

R-11
•
1998

Johan Hauknes

**Grunnforskning og
økonomisk vekst: Ikke-
instrumentell kunnskap**

**Johan Hauknes
STEP
Storgaten 1
N-0155 Oslo
Norway**

**Denne artikkelen er utarbeidet som bidrag til Egil Kallerud (red.),
Grunnforskning i innovasjons- og forskningspolitikk, NIFU 1998**

Oslo, november 1998

STEP
group =

Studies in technology, innovation and economic policy
Studier i teknologi, innovasjon og økonomisk politikk

Storgaten 1, N-0155 Oslo, Norway
Telephone +47 2247 7310
Fax: +47 2242 9533
Web: <http://www.sol.no/step/>



STEP publiserer to ulike serier av skrifter: Rapporter og Arbeidsnotater.

STEP Rapportserien

I denne serien presenterer vi våre viktigste forskningsresultater. Vi offentliggjør her data og analyser som belyser viktige problemstillinger relatert til innovasjon, teknologisk, økonomisk og sosial utvikling, og offentlig politikk.

STEP maintains two diverse series of research publications: Reports and Working Papers.

The STEP Report Series

In this series we report our main research results. We here issue data and analyses that address research problems related to innovation, technological, economic and social development, and public policy.

Redaktør for seriene:
Editor for the series:
Dr. Philos. Finn Ørstavik (1998)

© Stiftelsen STEP 1998

Henvelseler om tillatelse til oversettelse, kopiering eller annen mangfoldiggjøring av hele eller deler av denne publikasjonen skal rettes til:

Applications for permission to translate, copy or in other ways reproduce all or parts of this publication should be made to:

STEP, Storgaten 1, N-0155 Oslo

Sammendrag

I denne rapporten drøfter vi grunnforskningens betydning for økonomisk vekst og velferdsutvikling. Innledningsvis drøftes hvilke deler av forskning generelt, og grunnforskning spesielt, økonomiske rasjonaler har betydning for. Instrumentalitet, i hvilken grad langsiktig forskning begrunnes og utformes etter verdier og målsettinger utenom kunnskapsinterne målsettinger står sentralt i denne drøftingen. Fordi vurderinger av instrumentalitet eller relevans er situasjonsbetinget er det begrenset hvordan dette begrepet kan brukes til utforming og styring av grunnforskning.

Begrunnelsen for offentlig innsats som ble utviklet i tiden etter Sputnik-sjokket har siden bestått mer eller mindre uendret. Men dette rasjonalets beskrivelse av sammenhengene mellom grunnforskning og økonomisk vekst og velferd er begrenset; begrunnelsen er rettet mot forskning som utvikler ikke-approprierbar kunnskap, og den er begrenset til utvikling av kodifisert kunnskap. Den gir derfor ingen retningslinjer for utforming av politikk for grunnforskning.

En bedre forståelse må ta utgangspunkt i en mer omfattende og mangslungen beskrivelse av samspillet mellom grunnforskning og det økonomiske systemet. Utgangspunktet må være at grunnforskning produserer komplementære produkter med mange muligheter for kombinasjon etter kunnskapsmessige og teknologiske forutsetninger i 'bruker'-sektorer. Komplementariteten i de aktivitetene og forutsetningene som former innovasjonsvirksomhet i næringslivet, åpner for et mangefasettert samspill med kunnskaper og ferdigheter med utgangspunkt i grunnforskning. Forsøk på å kvantifisere de økonomiske virkninger av grunnforskning må dermed ta høyde for sammensatte samvirkeformer.

Det er behov for å utvikle en bedre forståelse av samvirket mellom grunnforskningssystemet og det økonomiske systemet. En bedre forståelse må bl.a. ta utgangspunkt i former for kunnskapsgenerering, et forbedret grep på kunnskapsformer etter hvilken rolle de spiller i brukssituasjoner, samt en utdypet forståelse av læringsformer og innovasjonsprosesser. Avslutningsvis i kapitlet skisseres en alternativ forståelse av grunnforskningens rolle overfor økonomisk

utvikling som delvis besvarer de to første spørsmålene. Denne framstillingen understøtter en hovedkonklusjon i dette kapitlet; at grunnforskning må forstås som komplementær til, men distinkt fra, anvendt forskning. Disse to forskningsformene har forskjellige siktemål og funksjoner, forskjeller som også må gjenspeiles i den politikken som utformes. Noen av de utfordringer som dette stiller politikkansvarlige organer overfor er drøftet i det avsluttende avsnittet.

Stikkord: Anvendt forskning; forskningspolitikk; grunnforskning; innovasjonspolitik; kunnskap; grunnforskning; policy rasjonaler; teknologi; vekst.

Innhold

SAMMENDRAG	III
INNHold	V
GRUNNFORSKNING OG ØKONOMISK VEKST: IKKE-INSTRUMENTELL KUNNSKAP	1
Innledning.....	1
Instrumentell kunnskap	3
Økonomiske virkninger av grunnforskning.....	9
Økonomiske rasjoner for grunnforskning.....	11
Statisk markedssvikt - Nelson-Arrow-rasjonalet for grunnforskning	12
Dynamisk markedssvikt - Michel Callon's rasjonale.....	15
Rasjoner og forskningspolitikk.....	17
Mellom vitenskap og teknologi	19
Grunnforskning og innovasjonsprosessen.....	24
Grunnforskningens økonomiske verdi	30
Case studier	30
Forskningens avkastning	32
Økonometriske tilnærminger.....	33
En ny forståelse av grunnforskning?	39
Politiske virkemidler og konklusjoner.....	42
Grunnforskningens kompensatoriske rolle.....	45
Funksjonsintegrasjon.....	47
REFERENCES	49

Grunnforskning og økonomisk vekst: Ikke-instrumentell kunnskap

Innledning

I løpet av de siste tiårene har innovasjons- og teknologipolitikk inntatt en stadig mer sentral posisjon som politisk styringsverktøy rettet mot økonomisk vekst og velferd. Med innovasjonspolitikken som en vital del av industriell og økonomisk politikk, reiser det seg viktige spørsmål omkring den rolle forskning har i innovasjonsprosesser. Initiativ som OECDs Technology Economy Programme (TEP) har spilt en betydelig rolle som et 'focusing device' for denne politiske oppmerksomheten. Den økte oppmerksomheten om innovasjon har ført til omfattende forskning om og på innovasjonsprosesser. De resultatene denne forskningen har frambrakt har betonet at innovasjonsprosesser først og fremst må forstås som aktive prosesser for problemløsning, i enkeltbedrifter og i bransjer, en illustrasjon av dette er den framstillingen av disse prosessene som gjøres i Kline og Rosenberg sin 'kjedekoblede' modell (jfr. omtale i kap. 4).

Slike tilnæringsmåter synes å peke mot en marginalisert rolle for forskningsaktiviteter som 'fri' grunnforskning, forskningsaktiviteter som faller utenom et målrettet problemløsende perspektiv. Dette har naturlig nok reist spørsmål om grunnforskningen overhodet spiller noen rolle i forhold til industriell innovasjon. Da forholdet til teknologisk utvikling har vært en av de sentrale begrunnelsene for forskningspolitikk i etterkrigstiden, innebærer dette at argumenter for hvorfor 'fri' grunnforskning skal ha en sentral posisjon i nasjonal forskningspolitikk blir betydelig svekket. Med en svekket posisjon for de veletablerte rasjonalene for grunnforskning og uklare begrunnelser innenfor en 'ny' instrumentell forståelse, kan dette i neste omgang medføre en budsjettmessig marginalisering av grunnforskning.

En slik konklusjon er utilbørlig. Den bedre forståelsen av innovasjonsprosesser innebærer riktignok at forskning, i et privatøkonomisk perspektiv, må betraktes som og også får karakter av å være problemorienterte og problemløsende aktiviteter. Derimot er ikke denne karakteristikken generaliserbar som en sosialøkonomisk

karakteristikk av forskningsvirksomhet, hverken av forskning generelt, eller av tekno-økonomisk motivert forskning. Også innenfor et snevrere, instrumentelt perspektiv kan såkalt 'fri', eller ikke-instrumentell, grunnforskning være både nyttig og nødvendig.¹ Dersom det synes å være en motsetning mellom ikke-instrumentell forskning og økonomisk verdifull forskning, kan det skyldes at man ikke har tatt inn over seg at vurderingen av instrumentalitet eller bruk av instrumentelle mål og kriterier er et resultat av en læringsprosess. Et slikt standpunkt skaper behov for en bredere politisk forståelse av hva grunnforskningens rolle er innenfor en innovasjonsramme.

Men hva vet vi da om denne rollen? Er grunnforskning 'nødvendig', er den 'nyttig'? Grunnforskning har ofte blitt legitimert gjennom argumenter om grunnleggende menneskelige trekk, som nysgjerrighet, om behovet for å skape kunnskapsbaser for morgendagens (ukjente og uforutsigbare) problemer, om sosial frigjøring for individer og institusjoner, eller om utilsiktede biprodukter. Slike argumenter omtaler sosiale effekter av grunnforskning som er diffuse og som i liten grad har direkte samfunnsmessige virkninger. Innenfor en ramme hvor også offentlig finansiert forskning blir bedømt ut i fra nytteverdi, kan forskning som ikke direkte kan knyttes til eksterne behov eller veldefinerte formål ha problemer med å legitimere seg, med å 'hevde seg i konkurransen' om begrensede offentlige ressurser. Dette i en tid hvor forskning har en mer sentral plass på den politiske dagsorden enn noen gang før. Det er et paradoks at dette skjer i en tid hvor tilgjengelig statistikk viser at ressurser viet grunnforskning er større en noen gang, og at de anerkjente sentra for grunnforskning, de høyere utdanningsinstitusjonene, har ekspandert både i antall studenter og i totale ressurser. Selv humaniora og de samfunnsvitenskapelige fag har en sterkere institusjonell plattform i dag enn noen gang før i så godt som alle OECD-land.

Men hva er da problemet? Siden det i liten grad synes å være en ressurskrise, velger vi å oppfatte det først og fremst som en legitimeringskrise. Denne legitimeringskrisen har potensiale til å skape en 'relativ' ressurskrise; i den grad oppfatninger om og fordelinger av ressurser til forskningsformål domineres av instrumentell styring, vil den 'frie' grunnforskningen kunne bli marginalisert, dels

¹ For en slik argumentasjon, se f.eks. kap. 3 *Kan forskning nytte?* i St.meld. 36 (1992-93) *Forskning for fellesskapet*, og de anekdotene som er presentert der.

ved at ressursfordeling mellom konkurrerende grunnforskningsfelt besluttes etter 'nyttekriterier' som i beste fall er mangelfulle, i verste fall er misvisende, og dels ved at et dominerende nytte-orientert beslutningsklima fører til en dreining av de forskningsinterne kriteriene for kunnskapsutvikling, til en 'epistemisk drift' (Elzinga 1985). Vi skal ikke gå inn på alle de problemstillingene dette reiser her, flere av disse er behandlet annet steds i denne publikasjonen. Derimot vil vi reise en enklere problemstilling; gitt at problemet er en legitimeringskrise, kan det være av verdi å se nærmere på hvilke argumenter det er for at slik forskning bør ha en posisjon innenfor offentlig forskningspolitikk. Eller, for å spørre på en annen måte, hva vet vi om den sosiale nytten av grunnforskning? Videre vil vi avgrense problemstillingen til innovasjonsvirksomhet, til grunnforskningens rolle på lang og kort sikt overfor nyskaping i næringslivet. Har grunnforskning, som kunnskapsutvikling som ikke har eller er direkte motivert av instrumentelle formål, en rolle overfor innovasjon i næringslivet? I så fall, hvor sentral er den? Gir den grunnlag for utformingen av et politisk rasjonale for slik forskning?

Umiddelbart er det klart at en slik rolle, betraktet i et innovasjonsperspektiv, må være indirekte. I den grad ikke-instrumentell grunnforskning spiller en rolle, har den pr. definisjon ikke karakter av å være problemløsning. Dens rolle må derfor søkes i hvilken grad den former rammene for slik problemløsning. Den eventuelle rollen er indirekte ved at den setter grenser for, kartlegger og rydder fruktbare territorier som seinere problemløsende virksomhet kan operere i. Det er som vi skal se lite systematisk viten om denne rollen, og i liten grad framstillinger som gir grunnlag for en allmenngyldig beskrivelse av grunnforskningens rolle.

Instrumentell kunnskap

Forskningspolitikk er en nytteorientert politikk; de forskningspolitiske målsettingene er kunnskapsanvendende, og kunnskapsutvikling er et instrument for å oppfylle disse. Forskningspolitikk er altså rettet mot utvikling av *nyttig* kunnskap. Vi vil derfor nærme oss spørsmålet om grunnforskningens rolle fra noen betraktninger om instrumentell eller 'nyttig' kunnskap. Vi setter ikke likhetstegn mellom

grunnforskning og utvikling av 'ikke-instrumentell' kunnskap, men vi vil bruke denne innfallsvinkelen til å drøfte nytte- eller instrumentalitetsbegrepet, for forhåpentligvis å klargjøre hva slags problemstilling en står overfor for å utvikle et økonomisk betinget rasjonale for grunnforskning.

Man kan spørre seg om ikke forskning i seg selv er en instrumentell, målrettet aktivitet. Eksisterer objektet 'ikke-instrumentell' kunnskap i det hele tatt, eller er begrepet rett og slett en selvmotsigelse? Hvis det eksisterer, hva er det da som skiller det fra instrumentell kunnskap, og behøver det politisk oppmerksomhet? Hva slags sosial nytte er forbundet med det og hvilken relevans har det for politikktutforming?

Med instrumentalitet av kunnskapsutvikling og kunnskap oppfatter vi at hhv. kunnskapsutvikling og kunnskap i hovedsak blir brukt som et instrument for å oppnå spesifiserte mål. Instrumentell kunnskapsutvikling eller kunnskap innebærer at utviklingsprosessen eller kunnskapen finner sin viktigste begrunnelse eller legitimering i slike mål. I praksis kan det være vanskelig å skille mellom instrumentell kunnskapsutvikling og instrumentell kunnskap, en målrettet, instrumentell kunnskapsutvikling er rettet mot utvikling av kunnskap som igjen er begrunnet med dennes instrumentelle verdi. Prinsipielt sett er det allikevel verdt å opprettholde et skille mellom dem, kunnskapsutviklingen kan være instrumentelt begrunnet eller motivert uten at det er knyttet direkte til kunnskapsutviklingens kunnskapsmål.

Forskning, som kunnskapsutvikling, er målrettet virksomhet. Disse målene er ikke knyttet til kunnskapsutviklingen selv, men til dens resultater. Som sådan er den dermed også i vår språkbruk instrumentell. Weinberg 1963 og 1964 argumenterte i sine bidrag til den såkalte Minerva-debatten² for at man kunne skille mellom interne og eksterne kriterier for forskningspolitisk orientering av offentlig innsats. I Weinbergs argumentasjon ligger det implisitt at de forskningspolitiske mål er eksterne, "society expects science to serve certain social goals outside itself" (Weinberg 1964), hans oppstilling av eksterne kriterier gir dermed også en strukturering av forskningspolitiske målsettinger. Hans tre eksterne kriterier, 'scientific merit', 'technological merit' og 'social merit', er ikke begrenset til en

² Minerva-debatten er drøftet bl.a. i Kallerud 1992.

vurdering av 'primærproduktet' kunnskap av forskningsvirksomheten, kriteriene gjelder virksomheten som helhet. Dette mulighetsrommet av forskningspolitiske målsettinger innebærer at vi kan modifisere instrumentalitetsbegrepet overfor kunnskapsutvikling. Med instrumentell kunnskapsutvikling forstått som slik virksomhet som har 'eksterne' målsettinger, er det nødvendig å skille mellom 'instrumentell' og 'ikke-instrumentell' kunnskapsutvikling.

Mangelen på klare definisjoner av grunnforskningsbegrepet er diskutert andre steder i denne boka og vil derfor ikke bli gjentatt her. Vi vil kun poengtere at begrepet instrumentell kunnskap på ingen måte utelukker grunnforskning. Begrepet 'grunnforskning' er et kjennetegn ved kunnskapsutviklende prosesser, mens kunnskapens instrumentelle verdi er knyttet til produktet av disse prosessene, den utviklede kunnskapen. På den annen side, hvis vi tar Frascati-manualens definisjon bokstavelig, at "basic research is experimental or theoretical work undertaken primarily to acquire new knowledge...without any particular applications or use in view" (OECD 1994), utelukker vi muligheten av spesifikke instrumentelle kunnskapsmål for de kunnskapsutviklende prosesser som faller inn under grunnforskning. Med andre ord, grunnforskning i Frascati-manualens forstand begrenser, men utelukker ikke, instrumentalitet som kriterium for utforming og gjennomføring av kunnskapsutvikling.³

På tilsvarende måte vil vi heretter oppfatte instrumentelle aspekter ved kunnskap som i hvilken grad kunnskap tjener mål og verdier utenfor kunnskapen selv.

Instrumentalitet er med andre ord et forhold mellom kunnskap som sådan, en kunnskapsintern kontekst, og en sosial, eller kunnskapsekstern, kontekst. Følgelig er det enklere å forsvare kunnskapsutvikling med eksplisitte eksterne mål i en kontekst hvor krav om sosial 'accountability' står sterkt. Dette gjenspeiles også i moderne forskningspolitikk. I etterkrigstiden har forskningspolitikk i stor grad vært begrunnet som instrumentell forskning i en mer spesifikk betydning, rettet mot nasjonal konkurransevne, sosial planlegging eller nasjonal prestisje.

³ En svakhet med Frascati-definisjonen er at den ikke er aktør-spesifikk; den skiller ikke mellom målene de forskjellige aktørene som er involvert i eller på annen måte former grunnforskningen. Et nå klassisk eksempel som illustrerer gapet mellom forskjellige aktørers målsettinger, er utviklingen av radio-astronomi, som Penzias og Wilson's arbeid som ledet til oppdagelsen av 3 K bakgrunnsstrålingen (Rosenberg 1982). Dette gapet impliserer at begge begrepene – 'instrumentalitet' og det 'grunnleggende' ved kunnskaps-generering - ligger i 'øyet som ser'.

Det har vært hevdet at grunnforskning som kategori er ufruktbar å bruke i politisk sammenheng, fordi det tradisjonelle skillet mellom kategoriene grunnforskning og anvendt forskning og utvikling ikke fanger opp essensen av kunnskapsutvikling i et moderne samfunn. Andre vil hevde at de viktigste problemer i det moderne samfunn er relatert til sosial fragmentering og fremmedgjøring. Derfor har ikke-instrumentell forskning, hvor også grunnforskning får en særstilling, en særskilt kritisk funksjon, en realiserende og frigjørende rolle som er sentral i å sikre et bærekraftig samfunn. Alle slike argumenter har etter vårt syn noe for seg, men dermed må det også ligge begrensninger i dem for å gjøre dem innbyrdes compatible. Vi hevder her at en slik begrensning ligger at begrepet instrumentalitet åpner for forskjellige tolkninger.

Instrumentalitet, eller relevans, oppfattes som et forhold mellom kunnskap og kunnskapsutvikling på den ene siden og en sosial kontekst på den andre. Mer spesifikt vil vi peke på tre alternative fortolkninger av instrumentalitet. Den første, ideelle tolkningen er at kunnskap, og vitenskap, av nødvendighet er sosialt verdifull. Den betyr ikke nødvendigvis at den er verdifull 'i seg selv', men ved sin eksistens vil "[s]cience munificently [be] showering gifts on all men" (Polanyi 1939, gjengitt i Kallerud 1992). En andre, som vi vil benevne som den omfattende, tolkning ville være at selv om all kunnskap er verdifull, er det ingen nødvendig og tilstrekkelig relasjon mellom kunnskap og dens 'gifts to all men'. Det åpner for behovet for å legitimere innsats i kunnskapsutvikling, og for å utvikle en forståelse for samspillet mellom kunnskap og kunnskapsutvikling på den ene siden og realiseringen av sosiale virkninger på den andre. Med en omfattende tolkning av instrumentalitet forstår vi en omfattende eller mangefasettert beskrivelse av dette samspillet. En slik tolkning åpner for at legitimeringen av (offentlig) ressursinnsats vil ta utgangspunkt i de prosessene, eller kanalene, hvor dette samspillet utfolder seg. En slik forståelse synes å ha vært et sentralt utgangspunkt for Minerva-debatten (se Kallerud 1992 og referanser som er gitt der). En tredje mulighet er at instrumentalitet blir tolket mer begrenset som en kausal instrumentalitet, hvor det er en direkte kausal sammenheng mellom forskningsaktivitet og sosiale effekter, og hvor effektene er identifiserbare og målbare. Instrumentalitet kan da bli brukt som en målestav for kunnskap.

Tranøy (Tranøy 1986) identifiserer fire kategorier velferdseffekter av vitenskapelig kunnskap; teknologi⁴, praxis⁵, varslings- eller føre vår-funksjonen ('whistle-blowing') og selvrealisering og frigjøring. Fra et forskningspolitisk ståsted er det verdt å merke at alle disse kategoriene forsøker å beskrive hvordan kunnskapens effekter ytrer seg i samfunnet. Godtar vi denne kategoriseringen som dekkende, beskriver disse fire velferdseffektene også vekselvirkningen mellom 'vitenskap' og 'samfunn' på en tilsvarende dekkende måte. Ved å velge et funksjonelt perspektiv, kan vi betrakte kategoriene som (funksjonelle) kanaler for denne vekselvirkningen.

Forskningspolitikk er grunnleggende sett et velferdspolitisk virkemiddel. Den velferdsinstrumentelle funksjonen innebærer at de fire kanalene blir et sentralt anliggende for forskningspolitiske mål. Disse målene må da være å bygge bro mellom kunnskapsutviklende virksomhet og overordnede politiske velferdsmål; kunnskap er et middel for å oppnå overordnede målsettinger om allmenn velferd. Men da blir tolkingen av instrumentalitetsbegrepet betydningsfull. Når Tranøy hevder at "[j]eg tror da også at det lar seg vise at uttrykk som 'kunnskap for kunnskapens egen skyld' eller 'sannhet som verdi i seg selv' er talemåter som *bare tilsynelatende* kommer i konflikt med et *instrumentalistisk* syn på verdien av kunnskap" (Tranøy 1986, vår utheving) er dette betinget av en valgt tolkning av begrepet. Konflikten skyldes en innsnevring av begrepet instrumentalitet som skissert overfor; med en omfattende tolkning av begrepet løses konflikten.⁶ En eventuell konflikt er med andre ord en konflikt mellom forskjellige begreper om instrumentalitet.

Med disse fire kanalene som utgangspunkt oppstår det umiddelbart flere spørsmål.

⁴ Tranøy definerer teknologi i en generell betydning, som også gjelder for samfunnsvitenskapene: "teknologi er et målrettet inngrep i og styring av prosesser og begivenhetsforløp (fysiske, kjemiske, biologiske, sosiale, psykologiske, økonomiske, historiske, kulturelle,...) på basis av vitenskapelig kunnskap om lovmessige sammenhenger i prosessene".

⁵ Praxis er et samlebegrep for former for mer eller mindre direkte velferdseffekter av kunnskap. 'Kunnskap-i-praxis' har effekter så og si umiddelbart, ofte gjennom et praktiker-klient forhold. Et eksempel som ofte gis er medisinsk behandling og veiledning.

⁶ Antakeligvis er Tranøys tolkning en idealistisk instrumentalitet, hvor Tranøys tankegang kan være at 'kunnskapens egenverdi' uansett er betinget av en sosial kontekst hvor denne 'egenverdien' er bestemt av den innsikt eller forståelse kunnskapen gir, "[k]anskje er der i virkeligheten ikke noe som heter å søke sannheten for sannhetens egen skyld. Når vi søker den, er det alltid fordi vi tror eller mener den har *interesse*, om ikke for andre så for søkeren selv". Med en slik idealistisk instrumentalitet blir oppløsningen av konflikten tautologisk.

- ◆ Det første er knyttet til kunnskapens instrumentelle karakter. Kunnskapens instrumentalitet er ikke en karakteristikk av kunnskapen selv; det er ikke en substans i kunnskapen. Det er snarere, som uttrykt ovenfor, en karakteristikk av relasjonen mellom kunnskap og en sosial sammenheng.
- ◆ For det andre belyses forskjellen mellom *ex ante* og *ex post* vurderinger av instrumentalitet. Begge disse vurderinger av instrumentalitet preges av læring; en læring som er formet av og former aktørenes begrensede kunnskapshorisonter. Fordi graderingen av instrumentalitet dermed er tidsavhengig, antydes en forståelse av instrumentalitet som noe som beror 'her inne', dvs. den er aktørspesifikk, heller en 'der ute'.
- ◆ For det tredje medfører den gjensidige avhengighet dette innebærer mellom instrumentalitet og forståelse av sammenhenger 'i verden', eller 'verdensbilder', en tosidig utfordring for forskningspolitikk; å utvikle velferdseffekter omfatter både utvikling av instrumentell eller relevant kunnskap og en indirekte 'instrumentalisering' av kunnskap gjennom å forsterke aktørenes evner og muligheter til å se nytteverdi og til å nyttiggjøre seg et større kunnskapstilfang.

Vårt mål er å drøfte oppfatninger av grunnforskningens rolle i økonomisk utvikling, og eventuelt omfanget av velferdseffekter knyttet til denne. I den litteraturen vi behandler er det mer eller mindre underforstått en avgrensning til Tranøys teknologiske kanal, eventuelt supplert med elementer fra *praxis*-kanalen.⁷ I dette ligger det en ytterligere begrensning av fokus, en begrensning av i hvilke sosiale områder velferdseffektene kartlegges. I forhold til økonomisk endring er det en implisitt antakelse at disse effektene primært er lokalisert på produsentsiden; kartleggingen av økonomiske effekter er stort sett konsentrert om hvordan produsenter og leverandører tilfredsstiller gitte etterspørselsmønstre og behov; slike forhold er bestemt eksogent til relasjonen mellom forskningsvirksomheten og næringsvirksomhet.⁸

Denne innfallsvinkelen gjør en avgrenset fortolkning av instrumentalitet til målbar og kausal instrumentalitet naturlig. Men da begrenses også velferdseffekter til å falle sammen med de to første av Tranøys kategorier, teknologi og praxis. Denne

⁷ Denne begrensningen er, så vidt vi kjenner til, ikke behandlet i litteraturen, men framstår som en implisitt antakelse i den økonomiske litteraturen om forskning. Det er et åpent spørsmål i hvilken utstrekning de andre velferdsgenererende kanalene har viktige økonomiske effekter.

⁸ Derfor ekskluderes økonomiske effekter som kan oppstå gjennom andre kanaler. Som et eksempel kan vi bemerke at selvrealisering og frigjøring kan virke inn på forbrukernes behov og ønsker, og dermed forme etterspørselsmønstre. Dette gjenspeiles i institusjonalisten Thorstein Veblens observasjon om at "changes...in the mechanical contrivances are an expression of changes in the human factor. *It is in the human material that the continuity is to be looked for*" (Veblen 1898, vår utheving). Veblens utgangspunkt er at menneskelig handling er intensjonal, eller viljestyrt, noe som lagt på vei identifiserer menneskelig vilje som kimen til økonomisk evolusjon.

begrensningen medfører at det oppstår et skille mellom instrumentell og ikke-instrumentell kunnskap, og dermed også et skille mellom prosesser som generer kunnskap. Instrumentell kunnskap fokuserer da primært indirekte generering av velferdseffekter, heller enn direkte. I motsetning til Tranøys konklusjon med utgangspunkt i idealistisk instrumentalitet, vil en begrensning til 'metrisk' instrumentalitet kunne skape en konflikt mellom instrumentell og ikke-instrumentell verdsetting av vitenskapelig kunnskap. I stor grad vil denne begrensning også føre til en begrensning av faglig fokus. Grunnforskningens rolle i forhold til næringsaktivitet forklares ofte ut fra en tradisjonell oppfatning av hva teknologi er, med naturvitenskapene og 'ingeniørteknologier' i fokus, se Pavitt 1991. Identifiseringen av kunnskapsbaser i ulike bransjer i kap. 6 peker i samme retning; kunnskapsbasene er først og fremst relatert til teknologi i en slik betydning. Til en viss grad er dette en konsekvens av karakteren av de næringsaktivitetene som er behandlet; i industriell eller tjenestebasert produksjon som er nært knyttet til produksjon av materielle goder, er de sentrale kunnskapsbasene nært tilknyttet den materielle karakteren av produksjonsaktivitetene.⁹

Økonomiske virkninger av grunnforskning

Avgrensninger i betydningen av begrepet instrumentalitet innebærer altså også et skille mellom forskjellige velferdskanaler. Som vi har sett leder dette til et skille mellom instrumentell og ikke-instrumentell kunnskapsutvikling. Spørsmålet er da om residualet etter en avgrensning fra et omfattende begrep om instrumentalitet til det som ble omtalt som et 'metrisk' begrep beskriver noe som er av betydning i politisk forstand; har hele eller deler av dette residualet en betydning som rettfærdiggjør en fokusering av forskningspolitikk?

En begrunnelse for dette ville være at 'fri' grunnforskning som utvikling av kunnskap etter ideelle kunnskapsinterne kriterier, har instrumentell verdi, både i den idealistiske og den omfattende betydningen. Fri grunnforskning som utvikling av kunnskap for 'kunnskapens egen skyld' kan i så fall ha en kritisk betydning som

⁹ Hvis dette perspektivet utvides til også å gjelde produksjon som ikke i samme grad er materielt betinget, forventer vi at den faglige fokus må utvides. Dette underbygges av en omfattende studie av et stort forsikringsselskap i Frankrike; de kunnskapsbasene som ble identifisert der involverte i stor grad fagfelt utenfor naturvitenskapene (Gadrey og Gallouj 1994).

rettferdiggjør at den bør ha en sentral plass i velferdsorientert forskningspolitikk. Mer spesielt må en slik forskningspolitikk forsvare de kunnskaps- og forskningsinterne kriterier for å sikre en langsiktig utvikling av herredømmefri kunnskap. De idealiserte forestillingene om 'Vitenskapens Republikk' og Mertonianske CUDOS-normer som ligger under slike vurderinger, har i beste fall vist seg å være problematiske (se f.eks. Latour 1987).

Med en annen innfallsvinkel er det hevdet at det har utviklet seg et gjensidig forhold mellom 'vitenskap' og 'teknologi' (f.eks. Rosenberg 1982), i en grad som har ført til en utvisking av grensene mellom de to, se f.eks. David and Foray 1995. Dette synspunktet går utover en eventuell karakterisering av teknologi som 'anvendt vitenskap'; teknologi og vitenskap inngår i dag i et gjensidig symbiotisk fellesskap og framstår som to sider av samme sak. I motsetning til synspunktene om 'fri' grunnforskning, vil et slikt argument kunne underbygge en påstand om at det gjenværende residualet ikke er av politisk betydning; den politiske oppgaven er å gjøre de økonomiske aktørene i stand til å overskue sine egne langsiktige behov og utforme en grunnforskningsstrategi i tråd med disse.

Heller enn å svare direkte på det innledende spørsmålet i dette avsnittet, vil vi drøfte hvilke muligheter det er for å vurdere omfanget av økonomiske virkninger av grunnforskning, med grunnforskning forstått som forskningsvirksomhet hvor i det minste betydelige deler av innsatsen for å utforme, planlegge, finansiere og gjennomføre forskningen skjer på andre kriterier enn *ex ante* instrumentelle. Uansett synspunkt så er det kjennetegn ved slik grunnforskning som er av betydning for utforming av økonomisk analyse av dens roller og effekter, se f.eks. Smith 1991. For det første er slik kunnskapsutvikling motivert utfra andre sosiale sammenhenger enn økonomiske eller teknologiske. Det innebærer at selv bestemmelsen av relevante innsatsfaktorer kan være vanskelig ved en analyse av økonomiske virkninger. For det andre, selv med fokus på 'økonomiske virkninger' vil det være vanskelig å identifisere og måle relevante virkninger. De sammenhenger slike studier sikter mot å måle er langsiktige, og i hvert fall i en viss utstrekning uforutsigbare. En ytterligere betoning av disse forholdene oppstår om en inkluderer den eventuelle karakteren av grunnforskningsbasert kunnskap som et offentlig gode. I den grad grunnforskning primært produserer kunnskap som har karakter av å være et offentlig gode, vil denne

forskningen kunne anvendes gratis i næringslivet. Dette vil i så fall svekke verdien i flere økonometriske studier av grunnforskning på bedriftsnivå, da slike studier forutsetter en differensiering av økonomisk virkning på bedriftsnivå som er gjenspeilet i forskjeller i innsatsfaktorer.

Slike forskningsaktiviteter som er kalt grunnforskning er kunnskapsutviklende aktiviteter som først og fremst er bestemt utenfor spesifikke tekno-økonomiske målsettinger. De spesifikke institusjonelle og funksjonelle sidene ved disse aktiviteten er ikke viktige for de argumentene som er framsatt her. Vi tar som forutsetning at det pågår aktiviteter som forskningsmiljø og bevilgende institusjoner er enige om at har særpreg som gjør merkelappen 'grunnforskning' anvendbar. Et viktig særpreg ved denne type kunnskaps-generering er da at den ikke er problemspesifikk, eller problemløsende i forhold til det tekno-økonomiske system, den kan benevnes som problemgenerisk.

Gitt en slik karakter; hvordan skal vi beskrive grunnforskningens rolle, hva vet vi om hvilke former denne rollen tar; dvs. hvordan ytrer vekselvirkningen mellom grunnforskning og teknologi seg, og sist, er det formålstjenlig å behandle disse aktivitetene særskilt i utformingen av politikk rettet mot innovasjon og teknologisk utvikling? Vårt spørsmål er derfor det samme som Pavitt stilte i 1991, "what makes basic research economically useful?" (Pavitt 1991). Vår diskusjon er komplementær i forhold til hans, på tross av at det vil forekomme noen uunngåelige overlappinger. En gjennomgang av liknende spørsmål finnes i en ny rapport fra SPRU, skrevet for det britiske finansdepartementet (Martin og Salter 1996).

Økonomiske rasjoner for grunnforskning

I det første tiåret etter annen verdenskrig tok argumentene for bruk av offentlige midler i grunnforskning utgangspunkt i hva deSolla Price kalte "the great chain of being" (deSolla Price 1983). Allerede i innledningen formulerte Bush-rapporten *Science - The endless frontier* en hovedtese bak formuleringen av forskningspolitikk i denne periode, "basic research is the pacemaker of technological progress" (Bush 1945). Dette rasjonale ble videre utdypet og forsterket gjennom en omskriving av Greshams lov, "applied research invariably drives out pure. The moral is clear: It is

pure research which deserves and requires special protection and specially assured support” (Steinmueller 1994). Dette ’free lunch’-rasjonalet fra den første delen av 1950-tallet ble i USA mot slutten av tiåret etterfulgt av forsøk på å gi et mer konkret tekno-økonomisk rasjonale for føderal støtte til grunnforskning. Fra et økonomisk perspektiv ble det argumentert for at vitenskapelig kunnskap hadde egenskaper som medførte et behov for å utvikle en mer spesifikk begrunnelse for en offentlig politikk rettet mot kunnskapsutvikling.

Utviklingen av en slik begrunnelse startet med å stille spørsmål om hva slags økonomisk gode (vitenskapelig) kunnskap var; med andre ord, hvilke økonomiske egenskaper har kunnskap? Dette spørsmålet har vist seg svært vanskelig å besvare, og det blir fremdeles behandlet i forskningslitteraturen.¹⁰ Uten klare svar på dette spørsmålet er man derfor begrenset til å behandle kunnskap og informasjon som analoge til ordinære økonomiske goder, med økonomiske karakteristika avledet av denne analogien, i jakten på et økonomisk rasjonale for grunnforskning.

Tankegangen er da som følger. Dersom kunnskap har økonomiske egenskaper som endrer fordelingseffekten av et markedssystem i forhold til et ’perfekt’ markedssystem, vil markedsbasert produksjon av slik kunnskap medføre at allokeringen av ressurser til produksjon av kunnskap og fordelingen av kunnskap mellom ’forbrukerne’ ikke er optimal. Siktemålet om optimalitet refererer seg her til hva som er velferdsøkonomisk optimalt; en manglende optimalitet innebærer et velferdstap i forhold til hva som er oppnåelig med en mer effektiv bruk av økonomiske ressurser. Den manglende optimaliteten, eller markedssvikten, innebærer at offentlig politikk har en umiddelbar oppgave; å korrigere denne svikten for å gjenskape den optimale fordelingen og ressursallokeringen som ville ha resultert dersom kunnskapsmarkedet hadde vært ’velfungerende’, eller perfekt.

Statisk markedssvikt - Nelson-Arrow-rasjonalet for grunnforskning

Det økonomiske rasjonalet for grunnforskning som ble utviklet utover 1950-tallet baserte seg på en slik ’vare’-analogi for kunnskap. Grunnleggende for denne

¹⁰ Et ferskt eksempel er en britisk studie av gråsonen mellom vitenskap og teknologi, Faulkner og Senker 1995.

tilnærmingen er antakelsen om at kunnskap, som et økonomisk gode, har to sentrale negative egenskaper. Kunnskap som vare er

- ◆ *ikke-ekskluderende*; den samlede nytteverdien av kunnskapsvaren kan ikke monopoliseres gjennom eiendomsrett eller på annen måte. Med andre ord, eieren kan ikke ekskludere andre fra å ha nytte av varen. Dette fører til at kunnskap ikke kan få en markedspris som gjenspeiler produksjonskostnaden; en selger A av kunnskap vil måtte beskrive kunnskapsvaren overfor en potensiell kjøper B. Men hvis A beskriver kunnskapens egenskaper til B, da beskriver hun også kunnskapen i seg selv. Med andre ord har B ingen insentiver for å betale for en kunnskap han allerede har fått,¹¹
- ◆ *ikke-rivaliserende*; aktiv bruk av varen av en bruker utelukker ikke samtidig aktiv bruk av andre brukere. Én brukers tilgang til, og bruk av, kunnskap utelukker ikke at en annen bruker kan ha den samme tilgangen. I motsetning til en kunnskapsvare, 'ett stykk kunnskap', er den PC-en denne teksten er skrevet på rivaliserende; PC-en kan bare brukes av en person av gangen. Eller sagt på en annen måte, kunnskapsvaren kan (nær) kostnadsfritt mangfoldiggjøres når den først er produsert.

Slike 'substans'-tilnærminger til, eller reifiseringer av, kunnskap, gir kunnskap økonomiske kvaliteter som et offentlig gode. Et markedssystem makter ikke å generere hverken optimal fordeling eller optimal produksjon av ikke-ekskluderende og ikke-rivaliserende goder; de ordinære insentivstrukturene i markedssystemet svikter når de blir stilt overfor økonomiske goder med slike egenskaper. Det er tre sider ved kunnskapsutvikling som umuliggjør ressursallokering for en optimal produksjon av dette godet (Arrow 1962),

- ◆ det eksisterer, per definisjon, en grunnleggende usikkerhet i utviklingen av kunnskap. Denne usikkerheten er ikke bare en grunnleggende karakteristikk av den totale forskningsvirksomheten, men gjelder like fullt på et aktørnivå. Risikoaversjon kan derfor redusere effektiviteten av fordelingsmekanismen,¹²
- ◆ produksjonen av (økonomisk nyttig) kunnskap kjennetegnes ved betydelige faste kostander: kunnskap kan ikke produseres i små kvanta. Slike udeleligheter er direkte relatert til storskalafordeler og til nettverkseksternaliteter, som ved produksjon av fysisk infrastruktur, og gir dermed velkjente argumenter for offentlig produksjon og leveranse,
- ◆ videre kjennetegnes kunnskap ved at det er umulig for kunnskapsprodusenten å trekke ut det fulle økonomiske utbyttet av kunnskapsvaren. Fordi varen vil ha en pris som ikke gjenspeiler den total nytteverdien, vil kunnskapen ha en nytteverdi

¹¹ Den eneste kostnad B eventuelt vil være villig til å betale, er transaksjonskostnader.

¹² Som påpekt av Arrow, kan aktører være både risikoaversive og risikosøkende, det er ikke selvsagt at usikkerhet med nødvendighet fører til under-investering, "but the limitations of financial resources are likely to make under-investment in risky enterprises more likely than the opposite" (Arrow 1962).

for brukerne som er større enn anskaffelsesverdien. Slike eksternaliteter innebærer at den sosiale merverdien av kunnskapen er større enn det private utbyttet. Fordi insentivstrukturene i markedssystemet er basert på det private utbyttet, vil også dette medføre en ytterligere under-investering i kunnskapsproduksjon.

Til sammen legitimerer disse faktorene en betydelig rolle for offentlige initiativ og styring. Kombinasjonen av usikkerhet, udelelighet og ikke-approprierbarhet vil i betydelig grad begrense markedets evne til å framskaffe et sosialt optimalt, eller ønskelig, omfang av forskning.¹³ I tråd med oppskriften som ble skissert overfor, fører disse egenskapene til at vi får etablert en umiddelbar begrunnelse for offentlig (grunn)forskningspolitikk, et rasjonale for offentlige forskningsinnsats som ble formulert i tiden rundt 1960 (Nelson 1959, Arrow 1962). Nelsons og Arrows rasjonale har senere blitt oppsummert av Keith Pavitt (Pavitt 1995) som,

“(the) economically useful output of basic research is codified information, which has the property of a ‘public good’ in being costly to produce, and virtually costless to transfer, use and re-use. It is therefore economically efficient to make the results of basic research freely available to all potential users. But this reduces the incentive of private agents to fund it, since they cannot appropriate the economic benefits of its results: hence the need for public subsidy for basic research, the results of which are made public.”

Fem sider ved dette rasjonalet fortjener en kommentar her,

- ◆ for det første tas kunnskapens økonomisk nytteverdi for gitt, det gis ingen forklaring på hvorfor og hvordan kunnskap er økonomisk nyttig,
- ◆ for det andre er dette et rasjonale for offentlig inngripen og styring i all produksjon av (økonomisk nyttig) kunnskap; det medfører ingen prinsipiell forskjell mellom grunnforskning og andre kunnskapsutviklende prosesser. Faktisk kan det være grunn for å hevde at rasjonalet først og fremst er anvendbart på anvendt forskning, heller enn grunnforskning.¹⁴

¹³ Arrows argument er ikke begrenset til grunnforskning; usikkerhet, udelelighet og inapproprierbarhet kjennetegner også andre forskningstyper. Forskjellen i rollen offentlig politikk spiller i forhold til grunnforskning og anvendt forskning er av grad og ikke av art.

¹⁴ Det følger dersom man velger å betrakte grunnforskningens rolle som en innsatsfaktor til ytterligere (anvendte) kunnskapsutviklende prosesser; grunnforskning produserer selv i liten grad økonomisk nyttig kunnskap, men får sin økonomiske verdi indirekte gjennom det potensialet den skaper for anvendt forskning, som produksjon av økonomisk nyttig kunnskap. Nå er det større insentiver for å hemmeligholde kunnskapsresultater i anvendt forskning enn i grunnforskning. Dette følger direkte av at anvendt forskning er mer tilbøyelig til å være rettet mot spesifikke anvendelsesområder. Med de skisserte egenskapene ved kunnskap, vil gapet mellom realisert privat og potensiell sosial avkastning kunne være større for anvendt forskning enn for grunnforskning. Rasjonalet vil dermed indikere en relativ prioritering av anvendt forskning framfor grunnforskning så lenge det ikke entydig er klart at kunnskap som utvikles har vesensforskjellig karakter i de to forskningsformene. Er ikke det tilfelle kan anvendt forskning substituere for grunnforskning.

- ◆ dernest er dette et rasjonale for produksjon av kodifisert kunnskap, og kunnskap som er lett overførbar. Det neglisjerer at nytteverdien for en bruker kan være ubetydelig, selv om han har full tilgang til kunnskapen. Nytteverdien avhenger av B's kunnskapsmiljø, eller -kontekst, av hans evne og muligheter til å utnytte kunnskapen,
- ◆ for det fjerde, for å kunne være nyttig må kunnskap transformeres og fortolkes, med andre ord læres. Behovet for omfattende læringsprosesser innebærer at lokalt begrensede kunnskapshorisonter (Fransman 1990, 1994) og komplementariteten med 'tause' kunnskapsformer i stor grad vanskeliggjør målet om sosial optimalitet. Det skaper et ytterligere argument for et offentlig engasjement, tiltak som komplementerer den forskningsbaserte kunnskapsutviklingen ved å styrke læringsevnen,
- ◆ på den annen side innebærer disse hindringene som læringskrav medfører, at det er enklere for kunnskapsprodusenten å hente ut de potensielle økonomiske gevinstene. Fordi overføringen av kunnskap involverer læring, vil de totale transaksjonskostnadene også måtte gjenspeile læringskostnadene. Kravene til læring innebærer at det skapes tilgangsbARRIERER rundt kunnskapen, og dermed er avdekkingen av kunnskapsinnhold ikke lenger tilstrekkelig for å gjennomføre en markedstransaksjon¹⁵.

Dynamisk markedssvikt - Michel Callon's rasjonale

Callon har nylig beskrevet et tanke-eksperiment (Callon 1994) som forsøksvis beskriver effekten av fullstendig å privatisere forskning, med andre ord hvor "its production is assured exclusively by for-profit organizations". Callon trekker følgende konklusjon "[i]n a regime of perfectly privatizable science, science would be privatized so rapidly and so brutally that it would become a captive of the technoeconomic networks" eller de teknologiske systemene. Disse nettverkene vil, ved å skape "hybrid fora which provide stimuli for both the supply and demand of specialised knowledge" (Gibbons et al 1994), knytte den faglige utviklingen til en kunnskapsmessig eller vitenskapelig dagsorden som settes av de tekno-økonomiske nettverkene.

Mange kilder for finansiering av forskning med varierte interesser vil vanligvis motvirke slike tendenser, men i dette tilfellet vil denne mangfoldigheten bli redusert, på grunn av udelelighet og usikkerhet i kunnskapsutviklingen og udelelighet i

¹⁵ Læringsbarrierer motvirker altså Arrow-paradokset, at et kunnskapsprodukt er uten markedspris. Dette motargumentet har gyldighet i den grad potensielle brukere ikke har gjennomført den nødvendige læringsprosessen; for de brukere som har gjennomført investeringen i læring og betrakter denne som en 'sunk cost', vil Arrow-paradokset fortsatt ha gyldighet. Det indikerer at paradokset har gyldighet innenfor (tekno-økonomiske?) nettverk hvor læringskravene er relativt homogene, dvs. hvor det eksisterer mer eller mindre entydige 'kunnskapsbaser'.

transformasjonen fra kunnskap til bruksverdi. I følge Callon er disse konklusjonene om orienteringen av forskningsinnsatsen ikke avgrenset til en situasjon med fullstendig privatisert grunnforskning. Denne situasjonen vil oppstå også med offentlig finansiert grunnforskning og med allmenn tilgjengelighet av forskningsresultater så lenge offentlig støttet og organisert grunnforskning "is merely an adjunct to private science". Vi merker oss også at argumentet, og dermed konklusjonene, ikke forutsetter at den underliggende insentivstrukturen overfor forskersamfunnet i disse hybrid-foraene er pekuniær, det er like anvendbart på andre insentivstrukturer og 'profitt'-former. Det som er avgjørende er forholdet mellom den overordnede innretningen av slike disiplinære, eller hybrid-disiplinære, insentivstrukturer, som faglig anerkjennelse, på den ene siden og verdsetting av kunnskap med utgangspunkt i relevans eller instrumentalitet når den sosiale konteksten er dominert av et fåtall tekno-økonomiske nettverk på den andre.

Resultatet av Callons tanke-eksperiment kan altså beskrives som følger. Generelle tekno-økonomiske nettverk påvirker og former den vitenskapelige kunnskapsutviklingen ved 'raskt og brutalt' å fange og forme mål- og insentivstrukturer i de faglige (hybrid-)fora. Ved å sikre samsvar mellom slike strukturer på den ene side og teknologisk eller industriell kultur og målsettinger på den andre, sikres både en raskere og mer effektiv appropriering av den vitenskapelige kunnskapens privatøkonomiske 'merverdi' og en effektivisering av utviklingsprosessen for slik kunnskap. Dermed vil en slik situasjon, med 'privatisert', eller 'privatiserbar' grunnforskning, medføre at kunnskapsutviklingen på en kritisk måte blir formet av de tekno-økonomiske nettverkene.

I så fall følger det at det er et fundamentalt gap mellom de sosiale og de private velferdseffektene av vitenskap og grunnforskning. Callon's argument innebærer at det sentrale rasjonalet for en offentlig rolle er å motvirke en *dynamisk* markedssvikt, et markedssvikt-argument som går mye lenger enn de tradisjonelle markedssvikt-argumentene for offentlig ressursinnsats rettet mot grunnforskning. Det sentrale elementet i Callon's argumentasjon er at det er et nært samspill mellom hva slags vitenskapelig kunnskap som genereres og insentivstrukturene i de kunnskapsutviklende fora. Med en insentivstruktur som direkte eller indirekte vektlegger ensidig instrumentelle mål for kunnskapsutviklingen blir også

kunnskapsinnholdet og tilretteleggingen av det for 'brukere', endret. Dette står i sterk motsetning til det tradisjonelle rasjonalet, eller argumentet, for en offentlig grunnforskningspolitikk, som vi så er basert på en forutsetning om at kunnskapsinnholdet er nøytralt i forhold til finansieringskilders spesifikke interesser; den regulerbare faktoren er totalomfanget av grunnforskningsinnsatsen.

Callon's argument fører til at vi kan trekke en viktig konklusjon; 'ikke-privatiserbar', dvs. offentlig organisert og finansiert grunnforskning spiller en kritisk funksjon, både fordi den skaper rom og muligheter for nye tekno-økonomiske nettverk og paradigmer, fordi den kan regulere utviklingen av eksisterende strukturer med utgangspunkt i samfunnsmessige målsettinger, og fordi den ivaretar interesser og målsettinger som faller utenom de tekno-økonomiske 'dagsordnene'. Selv med en begrensning til tekno-økonomisk orientert grunnforskningspolitikk, er det en hovedmålsetting å generere tekno-økonomisk mangfoldighet og variasjon. Vi vil møte på tilsvarende argumenter basert på andre perspektiver senere. Men altså, disse argumentene er meget ulike det tradisjonelle rasjonalet for offentlig grunnforskningspolitikk, basert som det er på forestillingen om at produktet av grunnforskning, vitenskapelig kunnskap, er et offentlig gode.

Rasjoner og forskningspolitikk

Nelson-Arrow-rasjonalet anvendt på grunnforskning er altså basert på en implisitt antakelse om at det økonomisk nyttige aspektet ved grunnforskning er vitenskapelig kunnskap. Denne kunnskapen er fullstendig kodifisert og dens overføring til økonomisk aktivitet er direkte. Det er finnes derfor ikke rom for fortolkning, læring, taus kunnskap eller for indirekte økonomiske gevinster, som utnyttelse av forskningserfaring. Det forutsetter også en fullstendig symmetri mellom offentlige og private målsettinger om innholdet av kunnskapsutviklingen; det foreligger ingen konflikt ved utforming av forskningsmål. Sagt på en annen måte, de kvalitative sidene ved kunnskapsutviklingen er nøytrale i forhold til hvem som fastsetter mål for den.

Med det får offentlig politikk en klar, men relativt avgrenset rolle som tilrettelegger av en institusjonell base for grunnforskning, samt å finansiere forskningsaktiviteter som er rettet mot å utvikle økonomisk nyttig, eller relevant, kunnskap. Rasjonalet gir

ingen retningslinjer for hvilke prioriteringer som skal gjøres i offentlig forskningspolitikk.¹⁶ Politikkanbefalingen på grunnlag av dette rasjonalet ville være at grunnforskning bør finansieres over offentlige budsjetter opp til en grense tilsvarende gapet mellom sosial og privat avkastning av kunnskapsproduktet, inntil den marginale sosiale avkastningen av grunnforskning er lik den marginale sosiale avkastningen av alternativ bruk av offentlige ressurser (Arrow 1962). Denne dimensjoneringen av forskningsinnsatsen skjer gjennom subsidier. Dette er derfor ikke et rasjonale for en politikk for utvikling av ikke-instrumentell kunnskap.

Dette rasjonalet forholder seg ikke til at det kan være et gap mellom *ex ante/ex post* instrumentalitet. Det er på det rene at mens det å anslå en *ex post*-verdi for den sosiale verdien av grunnforskning er vanskelig, er det å bestemme *ex ante*-verdien nærmest umulig.¹⁷ Dersom man forsøker å tilordne et spesifikt kunnskapsgjennombrudd en *ex post* marginal sosial verdiskapning, ser man raskt at bare det å identifisere effektene som skal gi grunnlag for å beregne slike verdier er ekstremt vanskelig. Konstruksjonen av en kontrafaktisk verden hvor ressursene ble brukt på andre målsettinger, fortoner seg raskt som et mareritt, “the more fundamental the impact of the hypothesized non-existence of the basic research outcome, the more dramatic would be the likely restructuring of the demand for and supply of substitutes” (David et al. 1992).

Det er derfor svært begrenset hvilken mulighet rasjonalet kan fungere veiledende for utforming av forskningspolitikk. Vi kan derfor konkludere at den største styrken ved dette rasjonalet, dets generalitet, også er den største svakheten. Selv om vi aksepterer rasjonalets forutsetninger, er det påkrevet med noe mer hvis vi skal kunne være rådgivende i utformingen av forskningspolitikk.

Allikevel har Nelson-Arrow-rasjonalet en verdi idet det selv med slike restriktive forutsetninger peker mot behovet for en offentlig rolle. Selv om en ved å introdusere

¹⁶ Heller enn å betrakte rasjonalets underliggende fokusering på nyttig kunnskap, i betydningen kunnskap med sosialøkonomisk verdi, som et anslag til en prioritering, er det mer korrekt å betrakte dette som en begrensning i hva slags forskning den omtaler. Rasjonalet er derfor ikke allmenngyldig for offentlig forskningsinnsats, men gjelder generering av økonomisk velferd, velferdsmålsettinger som er motivert av eller forutsatt bevirket gjennom 'tekno-økonomiske' kanaler eller systemer.

¹⁷ Det ville vel også være et paradoks om offentlig sektor skulle basere sin politikk på kvasi-deterministiske kost-nytte-analyser når selv FoU-porteføljer til private bedrifter, som er nærmere markedet, i svært liten grad synes å være basert på systematiske kost-nytte-analyser (OTA 1986).

behovet for agents læring, og dermed løsne noe på disse forutsetningene, kan redusere rasjonalets gehalt noe, synes det umulig å argumentere for at det er fullstendig irrelevant. Men det sier heller ikke mer enn det; at offentlig politikk har en rolle å spille. Den eneste retningslinjen det kan gi i forhold til innholdet av politikken er naturlig nok, gitt forutsetningene, kun en dimensjoneringsregel for omfanget av den totale forskningsvirksomheten.

I omtalen over har vi beskrevet to forhold som peker mot rasjonalet for offentlig politikk med et større potensiale for gi kvalitative retningslinjer. For det første har vi inkludert behovet for læring, noe som peker mot behovet for en kvalitativt ny dimensjon i offentlig politikk; behovet for å utvikle formidlingsformer og brukeres lærings- eller absorpsjonsevne. Det andre argumentet vi utviklet løser på en annen forutsetning; det er en sosial påvirkning av innholdet i kunnskapsutviklingen fra den konteksten den skjer i. Det innebærer i større grad en utfordring til innholdet i offentlig organisert grunnforskning og utformingen av målsettinger for denne. Oppfyllelsen av den kompensatoriske rollen som offentlig forskningspolitikk da må spille forutsetter at den grunnleggende forskjellen mellom 'privatisert' og 'offentlig' grunnforskning ligger i det faglige innholdet og dermed i de faglige målene for slik forskning, og ikke i dimensjoneringen av aktivitetene.

Avslutningsvis i dette avsnittet vil vi advare mot å se disse rasjonalene som i konflikt med hverandre, snarere bør de betraktes som gjensidig utfyllende tilnærminger.

Mellom vitenskap og teknologi

Formålet med utforming av rasjonalet er ikke begrenset til å bidra med beslutningsregler for fordeling av offentlige midler. Den viktigste rollen slike rasjonalet har ligger i deres funksjon i å emulere 'verdanskuelser'; i dette tilfellet å gi et rammeverk for å forstå hvilken rolle grunnforskning spiller i langsiktig økonomisk utvikling. Spørsmålet vi da må stille er i hvilken grad Nelson-Arrow-rasjonalets fokus på kodifisert kunnskap som den viktigste kilden for økonomisk nytte av grunnforskning er utfyllende. En konklusjonen vi raskt kan trekke er at en ensidig fokusering av kodifisert kunnskap *qua* økonomisk nyttig produkt av grunnforskning ganske ettertrykkelig feiltolker hvordan økonomiske fordeler

genereres fra grunnforskning. I vår tilnærming innebærer det at vi må stille spørsmål om hva det er som kjennetegner Tranøys teknologiske kanal, hva slags utvekslings- og omformingsmekanismer skjer mellom den 'kunnskapsproduserende' og den 'kunnskapsbrukende' ende av kanalen? Eller i mer velkjent språkdrakt, hva er det som kjennetegner skjæringspunktet eller grensesnittet mellom vitenskap og teknologi?

Det er nå 25 år siden en arbeidsgruppe nedsatt av UK Council for Scientific Policy (CSP) konkluderte med at

“the linkage between technology and basic science is more subtle than [the benefits resulting from subsequent application of fundamental ideas discovered through curiosity-oriented research] ... We cannot see that it is possible in any systematic way to trace important industrial applications of science back to basic work of the kind that the Research Councils support in a way which could help in determining how much support is justified” (CSP 1972, sitert i Gibbons & Johnston 1974).

Kompleksiteten i samspillet mellom vitenskap og teknologi har siden 1970-tallet vært gjenstand for flere studier. Problemet med å beskrive dette samspillet har tiltrukket seg interesse fra forskere med bakgrunn i en rekke akademiske tradisjoner som strekker seg fra filosofi og sosiologi til økonomi, samt tekniske fag og naturvitenskapene. På tross av denne innsatsen er vel CSPs konklusjoner like gyldige i dag som de var for 25 år siden.

En vesentlig konklusjon har allikevel kommet ut av denne innsatsen. I beskrivelsen av problemstillingen over omtalte vi de to endene av teknologikanalen som henholdsvis 'kunnskapsproduserende' og 'kunnskapsbrukende'. Denne språkbruken gjenspeiler en oppfatning av teknologi som 'anvendt vitenskap', en oppfatning som synes å ha vært rådende i flere sammenhenger i store deler av etterkrigstiden. Teknologien har da ikke et autonomt kunnskapsfundament, men utnytter og tilpasser på en håndverksmessig måte vitenskapsbaserte teorier.¹⁸ I økende grad har man erkjent at denne framstillingen er mangelfull; den 'kunnskapsbrukende' enden av kanalen involverer også en kunnskapsutvikling, men en utvikling som ytrer seg i

¹⁸ Vi gjenkjenner her Nelson-Arrow-paradoksets fokusering på kodifisert kunnskap.

andre kunnskapsformer enn vitenskapelig kunnskapsutvikling.¹⁹ Dermed åpnet man for mer omfattende spørsmål omkring forholdet mellom de to sfærene.²⁰ Den typen spørsmål som ble reist var

- ◆ Hva er de direkte effektene av vitenskap: leder vitenskap direkte til teknologisk innovasjon eller legger den premisser for anvendt forskning? Er dette den viktigste rollen?
- ◆ Hvilken rolle spiller indirekte effekter, formidlet gjennom rammefaktorer som f.eks. universitetsutdanning, forskeropplæring, uformelle nettverk, forskningsmetoder osv.
- ◆ Er det en enveis vekselvirkning eller påvirker også teknologi vitenskap, et vekselvirkende samspill som kan åpne for forsterkende feedback og integrerte epistemologier mellom de to områdene?
- ◆ Hva fører dette samspillet til når de sammensatte aktivitetene på begge sider igjen blir formet av sosiale nettverk som strekker seg utover sine egne domener?

Allerede når man reiser slike spørsmål vil 'magefølelsen' friste en til å konkludere som CSP og la det være med det. Bortsett fra at spørsmålene i seg selv er intellektuelt stimulerende, er det to forhold som gjør at det kan være verdt å gå videre med dem. Det ene er at begrensede rammer for offentlig finansiering kan invitere til bruk av kost-nytte-argumenter basert på målbar nytteverdi og -effekter, selv på områder hvor det er velkjent at slike argumenter ikke holder mål,²¹

“[u]ncritical acceptance of the results of cost-benefit analyses of the economic effects of basic research supports an unrealistic view of public science and technology policy” (David & al 1992).

Men politiske målsettinger må allikevel legitimeres av identifiserbare økonomiske eller sosiale effekter dersom de ikke tar utgangspunkt i umiddelbare sosiale behov.²²

¹⁹ Et tidlig og interessant innspill til en slik forståelse er Layton 1974.

²⁰ Man reiste også spørsmål om hva de to sfærene egentlig besto i. Begreper som 'sciences of the artificial' og deres motsetning 'sciences of the natural' og 'transfer sciences' indikerer en voksende bekymring om tradisjonelle syn på vitenskap er holdbare.

²¹ Et eksempel er SSBs konklusjon om at det ikke er mulig å gjennomføre 'grønne' nasjonalregnskap.

²² At det i det hele tatt er behov for å legitimere både kunnskapsutvikling og at kunnskapens påvirkning av samfunnet er mange-fasettert, på tidspunkt som faller sammen med en inntreden i 'kunnskapssamfunnets' epoke, kan synes som et paradoks. Med støtte i Nico Stehrs analyse av studier av 'kunnskapssamfunnet' (Stehr 1992) synes to sider av dette kunnskapssamfunnet å ligge bak dette. For det første fører et stadig større innslag av høyere utdannet arbeidskraft til at utvikling av stadig nye 'spesialist-aktiviteter', noe som innebærer en relativisering av den status som vitenskap og forskning har hatt som kunnskapsutviklende aktiviteter. For det andre har kunnskap u diskutabelt vist

For det andre, selv om man forutsetter at en politisk rolle er legitimert, vil politikere ha et vedvarende behov for retningslinjer, som veiledere for 'marginale' eller detaljerte prioriteringer og formuleringer for forsknings- og teknologipolitikk.

Basert på en studie av 30 innovasjoner i britisk industri, kartla Gibbons og Johnston (1974) hvilke bedrifts-eksterne og -interne kunnskapskilder det var som lå bak disse produktinnovasjonene. En utdyping av denne tilnæringsmåten er nylig blitt gjennomført i en studie av sammenhengen mellom offentlig og privat forskning på bioteknologi, keramiske materialer og parallell-prosessering (Faulkner og Senker 1995, Faulkner 1994). Den sammensatte typologien som blir angitt her for å beskrive former for kunnskap som blir brukt i industriell innovasjon, åpner for overveldende mange former for vekselvirkning mellom forskning og teknologisk innovasjon. På den annen side innebærer denne mangesidigheten at utslagene av samspillet mellom de to endene blir diffuse og vanskelig å beskrive på en kortfattet måte.

På tross av denne mangesidigheten har flere gjort forsøk på å identifisere viktige kanaler for dette samspillet. Relativt nye oversikter over denne tilnærmingen er gitt av Brooks 1994, Pavitt 1991 og Rosenberg 1991, se også Martin og Salter 1996.

Dersom vi følger Brooks omfatter samspillet,

- ◆ vitenskap som direkte kilde for nye teknologiske ideer, dette finner først og fremst støtte i case-studier av grunnleggende forskningsgjennombrudd,
- ◆ vitenskap som kilde til 'engineering design', til systemkompetanse i ingeniørfagene, ofte innenfor rammen av såkalte 'transfer sciences',
- ◆ vitenskapelig utstyr, instrumentering, laboratorieteknikk og –metode og analytiske metoder,
- ◆ utvikling av faglige ferdigheter og forskeropplæring, enten ved direkte overføring av ferdigheter til et bruksmiljø, ved å skape grunnlag for selvstendig ferdighetsutvikling i den 'kunnskapsbrukende' enden eller ved å skape nettverk som muliggjør rask spredning av vitenskapelig og komplementær kunnskap,
- ◆ former for teknologivurdering som krever en dypere grunnlagsforståelse for ny teknologi for å vurdere både gjennomførbarhet og fysiske og sosiale side-effekter,

seg å være svært 'nyttig', men først og fremst på et mikronivå. En intensivert instrumentell bruk av kunnskap som innsatsfaktor i styrt sosial endring innebærer at den marginale kunnskapsproduksjonen blir oppfattet å ha sin viktigste funksjon i grunnlaget den legger for (mulighetene) for sosial handling. Denne operative tilnærmingen medfører en forsterket tiltro til en form for lineær handlingsteori for samvirket mellom kunnskapsutvikling og sosial handling. Den suksessen for en slik kunnskapsideologi har hatt, kan medføre en overdreven tiltro til 'rasjonalistisk' orienterte tilnærminger til dette samvirket og at det dermed oppstår et legitimeringsbehov som skissert over.

- ◆ vitenskap som kilde for utviklingsstrategier.

De to første punktene korresponderer i stor grad med Nelsons og Arrows tilnærming; grunnforskning er en kilde til ny og anvendelig kunnskap. De neste to dekker økonomisk utbytte som oppstår gjennom utviklingen av nye instrumenter og instrumenteringsteknikker, nye metodeverktøy og metodologisk opplæring, tilgang til nettverk, samt utvikling av kompetanse og ferdigheter i forskning og som er anvendbare også i industriell eller teknologisk sammenheng. Det er også hevdet at personell med erfaring fra grunnforskning “may be particularly good at solving complex technological problems” (Martin og Salter 1996).

Like viktig som virkningen av vitenskap på teknologi er også at teknologi påvirker den vitenskapelig utviklingen gjennom,

- ◆ teknologi som kilde til vitenskapelige utfordringer, radioastronomi (Rosenberg 1982) er et velkjent eksempel,
- ◆ en gjensidig avhengighet og forsterking av både vitenskap og teknologi, et ferskt eksempel er forskningen på høytemperatur-superledere,
- ◆ gjennom sosiale og funksjonelle nettverk, som i utgangspunktet gir rask adgang til vitenskapelig ekspertise, formes også utviklingen av denne ekspertisen og den knyttes opp til teknologisk problemløsning,
- ◆ vitenskapelig utstyr og måleteknikk, noe som også åpner for at grunnforskningssystemet både kan være pilotkunde og ‘krevende kunde’.²³

Vi kan nå oppsummere de antydende formene for vekselvirkning mellom grunnforskning og teknologisk innovasjon på følgende måte,

- ◆ grunnforskning, gjennom utviklet kunnskap, kan være en kilde til nye teknologiske muligheter innenfor allerede eksisterende teknologiske paradigmer,
- ◆ grunnforskning som aktivitet kan være kilde til slike muligheter, med forskningssystemet som pilotbruker av teknologiske innovasjoner, som kan være utviklet primært som ‘vitenskapelig utstyr’, men som har et videre ‘dual use’ potensiale,
- ◆ erfaring fra grunnforskning kan være verktøy for å løse komplekse problemer; metodeutvikling og –erfaring har nytteverdi i seg selv i et tekno-økonomisk system. Grunnforskning kan også legge grunnlaget for nye analogier eller nye modeller for problemløsning,

²³ For en omtale av den rolle vitenskapelig utstyr spiller, se bl.a. deSolla Price (1984) og Rosenberg (1992).

- ◆ grunnforskning kan styrke og utvikle absorpsjonsevne og -muligheter, bl.a. ved å skape muligheter for å høste av internasjonalt tilgjengelig kunnskap og ved å gi adgang til internasjonale nettverk,
- ◆ grunnforskning er selv en kilde til utvikling av de ferdigheter og av den 'tause' kunnskap som er nødvendige forutsetninger for å tolke og gjøre bruk av kodifisert vitenskapelig kunnskap,
- ◆ da overføring av slike ferdigheter og kompetanse i stor grad er bundet til personer, nødvendiggjør det at grunnforskning har et vesentlig omfang ved høyere utdanningsinstitusjoner.

Innholdet i denne listen impliserer at det ville være en overveldende oppgave å kvantifisere disse effektene, og at det også ville være tilsvarende vanskelig å utvikle kriterier for en optimal fordeling av offentlige midler til grunnforskning. Det er allikevel blitt gjort forsøk på i hvert fall en delvis bedømmelse av den sosiale merverdien som kan sies å ha sitt utspring i grunnforskning eller andre vitenskapelige aktiviteter. Vi skal nedenfor kort beskrive noen slike studier.

Grunnforskning og innovasjonsprosessen

De sammenhenger mellom vitenskap og teknologi som ble framstilt ovenfor, må forstås på bakgrunn av den forståelsen av innovasjonsprosesser som har blitt utviklet over de siste årene. Vi skal ikke gi noe oversyn over de forskjellige beskrivelsene av systemisk innovasjon (for en slik oversikt, se Edquist 1997), men heller fokusere på noen få iøynefallende trekk som setter disse sammenhengene i perspektiv.

Utgangspunktet er at økonomisk innovasjon, dvs. endringer i økonomisk handling på bedriftsnivå, er nært knyttet til læring på samme nivå (Hauknes 1998). For det første er læring en forutsetning for kreativitet, og dermed for innovasjonsevne. Læring handler først og fremst om å lære å utvikle og håndtere mulige handlingsalternativer. Med andre ord, læring gir den som lærer et større handlingsregister, både gjennom å forbedre eksisterende handlingsmønstre og gjennom å generere nye. Innovasjon blir da en naturlig konsekvens av læring.²⁴ Læringsprosesser utgjør det viktigste forbindelsesleddet mellom kunnskapsutvikling og sosiale og økonomiske effekter av dette. Da kan vi trekke to viktige konklusjoner om forholdet mellom grunnleggende forskningsinnsats og effekten av dette. For det første sier det noe om tidsforholdet

²⁴ Slik sett kan man si at innovasjon er selve essensen av læring.

mellom forskningsinnsatsen og utviklingen av effekter, for det andre medfører det en spredt eller diffus realisering av disse effektene.

Læringsprosesser tar lang tid. Det i seg selv indikerer at jo lengre et spesifikt forskningsgjennombrudd er fra det som kalles 'production possibility frontier', jo lenger er den nødvendige tidsforsinkelsen før gjennombruddet kan manifestere seg i økonomiske effekter.²⁵ Men denne tidsforsinkelsen er også styrt av mer eller mindre tilfeldigheter. Slike tilfeldigheter omfatter både variasjoner i læringsevnen mellom de 'lærende' og rene tilfeldige faktorer. Slike tilfeldige faktorer kan bidra både til å forkorte og å forlenge den tiden som trengs²⁶. Det synes videre rimelig å forvente at jo større avstanden er, alternativt jo mindre muligheten er til å programmere læringsprosessen, desto større blir avhengigheten av slike tilfeldige faktorer. I stort innebærer det at disse avstandene og tidsforsinkelsene vil 'smøres ut' og at det vil være betydelig usikkerhet knyttet til å anslå tidsforsinkelsene.

Det kan synes overflødig enda en gang å skulle proklamere den lineære innovasjonsmodellen for død og begravet. På den annen side er det ennå ikke formulert noe fullgodt alternativ. I dens sted har det oppstått alternative beskrivelser og modeller, nok til å gjøre enhver svimmel. Ett punkt er likevel klart; innovasjonsprosesser er mangefasetterte sosiale prosesser hvor mange faktorer påvirker hverandre i et utall kombinasjoner. Innovasjonsprosesser omfatter gjensidig avhengige innsatsfaktorer, prosesser og former for vekselvirkninger mellom disse. Det samlede innovasjonsnivået, enten man nå ser på bedrifts- eller bransjenivå eller på et samlet nasjonalt nivå, avhenger av evnen til å utnytte dette ikke-lineære komplekse nettverket på en formålstjenlig måte. Vi vil ikke diskutere grunnforskningens rolle i forhold til systemisk innovasjon her, vi vil bare fokusere på enkelte sider ved hvordan grunnforskning blir beskrevet og oppfattet.

²⁵ Denne avstanden blir ofte uttrykt gjennom en slik type tidsintervall, noe som kan synes å gi påstanden karakteren av å være en tautologi. Begrepet om (ex ante) relevans er til en stor grad bestemt av aktørenes evne til ex ante å beskrive en endelig serie av læringsprosesser. Problemet er at det ikke finnes noen entydig metode for å måle slike 'avstander', uavhengig av bedriftenes egen bedømmelse av 'avstanden' mellom grunnforskning og bedriftenes kunnskapsbaser.

²⁶ Ugelstads gjennombrudd for produksjon av monodisperse mikroskopiske kuler forkortet 'avstanden' mellom den 'vitenskapelige' eksistensen av dem og kommersielt mulig produksjon. Derimot synes det som om fusjonsforskning er utsatt for tidsforlengende effekter. Litt spøkefullt kan vi formulere en empirisk lov; det er alltid ti år til fusjonskraft blir en energetisk lønnsom form for energiproduksjon.

Moderne framstillinger av innovasjonsprosesser vektlegger først og fremst såkalte 'ikke-lineære' aspekter ved disse prosessene,

- ◆ aktivitetsspektret i slike prosesser er ikke signifikant forskjellig fra viktige aspekter ved det tilsvarende aktivitetsspektret i lineære modeller. Aktivitetene som beskrives er fortsatt gjerne FoU, produktutvikling, og andre aktiviteter i verdikjeden,
- ◆ forskjellen ligger først og fremst i forholdet mellom aktivitetene, hvordan aktivitetene vekselvirker med hverandre og de kausale relasjonene mellom dem er endret,
- ◆ komplementære fortrinn (Teece 1986) får en essensiell rolle, de blir avgjørende for bedrifters og bransjer innovasjonsevne,
- ◆ forståelsen av en gjensidig sammenkopling av faktorer og aktiviteter har også konsekvenser for forståelsen av den institusjonelle overbygningen, både på offentlig og privat side, og samspillet mellom institusjoner,
- ◆ av det følger det at innovasjonsevne og 'teknologiske spor', eller såkalte trajektorier (Dosi 1982, Dosi 1988) selv blir avhengige av slike forhold; innovasjonsevne og tekno-økonomisk utvikling blir 'systemiske' tilstandsvariable, avhengige av det som med en samlebetegnelse er kalt 'innovasjonssystemet'.

To konsekvenser av slike tilnæringer er umiddelbart slående. For det første innebærer innovasjons- og teknologiutvikling som systemiske tilstandsvariable til at disse erkjennes som 'endogent' bestemte prosesser; hvordan innovasjon og teknologi utvikler seg over tid er (i hvert fall delvis) bestemt gjennom en vekselvirkning mellom 'teknologi' og 'økonomi'. Dette er i skarp motsetning til de tradisjonelle tilnærmingene hvor teknologiutviklingen er uavhengig av økonomiske variable.²⁷

Men dette medfører at synet på forskningens rolle endres dramatisk. Fra å være en virksomhet som forårsaker, eller skaper, innovasjonspotensialet, blir forskning i et slikt systemisk perspektiv framstilt som en aktivitet som påkalles med utgangspunkt i bedrifters vilje til å innovere. Synet på forskning endres, fra forskning som innovasjonens 'allmoder' til å være en aktivitet som blir påkalt når man står overfor problemer. Forskning framstår som *problemløsende*, og dermed (sterkt) instrumentell, aktivitet.

²⁷ Denne formuleringen gjelder utviklingen av teknologiens innhold. Tidsutviklingen av teknologi kan i tillegg avhenge av økonomiske variable gjennom tidspunktet en gitt teknologisk endring introduseres 'på markedet'. En kan finne formuleringer om at disse tradisjonelle oppfatningene er teknologi-deterministiske. Det er ikke fullstendig dekkende; det karakteristiske er at fastsettelsen av teknologiutvikling skjer gjennom prosesser som er uavhengige av økonomiske prosesser.

Men da synes det som om vi kan trekke den slutningen at kunnskapsutvikling som peker ut over identifiserte innovasjonsaktiviteter, som grunnforskning, blir plassert lenger vekk fra innovasjonsprosessene, heller enn at slik utvikling blir nærmere integrert med innovasjon, noe som vanligvis hevdes å være effekten av et skifte fra en lineær til en ikke-lineær forståelse av innovasjon. I den grad dette er riktig, vil det innebære at en endret forståelse for innovasjonsprosessen leder til en mer gjennomgripende splittelse mellom forsknings- og innovasjonspolitik. Men da står vi her overfor et paradoks; en systemisk beskrivelse av innovasjonsprosesser har vært et svært fruktbart utgangspunkt for vår forståelse av drivkrefter og forutsetninger for bedrifters innovasjonsevne. Denne beskrivelsen tvinger oss altså til å gi grunnforskning og anvendt forskning en rolle som det helt innlysende er like misvisende som den tradisjonelle 'allmoderlige' rollen forskning har vært tildelt.

Vi vil argumentere for at dette synet bare er partielt. Vårt utgangspunkt er at det som løser opp paradokset er den rollen læring spiller i en systemisk tilnærming. Læring har to komplementære funksjoner i dette bildet. For det første er forutgående læring en forutsetning for innovasjon, kunnskaps- og erfaringsfundamentet som er skapt gjennom generelle læringsprosesser er grunnlaget for beslutninger om utvikling og implementering av innovasjoner. Men samtidig har læring en vesentlig funksjon med å sortere, foredle og transformere informasjon og kunnskap som i utgangspunktet ikke nødvendigvis er 'instrumentell', dvs. som ikke er relevant for bedriftenes virksomhet. I forbindelse med den første funksjonen spiller forskning en problemløsende rolle, som antydnet over. Siden innovasjon er markedsorientert, er denne forskningen markedsbetinget. Overfor den andre funksjonen spiller forskning i større grad en 'problemskapende' rolle, den kan være rettet både mot å produsere kunnskap som kan fungere som utgangspunkt for slik læring, og mot læringsprosessene, foredlings- og transformasjonsfunksjonene selv.

Forskningsaktiviteter har dermed to roller – og to målsettinger. Noe forenklet kan vi uttrykke det som at forskningsaktiviteter har dels variasjonsreducerende og dels variasjonsutvidende målsettinger. Mens den første funksjonen, som vi kan kalle R-forskning, blant annet har som siktemål å redusere teknologisk og økonomisk usikkerhet, har den andre funksjonen, på tilsvarende måte kalt U-forskning, i større grad en rolle i å utvikle grunnlag for opsjoner. Man kan da stille spørsmål om vi kan

identifisere U-forskning med grunnforskning og R-forskning med anvendt forskning/utviklingsarbeid. Det er vel rimelig klart at en slik identifikasjon er å trekke dette argumentet for langt. Men samtidig er det klart at tekno-økonomisk motivert grunnforskning i betydelig grad vil falle sammen med U-forskning. Slik forskning omfatter dermed en funksjon vi kan betegne som 'prospektiv', en funksjon som gjenspeiler et argument for grunnforskningens rolle som er utviklet i David et al 1992.²⁸

Som vi har vært inne på, framhever en beskrivelse av den rollen læring spiller overfor innovasjonsprosesser begrensningene i Nelson-Arrow-rasjonalet. Dette rasjonalet tar utgangspunkt i en forestilling om likevekt i markedssystemer. Et kjennetegn ved likevektstilstander i slike systemer er at endring i økonomisk adferd, og dermed økonomisk relevant læring, har stoppet opp (Hahn 1987). Tilstedeværelsen av læring og innovasjon innebærer at markedssystemet ikke er i likevekt. Prosessene som holder systemet utenfor likevekt er da også det som genererer vedvarende vekst. Den økonomiske veksten øker samlet økonomisk velferd, men uten optimal fordeling. Denne ikke-optimale fordelingen er viktig, fordi den skaper insentiver og gjennom det opprettholder en prosess som igjen genererer større teknologisk variasjon. Vi kan derfor trekke den slutning at tidshorisonten i Nelson-Arrow-rasjonalet i en viss forstand er kortsiktig idet det neglisjerer denne tilbakekoplingen.

En viktig oppgave for offentlig politikk er å skape balanse mellom utvikling av insentivstrukturer, av ikke-optimale fordelinger av økonomiske goder og grunnlaget for framtidig vekst på den ene siden, og å forsterke mekanismer som på dette grunnlaget sikrer en fornuftig velferdsfordeling. Politiske virkemidler som rettes mot velferdsfordeling faller i all hovedsak utenfor forskningspolitikk. Det underliggende motiv for økonomisk begrunnet grunnforskningspolitikk er dermed å utvikle forhold som bidrar til en ikke-optimal velferdsfordeling.

Hva skal da kjennetegne offentlig politikk på dette området? Ideelt sett burde det være et komplementært forhold mellom offentlige og private strategier. Et slikt komplementært forhold burde baseres på de ulike mål og interesser som kjennetegner

²⁸ Dette argumentet beskrives i et seinere avsnitt.

de to sektorene. Bedrifiers grunnleggende tilnærming vil være å redusere teknologisk og økonomisk usikkerhet. Offentlig politikk har på den andre siden en sentral oppgave i å sikre diversitet, og derved å øke slik usikkerhet.

Det er lett å innse at det fra bedrifiers eller bransjers synspunkt ståsted vil kunne argumenteres for at offentlig teknologi- og forskningspolitikk først og fremst skal være usikkerhetsreducerende eller -modererende, parallelt med egne forskningsstrategier. Offentlig forskningspolitikk basert på slike tilnærminger vil vi kalle reaktive forskningsstrategier. Utviklingen av *strategisk forskning* i flere OECD land de siste 15 år, har hatt et betydelig innslag av reaktive elementer. En slik forskningspolitikk henger også nært sammen med Callons argument om effektene når vitenskapelig forskning blir fanget i tekno-økonomiske nettverk.

Alternativt kan offentlige grunnforskningsstrategier være basert på en 'mulighets-utvidende' tankegang.²⁹ Men selv om mulighetsutvidelse er begrunnelsen så er det ikke målsettingen med en slik politikk. For å bruke en biologisk metafor, bør målet være å skape og dyrke et robust økologi system som selv stimulerer en utvikling av variasjonsbredde. Et viktig anliggende er da å motvirke trekk som leder til fastlåste paradigmer, eller 'lock in'. En slik type offentlig forskningspolitikk kan vi på tilsvarende måte kalle proaktive strategier. Mens reaktive strategier er vil være tilbøyelig til å legge vekt på direkte kunnskapsoverføring og en mer instrumentell overføring av forskeropplært personale mellom vitenskap og teknologi, vil proaktive strategier være mer tilbøyelig til å fokusere et bredere spektrum av vekselvirkninger i dette grensesnittet.

Uansett er det endelige målet for slike strategier å skape et rammeverk som tilrettelegger for læringsprosesser og problemløsende forskningsaktiviteter. Begge typer strategier kan være legitime, og valg av strategi avhenger bl.a. av de kunnskapsutfordringene en står overfor. På områder som kjennetegnes ved en intens bruk av felles naturressurser som fiskeressurser, er det et naturlig ansvar for offentlige myndigheter å forestå grunnforskning med konkrete målsettinger om å redusere usikkerhet i forhold til ressursgrunlaget.

²⁹ Dette utelukker selvfølgelig ikke myndighetenes mulighet til å engasjere seg på måter som reduserer valgmulighetene, men det ligger utenfor rekkevidden av en innovasjonsmotivert grunnforskningspolitikk.

Grunnforskningens økonomiske verdi

Siden slutten på andre verdenskrig har det å forstå den sosiale betydningen og verdien av forskning og utvikling stått som en viktig problemstilling, sammen med spørsmålet om dette kan formuleres som basis for politikktutforming. Beregningen av den såkalte *restfaktoren*, (Abramowitz 1956, Solow 1957), eller total faktorproduktivitet, mot slutten av 1950-tallet indikerte at over perioder på flere tiår var det umulig å forklare økonomisk vekst ved hjelp av veksten i innsatsen av primærfaktorene kapital og arbeid.³⁰ Identifiseringen av restfaktoren med teknologisk endring førte til hektisk aktivitet for å utvikle politikktformer som fremmet økonomisk vekst og teknologisk utvikling. Innenfor den empiriske og teoretiske litteraturen om økonomisk vekst på 1960- og 1970-tallet ble det likevel i liten grad gjort forsøk på å studere grunnforskningens rolle på et makroøkonomisk nivå.

Case studier

Mer direkte relatert til det konkrete spørsmålet om grunnforskningens betydning dette var studiene Hindsight og TRACES som ble gjennomført på midten av 1960-tallet. Disse studiene sprang direkte ut av diskusjoner om amerikansk føderal forskningspolitikk i denne perioden. Hindsight-prosjektet vokste fram fra “[the] bureaucratic culture’s skepticism about the idea that investment in science lead directly to economic growth”, med TRACES som en “counteroffensive from the academic policy culture” (Elzinga & Jamison 1995). Dette var i utgangspunktet case-studier og skulle ikke bedømme den sosiale avkastningen av grunnforskning. Som case-studier kunne de hverken bevise eller motbevise påstått generelle trekk ved grunnforskningens rolle, men begge forsøkte å trekke allmenne konklusjoner med utgangspunkt i de case-studiene som ble gjennomført.

Hindsight-prosjektet, igangsatt av det føderale forsvarsdepartementet DoD, studerte utviklingen av tjue forsvarssystemer hvor oppgaven var å klargjøre hvilken betydning DoD-finansiert grunnforskning hadde for disse. Hindsight er tatt til inntekt for et sterkt instrumentalistisk syn på forskningspolitikk, med grunnforskning

³⁰ Solow tilskrev restfaktoren teknologisk endring, mens Abramowitz hevdet at det heller måtte betraktes som ”a measure of our ignorance”. Det første arbeidet som studerte økonomisk vekst innenfor et tilsvarende rammeverk, ble publisert av den nederlandske økonomen Jan Tinbergen i 1942. En beskrivelse av restfaktorens tidlige historie er gitt i Griliches 1996.

spillende en helt marginal rolle. Men Hindsight hadde allikevel et mer nyansert syn på denne rollen en ofte påstått. I Hindsight konkluderte man med at ingen av de innovasjoner som ble gjort i utviklingen av forsvarssystemene ville vært mulig uten grunnforskning. Men denne vekselvirkningen var ikke gjennom den direkte kunnskapsoverførende funksjonen som lå til grunn for grunnforskningssystemets argumentasjon,

“it is unusual for random, disconnected fragments of scientific knowledge to find application rapidly. It is, rather, the evaluated, compressed, organized, interpreted and simplified scientific knowledge that we find to be the most effective connection between the undirected research laboratory and the world of practical affairs” (Sherwin and Isenson 1967).

Hindsight fraskriver ikke 'undirected science' en viktig rolle overfor den teknologiske 'world of practical affairs'. Men denne rollen er ikke autonom og direkte, den er betinget av en omfattende transformasjonsprosess i grensesnittet mellom vitenskap og teknologi. Dermed er kanskje ikke veien så lang mellom Hindsight-teamets holdning og utsagnet til det britiske CSP fra 1972 som ble gjengitt tidligere.

TRACES, igangsatt av National Science Foundation på omtrent samme tid som Hindsight, argumenterte derimot for en mer direkte rolle for grunnforskning med utgangspunkt i gjennombrudd som p-piller, elektronmikroskopi og komposittmaterialer. En vesentlig grunn til at TRACES fant en klarere sammenheng synes å være at man tillot opp til 30 år fra et forskningsgjennombrudd til teknologisk realisering. Shapley og Roy 1985 bemerker ”how convenient their findings were for the ideology of the federal-university system”; dersom det tar opp til 30 år å realisere effektene, så må nødvendigvis ”science be isolated from responsibility for applications”.

Det synes klart at teamet bak Hindsight ville være meget skeptiske til å skulle fastsette en verdi for en sosial avkastning av grunnleggende forskning, langt mindre dersom hensikten var å veilede politikktutforming. Hvordan TRACES ville forholdt seg til en slik problemstilling ville være mer åpen. Både Hindsight og TRACES ble kritisert av sine respektive motstandere for å være forutinntatte, på den annen side synes det ikke som om noen av dem førte til endringer i forskningspolitikk. Men både disse studiene og Solows restfaktor er symptomer på en epoke, hvor Sputnik-

sjokket ofte beskrives som en enkelthendelse som utløste flere spørsmål ved de etablerte forestillingene om det direkte forholdet mellom vitenskap og teknologi³¹ som var blitt utviklet med utgangspunkt i Bush-rapporten (se f.eks. Brooks 1986), bl.a. med økt etterspørsel etter former for dokumentering og argumenter av de effektene den forskningspolitiske satsingen hadde.

Forskningens avkastning

Historien om beregninger av avkastning på FoU er nært knyttet til navn som Zvi Griliches og Edwin Mansfield. Et første forsøk på å tillegge grunnforskning en sosial verdi skjedde med Griliches' studier av hvordan en type mais som var utviklet gjennom systematisk forsknings- og avlsarbeid, hybrid mais, ble tatt i bruk i amerikansk landbruk. Dette arbeidet ble gjennomført i samme periode som Abramowitz og Solow la fram restfaktoren³², med et overveldende resultat, den årlige avkastningen av FoU ble estimert til formidable 35-40%. Lignende studier på andre innovasjoner i jordbruket resulterte i sammenlignbare resultater: (intern) sosialøkonomisk avkastning ble gjennomgående anslått til å ligge i området 20-50% (Griliches 1995).

Med Mansfields studie av 17 teknologiske innovasjoner ble perspektivet utvidet også til innovasjoner i vareproduserende industri. Her ble det vist at det var en betydelig forskjell mellom sosial og privat avkastning av de innovasjonene som ble studert. Medianverdiene på avkastningsrater var henholdsvis 56% for sosial avkastning og 25% for privat avkastning (Mansfield et al. 1977). Dette indikerer umiddelbart at det har vært en omfattende spillover fra innovatøren.

I en meget omtalt studie fra de senere år forsøkte Mansfield å "estimate the extent to which technological innovations in various industries have been based on recent academic research" med et "rough and tentative estimate of [the social rate of return from academic research]" (Mansfield 1991a). For det første er dette ikke et mål på avkastningen av investeringer i grunnforskning, men er basert på aktiviteter i UoH-sektoren, uavhengig av hva slags FoU-aktiviteter dette omfatter. For det andre, er

³¹ En presentasjon av hvordan det nesten mekaniske synet på forholdet mellom vitenskap og teknologi utviklet seg til å bli en maktkamp i perioden etter Bush-rapporten, er beskrevet i Shapley og Roy 1985.

estimatet av avkastningen beregnet som en gjennomsnittlig avkastning, det er ikke gjort forsøk på å indikere verdien av marginal avkastning. Videre er resultatene av Mansfields studie dominert av to industrier, farmasi og informasjonsteknologi, “where academic research is closely linked with industrial objectives, and indeed - in the US - significantly funded by industry”. I tillegg til disse skjevhetene i utvalget, har Mansfields videre redegjørelser av datamaterialet betydelig redusert i hvilken grad disse resultatene kan brukes til å argumentere for grunnforskningens betydning (Mansfield 1991a, 1991b og 1995). Det er i det minste ingen holdepunkter i hans arbeid for å hevde at førsteklasses grunnforskning er grunnlaget for den høye avkastningsraten av ’akademisk’ FoU gjennom industriell innovasjon. Med utgangspunkt i hvilke akademiske institusjoner og forskere som bedrifter henviser til, er det generelle resultatet i følge Mansfield at “the relationship between faculty rating and contribution to industrial innovation is so weak in several of these industries that it seems likely that many modestly-ranked departments play as big a role in this regard as some of the highest-ranked departments” (Mansfield 1995).

Selv om man godtar en avkastningsrate på 28% som et rimelig anslag for den gjennomsnittlige avkastningen på innsatsen i akademisk forskning, er det vanskelig å se hvordan dette resultatet kan brukes som grunnlag for offentlig politikk. Spørsmålet om hvilken betydning estimatet hadde for politikktutforming ble reist raskt etter publisering. Det amerikanske Congressional Budget Office gjennomførte en vurdering av implikasjonene av Mansfields arbeid i den føderale budsjettprosessen kort etter utgivelsen, CBO 1993. CBO konkluderte negativt, resultatet “does not lend itself to use in the annual process of setting the level of federal investment in R&D, nor to allocating that investment among its many claimants ... his result is more properly regarded as indicating a broad range of likely orders of magnitude of the return from academic R&D than as a point estimate (28 percent) of the return from federal investment in this area” (CBO 1993).

Økonometriske tilnæringer

Rammeverket for ’vekstregnskap’ ble utviklet i tiåret etter at Abramowitz’ og Solows forelå. Vekstregnskap er grovt sagt et økonometrisk anslag på å måle

³² En oppsummering av dette og lignende arbeider er gitt i Smith 1992 og Griliches 1995.

statistisk sammenhenger mellom produksjonsvekst på bedrifts- eller industrinivå eller på nasjonalt nivå og endringer i innsatsen av en rekke produksjonsfaktorer. Valg av innsatsfaktorer er i prinsippet ikke basert på underliggende teorier. Anslagene som vekstregnskapet gir er basert på samvariasjon mellom aggregater av faktorinnsatser.

Vekstregnskapet er et forsøk på å tilbakeføre produksjonsvekst til endringer i innsatsen av eller kvalitative forhold knyttet til innsatsfaktorer. Resultatet kan beskrives som en dekomponering av økonomisk vekst på en rekke uavhengige forhold, som hvor mye av veksten som har sitt utspring i økt innsats av kapitalvarer, hvor stor del er relatert til arbeidskraftens utdanningsnivå, osv. Om vi tar Abramowitz' og Solows arbeider som eksempel, var deres dekomponering av økonomisk vekst basert på de to grunnleggende innsatsfaktorene (homogen) arbeidskraft og investeringskapital. Alle slike statistiske øvelser gir en statistisk restfaktor, hvor restfaktoren uttrykker i hvilken grad den valgte sammenhengen mellom produksjonsvekst og innsatsfaktorer er dekkende. I Solows tilfelle konkluderte han med at vel 85% av den økonomiske veksten i USA i første halvdel av det 20. århundre ikke var mulig å tilskrive veksten i de to innsatsfaktorene. Ved å endre forutsetningene for de statistiske modellene og legge til andre data, reduseres restfaktorens størrelse. Som antydnet ovenfor kan en gå ut fra at en økning i arbeidskraftens utdanningsnivå over tid bevirker en økning i arbeidskraftens produktivitet, fordi investeringskapitalens sammensetning endres over tid er det å forvente kapitalens produktivitet øker, osv. Det er prinsipielt sett ingen grense for hvor mange og hva slags variable som kan inkluderes. Men grunnleggende er det at en slik dekomponering av økonomisk vekst ikke *forklarer vekstprosessen*, den gir kun "a mechanical decomposition of the growth of output into growth of an array of inputs and growth of total factor productivity" (Barro & Sala-i-Martin 1995). Griliches 1995 og Boskin og Lau 1992 gir oppdaterte oversikter over denne vekstregnskaps-litteraturen.

Resultatene av slike dekomponeringer av økonomisk vekst varierer, men gjennomgående bidrar restfaktoren, veksten i total faktorproduktivitet TFP, med et signifikant, om enn over tid avtakende, bidrag til produktivitetsutviklingen. Dersom en ikke tar hensyn til kvalitetsforbedringer i kapital- og arbeidsinnsats, representerer

restfaktoren typisk 50% av den samlede veksten. Tar man høyde for slike forbedringer, halveres dette tallet, til rundt 25% (se tabell 2.2 i Boskin og Lau 1992).

Det er viktig å gjenta at veksten i TFP ikke er et mål økonomisk vekst som skyldes teknologisk utvikling (se f.eks. Kendrick 1991), den er kun ”a measure of our ignorance”.³³ På en eller annen måte sier allikevel TFP-veksten noe om effekten av teknologisk utvikling, av FoU og av grunnforskning, om enn på en indirekte måte. Med andre ord, TFP-veksten inkluderer også et estimat av den sosiale avkastningen på innsatsen i grunnforskning.

Griliches’ tilnærming i Griliches 1986 er en variant av en slik beregning av vekstrater for total faktorproduktivitet på bedriftsnivå. Undersøkelsen er basert på bedriftsdata fra industristatistikk for amerikansk næringsliv for perioden 1967-1977, supplert med data fra FoU-statistikken fra 1972 og ytterligere FoU-data fra 1967 og 1977. Med utgangspunkt i vel 1100 store FoU-utførende foretak er datagrunnlaget etter koplinger om lag 500 foretak.

Den antatt ’normale’ produktfunksjonen inkluderer produktivitetseffekter av FoU, ved siden av de tradisjonelle innsatsfaktorene kapital og arbeid. Variabelen FoU-kapital er videre dekomponert på variable som beskriver andelene av grunnforskning og foretaksfinansiert FoU i totale FoU-utgifter.³⁴ Estimater av en slik produktfunksjon leder til tre hovedfunn,

- ◆ kunnskapsbasen utviklet gjennom FoU gir et signifikant bidrag til produktivitetsnivået på bedriftsnivå,
- ◆ effekten av grunnforskning på produktivitetsnivået er vesentlig større enn effekten av FoU totalt,³⁵

³³ Beregninger av total faktorproduktivitet TFP er basert på en antakelse om at det er et ’normalt’ forhold mellom innsatsfaktorer og produksjon, forholdet er målt med valg av en såkalt ’produksjonsfunksjon’ hvor den funksjonelle sammenhengen mellom innsatsfaktorer og produksjonsvolum uttrykker dette ’normale’ forholdet. TFP bør derfor primært sees på som et mål på gapet mellom den antatte ’normale’ og den ’faktiske’ produksjonsfunksjonen, hvor den ’faktiske’ produksjonsfunksjonen er uttrykt i de økonomiske dataene som danner grunnlag for beregningene. Det vil si at dette målet først og fremst sier noe om i hvilken grad forutsetningene om hva ’normale’ produksjonsforhold er holder stikk, slik som arbeidskraft som en homogen innsatsfaktor, eller forutsetninger om konstant skalautbytte som ofte gjøres.

³⁴ I tillegg inkluderer estimeringen 18-20 dummy variable for bransjetilhørighet.

³⁵ Det vil si at bedrifter som har en høyere andel grunnforskning i FoU-porteføljen er samtidig tilbøyelige til å ha en høyere produktivitetsvekst. Dette resultatet er uttrykk for en sammenligning mellom bedrifter og viser ingen kausal relasjon mellom innsatsen i grunnforskning og produktivitetsøkning på bedriftsnivå.

- ◆ foretaksfinansiert FoU bidrar også gjennomgående sterkere enn total FoU, om enn ikke tilsvarende stor som effekten av grunnforskning.

Grunnforskningsandelen i foretakenes FoU-portefølje synes altså å spille en betydelig rolle overfor produktivitetsnivået. Griliches estimerer videre sammenhengen mellom endringer i et produktivitetsmål og endringer i innsatsfaktorene over tid. På foretaksnivå gir slike estimater en 'gjennomsnittlig' sammenheng mellom FoU-innsats, kapital og arbeidskraft og produktivitetsendring. Denne analysen finner igjen tilsvarende forhold som over, men nå som uttrykk for tidsserier. Blant annet er det en positiv og signifikant sammenheng mellom produktivitetsvekst og andel av grunnforskning i FoU-porteføljen på foretaksnivå. Griliches argumenterer for at dette innebærer en situasjon hvor den samlede produktivitetseffekten av endringer i grunnforskningsandelen er nær syv ganger større enn produktivitetseffekten av å endre FoU-utgiftene. Grunnforskning framstår altså som svært effektivt også i bedriftsøkonomisk forstand!

Spørsmålet er da hva det er som gjør grunnforskning så virksom. Dersom en tar hensyn til at det kan være forskjeller mellom bransjer som ikke fanges opp av de angitte variablene, og dersom vi antar at slike effekter er uavhengig av produktivitetseffekten av disse, så vil det medføre at grunnforskningens fortrinn halveres. Det kan tyde på at en vesentlig del av den produktivitetsfremmende effekten av grunnforskning utført i foretakene stammer fra spillover mellom bedrifter. Dette resultatet støtter dermed Mansfields tidligere konklusjon om en betydelig bedriftsøkonomisk avkastning på grunnforskning og en markert reduksjon av denne når oppmerksomheten flyttes fra foretaks- til bransjenivå (Mansfield 1980). I den grad disse forskjellene finner sin forklaring i slike eksterne virkninger mellom bedrifter, kan det tyde på at en vesentlig årsak til at grunnforskning utføres på foretaksnivå er at den styrker foretakenes absorpsjons- eller lytteevne (Rosenberg 1990), dvs. evnen til å nyttiggjøre seg kunnskap utviklet utenfor foretaket.

Selv om Griliches' arbeid styrker en antakelse om at avkastningen på grunnforskning er høy, og at en vesentlig del av denne avkastningen realiseres gjennom eksternaliteter, gir ikke det noe mål på en sosial avkastning av grunnforskning, hverken grunnforskning utført i foretakssektoren eller på nasjonalt nivå. Dersom de eksterne virkningene er betydelige, indikerer det et signifikant gap mellom private og

sosiale avkastningsrater av grunnforskning utført i foretakssektoren. I hvilken grad denne økte produktiviteten i privat sektor peker i retning av at den samlede sosiale avkastningen av samlet grunnforskningsinnsats er høy, er umulig å si direkte. Griliches' statistiske modeller er formulert som om formålet med å utføre FoU er å øke foretakenes produktivitet. I den grad prisutviklingen på de varer og tjenester som disse foretakene produserer gjenspeiler denne produktivitetsutviklingen fullt, innebærer det at produktivitetsøkningen tilflyter forbrukerne av varene, alternativt dersom det ikke skjer, øker den privatøkonomiske avkastningen på produsentenes hender. I tillegg kan produktivitetsøkningen hos de foretakene som gjennomfører FoU-virksomheten bidra til å trenge ut andre produsenter, noe som i så fall vil redusere et eventuelt gap mellom sosialøkonomisk og privatøkonomisk avkastning. Dessuten har foretakenes FoU-virksomhet har også andre formål, som kvalitative forbedringer av eksisterende produkter og utvikling av nye. Slike endringer vil øke den sosiale avkastningen, enten gjennom økning av privatøkonomisk avkastning eller ved at merverdien tilflyter forbrukerne.

Når vi stiller spørsmål om den sosiale nytteverdien av grunnforskning er vi ideelt sett ute etter en marginal meravkastning på offentlig finansiering. Etter hva vi har sett i de foregående avsnittene er det svært lite trolig ikke bare at det vil være meningsfylt, men også at det er mulig å etablere et slikt mål. En indikasjon om gjennomsnittlig avkastning kan allikevel finnes med utgangspunkt i argumentet i foregående avsnitt, ved å se på forholdet mellom offentlig og privat finansierte FoU generelt og grunnforskning spesielt. Dersom offentlig finansierte forskning i stor grad substituerer for privat finansierte forskning, slik at økning i offentlig finansierte FoU er tilbøyelig til å lede til en redusert FoU-innsats fra næringslivet, ville vi ikke ha noe grunnlag for å trekke konklusjoner om sosial avkastning av offentlig finansiering. Hvis derimot forholdet mellom dem i større grad er komplementært, er muligheten tilstede for at det er tilfelle.

Det er naturlig å forvente at privat finansierte forskning har større effekt på produktivitet enn offentlig forskning. Denne antagelsen understøttes av Griliches' arbeid, produktivitetseffekten avtar med økende andel føderal finansiering.³⁶

³⁶ Forutsetningen for at dette er at føderal og privat finansierte FoU er sammenlignbare. Det er ikke entydig klart at det er tilfelle. Føderalt finansierte FoU omfatter bl.a. FoU-prosjekter i forhold til føderale anskaffelser til f.eks. forsvarsformål som kostandsberegnes på 'cost per' basis.

Muligheten for betydelig sosial avkastning på offentlig støttet forskning oppstår fra to typer komplementaritet; for det første gjennom økt spillover til andre bedrifter med utspring i krav om offentliggjøring, større tilbøyelighet til deltakelse i prosjekter av forskningsinstitusjoner o.a.. For det andre, fordi det i få tilfeller synes å være substituerbare forhold mellom offentlig og privat finansiert forskning, er mulighetene for at det skal oppstå et komplementært forhold stor.

Resultatene fra arbeider som har undersøkt dette forholdet nærmere er noe blandet. Synet om et komplementært forhold underbygges av Mansfield og Switzers arbeid med energi-relatert FoU, hvor det konkluderes med at en liten andel av den føderalt støttede forskningen ville vært finansiert av private kilder, og at økning, hhv. kutt, i føderale bevilgninger medførte økninger, respektive kutt, i privat finansiert FoU (Mansfield og Switzer 1985). En mer generell studie, av store vareproduserende foretak, konkluderte med at "the substitution hypothesis is rejected. There appears to be stimulation rather than substitution"(Scott 1984). Lichtenberg 1988 argumenterte derimot for at foretakene økte egen FoU-innsats som et signal til føderale myndigheter om at de var i stand til å gjennomføre utviklingsprosjekter relatert til føderale anskaffelser, først og fremst innenfor forsvarssektoren. Denne signaleringen innebærer dels at foretak som får slike kontrakter på lenger sikt vil redusere sin egen FoU-innsats, dels at kontraktene, og dermed føderale FoU-bevilgninger, vil være tilbøyelig til å gå til foretak som allerede er FoU-intensive.

Vi avslutter denne seksjonen med følgende konklusjon. En rekke studier kan tyde på at det er en betydelig sosial avkastning forbundet med grunnforskning. Men få er istand til å gi retningslinjer for utforming av offentlig politikk på dette området. Videre er det ikke alltid klart hva som faktisk måles i disse studiene. Griliches konklusjon kan tolkes til å innebære at forsknings- og teknologipolitikk burde behandle grunnforskning på lik linje med annen teknologipolitikk. Den beste konklusjonen man kan trekke er kanskje at det er et stort behov for bedre forståelse av forholdet mellom vitenskapsbasert kunnskap, grunnforskning og teknologisk endring.

En ny forståelse av grunnforskning?

Paul David, sammen med en rekke samarbeidspartnere, har i den senere tid beskrevet et nytt rammeverk for å analysere de økonomiske fordelene med grunnforskning.³⁷

Som det vil framgå av presentasjonen skal se, har deres syn sterke konnotasjoner til Callons syn på vitenskapelig 'lock-in', og argumentet om at tekno-økonomisk motivert vitenskapspolitikk burde ha som hovedmål å skape diversitet. Deres tilnærming tar bl.a. utgangspunkt i en av de observasjonene som er gjort i dette kapitlet, kost-nytte-analyse er av begrenset nytte for vurdering av verdien av grunnforskning. Som det har framgått er det to former for slik analyse i litteraturen om grunnforskning. En første, sterk form er den tolkningen av Nelson-Arrow-rasjonalet som vi har beskrevet. En slik tilnærming retter oppmerksomheten mot den økonomiske verdien av marginale endringer i forrådet av økonomisk nyttig kunnskap. Vi har argumentert for at denne tilnæringsmåten er en misvisende representasjon av grunnforskningens virkninger på økonomisk yteevne fordi den forutsetter et nødvendig, kausalt forhold mellom grunnforskning og dens økonomiske virkninger. En annen og svakere form for kost-nytte-tilnærming er tilnærminger som fokuserer eksterne økonomiske virkninger gjennom spillover-mekanismer. Slike tilnærminger er grunnlaget for en rekke økonometriske tilnærminger. Representativiteten av slike tilnærminger er dermed kritisk begrenset av mulighetene til å finne dekkende indikatorer for et diffust mangfold av samspill og effekter.

Varianter av kost-nytte-analyser kan være svært misvisende, og resultatene av slike analyser kan dermed skape urealistiske forventninger til hva offentlig forsknings- og teknologipolitikk kan oppnå. En viktig årsak til at det blir skapt slike urealistiske forventninger er at tilnærmingen undertrykker den betydningen komplementære investeringer har for å realisere den potensielle økonomiske verdien. Som vi har sett i det foregående er det et mangfold av samspillmekanismer som ligger bak den sosiale verdien av grunnforskningsaktiviteter. Det er innlysende at å tilordne den sosiale verdiskapingen til grunnforskning alene er svært misvisende. Men like innlysende bør det være at en tilsvarende tilordning av verdiskapingen til de komplementære aktivitetene også er misvisende.

³⁷ Se f.eks. David, Mowery og Steinmueller 1992.

Ex post kost-nytte-analyser, eller evaluering, innebærer en sammenligning av en historisk utvikling med en kontrafaktisk utvikling, en alternativ utviklingsbane som er skapt av den som analyserer. Kvaliteten av analysene er med det avhengig av i hvilken grad den alternative utviklingsbanen er en historisk realiserbar utviklingsbane. Å oppfylle disse kravene er en større utfordring jo mer grunnleggende eller vidtrekkende det forskningsgjennombruddet som analyseres er og jo lenger tidshorisonen på analysen er. Det legges som oftest lite energi i å spesifisere den alternative utviklingsbanen, “[s]peculation about the costs and consequences of substitutes for such innovations as electrical power or digital computers is little more than science fiction” (David et al 1992)³⁸. Kost-nytte-tilnærminger er basert på å anslå nå-verdier av kostnader og utbytte, verdien av en kostnad eller nytteverdien av et resultat er avhengig av når kostnaden utbetales eller resultatet foreligger.³⁹ Det innebærer at verdiskaping som først blir uttrykt mer enn 10 til 20 år inn i framtida vil kunne ha en forsvinnende liten nå-verdi. Dette kan derfor føre til en betydelig underestimering av grunnforskningens sosialøkonomiske verdi. Det er viktig å understreke at grunnforskning generer valgmuligheter, valgmuligheter som har økonomisk verdi selv om de ikke utføres umiddelbart.

Argumentet er altså ikke at grunnforskning ikke spiller en betydningsfull rolle i den sosiale verdiskapingen, tvert i mot. Grunnforskning har betydning, men den indirekte måten denne manifesterer seg på medfører alvorlige begrensninger i mulighetene for å utforme spesifikke og instrumentelle beslutningskriterier for utforming av offentlig forsknings- og teknologipolitikk.

Som et alternativ foreslår David et al at vi må formulere den rollen grunnforskningsbasert kunnskap og informasjon har på en annerledes måte. I stedet for å se på grunnforskning som utvikling av kunnskap som direkte kan føres til teknologisk utvikling, må utgangspunktet være å betrakte grunnforskning som en måte å generere variasjon og valg. Med dette synet endres samspillet og rollefordelingen mellom grunnforskning og anvendt forskning. Det innebærer ikke at barrieren mellom grunnforskning og anvendt forskning brytes ned, men at anvendt forskning i større grad framstår som et selvstendig, integrert ledd i den sosiale

³⁸ Som tidligere formann i Aniara – Studentenes Science Fiction Klubb, kan jeg ikke la være å påpeke at dette sitatet sier nokså mye om forfatternes feiloppfatninger om hva science fiction er!

verdiskapingen. David et al. fastslår at “the *interaction between basic and applied* research activities [is] the ultimate source of economic benefits of basic research” (David et al. 1992, vår utheving). Grunnforskning og anvendt forskning framstilles altså som komplementære aktiviteter med kvalitativt forskjellige egenskaper.

I en enkel analogi trekker David et al paralleller mellom anvendt forskning og prospektering, eller skjerping, dvs. å ta prøver for å kartlegge mineralforekomster. Anvendt forskning framstilles altså som analogt til det å søke etter verdifulle mineralforekomster i områder hvor geologien er ufullstendig kartlagt. Forventet økonomisk avkastning av anvendt forskning er beregnet på grunnlag av en samlet sannsynlighetsfordeling over ’mineralforekomster’. Grunnforskningens innovasjonsrelaterte rolle er å utvikle informasjon som forbedrer beregningen av slike sannsynlighetsfordelinger. Med bedre kunnskap om den underliggende fordelingen oppnår man to ting. For det første vil estimat av forventningsverdier bli forbedret som følge av redusert usikkerhet i sannsynlighetsfordelingen for et gitt ’område’ og med det gi bedre grunnlag for en optimal ressursinnsats på området. For det andre vil mer pålitelige beregninger av økonomisk avkastning åpne for sikrere valg av de mest lovende områdene for anvendt skjerping, med en mer optimal fordeling av investeringer i anvendt forskning mellom alternative innsatsområder. På den annen side vil åpner analogien for at resultater fra anvendt forskning har verdi og betydning for grunnforskning. Anvendt forskning vil selv bidra til å øke kunnskapstilfanget på det ’prospekterte’ området og dermed påvirke forventningsverdier og sannsynlighetsfordelinger.

Denne framstillingen av forskning har som konsekvens at

- ◆ offentlige prioriteringer av grunnforskning og anvendt forskning må behandles som distinkte prosesser. Det offentliges rolle i organisering og finansiering av anvendt forskning bør være basert på instrumentelle kriterier, eller relevans, i et integrert samspill med privat sektor,
- ◆ det er innlysende at en tilsvarende instrumentell styring av grunnforskning ikke vil være optimal så lenge det er potensielt utforskbare områder,
- ◆ negative resultater har også økonomisk verdi. Med geologi-analogien er negative resultater fra eksplorative undersøkelser viktige for å utforme optimale letestrategier.

³⁹ En vanlig måte å formulere det på er at 1 000 kr neste år er mer verdt enn 1 000 kr om to år.

Denne analogien framhever tilsynelatende igjen det formelle produktet av grunnforskning, kodifisert kunnskap, som basis for verdiskapingen. Det sier ikke noe om andre, mer eller mindre indirekte effekter av grunnforskning. Men det synes å være lite som hindrer oss i å overføre de argumentene vi har gitt om betydningen av ferdigheter, kompetanse og nettverk mer eller mindre uendret til denne forståelsesrammen.

Politiske virkemidler og konklusjoner

På bakgrunn av dette kapitlet, kan vi trekke noen foreløpige konklusjoner. Markedssvikt synes å være et *sine qua non* for utviklingen av det økonomiske system; markedssvikt er grunnleggende for økonomisk vekst.⁴⁰ I den grad velferdsutvikling er den viktigste målsettingen for innovasjonspolitik og næringsøkonomisk politikk er dermed det 'tradisjonelle' normative rasjonale for politiske tiltak, om å korrigere markedssvikt for å fremme fordelingsmekanismene i markedssystemet, i konflikt med en målsetting om langsiktig velferdsvekst. Det ville være å gå for langt å hevde at næringspolitiske mål derfor skulle være å 'fremme markedssvikt'. Men det peker på at sider ved de fenomener som vanligvis omtales som markedssvikt har en sentral funksjon i markedssystemet. Dermed må de inngå på en reflektert måte også gjenspeiles i utformingen av teknologi- og næringspolitikk. Innenfor rammen av dette kapitlet kan vi spissformulert si at den forskningspolitiske oppgaven er å skape *muligheter for markedssvikt*.

Hovedbudskapet fra gjennomgangen i dette kapitlet kan sammenfattes slik;

- ◆ samvirket mellom grunnforskning og generering av økonomisk velferd og utvikling er omfattende og komplekst. Kompleksiteten i dette samspillet reiser grunnleggende tvil om det er mulig å utforme allmenngyldige regler og

⁴⁰ Ikke bare trekker innovasjoner det økonomiske systemet ut av likevekt, kontinuerlig innovasjonsvirksomhet forutsetter at aktørene har mulighet for å opprettholde disse 'markedssvakheterne'. Insentivene for å innovere ligger ene og alene i mulighetene for å utnytte slike 'svakheter', hvilket innebærer at å korrigere disse vil undergrave insentivstrukturene og dermed stoppe innovasjonsvirksomhet. Det er ikke mulig å gi argumenter, tilsvarende de som benyttes for 'ren' priskonkurranse, for at en teknologisk konkurranse beveger seg mot likevekt. Men kontinuerlig innovasjon er også det som forårsaker endogen økonomisk vekst. Teknologisk konkurranse forutsetter ulikevekt, noe som medfører en ikke-optimal fordeling av økonomiske ressurser, men slik unngår man også den såkalte Solow-fella, at langsiktig økonomisk vekst er bestemt av faktorer utenom det økonomiske systemet (Solow 1957, Barro og Sala-i-Martin 1995).

prinsipper for organisering og styring av grunnforskning med utgangspunkt i velferds målsettinger,

- ◆ en innovasjonsorientert tilnærming til offentlig politikk for grunnforskning må ta utgangspunkt i denne kompleksiteten. Spesielt er det vesentlig at slik politikk tar utgangspunkt i at programmering av grunnforskningsvirksomhet må gjenspeile diversiteten og kompleksiteten i samspillet mellom grunnforskning og økonomisk utvikling,
- ◆ forsknings- og kunnskapssystemet er i seg selv komplekse sosiale systemer hvor institusjonelle rammer, normer og insentiver har stor betydning for virksomheten i systemet og for fordelingen av resultatformer og –innhold over kunnskaps- og teknologiområder (se Dasgupta og David 1994 og David og Foray 1995),
- ◆ et ‘nytteorientert’ perspektiv på rammebetingelsene for denne virksomheten må fokusere alle de forskjelligartede formene for samspillskanaler mellom grunnforskning og økonomisk utvikling. En ensidig og forenklet fokusering på direkte effekter av ett av grunnforskningssystemets produkter gir en skjev vurdering av den sosiale avkastningen av grunnforskning,
- ◆ dette komplekse samspillet innebærer at sosiale avkastningsrater i liten grad kan brukes som kriterier for fastsetting av offentlig innsats i grunnforskning.

På bakgrunn av vår gjennomgang er det rimelig å konkludere at det ikke er mulig å beskrive den økonomiske nytteverdien av grunnforskning på noen enkel måte; ”no simple method of the nature of the economic benefits from basic research is possible” (Martin og Salter 1996). Men det innebærer også at det ikke er noen enkel og allmenngyldig oppskrift for utforming av en innovasjonsorientert grunnforskningspolitikk. For det første finnes det ingen retningslinjer for eller kunnskap som gir grunnlag for å fastsette omfanget av offentlige bevilgninger til grunnforskning. For det andre er det intet grunnlag i denne litteraturen som gir kriterier for prioritering av forskningsområder mot hverandre. For det tredje er det lite som kan sies om optimal institusjonell organisering av grunnforskning. På denne bakgrunn er det heller ikke overraskende at slike kriterier i liten grad er blitt brukt i andre land (Martin og Salter 1996).

David et al 1992 forsøker med utgangspunkt i den skisserte analogien å antyde noen kriterier for prioriteringer av grunnforskning mellom forskningsområder. Som en bakgrunn for dette utvikler forfatterne to begreper som et forsøk på å fange koplinger mellom forskningsfelt ut i fra en oppfatning av at forskningsfelt som har flere koplinger til andre forskningsfelt har potensiale til å generere effekter på kunnskapsutvikling over et bredere område enn felt som har færre slike koplinger. Forfatterne antyder to grupper av slike koplinger, homotopier og analogier.

Homotope forskningsområder er forholder seg til hverandre som forvrengte 'speilbilder' av hverandre; det ene kunnskapsfeltet kan ses på som et spesialtilfelle eller en avart av det andre. Et typisk eksempel på en homotop relasjon kan da være skalauavhengigheten av mekaniske fenomener, Newtonsk mekanikk utviklet med utgangspunkt i lokale fenomener er like anvendbar på planetariske skalaer. En tilsvarende relasjon er hva vi kan kalle 'banan-flue'-effekten; studier av f.eks. *E. coli* gir kunnskap som har generaliseringsverdi til andre organismer. Homotopier kan gå mellom vitenskapsområder, og mellom slike og anvendte kunnskaps- eller teknologiområder. Enkelte av såkalte *transfer sciences* (Blume 1990) synes å kunne betraktes som systematisk utvikling av slike homotopier. Et eksempel i så måte er kjemiteknikk og industriell kjemi.

Analoge koplinger er mer indirekte, hvor begreper og forståelsesformer kan ha overføringsverdi til andre kunnskapsfelt. Forfatterne peker på begreper om symmetri og symmetri-egenskaper, som har en sentral plass både i fysikk, kjemi, og deler av biologi, som et eksempel på analoge koplinger. Utvikling av forskjellige former for 'metaforer' synes å ha spilt betydning for flere vitenskaper, hvor metaforene kan være hentet fra andre vitenskaper. Slike metaforer må oppfattes som en form for slike analoge koplinger.

Dette utgangspunktet peker umiddelbart mot to typer utfordringer for en politikk for grunnforskning; dels en prioritering av kunnskapsfelt med slike koplinger eller med potensiale til å utvikle slike⁴¹, og dels stimulering til utvikling av slike koplinger, i vår sammenheng særlig mellom grunnforskning og anvendt forskning. Men forfatterne innrømmer selv at disse begrepene i sin nåværende form er svakt utviklet og ikke kan fungere som kriterier for prioritering. Håpet er at de kan utvikles til å bli mer kraftfulle. Forfatterne begrenser seg også til naturvitenskap og teknologi. Det er ikke umiddelbart klart hvordan den grunnleggende analogien kan generaliseres til også å omfatte andre fagområder, som samfunnsvitenskap. Men selv innenfor dette begrensede perspektivet kan det stilles spørsmål om hvor gode disse tilnærmingene er og hvor brukbare en modifisert utgave av dem kan være som *ex ante* kriterier for prioritering av offentlige ressurser til grunnforskning.

⁴¹ Dette gjenspeiler et av Alvin Weinberg's klassiske eksterne kriterier for offentlig forskningspolitikk (Weinberg 1963, 1964), om 'scientific merit'.

Uten en utvidelse av betydningen av og innholdet i slike koplinger synes det i tillegg som om denne tilnærmingen igjen ender opp med en sterk fokusering av grunnforskningens kodifiserte kunnskapsprodukter. Verdien i dette 'geologiske' bildet av grunnforskningens rolle ligger først og fremst at den gir en, om enn begrenset, måte å forstå aspekter ved denne rollen og forholdet mellom grunnforskning og anvendt forskning. Denne framstillingen understøtter en hovedkonklusjon i dette kapitlet; at grunnforskning må forstås som komplementær, men distinkt, til anvendt forskning. Disse to forskningsformene har forskjellige siktemål og funksjoner, forskjeller som også må gjenspeiles i den politikken som utformes.

Med utgangspunkt i de to hovedkonklusjonene vi kan trekke;

- ◆ grunnforskning spiller en vesentlig rolle i utviklingen av økonomiske og teknologiske muligheter i næringslivet,
 - ◆ men denne rollen er ikke reduserbar til enkle modeller for dette samspillet,
- er det ikke mulig å gi konkrete anbefalinger for hvordan en optimal politikk for grunnforskning bør se ut. Allikevel kan vi identifisere noen utfordringer for utforming av en politikk overfor grunnforskning.

Grunnforskningens kompensatoriske rolle

Tilnærminger som de til Callon og David et al understreker hver på sin måte at grunnforskning har sin vesentligste økonomiske rolle i en komplementaritet-utfyllende eller 'kompensatorisk' rolle. Ved å ivareta utviklingen av variasjonsbredde som grunnlag for teknologisk utvikling bidrar grunnforskning både til å sikre uavhengighet av teknologiske paradigmer eller tekno-økonomiske nettverk og til å øke produktiviteten i anvendt forskning. Denne kompensatoriske rollen har som oppgave å underbygge siktemål om en dynamisk velferdsutvikling som er vanskelig forenbar med den statiske velferdsfordelingen som et markedssystem etter teorien ivaretar.

Dette innebærer ikke nødvendigvis at staten må ivareta alle oppgaver knyttet til dette. Konkurransesstrukturen i markedssystemer er sammensatt av to idealtypiske konkurranseformer, en priskonkurranse som er effektivitetsfremmende for gitte

teknologiske ressurser og forutsetninger, og en teknologisk konkurranse som på bedriftsnivå har som formål å skape konkurransefordeler knyttet til endringer av i vid forstand teknologiske aspekter ved produkter og produksjonsprosesser. Mens den første konkurranseformen leder til en optimal fordeling⁴² av økonomisk velferd dersom den ikke møter strukturelle hindringer, har den andre konkurranseformen som konsekvens at den fører til en ikke-optimal fordeling av økonomiske ressurser. På den annen side innebærer den teknologiske konkurransen en utvikling og utprøving av nye teknologiske muligheter og ressurser, og legger dermed grunnlaget for en utvikling av økonomisk velferd gjennom vekst av de samlede økonomiske ressursene. I dette ligger også at en del av den kompensatoriske rollen overfor rådende 'teknologiske paradigmer' vil ivaretas innenfor markedssystemet selv. Hvor stor del av rollen som vil ivaretas av markedssystemet på denne måten er ikke gitt. Det vil bl.a. avhenge av faktorer knyttet til markedssystemet og konkurransestrukturen selv på de enkelte produksjons- og teknologiområdene. Men en mer grunnleggende begrensning er at en tilnærming som har som siktemål å oppnå optimal velferdsfordeling blir utilstrekkelig. Den genuine usikkerheten som er knyttet til teknologisk utvikling innebærer også at optimaliseringsforutsetningene på et grunnleggende sett er usikre *ex ante*. Av det følger det at det er få eller ingen retningslinjer for utformingen og orienteringen av en 'optimal' grunnforskningspolitikk.

Med dette som bakgrunn vil vi peke på tre utfordringer for utforming av en politikk for grunnforskning i dette kompensatoriske perspektivet.

- ◆ *Beredskap*. En del av den kompensatoriske funksjonen er som det ofte har vært uttalt å ivareta interessene til morgendagens næringsliv eller morgendagens kunnskapsutfordringer. I mer generell forstand er ivaretagelsen av beredskapsmålsettingen knyttet til potensielle, men usikre muligheter, herunder muligheter som har 'svake brukerinteresser', for nytteverdi. Denne nytteverdien knytter seg både til framtidig økonomisk virksomhet og til potensiell nytte innenfor kunnskaps- og forskningssystemet selv. Slik vi tolker David et al.'s modell faller deres argumenter først og fremst innenfor denne beredskapsutfordringen.
- ◆ *Kompensasjon*. Callon's perspektiv på tekno-økonomiske nettverk understreker at selv innenfor grunnforskning som er legitimert gjennom økonomisk nytteverdi kan det være et gap mellom de målsettingene som disse markedsaktørene og nettverkene vil ivareta og sosiale målsettinger. Det vil kunne gjelde tilgang til

⁴² Betinget av initial-fordelingen av økonomiske ressurser.

allerede foreliggende teknologiske ressurser og nettverk og til prosesser som utvikler slike ressurser.

- ◆ *Målutvidelse.* For at disse utfordringene skal kunne besvares på en måte som ivaretar overordnede samfunnsmessige målsettinger, stilles en overfor et ytterligere kompetansekrav. Kompetanse til å vurdere effektene av en omsetting av teknologiske muligheter til praksis og for å tilrettelegge rammebetingelser rundt teknologiske valg på alle nivå slik at samfunnsmessige målsettinger kan bli ivare tatt må være tilgjengelig. Slik sett blir målutvidelses-utfordringen også en beredskapsutfordring, men på et annet nivå.

Det ville være en grunnleggende misforståelse av det underliggende argumentet i denne tilnærmingen å bruke denne tredelingen som basis for spesifiserte målsettinger for grunnforskning. Både kompleksiteten i samspillet mellom slike funksjoner og grunnforskning og den grunnleggende begrensningen i *ex ante* programmerbarhet av slik forskning innebærer etter vår mening at tilnærmingen i stor grad må være basert på en 'grunnfinansierings-' eller 'portefølje'-basert holdning. Utfordringen blir da å tilrettelegge for rammebetingelser som ivaretar disse behovene på strukturelt nivå. Våre muligheter til å fremme forslag i så måte er svært begrenset. Men en styrking av sosial 'accountability', ikke som en rettfærdiggjøring eller legitimering av grunnforskning, men som en bevisstgjøring av forskningssystemet og av det forskningsbrukende systemet, vil kunne ha en vesentlig funksjon gjennom tiltak som integrert og systematisk 'foresighting'.

Funksjonsintegrasjon

Det mangefasetterte samspillet mellom grunnforskning og det økonomiske systemet innebærer at samvirket mellom forskjellige funksjoner også innen 'grunnforskningssystemet' blir viktig. I dette kapitlet har vi identifisert et sett av kanaler gjennom hvilke grunnforskningens 'økonomiske verdi' ytrer seg,

- ◆ gjennom ny kunnskap,
- ◆ gjennom instrumentering og forsknings- og problemløsningsmetoder,
- ◆ gjennom kandidater og personale med forskningserfaring,
- ◆ gjennom person- og institusjonsbaserte nettverk.

Denne økonomiske verdien er avhengig en integrert tilnærming til alle disse kanalene. Det gjelder altså ikke bare integrasjonen mellom kunnskapsutvikling og utdanning av framtidige kandidater. Like mye betoner det faktorer som bruk og

utvikling av vitenskapelig utstyr innenfor dette systemet og den sosiale tilgjengeligheten av dette systemet. Med den kompensatoriske rollen vi har argumentert for innebærer det at særlig de to siste kanalene i opplistingen overfor vil bli kritiske faktorer, gjennom den erfaringsformingen og dermed erfaringsbaserte kunnskapen som kandidater og personale bringer med seg og i forhold til rollefordelingen i person- og institusjonsbaserte nettverk.

References

- Abramowitz 1956, *American Economic Review*, vol. 46, p. 5-23
- Arrow 1962, *Economic welfare and the allocation of resources for invention*, in R.R. Nelson (red), **The rate and direction of inventive activity**, Princeton University Press Princeton 1962
- Barro og Sala-i-Martin 1995, **Economic growth**, McGrawHill 1995
- Berger og Luckmann 1966, **The social construction of reality – A treatise in the sociology of knowledge**, Penguin Books London 1991
- Blume 1990, *Transfer sciences: Their conceptualisation, functions and assessment*, TEP Indicators Conference, OECD July 1990
- Boskin og Lau 1992, *Capital, technology and economic growth*, in Rosenberg, Landau and Mowery (red), **Technology and the wealth of nations**, Stanford University Press, Stanford 1992,
- Boulding 1966, *American Economic Review*, vol. 56, p. 1-13
- Brooks 1986, *National science policy and technological innovation*, i Landau og Rosenberg (red), **The positive sum strategy – Harnessing technology for economic growth**, National Academic Press, Washington DC 1986
- Brooks 1994, *Research Policy*, vol. 23, p. 477-486
- Bush 1945, *Science – The endless frontier, A report to the President on a program for postwar scientific research*, July 1945
- Callon 1994, *Science, Technology & Human Values*, vol. 19, p. 395-424
- CBO 1993, *A review of Edwin Mansfield's estimate of the rate of return from academic research and its relevance to the Federal budget process*, CBO Staff Memorandum, Congressional Budget Office, Washington 1993
- CSP 1972, *Third report of the Council for Scientific Policy*, Cmnd. 5117 HM Stationary Office London 1972, sitert i Gibbons & Johnston 1974
- Dasgupta og David, *Research Policy*, vol. 23, p. 487-521
- David 1996, *Science reorganized? Post-modern visions of research and the curse of success*, MERIT Research Memorandum 96-002, MERIT Maastricht 1996
- David, Mowery og Steinmueller 1992, *Economic Innovation and New Technology*, vol. 2, p. 73-90
- David & Foray 1995, *STI Review*, vol. 16, p. 14-25
- deSolla Price 1984, *Research Policy*, vol. 13, p. 3-20
- Dosi 1982, *Research Policy*, vol. 11, p. 147-162
- Dosi 1988, *Journal of Economic Literature*, vol. 26, p. 1120-1171
- Edquist 1997, **Systems of innovation – Technologies, institutions and organizations**, Pinter, London 1997
- Elzinga 1985, *Research, bureaucracy and the drift of epistemic criteria*, i B. Wittrock og A. Elzinga (red), **The university research system. The public policies of the home of scientists**, Almqvist & Wicksell, Stockholm 1985

- Elzinga og Jamison 1995, *Changing policy agendas in science and technology*, i S. Jasanoff, G.E. Markle, J.C. Petersen, T. Pinch (red), **Handbook of science and technology studies**, Sage Publications, Thousand Oaks 1995
- Faulkner 1994, *Science, Technology & Human Values*, vol. 19, p. 425-458
- Faulkner og Senker 1995, **Knowledge frontiers - Public sector research and industrial innovation in biotechnology, engineering ceramics and parallel computing**, Clarendon Press, Oxford 1995
- Fransman 1990, **The market and beyond – Cooperation and competition in information technology development in the Japanese system**, Cambridge University Press, Cambridge 1990
- Fransman 1994, *Industrial and Corporate Change*, vol. 3, p. 713-757
- Gadrey og Gallouj 1994, *L'innovation dans l'assurance: Le cas de l'UAP*, IFRESI-CNRS, Lille 1994
- Gibbons et al 1994, **The new production of knowledge – The dynamics of science and research in contemporary societies**, Sage London 1994
- Gibbons og Johnston 1974, *Research Policy*, vol. 3, p. 220-242
- Griliches 1986, *American Economic Review*, vol 76, p. 141-154
- Griliches 1995, *R&D and Productivity: Econometric results and measurement issues*, in P. Stoneman (red), **Handbook of the economics of innovation and technical change**, Blackwell Oxford 1995
- Griliches 1996, *Journal of Economic Literature*, vol. 34, p. 1324-1330
- Hahn 1987, *Scottish Journal of Political Economy*, vol. 34, p. 321-334
- Hauknes 1998, *Dynamic innovation systems*, i M. Boden og I. Miles (red), **Innovation and services in the knowledge-based economy**, Pinter, London (utgis 1998)
- Kallerud 1992, *Strategisk forskning – Kommentarer til et forskningspolitisk begrep*, Rapport 5/92, NAVFs utredningsinstitutt, Oslo 1992
- Kendrick 1991, *Total factor productivity – What it does and does not measure*, i OECD, **Technology and Productivity – The challenge for economic policy**, OECD Paris 1991,
- Latour 1987, **Science in Action**, Harvard University Press 1987
- Layton 1974, *Technology and Culture*, vol. 15, p. 31-41
- Lichtenberg 1988, *American Economic Review*, vol. 78, p. 550-559
- Mansfield 1980, *American Economic Review*, vol. 70, p. 863-873
- Mansfield 1991a, *Research Policy*, vol. 20, p. 1-12
- Mansfield 1991b, *Estimates of the social returns from research and development*, i **AAAS Science and Technology Policy Yearbook 1991**, AAAS 1991
- Mansfield 1992, *Research Policy*, vol 21, p. 295-296
- Mansfield 1995, *Review of Economics and Statistics*, vol. 77, p. 55-65
- Mansfield et al 1977, **The production and application of new industrial technology**, W. W. Norton, New York 1977
- Mansfield og Switzer 1984, *Journal of Management Science*, 1984

- Martin og Salter 1996, *The relationship between publicly funded basic research and economic performance – A SPRU review, Report prepared for HM Treasury*, SPRU Brighton 1996
- Nelson 1959, *Journal of Political Economy*, vol. 67, p. 297-306
- OECD 1994, **Proposed standard practice for surveys of research and experimental development – Frascati Manual 1993**, OECD Paris 1994
- OTA 1986, *Research funding as an investment: Can we measure the returns? A technical memorandum*, OTA Washington 1986
- Pavitt 1991, *Research Policy*, vol. 20, p. 109-119
- Pavitt 1995, *National policies for technical change: Where are there increasing returns to economic research*, prepared for Colloquium on Science, Technology and the Economy, US National Academy of Sciences, cited in Martin and Salter 1996
- Polanyi 1939, *Manchester School of Economic and Social Studies*, vol. 10, p. 175-193
- Rosenberg 1982, **Inside the black box: Technology and economics**, Cambridge University Press Cambridge 1982
- Rosenberg 1990, *Research Policy*, vol. 19, p. 165-174
- Rosenberg 1991, *Science and Public Policy*, vol. 18, p. 335-346
- Rosenberg 1992, *Research Policy*, vol. 21, p. 381-390
- Scott 1984, *Firm versus industry variability in R&D intensity*, i Z. Griliches (red), **R&D, patents and productivity**, NBER/University of Chicago Press, Chicago 1984
- Shapley og Roy 1985, **Lost at the frontier – US science and technology policy adrift**, ISI Press Philadelphia 1985
- Sherwin and Isenson 1967, *Science*, vol. 156, p. 1571
- Smith 1991, *Determinants of industrial R&D: An overview of theory and applied analysis*, udatert notat utarbeidet på oppdrag fra KUF
- Smith 1992, *Economic returns to R&D: Methods, results and challenges*, FREMTEK Notat 7/92, NTNØ Oslo 1992
- Solow 1957, *Review of Economics and Statistics*, vol. 39, p. 312 - 320
- Stehr 1994, **Knowledge societies**, Sage London 1994
- Steinmueller 1994, *Basic research and industrial innovation*, i Dodgson and Rothwell, **The handbook of industrial innovation**, Edward Elgar Aldershot 1994
- Teece 1986, *Research Policy*, vol. 15, p. 285-305
- Tranøy 1986, **Vitenskapen – samfunnsmakt og livsform**, Universitetsforlaget Oslo 1986
- Veblen 1898, *Quarterly Journal of Economics*, vol. 12, p. 373 – 397
- Weinberg 1963, *Minerva*, vol. 1, p. 159-171
- Weinberg 1964, *Minerva*, vol. 3, p. 3-14

STEP rapporter / reports

ISSN 0804-8185

1994

1/94

Keith Smith

New directions in research and technology policy: Identifying the key issues

2/94

Svein Olav Nås og Vemund Riiser

FoU i norsk næringsliv 1985-1991

3/94

Erik S. Reinert

Competitiveness and its predecessors – a 500-year cross-national perspective

4/94

Svein Olav Nås, Tore Sandven og Keith Smith

Innovasjon og ny teknologi i norsk industri: En oversikt

5/94

Anders Ekeland

Forskermobilitet i næringslivet i 1992

6/94

Heidi Wiig og Anders Ekeland

Naturviternes kontakt med andre sektorer i samfunnet

7/94

Svein Olav Nås

Forsknings- og teknologisamarbeid i norsk industri

8/94

Heidi Wiig og Anders Ekeland

Forskermobilitet i instituttsektoren i 1992

9/94

Johan Hauknes

Modelling the mobility of researchers

10/94

Keith Smith

Interactions in knowledge systems: Foundations, policy implications and empirical methods

11/94

Erik S. Reinert

Tjenestesektoren i det økonomiske helhetsbildet

12/94

Erik S. Reinert and Vemund Riiser

Recent trends in economic theory – implications for development geography

13/94

*Johan Hauknes***Tjenesteytende næringer – økonomi og teknologi**

14/94

*Johan Hauknes***Teknologipolitikk i det norske statsbudsjettet**

15/94

*Erik S. Reinert***A Schumpeterian theory of underdevelopment – a contradiction in terms?**

16/94

*Tore Sandven***Understanding R&D performance: A note on a new OECD indicator**

17/94

*Olav Wicken***Norsk fiskeriteknologi – politiske mål i møte med regionale kulturer**

18/94

*Bjørn Asheim***Regionale innovasjonssystem: Teknologipolitikk som regionalpolitikk**

19/94

*Erik S. Reinert***Hvorfor er økonomisk vekst geografisk ujevnt fordelt?**

20/94

*William Lazonick***Creating and extracting value: Corporate investment behaviour and economic performance**

21/94

*Olav Wicken***Entreprenørskap i Møre og Romsdal. Et historisk perspektiv**

22/94

*Espen Dietrichs og Keith Smith***Fiskerinæringens teknologi og dens regionale forankring**

23/94

*William Lazonick and Mary O'Sullivan***Skill formation in wealthy nations: Organizational evolution and economic consequences**

1995

1/95

*Heidi Wiig and Michelle Wood***What comprises a regional innovation system? An empirical study**

2/95

*Espen Dietrichs***Adopting a 'high-tech' policy in a 'low-tech' industry. The case of aquaculture**

3/95

*Bjørn Asheim***Industrial Districts as 'learning regions'. A condition for prosperity**

4/95

*Arne Isaksen***Mot en regional innovasjonspolitik for Norge****1996**

1/96

*Arne Isaksen m. fl.***Nyskaping og teknologiutvikling i Nord-Norge. Evaluering av NT programmet**

2/96

*Svein Olav Nås***How innovative is Norwegian industry? An international comparison**

3/96

*Arne Isaksen***Location and innovation. Geographical variations in innovative activity in Norwegian manufacturing industry**

4/96

*Tore Sandven***Typologies of innovation in small and medium sized enterprises in Norway**

5/96

*Tore Sandven***Innovation outputs in the Norwegian economy: How innovative are small firms and medium sized enterprises in Norway**

6/96

*Johan Hauknes and Ian Miles***Services in European Innovation Systems: A review of issues**

7/96

*Johan Hauknes***Innovation in the Service Economy**

8/96

*Terje Nord og Trond Einar Pedersen***Endring i telekommunikasjon - utfordringer for Norge**

9/96

*Heidi Wiig***An empirical study of the innovation system in Finmark**

10/96

*Tore Sandven***Technology acquisition by SME's in Norway**

11/96

*Mette Christiansen, Kim Møller Jørgensen and Keith Smith***Innovation Policies for SMEs in Norway**

12/96

*Eva Næss Karlsen, Keith Smith and Nils Henrik Solum***Design and Innovation in Norwegian Industry**

13/96

*Bjørn T. Asheim and Arne Isaksen***Location, agglomeration and innovation: Towards regional innovation systems in Norway?**

14/96

*William Lazonick and Mary O'Sullivan***Sustained Economic Development**

15/96

*Eric Iversen og Trond Einar Pedersen***Postens stilling i det globale informasjonsamfunnet: et eksplorativt studium**

16/96

*Arne Isaksen***Regional Clusters and Competitiveness: the Norwegian Case**

1997

1/97

*Svein Olav Nås and Ari Leppälähti***Innovation, firm profitability and growth**

2/97

*Arne Isaksen and Keith Smith***Innovation policies for SMEs in Norway: Analytical framework and policy options**

3/97

*Arne Isaksen***Regional innovasjon: En ny strategi i tiltaksarbeid og regionalpolitikk**

4/97

*Errko Autio, Espen Dietrichs, Karl Führer and Keith Smith***Innovation Activities in Pulp, Paper and Paper Products in Europe**

5/97

*Rinaldo Evangelista, Tore Sandven, Georgio Sirilli and Keith Smith***Innovation Expenditures in European Industry**

1998

R-01/1998

*Arne Isaksen***Regionalisation and regional clusters as development strategies in a global economy**

R-02/1998

*Heidi Wiig and Arne Isaksen***Innovation in ultra-peripheral regions: The case of Finnmark and rural areas in Norway**

R-03/1998

*William Lazonick and Mary O'Sullivan***Corporate Governance and the Innovative Economy: Policy implications**

R-04/1998

Rajneesh Narula

Strategic technology alliances by European firms since 1980: questioning integration?

R-05/1998

Rajneesh Narula

Innovation through strategic alliances: moving towards international partnerships and contractual agreements

R-06/1998

Svein Olav Nås et al.

Formal competencies in the innovation systems of the Nordic countries: An analysis based on register data

R-07/1998

Svend-Otto Remøe og Thor Egil Braadland

Internasjonalt erfarings-grunnlag for teknologi- og innovasjonspolitik: relevante implikasjoner for Norge

R-08/1998

Svein Olav Nås

Innovasjon i Norge: En statusrapport

R-09/1998

Finn Ørstavik

Innovation regimes and trajectories in goods transport

R-10/1998

H. Wiig Aslesen, T. Grytli, A. Isaksen, B. Jordfald, O. Langeland og O. R. Spilling

Struktur og dynamikk i kunnskapsbaserte næringer i Oslo

R-11/1998

Johan Hauknes

Grunnforskning og økonomisk vekst: Ikke-instrumentell kunnskap

Storgaten 1, N-0155 Oslo, Norway
Telephone +47 2247 7310
Fax: +47 2242 9533
Web: <http://www.sol.no/step/>



STEP-gruppen ble etablert i 1991 for å forsyne beslutningstakere med forskning knyttet til alle sider ved innovasjon og teknologisk endring, med særlig vekt på forholdet mellom innovasjon, økonomisk vekst og de samfunnsmessige omgivelser. Basis for gruppens arbeid er erkjennelsen av at utviklingen innen vitenskap og teknologi er fundamental for økonomisk vekst. Det gjenstår likevel mange uløste problemer omkring hvordan prosessen med vitenskapelig og teknologisk endring forløper, og hvordan denne prosessen får samfunnsmessige og økonomiske konsekvenser. Forståelse av denne prosessen er av stor betydning for utformingen og iverksettelsen av forsknings-, teknologi- og innovasjonspolitikken. Forskningen i STEP-gruppen er derfor sentrert omkring historiske, økonomiske, sosiologiske og organisatoriske spørsmål som er relevante for de brede feltene innovasjonspolitik og økonomisk vekst.

The STEP-group was established in 1991 to support policy-makers with research on all aspects of innovation and technological change, with particular emphasis on the relationships between innovation, economic growth and the social context. The basis of the group's work is the recognition that science, technology and innovation are fundamental to economic growth; yet there remain many unresolved problems about how the processes of scientific and technological change actually occur, and about how they have social and economic impacts. Resolving such problems is central to the formation and implementation of science, technology and innovation policy. The research of the STEP group centres on historical, economic, social and organisational issues relevant for broad fields of innovation policy and economic growth.