

Stig Larssæther

# LYS IDÉ ELLER SPAREPÆRE?

Om forholdet mellom  
samfunnsvitenskapelige og  
teknologiske tilnærminger  
til miljøspørsmål med  
industriell økologi som  
case

NTNU 

Program for industriell økologi  
Working Paper no. 4/2005

Reports and Working Papers from

**Norwegian University of Science and Technology (NTNU)  
Industrial Ecology Programme (IndEcol)**

*Working Papers no.4/2005*

*ISSN 1504-3681*

Editor-in-chief:

Professor Edgar Hertwich, Programme Leader, IndEcol

Editors:

Øivind Hagen, SINTEF Technology and society, IFIM

Anders Strømman, IndEcol

Design and layout:

Elin Mathiassen, Coordinator, IndEcol

**Reports and Working Papers may be downloaded from the  
IndEcol web site:**

Industrial Ecology Programme (IndEcol)

NTNU

NO-7491 Trondheim, Norway

Tel.: + 47 73598940

Fax.: + 47 73598943

E-mail: [indecoll@indecoll.ntnu.no](mailto:indecoll@indecoll.ntnu.no)

Web: [www.indecoll.ntnu.no](http://www.indecoll.ntnu.no)

## ***Innledning***

I debatten omkring hvordan vi skal løse miljøutfordringene i dagens samfunn er det ofte store forskjeller i hvilke aspekter aktørene fremhever som problematiske og hvilke løsningsrom en oppfatter som "realistisk". En sentral skillelinje går mellom dem som legger hovedvekten på teknologisk innovasjon (eks. sparepærer) som løsningsstrategi, og et syn der problemer og løsninger først og fremst knyttes til sosiale strukturer (ideer) i det moderne samfunnet, som i liten grad berøres av teknologiske nyvinninger. Koblet til disse antagelsene finner vi ulik grad av entusiasme for sentrale trekk ved det moderne industrisamfunnet, blant annet slik det har kommet til uttrykk i konfrontasjonene mellom miljøbevegelsen og andre samfunnsaktører i etterkrigstiden (Andersen & Sørensen, 1993). Vitenskapen har blitt stadig tettere integrert i samfunns-utviklingen, i den forstand at vitenskapelig kunnskap i større grad blir trukket inn i beslutningsprosesser og lagt til grunn for veivalg innenfor politikk og øvrig samfunnsliv. I tråd med historiske idealer innen academia, vil graden av direkte samfunnsnytte og relevans variere mellom ulike disipliner og fagfelt, og dermed skape ulik grad av involvering i verden "utenfor" universitetene.

En mye omtalt begivenhet i nyere miljøhistorie er lanseringen av begrepet *bærekraftig utvikling* i boken "Vår felles fremtid" fra Verdenskommisjonen for miljø og utvikling i 1987 (WCED, 1987). Her blir det gjort en tydelig kobling mellom utviklingsspørsmål og miljøproblematikk, der løsningene på mange store miljøproblemer blir sett i sammenheng med fattigdomsbekjempelse og en generell heving av den materielle levestandard i den tredje verden. Samtidig blir det også understreket at den økonomiske veksten i den rike verden må endre sitt innhold i retning tjenester og grønn teknologi, snarere enn tradisjonell "grå" vekst som har medført stort forbruk av materielle ressurser. Forholdet mellom endring av sosiale strukturer og teknologisk innovasjon er et sentralt punkt i Bruntlandkommisjonens rapport, og var også fremtredende i de kontroversene som fulgte i kjølvannet av publikasjoner som *Limits to growth*, *Blueprint for survival* og *Small is beautiful* tidlig på 70-tallet (Hajer, 1995).

Erkjennelsen av miljøproblemenes sammensatte natur lå også til grunn for fremveksten av feltet *industriell økologi*, som i 1989 ble presentert for det amerikanske vitenskapsakademiet som en ny tilnærming til industriens miljøutfordringer. Utgangspunktet for denne retningen er en antagelse om at det vil være hensiktsmessig å bruke analogier eller metaforer fra naturlige systemer for å utvikle nye prinsipper for organisering av industriell produksjon, der hensynet til naturens tålegrenser er tydeliggjort. Bedrifter og deres produkter sees på som deler av et større industrielt økosystem, der utveksling av materialer og energi mellom aktørene følger mønstre som bestemmer det totale ressursforbruket av en gitt type produksjon.

I dette essayet vil jeg med utgangspunkt i området industriell økologi, belyse sentrale kjennetegn ved teknologiske og samfunnsvitenskapelige perspektiver på miljøproblematikk, og hvordan spenningen mellom disiplinære og tverrfaglige tilnærminger til problemområdet påvirker miljørelatert forskning og utdanning. På grunn av sine tverrfaglige ambisjoner og ønsket om å representere et alternativ til disiplinære tilnærminger, er Program for industriell økologi ved NTNU (IndEcol) godt egnet til å illustrere denne tematikken. Jeg vil først gi en

kort beskrivelse av det moderne forskningsuniversitetets fremvekst, for så å problematisere fremstillingen av teknologi som et ”separat” område fra øvrige samfunnssektorer. Caset *industriell økologi ved NTNU* blir deretter beskrevet, før jeg avslutningsvis samler trådene i en diskusjon av industriell økologi i det moderne samfunnet.

### ***Fremveksten av det moderne forskningsuniversitetet***

I utviklingen av det moderne universitetet ble skillet mellom subjektiv, moralsk erkjennelse og den vitenskapelige tenkemåte et sentralt kjennetegn, og det vitenskapelige studiet av naturen vokste frem som et område der det var mulig å danne en rasjonell konsensus uten partiske innslag

*Alt snakk om moralsk godt og ondt blir forstått som vilkårlig, partisk og umulig å enes om, mens snakk om det som eksisterer i naturen, kan være rasjonelt, upartisk og felles. Denne oppfatningen er også en bragd av den vitenskapelige revolusjon og dens allestedsnerværende arv. Den blir også nært knyttet til den moderne tilstanden (Shapin, 1999, s 165).*

Oppfatningen av vitenskapen som upartisk premissleverandør for det moderne prosjekt fikk dermed stor betydning for den rolle universitetet ble tilskrevet, der nettopp den uhildede karakter av vitenskapelig kunnskap gjorde den interessant som redskap for politiske formål. Selv om de humboldske idealer om vitenskapens dannende funksjon etterhvert ble fortrent av mer positivistiske modeller, ser vi likevel at grunnlaget i denne perioden legges for fremveksten av de human- og samfunnsvitenskapelige tradisjoner der hensynet til almenndannelse ”overvintret” som motivasjon for vitenskapelig aktivitet. Likevel får samfunnsvitenskapen etter hvert preg av at en forsøker å kvitte seg med en tvilsom arv for å komme inn i det gode selskap. Comte blir her en av de fremste talsmenn for en klassisk positivistisk forståelse av samfunnet, og søken etter generelle lovmessigheter etter modell fra naturvitenskapene. Et annet sentralt element i den rådende tidsånden er den sterke fremskrittstroen, som også kommer til uttrykk i den såkalte internalistiske forskningstradisjonen innen vitenskapshistorien. Eksterne faktorer blir i liten grad tillagt vekt, og vitenskapen fremstår som en de-kontekstualisert aktivitet som nærmest av nødvendighet skrider fremover.

I etterkrigstiden ble universitetene i stadig sterkere grad stilt ovenfor krav fra samfunnet om å demonstrere sin nytteverdi, og blir en sentral brikke i den industrielle og teknologiske utvikling. Også samfunnsvitenskapene fikk i denne fasen en sentral rolle i utviklingen av det moderne samfunnet, med sosialøkonomien som kanskje det mest fremtredende eksemplet på bruk av (samfunns)vitenskapelig kunnskap i samfunnsplanleggingen. Militære/strategiske og økonomiske hensyn blir en stadig viktigere motivasjon for bevilgning til forskning, og det humboldske ideal om en bred, intellektuell dannelse blir utfordret av en sterk tendens i retning spesialisering og oppsplitting i stadig snevrere disipliner og fagfelt (Sørensen, 1997). På tross av at idealene om den frie og uavhengige forskningen er på vikende front, henter vitenskapen fortsatt mye av sin legitimitet fra rollen som uavhengig og verdifri premissleverandør til beslutninger som ellers preges av ”irrasjonelle” faktorer og subjektive verdifulder.

Fremstillingen av forskningen kjerneaktivitet som et ”indre” universitetsanliggende blir utfordret av Bruno Latour (1987) som beskriver forskning som en sosial praksis som foregår innen aktørnettverk, og hvor ”eksterne” allierte spiller en avgjørende rolle for konstitueringen av vitenskapelige fakta. Dette betyr at når en forsker utfordrer en vel-etablert vitenskapelig posisjon, stilles vedkommende overfor et helt nettverk av aktører som har vært med å gjøre

kunnskapen sann. Vitenskapen etableres gjennom publisering og spredning av kunnskap blant ”allierte” som både kan omfatte myndigheter og industrielle aktører. Gjennom sin tilnærming illustrerer Latour også hvordan det han kaller ”technoscience” er tett involvert i det moderne prosjekt, og hvordan det å få etablert en type kunnskap eller perspektiv er avhengig av bl. annet evnen til å mobilisere ressurser i det tilknyttede nettverket, og å få nettverket til å agere som en helhet. Latour hevder også at det ikke er noe prinsippielt skille mellom naturvitenskapen og samfunnsvitenskapen innenfor en aktørnettverkstilnærming, og han understreker at de bør studeres på nøyaktig samme måte:

*The results on what society is made of do not spread more or faster than those of economics, topology or particle physics. These results too would die if they went outside of the tiny networks so necessary for their survival. A sociologist's interpretation of society will not be substituted for what every one of us think of society without additional struggle, without textbooks, chairs in universities, positions in the government, integration in the military, and so on, exactly as for geology, meteorology or statistics. (Latour, 1987, s 257)*

For å underbygge betydningen av vitenskapseksterne allierte, bruker Latour blant annet statistikk. Han viser at av den totale forsknings- og utviklingsaktiviteten i USA tidlig på 80-tallet foregår  $\frac{3}{4}$  innenfor industrien, og såkalt grunnforskning utgjør  $\frac{1}{4}$  av den totale forskningsandelen, som domineres av anvendt forskning (Latour, 1987, s. 169-171). De samme tallene viser at i 1980 utgjorde forsvar 63.7 % av det offentlige forskningsbudsjettet i USA, og Norges relativt sett, lave andel av militærfinansiert forskning, gjør at vi kommer dårlig ut på internasjonale statistikker over andel forskning per BNP (Skoie, 1997). Det er også verdt å merke seg at samfunnsvitenskapen spiller en relativt fremtredende rolle i Norge og Skandinavia sammenlignet med andre vestlige land, spesielt Storbritannia og USA der naturvitenskap og teknologi er de dominerende satsningsområdene. (Skoie, 1997).

### **Teknologi og samfunn – et kunstig skille?**

Spørsmålet om hvilke endringer som blir avkrevet av de moderne samfunn generelt og næringslivet spesielt for å bevege seg i retning av bærekraftighet, er svært omfattende, men det er mulig å konstruere ulike forståelsesmåter etter graden av systemkritikk, der fokus veksler mellom teknologisk innovasjon og endring av de sosiale konvensjoner som i dag regulerer atferd på ulike nivå. Lönngrén & Axelson (1995) benytter seg i sin studie av problembilder på miljøområdet av et såkalt aktørperspektiv. Et utvalg personer fra ulike samfunnssektorer i Sverige ble intervjuet om deres problembilder på miljøområdet og hvilken betydning disse perspektivene hadde for miljøarbeidet. Lönngrén & Axelson vektlegger på hvilken arena miljøspørsmålene blir behandlet, hvilke oppgaver og ansvar de ulike aktørene tilskriver seg selv og andre, hvilken ideologisk orientering aktørene har, hvilken strategi aktørene anser som den beste for å løse miljøproblemene og hvilke problemer som er viktigst å prioritere.

Resultatene indikerte to dominerende måter å resonnerer på. En gruppe aktører var preget av et såkalt miljøperspektiv der omfattende og gjennomgripende endringer av det moderne samfunnet blir sett på som nødvendig for å oppnå langsiktig bærekraft. Økonomien har her en underordnet rolle, i den forstand at kostnaden ved miljøtiltak ikke blir ansett som styrende, men snarere tiltakenes nødvendighet ut fra økologiske vurderinger. Økonomisk vekst blir sett på som en hovedårsak til et stadig økende ressursforbruk som ikke kan vedvare uten alvorlige

økologiske konsekvenser. Det er også utbredt skepsis til å satse på teknologiske løsninger som en hovedstrategi, selv om grønnere teknologi blir sett på som en delstrategi. Hos den andre hovedkategorien aktører i undersøkelsen dominerte det som blir beskrevet som et økonomisk perspektiv, der hensynet til økonomisk fremgang ligger som en forutsetning for å finansiere miljøtiltak. Alvorlighetsgraden av miljøproblemene blir også tonet noe ned i denne gruppen, der miljø blir sett på som ett av flere hensyn som må ivaretas i et moderne samfunn. Behovet for endring av vår moderne livsstil er her i mindre grad uttalt, og det er stor tiltro til teknologiske nyvinninger og fremveksten av miljøriktige produkter på markedet.

Tatt i betraktning den relative betydning og utbredelse av naturvitenskapelig/teknologisk forskning sammenlignet med samfunnsvitenskap er det kanskje ikke overraskende at også internasjonal miljøforskning har vært nokså dominert av tilnærminger med teknisk/naturvitenskapelig innretning. Andersen & Sørensen (1992), beskriver hvordan det moderne samfunnet generelt har vært kjennetegnet av en tendens til å definere problemer som teknologiske, snarere enn relatert til samfunnsmessige forhold av politisk eller kulturell art:

*Den kjente franske teknologifilosofen Jaques Ellul analyserer det selvdrevne – teknologiens sosiale autonomi, som han kaller det – på en litt annen måte. Et av hans hovedpoenger er at i den moderne kulturen blir samfunnets problemer i økende grad definert som teknologiske og forsøkt løst gjennom teknologi. Det skaper en sirkel der teknologiske løsninger skaper nye problemer som blir forsøkt løst teknologisk som i sin tur skaper nye problemer. Elluls observasjon på dette punktet har mye for seg. Det er åpenbart en tendens til at samfunnsproblemer langt oftere omdannes til teknologiske utfordringer enn til politiske eller kulturelle (Andersen & Sørensen, 1992, s 32).*

Samtidig gir Andersen & Sørensen (1992) uttrykk for et tvisyn på teknologiens rolle i samfunnsutviklingen, der det eksisterer en tilsynelatende selvmotsigelse mellom det opplagte forhold at vi som samfunnsmedlemmer gjennom våre verdier aktivt skaper og vedlikeholder teknologi samtidig som teknologisk utvikling ofte oppleves som en fremmedgjørende kraft utenfor menneskelig kontroll. Det er i denne sammenheng interessant å merke seg at teknologi-deterministiske standpunkter kan begrunnes ut fra vidt forskjellige ståsted. Mens de skarpeste teknologi-kritikerne kommer med nærmest fatalistiske beskrivelser av den teknologiske utviklingens ødeleggende effekter på det sivile samfunn, vil en innenfor teknologiske miljøer kunne finne beskrivelser av teknologiens autonomi ut fra antagelser om kulturell og politisk nøytralitet. Verdispørsmål knyttet til teknologi blir følgelig bedømt som lite relevant innenfor disse miljøene. Begge standpunkter bygger i følge Andersen & Sørensen (1992) på en problematisk antagelse om et naturlig skille mellom teknologi og samfunn, og en påfølgende oppfatning av den teknologiske utvikling som en nærmest selvdrevet prosess. På samme måte blir det problematisk å tilskrive teknologi en selvstendig forklaringskraft på samfunnsutviklingen, en kritikk som underbygges av betydelige kulturelle variasjoner i bruken av den tilsynelatende samme teknologien – eks. bilkjøring i Norge vs Italia.. For å unngå en slik teknologisk reduksjonisme blir det altså nødvendig med sammensatte analyser av problemfeltet som gir et bedre grunnlag for å forstå både sosial og teknologisk utvikling (Andersen & Sørensen, 1992).

Dersom vi skal avlive myten om teknologi som et isolert felt fra øvrige samfunnsprosesser, betyr dette også at teknologer og naturvitere må kunne forstå hvordan teknologi virker i samfunnet for å utvikle gode løsninger. Overføringsverdien av en teknisk/naturvitenskapelig betraktningssmåte til studier av samfunnsfenomener er imidlertid begrenset, og her ligger det

store utfordringer for de ingeniørmiljøene som tradisjonelt har oppfattet teknologi og teknologers virke som en objektiv størrelse:

*Om man ikke forstår at det gjelder ulike regler og normer for vitenskapelig atferd ved naturstudier og for deltaking i samfunnsprosesser, kan man lett komme til å blande kortene. Den vanligste feilslutningen dreier seg om å overføre normer fra naturvitenskapens diskusjonsmåte til samfunnshandling og forhandlinger. Det er ikke slik at det er mulig å regne seg til en objektiv, en beste måte å styre samfunnet på, slik vi kan beregne en aksel. Svært få av oss ønsker et slikt "beregnet samfunn". Vi kan kanskje ikke stemme over sannheter i naturen, men vi kan og bør i hvert fall gjøre det når det gjelder verdier, politikk og samfunn (Andersen & Sørensen, 1992, s. 70).*

Et annet forhold som gjør at skillet mellom teknologiske og samfunnsvitenskapelige tilnærminger fremstår som problematisk, er at det på ingen måte er entydig hvordan samfunnsvitenskapen sett under ett bidrar til forståelsen av miljøproblemers natur og hvordan de henger sammen med den teknologiske utvikling. Som nevnt ble det naturvitenskapelige ideal tidlig importert i deler av samfunnsvitenskapene, og dagens situasjon er nokså fragmentert der det innen samme fagområde finnes representanter for vidt forskjellige tradisjoner knyttet til synet på normer for god vitenskap (Denzin & Lincoln, 1994, Alvesson & Sköldberg, 2000). Et bedre utgangspunkt for å belyse spørsmål knyttet til de ulike tradisjonenes bidrag kan være Habermas' oppdeling i såkalt kunnskapskonstituerende interessefelt, der han skiller mellom teknisk interesse, praktisk-hermeneutisk interesse og emansipatoriske interesser

*The technical interest aims at developing knowledge of causal relationships in order to manipulate and control variables for the sake of accomplishing certain wanted outcomes. The practical-hermeneutical interest aims at achieving understanding about human existence - the creation of meaning and communication in order to produce knowledge about wo/man as a cultural being without any particular concern for the utility of that knowledge. The emancipatory interest aims at liberating humans from external and internal repressive forces that prevent them from acting in accordance with their free choices (Alvesson 2002, s 8, min understrekning).*

Det er på denne bakgrunn relativt enkelt å forestille seg konfliktlinjer og samarbeidsrelasjoner som sprenger rammene for dikotomien teknologisk versus samfunnsvitenskapelig, selv om det store bildet kan se ryddig ut. Noen samfunnsvitenskapelig miljøer vil i stor grad være opptatt av å etablere kausale sammenhenger for å predikere atferd, mens andre befinner seg innenfor et fortolkende paradigme som tradisjonelt har sitt utspring fra historisk-filosofiske forskningstradisjoner. Sett i relasjon til det moderne samfunnet og miljøproblematikk som gjenstand for vitenskapelig forskning, blir det viktig å ta dette mangfoldet i betraktning når vi foretar vurderinger av de ulike tradisjonenes bidrag og hvordan de kan settes sammen for å gi et mer samlet bilde av utfordringene knyttet til bærekraftig utvikling

## **Industriell økologi**

### **Industriell økologi på trøndersk – etableringen av Program for industriell økologi ved NTNU**

Som nevnt i innledningen er feltet industriell økologi av relativt ny dato, men har siden begynnelsen av 1990-tallet fått fotfeste ved et økende antall universiteter og høyskoler, med

hovedvekt i den vestlige verden. I de senere årene har asiatiske miljøer også kommet på banen, slik at vi i dag kan identifisere tre internasjonale tyngdepunkt med litt ulik utforming i Asia, Europa og USA. Industriell økologi har i dag har en egen journal, *Journal of industrial ecology*, og har nylig etablert sin egen internasjonale organisasjon, *International Society of Industrial Ecology*.

Historien til industriell økologi i Trondheim startet etter initiativ fra Norsk Hydro i første halvdel av 1990-tallet. Etter å ha blitt inspirert fra blant annet Ehrenfeld's miljø ved MIT, kontaktet Hydro ledelsen ved NTH med ønske om å få etablert et utdannelsesstilbud innen industriell økologi. Ønsket om å utvikle en forståelse for helheten i produktkretsløpene var sentralt, blant annet med utgangspunkt i analyseverktøy som kartlegger miljøbelastning gjennom utvinning, bruk og sluttbehandling av produkter. En slik tilnærming ble presentert som mer i tråd med de industrielle utfordringer som var i ferd med å utvikle seg, der tradisjonelle disiplinavgrensninger ikke lenger klarte å fange opp håndteringen av produkter i et livsløpsperspektiv (Marstrander, et al., 1999).

Utspillet ble godt mottatt ved NTH, og en egen arbeidsgruppe fikk i oppgave å etablere et utdannelsesstilbud som fulgte prinsippene bak industriell økologi. Etter to vellykkede pilotkurs i 1996 og 1997, ble det så i 1998 besluttet å opprette et såkalt multifakultært studieprogram med tilknyttet sekretariat og forskningsaktivitet på hovedfags- og doktorgradsnivå. Program for industriell økologi ble etablert som det første av flere slike studieprogram ved NTNU som i særlig grad skulle ivareta de tverrfaglige ambisjoner som det nye universitetet hadde fått i oppgave å realisere. Virksomheten har vært i jevn vekst siden slutten på 1990-tallet, og omfatter i dag et bredt spekter av undervisnings- og forskningsaktiviteter med årlige kull på 15-25 studenter på lavere grad, 8-15 hovedoppgaver per år, og rundt 15 stipendiater under arbeid. Det blir rekruttert studenter både fra sivilingeniørutdannelsen og almenntvitenskapelige studier på lavere grad, og ved de siste kullene har det vært omtrent like mange studenter fra begge retninger. Det alt vesentlige av finansieringen kommer fra eksterne kilder, i hovedsak NFR og mindre beløp fra samarbeidspartnere i industrien. NTNU bidrar til å finansiere programmets sekretariat som per i dag omfatter 2,5 årsverk.

Følgende teser om IndEcols organisatoriske profil er hentet fra strategiplan for perioden 2000-2004(IndEcol, 2000, s. 1-2):

1. IndEcol skal organisere sin virksomhet slik at det utvikles et gjensidig fruktbart samarbeide med de deltakende fagmiljø ved NTNUs fakulteter, og der prosjekter og aktiviteter skal organiseres slik at de er forankret i fagmiljøene.
2. Industriell økologi skal stille til rådighet samlokaliserte arbeids- og studieplasser, slik at involverte personer får tilbud om å være del av et faktisk tverrfaglig miljø, på deltid eller på heltid.
3. Programledelsen og fellesfunksjoner ved IndEcol skal organiseres slik at fagmiljøer og eksterne brukere har et godt innsyn i programmets samlede virksomhet, bl.a. gjennom en aktiv bruk av Internett.
4. IndEcol skal utvikle sin virksomhet i kontakt med andre relevante fagmiljø i Norge, som følge av ambisjonen om at man vil fremstå som den nasjonale forankring for arbeid med industriell økologi.

Organisasjonsmodellen som er valgt innebærer et tett samarbeid med de fakulteter og institutter som er involvert i programmets virksomhet, hovedsakelig fra teknologiske og samfunnsvitenskapelige miljøer, men også med representanter fra naturvitenskap og



humaniora. Blant annet er det det enkelte insittutt som leverer fagene til studieprogrammets undervisningstilbud på lavere grad, mens programmet som regel har bidratt med utviklingsstøtte og koordinerende ressurser. Disse samarbeidsrelasjonene er formalisert gjennom representasjon i programstyret, der også personer fra næringslivet er oppnevnt for å sikre en god forankring hos en av de primære brukerne av den kompetansen som programmet leverer. Ansettelse av stipendiater skjer ved fakultetene, selv om de fleste har sin daglige arbeidsplass ved programmets sekretariat det det også finnes undervisnings- og grupperom for studenter på lavere grad, samt et lite antall kontorplasser for studenter som velger å ta sin hovedoppgave inn mot relevante tema.

## **Industriell økologi i akademia og samfunnet**

### ***Hvorfor tverrfaglighet?***

En sentral målsetning innen industriell økologi er å oppnå størst mulig grad av lukkede kretsløp, der uttaket av jomfruelige råstoff kan erstattes med resirkulerte materialer (Røine, et al, 2001). Dette idealet står i sterk kontrast til dagens industrielle system, der ressursene for det meste følger et lineært forløp som resulterer i stort uttak av ressurser og generering av mye avfall som ikke blir satt i ny sirkulasjon. Selv om hoveddelen av forskningen som er blitt utført innen industriell økologi så langt har fokusert på kvantitative modeller av materialflyt og produkters kretsløp, er det sterk vektlegging av behovet for tverrfaglige tilnærminger der også samfunnsvitenskapen blir ansett som en viktig bidragsyter. Program for industriell økologi ved NTNU representerer vel kanskje internasjonalt den tilnærmingen som har kommet lengst i forsøket på å omsette denne tverrfaglige ambisjonen i undervisning og forskning. Etableringen av NTNU skjedde som nevnt underveis i utviklingen av et forskningsbasert undervisningstilbud innen industriell økologi i Trondheim, og dette var vel kanskje en medvirkende årsak til at programmet ble gitt prioritert som et strategisk satsningsområde for det nye universitetet.

Følgende teser om IndEcol's faglige profil er hentet fra strategiplan for perioden 2000-2004:

1. IndEcol skal støtte opp om samfunnets behov, gjennom samarbeid med industri, næringsliv og forvaltning, ved å bidra til å utvikle og systematisere kunnskapsgrunnlaget innen feltet industriell økologi.
2. Programmet skal legge vekt på tverrfaglig samarbeid og å utvikle et metodefellesskap der systemanalyse og livsløpsvurderinger i tilknytning til miljø- og ressursbelastninger fra samfunnets produkt- og materialkretsløp står sentralt.
3. IndEcol skal få frem kunnskap om nye løsninger i tilknytning til produktutvikling, produksjon, forbruk og gjenvinning, i et nasjonalt og globalt perspektiv.
4. Tiltak innen de tekniske systemer skal ses i sammenheng med natur, menneskelige behov og de tilknyttede sosiale systemer. (IndEcol, 2000, s. 1).

Tverrfagligheten innen industriell økologi er nært knyttet opp til behovet for systemtenkning, og nettopp systemperspektivet blir ansett som kanskje det mest sentrale element i industriell økologi (Røine, 2000). Her finner vi også en av de klareste kontrastene til tradisjonelle, disiplinære tilnærminger som i økende grad har vært preget av fragmentering og disiplinær spesialisering. Ved å fokusere på produkters miljøegenskaper isolert fra deres effekter på omkringliggende systemer, og ved å avgrense fokus for forbedringer til enkeltfaser i produkters livsløp, er det stor risiko for å utvikle løsninger som ikke er optimale ut fra helhetlige miljø- og ressursbetraktninger. Samtidig innebærer et helhetlig grep omkring

industriens miljøutfordringer at kunnskap fra ulike fagdisipliner må integreres dersom resultatet skal bli tilfredstillende. Dette reflekteres i fagsammensetningen på studieprogrammet, der det gis undervisning i emner med teknologisk, samfunnsvitenskapelig og naturvitenskapelig innretning i tillegg til rene prosjektfag med problembasert læring.

### ***Utdanning på lavere grad***

Problemstillinger knyttet til tverrfaglighet har vært sentrale ved utformingen av utdanningstilbud på lavere grad innen industriell økologi ved NTNU, og har blitt ytterligere aktualisert ved den kommende omleggingen av gradsstrukturen ved norske utdanningsinstitusjoner. Intensjonen bak utdannelsetilbudet har hele tiden vært å bygge inn industriell økologi-perspektivet som en del av disiplinbaserte studieløp der kandidatene beholder sin faglige, disiplinbaserte identitet. Dette betyr at en fra programmets side har ønsket å utdanne eksempelvis kjemi-ingeniører med fordypning i industriell økologi, ikke "industriell-økologer" med kjemi som spesialisering. I strategidokumentet for programmet står det blant annet at det er ønskelig at halvparten av de studentene som følger studieprogrammet på lavere grad også gjør prosjekt og hovedoppgave inn mot industriell-økologitematikk (IndEcol 2000). Den andre halvparten må da orientere seg mot sin "hjemmedisiplin", noe som i praksis har vist seg å innebære visse problemer på grunn av manglende fordypning innen "basisemner" som delvis er erstattet av fag fra studieprogram industriell økologi. Som del av et eget forskningsprosjekt på tverrfaglig kommunikasjon har det også blitt foretatt intervjuer med studentene på studieprogrammet om deres syn på det å følge et multifakultært utdanningsløp. Her kommer det blant annet frem at mange utvikler en egen "IndEcol-identitet" der det å returnere til hjemmedisiplinens "snevre" fokus oppleves som nokså frustrerende.

Blant annet på bakgrunn av disse forholdene har det blitt nødvendig å revidere sammensetningen og rekkefølgen på de kursene som inngår i studieprogrammet slik at studentene som velger industriell økologi ikke blir diskvalifisert fra prosjekter og hovedoppgaver innen sin "hjemmedisiplin". Disse problemene har vært mest ubredt for studenter fra sivilingeniørstudiet der fagplanene er mer strukturert enn tilfellet er for de studentene som er rekruttert fra almenntvitenskapelige studier. Her oppleves det som et problem at fagene blir strukket ut over en lengre periode slik at det ikke blir mulig å ta studieprogrammet intensivt med full belastning og at det derfor må kombineres med andre frie vektall. Undervisningstilbudet på lavere grad skjer altså tildels på sivilingeniør-studiets premisser, selv om det tilstrebes fleksible løsninger for å ivareta studieprogresjonen til studentene fra almenntvitenskapelige studier.

Erfaringene med utformingen av studieprogram på lavere grad viser at det er tildels betydelige utfordringer knyttet til det å etablere utdanningstilbud som går på tvers av disiplingrensene, og at det har vært nødvendig å inngå mange kompromisser og justeringer underveis. Det er en reell interessekonflikt mellom hensynet til disiplinær fordypning og bredde-kunnskap som skal gi et bedre grep om systemiske miljøproblemer. Industriell økologi er som et anvendt perspektiv på industriens miljøutfordringer også avhengig av en god forankring i industriell og forvaltningsmessig praksis, og på disse arenaene skjer validering av kunnskap etter kriterier som ikke nødvendigvis sammenfaller med akademiske ambisjoner.

### ***Faglig identitet i forskning***

Det å forlate "trygge" disiplingrenser og begi seg inn i et lite definert felt under utvikling oppleves heller ikke som uproblematisk i forskningsaktivitetene ved IndEcol. Disse

utfordringene gjør seg gjeldende både i hovedfagsstudentenes/stipendiatenes egne prosjekter og i forskningaktiviteter der en samarbeider på tvers av disiplingrensene. Det kan oppstå kommunikasjonsutfordringer knyttet til fagterminologi, metode og vitenskapssyn, spesielt når disipliner som i utgangspunktet står nokså fjernt fra hverandre skal fokusere på et felles forskningstema. Som i undervisningen må også noe av den disiplinære dybden nødvendigvis forsakes til fordel for en bredere tilnærming, et forhold som ikke er helt problemfritt innen et akademisk landskap der nettopp spesialisering og innsnevring kan være viktige forutsetninger for å gjøre karriere.

I og med at industriell økologi er et relativt nytt felt som i liten grad har tradisjoner å bygge på, blir det utfordrende å balansere hensynet mellom nødvendig bredde og faglig disiplinær dybde også innenfor ens eget forskningsarbeid. Som nevnt opererer programmet med en form for "institusjonalisert schitzofreni" der stipendiater og hovedfagsstudenter beholder ett bein i sitt hjemmefakultet/institutt samtidig som de er forventet å bidra til videreutvikling av feltet industriell økologi. Hvor krevende denne brobyggingen er vil naturlig nok variere mellom ulike fagtradisjoner og utformingen av det enkelte prosjekt. Ved Program for industriell økologi har det vært uttrykt ønske om en sterk tverrfaglig satsning mer eller mindre siden starten, og disse intensjonene kommer blant annet til uttrykk i strategiplanens formulering om at " tiltak innen de tekniske systemer skal ses i sammenheng med natur, menneskelige behov og de tilknyttede sosiale systemer" (IndEcol, 2000, s. 1). På lavere grad skjer det blant annet rekruttering av studenter fra utvalgte fagmiljø innen samfunnsvitenskap, med psykologi, sosiologi/statsvitenskap, geografi og sosialøkonomi som de primære målgrupper. Av de stipendiatene som hittil er rekruttert fra ikke-tekniske disipliner er både statsvitenskap, sosialøkonomi og psykologi representert, og dette må sees på som en ytterligere understrekning av hvor en fra programmets side ser muligheter for relevante innspill.

Hvilke områder er det så som umiddelbart peker seg ut som mest sentrale for bidrag fra samfunnsvitenskapelige miljøer? Ved å studere produkter gjennom hele livsløpet vil vurderinger av forbrukeres verdier og atferd i bruks- og avhendingsfasen bli et område der samfunnsvitenskapelige perspektiver får relevans for industriell økologi. Utforming av riktige fraksjoner i kildesortering er et eksempel på et felt der kunnskap om forbrukernes forutsetninger og preferanser kan være avgjørende for om systemet fungerer etter hensikten. Videre er arbeidet med å utforme hensiktsmessige offentlige virkemidler for å håndtere næringslivsrelatert miljøproblematikk et område der industri – og myndighetsperspektiver blir forsøkt integrert for å finne optimale løsninger. Forlenget produsentansvar er her et eksempel på en slik strategi der produsenten gjennom forskrift blir pålagt et utvidet ansvar for å ta hånd om produktet også etter at forbrukeren kvitter seg med det. Slike ordninger er nå blant annet trådt i kraft innen EE-sektoren (elektrisk og elektronisk) der forbrukeren betaler et såkalt miljøgebyr som finansierer innsamling- og kildesorteringssystemer som er organisert av bransjen selv, enten direkte eller gjennom egne materialselskaper. Økonomiske avveininger knyttet til forholdet mellom verdiskapning og miljøbelastninger (øko-effektivitet) er også et område der samfunnsøkonomiske betraktninger og modeller har blitt forsøkt integrert i begrepsapparatet til industriell økologi-feltet, riktignok ikke uten kontroverser. I all hovedsak dreier debatten seg om forholdet mellom økonomisk nytte og effektivitet på den ene siden, og miljønytte og effektivitet på den andre. Det eksisterer en viss uenighet mellom ulike fagmiljøer i Norge om på hvilket nivå det er hensiktsmessig å benytte metoder som LCA som beslutningsstøtte, sammenlignet med økonomiske verktøy som kost/nytte-analyse.

På tross av at det eksisterer åpenbare rom for samfunnsvitenskapelige tilnærminger til sentrale tema innen feltet industriell økologi er det i offisielle dokumenter fra programmet i liten grad

foretatt noen overordnede vurderinger av hvilken rolle ikke-tekniske disipliner skal spille i den videre utviklingen av feltet. Spørsmål som ofte stilles når temaet diskuteres ved programmet er på hvilke premisser samfunnsvitenskapen skal bidra og hvilken type samfunnsvitenskapelig tilnærming som er mest ønskelig. Et konkret eksempel på en slik kontrovers er selve begrepet "metode" som innenfor samfunnsvitenskapelige tilnærminger har et relativt klart definert innhold, på tross av et stort mangfold i spennet fra svært kontrollerte og strukturerte data-innsamlingsteknikker til kvalitative metoder som i stor grad åpner for tilpasning til situasjonsspesifikke påvirkninger. Dette begrepet blir innenfor noen ingeniørmiljøer brukt nokså generelt om teknikker for problemløsning og kan altså bety noe helt annet enn data-innsamling som en mer eller mindre avgrenset del av forskningsprosessen. Debatten omkring "grensene" for feltet industriell økologi foregår også internasjonalt, og har blant annet fokusert på hvilken rolle "kultur" og studier av kulturelle fenomen skal spille i den videre utvikling av området (Allenby, 1999, Boons & Roome, 2001).

### ***"Eksterne" interessenter***

Som nevnt var det altså representanter fra næringslivet som tok de første initiativ til etableringen av programmet og siden starten har aktører utenfor academia spilt en viktig rolle, både i den organisatoriske utformingen og retningen på den faglige aktiviteten. Blant annet kommer dette til uttrykk i programstyrets sammensetning som inntil nylig har blitt ledet av en representant for næringslivet, noe som også har hatt en legitimerende funksjon overfor ulike fagmiljøer og ledelsen ved NTNU. Med et utbredt kontaktnett i norsk industri, fikk programmet tidlig etablert en gruppe samarbeidsbedrifter som aktivt ble brukt ovenfor NTNU og andre interessenter for å synliggjøre god forankring i en av de primære målgruppene for et kommende utdannings- og forskningstilbud innen feltet. Industrien har også bidratt med økonomisk støtte gjennom egne samarbeidsavtaler og disse midlene har i første rekke vært brukt til utadrettede aktiviteter ved programmet, eksempelvis i form av bedriftsseminarer og representasjon på internasjonale arenaer. Også Miljøverndepartementet og SFT har siden starten vært aktive støttespillere i etableringen av industriell økologi i Trondheim.

Da IndEcol ble valgt ut som et av tre satsningsområder innen det NFR-finansierte forskningsprogrammet Produktivitet 2005 (P2005), ble det også etablert en kjernegruppe med representasjon fra involverte forskere og de bedriftene som ønsket et langvarig inngrep med industriell økologi-området. P2005 har som sitt overordnede mål å "styrke konkurransevnen til norsk vareproduserende industri", og forholdet mellom økologisk og økonomisk effektivitet - øko-effektivitet - har blitt nokså sentralt for industriell økologi som del av dette programmet. I en innledende fase har mye av aktiviteten vært rettet inn mot bedriftscase med begrenset omfang og varighet, og der bedriftenes interesser har blitt prioritert høyt i forhold til problemstillinger av en mer akademisk karakter. Imidlertid ligger det inne føringer som peker i retning av en gradvis utvikling mot mer langsiktige forskningsutfordringer, noe som i praksis har blitt fulgt opp gjennom oppstart av doktorgradsarbeider innenfor de felt som har blitt identifisert som mest sentrale (Brattebø & Hansen, 1999). Likevel ligger hensynet til involverte bedrifters nytteverdi inne som en sentral suksessparameter som områdene innenfor P2005 vil bli evaluert opp mot.

Både gjennom programmet P2005 og andre initiativ har industriell økologi hatt gode relasjoner til NFR, og blant annet ved hjelp av deres finansiering har IndEcol kunnet ekspandere relativt kraftig i forhold til den relativt forsiktige starten i 1996/1997. I dag utgjør basisbevilgningen fra NTNU en liten del av den totale omsetningen, og NTNU blir tilført betydelige ressurser gjennom programmets samlede virksomhet. Som det går frem av

strategiplanen for 2000 – 2004 (IndEcol, 2000) har IndEcol ambisjoner om å være det nasjonale tyngdepunktet innen industriell økologi, og dette målet må i dag sies å ha blitt oppfylt, selv om det foregår lignende forskningsaktiviteter innen instituttsektoren og på høgskolenivå andre steder i landet.

I tillegg til at programmet selv og hoveddelen av dagens forskningsaktivitet har utviklet seg i samarbeid med norsk næringsliv og Forskningsrådet, spiller industrien også en relativt viktig rolle i utdannelsesstilbudet på lavere grad. Som et anvendt perspektiv er det viktig for industriell økologi at utdannelsen er forankret i industriens praktiske utfordringer, og dette blir forsøkt ivare tatt gjennom bruk av case og prosjekter fra blant annet samarbeidsbedrifter eller andre aktører med relevant aktivitet. Gjennom bruk av problembasert læring og gruppeprosjekter blir det også forsøkt å gi studentene en forsmak på samarbeid i team som består av personer med ulik bakgrunn. Denne arbeidsformen blir stadig mer utbredt innen næringslivet og er kanskje spesielt velegnet på slike sammensatte problemstillinger som dominerer innen feltet industriell økologi. I gruppearbeid og utforming av case-prosjekter legges det også opp til en viss komplementaritet mellom studenter fra ulike retninger, eksempelvis i form av en teknologisk og en samfunnsvitenskapelig tilnærming til problemområdet. Samtidig har en også erfart at eksterne problemeiere gjerne må utfordres til å tenke videre enn det en rent teknisk-instrumentell tilnærming legger opp til. Til en viss grad får derfor kontakten med programmet også en oppdragende effekt på næringsliv og forvaltning som fortsatt ofte tenker svært tradisjonelt, også på miljøområdet.

### ***Industriell økologi og det moderne samfunnet***

Som det går frem av beskrivelsen over representerer industriell økologi en tilnærming som kan brukes til å illustrere mange sentrale spørsmål knyttet til forholdet mellom universitet og samfunn. I tråd med Latours vektlegging av vitenskapseksterne "allierte" kan vi hevde at IndEcol ved NTNU har nytt godt av sine relasjoner med næringslivet, og at dette har vært med å gi programmet legitimitet og utløse støtte fra kilder i NFR som vektlegger brukerinteresser og forskningens nytteverdi. Samtidig befinner viktige deler av IndEcol's forskningsfelt seg midt i en sentral ideologisk kontrovers omkring avveininger mellom økologiske og økonomiske hensyn, der ulike samfunnsaktører som beskrevet har inntatt grunnleggende forskjellige posisjoner.

Hvor skal vi så plassere industriell økologi på en akse som spenner fra grunnleggende systemkritikk til naiv teknologi-optimisme? Som det går frem av gjennomgangen av programmets tilblivelse og utvikling har næringslivet vært godt representert, og fungerer også som den antatt primære avtaker for den kompetanse som programmet skal levere, sammen med forvaltning på ulike nivå. Likevel er det ikke entydig hvilke interesser næringslivet som sådan representerer i denne sammenhengen. Det er en kjensgjerning at de deler av industrien som aktivt oppsøker et fagmiljø som industriell økologi, ikke nødvendigvis er representativ for sin bransje eller norsk privat sektor sett under ett. De bedriftene som i dag er ledende innenfor miljøarbeid ligger på mange felt langt foran norske myndigheter i måten de tenker omkring økologi og ressurs håndtering, og trenger ikke hjelp fra forskningsmiljøene til å foreta inkrementelle forbedringer i sin miljøprestasjon (Dahl, Hagen & Larssæther, 2001).

Det er heller ikke enkelt å lokalisere industriell økologi som perspektiv på den nevnte aksene, blant annet fordi graden av systemkritikk vil variere med hvor en setter systemgrensene for analysen. Dersom vi velger å se bort fra at det totale omløpet av en gitt ressurs overstiger økologiske tålegrensener på samfunnsnivå, er det fullt mulig å gjennomføre en analyse på et gitt produkt eller prosess innen en bedrift og gi kvalifiserte forslag til forbedringer. Det aller

meste av forskningen innen industriell økologi foregår i dag på dette nivået, og blant annet begrepet ”øko-effektivitet” har blitt kritisert fordi det oftest fokuseres utelukkende på relative forbedringer i økologisk belastning per enhet verdiskapning. Eksempelvis løser det ingen miljøproblemer at en bedrift reduserer sine miljøbelastninger med 20 prosent per produsert enhet dersom den samtidig øker sitt salgsvolum med 30 prosent. I dette regnestykket neglisjeres de relativt klare sammenhengene mellom økonomisk vekst målt ved BNP og miljø-ødeleggelser på samfunnsnivå, selv om regnestykket for den enkelte bedrift tilsynelatende blir ”vinn-vinn” (Hagen & Larssæther, 2000).

Miljøproblemenes økende omfang tvinger også frem en kritisk vurdering av de tradisjonelle disiplingrensensenes berettigelse innen akademia, og her står altså industriell økologi i opposisjon til en utvikling i retning stadig større fraksjonering og disiplinær spesialisering (Allenby, 1999). Sørensen (1997) beskriver i denne sammenheng hvordan idealet om det tverrfaglige individ som har vært utbredt innen de polytekniske høyskolene i stadig sterkere grad har blitt fordrevet av spesialiseringsregimet. Et økende antall praksisområder har blitt vitenskapeliggjort, og blitt domener for ekspertkunnskap. Samtidig er det også begrensninger på hvor mange disipliner som kan få plass innen akademia, og Sørensen hevder med referanse til Gibbons et al (1994) at transdisiplinaritet – kunnskapsutvikling som sprenger tradisjonelle disiplingrenser, kommer til å bli stadig viktigere i fremtiden. Gibbons beskriver hvordan kjernen i et slikt nytt og desentralisert kunnskapsregime vil se ut:

*Third, specialisation takes on entirely new forms. They are not to be understood as a further division of labour inside already constituted disciplines. The new specialisms which drive discovery and innovation are problem oriented and mostly transdisciplinary in character. They break with the common view of specialisation as an incipient discipline or subdiscipline that is starting on its way to professionalisation and institutionalisation. They exhibit much more mobility. They are tied to the resolution of clusters of problems and will develop in accordance with new problems (Gibbons et al., 1994, s. 161).*

I arbeidet med å omsette tverrfaglige ambisjoner i praksis ved NTNU har en møtt betydelige utfordringer både innen forskning og utdanning innen industriell økologi. Programmet som sådan, og den enkelte student har måttet inngå kompromisser mellom hensynet til disiplinær fordypning og ønsket om en helhetlig tilnærming til samfunnets miljøutfordringer. Dette er vel neppe overraskende, og lignende prosesser har nok utspilt seg i andre sammenhenger der tverrfaglige initiativer er forsøkt realisert innen et disiplinorientert landskap. Sørensen (1997) argumenterer i denne sammenheng for det han kaller den polyvalente spesialisten, der idealet om et tverrfaglig individ ofres til fordel for en spesialist med gode kommunikasjonsferdigheter og evne til å sette sin egen disiplin inn i en større sammenheng. Debatten omkring flerfaglighet versus tverrfaglighet blir her vurdert som lite fruktbar, i den forstand at målet om tverrfaglig kunnskapssyntese ikke nødvendigvis må skje innen rammene av det enkelte individ. Gjennom interaksjon mellom flere polyvalente spesialister kan hensynet til forskningens nytteverdi kombineres med realistiske forventninger til den enkeltes kapasitet og muligheter innen et spesialisert kunnskapslandskap. Som vist i presentasjonen av industriell økologi ved NTNU har det skjedd en utvikling i denne retning innen utdannelsesstilbudet på lavere grad, der en også vektlegger samarbeid i prosjektgrupper og ferdigheter i å kommunisere på tvers av faggrenser, i tråd med idealet om den polyvalente spesialisten fra Sørensen (1997).

Når industriell økologi ønsker å kombinere en tverrfaglig tilnærming med et anvendt perspektiv oppstår det også utfordringer knyttet til de ulike disiplinenes tradisjonelle syn på sin egen rolle ovenfor såkalt "eksterne" interessenter. Det er interessant å registrere at programmet i enkelte miljøer innen almenntvitenskapelige fag blir oppfattet som korrumpert av næringslivsinteresser, mens en fra noen ingeniørtunge miljøer nærmest har fått stempel som en miljøorganisasjon. Begrepene anvendt - og grunnforskning har som kjent nokså ulik status og meningsinnhold i de ulike fagmiljøer, og Øfsti (1997) hevder da også at å bruke denne distinksjonen som en almenntvitenskapelig betegnelse fører galt av sted. Humaniora og store deler av samfunnsvitenskapen vil ikke kunne legitimeres ut fra de samme nyttebetraktninger som gjøres gjeldende for naturvitenskapelig forskning, de må altså i følge Øfsti forstås på sine egne premisser. Jeg vil også her fremheve Habermas og hans inndeling i ulike kunnskapskonstituerende interessefelt som svært relevante. Gjennom å erkjenne de ulike tradisjonenes forskjellighet, kan forholdene legges til rette for samarbeid over disiplinensgrensene der bidrag fra et faglig perspektiv ikke nødvendigvis må rettferdiggjøres i lys av andre fags kunnskapskriterier eller vitenskapssyn. Spørsmålet blir da om hensynet til nytteverdien av forskning (og undervisning) innen industriell økologi skaper vanskeligheter for representanter fra akademiske miljøer som mangler tradisjon for "problemløsning" som en del av sitt faglige register.

## **Konklusjon**

Det er i dag vanskelig å spå hvor industriell økologi generelt og programmet ved NTNU spesielt vil utvikle seg i fremtiden. Samtidig som industriell økologi har mange innslag av det som Gibbons (1994) beskriver som et (temporært) transdisiplinært felt med fokus på problemløsning, finner vi også klare symptomer på en mer varig disiplinendannelse i form av egne internasjonale samfunn og opprettelsen av egne journaler. Erfaringene fra oppstarten av programmet og frem til i dag viser at det har funnet sted en utvikling i retning "polyvalente spesialister" ved IndEcol, og dette kan ha bidratt til å redusere noe av konfliktpotensialet mellom breddekunnskap og disiplinær spesialisering.

Spørsmålet om den relative betydningen av samfunnsvitenskapelig versus teknologisk kompetanse innen feltet industriell økologi, bør kanskje heller dreies i retning av forholdet mellom prediksjon og kontroll versus økt forståelse av meningsinnholdet i menneskelig praksis som motivasjon for å drive forskning. Miljøområdet er kanskje et av de feltene hvor det klart har blitt illustrert at den teknologiske utvikling kan betraktes både som et problem og en løsning. Teknologien kan imidlertid ikke forstås løsrevet fra sin sosiale kontekst, og det er her viktig at sosiale fenomeners egenart blir respektert i den forstand at de som regel krever en annen tilnæringsmåte enn den teknisk-naturvitenskapelige. Den store utfordringen for tverrfaglige initiativ som industriell økologi blir følgelig å kunne integrere kunnskap fra ofte svært forskjellige perspektiver slik at de bidrar til en bedre helhetsforståelse enn hva disiplinene på egenhånd er i stand til.

## Referanser

- Allenby, B. (1999). Culture and Industrial Ecology. In *Journal of Industrial Ecology*, Vol. 3, No. 1. MIT Press.
- Alvesson, M. (2000). *Reflexive Methodology: New Vistas for Qualitative Research*. Sage Publications.
- Alvesson, M. (2002). *Understanding Organizational Culture*. Sage Publications
- Andersen, H. W. & Sørensen, K. H. (1992). *Frankensteins dilemma. En bok om teknologi, miljø og verdier*. Ad Notam Gyldendal.
- Boons, F. & Roome, N. (2001). Industrial Ecology as a Cultural Phenomenon: On Objectivity as a Normative Position. In *Journal of Industrial Ecology*, Vol. 4, No 2, MIT Press.
- Brattebø, H. & Hansen, O. J.(2000). *Productivity 2005. Research Plan P-2005 Industrial Ecology*. IndEcol Rapport 1/2000.
- Dahl, T., Hagen, Ø. & Larssæther, S. (2002). *Hågs miljøarbeid. Miljø som integrert og naturlig del av produkt og organisasjon*. Sintef rapport, SINTEF Trondheim.
- Gibbons, Michael, Limoges, Camille, Nowotny, Helga, Schwartzman Simon, Scott, Peter, Trow, Martin (1994): *The new production of knowledge production. The dynamics of science and research in contemporary societies*. Sage Publications: London.
- Hagen, Ø. & Larssæther, S.(2000). A critical look at business' response to the environmental challenge: is eco-efficiency a result of single-loop problem solving? In: *Conference Proceedings, The 2000 Business strategy and the environment conference, Leeds, England 18.-19. September, 2000*.
- Hajer, M. A. (1995). *The Politics of Environmental Discourse. Ecological Modernization and the Policy Process*. Oxford University Press.
- Latour, B. (1987). *Science in action*. Harvard University Press.
- Lönngrén, M. & Axelsson, S. (1995). *Hinder och möjligheter för miljöarbete – en kartläggning av centrala aktörers problembilder*. Sveriges Lantbruksuniversitet, Rapport 3.
- Marstrander, Rolf, Brattebø, Helge, Røine, Kjetil, Støren, Sigurd (1999): Teaching Industrial Ecology to Graduate Students. Experiences at the Norwegian University of Science and Technology. In *Journal of Industrial Ecology*. Vol. 3 no. 4.
- Program for industriell økologi (IndEcol) (2000). *Strategidokument*
- Røine, K. (2000). *Does industrial ecology provide any new perspectives?* IndEcol Rapport, 3/2000.



- Røine, K., Støren, S., Solstad, J. T., Syversen, F., Hagen, M., Steinmo, S., Hermundsgård, M., Westberg, M. & Svanquist, J. (2001). *Fra åpne til lukkede materialsløyfer – betraktninger rundt sløyfebegrepet*. IndEcol Rapport, 3/2001.
- Shapin, S. (1999). *Den vitenskapelige revolusjonen*. Spartacus Forlag.
- Skoie, H. (1997). An overview of the Norwegian R & D system. I H. Skoie: *Norway a province in a changing world*. STS-rapport 32.
- Sørensen, K. H. (1997). Den nye tverrfagligheten. Fra polyteknisk generalist til polyvalent spesialist. I T. Dahl & K. H. Sørensen: *Perspektiver på tvers. Disiplin og tverrfaglighet på det moderne forskningsuniversitetet* (s. 19-29). Tapir, Trondheim.
- World Commission on Environment and Development (WCED). (1987). *Our Common Future*. Oxford University Press.
- Øfsti, A. (1997). Vitenskapens encyklopedi og enhetsvitenskapen. I T. Dahl & K. H. Sørensen: *Perspektiver på tvers. Disiplin og tverrfaglighet på det moderne forskningsuniversitetet*. Tapir, Trondheim.

Working Papers published by  
The Industrial Ecology Programme  
Norwegian University of Science and Technology

|        |  |   |
|--------|--|---|
| 1/2004 | Erlend Sletten Arnekleiv & Stig Larssæther   | <i>Grønn innovasjon - perspektiver, metoder og utfordringer: En litteraturstudie</i>  |
| 2/2004 | Glen Peters & Edgar Hertwich   | <i>A Comment on "Functions, Commodities and Environmental Impacts in an Ecological-economic Model"</i>                                      |
| 3/2004 | Anders Hammer Strømman & Edgar Hertwich  | <i>Hybrid Life Cycle Assessment of Large Scale Hydrogen Production Facilities</i>   |
| 4/2004 | Anders Hammer Strømman & Asle Gauteplass   | <i>Domestic Fractions of Emissions in Linked Economies</i>  |
| 5/2004 | Glen Peters & Edgar Hertwich   | <i>Production Factors and Pollution Embodied in Trade: Theoretical Development</i>  |
| 6/2004 | Glen Peters, Tania Briceno & Edgar Hertwich  | <i>Pollution Embodied in Norwegian Consumption</i>  |
| 7/2004 | Anders Hammer Strømman & Edgar Hertwich  | <i>Approaches to Avoid Double Counting in Hybrid Life Cycle Inventories</i>   |
| 8/2004 | Anders Hammer Strømman   | <i>Life Cycle Analysis - Its Structural, Emissions And Institutional Regimes As Policy Constraints</i>                                      |
| 9/2004 | Johan Pettersen, Glen Peters & Edgar Hertwich  | <i>Marine Ecotoxic Pulse Effects In LCIA</i>  |
| 1/2005 | Øivind Hagen   | <i>Skaper samfunnsansvarlige merkevarer samfunnsansvarlige virksomheter? Om forholdet mellom merkevarebygging og organisasjonsutvikling</i> |
| 2/2005 | Tania Briceno, Glen Peters, Christian Solli & Edgar Hertwich                                     | <i>Using Life Cycle Approaches To Evaluate Sustainable Consumption Programs: Car-sharing</i>  |
| 3/2005 | Willi Haas, Edgar Hertwich, Klaus Hubacek, Katarina Korytarova, Michael Ornetzeder & Helga Weisz | <i>The Environmental Impacts Of Consumption: Research Methods And Driving Forces</i>  |

**Program for industriell økologi (IndEcol)** er et tverrfaglig universitetsprogram etablert i 1998 for en periode på minst ti år ved Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet (NTNU). Programmet omfatter et studieprogram opprettet i 1999 og et stort antall doktorgradsprosjekter og forskningsprosjekter rettet mot vareproduserende industri, energi- og byggesektoren. Tverrfaglig forskning og undervisning står sentralt ved IndEcol, og målet er å knytte sammen teknologiske, naturvitenskapelige og samfunnsvitenskapelige bidrag i letingen etter bærekraftige løsninger på produksjon og forbruk av energi og ressurser.

**The Industrial Ecology Programme (IndEcol)** is a multidisciplinary university programme established at the Norwegian University of Science and Technology (NTNU) in 1998 for a period of minimum ten years. It includes a comprehensive educational curriculum launched in 1999 and a significant number of doctoral students as well as research projects geared towards Norwegian manufacturing, energy and building industries. The activities at IndEcol have a strong attention to interdisciplinary research and teaching, bridging technology, natural and social sciences in the search for sustainable solutions for production and consumption of energy and resources.



NTNU-IndEcol  
Industrial Ecology Programme  
NO-7491 Trondheim

Tel.: + 47 73 59 89 40

Fax: + 47 73 59 89 43

E-mail: [indecoll@indecoll.ntnu.no](mailto:indecoll@indecoll.ntnu.no)

Web: [www.indecoll.ntnu.no](http://www.indecoll.ntnu.no)

ISSN: 1504-3681