

Forskningspolitikk

NIFU - Norsk institutt for studier av forskning og utdanning 1/2000



Niels Bohr på Amfiscenen - Fusjon av vitenskap og drama

Feilslått regi

På initiativ fra Universitetet i Tromsø ble det gjennomført en såkalt institusjonsevaluering ved universitetet i 1999. Mandatet for det nordiske panelet var svært omfattende – i det første punktet het det at man skulle evaluere «universitetets kvalitative nivå og de kvantitative resultater det oppnår i forhold til ressursgrunnlag og målsetninger». Panelet hadde bare noen beskjedne månedesverk til disposisjon og avla bare et kort besøk i Tromsø!

Resultatet er naturlig nok nærmest verdiløst som evaluering betraktet – noe panelet langt på vei selv erkjenner når det innledningsvis heter at: «Komiteen har ikke haft indflydelse på hverken rammerne for dokumentationsmaterialet eller indholdet og påpeger på den baggrund de metodiske problemer med materialet som for størstedelens vedkommende består av ikke underbyggede utsagn.» (s. 8)

Evalueringsregien har åpenbart vært svak. Men rapporten gir ikke noe klart



Rektor Tove Bull ved UiTø får liten hjelp av evalueringsrapporten (foto: Scanpix).

svar på hvor ansvaret ligger; hos KUF, Norgesnettrådet eller ved Universitetet i Tromsø? Når det forlyder at man skal gjennomføre flere slike evalueringer, må det være grunn til å etterlyse en helt annen evalueringsregi for å unngå ytterligere pengesøl og frustrasjon.

Utvalgsmysteret fortsetter

Regjeringen oppnevnte nylig tre nye utvalg med tilknytning til forskning og med bred sammensetning; utvalget for kommersialisering av forskningsresultater (leder professor Jan Frithjof Bernt), utvalget for genmodifisert mat (leder professor Lars Walløe) og utvalget for human biologisk materiale (leder direktør Magne Roland).

To andre utvalg er allerede godt i gang med sitt arbeid; utvalget for høyere utdanning (leder professor Ole Danbolt Mjøs) og utvalget for økt privatfinansiert forskning og utvikling (leder professor Arild Hervik).

Det kan være nærliggende å spørre om hvilken ekspertise og arbeidskapasitet departementer, direktorater og forskningsråd for tiden besitter? Sistnevnte har sågar som eksplisitt oppgave å gi råd til myndighetene på forskningsområdet.

Kjernevirksomheten glemt!

- Kjernevirksomheten er å få de tre faktorene kompetanse, kapital og rammebetingelser til å fungere sammen. Det er også viktig at Stortinget skjønner at forskning, utdanning og inkubatorvirksomhet er en essensiell del av dette, ikke kvadratmetre, sier dir. Morten Dæhlen i Forskningsrådet til *Teknisk Ukeblad* 17.02.00.

Flertallet i det regjeringsoppnevnte forhandlingsutvalget for etablering av et IT- og kunnskapssenter på Fornebu nedstemte Dæhlen og Emil Spjøtvoll, rektor ved NTNU. De var de eneste representantene for forsknings- og teknologimiljøene i utvalget. Flertallet på åtte med representanter for Statsbygg og to advokater anbefalte det Fred. Olsen-baserte IT-Fornebu Technoport.



Dir. Morten Dæhlen i Forskningsrådet minner om kjernevirksomheten for IT- og kunnskapssenteret på Fornebu (foto: Eva. Brænd).

Ufeilbarlige etikk-komiteer?

Professor Hans Cato Guldberg – leder for den nasjonale forskningsetiske komiteen – mener «Den regionale komité i Midt-Norge har holdt en vinglete kurs i vurderingen av ultralydprosjektet (omtalt i *Forskningspolitik* 4/99), og prosessen tok urimelig lang tid, over et halvt år.»

Guldberg er kritisk til nåværende prak-

sis på dette området og uttaler: «Etisk vurdering av medisinsk forskning er overlatt til et lukket komitésystem. Offentlighet nektes innsyn i grunnlaget for beslutningene, som er endelige. Det er vanskelig å kalle det en forsvarlig, demokratisk ordning.» Han tar til orde for et system som gir mulighet for etterprøving når mistanke om feil foreligger. (*Aftenposten*, kronikk 06.02.00)

Lilletun – eit ope sinn!

Den internasjonale evalueringen av Norges forskningsråd står nå for døren. Departementet annonserer i disse dager på europeisk basis etter en instans som ønsker å påta seg ansvaret som hovedevaluator (med adgang til å bruke en eller flere underleverandører). Betydelige ressurser vil åpenbart bli stilt til disposisjon. Statsråd Jon Lilletun har nylig uttalt at «No blir det viktig å få til ei god evaluering. Deretter må vi ha eit ope sinn for kva for veg vi skal gå vidare.»

- Sluttstrek

I kronikken «Sluttstrek for naturfagene» hevder professor Svein Sjøberg at «problemet med rekruttering og interesse for naturvitenskap og teknologi i de nordiske land er størst i Norge – men her blir det gjort minst. Stort sett ingenting.»

Det skyldes bl.a. at problemet her er «usynlig» som følge av vår gode økonomi. Vår likestillingsprofil skjemmes av at få land har så store – og økende ulikheter mellom jenters og gutters studievalg som Norge. Han legger til at «man blir neppe noen god lærer i de fag man selv hatet – og senere valgte bort i sin utdanning.» (*Aftenposten* 20.02.00).

Forskningsspolitikk

Nr. 1, 2000, 23. årgang. ISSN 0333.0273

Utgitt av NIFU

Norsk institutt for studier av forskning og utdanning

Adresse: Hegdehaugsveien 31, 0352 Oslo.

Tlf. 22 59 51 00. Fax: 22 59 51 01. E-post: fpol@nifu.no

Bladet er medlem av Den Norske Fagpresses Forening og redigeres i tråd med Redaktørplakaten. Redaksjon: Hans Skoie (ansv. red.), Inge Ramberg (red.), Magnus Gulbrandsen, Gunnar Sivertsen og Randi Søgne. Gratis abonnement fås ved henvendelse til Unni Daaland ved instituttet.

Redaksjonen er avsluttet 21. februar 2000. Vi forbeholder oss retten til å publisere artiklene i elektronisk form. Bladet er tilgjengelig på adressen: <http://www.nifu.no/>
Produksjon: PDC Tangen, Aurskog

INNHOLD

Hva slags forskningsnasjon er Norge? <i>Gunnar Sivertsen og Dag W. Aksnes</i>	4
Radiologiens inntog i Norge <i>Tor Brustad</i>	6
Fusjon av vitenskap og drama <i>Finn Lied</i>	8
Niels Bohr og Norge <i>Johannes M. Hansteen</i>	9
– Personkjemi avgjørende i samarbeid mellom industri og universitet <i>Magnus Gulbrandsen</i>	12
Svenskt forskningspolitisk 90-tal <i>Hans Landberg</i>	14
Høy kunnskap, men moderate forventninger til vitenskap og teknologi <i>Kallerud, Hviid Nielsen og Ramberg</i>	16
Forurensningstilsynets opphav <i>Finn Overvik</i>	18
Norge - en sinke i Norden? <i>Knut Fægri</i>	20
Replikk: Ikke så lett <i>Kirsten Wille Maus</i>	20
Hvor er forskningen? <i>Kristin Clemet</i>	21
Med Johs. Moe "På Tidens Skanser" <i>Hans Skoie</i>	22
"Vitenskapens vesen" i endring <i>Anders Johnsson</i>	24
Vitenskapens framtidssikter <i>Dag W. Aksnes</i>	25

Forside: Portrett av Niels Bohr, tegning av Bhaba (1960), Kilde: Niels Bohr Arkivet.

Velkommen opptrappingsplan

Stortingsdebatten om forskningsmeldingen viste stor oppslutning om å styrke norsk forsknings- og utviklingsinnsats. Men man fant ikke Regjeringens forslag tilstrekkelig forpliktende i så måte, og i komiteinnstillingen minnet man om at også de to foregående forskningsmeldingene opererte med ambisiøse mål for norsk FoU-satsing. Resultatene har likevel uteblitt – noe komiteen mener kan ha sammenheng med at situasjonen i norsk forskning i flere henseender er dårligere enn man vanligvis regner med. I denne forbindelse vises det også til Videnskapsakademiets rapport «Norsk forskning ved sekelskiftet».

I tråd med ovennevnte etterlyser Stortinget en mer forpliktende opptrapping for offentlig støtte til norsk forskning enn det Regjeringen legger opp til. En opptrappingsplan for de offentlige forskningsbevilgningene bes lagt fram for Stortinget allerede i revidert nasjonalbudsjett våren 2000. Det samme gjelder en opptrappingsplan for det nye fondet for forskning og nyskaping (Dissensen fra budsjettbehandlingen om bruken av fondsmidlene kommer ikke til uttrykk i innstillingen.)

Stortinget ser det som uheldig at nye tiltak for å stimulere næringslivsforskningen (jf. Hervik-utvalget) ikke kunne behandles i sammenheng med forskningsmeldingen og mener det nå trengs et helt annet tempo i denne saken enn i forbindelse med oppfølgingen av Aakvaag-utvalget i 1996. Stortinget forutsetter at Regjeringen fremmer forslag om konkrete tiltak for å øke næringslivsforskningen allerede i revidert nasjonalbudsjett våren 2000.

Konkretisering på disse områder er meget velkommen. Velmente og politikerrunde utsagn om kraftig vekst i en tid preget av faktiske nedskjæringer i store deler av norsk forskning har svært lite for seg. Forpliktende planer trengs – bl.a. for å gi unge mennesker bedre holdepunkter når de skal vurdere om de vil slå inn på en forskerkarriere. Det vil også kunne redu-

sere inkonsistenser i dagens politikk og øke langsiktigheten på viktige områder.

Regjering og storting vil åpenbart bli konfrontert med interessante og problematiske valg i arbeidet med en slik plan – inklusive tunge runder i Finansdepartementet og Regjeringen. Et viktig valg står om hvorvidt man ønsker en ytterligere ekspansjon i tallet på forskere og forskningssteder eller om man snarere ønsker å bidra til at de forskerne vi allerede har, får mer å rutte med til utstyr, driftsmidler og egen lønn. Svært meget taler i dag for at den sterke frustrasjonen som preger store deler av norsk forskning, har med det siste å gjøre. Beskjedne grunnbevilgninger og problematisk oppdragsforskning kan også redusere allmennhetens tillit til forskerne. I kampen om markeder spiller kontroverser om produkters helse- og miljøkvaliteter en stadig viktigere rolle. Det må være en offentlig oppgave å opprettholde en uavhengig ekspertise på slike områder.

Det dreier seg også om å sette forskerne bedre i stand til å utnytte de investeringer som allerede er gjort. Det gjelder f.eks. i Nord-Norge og på Svalbard hvor det allerede er investert anslagsvis en milliard kroner i en rekke større installasjoner. I dag er flere av dem verken organisasjons- eller driftsmessig optimalt utnyttet. Verdens nordligste universitet i Tromsø trenger også vitalisering pga. slitasjeproblemer og mangel på fornyelse etter en aktiv pionertid.

Forskningsmeldingens sterke betoning av kvalitet, resultater, «centres of excellence», mv. burde ikke gjøre valget så vanskelig. Men forståelsen for at gode forskningsmiljøer ikke skapes over natten, er i dag dessverre lite utbredt. Regjeringspartienes og SVs bemerkning om at «det er viktig å spre forskningsinnsatsen over hele landet» lover i så måte ikke godt. Trolig bør forskningsinstitusjonene selv ta argumentasjonen på dette viktige punkt langt mer alvorlig enn tilfellet har vært i de senere år. Det utgjør en formidabel pedagogisk utfordring.

Hans Skoie

Hva slags forskningsnasjon er Norge?

Hvert eneste år gjennom 25 år har norske forskeres artikler i internasjonale tidsskrifter totalt sett vært mindre sitert enn artiklene fra Danmark og Sverige. På 1980-tallet ble Norge passert også av Finland i siteringshyppighet. Nå er Norge nede på femtende plass blant 22 OECD-land.

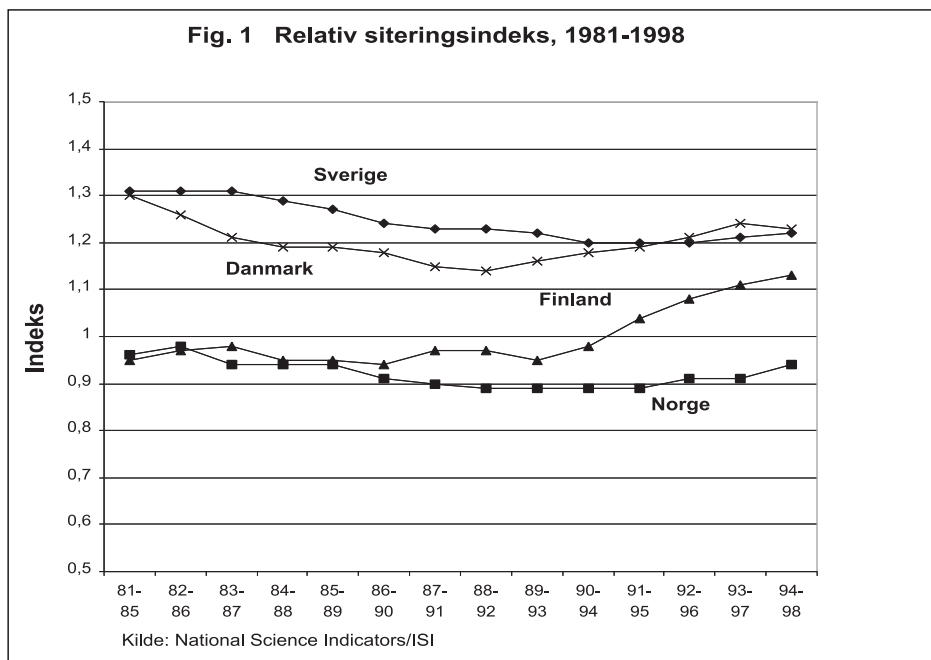
Vanligvis regnes siteringshyppighet som en indikator på internasjonal gjennomslagskraft, men her vil vi stille spørsmålet om den også har sammenheng med hva slags forskning landene har særlig mye eller lite av. I naturvitenskapelig og medisinsk grunnforskning har Norge relativt færre artikler enn det øvrige Norden. Derimot har Norge relativt mange artikler i klinisk medisin og i næringsrettet naturvitenskap.

De stabile forskjellene i siteringshyppighet i Norden er vist i figur 1 for perioden 1981-98. Den vesentligste endringen over tid er en økende siteringshyppighet for artikler fra Finland. Figuren kan ses i sammenheng med s. 115 (tabell 4.1.3) i den nylig utgitte indikatorrapporten fra Norges forskningsråd (1999). Blant 22 OECD-land ligger Norge i den siste femårsperioden (1994-98) på femtende plass i siteringshyppighet. Foran oss har vi Danmark og Sverige på fjerde og femte plass, mens Island og Finland er på åttende og niende plass. Går vi tilbake til situasjonen på 1970-tallet, kom Danmark og Sverige like høyt, mens Finland hadde den lave posisjonen som i dag er Norges.

Fagprofiler

Det er klare forskjeller mellom de nordiske landene når vi undersøker i hvilke fagområder de har hovedvekten av sine artikler. Norges forskningsprofil framgår av figur 2, og vi kommenterer figuren på bakgrunn av tilsvarende analyser av de øvrige nordiske land.

Det vi her kaller *aktivitetsindeks* (horisontal akse) viser om et land har en høyere eller lavere andel av sine publikasjoner innenfor et fagområde enn det som er gjennomsnittet for alle land i verden. Norge har relativt mange av sine artikler i fagområdene som ligger til høyre for streken (verdensgjennomsnittet). *Siteringsindeksen* (vertikalt) viser fagfeltets siteringshyppighet i forhold til verdensgjennomsnittet ved midtstreken.



Relativ siteringsindeks er det gjennomsnittlige antall siteringer per artikkel for landet dividert på det gjennomsnittlige antall siteringer per artikkel for alle land i databasen - her innenfor overlappende 5-årsperioder.

snittet ved midtstreken.

I årene 1994-98 hadde Norge 4,9 artikler pr. tusen innbyggere, mens Finland hadde 5,9, Danmark 6,3 og Sverige 7,5 (Indikatorrapporten 1999, s. 114). Samtidig som Norge for eksempel har relativt færre artikler i biomedisin enn de andre nordiske landene, er det totale antallet artikler forut for den relative fordelingen også lavere, målt mot landets størrelse i folketall. Dette bør huskes, når vi i det følgende utelukkende konsentrerer oss om det relative målet. Da framkommer følgende bilde av fagprofilene i Norden:

En generell forskjell mellom Norge og de tre andre landene er at Norge har en "skjev" fagprofil. I de andre landene ligger fagområdene mer samlet omkring midtstreken for aktivitetsindeksen, og siteringshyppigheten er generelt noe høyere. De andre landene har biomedisin omtrent der hvor Norge har samfunnsvitenskap,

og omvendt. Dessuten har Norge relativt mange artikler i geovitenskap. De andre nordiske landene har geovitenskap på eller til venstre for midtstreken.

En kraftig økning i geovitenskapens andel av de norske artiklene er den vesentligste endringen i vår fagprofil siden begynnelsen av 1970-tallet. Dette har åpenbart sammenheng med Norges framvekst som oljenasjon.

Også i biologi har Norge relativt mange artikler. Hit hører bl.a. marin- og fiskeribiologi, økologi og landbruksvitenskap, dvs. forskning som i likhet med den geovitenskapelige har en særlig innretning mot utnyttelse og ivaretagelse av landets spesielle naturressurser.

Ellers har Norge relativt mange artikler i klinisk medisin og samfunnsvitenskap. For samfunnsvitenskap må det påpekes at kun en nokså begrenset del av publiseringen skjer gjennom internasjonale jour-

naler. Fagområdet er således problematisk å belyse ved hjelp av databasen. Norge har likevel relativt mange artikler innenfor området. I etterkrigstiden har viljen til å prioritere norsk samfunnsvitenskap frambrakt internasjonalt anerkjent forskning. Men vi har også Nordens høyeste per-capita utgifter til samfunnsforskning. Tall for 1997 viser at mens samfunnsvitenskap utgjorde 22 prosent av FoU-utgiftene i universitets- og høyskolesektoren og offentlig sektor, lå det tilsvarende tallet ellers i Norden på 8-15 prosent.

Relativt mange artikler i klinisk medisin er et nordisk fellestrekk og har vært det siden målingene begynte i 1973. Det er ved en mindre proporsjon biomedisin i forhold til klinisk medisin at Norge skiller seg ut i Norden. Dessuten er biomedisin i Norge klart sjeldnere sitert enn i de andre landene. Til biomedisin hører medisinsk og biologisk grunnforskning, men også forskning som er relevant for farmasøytisk industri.

Andelen fysikk-artikler blant alle Norges artikler er halvparten av det den er i gjennomsnitt på verdensbasis. Den lave andelen i fysikk har vært et stabilt trekk ved Norges fagprofil siden 1970-tallet, men siteringshyppigheten har økt. I kjemi har de nordiske land samme lave aktivitetsindeks, men siteringshyppigheten er klart høyere i Danmark og Sverige. Det samme gjelder teknologi.

Sammenfattende er Norges fagprofil dreid mot særlig høy publiseringsaktivitet i geovitenskap, biologi og samfunnsvitenskap og, som en nordisk fellesnevner, i klinisk medisin. Publiseringsaktiviteten er relativt lav i biomedisin, fysikk og kjemi,

For å få det grovtegnede bildet av de nordiske lands fagprofiler, har vi avveket fra standardprosedyrene ved bruk av data fra Institute for Scientific Information (ISI) sin database over internasjonal tidsskriftspubliserings- og siteringsstatistikk. Databasen heter *National Science Indicators* og inneholder aggregerte publiserings- og siteringsstatistikk for 24 forskjellige fagfelt. Vi har slått sammen fagfelt til 8 hovedkategorier. Metodisk innebærer dette at en del av artiklene vil bli dobbelttalt. Vi antar at denne faktoren vil slå likt ut for landene, i det minste så lenge en bare ser på de grove profilforskjeller. I utgangspunktet er faginndelingen i databasen basert på tidsskriftsklassifisering, og denne er i seg selv upresis.

De 8 fagkategoriene våre dekker rundt 95 prosent av alle artikler i databasen. Fagkategoriene uten anførselstegn i figur 2 er i samsvar med standardkategoriene. De med anførselstegn har vi "døpt" og slått sammen på denne måten:

"**Biomedisin**" inkluderer *Biology & Biochemistry, Immunology, Microbiology, Molecular Biology & Genetics, Neuroscience* og *Pharmacology*. "**Biologi**" inkluderer: *Plant & Animal Science, Ecology/Environment* og *Agricultural Science*. "**Fysikk**" inkluderer: *Physics* og *Astrophysics*. "**Teknologi**" inkluderer: *Engineering* og *Materials Science*. "**Samfunnsvitenskap**" inkluderer: *General Social Science* og *Economics & Business*.

Vi viser i artikkelen til rapporten *Det norske forsknings- og innovasjonssystemet – statistikk og indikatorer* (Norges forskningsråd 1999). Der er standardprosedyrene fulgt med minst mulig dobbelttelling. Et eksempel på en viktig forskjell er at vi regner "Biologi og biokjemi" til "Biomedisin", mens vi regner "Botanikk, zoologi og veterinærfag" (*Plant & Animal Science*) til "Biologi", fordi vi så at de store biomedisinske tidsskriftene lå i førstnevnte kategori og bl.a. de marinbiologiske i sistnevnte.

særlig i de to førstnevnte fagområdene. Vi får et bilde av en forskningsnasjon som prioriterer forskning for sitt eget næringsgrunnlag, for et godt offentlig helsevesen og for politikktutforming. Ser en utviklingen historisk har vi kanskje tenkt som Bjørnson i 1872: "Hvad du ævner, kast af paa dine nærmeste Krav"?

Siteringshyppighet

Det er vanlig å anta at artikler blir mer eller mindre sitert ut fra hvor stor eller liten innflytelse de får på videre forskning.

Men denne innflytelsen (som målt i databasen) avhenger ikke bare av forskernes dyktighet, men også av hva slags artikler eller forskning det i utgangspunktet dreier seg om. Med basis i artikkelen til Per O. Seglen i *Forskningspolitik* 3-4/1990, går vi ut fra at bl.a. følgende faktorer her spiller inn:

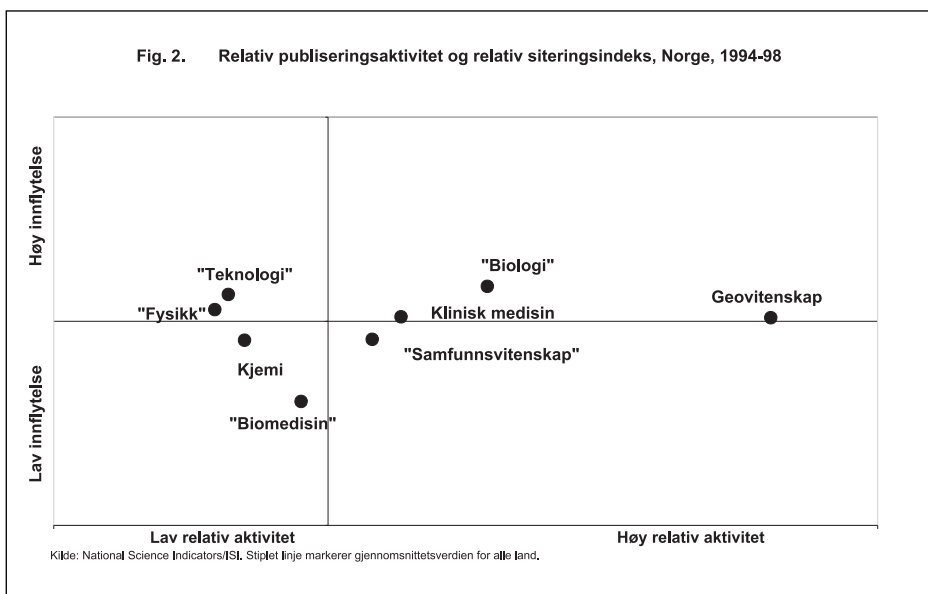
En forsker som publiserer grunnforskning, får i gjennomsnitt flere siteringer enn en som publiserer anvendt forskning. Grunnforskningen blir ofte sitert av den anvendte forskningen, mens det motsatte sjeldnere er tilfellet.

Oversiktsartikler (reviews) og metodeartikler får flere siteringer enn artikler med empiriske resultater.

En biokjemiker (biomedisin) får for eksempel flere siteringer enn en gynekolog (klinisk medisin), rett og slett fordi den gjennomsnittlige referanselisten er mer omfattende i biokjemi.

Et internasjonalt tidsskrift er ikke bare en "kvalitetstærskel". Man må ha noe å meddele som er relevant for det internasjonale forskersamfunnet: en felles problemstilling, en allment anvendelig metode, en oversikt over et felles problemområde, eller et resultat man kan ha nytte av i andre land. Her ligger noe av forklaringen på at grunnforskning blir mest sitert.

Fig. 2. Relativ publiseringsaktivitet og relativ siteringsindeks, Norge, 1994-98



Forts. på side 11

Tor Brustad

Radiologiens inntog i Norge

For 70 år siden var byggingen av Det Norske Radiumhospital inne i sin mest hektiske fase. Grunnsteinen ble nedlagt 15. juni 1929, og bygget sto ferdig til innvielse 21. mai 1932. Før dette hadde det vært mye strid, men ustopkelig pågangsmot hos ildsjeler og bred støtte fra den menige kvinne og mann over hele landet førte omsider til at også terapeutisk radiologi skjøt fart i Norge.

Den 8. august 1895 gjorde Conrad Wilhelm Röntgen den banebrytende oppdagelsen av røntgenstrålingen. Ute i Europa ble den nye strålingen umiddelbart tatt i bruk i diagnostikk og forbausende raskt også i terapi. Hva var situasjonen i Norge?

Birkeland og røntgenstrålene

«Verdens Gang» var først ute med nyheten om Röntgens oppdagelse, i en artikkel med tittelen «Fotografering gjennom Væggen», den 14. januar 1896. Mer oppsiktsvekkende er imidlertid en annonse i Morgenbladet i mars samme år om et møte i Polyteknisk Forening påfølgende dag med «Foredrag af Universitets-Stipendiat Birkeland om de Røntgenske Straaler, med Eksperimenter. Det henstilles til de mødende at medbringe Theaterkikkerter».

Kristian Birkeland arbeidet ved Fysisk Institutt, Universitetet i Oslo, og hadde sitt senere så berømte laboratorium for nordlysforskning i Domus Media i Karl Johans gate. Her hadde han langt mer avansert utstyr for studier av elektriske utladninger i gasser under redusert trykk enn for eksempel Röntgen hadde i Würzburg. I lys av dette er det kanskje ikke så overraskende at den blendende begavede Birkeland kunne demonstrere ikke bare røntgenbilder, men gode slike, for tilskuere og tilhørere straks etter at Röntgen hadde offentliggjort sin oppdagelse.

Birkelands første røntgenbilde

Ved Norsk Teknisk Museum i Oslo finner det seg et meget flott røntgenbilde av en hånd, tatt av Birkeland, visstnok i februar 1896. Så vidt vites er dette det eldste bevarte røntgenbilde av en kroppsdell, tatt av Birkeland.

Da Norges Bank utga sin tohundrekroneseddell, valgte banken å prege den med bilde av Birkeland og symbolskisser fra hans berømte nordlysforskning. Ved den-

ne anledning ga banken også ut et hefte: «Kristian Birkeland. Mennesket og forskeren», skrevet av professor Alv Egeland. I kapitlet Birkeland og røntgenstrålene, heter det at Birkeland skal ha oppdaget røntgenstrålene mange måneder før Röntgen. Det er grunn til å betvile dette. Dersom Birkeland virkelig hadde gjort denne oppdagelsen, er det lite sannsynlig at den praktiske Birkeland ville ha trengt råd fra noen i det hele tatt for straks å fatte det enorme tekniske og kommersielle potensial av oppdagelsen og handle deretter.

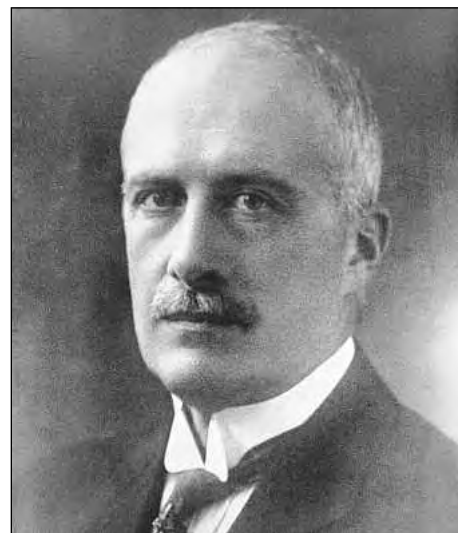
Røntgenbilder i medisinske studier

I samarbeid med professor Axel Johannessen tok Birkeland en rekke røntgenbilder av barn med visse skjelettanomalier, og førstnevnte holdt foredrag om undersøkelser i Norsk Medicinsk Selskab i september 1896. Året etter kjøpte Diakonisseanstaltens Sygehus i Oslo det første røntgenrøret for medisinsk bruk i Norge. Drivkraften her var overlege dr. med. Johan Karl Unger Vetlesen, sikkert godt hjulpet av styremedlemmet, professor i kjemi Peder Waage og forstanderinnen Cathinka Guldberg. S. A. Heyerdahl anskaffet så i 1898 et røntgenrør til Rikshospitalet og fikk samme år opprettet *Rigshospitalets Røntgeninstitut*. I 1910 tok Heyerdahl den første doktorgrad i medisinsk radiologi i Norge og ble fagfeltets fremste pionér.

Ny kreftterapi forsøkt

Bequerels oppdagelse av den spontane radioaktivitet i 1896 og det påfølgende arbeidet av Marie og Pierre Curie med bl.a. oppdagelsen av radium i 1898, åpnet for en ny form for strålebehandling av kreftpasienter. Men i motsetning til hva som skjedde med røntgenstrålingen, kom det til å ta lang tid fra radiumstrålingen var oppdaget til den ble tatt i bruk i norsk kreftbehandling.

En viktig grunn til dette var at Heyer-



Radiologiens pioner, dr. med. Severin Andreas Heyerdahl, 1870 - 1940.

dahl følte seg motarbeidet av kolleger på Rikshospitalet da han med sin dynamiske arbeidsstil, dog ikke alltid preget av diplomatisk teft, gikk inn for å få radiologien etablert i norsk sykehusvesen. Et godt bevis på den manglende entusiasme for radiologi i Norge avspeiles i at det gikk hele 20 år fra Heyerdahl tok sin doktorgrad til den neste disputas i denne fagdisiplinen fant sted. I utlandet derimot var dette en blomstringstid for fagfeltet. Motstanden var spesielt markert innen terapeutisk radiologi i Norge, hvilket viste seg på flere måter.

Budsjett- og opinionspåvirkning

Gjennom vedvarende arbeid lyktes det omsider Heyerdahl å få inkludert «Indkjøp av 1 decigram radium kr. 30.000» i Rikshospitalets budsjettforslag for året 1912. Ved innledende komitébehandling i regjeringen ble posten ikke innstilt til bevilgning. Dette ble, trolig etter medvirkning av Heyerdahl og Huitfeldt, offentliggjort i Aftenpostens morgenummer den 4. januar 1912, i notisen «Rigshospitalets Budget ... Foreløbig ikke radium».

Den 20. januar kom en kort artikkel i aftenummeret av samme avis med tittelen: «Radium til Rikhospitalet. Dets betydning som Lægemedel.» Tidspunktene er neppe tilfeldig, for i mars skulle budsjettsaken opp til behandling i Stortinget.

Fra «Indstilling til Stortinget» fremgår det at forarbeidet nå førte fram; posten ble innvilget, under dissens.

Ellen Gleditsch sentral

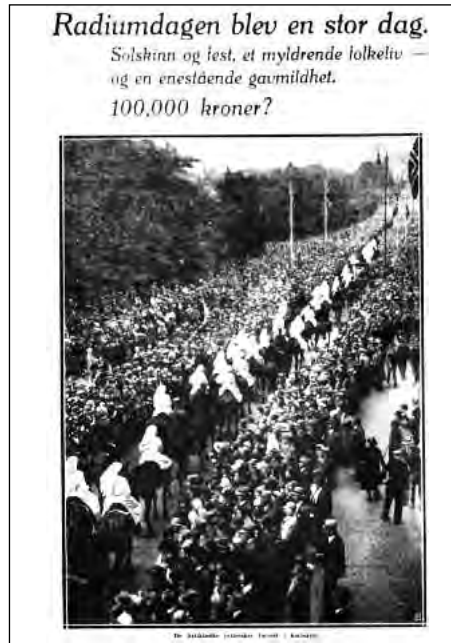
Omkring 1912 var etterspørselen etter radium i Europa langt større enn tilgangen, og det dukket opp flere useriøse forhandlere. Straks bevilgningen forelå foretok Heyerdahl en reise i Mellom-Europa for å sondere markedet for radium. Da han returnerte, skrev han et brev til Rikhospitalets direktør Sinding Larsen at reisen hadde gitt ham «indtryk av, at det ikke vil bli let overhovedet at faa radium, at prisen ihvertfald er meget høiere end forutsat og at det er vanskelig at vide, til hvem man tryggest kan henvende sig i anledning av kjøbet».

Heyerdahl trengte derfor hjelp av en strålingskyndig fagperson, og strategen visste hvorledes han sikrest skulle oppnå dette: Ellen Gleditsch hadde som nyutdannet farmasøyt fått innvilget studie-plass i Marie Curies laboratorium i Paris og arbeidet der fra 1907 til 1912. Gjennom disse årene utviklet det seg et livs-langt, meget nært vennskap mellom læremesteren og eleven.

I nevnte brev ber Heyerdahl direktøren



Ellen Gleditsch ved Marie Curies laboratorium sikret det første innkjøpet av radium.



Høydepunktet under aksjonen «Det store Radiumfelttoget» fant sted i Karl Johans gate 9. juni 1931 på «Radiumdagen». Bedre enn ord viser dette den overveldende oppslutning om innsamlingsaksjonen for Radiumhospitalet. Faksimile fra Aftenposten.

om å sende et formelt brev til Ellen Gleditsch i Paris, med anmodning til henne om å påta seg oppdraget å forestå kjøpet av radium på Rikhospitalets vegne. Han spesifiserer samtidig en rekke problemer som han ber direktøren ta med i brevet til Gleditsch. Disse består av alt fra å finne en pålitelig selger som kan tilby radiumpreparater til akseptabel pris, til å få de innkjøpte preparatene sendt via M. Curies laboratorium, for der å bli kontrollmålt og individuelt sertifisert med M. Curies signatur, før avsending til Norge. Direktøren etterkom Heyerdahls anmodning til minste detalj.

Takket være sin dyktighet, administrative ryddighet og sist, men ikke minst, sitt vennskap med Marie Curie, gjennomførte Gleditsch oppdraget med radiumanskaffelsen på en glimrende måte. Blant de mange detaljer i arbeidet nevnes for kuriositetens skyld at hun fikk redusert prisen på kalibreringsmålingene, fordi «M. Curie har ønsket at vise sig velvillig overfor et hospital, der ikke har en økonomisk vinding av preparatene». Hun ordnet også opp da ankomsten av radiumforsendelsen i august 1912 forårsaket engstelse blant personalet på tollboden i Oslo for eventuelle farer ved behandlingen av denne.

Tyvstart med radiumbehandling

Da radiumpreparatene ankom Rikhospitalet, hadde ikke hospitalet ennå ordnet med formell godkjenning fra departementet for den nye behandlingen, men satte umiddelbart i gang med pasientbehandling. Direktøren ble derfor nødt til å sende brev til departementet om å få godkjent «Forslag til Reglement for Rikhospitalets Røntgeninstitut», men med følgende avslutning:

«Jeg gjør sluttelig opmærksom paa at institutet allerede foreløbig er sat i drift: Endel patienter paa hospitalet har i længere tid ventet paa at bli radiumbehandlet for livsfarlige lidelser, hvor al anden behandling har vært magtesløs. Jeg har ikke fundet det rigtig, naar radium havdes, at nægte dem behandlingen, som desuden har git anledning til en ved avdelingens organisation nyttig prøvedrift».

Motstanden tiltar

Heyerdahl følte seg imidlertid stadig sterkere motarbeidet på Rikhospitalet, og i mars 1913 fikk han, sammen med Hans L. C. Huitfeldt og J. Bart registrert det privateide Kristiania Røntgeninstitut, med lokaler i Kr. Augusts gate i Oslo. Stadig mer av hans virksomhet med radiumstråling ble lagt dit. I 1916 toppet problemene seg, og han besluttet da å opprette et styre, med mandat å reise et «Landshospital for behandling av kræft med radium og røntgenstråler». Selv påtok han seg formannsvervet.

Nå begynte et langdrygt og slitsomt arbeid, hvor hans administrative talent ble utslagsgivende. Hans dynamiske kraft betvilte ingen, men den overgikk selv hans nærmeste venners forventninger. Hans evne til å få den menige mann i tale og å få støtte hos «folket» for sin livsgjerning, er intet mindre enn imponerende: En innsamlingsaksjon fra Lindesnes til Nordkapp begynte i 1916 og gikk over flere år. Da sluttstrek ble satt, var det kommet inn 2,5 millioner kroner, nok til å reise hospitalet som skulle få navnet Det Norske Radiumhospital.

En rekke problemer oppsto underveis, men det virket bare til å skjerpe Heyerdahls pågangsmot. Et problem som førte til atskillig trenering av framdriften, med trusler om rettsaker osv., dreide seg om

Forts. på side 10

Finn Lied

Fusjon av vitenskap og drama

Tross krig og en tung mellomkrigsperiode var første halvdel av det tyvende hundreår en rik tid innenfor naturvitenskapen, med tyngdepunkt i Tyskland. Det var gigantenes periode.

Niels Bohr formulerte i 1913 den moderne teori om atomenes oppbygging med introduksjon av korrespondensprinsippet. Hans 16 år yngre venn og kollega Werner Heisenberg førte Erwin Schrödingers og P.A.M. Diracs arbeider videre og reformulerte kvantefysikkens grunnsetninger med introduksjonen av usikkerhetsprinsippet. Også eksperimentalfysikerne gjorde grunnleggende oppdagelser. Midt i tredveårene viste Enrico Fermi at langsomme nøytroner kunne indusere kunstig radioaktivitet i bl.a. uran. Otto Hahn og Liese Meitner påviste og tolket fisjonsprosessen og klarla at den skjedde med et voldsomt energioverskudd. Rundt 1939 var det allmenn kunnskap blant tidens ledende fysikere at en ny energikilde var innenfor rekkevidde, og tanken om en bombe meldte seg som en teoretisk mulighet.

Fysikere forlater Europa

Gjennom den siste halvdel av tredveårene skjedde det nærmest en eksodus av ledende fysikere, ofte av jødisk opprinnelse, fra Ungarn, Italia og Tyskland til USA. Til tross for tallrike oppfordringer forble Bohr, som var halvt jødisk, i København. Heisenberg, som ikke var jøde, heller ikke nazist, vendte tilbake fra USA i 1939. Han ventet krig, men så for seg tysk nederlag. Han var patriot og ville bidra til å redde tysk fysikk gjennom og etter krigen.

Kunnskapsnivået i forhold til kjernefysikk var således i 1940 omtrent det samme på begge sider av Atlanterhavet. Man erkjente at det var den sjeldne isotop U_{235} i naturlig uran som kunne bringes til fisjon (spalting), og at plutonium 239, som ble dannet i en reaktor, basert på uran, også var fisjonabelt. Man erkjente at separering av U_{235} fra hovedbestanddelen i naturlig uran var meget vanskelig og at fremstilling av plutonium ville kreve store reaktorer og vanskelig kjemisk ekstraksjon. Veien frem til kraftreaktorer ville kreve meget, men veien frem til en eventuell bombe var langt vanskeligere og

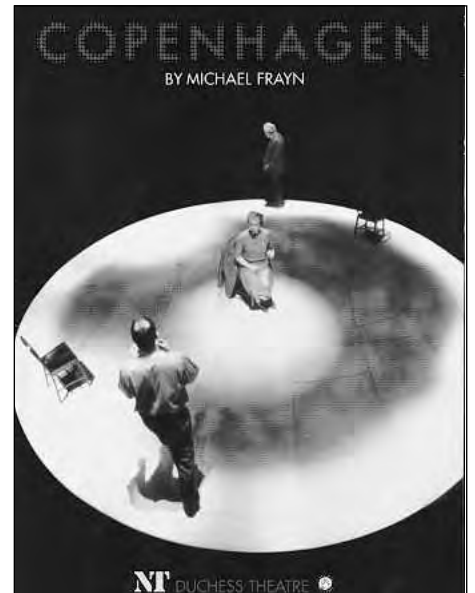
ville kreve tid og full innsats fra topp industrialiserte samfunn.

Heisenbergs rolle

På begge sider av Atlanterhavet fryktet man motstanderens politikk. Historien vet i dag å fortelle at Heisenberg, som ledende fysiker i Tyskland, tidlig under krigen erkjente mulighetene, men aldri fremsto som en sterk og engasjert advokat for fremstilling av en bombe. Det er vel aldri blitt entydig klarlagt om Heisenberg på bunnen av sitt hjerte ønsket å utvikle en bombe eller om han bare hadde tekniske og økonomiske reservasjoner. I USA utvirket emigrantene først i 1942, i uberegtiget frykt for hva som faktisk skjedde i Tyskland, at Manhattan-prosjektet ble etablert med Oppenheimer som vitenskapelig leder og suveren drivkraft.

Utviklingen i Tyskland gikk sin gang. Heisenberg med kolleger hadde gjentatte ganger foretrede for både militære og sivile ledere av tysk politikk, bl.a. for rustningsministeren Albert Speer. I forhold til fremstilling av en bombe var konklusjonen, som også Heisenberg stod bak, at oppgaven og kostnadene var for store og at en ikke disponerte de industrielle ressurser som var nødvendig. Når det gjaldt kraftreaktorer, var situasjonen annerledes. Dette arbeid ble ført frem, men også det uten særlig kraft. Først ved krigens slutt hadde Heisenberg, i en fjellhule i Syd-Tyskland, bare en forsøksoppstilling for en reaktor, basert på naturlig uran og tungt vann som moderator. Denne oppstilling var nær ved å kunne underholde en kjedereaksjon. Det bør her bemerkes at pga. en feiltolkning hadde tyskerne avskrevet karbon som moderator og var derfor henvist til tungt vann. Her var det Norge med Rjukan kom inn i bildet. Ellers hadde Heisenberg overdrevne forestillinger om hvilken mengde av U_{235} som var nødvendig i en bombe. Han antok at en bombe ville kreve kanskje et tonn U_{235} , en tierpotens for høyt.

Den amerikanske utviklingen bekreftet



Scenebilde fra oppsetningen av dramaet «Copenhagen» i London. Snart kommer dramaet opp på Nationaltheatret.

den tyske oppfatning at det ville kreves en enorm innsats både for fremstilling av U_{235} og/eller plutonium, men ikke minst i forhold til teknologien ved fremstilling av selve bomben. Først sommeren 1945 var en i USA fremme. Etter en kortere drøftelse av de etiske og langsiktige politiske problemstillinger, ble den første atombombe som kjent sluppet over Hiroshima 6. august 1945.

Utviklingen i Tyskland er utførlig behandlet av Thomas Powers i boken *Heisenbergs War* (Alfred A.Knopf, New York 1993). Den amerikanske utvikling er beskrevet i et antall bøker, kanskje best av Richard Rhodes i *The Making of the Atomic Bomb* (Simon & Schuster, New York 1995).

København-reisen

Høsten 1941 foretok Heisenberg en reise til København i den hensikt å møte Bohr. Dette kom til å bli en av de mest omtalte og beskrevne reiser i historien, drøftet i

forts. på side 10

Johannes M. Hansteen

Niels Bohr og Norge

Niels Bohr (1885-1962) er kjent som en av grunnleggerne av den moderne atomteori. Mindre kjent er nok at han også var en mann med brede kulturelle interesser utenom fysikken og la for dagen et intenst og mange-årig engasjement for fredens, samarbeidets og åpenhetens verden. Niels Bohr hadde også en sterk tilknytning til Norge og til norske miljøer. Dette gjelder både vitenskapelige miljøer og i tillegg atskillige kulturpersonligheter utenom naturvitenskapen.

Niels Bohrs spesielle domene var hans Institutt for Teoretisk Fysik på Blegdamsvej i København. Her skapte han et senter for fysikkforskning som hurtig fikk internasjonalt ry. Siden grunnleggelsen i 1920 besøkte mange norske forskere dette instituttet i kortere eller lengre perioder. Den første var den unge Svein Rosseland - grunnleggeren av Institutt for Teoretisk Astrofysikk på Blindern. Mellom Bohr og Rosseland oppsto et personlig vennskap som varte hele livet. Rosseland med familie ble invitert til Bohrs, og den bohrske familie kom til Rosselands i Oslo. En rekke norske kontakter ble etablert.

Av andre nordmenn som opp gjennom årene besøkte instituttet i Blegdamsvej, kan nevnes teoretikerne Egil Hylleraas og Harald Wergeland og eksperimentalfysikerne Bjørn Trumpy og Roald Tangen. Det er ingen overdrivelse å si at flere generasjoner av norske yngre og eldre, særlig teoretiske fysikere i tiden etter 1920 ble preget av den helt spesielle arbeidsstil som kjennetegnet instituttet i Blegdamsvej og ikke minst dets fremragende leder.

På ski i Norge

Det hendte at Niels Bohr ble overarbeidet og trengte hvile. Da gikk turen ofte til Norge. Særlig var Bohr glad i å gå på ski i de norske fjell. Ved flere anledninger har Bohr uttalt at «jeg tenker aldri så godt som når jeg går på ski». Et bevis på riktigheten av dette utsagn fikk man utpå vinteren 1926-27. Da pågikk diskusjonene mellom Bohr og den helt unge Werner Heisenberg (1901-1976) om tolkningen av kvantemekanikken. Diskusjonene var meget heftige og trakk sterke vekslere på det som på det daværende tidspunkt var et nært vennskap, nærmest et far-sønn forhold. - Nesten utslitt reiste Bohr til Gudbrandsdalen og dyrket skisporten i hele fire uker. Begrepet komplementaritet, som er av helt grunnleggende be-

tydning innenfor kvanteteorien, ble i stor grad meislet ut under dette oppholdet. Dermed ble den pågående diskusjon med Heisenberg om tolkningen av uskarphetsrelasjonen brakt til en harmonisk avslutning. Skiløping i de norske fjell har altså vært av vesentlig betydning for utviklingen av kvantefysikken!

Foredrag og kongebesøk

I begynnelsen av april i skjebneåret 1940 oppholdt Bohr seg i Norge. Den 5. april 1940 holdt han foredrag i Norsk Ingeniørforening i Oslo. Tittelen på foredraget var: «Spørsmålet om atomenergiens utnyttelse». Det gjorde et sterkt inntrykk på tilhørerne. Her uttrykte Bohr stor tvil vedrørende muligheten for å kunne utnytte atomenergien i den da nære fremtid, det være seg til kraftutvinning eller til militære formål. Men han understreket sterkt og dramatisk de grufulle aspekter ved et fremtidig kjernevåpen. At dette måtte ligge langt inn i fremtiden, begrunnet han med de enorme tekniske vanskeligheter som på det daværende tidspunkt ville være forbundet med utskillelsen av den fisjonerbare isotopen ^{235}U fra naturlig uran.

Det hører med til denne historien at Bohr den 8. april 1940 om aftenen spiste middag hos Kong Haakon på Slottet. Etter middagen gikk han direkte på natttoget til Danmark og ble vekket i Helsingør neste morgen med beskjed om at Danmark var blitt okkupert av Hitler-Tyskland. Etter sin flukt fra Danmark i september 1943 via Sverige oppholdt Bohr seg i England i oktober-november samme år. I London oppsøkte han Kong Haakon. Man kan levende forestille seg at disse to hadde meget å fortelle hverandre siden de sist var sammen i Oslo.

Forholdet mellom maleren Henrik Sørensen og Niels Bohr må ha vært noe helt spesielt. Som avslutning siterer vi fra et brev fra Bohr til Henrik Sørensen den 29.



Bohr mottok også norske gjester i sitt eget hjem - æresboligen på Gamle Carlsberg. Niels og Margrethe Bohr med Francis Bull og Henrik Sørensen (foto: 1958, Bohr-arkivet).

november 1945, altså kort etter frigjøringen: «...Mine Tanker er i disse Aar ofte gået til Dem og Deres Søn, og i de bekymringsfulde Tider, hvor Norge vandt så stor en Plads i alle Hjerter, har jeg Gang på Gang mindedes de Dage umiddelbart för Alvorens Stund, hvor jeg under det muntre Samvær i Oslo fik så dybe Indtryk af den Aand og den Kunst der gror og lever i Deres dejlige Land. Jeg haaber snart igen at komme til Norge, hvortil alle Danske föler sig mere dragne end nogen-sinde, og at se Dem igen og at tale om alle de Spörgsmaal, der ligger os begge så dybt på Sind». Dette er skrevet av en sann venn av Norge.

Johannes M. Hansteen er tidligere professor i fysikk ved Universitetet i Bergen.



Niels Bohr i diskusjon med Werner Heisenberg og Wolfgang Pauli i København i 1936 (foto: Niels Bohr-arkivet, København).

Fusjon av vitenskap og drama, forts. fra s. 8

selvbiografier og bøker, bl.a. av Powers. Hva ville Heisenberg snakke med sin gamle lærer og venn om, hva ønsket han å oppnå? Man skulle tro at dette etter så mange studier og beretninger nu var klarlagt. Men Heisenberg har vært upresis og Bohr lukket. Antagelsene har vært mange. Ønsket Heisenberg å utspørre Bohr om den allierte innsats, altså en spionasjereise? Ønsket Heisenberg å fortelle Bohr at den tyske innsats var svak og at Bohr derfor kunne berolige de allierte, som Bohr hadde kontakt med? Ønsket Heisenberg å få hjelp av Bohr? Eller ønsket Heisenberg å få Bohr til å utvirke at verdens fysikere skulle avstå fra å utvikle kjernefysiske våpen? Heisenberg hadde klare forestillinger om våpnenes fryktelige effekt. En kan ikke se bort fra noen av disse muligheter.

En må huske at Danmark i 1941 var okkupert. Bohr var dansk patriot og halvt jødisk. Heisenberg var nok ikke nazist, men tysk patriot. Han ønsket, om han ikke trodde på, tysk seier. Han støttet angrepet på Øst-Europa.

Dramaet «Copenhagen»

Etter nøling kom møtet i stand ved invitasjon til middag hos Bohr i nærvær av Bohrs hustru Margrethe. Som så mange ganger før, da Heisenberg var student og forsker hos Bohr, gikk de en spasertur, nu blant annet for å unngå avlytting.

Hva skjedde? Hva talte de to fysikere og filosofer om? Et møte som var fylt av van-

skeligheter og som endte i en mental katastrofe med en sterkt opprørt Bohr, blir det fortalt. Det kan ikke forbause at dette stoffet nå er gitt dramatisk behandling. Michal Fray har skrevet skuespillet «Copenhagen» (Methuen Drama, London 1998). Han har, hva de faktiske forhold angår, i hovedsak støttet seg til Powers. Stykket ble fremført første gang i mai 1998 ved Royal National Theatre i London og senere i København og Stockholm. Nu vil det bli oppført ved Amfiscenen ved Nationaltheatret.

Michal Fray, en kjent journalist og forfatter, har gitt en fin fremstilling av en noe drømmende og filosofisk Bohr og den yngre og mere presise Heisenberg. I stykket er det bare tre personer med, de to fysikerne og Bohrs hustru. Hun er skeptisk i forhold til Heisenberg og er stykkets overdommer. Hele spektret av problemer knyttet til fisjon blir gjennomgått i samtalen, virkningen av de hurtige og langsomme nøytronene, problemene knyttet til fremstilling av U_{235} og plutonium, forskjellen på en reaktor og en bombe etc. Og hele fremstillingen skjer i et okkupert Danmark med Heisenberg som representant for okkupasjonsmakten. En kan trygt si at dette er et uvanlig drama. Om Fray har løst gåten ved Heisenbergs besøk, får de besøkende til Amfiscenen selv avgjøre. Jeg er fortsatt i tvil!

Finn Lied var direktør ved Forsvarets forskningsinstitutt i perioden 1957-83 og industriminister i årene 1971-72.

Radiologiens inntog, forts. fra side 7

kjøpet av tomten på Montebello. I et protestskriv fra beboerne i området, gjengitt i Akersposten i oktober 1926, het det bl.a.: «Lægges sygehuset her, vil strøkets karakter forandres og eiendomsprisene utvilsomt reduseres. Fra medisinsk hold skal det være opplyst at det påtenkte anlegg ikke vil være forbundet med sanitære ulemper. Vi føler oss ikke betrygget over en sådan uttalelse. For den store allmennhet står kræft som noget uhyggelig, og det er derfor ikke tvil om at et kræfthospital vil bevirke nedgang i værdiene i naboskapet».

Heyerdahl lot seg ikke stoppe, heller ikke da det midt under byggevirksomheten ble klart at man grovt hadde undervurdert behovet for radium. En ny landsomfattende innsamlingsaksjon ble igangsatt under navnet «Det store Radiumfeltet». Denne kulminerte i «Radiumdagen», den 9. juni 1931. Da gikk folk «mann av huse» over hele landet.

Aftenposten utkom denne morgen med to nummer, der alle de fire første sidene i den ene utgaven utelukkende dreide seg om innsamlingen til Radiumhospitalet, mens den andre utgaven hadde som hovedoppslag «Menstadslaget», den alvorligste arbeidskonflikt i Norges historie. Bildet (side 7) viser at vår hovedgate var smekk full av folk denne dagen, alle besjelt av én sak; at nybygget på Montebello skulle fremstå som et topp moderne kreftsykehus for hele landet, både bygnings- og utstyrmessig.

Sykehuset ble innviet 21. mai 1932. Bygget kostet 2,5 millioner kroner, hadde 49 ansatte og plass til 71 pasienter, og alle sykeværelser var sydvendte. Hver pasient betalte kr. 6 per døgn pluss utlegg til radium- og røntgenbehandling. Heyerdahl slet seg ut i kampen for sin livsgjerning. Han døde for nøyaktig 60 år siden. Denne artikkelen er skrevet i ærbødighet overfor denne selvoppofrende pionér i norsk radiologi.

Tor Brustad arbeider med Radiumhospitalets historie. Han var forskningsjef ved Avd. for Biofysikk, Det Norske Radiumhospitalet, 1962-94. Arkivsjef Aa. Strand ved Rikshospitalet har ytt verdifull bistand i det historiske arbeidet.

Norge som forskningsnasjon fortsatt fra side 5

Norges fagprofil innebærer at vi har relativt få artikler i de områdene som er mest internasjonalt orientert, og relativt mange i de områdene som i mindre grad er dette. Dette kan kanskje sammenfattes i begrepet ”internasjonal relevans”. En forskers arbeid kan ha større eller mindre relevans for det internasjonale forskersamfunnet som forskeren henvender seg til. F.eks. vil basal biomedisinsk eller fysisk forskning være mer allmenn i sin egenart og interesse enn deler av biologisk og geologisk forskning, hvor f.eks. biotoper og lokale geologiske strukturer undersøkes. Det er altså en mulighet for at en forskningsnasjon som særlig prioriterer forskning for nasjonale behov, godt kan ha høy kvalitet i forskningen, uten at forskningen i samme grad får internasjonal oppmerksomhet, fordi den ikke har den ”internasjonale relevansen”.

Men det må tilføyes at nasjonale behov og internasjonal oppmerksomhet ikke nødvendigvis står i motsetning til hverandre. Norsk marin forskning har gjennom mange generasjoner vært både nasjonalt anvendelig og internasjonalt betydelig. I dag kan vi registrere høye norske artikkelandeler og høy siteringshyppighet i de internasjonale tidsskriftene på feltet. Men som en av verdens største fiskeeksportører har også Norge relativt store forskningsmiljøer i feltet.

Når Norge kommer dårlig ut i siteringshyppighet i hele databasen, kan dette også dels skyldes at vi har relativt mange artikler i fagområder hvor det gjennomsnittlige antall siteringer per artikkel i hele databasen er lavt. Særlig i biomedisin er det mange siteringer per artikkel.

Grunnforskningen

Lenge før Norge ble en forskningsnasjon og Norden fikk demokratiske tradisjoner korresponderte Tycho Brahe og Carl von Linné på latin med sine utenlandske fagfeller.

I dag har Danmark et mye høyere aktivitetsnivå i fysikk og Sverige et høyere aktivitetsnivå i biomedisin enn Norge har. Kan det skyldes at landene har eldre grunnforskningstradisjoner i naturvitenskap og har prioritert slik forskning høyere? Norge er en yngre forskningsnasjon

som var fattig i begynnelsen. ”Bjørnsonparolen” var ærverdig nok. Men i dag? I den nevnte indikatorrapporten kommer Norge langt ned på listen sammen med Østerrike i en oversikt over den finansielle satsingen på grunnforskningen (s. 32):

I ISIs database utgjør biomedisin, kjemi og fysikk, ved siden av klinisk medisin, en meget stor andel av artiklene. Et land som ikke prioriterer naturvitenskapelig grunnforskning, særlig laboratorieforskning, kan ha meget gode grunner til å gjøre dette, men blir stående litt i utkanten av det ”gode selskap” i den *databasen* som indikatoren er basert på, uten at dette nødvendigvis er en indikasjon på at forskningsmiljøene yter dårlig.

Konklusjoner

Etter vår mening forteller ikke den lave siteringshyppigheten *nødvendigvis* at det står dårlig til i norsk forskning. Andre stabile trekk gjennom de siste 25 årene er at de norske artiklene øker i antall fra år til år (som i andre land), at norske forskere skriver stadig flere artikler sammen med andre lands forskere (som i andre land), og at de publiserer stadig mer i de store amerikanske og britiske tidsskriftene (som i andre land). Tendensen til internasjonalisering i forskningen er i seg selv internasjonal – og norske forskere er med.

Men bildet som siteringsindikatoren gir for Norges vedkommende siden 1970-tallet, bør debatteres. Som et innspill til debatten har vi satt fokus på *artiklene* i stedet for siteringene: Hva slags artikler er det særlig mange eller få av fra Norge? Vi tar et forbehold om svakheter ved metodene vi har valgt, men synes likevel det grove bildet vi får fram gir anledning til å spørre: Er det mangelen på ”internasjonal relevans” som er den ”svakheten” siteringsindikatoren viser, snarere enn lavere ”internasjonalt nivå” i norsk forskning?

Like gjerne som å spørre forskerne om de er gode nok, kan man spørre om forskningspolitikken er godt begrunnet. Vi har ikke dermed sagt at nasjonale behov ikke er en god begrunnelse for en prioritering.

Sivertsen og Aksnes er ansatt ved NIFU

Stortinget - fond til besvær!

Storingsbehandlingen av budsjettet for 2000 gav samlet sett en liten reduksjon i de samlede FoU-poster, ifølge NIFUs beregninger. Endringene - som var en følge av budsjett samarbeidet mellom regjeringspartiene og Arbeiderpartiet - innebærer at universitetene kom litt sterkere ut fra budsjettbehandlingen. Den næringspolitiske profilen i forslaget ble derimot noe svekket.

Behandlingen av det nye fondet for forskning og nyskaping bød på atskillig uenighet. Et flertall - Arbeiderpartiet og Fremskrittspartiet - gikk inn for at fondets overskudd (kr 90 mill. første år) skulle forbeholdes de fire satsingsområder som ble skissert i forskningsmeldingen (marin forskning, medisinsk forskning, IKT og energi- og miljøforskning) - ikke vitenskapelig utstyr. Det innebærer selvsagt en begrensning av mulighetene for å disponere fondsavkastningen til ”langiktig, grunnleggende forskning” slik Regjeringen gikk inn for.

Høyere konfliktnivå

Stipendiat Line Alice Ytrehus er i kronikken «Farvel til universitetene» (*Dagbladet* 06.01.00) opptatt av at man i dag åpner universitetene for alle samtidig som man snører igjen pengesekken. Men det fins ingen kjent avviklingsplan eller strategi for hvordan nedbyggingen skal foregå.

For de ansatte er tidsklemmen blitt strammere, og stadig mer tid må brukes på administrasjon og møter – inklusive de stadig hyppigere krisemøter. Hun legger til: «Den dårlige ressursituasjonen fører til misnøye, frustrasjoner, pessimisme og til dels apati. Det oppstår en rekke motsetninger mellom forskere og administrativt ansatte, fast og midlertidig ansatte, mellom ulike institutt, fakultet og universitet, og mellom universitet og høyskolene. Dette gjør samarbeidsklimaet dårligere.»

- Habiletet fins ikke?

«Personlig har jeg flere ganger avslått å annelde bøker som i allmennhetens interesse burde ha vært kritisert sterkt, fordi jeg visste litt om forfatterens komitéposisjoner og nettverk. Fortrolige samtaler gjennom mange år gjør meg sikker på at denne form for angst er et organisatorisk trekk ved vår offentlighet, og ikke bare et personlig problem for noen svake sjeler». (Prof. Ottar Brox i *Aftenposten* (31.01.00).

Olav Volldal:

– Personkjemi avgjørende i samarbeid mellom industri og universitet

Kongsberg Automotive (KA) er ingen stor kjøper av FoU-tjenester, men har mange forbindelser til universiteter og høyskoler. Konsernsjef Olav Volldal sier at kontaktene tradisjonelt har vært sterkest med miljøene i Trondheim og at personkjemi betyr svært mye.

Bedriftsøkonomisk institutt er også en viktig partner for bedriften, både når det gjelder faglig kontakt, samarbeidsprosjekter og rekruttering av studenter. I tillegg er forholdet til Høgskolen i Buskeruds tekniske avdeling på Kongsberg nært.

– *Hvor mye av Kongsberg Automotives FoU kjøpes eksternt?*

– Jeg vil anslå at dette utgjør ca. fem prosent. Dette er ofte mer grunnleggende forskning hvor teorigrunnlaget trekkes inn, og delvis handler det om simuleringer, tester og modellering i ulike sammenhenger. De fleste prosjektene vi har i Norge er enten teknologisk spisse eller mer verktøypregede. I vår bransje har man nok likevel lettere for å finne spesifikke kompetanse utenfor Norge. Da gjelder det ofte helt konkrete saker som analyse av bestemte komponenter hvor vi selv ikke har testfasiliteter.

Sterk internasjonal orientering

KA har kontakt med en rekke universitetsmiljøer i andre land, og det er helt spesielle kompetansebehov som gjør at man går til utlandet. – For eksempel finner du teoretisk hydraulikk i Aachen og i Bath. For andre typer problemer er det andre som har spesialkunnskap.

Samtidig er det ikke alltid bedriften selv som tar kontakt med utenlandske miljøer. Prosjektene kan være et samarbeid mellom KA og en bilprodusent, og så er det sistnevnte som i utgangspunktet har kontaktene. Ofte er det bilprodusentene som både initierer kontakt, som velger miljø og som introduserer oss for det, sier Volldal. I mange av prosjektene ligger det dessuten en viss kundefinansiering der det sjelden er snakk om vesentlig faglig kompetanseheving i bedriften og forskningsmiljøene. Varmeseter i biler er et eksempel. – Ulike varmetråder har ulike

kvaliteter i forhold til de spesifikasjoner som vi må ha. Testing av ulike trådkvaliteter på disse parametrene krever en relativt kraftig laboratorietrustning og spesialkompetanse. I slike tilfeller er de konkrete svarene tilstrekkelige for oss.

Forskningsrådsmidler

I andre tilfeller er bedriften avhengig av for eksempel å lære å modellere selv. Da samarbeider man vanligvis med miljøer i Norge. Volldal understreker at bedriften kjøper svært få forskningstjenester i Norge som ikke er knyttet opp mot forskningsrådsmidler. – Ofte får du ikke midler fra Forskningsrådet uten at du også kjøper FoU fra andre.

For KA er eksternt FoU-samarbeid en "outsourcing-situasjon", hvor man vurderer hvilke oppgaver og problemer som best kan utføres av andre. – Vi vurderer forholdet mellom hva vi anser for å være kjernekompetanse og støttekompetanse, og frekvensen av bruk i forhold til å bygge opp egne ressurser. Av og til er vi nødt til å ha ressursene og kompetansen selv. Samtidig kan dårlig tid ofte gjøre deg mindre prinsipiell. Hvis noe haster og det eneste alternativet er å kjøpe, så kan man se bort fra de fine matrisene med kjernekompetanse og støttekompetanse. Nesten alltid vil det kunne være ekstrembelastninger som vil ligge over den bemanning man vil kunne ha i FoU.

En beslutning om eksternt samarbeid eller kjøp av FoU har for Volldal dermed mye med størrelse og kvalitet å gjøre. – Man kan kjøpe en dyktig person, men denne medarbeideren blir middelmådig relativt fort hvis miljøet rundt mangler. Vi har ansatt forskere i perioder, noen lengre og noen kortere, som vi likevel har hatt stor nytte av til å lære opp det personalet vi har og det vi ansetter. Da bruker



Konsernsjef Olav Volldal i Kongsberg Automotive

vi vedkommende som en ressurs for å øke kompetansen hos oss innenfor fagområder som vi anser for å være vår primærteknologi. Det definerer vi som teknologi eller prosesser som er helt avgjørende for at vi skal ha konkurransekraft i det vi holder på med, og hvor vi har eller etter all sannsynlighet kan utvikle et faglig nivå som er i verdensklasse.

– *Verdensklasse?* Volldal innrømmer at dette er et floskelbegrep, men han understreker at "best-i-Buskerud-syndromet" ikke er godt nok. Som mange andre næringslivsledere tyr han til idrettsmetaforer og sier at man har målsetting om å være i en "elitedivisjon". – Hvorvidt man er nummer tre eller syv på tabellen tror jeg ikke man vil finne ut. Men går man til bilindustrien i Europa og spør hvilke leverandører som er ekstremt gode på hydraulikk, så har vi feilet hvis ikke KA blir hyppig nevnt.

Kongsberg Automotive ASA lager ulike produkter for bilindustrien, blant annet systemer for girskift, clutchbetjening og setekomfort. Konsernet har hovedadministrasjon i Kongsberg, produksjon i Norge, Sverige, Storbritannia, USA og Mexico og salgskontorer flere steder. Årsomsetningen er om lag 1,2 milliarder kroner, og bedriften har ca. 1.300 ansatte. Kundene er kjente bilprodusenter som Cadillac, Citroën, Jaguar, Mercedes, Opel, Porsche, Renault, Saab, Toyota og Volvo.

Rolleblanding i Trondheim

Volldal har mange gode kontakter i NTNU-systemet, og han takker gjerne ja til gjesteforelesninger og deltar i mange andre sammenhenger. Ikke minst av hensyn til rekruttering er dette viktig, sier han. Formelt samarbeid har bedriften både med NTNU og SINTEF, og her er Volldal kritisk til grenseoppgangen. – Vanligvis er du på jakt etter en person med spesialkompetanse, og i dette miljøet har folk hatt en tendens til i hvert fall å ha to hatter. Du kjøper en person, og akkurat hvem du da får kontakt med kan være uklart. De siste par årene er jeg blitt mye mer bevisst på dette. Det er en uheldig situasjon både for Trondheimsmiljøene, men også for oss som kunde, fordi man skal behandle et konsulentfirma annerledes enn man skal behandle et forskningsmiljø. SINTEF er et konsulentfirma. De vil nok hevde at de er noe mer, men jeg velger i mange situasjoner å se på dem som det.

– *Hvorfor er sammenblandingen problematisk?* Volldal trekker igjen sammenligning mellom randsonestitusjoner og konsulenter. – Med SINTEF og andre skrives det en kontrakt, de skal levere en vare og det har ingenting med forskning per se å gjøre. Det er mulig at de må forske for å levere hva de har lovet, men denne ulne oppgangen hvor det er litt NTNU og litt SINTEF og litt andre ting, de prosjektene er svært uheldige. Jeg har ikke sett gode eksempler, jeg har tvert om sett veldig mye elendig.

– *Hva er det som blir så elendig?* – Det er forholdet mellom konsulentsidens behov for å få inntekter og universitetsmiljøets

behov for å benytte dette til akademiske resultater, enten det er artikler eller en doktorgradsstudent eller post doc eller hva det nå er. Når professorer jobber flere steder og bruker noen resultater som andre har betalt for og litt egen forskning, da blir hele den grenseoppgangen forferdelig vanskelig.

God personkjemi

Enkelt personer som fungerer godt sammen, er Volldals forklaring på vellykket samarbeid med universitetssektoren. Her er han også selvkritisk og sier at bedriften ikke alltid har vært flink til å velge ut rette personer internt til samarbeid. – Vi har en del eksempler på folk hos oss som er meget dyktige teknisk, men som ikke har en formell akademisk bakgrunn. De kan ha problemer med å forstå den akademiske inngangen til et prosjekt. Vi må sikkert ta 50 prosent av skylden selv for prosjekter som ikke har gått bra. Jeg er blitt meget bevisst på at vi må plukke ut folk hos oss som oppfattes som gode i de miljøer vi skal samarbeide med.

Personene på universitetssiden har heller ikke alltid vært lette å samarbeide med, ifølge Kongsberg-direktøren. Selv om Volldal uttrykker forståelse for tanken om akademisk frihet, lar han seg samtidig frustrere av ”systemer uten styring”. Vi har tatt flere samarbeidsprosjekter opp til rektor- og dekannivå uten at de har kunnet gjøre noe, sier han. – Når man lover å levere noe og så ikke leverer det, da må noe gjøres. Det å holde avtaler og det kontraktmessige i saker, der lever vi nok i litt forskjellige verdener. Og ”forskning resultater kan ikke kontraktfestes”, er utsagn som gjør at man får problemer i et samarbeid. Jeg forstår det jo, men på den annen side forstår jeg det ikke. Når vi har lovet vår kunde noe som vi ikke helt vet hvordan vi skal løse, om det er forskning eller hva det er for noe, så er det noe vi må levere. Og hvis ikke vi gjør det, så går det oss ille, og vi får ikke leve lenge i landet.

Volldal understreker at i mange tilfeller fungerer samarbeidet godt, der hvor industrifolk forstår den akademiske vinklingen og samarbeidspartnerne ved universitetet forstår hva det vil si å drive industriell virksomhet. Summen blir etter hvert bra, for de som jobber godt sam-

men, fortsetter gjerne med det, påpeker Volldal. Bedriften har avslått prosjekter fordi de ikke har fått tak i den personen de ønsket i det eksterne forskningsmiljøet.

Få doktorgrader i KA

Få av medarbeiderne i Kongsberg Automotive har doktorgrad. Volldal er likevel ikke negativ til å ansette noen dersom de har fagbakgrunn i et av bedriftens kjerneområder. Samtidig sier han at bedriften legger mye mer vekt på ”trainee”-programmet sitt hvor nyutdannede personer med for eksempel sivilingeniør- eller siviløkonombakgrunn får en bred praktisk innføring i virksomheten over flere år.

Volldal tror generelt ikke at de faglige utfordringene er store nok i et foretak av KAs størrelse og profil til at personer som ønsker å jobbe som rene forskere vil finne seg til rette der over tid. – I det hamsterhjulet som industrien representerer, må man ofte gå på akkord med mange saker. De som er forskere av natur, vil sjelden trives i en industribedrift, det har jeg sett flere eksempler på. Vi er i en bransje hvor repetisjon og inkrementelle forbedringer hver dag er en overskrift. Veldig sjelden oppnår vi de store gjennombruddene og endringene, vi må enkelt sagt bli syv prosent bedre hvert år.

Samarbeid er mer enn forskning

I fremtiden vil det bli stadig flere arenaer for samarbeid mellom universiteter og næringsliv, tror Volldal. Han ønsker seg blant annet økt satsing på II-stillinger så lenge de rekrutteres fra et aktivt næringsliv. Særlig blant eldre arbeidstakere kan det være flere som vil prøve dette.

KA bruker både standardiserte og spesialiserte etterutdanningskurs og program for sine ansatte. Noen er innkjøpt fra universiteter og høyskoler, og her er erfaringene entydige. – Hvis vi skal gjøre noe som vi mener alvor med, må vi ta kontakt der man har lærerkompetanse og hente dem hit til oss. Det koster mindre, det er mer fokusert på våre problemstillinger, folk blir mye mer aktive. Vi oppnår en masseeffekt i forhold til å sende ut en som kommer frelst tilbake igjen til alle hedningene.

Av Magnus Gulbrandsen

Hans Landberg

Svenskt forskningspolitiskt 90-tal

Det svenska forskningspolitiska 1990-talet har varit turbulent och det finns mycket att fundera över. Här måste jag koncentrera mig till några få, i verklig mening forskningspolitiska frågor. Systematiken blir enkel. Först något om forskningspolitiken på riksdags- och regeringsnivå, därefter om finansieringssystemet och sist några synpunkter på utvecklingen inom universitet och högskolor.

Systemet med regelbundna, i princip heltäckande forskningspropositioner för flera budgetår har fortsatt och är uppskattat i både riksdag och forskningsvärld, där det ger ökad långsiktighet. Frågan om samordningen av forskningspolitiken inom regeringen är dock fortfarande i stora stycken olöst. Efter tidigare försök med en samordningsfunktion i statsrådsberedningen har samordningsuppgiften under 90-talet åvilat utbildningsministern. Problemet är dock att utbildningsdepartementet uppfattas som "partiskt" av andra forskningstunga departement. I det slutande 90-talet gör näringsdepartementet anspråk på ställning som "superdepartement" och vill inte domineras av ett främst universitetsföreträdande departement. Den "rådgivande" Forskningsberedningen har fortfarande en svår position och efterfrågan på dess råd växlar, föriktigt uttryckt.

En kamp på liv och död

Om forskningspolitikens former inte utvecklats mycket på regerings- och riksdagsnivå har förändringarna på myndighetsnivå varit desto mer dramatiska och den forskningspolitiska temperaturen hög.

Den svenska statliga forskningsfinansieringen har länge präglats av ett dubblerat system för finansiering av universitetens externt finansierade FoU-arbete. Vid sidan av de disciplinorienterade "grundforskningsråden" har byggts upp ett system med stöd till samhällsligt prioriterade forskningsprogram – den sektoriella forskningen. Den har budgetmässigt knutits till de departement som svarar för det politikområde forskningen avses stödja.

Sektorsforskningen har varit ett forskningspolitiskt trauma under åtminstone två decennier. Efter en lång politisk kampanj under 1980-talet beställde riksdagen förslag från regeringen om blockvisa överföringar av sektoriella forskningsmedel till bl.a. universitetens fakulteter. Denna beställning avväjdes men universitetsfor-



Carl Bildt hans borgerlige regering omgjorde de svenske «löntagarfonderne» til forskningsstiftelser til sosialdemokratenes ergrelse. Senere ble Ingvar Carlsson styreleder i stiftelsen for strategisk forskning (foto Scanpix).

skarna stärkte generellt sina positioner i sektorsforskningssystemet. Denna dragkamp om sektorsforskningens medel fördes delvis oförlöst vidare in i 1990-talet. Två stora förändringar i det forskningspolitiska landskapet under första hälften av 90-talet gav frågan ny aktualitet. Det gäller forskningssamarbetet med EU och inrättandet av de nya forskningsstiftelserna.

EU-samarbetet inom forskningen

Samarbetet inom EU:s forskningsprogram blommade ut i full skala under 90-talet i takt med att Sverige blev medlem av EU. Det internationella forskningssamarbetet ökade i volym och tog sig nya riktningar. Forskning av betydelse för näringslivets utveckling betonades, vilket innebar en viss förskjutning i "sektoriell" riktning. För forskarna öppnade sig en ny finansieringskälla. Forskningsfinansiärerna däremot fick, på grund av kravet på nationell medfinansiering se sitt inflytande inskränkt och har tvingats finansie-

ra forskning där de inte har kontroll över prioriteringsprocessen.

Utanför statens kontroll

Än mer genomgripande konsekvenser för forskningssystemet hade inrättandet av ett antal från staten fristående forskningsstiftelser, uppbyggda på det finansiella arvet efter de s.k. löntagarfonderna. Stora belopp – ett tiotal miljarder som genom lyckosam förvaltning snabbt förmerats – tillfördes stiftelserna som kapital. De största avsättningarna gjordes till en stiftelse för strategisk forskning inom naturvetenskap, teknik och medicin, en stiftelse för strategisk miljöforskning och en stiftelse för samhällsvetenskap och humaniora (som inkorporerats i Riksbankens Jubileumsfond).

Inrättandet av stiftelserna utgör ett slående exempel på hur forskningspolitiken i många avseenden är underordnad den allmänna politiken och hur den kan bli dess städgumma.

Löntagarfonderna hade präglat den politiska debatten i Sverige sedan mitten av 1970-talet. När den borgerliga regeringen tillträdde 1991 gick den omedelbart till verket för att avskaffa dem. Fonderna hade skapats genom avgifter från företagen men pengarna kunde av flera skäl inte återföras dit. Den borgerliga regeringen ville dessutom disponera medlen så att fonderna inte kunde återskapas vid ett regeringsskifte. Lösningen blev att pengarna placerades hos från staten fristående, privaträttsligt organiserade stiftelser och att det i stiftelsernas statuter och på andra sätt betonades att medlen skulle användas för forskning för att stärka näringslivets konkurrenskraft, för att finna lösningar på miljöproblem etc. Det märkliga forskningspolitiska resultatet blev alltså att staten tillförde forskningen stora resurser, öronmärkte dem för vissa angivna ändamål och därefter avsåg sig allt vidare inflytande över medlens användning och framtida prioriteringar. Den socialdemokratiska regeringen som tillträdde 1994 kunde inte återge staten full kontroll över stiftelserna. Regeringen återfick dock rätten att tillsätta stiftelsernas styrelser.

Forskningsguld har också sitt pris

Både EU-engagemanget och forskningsstiftelserna innebar alltså en ökad betoning av tillämpningsnära och i förhållande till universitetssystemet externt finansierad forskning. Därtill kom betydande maktförskjutningar bland de forskningsfinansierande aktörerna. Naturvetenskapliga forskningsrådet och NUTEK fick se sina dominerande positioner ifrågasatta. Riksbanksfondens styrkeposition i förhållande till det Humanistisk-samhällsvetenskapliga forskningsrådet accentuerades ytterligare. Naturvårdsverket, med betydande FoU-resurser, fick se en finansiellt väl så stark stiftelse dyka upp vid sin sida. Såväl forskningspolitiskt som administrativt uppstod en rad anpassningsproblem. Ökade transaktionskostnader på alla nivåer, nya finansieringsförutsättningar på universitets- och forskargruppernivå, behov av omprioriteringar och positionsförskjutningar, ökad friktion och revirbevakning och viss allmän osäkerhet i systemet blev priset för resurstillskotten.

Till detta kom under första hälften av 1990-talet en svår ekonomisk kris. När saneringen av statens finanser inleddes kunde inte det statliga FoU-systemet undantas. De stora tillskott som gjorts via

stiftelserna – som alltså låg oåtkomliga utanför statsbudgeten – gjorde det politiskt omöjligt att skydda det statliga FoU-anslagen. Neddragningar gjordes för både fakulteter, forskningsråd och sektorsorgan. Den mest drastiska träffade Naturvårdsverket som med hänvisning till den miljöstrategiska stiftelsens resurser fick se hela sitt FoU-anslag försvinna. Det blev alltså tydligt att budgetsaneringen kunde användas i den forskningspolitiska kampen om forskningsstiftelserna och deras prioriteringar.

Något nytt behövs

Det blev nu alltmer uppenbart att hela det statliga systemet för forskningsfinansiering behövde ses över.

En offentlig utredning med den talande titeln "Forskning och pengar" lades fram 1996 men skapade ingen grund för reformer av något slag. När ett nytt försök gjordes 1997 hade argumenteringen från 1980-talet återuppväckts. En högljudd, om än inte omfattande, principiell argumentering mot sektorsforskningen som sådan inleddes. Forskarprofessionens krav på autonomi drevs så långt att en fullständig autonomi – över hela fältet – gjordes till nära nog en förutsättning för det demokratiska samhällets fortlevnad.

För att bilden av opinionen inte skall bli ensidig bör påpekas att från universitetshåll också kom stark, men kanske något mindre principiell, kritik mot den drastiska neddragningen av de statliga anslagen till miljöforskningen.

Resultatet denna gång blev en frontalattack mot sektorsforskningen. Utredningen "Forskning 2000" föreslog hösten 1998 att själva sektorsforskningsprincipen skulle överges och att de stora sektorsforskningsanslagen skulle överföras till disciplinorienterade universitetsstyrda forskningsråd. Regering och myndigheter skulle ha möjligheter att ge forskningsuppdrag där målet var klart definierat men all annan forskning skulle vara entydigt forskarinitierad och forskarstyrd. I botten låg naturligtvis en strävan att maximera de resurser som låg under forskningsrådets och fakulteternas kontroll och därmed en gång för alla hyfsa (rette opp red. anm.) balansen mellan "sektorsforskning" och "grundforskning". Regeringen kunde våren 1999 inte ge något svar på frågan om hur det statliga finansieringssystemet skulle se ut för att kunna samspela med de stiftelser som vid detta laget var i full sving och etablerat sig som



Hva blir Bjørn Rosengren og næringsdepartementets forskningspolitikk? (foto: Scanpix).

starkt styrande aktörer i systemet. Spänningen inom regeringen manifesterades tydligt när både utbildningsministern och näringsministern tillsatte varsin utredning för att bereda frågan vidare.

I skrivande stund (februari 2000) ser det dock ut som om sektorsforskningen skulle överleva även Forskning 2000:s attack. Möjligheten tycks också skymta att Sverige får en innovationspolitik värd namnet. Även om ett nytt system kan befaras ha en del brister är det nödvändigt för den forskningspolitiska trovärdigheten att ett beslut tas. Osäkerhet och turbulens måste avlösas av ökad stabilitet och förnyade möjligheter till en utveckling utan förlamande och destruktiva revirstrider.

Vidgad och förnyad bas

1990-talet har också sett flera betydelsefulla förändringar inom universitetsväsendet, som fortfarande är den centrala forskningsutförande resursen.

Under främst decenniets första del fortsattes den decentralisering av beslutsmakt och ansvar till universiteten från regeringsnivån som tidigare inletts. När universitetens självständighet och ansvar ökade vid inrättandet och tillsättningen av professorer uppfattades detta på sina håll som en statussänkning och särskilda regelverk för att öka andelen kvinnliga professorer var inte heller okontroversiellt. Av större betydelse för framtiden är dock den

fortsettelse på side 21

Høy kunnskap, men moderate forventninger til vitenskap og teknologi

Nordmenn er blant de mest kunnskapsrike i verden, men forventer seg mindre av den teknologiske utviklingen i framtiden enn andre nasjoner. Befolkningen gir uttrykk for nyanserte holdninger til teknologi og vitenskap, som ikke gir forskere blankofullmakt.

I 1999 gjennomførte NIFU og Senter for teknologi, innovasjon og kultur (TIK) en survey-undersøkelse om nordmenns holdninger til, kunnskap om og interesse for vitenskap og teknologi (se ramme). Her benyttet vi i utstrakt grad spørsmål fra nært beslektede undersøkelser internasjonalt, slik at resultatene gir grunnlag for å vurdere hvordan nordmenns forhold til vitenskap og teknologi skiller seg fra andre nasjoner. I dette bildet framstår nordmenn med en karakteristisk nasjonal profil: vi har mer kunnskap enn de fleste, men har samtidig mer forbeholdne forventninger til hva vitenskap og teknologi vil bringe av fordeler og ulemper i framtiden.

Kunnskap og forventninger

Fig 1 viser her at: (1) Norge er den nasjonen som skårer høyest på sammenlignbare internasjonale undersøkelser av befolkningens kunnskaper omkring natur og teknologi som er foretatt på 90-tallet. (2) Nordmenn er relativt mer reserverte til sider ved den teknologiske utviklingen sammenlignet med andre nasjoner – i

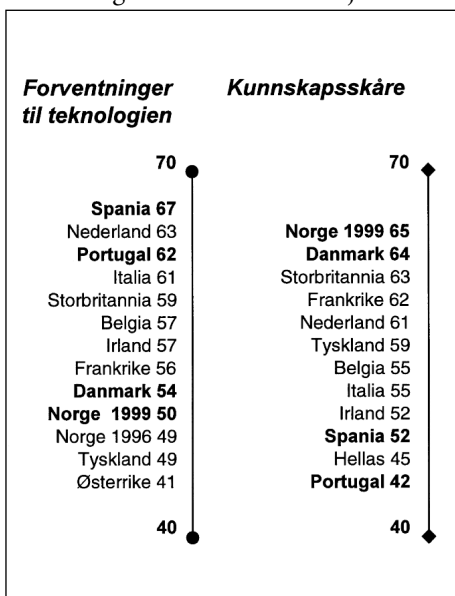


Fig. 1 Forventnings- og kunnskapsindekser

Fakta om undersøkelsen

Undersøkelsen inngikk i Statistisk sentralbyrås omnibus 1/1999 og ble gjennomført av NIFU og TIK på oppdrag av Forskningsrådet. 1260 personlige intervjuer ble foretatt basert på et representativt utvalg av den norske befolkningen i alderen 16-79 år, 64 prosent svarte.

Spørsmålene i undersøkelsen er i stor grad basert på tilsvarende internasjonale undersøkelser for å oppnå sammenlignbare resultater. Det er tidligere gjennomført undersøkelser om nordmenns forhold til bioteknologi, men det er første gang en slik omfattende undersøkelse er gjennomført i Norge for vitenskap og teknologi generelt.

Et av spørsmålene lød slik "Kan du si meg om tror du at utviklingen innenfor data- og informasjonsteknologi vil forbedre måten vi lever på de neste 20 årene, om den ikke vil få noen virkning eller om denne vil gjøre tingene verre?"

21 spørsmål ble brukt for å måle nordmenns kunnskap om natur og teknologi. De fleste var faktapregede, men undersøkelsen inneholdt dessuten spørsmål som målte grunnleggende forståelse for sannsynlighet og forsøksmetode. Flere resultater fra undersøkelsen er publisert i rapporten *Det norske forsknings- og innovasjonssystemet – statistikk og indikatorer 1999*, Oslo: Norges forskningsråd, 1999.

Europa og USA. (3) Forventningene er i betydelig grad avhengig av kunnskap. De mest kunnskapsrike har de høyeste forventningene til teknologien generelt de neste 20 årene. Bildet blir imidlertid mer nyansert når vi ser nærmere på folks forhold til enkeltteknologier:

Forventninger til ulike teknologier

Fig 2 viser at: (1) Nordmenn har høy skepsis til bio-/genteknologi. 39 prosent mener at denne vil gjøre tingene verre de neste 20 årene. Det norske gjennomsnittet for samtlige teknologier er 14 prosent. For denne teknologien er det gruppen med midlere kunnskapsnivå som har de høyeste forventningene. Til forskjell fra de øvrige teknologier har den mest kunnskapsrike gruppen her lavere forventninger enn de som skårer noe lavere på kunnskapsspørsmålene. (2) Forventningene til "myke" teknologier som solenergi, telekommunikasjon og informasjonsteknologi er overveiende positive. (3) Kvinner har generelt lavere forventninger til ny teknologi enn menn, mens ungdom har høyere forventninger enn eldre. Pensjonistene

har lavest forventning til IT/datautviklingen. 25 prosent av personene over 66 år sa at denne teknologien ville gjøre tingene verre de neste 20 årene. Gruppen med lavest formell utdanning var også overrepresentert blant dem med de laveste forventningene til IT. Det siste er ikke tilfellet for dem med de laveste forventningene til bio- og genteknologi.

Det er en vanlig oppfatning at det er en nær sammenheng mellom høy kunnskap om og positive forventninger til vitenskap og teknologi. Bedre informasjon og mer kunnskap antas å redusere den uvitenhet som gir grobunn for frykt og skepsis til den vitenskapelige og teknologiske utviklingen. Resultatene fra vår undersøkelse nyanserer denne antagelsen. Generelt er holdningene blant de unge og de med høyest utdanning og kunnskap gjennomgående mer positive enn blant eldre og mindre kunnskapsrike. Men det internasjonale makrobildet viser derimot at de mest kunnskapsrike nasjonene samtidig også er blant de mest forbeholdne, slik Norge er det beste eksempel på.

Er dette uttrykk for nasjonale kulturelle

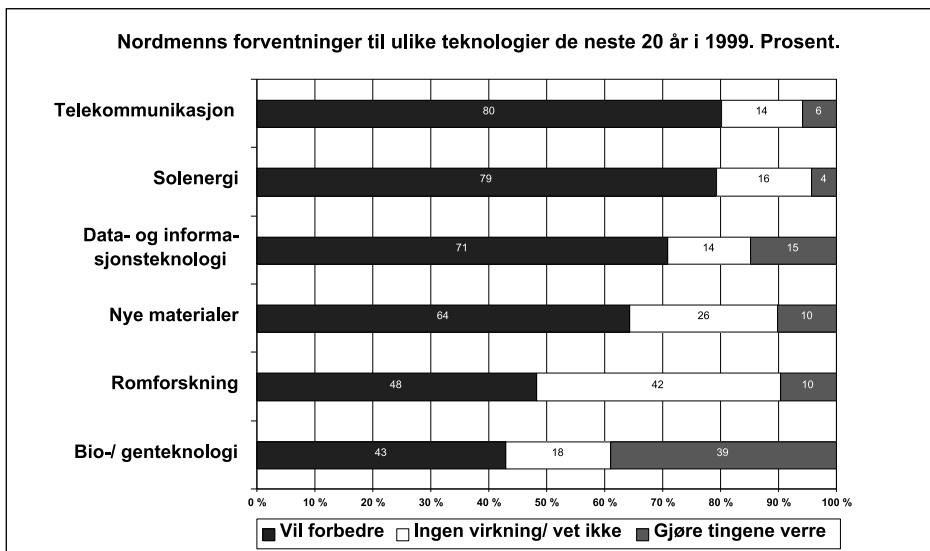


Fig. 2 Forventninger til enkeltteknologier

og politiske særtrekk, eller for at landene med høyeste utdannings- og kunnskapsnivå er kommet lenger i overgangen fra "moderne" til "sen-moderne" samfunn, slik sosiologer som Ulrich Beck og Anthony Giddens beskriver den? Deres tese underbygger en hypotese om at folks forhold til vitenskap og teknologi blir mer aktivt og kritisk med større bevissthet om at den vitenskapelige og teknologiske utvikling er verdimelessig tvetydig og betinget av sosiale rammer og politiske valg. At folks holdninger til vitenskap og teknologi er forholdsvis differensierte, ser vi av den store variasjonen i nordmenns holdninger til ulike teknologier. Våre resultater viser, som tilsvarende resultater fra liknende undersøkelser, et stort spenn fra overveiende positive holdninger til teknologier som solenergi og IKT, til markant skepsis til bio-/genteknologi.

Bio-/genteknologi spesielt skiller seg dessuten ut fra andre teknologier ved at de med mest kunnskap i noen grad er mer skeptiske enn de med mindre kunnskap. Også dette bekrefter resultater fra tidligere undersøkelser av nordmenns syn på bioteknologi. Disse viser også at folk i betydelig grad skiller mellom ulike anvendelser av bio-/genteknologi og stiller seg vesentlig mer positive til for eksempel medisinske anvendelser av bio-/genteknologi enn til produksjon av mat. Vi ser også en tendens til at gruppen som svarer "vet ikke" blir mindre med økende kunnskapsnivå. Alt dette forsterker inntrykket av at holdningene til vitenskap og teknologi blant folk flest i betydelig grad er differensierte - og dette vil i økende grad være tilfellet, ifølge hypotesene om hva overgangen til det "sen-moderne" sam-

funn innebærer.

Samtidig er det grunn til å bemerke til det makrobildet som våre resultater gir av nordmenn som mer forbeholdne i sine holdninger til vitenskap og teknologi enn andre nasjoner, at dette framkommer innenfor et internasjonalt totalbilde preget av overveiende positive forventninger til vitenskap og teknologi. Våre resultater gir således neppe dekning for påstander om at generelle anti-vitenskapelige og -teknologiske holdninger preger nordmenns forhold til forskning; det er mer nærliggende å karakterisere dem som positive, men differensierte.

Betinget tillit

Dette kan også indikere at det er viktige holdningsfaktorer som ikke fanges opp av spørsmål som knyttes til generelle kategorier som "forskning", "vitenskap" og "teknologi" generelt - eller til hele enkeltteknologier sett under ett - og som synes å underforstå at det bare er én måte å drive vitenskap og teknologiutvikling på. Holdninger kan imidlertid i stor grad være betinget av og knyttet til måten som vitenskaper, teknologier og forskning praktiseres på, til de institusjonelle rammer av etisk, politisk og annen art som vitenskap og teknologi forvaltes og utvikles innenfor.

For å kunne fange opp noen holdningsfaktorer av denne art, benyttet vi enkelte nye spørsmål om forskningens stilling og rolle som ikke er standardspørsmål i tilsvarende internasjonale undersøkelser. Det ga indikasjoner på at det er betydelig årvåkenhet i forhold til hvordan forskning praktiseres, hvordan vitenskapelige resultater og teknologiske nyvinninger anvendes og balanseres i forhold til andre

hensyn. Funnene kan sammenfattes slik:

Det er ingen blind tillit til forskningens uavhengighet og nøytralitet. Hele 41 prosent tror at forskere blir påvirket av dem som betaler for den forskningen de utfører, mens 39 prosent stort sett har tillit til at forskere ikke lar seg påvirke.

De aller fleste - 76 prosent - er helt eller delvis enige i at verdier og holdninger bør spille minst like stor rolle for politiske beslutninger som forskningsbasert kunnskap, mens kun sju prosent helt eller delvis deler det syn at "forskning gir det beste grunnlag for politiske beslutninger". På et annet spørsmål sa 76 prosent seg (helt eller delvis) enig og 13 prosent uenig i at "forskere har kunnskap som gir dem en farlig makt". 70 prosent var enig, og kun 16 prosent var uenig i at "vi legger for mye vekt på vitenskap og for liten vekt på tro og følelser".

Et stort flertall på 81 prosent støtter føre-var-prinsippet, ved å si seg enig i at en bør være tilbakeholden med å tillate bruken av nye og ukjente teknologier når det er tvil om hvilke konsekvenser dette kan ha for menneske og miljø.

Ingen blankofullmakt

Det litt bredere bildet av folks holdninger og forventninger som undersøkelsens resultater tegner et omriss av, kan derfor være dette: Folk ser forskning, vitenskap og teknologi som altoverveiende positive faktorer i samfunnsutviklingen. Men dette gir ikke forskningen noen blankofullmakt til fritt å forfølge enhver interessant mulighet til vitenskapelig nyvinning og teknologisk innovasjon, uansett på hvilken måte det skjer og hvor det måtte føre hen. Forskningens utvikling og praksis rommer en del særskilte og mer problematiske enkeltområder og -spørsmål som må håndteres slik at mange ulike hensyn utenfor og innenfor forskningen selv blir balansert på en tillitvekkende måte. Når overveiende positive forventninger til forskning, vitenskap og teknologi kan gå sammen med ambivalens og markert skepsis til enkelte sider ved forskningens praksis eller ved de institusjonelle strukturer den skjer innenfor, så kan det indikere at folks holdninger i betydelig grad er betinget av tillit til at virksomheten skjer innenfor betryggende normative og institusjonelle rammer.

Egil Kallerud og Inge Ramberg er forskere ved NIFU. Torben Hviid Nielsen er professor ved TIK/ Universitetet i Oslo.

Finn Overvik

Forurensningstilsynets opphav

I 1974 ble Statens Forurensningstilsyn (SFT) etablert etter en lengre stridighet om organisasjonsform. Bak opprettelsen lå årelange kontroverser mellom ulike ekspertgrupper, deres institusjoner og ulike fortolkninger av natur og kultur. Denne artikkelen belyser hvilke endringer og utviklingslinjer etableringen av SFT skjedde i lys av.

På 1950-tallet var industrien på fremmarsj. Vannforurensning var et ufarlig fenomen for folk flest. For politikerne var det viktigste at ingeniørene, sosialøkonomene og legene bygget veier, industri og et offentlig helseapparat for å skape et sunt, funksjonelt og levedyktig industri-samfunn. Dette var tiden for de «store sannheter» om det vestlige samfunnets utvikling mot utopia. Vitenskapen og ekspertene var garantister for en utvikling mot et bedre samfunn.

Algene i vannet og ekspertenes rolle

På 1950-tallet ble det påvist en viktig forbindelse mellom industriens og spesielt kommunenes kloakkavløp og forurensningen i vann og innsjøer. En av de anerkjente naturforskerne ved Universitetet i Oslo, marinbiologen Trygve Braarud, oppdaget at det var en betydelig vekst av alger som utgjorde den alvorligste forurensningen i vannforekomstene. Den nye sammenhengen mellom kloakkutslippene og algeveksten i vannet kom til å gjøre vannforurensningen til et samfunnsproblem på linje med helse, omsorg og sikkerhet. I 1958 la den nye erkjennelsen grunnlaget for dannelsen av Norsk institutt for vannforskning (NIVA).

Da NIVA ble dannet, var det ikke bare et gradvis nytt bilde av naturen og vannet som ble presentert, det ble også gjort betydelige strategiske overveielser for å få innpasset det nye bildet av forurensningen inn i den modernistiske tankegangen som preget norsk statsadministrasjon. Forestillingen som noen av den tidens mest fremtredende marinbiologer, hygienikere og ingeniører bar på, var at forurensningen måtte «temmes» og «bestemmes» slik som økonomien, menneskekroppen og sinnet ble regulert og kontrollert. Dette var en forestilling om naturen som passet godt inn i sosialøkonomenes og ingeniørenes bilde av det funksjonelle

og velregulerte menneskesamfunnet. Det forurensede vannet var et problem det gikk an å få kontroll over slik at det ikke hindret moderniseringen av samfunnet.

På 1960-tallet ble NIVA den sentrale «regulator» av vannet. Tiåret var samtidig et uttrykk for maktesløsheten fra myndighetenes side. De manglet relevant ekspertise og hadde store problemer med å håndtere vannforurensningen. At NIVA sto som et symbol på myndighetenes avmakt overfor forurensningen, var ikke så rart. Instituttet hadde helt siden slutten av 1950-tallet vandret mellom det rent vitenskapelige og det politiske. På den ene side, i bestrebelsene for å etablere instituttet og i utviklingen av forskningsprosjektene, presenterte NIVA sin kunnskap som «vitenskapelig» og «sann». På den annen side måtte det hele tiden, med henvisning til viktigheten av fortsatt samfunnsutvikling og progresjon, argumentere og forklare at deres egen kunnskap var den eneste «rette». Slik sett var NIVA like mye en politisk aktør, som en nøytral og tilbaketrukket kunnskapsleverandør for forvaltningen. I et slikt perspektiv var forskningsvirksomheten av en svært heterogen karakter. Den innbefattet elementer fra både kultur- og natursiden.

Forskning som legitimerende kraft

NIVA satte med sin forskning og kunnskap vannforurensningen på den politiske dagsorden. I løpet av 1960-tallet skjedde noe av det samme i forhold til luftforurensningen og de problemene den skapte. Vi fikk i 1961 et røykskaderåd under Industridepartementet som skulle prøve å bringe noe av luftforurensningen under kontroll. Mens det var algene som ga oppmerksomhet til vannforurensningen, var det utslippet av fluor, forgiftede kyr og en falmet natur i Årdal som ga størst oppmerksomhet om luftforurensningen. Det var denne irregulareteten i forholdet



Marinbiologen Trygve Braarud (bildet) reiste spørsmålet om praktisk rettet miljøforskning i 1955 og dir. Robert Major i NTNF satte ideen ut i livet.

mellom natur og kultur som Røykskaderådet skulle prøve å bringe i balanse på vegne av samfunnet. På begynnelsen av 1960-tallet var Røykskaderådet uten noen særlig autoritet og fikk ikke utrettet stort. I statsadministrasjonen ble industrivekst fortsatt sett på som det viktigste. I en tid da Norge satset sterkt på eksportrettede tiltak for å møte den internasjonale utviklingen for industrien, var det viktigste at Røykskaderådet klarte å få forurensningen under kontroll på en effektiv måte. I realiteten godtok derfor ikke Industridepartementet utsettelse i konseksjonsbehandlingen fra Røykskaderådet. Statsadministrasjonens forståelse av forurensningen var, som vi skjønner, preget av økonomenes og ingeniørenes syn på naturen. Forurensningen ble betraktet som et effektivitetsproblem for industrien. Dette krysspresset taklet ikke Røykskaderådet. Luftforurensningene økte proporsjonalt med rådets maktesløshet overfor den faktiske forurensningssi-



Luftforurensningen ble ikke tatt alvorlig før mot slutten av 60-tallet. Industrivekst sto i fremste rekke for myndighetene. Langtransportert luftforurensning er fortsatt et problem (foto: Scanpix).

tuasjonen. På midten av 1960-tallet førte dette til at rådet måtte få hjelp av NTNF. Det ledet frem til dannelsen av Norsk institutt for luftforskning (NILU) i 1969. Det nye instituttet kom i første rekke til å konsentrere seg om industriens problemer med å fjerne forurensning. Dette var naturlig når vi tenker på den sentrale rollen industrien hadde hatt i samfunnsliv og økonomi det siste tiåret. Industriens glansbilde måtte ikke ødelegges. Nå skulle bivirkninger av utviklingen holdes under kontroll ved hjelp av kunnskap om forurensning.

Som jeg allerede har nevnt hersket det fra starten av 1960-tallet stor usikkerhet om hvordan Røykskaderådet ville greie seg som myndighetsorgan overfor industrien. Dette snudde gradvis med dannelsen av NILU. Det ser ut til at dannelsen av det nye forskningsinstituttet virket legitimerende for Røykskaderådet. Med vitenskapeliggjøringen av luftforurensningen fikk også Røykskaderådet bygd opp et større ekspertapparat med ingeniører, virksomheten ble mer omfattende og rådets rolle mer akseptert i industrien. Vitenskapeliggjøringen symboliserte «faglighet», noe som ble høyt verdsatt i Karl Evangs visjoner for helse-Norge og i Erik Brofoss' ambisjoner for sosialøkonomien som politisk støttedisiplin. Røykskaderådets virksomhet ble samfunnsmessig viktig.

SFT mellom natur og kultur

På begynnelsen av 1970-tallet var det klart for et større statlig inngrep i forhold

til forurensningsproblematikken. Under reorganiseringen av forurensningsadministrasjonen, ble imidlertid den tidligere tvilen og usikkerheten som Røykskaderådet hadde vært preget av, transformert til en viss frykt for at det nye Miljøverndepartementet ville gjøre mer bruk av det oppvoksende forskningsmiljøet enn av etatenes ingeniørpregede ekspertise. På begynnelsen av 1970-tallet så Røykskaderådet en viss fare for at de selv og vann- og avløpskontoret kunne bli eliminert som ekspertorganer til fordel for NIVA og NILU.

Til en viss grad var nok også dette riktig. Selv om Miljøverndepartementet til dels var sterkt opptatt av å regulere direkte via staten, var det ikke gitt at Røykskaderådet og Statens vann- og avløpskontor skulle ha en dominerende rolle i denne politikken. I tråd med det sene 1960-tallets diskusjoner om «trivsel» og de tidlige 70-årenes planleggingsoptimisme, var arealplanleggingen et viktig verktøy for det nye Miljøverndepartementet. Denne form for planlegging skulle bidra til å realisere miljøhensyn side om side med et levedyktig og fortsatt vekstkraftig industrisamfunn. For å kunne realisere denne visjonen lente Miljøverndepartementet seg tungt mot de vitenskapelige miljøenes «objektive» og «sanne» kunnskap. På samme tid ble rensing ved hjelp av tekniske installasjoner og ingeniørkunnskap sett på som politisk viktig. Overfor opinionen var det påtrengende å vise at man kunne gjøre noe med forurensningsproblemene.

Mer enn et teknisk problem

I denne situasjonen var Miljøverndepartementet avhengig av at Røykskaderådet og Statens vann- og avløpskontor kunne gjøre en jobb. Avfallet fra industrien og de kommunale kloakkutslippene utgjorde både en visuell og luftmessig forurensning. Denne nye erkjennelsen av forurensningens mer ubehagelige sider var i ferd med å avdekke myten om det «gyldne» tiåret da alt gikk fremover. Miljøverndepartementet var derfor opptatt av å prøve å håndtere forurensningsproblemene innenfor de gitte fysiske rammene, og for det andre så departementet på miljøproblemene som en trivselsdempende faktor. Naturen var ikke lenger bare et skattkammer for økonomisk vekst, men også et arsenal for rekreasjon og trivsel. I den sammenheng ble ikke forurensningene bare fortolket som et teknisk problem, men også som et strukturelt problem som berørte samfunnets livsgrunnlag og den menneskelige velvære.

Det var en ny måte å tenke om forurensningens tilstedeværelse på. Det var ikke lenger bare medisinerne, biologene eller ingeniørene som hadde svar på tidens problemer. På 1970-tallet ble dessuten arkitektene og samfunnsforskerne leverandører av kunnskap og perspektiver for hvordan samfunnet og staten skulle forholde seg til naturen og miljøproblematikken. Det var gjennom denne avveiningen mellom «nye» og «gamle» fortolkninger at SFT ble etablert. Det nye tilsynet skulle, om vi ser litt større på det, korrigere og holde forholdet mellom natur og kultur under kontroll.

Etableringen av SFT viste også hvilke nye perspektiver som var kommet til, og hvilke fagfolk som målbar disse. Samtidig var etableringen et uttrykk for den institusjonelle stabiliteten som nå var oppnådd mellom forskning, statlig ekspertstyring og departementalt og politisk ansvar.

Finn Overvik er historiker. Artikkelen bygger på hovedoppgaven: Forskning, forurensning og forvaltning. Bakgrunnen for dannelsen av Statens Forurensningstilsyn i 1974 (NTNU 1999).

Knut Fægri

Norge - en sinke i Norden?

Forleden dag havnet siste utgave av *Det norske forsknings- og innovasjonssystemet – statistikk og indikatorer* i min posthylle med vennlig hilsen fra Norges forskningsråd. Det var en solid sak med et vell av informasjon som det neppe er mulig for den vanlige, utøvende forsker å få oversikt over. Del 4 tar for seg *Resultater av forskning og innovasjonsvirksomhet*, og i 4.1 drøftes norsk forskningsproduktivitet på bakgrunn av bibliometriske studier. Et av avsnittene i denne delen bærer tittelen *Mindre vitenskapelig publisering i Norge enn i Norden for øvrig*. Dette er bl.a. basert på sammenligning av vitenskapelige artikler per capita i de nordiske land. Som forsker stusser man litt over denne parametriseringen — bygger den kanskje på en antakelse om at andre faktorer som influerer publisering, samvarierer med folketallet?

En forutsetning for at dette skal holde, er at forskningssystemet i de nordiske landene ser noenlunde likt ut, men det er et vesentlig poeng med dagens debatt at det gjør det slett ikke, jf. den sterke satsingen på forskning i Sverige og Finland. Det er derfor nærliggende å se på en del andre data som vi kan plukke ut fra tabelldelen av dette verket. *Tabell A.5.3* gir totale FoU-utgifter per capita for OECD-land (faste 1999-priser, NOK), *tabell A.5.11* gir bl.a. totale FoU-årsverk per tusen capita for de nordiske land (1997), mens *tabell A.9.5* gir publiserte artikler i alle fag per million capita for diverse land. Vi kan samle disse tallene i en tabell for de nordiske land:

f95 og f97 er forskningsfinansieringen for hhv. 1995 og 1997, p97 er FoU-årsverk i 1997, og a98 er publiserte artikler for 1998, alt gitt i de enhetene som er referert over. Ved å dividere a98 med tallene

	f95	f97	p97	a98
DK	3506	3967	6.0	1403
FI	3602	4629	8.0	1283
NO	3230	3496	5.6	1073
SE	5327	5977	7.4	1612

i de foregående kolonnene kan man få ut et forhold mellom resultat og innsatsfaktorer. Dette gir:

	a98/f95	a98/f97	a98/p97
DK	0.400	0.354	234
FI	0.356	0.277	160
NO	0.332	0.306	192
SE	0.303	0.270	218

Tallene i de to første kolonnene gir oss artikler per investert forskningsmillion, den siste kolonnen gir artikler per tusen FoU-årsverk. Jeg har tatt med finansieringen både for 1995 og 97 fordi det erfaringsmessig tar en stund før ressursendringer slår ut i resultatstatistikken.

For innbyrdes plassering slår dette hovedsakelig ut for Finland, som neppe har fått uttelling i 1998 for den økte investeringen fra 1997. (Bruker man middelverdien av finansieringen for 95 og 97 i Finland, får man 0.312.)

Ut fra disse tallene kunne en være fristet til å trekke følgende konklusjoner:

- * Norges desiderte jumboplass i Norden er kanskje ikke så klar allikevel.
- * Norge ligger midt i feltet når det gjelder å få publikasjoner ut av bevilgede midler.
- * Norge er heller ikke dårligst når det gjelder å utnytte personalressursene.

Det skal man være forsiktig med, statistikk er altfor grov til det. Mitt poeng er bare at forskning avhenger av innsatsfaktorer, som selv i Norden ikke følger folketallet. Derfor er ikke nødvendigvis per capita data et godt sammenligningsgrunnlag på tvers av nasjonene. Her, som på andre områder, gjelder det at en stort sett får det en betaler for. Bibliometriske undersøkelser av denne typen må ses i sammenheng med de ytre, reelle føringer, ellers blir det lett et nytt bidrag til "lies, damn lies, and statistics".

Og ennå har vi ikke sagt noe om forskningens kvalitet!

Knut Fægri er professor i teoretisk kjemi ved Universitetet i Oslo.

Ikke så enkelt

Vi kan være enige om at forholdet mellom resultater av FoU og innsatsfaktorer ikke er lett å måle. Men at landenes samlede innsats målt ved FoU-utgifter og utførte FoU-årsverk i relasjon til publisering i internasjonale tidsskrifter gir et bedre mål enn per innbygger er neppe tilfellet. Som Fægri selv peker på er forskningssystemet i Sverige og Finland forskjellig fra Norges og nettopp derfor leder Fægri's tall galt av sted. Rapporten viser at 75 prosent og 66 prosent av den samlede FoU-aktiviteten i Sverige og Finland blir utført i foretakssektoren (næringslivet og institutter som betjener næringslivet) (*Tabell A.5.4*), mens Norges andel i denne sektoren utgjør 56 prosent. Hovedtyngden i denne sektoren er utviklingsarbeid (77 prosent). Resultatet av dette utviklingsarbeidet er ikke vitenskapelige artikler, men snarere forbedring av prosesser og produkter i tråd med OECDs Frascati-manuals definisjon av U'en i FoU. Skal vi derfor prøve å tilnærme oss et produktivitetsmål på et overordnet nivå, bør vi holde denne sektoren utenfor. Med offentlig sektor og universitets- og høyskolesektoren – eller bare sistnevnte sektor som grunnlag for beregningene, blir Norge fortsatt liggende i bunn: Norge produserer færre artikler per årsverk utført av vitenskapelig/faglig personale og bruker flere forskningskroner per artikkel enn både Sverige, Finland og Danmark. Når slike beregninger ikke er gjort i rapporten, skyldes dette at fagfelt er viktig i relasjon til publisering. Noen fag er mer anvendte, andre mer grunnforskningsorienterte. Tas slike forhold i betraktning, blir bildet mer nyansert, men dette krever langt mer detaljer enn en slik rapport kan gå inn på.

Kirsten Wille Maus

Wille Maus er redaktør av «Det norske forsknings- og innovasjonssystemet – statistikk» og indikatorer og leder for seksjonen for FoU-statistikk og ressursanalyse ved NIFU.

Redaksjonen beklager

Ulf Torgersens omtale av Nils Johan Laviks bok: *Rasismens intellektuelle røtter: rase, psykiatri og vitenskap - et historisk perspektiv*, ble dessverre trykket i en kortversjon i *F.pol.* 4/99. Dette skyldes en inkurie i redaksjonen.

Hans Skoie (red.)

Kristin Clemet

Hvor er forskningen?

Under overskriften "Hvor er industrien?" avlegger Hans Skoie næringslivet en uventet visitt i siste nummer av Forskningspolitikk.

Det forskningspolitiske engasjementet fra industriens side er "beskjedent og som regel preget av liten oversikt", ifølge Skoie. Dessuten er industrien "preget av et syn som tenderer å mene at hele vår FoU-innsats bør sees i et næringspolitisk perspektiv". Videre hører Skoie "ytterst lite" fra NHO om forskning. "Hvor er industrien?" spør Skoie. Et mer relevant spørsmål er "hvor er forskningen?"

Faktum er nemlig at næringslivet er en nesten like stor FoU-aktør som universiteter, høyskoler og forskningsinstitutter til sammen (selv om arbeidslivet naturlig nok fokuserer mest på Uen). Dessuten er næringslivets andel av FoU økende, fra ca. 30% i 1980 til vel 50% i dag. Men det er allikevel slik at næringslivets andel av forskningen er mindre enn i andre land; hele mindreforbruket av FoU i Norge i forhold til OECD-snitt (ca. 5 mrd) skyldes for lite FoU i bedriftene.

Dette er vi i NHO opptatt av. Så opptatt er vi av det, at vi har satt økt satsing på FoU øverst på vår næringspolitiske dagsorden og følger tett opp Hervik-utvalget, som skal se på næringslivets FoU. Så opptatt er vi av det, at vi umiddelbart etter at Forskningsmeldingen ble fremlagt, samlet sentrale forskningspolitiske aktører, hvor hovedbudskapet var at det viktigste nå var å skape enighet om å få Norge opp på OECD-snitt i FoU-satsing. Og så opptatt er vi av det, at vi også har opprettet et eget program, Forskning og innovasjon i næringslivet (FIIN), for å øke bedriftenes FoU-innsats. FIIN har bidratt til 800 nye bedrifter med FoU-virkosomhet i løpet av de siste to årene.

Nå kan man naturligvis ønske seg et mer aktivt forskningspolitisk engasjement fra bedriftenes side. Det gjør vi i NHO også, samtidig som vi mener at bedriftenes viktigste engasjement er aktiv bruk av sine kompetente medarbeidere i FoU-arbeid for å øke innovasjonsgraden. Skal Norge kunne møte de langsiktige velferdsutfordringene, er dette helt nødvendig. Vi kunne nok på vår side ønske at de to andre forskningsutførende sektorene tok denne problemstillingen litt mer inn-



Foto: Scanpix

over seg. Naturlig nok er NHO og næringslivet mest opptatt av forskningens betydning for verdiskaping. Det er da også helt sentralt – får vi ikke til verdiskaping, blir det lite å fordele til andre formål. Men naturligvis er vi ikke blinde for forskningens betydning på en rekke andre områder, som helse, miljø, velferd og kultur.

Til våren kommer Hervik-utvalgets innstilling, med tiltak for å øke næringslivets FoU. Mjøsutvalget om høyere utdanning som legges frem samtidig, vil måtte ta opp forholdet mellom forskning og undervisning, og spesielt universitetsforskningens plass. Jeg kan love at NHO vil være aktiv initiativtaker og debattant både i forhold til næringslivsforskningen og de bredere spørsmål, som forholdet mellom de forskningsutførende sektorene i Norge. Herunder blant annet Skoies interessante betydning om kobling mellom mer oppdragsforskning i høyere utdanning og nedtrapping på instituttsiden.

Kristin Clemet er viseadm. dir. i NHO.

De teknisk-industrielle instituttene ble i all hovedsak etablert for å betjene norsk industri. Tausbeten om instituttene i de senere år bør nå brytes. Forhåpentligvis vil også instillingen fra Hervik-utvalget invitere til det. Våre spalter står åpne. Hans Skoie (red.)

Svensk forskningspolitikk forts. fra side 15

reform som ger universitetslektorer med tillræckliga meriter rätt att bli professorer utan att de behöver konkurrera om en ledigbliven professur. En tveksam effekt kan vara att rörligheten bland akademiska lärare minskar. Betydelsefullare är dock att universiteten kan bli mindre bundna till sina professorer och mer inriktade att få en hög kvalitet på sina professorer. Rätt hanterat kan det underlätta för universiteten att förändra sin forskningsprofil – att avveckla föråldrade och utveckla nya specialiteter.

Expansion – eller splittring?

Den sannolikt mest framtidstunga forskningspolitiske förändringen i Sverige under 1990-talet berör dock de mindre och medelstora högskolorna.

Sedan länge har dessa högskolor strävat efter att bedriva forskning och få fasta statliga resurser härför. Den officiella doktrinen har varit entydig: fasta resurser för forskarutbildning skall endast disponeras av fakulteterna. Under tryck från regionala intressen i riksdagen har efterhand statens (och de etablerade universitetens) principiella motstånd luckrats upp. Vissa statliga medel har anvisats för temporärt stöd, uppbyggnad av forskningskompetens, forskningssamverkan och dylikt. Ett forskningspolitiskt genombrott skedde när regeringen 1995 tillkännagav att den gamla principen var mogen att överges. De mindre högskolorna skulle ges vissa fasta resurser för forskning. Därmed var andan ur flaskan och med regeringen som starkt pådrivande har utvecklingen accelererat snabbare än vad de flesta väntat sig: från den 1 juli 1999 har högskolorna i Karlstad, Växjö och Örebro status av universitet.

De mindre och medelstora högskolornas och de nya universitetens resurser för forskning är långt mindre och deras forskningsmiljöer i allmänhet långt skörare än de stora universitetens. De har dock höga ambitioner och kampen om forskningsresurserna kommer att fortsätta. Det är bäddat för ett spännande, men förhoppningsvis mindre tumultartat, forskningspolitiskt 00-tal.

Hans Landberg er historiker og tidligere hovedsekretær/ professor ved Forskningsrådsnämnden (FRN) i Stockholm.

Hans Skoie

Med Johs. Moe "På tidens skanser"

Professor Johannes Moe har med basis i den tekniske høyskolen i Trondheim publisert sine erindringer fra et langt liv innenfor forskning, teknologi og samfunnsliv. Boka gir med betydelig åpenhet og god dokumentasjon en meget interessant innsikt i den teknologiske verden de siste 30 år med Trondheim som utgangspunkt. I så måte har den likhetspunkter med Gunnar Randers' "Lysår".

Johannes Moe: *På tidens skanser*. Trondheim: Tapir forlag, 1999, 357 sider.

Johannes Moe vokste opp i Modalen i Sogn. Herfra forflyttet han seg på vanlig bygdeungdoms vis på femtitallet til NTH, hvor han fullførte siv.ing.-studiet med glans. Etter litt praksis i næringslivet og noen år med forskningsopphold i USA ble han i 1962 utnevnt til professor i skipsbygging ved NTH. Moe ble senere rektor og deretter SINTEF-direktør. Han fikk også mange verv på "den nasjonale scene" - bl.a. i NTNF, NFFR og Grøholtutvalget. Han ble flittig brukt som rådgiver og kommisjonsmedlem i forbindelse med store ulykker, deriblant Bravo-ulykken i Nordsjøen. I den senere del av sin karriere deltok han også i en rekke styre og rådsforsamlinger i næringslivet. Alt dette og mer til skildrer han i boka på en interessant og sjelden utilsørt måte. Her skal jeg hovedsakelig konsentrere meg om Moes omtale av den problematiske universitetsintegrasjonen i Trondheim, hans engasjement i olje- og petroleumssektoren og hans forskningspolitiske engasjement på nasjonalt nivå.

«Trettiårskrigen»

Moe kaller den langvarige kampen om utformingen av Universitetet i Trondheim for «Trettiårskrigen». Hans beskrivelse av debatten fra Kleppe-komiteen, som lanserte universitetsideen i 1960, til NTNU-vedtaket i Stortinget i 1995, gir god dekning for det. Moe ble valgt til rektor ved NTH i 1972 – "trolig det mest dramatiske karrierevalget i mitt liv", ifølge han selv. Valget var et produkt av den tilspissede konflikten om universitetsintegrasjonen. Forgjengeren, økonomen Gunnar Bøe, hadde pådratt seg NTH-flertallets store vrede i denne saken – han "gikk over til motparten", sier Moe i boka.

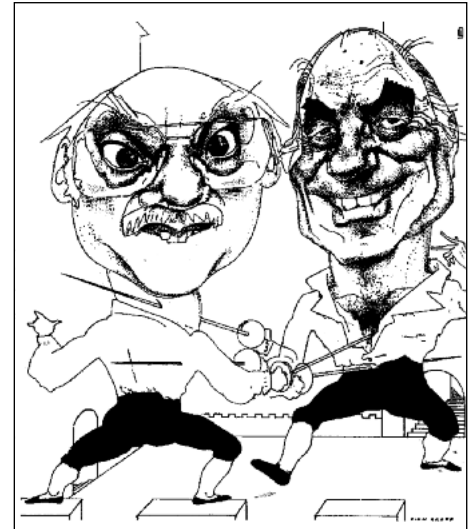
Moe var tilhenger av ett universitet,

men da basert på Kleppe-komiteens tanke om "å bygge videre på de bestående organisasjonsforhold med sikte på en gradvis utvikling av et større fellesskap". Departementet og ekspedisjonssjef Leif Wilhelmsen ønsket derimot å gå langt raskere fram. Moe anklager departementet for "å ha villedet Stortinget" ved å bagatellisere motstanden mot integrasjonen ved de to høyskolene. Etter hans skjønn var konflikten "i meget sterk grad preget av dyptpløyende meningsforskjeller om universitetets mål og midler". Dette forhold så vel som anvendelse av uortodokse metoder i kampens hete (eget uautorisert stortingsbesøk, bl.a.) og stridbare personer som Bøe, Olav Gjærvoll, Håkon Olsen og Leif Wilhelmsen, forklarer langt på vei konflikten intensitet. Moe mener også at mangel på enighet ved NTH i konflikten begynnelse virket kompliserende. For egen del tror jeg det også var uvant for NTH og sivilingeniørene at de ikke lenger sto så sterkt i det politiske omdømme som i den tidlige etterkrigstid. En ny virkelighet var i så måte i ferd med å vinne innpass, og denne var det vanskelig å forholde seg til. Men uansett er det overraskende at departementet og Stortinget lot en slik destruktiv "fusjonstiger" få herje så lenge – og til slutt lede til så lite.

SINTEF-leder

I 1976 forlot Moe rektorstolen for å påta seg oppgaven som adm.dir. i SINTEF etter den legendariske gründeren Karl Stenstadvold. Det ble 13 år som leder for landets største oppdragsinstitutt i en periode preget av omstilling og ekspansjon til nye felter - først og fremst olje og gass, men også medisinsk teknikk, polarforskning og romforskning m.v.

SINTEF var en løst sammenvevd organisasjon da Moe overtok ledelsen. Stenstadvold hadde sammenlignet den med tømmerstokker som driver nedover en elv. Finn Lied hadde ved en anledning



Rolf Skår og Johannes Moe i duell om instituttene - her i Finn Graffs strek.

omtalt den som "en stor organisasjon for små ting". Moe var åpenbart klar over at en sterk bedriftskultur med vekt på SINTEF-tilhørighet, og framgang for SINTEF "kunne lede til forsømt pleie av samhørigheten med søstermiljøene ved NTH" – en samhørighet som SINTEFs "suksess gjennom årene har vært uløselig knyttet til". Ekspansjonen som fulgte, ledet likevel til forandringer i det delikate forholdet til NTH, og Moe konstaterer at SINTEFs oppgaver ikke lenger primært er å være et redskap for å fremme NTHs interesse. «Vi var også blitt et viktig selvstendig nærings- og samfunnspolitisk redskap, sideordnet NTH.» At dette ikke har vært problemfritt, har vi flere indisier på. Her kunne nok Moe ha pløyd dypere – selv om vi får høre om SINTEF-personalets problematiske utbrudd fra NTHs lønnsgrep tidlig på 1980-tallet.

Moes skildring av oppgaven med å få "tømmerstokkene på plass" er interessant. Omstruktureringen gikk heller ikke smertefritt – og ved den viktige E-lab. takket både direktør og styreformann for seg i kampens hete. Også skildringen av fristil-

lingsprosessen etter Thulin-utvalget på 1980-tallet gir ny innsikt i en prosess som åpenbart var mer turbulent enn det som har vært kjent for de fleste. At den forsiktige NTNFDirektøren Gudmund Harlem opptrådte så selvstendig i forholdet til Industridepartementet i denne saken, var nok ukjent for mange. Men det forklarer en del av de komplikasjoner som senere fulgte.

Oljealderens begynnelse

Moe kom tidlig med i utbyggingen av undervisning og forskning innenfor petroleumsvirksomheten ved NTH. Han fikk også tidlig direkte kontakt med virksomheten i Nordsjøen. Allerede i 1970 kunne han trekke på sin kompetanse som «betongprofessor» – hans beregninger på et hotellrom en søndagskveld i Oslo ledet bl.a. til at Ekkofiskplattformen måtte rekonstrueres.

Han fikk også se det som gikk galt på nært hold – som medlem av flere offentlige kommisjoner – bl.a. etter Bravoulykken og i forbindelse med de økonomiske overskridelsene som fulgte utbyggingen i flere år. Moe fulgte introduksjonen av de viktige teknologi- og industriavtalene på nært hold. Sine siste yrkesaktive år tilbrakte han som rådgiver i Statoil.

Moes beskrivelser og observasjoner fra den tekniske side av det norske oljeeventyr er avgjørende interessante. I lys av hans erfaringer og store oversikt ville det også ha vært interessant hvis han hadde gitt en samlet vurdering av denne oppbyggingen på 1970-80-tallet – hva gikk godt og mindre godt, sett fra Moes ståsted?

Den vanskelige forskningspolitikken

Moe deltok i tre viktige nasjonale forskningspolitiske organer; NFFR, NTNFDirektøren og Grøholt-utvalget. I NFFR var han rådsformann under etableringsperioden på 1970-tallet. Tiden var preget av betydelige motsetninger mellom fiskeri-interessene i Vest- og Nord-Norge – og tilsvarende spenninger mellom forskningsmiljøene i Bergen og Tromsø. Hans omtale bekrefter mitt tidligere inntrykk av at NFFR i flere henseender ble en god brobygger som oppnådde betydelige resultater.

Omtalen av NTNFDirektøren er langt mer kritisk og gir ny innsikt i de alvorlige problemer som rådet fikk etter at Robert Major, rådets direktør fra starten i 1946, gikk over



Moe var med fra oljealderens begynnelse. Her taues Ekkofisk-tanken ut på feltet (foto: Scanpix).

i pensjonistenes rekke på slutten av 1970-tallet. Etterfølgerne – Gudmund Harlem og spesielt Rolf Skår – imponerte ham lite. Instituttpolitikken representerte nok den dominerende konfliktdimensjonen innenfor rådet og for Moe. NTNFDirektøren ble anklaget for manglende grunnbevilgninger og instituttengasjement i sin alminnelighet. Rolf Skårs innføring av «brukerstyrt program» som et hovedprinsipp i rådets forskningsfinansiering var Moe spesielt uenig i – noe han ga uttrykk for både i notater til rådet, i pressen og i konfrontasjonen med Rolf Skår på Utredningsinstituttets seminar i april 1990 med tittelen «Bør den norske instituttlinje avvikes? De teknisk-industrielle institutter på 90-tallet».

Det er nærliggende å se Moes engasjement i Grøholt-utvalget som en forlengelse av hans frustrasjon med NTNFDirektøren på 1980-tallet. Et av hans notater til NTNFDirektøren sluttet sågar med følgende kraftsats – «en slik NTNFDirektøren-linje vil reise spørsmålet om rådets fremtidige eksistensberettigelse». Moe forteller at han fullt og helt sto på fusjonslinjen i utvalget – ja, han må trolig oppfattes som en pådriver.

I lys av Moes deltagelse i fusjonskampene i Trondheim er dette egnet til å forbause. Ifølge Moes fremstilling var verken han eller andre i utvalget nevneverdig opptatt av de mange mål og kulturer som eksisterer innenfor moderne FoU-virksomhet. Disse er minst på høyde med de store forskjellene på den tiden «Trettiårs-

krigen» raste i Trondheim. Denne inkonsistens er ikke kommentert. Jeg antar at forklaringen ligger i at Moe og enkelte andre aktørers misnøye med NTNFDirektøren overskygget enhver ettertanke knyttet til universitetskonfliktene i Trondheim og egen deltagelse deri. I dag sier Moe åpent at han er skuffet over NFR-utviklingen.

På tidens skanser

Moe behandler også mye annet. Hans deltagelse i styrer og råd i et næringsliv preget av jappetid og «utålmodig kapital» skremmer ham. Det gjorde også Gerhard Heiberg og erfaringene med Autodisplay. Men han forteller med glede om arbeidet i det Tekniske Vitenskapsakademiet i Trondheim som han vitaliserte og presiderte over i mange år.

Johannes Moe har hatt svært sentrale oppgaver i det norske samfunn. Han åpner i noen grad en svart boks for de fleste av oss. Det gjør han ikke som historiker, men ved å fortelle om egne tanker og handlinger fra sitt ståsted gjennom et langt liv. Det skjer ofte på en utilslørt måte og røper et sterkt og prinsippfast engasjement. Han har sjelden vært med på vasne kompromisser; han forklarer snarere sitt syn både skriftlig og muntlig for både NTNFDirektøren og statsråd – og melder seg prompt ut av NIF når foreningen ikke følger opp en viktig sak. Boken er sjelden vare i vårt lille land. Vi trenger flere slike for bedre å forstå en samfunnsutvikling sterkt preget av sivilingeniører og teknologi.

Anders Johnsson

”Vitenskapens vesen” i endring

Forfatteren prøver med denne boken å ringe inn begrepet ”Vitenskapens vesen” ved å se på vitenskapens historie og diskutere vitenskapens rolle som naturerkjennelse, for så til slutt å ta for seg temaet vitenskap, teknologi og samfunn. Kraghs bok er ikke bare lettlest, morsom og interessant. Den er også nyttig ved at den peker på de dramatiske forandringene i naturvitenskapenes rammebetingelser.

Helge Kragh: «*Videnskabens Væsen – en søken efter sann erkendelse*». København: Fremad, 1999, 139 sider.

Begrepet *vitenskap* er i forfatterens tekst ensbetydende med *naturvitenskap*. Forordet understreker eksplisitt at «human- og sosialvidenskaber» ikke behandles. Historiefremstillingen konsentrerer seg om utviklingen rundt Middelhavet og Europa, og de vitenskapelige og teknologiske fremskrittene fram til vår tid tegnes med brede penselstrøk.

Bokens andre del heter *Vitenskapen som naturerkjennelse*. Det er en god fremstilling av naturvitenskapens arbeidsmetoder og rammer, full av poenger. Honnørord som objektivitet, kontroll og etterprøving som ofte karakteriserer vitenskapen, blir diskutert. *Eksperimentet* og dets rolle i naturvitenskapen drøftes dessuten. Kragh understreker at den vitenskapelige metode som man hyllet fra det 17. århundret, har sine klare begrensninger. Man har ofte, skriver forfatteren, blant vitenskaps-teoretikere og filosofer antatt at eksperimenter og observasjoner er intimt koplet til - er en følge av - teorier eller hypoteser. Men stort sett er dette feil, hvis vi ikke bruker ordet *teori* i en meget vag og generell forstand. En stor del av eksperimentelt arbeid har tvert imot gått ut fra rent empiriske premisser og har til formål å utforske naturen, «å se hva som skjer» (i mindre grad for å sammenligne teorier eller avkrefte en hypotese).

Vitenskap og teknologi

Bokens tredje undertittel, *Videnskap, teknologi og samfunn* er kanskje spesielt spennende, og avsnittet berører en rekke aktuelle spørsmålsstillinger. Hvorfor driver vi vitenskap? Forskningspolitiske data viser at det synes nasjonaløkonomisk riktig å satse på forskning. Men hvilke sentrale

spørsmålsstillinger eller forskningsområder som vil bli de mest økonomisk ”frukt-bærende”, vet man stort sett ikke. Og vitenskapens historie er full av beretninger om hvordan grunnleggende oppdagelser, uten tanke på økonomisk vinning, har blitt ekstremt viktige - ikke bare for generell kunnskapsinnhøsting, men også for grunnleggingen av hele industrier. Forfatteren nevner som ett eksempel oppdagelsen av benzen-molekylets struktur og den etterfølgende kjemiske industriens framvekst.

Den store betydning som teknologien har fått for enkelte vitenskaper - gjennom f.eks. instrumentering og bruken av datamaskiner - blir drøftet. Vekselvirkningen mellom vitenskap og teknologi går altså virkelig begge veier. Resultatene innenfor moderne astrofysikk ville f.eks. nesten vært uoppnåelige uten den utstrakte anvendelsen av avansert romteknologi.

Kragh utdypes dessuten *forskjellen* mellom vitenskap og teknologi på en interessevekkende måte. I motsetning til hva som gjelder i vitenskapen, kan prinsipielt forskjellige teknologier eller teknologiske løsninger ofte eksistere parallelt. De kan samtidig være like «sanne». Hva som er kriteriet på teknologisk løsning, er nemlig brukbarhet, og den kan som kjent være avhengig av f.eks. den sosiale strukturen og økonomien hvor teknologien brukes. Vitenskapen, understreker forfatteren, er i sitt vesen deskriptiv og analytisk - den er ikke *normativ* - naturvitenskapen gir ikke regler for hvordan ting bør oppføre seg.

Framtid for vitenskapen

Forfatteren peker på at kostnadene for vitenskapens aktiviteter kanskje kan bli for store til at de skal kunne aksepteres. Noen hevder også at kunnskapen så å si vil bli ferdig innhentet, at det til slutt ikke skulle finnes mer å høste (når vi f.eks. har teo-



Kartleggingen av menneskets gener vil gi nye utfordringer (foto: All Over Press/ Gamma).

rien for fundamentalpartiklene ferdig, hvis!). Men her er det vel bare å understreke forfatterens synspunkt at det uansett vil finnes en rekke spørsmålsstillinger som vil drive vitenskapen fremover. Jeg synes det hadde vært på sin plass med eksemplet fra aktuell biologi: i løpet av våren 2000 skal de første genkartene fra det store HUGO-prosjektet (Human Genome Project) publiseres, og de vil først være komplette i 2003. Det vil gi oss utrolig viktige og utfordrende oppgaver med mennesket i sentrum, og innenfor forskjellige vitenskapelige retninger i flere tiår fremover. Jo, nok vil vitenskapen ha en framtid.

Forfatteren fokuserer generelt på *fysikkens* utvikling, og for mer biologisk interesserte lesere kunne kanskje andre eksempler og argumentasjonslinjer ha vært aktuelle. Det er jo heller ikke helt sikkert at «vitenskapens vesen» er det samme innenfor alle vitenskaper! La meg nevne boken *Egg & Ego* av den kjente utviklingsbiologen - embryologen J.M.W.Slack

Dag W. Aksnes

Vitenskapens framtidutsikter

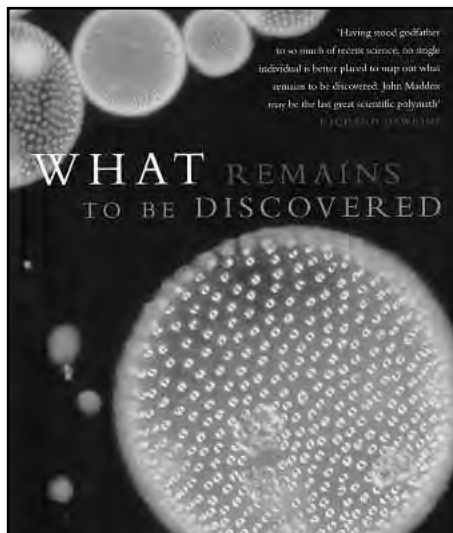
Kanskje er det et symptom på at vi står ved skillelinjen mellom to årtusen. I alle fall synes spørsmålet om vitenskapens framtid å ha meldt seg med stadig større tyngde de siste årene. En opphetet debatt fulgte i kjølvannet av John Horgans bok "The End of Science" (1996). Nå foreligger to nye bøker om temaet.

John Maddox: *What Remains to be Discovered. Mapping the Secrets of the Universe, the Origin of Life, and the Future of the Human Race*. London: Macmillan, 1998, 434 sider

John D. Barrow: *Impossibility. The Limits of Science and the Science of Limits*. Oxford: Oxford University Press, 1998, 279 sider

Er vitenskapens gullalder bare så vidt begynt, eller nærmer vi oss veis ende? Dette er grovt sagt kjernen i striden rundt *The End of Science* (se f.eks. H. Kraghs artikkel i *F. pol.* 3/99). Boken *What Remains to Be Discovered* av John Maddox representerer på mange måter en fundamental kritikk av Horgans teser om vitenskapens endelikt. Maddox var gjennom en årrekke redaktør av *Nature*, og gjennom dette virket har han skaffet seg en grundig kjennskap til den naturvitenskapelige forskningsfront. I boken gjennomgår han vår nåværende kunnskap om naturen og beskriver noen av de vitenskapelige problemer som fortsatt er uløste.

Tittelen på boken kan virke både ambi-



sios og paradoksal. Mange av framtidens store vitenskapelige oppdagelser vil trolig representere svar på spørsmål vi i dag ikke har kunnskap nok til engang å kunne formulere. Poenget til Maddox er likevel at selv om framtidens oppdagelser ikke kan forutsies, er det ut fra dagens viten mulig å identifisere områder hvor framskritt vil skje i årene som kommer.

Hva gjenstår?

Maddox tar leseren med på en reise gjennom sentrale naturvitenskapelige fag som partikkelfysikk, kosmologi, cellebiologi, genetikk og matematikk. Hovedfokuset er rettet mot de virkelig store spørsmålene – Hvordan oppstod universet? Hvordan fungerer det? Hvordan oppstod livet? Når oppstod seksuell reproduksjon? Hva er bevissthet – fantasi og hukommelse? Maddox nevner bl.a. at til tross for store framskritt innenfor molekylærbiologien, er det langt igjen før en har en fullgod forståelse av hvordan DNA-sekvenser bestemmer karakteren til en organisme. Vår kunnskap om hvordan bevisstheten fungerer er svært mangelfull. Et av de mest fundamentale uforløste problemer er ifølge Maddox hvordan Einsteins generelle relativitetsteori og kvantemekanikken "henger sammen" – to av det 20. århundrets største kunnskapsmessige landevinninger.

I Maddox' bilde framstår vitenskapshistorien som en lang rekke med intellektuelle triumfer, og boken har en grunnleg-

Forts. på neste side

«Vitenskapens vesen», fortsatt

(Springer 1999). For en leser som søker en håndfast oppfatning om moderne vitenskaps «vesen» sett fra det biologiske gulvet, er Slacks bok en lettlest introduksjon.

Begge bøkene tar opp en del nokså krasse trekk i moderne naturvitenskap. Den voldsomme kampen om midler for å drive forskning og vitenskap understrekes. Det kan være nyttig for unge mennesker som vurderer en virksomhet i academia, å se at rammevilkårene er drastisk annerledes enn de var for bare 25 år siden.

Forskernes (og universitetenes) kamp om patent og kommersialisering, selv forskningsrådenes krav om kortsiktige resultater, publiseringsspiralen - alt dette er en del av den moderne vitenskaps «vesen».

Vitenskapens vesen er altså ikke uavhengig av tidsalder. Den tid er forbi da en Heinrich Hertz, Wilhelm Röntgen eller Marie Curie publiserte sine oppdagelser uten tanke på å patentere resultatene. Kommersialiseringen er nå til dags blitt en del av vitenskapens vesen, kanskje spesielt innenfor bioteknologien, hvor amerikanske doktorgradsstudenter i mengder prøver å omsette sine kunnskaper i peng-

er gjennom de bioteknologiske selskapene som nobelprisvinneren Arthur Kornberg beskriver som «the new alchemists; with the ability to turn DNA into gold».

Kraghs bok er ikke bare littlest, morsom og interessant. Den er også nyttig ved at den peker på de dramatiske forandringene i naturvitenskapenes rammebetingelser som fortsatt pågår. Den prøver å fange inn «vitenskapens vesen», fremst fra fysikkens perspektiv, og gjør det på en ettertenksom måte. Boken kan anbefales.

Anders Johnsson er professor i biofysikk ved NTNU.

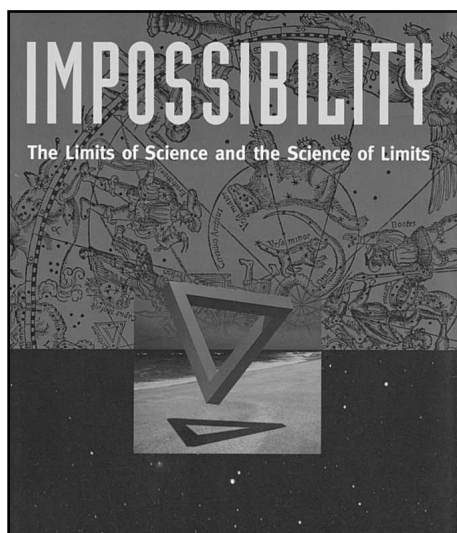
Fortsatt fra forrige side

gende utviklingsoptimistisk tone. Det naturvitenskapen så langt har avdekket, representerer bare toppen av et isfjell. Framtidige oppdagelser vil forandre verdensbildet like radikalt som det har forandret seg siden Kopernikus' dager. Med slike synspunkter står Maddox klart i opposisjon til Horgan, selv om Horgan overraskende nok ikke er omtalt i boken.

Få har i dag tilstrekkelig tverrfaglig oversikt til å kunne skrive en slik bok. Det er også modig gjort av Maddox, siden han lett kan bli utsatt for kritikk. Noen vil antagelig finne boken både overfladisk og useriøs, og det vil neppe ta lang tid før den framstår som foreldet. Inntil da fungerer den imidlertid som en interessant statusrapport om naturvitenskapen ved inngangen til et nytt årtusen.

Vitenskapens grenser

Maddox tar ikke opp spørsmålet om det finnes praktiske eller teoretiske grenser for vitenskapen. Det er derimot hovedtemaet i John Barrows bok. I motsetning til Maddox, som fokuserer på hvilke konkrete spørsmål som gjenstår, gir Barrow en abstrakt drøfting av hvor langt vitenskapen kan nå. Vil menneskets kunnskap om naturen noen gang bli komplett? Hvilke



begrensninger vil en støte på, og hva er rekkevidden til den menneskelige fornuft?

Barrow er opprinnelig astronom og har forfattet en rekke populærvitenskapelige bøker. Hans innfallsvinkel er også preget av hans naturvitenskapelige bakgrunn.



Bl.a. ser han mennesket i et evolusjonært perspektiv. Vårt sanseapparat og intellekt er et resultat av en evolusjonær prosess, tilpasset helt andre virksomheter enn å drive vitenskap. Det er i seg selv oppsiktsvekkende at virkeligheten har vist seg å være intelligibel (rasjonelt forståelig) for mennesket.

Det er altså et tema med de virkelig store dimensjoner Barrow tar for seg – som han heller ikke pretenderer å gi noe endelig svar på. Et av problemene med den tidligere diskusjonen har ofte vært manglende avklaringer i begrepsbruken, f. eks. hva det mer konkret innebærer at vitenskapen nærmer seg en grense hvor de fundamentale oppdagelser er gjort. Barrows bok er her verdifull fordi den behandler dette temaet på en nyansert måte.

Økonomiske begrensninger

Vitenskapens mange suksesser i det 20. århundret har generelt gitt den en høy samfunnsmessig prioritet. Samtidig har forskningen blitt svært kapitalkrevende. Bl.a. er utstrakt internasjonalt samarbeid i dag en forutsetning for å kunne gjennomføre kostnadskrevende utstyrsanskaffelser innenfor disipliner som astronomi og partikkelfysikk. Barrow ser for seg at de økonomiske kostnadene ved å avdekke ny kunnskap vil kunne bli så store at de ikke lenger kan forsvares. Samtidig kan det tenkes at vitenskapen ikke lenger klarer å oppnå de samme suksesser som den hittil har gjort, hvor verdien og nyttepotensialet viser seg å avta. Det finnes nok av gode formål samfunnet kan bruke ressursene på, og i en slik situasjon kan støtten til vitenskap bli redusert. Barrow mener det vil bli den problemorienterte forskningen

med samfunnsmessig relevans som vil komme heldigst ut av ressurskampen, slik som klima og miljøforskning, energiforskning, etc.

Erkjennelsesmessige grenser

De begrensninger som vies størst oppmerksomhet av Barrow, er likevel knyttet til det erkjennelsesmessige nivå. Han tar utgangspunkt i følgende to spørsmål: Om det er et ubegrenset eller begrenset antall fundamentale prinsipper i naturen å avdekke, og om menneskets erkjennelsesmessige kapasiteter er begrenset eller ikke.

Det alternativet Barrow finner mest rimelig, er at menneskets erkjennelsesmessige kapasiteter er begrenset. Det er lett å bli forledet av vitenskapens ekspansjon og store kunnskapsmessige framskritt. Men det er grenser for hva som er mulig å utforske. Visse spørsmål vil av praktiske eller prinsipielle årsaker ligge utenfor rekkevidden til den menneskelige fornuft. F.eks. mener han at mange av de virkelig store spørsmålene knyttet til universets natur vil kunne forbli ubesvarte. Lysets hastighet setter klare begrensninger for hva det er mulig å vite noe om. Vi kan ikke vite om universet er endelig eller uendelig, om det hadde en begynnelse eller vil ha en ende, om fysikkens lover er de samme overalt, osv.

I tillegg er det et åpent spørsmål hvor kompleks naturen faktisk er. Har den en uendelig kompleksitet, eller finnes det et endelig antall fundamentale lover og prinsipper? Hvor langt en vil komme, vil i begge tilfeller måtte sees i sammenheng med begrensningene som er knyttet til menneskets erkjennelsesevner. Barrow bemerker: "A world that was simple enough to be fully known would be too simple to contain conscious observers who might know it".

Sammenlignet med Horgan er Barrows diskusjon av temaet betydelig mer nyanisert. Her gis leseren ingen enkle konklusjoner. For dem som mener at menneskets intellekt ikke kjenner noen grenser eller begrensninger, kan Barrows bok være en tankevekker. Boken har imidlertid også svakheter. Den inneholder en lang rekke ulike temaer, f. eks. om logiske paradokser, ordspill og sannsynlighetsteori. Det er ofte vanskelig å se den røde tråden i diskusjonen, og deler av innholdet synes å ha liten relevans i forhold til det overordnede tema.

Dag W. Aksnes er ansatt ved NIFU.

Spesialiseringen tar overhånd

Professor Fredrick Seitz, tidligere president både i det amerikanske Vitenskapsakademiet og ved Rockefeller University i New York, hevder i sitt "Millennium essay" i *Nature* (03.01.00) at faglig og kulturell spesialisering tar over i det moderne samfunn. Han mener "the vigour of every discipline depends on people of broad vision". Hvis ikke vil de "(...) either drift towards dull mediocrity or degenerate into uncoordinated islands governed by individuals of minor stature possessing narrow, idiosyncratic viewpoints".

Seitz hevder at "the fragmentation process has extended relentlessly into what were once well-integrated fields. Few scientists under 50 are familiar with, or express much interest in, areas of research outside their immediate professional concern". Han mener også at "this trend is partly a result of the growing complexity of most fields of research. Conditions of intense competition leave relatively little



*Michelangelo, en sann generalist
(foto: Scanpix).*

time for scholars to cultivate new, diverse interests. But a more important source lies in the changing policies of our educational institutions as they deal, necessari-

ly, with larger numbers of students with narrow ranges of interest" ...

"Schools must recognize that 'elite' students can absorb a far more diverse programme of material than the average student."

- Kvalitet – ikke kvantitet i forskerutdanningen

Vice-Chancellor Brian Follett ved University of Warwick i England uttaler til *Nature* (17.01.00) at "we need a culture change, away from policy of maximizing numbers towards a much greater emphasis on the students, their training and their future".

Dr. Follett har ledet en komité oppnevnt av den såkalte UK Life Sciences Committee for å behandle forskerrekruiteringen i England og særlig dr.stipendiatenes økonomiske forhold. Komiteen mener stipendiene nå bør økes vesentlig selv om det går ut over antallet.

Ny forskningspolitikk i EU?

Europeisk forskningsinnsats er i dag altfor dårlig koordinert – det dreier seg essensielt om innsats i 15 ulike nasjoner og et relativt beskjedent Brussel-initiert ramme-program. Den nye kommisjonen i Brussel med den belgiske forskningskommisjonær Philippe Busquin i spissen lanserte i januar diskusjonsdokumentet "Towards a European research area", hvor utviklingen av en felles europeisk FoU-politikk på tvers av landegrensene er en sentral lede-tråd. Som så ofte før viser Brussel i denne forbindelse til konkurransen med USA og Japan.

Dokumentet skal nå diskuteres i EUs øvrige organer. Utfallet er neppe gitt. Hittil har nemlig store deler av den europeiske FoU-innsatsen ikke vært sett på som noe felles anliggende; det gjelder bl.a. grunnforskningen og forsvarsforskningen. En EU-utvikling i føderal retning vil åpenbart bety mye for utfallet av denne diskusjonen.

På vei oppover igjen?

Fysikk – det faget som i de senere år har vært hardest rammet av den såkalte "Swing away from science"-effekten i den



Den belgiske forskningskommisjonær Philippe Busquin (foto: EU-kommisjonens delegasjon).

vestlige verden, opplever nå en mer oppmuntrende utvikling, meldes det fra USA.

Det går fram av rapporten *Maintaining Momentum: High School Physics For A New Millennium*, fra the American Institute of Physics, hvor det heter at "enrollment in physics classes is at its highest point since World War II. The study shows big gains in the types of physics being taught and the number of girls studying physics, but points out that more needs to be done where minorities and students with fewer economic advantages are concerned".

- Snabelen i industriens pengekasse

Informationen i København er på lederplass (27.08.99) opptatt av de mange og alvorlige "fødevareskandaler" som har utfoldet seg i Europa i de senere år. Tradisjonelt har forskerne kunnet demtere eller bekrefte borgernes eventuelle frykt i slike sammenhenger og dermed representere "en rettesnor for fremtidig adfærd". I dag stoler befolkningen langt mer på miljøorganisasjonene enn på universitetsforskere, ernæringsmyndigheter og spesielt industrien, sier avisen med *Eurobarometer* 1997 som kilde.

Lederen refererer til direktøren for Københavns levnedsmiddelkontroll som hevder at det i dag er "stort sett umulig å finne dansk forskning, hvor forskere ikke har snabelen nede i industriens pengekasse", og *Informationen* reiser spørsmålet om hvordan "samfundet kan bevæge sig bort fra den udbredte mistillid, der truer med at underminere reelle videnskabelige fremskridt" og legger til at "samfinansieringen mellem offentligt og privat, har unægtelig gjort det sværere at finde forskere på feltet, der kan kalde sig uafhængige på en måde, der beroliger en kritisk offentlighed".

Vennligst send adresseforandring: fpol@nifu.no

Returadresse:
NIFU - Norsk institutt for studier av forskning og utdanning
Hegdehaugsveien 31, N-0352 Oslo

Flere kvinner i norsk forskning

I 1997 deltok 7900 kvinner med universitets- og høgskoleutdanning i forskning og utvikling (FoU) o.l. Dette tilsvarte 26 prosent av det totale FoU-personalet med universitets- og høgskoleutdanning i Norge.

Fra 1993 til 1997 økte antall kvinner som deltok i FoU med hele 35 prosent, mens antall menn økte med 16 prosent. Instituttsektoren hadde en beskjeden økning i kvinneandelen på 5 prosentpoeng i perioden 1993 til 1999 (foreløpige tall for 1999). Andelen for universitetene og de vitenskapelige høgskolene økte med 4 prosentpoeng i samme periode.

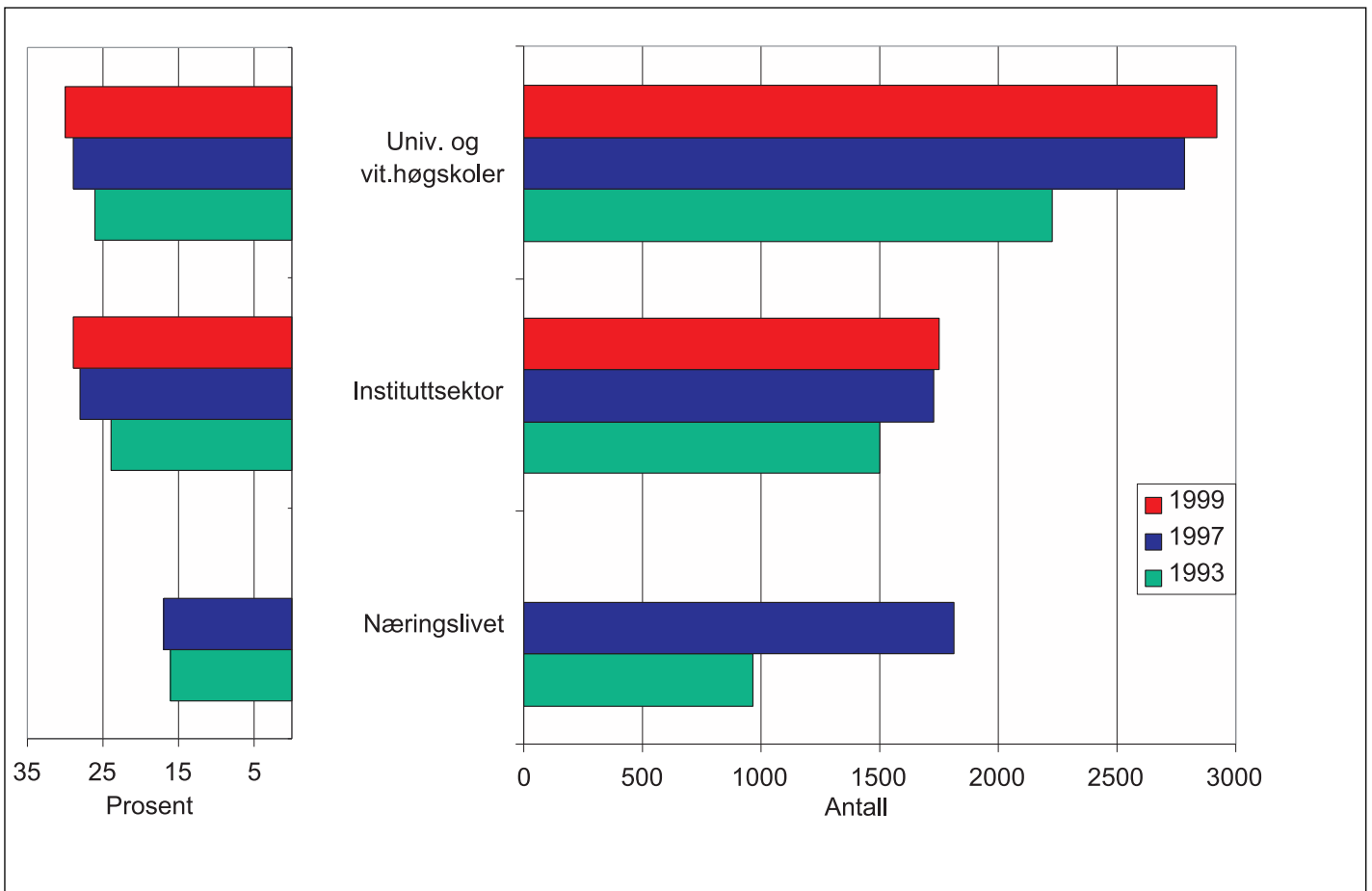
De statlige høgskolene er holdt utenfor, da denne sektoren i sin helhet først ble inkludert i FoU-statistikken i 1995. To år senere var kvinneandelen der 38 prosent

mot 34 prosent i 1995. I næringslivssektoren har kvinneandelen bare hatt en økning på ett prosentpoeng fra 1993 til 1997 til tross for at antall kvinner i næringslivet ble tilnærmet fordoblet fra 1993 til 1997. Noe av denne økningen kan skyldes en utvidelse av statistikkgrunnlaget i næringslivet.

I 1997 var det totalt 1300 kvinnelige stipendiater i Norge. Dette tilsvarte 52 prosent av samtlige stipendiater. Kvinneandelen er over 50 prosent for flere fagområder. Teknologi har den laveste andelen

med 18 prosent, og medisin ligger høyest med en andel på 57 prosent. Sammenlignet med tall fra 1995 har kvinneandelen steget innenfor nesten alle fagområder. Innenfor humaniora og matematikk/naturvitenskap har andelen holdt seg konstant. Medisin har hatt en økning på 7 prosentpoeng, og innenfor landbruks- og fiskerifag og veterinærmedisin har økningen vært på 5 prosentpoeng.

**Kari-Anne Kristensen
og Kirsten Wille Maus**



Venstre side av figuren viser kvinner som andel av forskerpopulasjonen i Norge og på høyre side; antall kvinner som deltok i FoU for årene 1993, 1997 og 1999 (foreløpige tall). Kilde: NIFUs FoU-statistikk.