander, Rolf og Helge Brattebø (1997), "Strategic University Programme (SUP) on Industrial Ecology – Background Paper", Trondheim: NTNU, 30.05.97, URL:<http://www.smu.ntnu.no/Prog/STIE/IndEcol/SUP/SUP-backgroundpaper.html>.
- Mathur, J., og N.K. Bansal (1999), "Energy Analysis of Solar Water Heating Systems in India", *International Journal of Life-Cycle Assessment*, Vol.4, Nr. 2, s. 113-116.
- Mato, R.R.A.M. (1999), "Environmental implications involving the establishment of sanitary landfills in five municipalities in Tanzania: the case of Tanga municipality", *Resources, Conservation and Recycling*, Vol. 25, Nr. 1, s. 1-16.
- Müller, Jens (1984), "Facilitating an indigenous social organisation of production in Tanzania", in Fransman, Martin, og Kenneth King (red.) (1984), *Technological capability in the Third World*, London: Macmillan Press Ltd.

- Munasinghe, M. (1999), "Is environmental degradation an inevitable consequence of economic growth: tunnelling through the environmental Kuznets curve", *Ecological Economics*, Vol. 29, Nr. 1 (april), s. 89-109.
- Murvoll, Mariann (1997), *Miljøpolitisk kapasitet: en case-studie av Etiopias evne til å løse jorderosjonsproblemet for perioden 1972 til 1996*, Hovedfagsoppgave i statsvitenskap, Universitetet i Oslo.
- Norges Offentlige Utredninger (NOU) 1995: 28, "Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet (NTNU) - Forslag til framtidig faglig organisasjon", Innstilling avgitt til Kirke-, utdannings- og forskningsdepartementet 18. oktober 1995, Oslo: Falck Hurtigtrykk, kap. 5, "NTNUs formål, hovedoppgaver og faglige profil".
- Olsen, Odd Einar (1995), *Small Steps Towards Great Changes? Enterprise Development in Aid Supported Technology Transfer Projects*, doktoravhandling, University of Trondheim.
- O'Rourke, Dara, Lloyd Connelly, og Catherine P. Koshland (1996), "Industrial Ecology: A critical review", *International Journal of Environment and Pollution*, Vol. 6, s. 89-112.
- Pangotora, Prem, Suren Erkman, og Himanshu Singh (red.) (1999), *Industry and environment*, Proceedings fra workshop, Indian Institute of Management, Ahmedabad, 5-6 februar.
- Peltier, Nicholas-Pierre, og Nicholas A. Ashford (1998), "Assessing and rationalizing the management of a portfolio of clean technologies: experience from a French environmental fund and a World Bank Cleaner Production demonstration project in China", *Journal of Cleaner Production*, Vol. 6, Nr. 2, s. 111-117.
- Pepper, David (1999), "Ecological Modernisation or the "Ideal Model" of Sustainable Development? Questions Prompted at Europe's Periphery", *Environmental Politics*, Vol. 8, Nr. 4, s. 1-34.
- Porter, M. (1990), *The Competitive Advantage of Nations*, London: Macmillan.
- Ramachandra, T.V., D.K. Subramanian, og N.V. Joshi (1999), "Hydroelectric resource assessment in Uttara Kannada District, Karnataka State, India", *Journal of Cleaner Production*, Vol. 7, Nr. 3, s. 195-211.
- Rasmussen, J. (1997), "Risk management in a dynamic society: A modelling problem", *Safety Science*, Vol. 27, Nr. 2-3 (november/desember), s. 183-213.
- Reddy, Amulya K.N., Robert H. Williams og Thomas B. Johansson (red.) (1997), *Energy After Rio: Prospects and Challenges*, United Nations Development Programme, i samarbeid med International Energy Initiative og Energy 21, Stockholm Environment Institute.
- Retta, Negussie (1999), "Cleaner industrial production practice in Ethiopia: problems and prospects", *Journal of Cleaner Production*, Vol. 7, Nr. 6, s. 409-412.

- Roberts, J.T., og P.E. Grimes (1997), "Carbon intensity and economic development 1962-91: A brief exploration of the environmental Kuznets Curve", *World Development*, Vol. 25, Nr. 2, (februar), s. 191-198.
- Robins, Nick, og Sarah Roberts, "Reaping the Benefits: Trade Opportunities for Developing-Country Producers from Sustainable Consumption and Production", i Wehrmeyer og Mulugetta (1999), *Growing Pains – Environmental Management in the Developing Countries*, Sheffield: Greenleaf Publishing.
- Rostow, W. W. (1971), *The stages of economic growth: a non-communist manifesto*, 2. utg., Cambridge: The University Press.
- Røine, Kjetil (2000), personlig kommunikasjon.
- School of Environment, Resources and Development (SERD), Asian Institute of Technology (AIT), Bangkok, Thailand, URL:<http://www.serd.ait.ac.th/>.
- SERD, AIT, Cleaner Production Interdisciplinary Program, URL: <http://www.serd.ait.ac.th/cp/Publications.htm>.
- Sharma, Vinod K. (1999), "National Ecology and Environment Foundation", *International Journal of Life-Cycle Assessment*, Vol. 4, Nr. 6, s. 356.
- Sharma, Vinod K. (2000), "Wastepaper in Mumbai (India). An Approach for Abridged Life-Cycle Assessment", *International Journal of Life-Cycle Assessment*, Vol. 5, Nr. 1, s. 12-18.
- Sharma, Vinod K., Pieter van Beukering, og Barnoli Nag (1997), "Environmental and economic policy analysis of waste paper trade and recycling in India", *Resources, Conservation and Recycling*, Vol. 21, Nr. 1, s. 55-70.
- Som, C., Foerster, R. and Roberts, J. Timmons (1998), "Emerging Global Environmental Standards. Prospects and Perils", *Journal of Developing Societies*, Vol. 14, Nr. 1.
- Spaargaren, Gert (1997), *The ecological modernization of production and consumption: essays in environmental sociology*, doktoravhandling, Wageningen: Landbouw Universiteit Wageningen.
- Stenstadvold, Kjell, personlig kommunikasjon, 18.06.99 og 05.04.00.
- Stern, D.I., M.S. Common and E.B. Barbier (1996), "Economic growth and environmental degradation: The environmental Kuznets curve and sustainable development", *World Development*, Vol. 24, Nr. 7 (juli), s. 1151-1160.
- Stern, Jeffrey, Douglas Southgate, og John Strasma (1997), "Improving garbage collection in Latin America's slums: some lessons from Machala, Ecuador", *Resources, Conservation and Recycling*, Vol. 20, Nr. 3, s. 219-224.
- Tak Hur (1999), "Activities of the Korean Society for Life-Cycle Assessment", *International Journal of Life-Cycle Assessment*, Vol.4, Nr. 5, s. 247.
- Tang, George Shin-Ru, Shen-Yann Chiu, Allen H. Hu, og Jyh-Shing Yang (1999), "Promoting cleaner production with innovative partnership

- programs in Taiwan”, *Journal of Cleaner Production*, Vol. 7, Nr. 1, s. 13-16.
- Tangen, Kristian, Atle Chr. Christiansen og Jørund Buen (1998), *Fra få til mange: En ny fornybar energipolitikk*, Tapir Pamflett 2, Trondheim: Tapir Forlag.
- Tibbs, H.B.C. (1992), “Industrial Ecology – An Agenda for Environmental Management”, i *Pollution Prevention Review*, (vår), s. 167-180.
- U.S. White House, Office for Science and Technology Policy (1994), *Technology for a Sustainable Future – A Framework for Action*, Rapport fra the Environmental Technology Strategy Staff, Washington, D.C. (juli).
- U.S. White House, Interagency Environmental Technologies Office (1995), *Bridge to a Sustainable Future – National Environmental Technology Strategy*, Rapport, Washington, D.C. (juni).
- Utenriksdepartementet (1999), ”Norsk bistand i fokus – Utviklingspolitisk redegjørelse for 1999/Rapport om norsk bistandsvirksomhet i 1998”, URL:<http://odin.dep.no/html/fovalt/depter/ud/publ/1999/bistand/tabeller.html>.
- van Berkel, René, Ester Willems og Marije Lafleur (1997), “The Relationship between Cleaner Production and Industrial Ecology”, *Journal of Industrial Ecology*, Vol. 1, Nr. 1, s. 51.
- Verdensbanken (1997), *World Development Report 1997: The State in a Changing World*, New York: Oxford University Press. Oppsummering på URL:<http://www.worldbank.org/html/extpb/wdr97/english/wdr97su1.htm>
- Verdensbankens karbonfond (1999), URL:<http://www.prototypecarbonfund.com/>.
- Wehrmeyer, Walter, og Yacob Mulugetta (1999), *Growing Pains – Environmental Management in the Developing Countries*, Sheffield: Greenleaf Publishing.
- Werner, F. (1998), “LCA for decision making in developing countries – a practice perspective”, poster på ”The Third International Conference on EcoBalance”, Tsukuba, Japan.
- Vigneswaran, S., V. Jegatheesan og C. Visvanathan (1999), Industrial waste minimisation initiatives in Thailand: concepts, examples and pilot scale trials”, *Journal of Cleaner Production*, Vol. 7, Nr. 1, s. 43-48.
- Visvanathan, C., og S. Kumar (1999), ”Issues for better implementation of cleaner production in Asian small and medium industries”, *Journal of Cleaner Production*, Vol. 7, Nr. 2, s. 127-134.
- Weizsäcker, Ernst von, Amory B. Lovins, L. Hunter Lovins (1997), *Factor Four: Doubling Wealth - Halving Resource Use. The New Report to the Club of Rome*, London: Earthscan.
- Williams, Robert H. (1992), “The Potential for Reducing CO₂ Emissions with Modern Energy Technology: An Illustrative Scenario for the Power Sector in China”, *Science & Global Security*, Vol. 3, Nr. 1/2, s. 1-42.
- Williams, Robert H. (1998), personlig kommunikasjon.

Referanser

- Xin Ran (1998), "Cleaner production in China's pulp and paper industry", *Journal of Cleaner Production*, Vol. 6, Nr. 3/4, s. 349-355.
- You, Shu-Hai, Dyi-Hwa Tseng, Gia-Luen Guo, og Jyh-Jian Yang (1999), "The potential for the recovery and reuse of cooling water in Taiwan", *Resources, Conservation and Recycling*, Vol. 26, Nr. 1, s. 53-70.
- Østerud, Øivind (1993), *Statsvitenskap – Innføring i politisk analyse*, 3. utg., Oslo: Universitetsforlaget.
- Zakaria, Z., M.N. Hassan, and M. Awang (1999), "Current Status and Needs for LCA Development in Asian/Pacific Regions", *International Journal of Life-Cycle Assessment*, Vol. 4, Nr. 4, s.191-193.

Rapporter utgitt av
Program for industriell økologi
Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet

1/1999	Ingvild V. Malvik, Elin Mathiassen, Terje Semb	<i>Bærekraftig mobilitet – en visjon for framtiden?</i>
2/1999	Jørund Buen, Karl C. Nes, Vidar Furholt, Karine Ulleberg	<i>Prosjektoppgave i Industriell økologi</i>
3/1999	Hilde Nøsen Opoku	<i>A Grand Objective lost in the Waste Bin? Local Agenda 21 and solid waste reduction in the Norwegian municipality of Trondheim.</i>
4/1999	Martina M. Keitsch, John Hermansen, Audun Øfsti	<i>Sustainable Urban Watermanagement based on the Concept of Industrial Ecology</i>
5/1999	Helge Brattebø, Stig Larssæther, Kjetil Røine	<i>En sammenstilling av kunnskapsstatus (state-of-the-art) innen feltet industriell økologi</i>
1/2000	Helge Brattebø, Ole Jørgen Hanssen (ed.)	<i>"Productivity 2005" – Research Plan P-2005 Industrial Ecology</i>