

SKRIFTSERIE 22/2004

Dag W. Aksnes

Norsk matematisk-naturvitenskapelig forskning

En analyse basert på publiserings- og siteringsindikatorer



© NIFU Norsk institutt for studier av forskning og utdanning/
Senter for innovasjonsforskning
Hegdehaugsveien 31, 0352 Oslo

Skriftserie 22/2004
ISSN 1504–1832

For en presentasjon av NIFUs øvrige publikasjoner, se www.nifustep.no

Forord

Den foreliggende skriftserien er én av to rapporter utarbeidet ved NIFU STEP i forbindelse med prosjektet «Ressurssituasjonen innen grunnleggende matematisk-naturvitenskapelige forskning». Prosjektet er finansiert av Det nasjonale fakultetsmøte for realfag og Norges forskningsråd. Rapporten gir en bibliometrisk analyse av norsk matematisk-naturvitenskapelig forskning i perioden 1995–2003. Forsker Dag W. Aksnes har utarbeidet rapporten. Den andre rapporten (Rørstad, Maus & Olsen 2004) gir en oversikt over ressurssituasjonen innen matematisk-naturvitenskapelig forskning med særlig vekt på universitets- og høyskolesektoren.

Oslo, november 2004

Petter Aasen
Direktør

Kristen Wille Maus
Programleder

Innhold

1	Innledning	7
2	Om undersøkelsen – metode	9
3	Naturvitenskap samlet – publiseringsindikatorer	13
4	Naturvitenskapelige disipliner	18
5	Nasjonale sammenlikninger	27
	Litteraturliste	32

1 Innledning

Publiserings- og siteringsdata er mye brukt som resultatindikatorer på forskning. Grunnlaget for bruk av slike såkalte «bibliometriske indikatorer» er at ny kunnskap – som er det prinsipielle mål med all grunnforskning og anvendt forskning – blir formidlet til det vitenskapelige samfunn gjennom publikasjoner. Publisering kan dermed bli brukt som et indirekte mål for kunnskapsproduksjon.

Det finnes ulike databaser som indekserer vitenskapelige publikasjoner og som gjør det mulig å analysere publiseringsaktivitet kvantitativt. Den mest brukte for bibliometriske formål er en database produsert av Institute for Scientific Information (ISI), som blant annet omfatter *Science Citation Index* (SCI). ISI indekserer de fleste av verdens internasjonale vitenskapelige journaler. Databasen er særlig egnet for å analysere akademisk naturvitenskapelig og medisinsk forskning, hvor publisering i internasjonale tidsskrifter er den viktigste kommunikasjonsmåten.

Den foreliggende rapporten er basert på denne databasen. Formålet er å gi en bibliometrisk analyse av norsk matematisk-naturvitenskapelig forskning i perioden 1995–2003. To typer indikatorer er benyttet: publiseringsindikatorer og siteringsindikatorer.

Den mest grunnleggende og enkle bibliometriske indikatoren er antall publikasjoner. Indikatoren er altså et mål på omfanget publisering i internasjonale tidsskrift som igjen kan sees på som et grovt mål på bidrag til den internasjonale kunnskapsproduksjonen.

Antall publikasjoner sier imidlertid ikke noe om kvalitet og i hvilken grad artiklene bidrar til kunnskapsutvikling og nyerkjennelse. Det finnes ikke indikatorer som måler kvalitet direkte, men siteringer kan likevel gi en del interessant informasjon.

Siteringsindekser ble opprinnelig utviklet som et bibliografisk verktøy til hjelp for forskeren i søk etter litteratur. Siteringer har i økende grad blitt benyttet som indikator i forbindelse med evaluering av forskning. En sitering til en vitenskapelig publikasjon viser at dens innhold har blitt brukt og referert til i en annen publikasjon. På aggregert nivå er det vanlig å regne siteringer som et uttrykk for vitenskapelig innflytelse («impact» på engelsk) og dermed som et partielt mål for kvalitet. Vitenskapelig kvalitet er imidlertid et diffust begrep hvor det ofte er uklart hva som menes. Et aspekt ved vitenskapelig kvalitet angår spørsmålet om hvor bra forskning er utført – er den basert på et tilstrekkelig antall eksperimenter, er det anvendt adekvate metoder, er det sammenheng mel-

lom empiri og konklusjon osv. Dette aspektet ved vitenskapelig kvalitet vil fagfeller kunne vurdere, men er noe som ikke vil reflekteres gjennom siteringer. Et annet aspekt ved vitenskapelig kvalitet vil kunne dreie seg om i hvilken grad forskningen har vitenskapelig betydning og bidrar til kunnskapsutviklingen internasjonalt. Dette aspektet er i større grad noe som vil kunne reflekteres i siteringsrater. Likevel er det slik at siteringsfrekvenser først og fremst sier noe om forskningens «bruksverdi». Det er ulike begrensninger og svakheter ved siteringer som indikator, og en siteringsanalyse kan uansett ikke erstatte en evaluering foretatt av fagfeller. Siteringsindikatorerne som presenteres i denne rapporten bør derfor sees i sammenheng med de ulike evalueringene som har vært foretatt av norsk naturvitenskapelig forskning.

Rapporten er organisert på følgende måte: I kapittel 3 gis en nærmere beskrivelse av undersøkelsen og metodene som er benyttet. Kapittel 4 gir en framstilling av publiseringsindikatorer for det matematisk-naturvitenskapelige fagområdet samlet. I kapittel 5 analyseres publiserings- og siteringsindikatorer for enkeltdisipliner og fagfelt innen det matematisk-naturvitenskapelige fagområdet. Kapittel 6 inneholder nasjonale sammenlikninger på institusjons- og sektornivå.

2 Om undersøkelsen – metode

I denne rapporten inngår data fra ISI-databasene *National Science Indicators* (NSI) og *National Citation Report* (NCR) for Norge. NSI inneholder aggregerte publiserings- og siteringstall inndelt i 24 fagfelt (standardutgaven) eller 105 fagfelt (de luxe-utgaven). I standardutgaven inngår ca. 6500 journaler fra naturvitenskap, teknologi, medisin og samfunnsvitenskap, mens «de luxe»-utgaven er basert på ytterligere tusen journaler, hovedsakelig innenfor humaniora. I databasen er artikler, «notes», «reviews», og «proceedings papers» indeksert, men ikke andre typer publikasjoner slik som bokanmeldelser, «abstracts» etc. Vår database dekker perioden 1981–2003. Prinsippet er videre at en artikkel blir tilført et bestemt land når den har minst én forfatteradresse fra dette landet. Den andre databasen, NCR, inneholder bibliometrisk informasjon for hver enkelt «norske» artikkel, dvs. med minst én norsk forfatteradresse publisert etter 1981. I denne rapporten brukes faginndeling fra begge utgavene av NSI.

Bibliometriske indikatorer har en del begrensninger som det er viktig å være klar over når en fortolker resultatene. Blant annet varierer dekningsgraden av tidsskrift mellom fagfelt. Generelt er imidlertid naturvitenskapene svært godt dekket og nesten alt som har vært publisert i internasjonale tidsskrifter vil være indeksert her. Det som ikke kommer med dreier seg derfor først og fremst om publisering i nasjonale tidsskrifter, rapporter, bøker og «proceedings» og formidlingsartikler. Slike produkter må vurderes på en annen måte enn det legges opp til i denne rapporten. Databaser med egenrapporterte data (f.eks. «Forskpub») ville kunne gi noe informasjon her. Slike databaser er likevel lite egnet til analyseformål fordi de er mangelfulle og ikke holder god nok kvalitet.

ISI-databasen er generelt mest anvendelig for internasjonaliserte fagområder, og er mindre egnet for fag med en mer nasjonal fokusering (faunistikk/floristikk f.eks.). Videre bør det understrekes at i anvendte og teknologisk orienterte fagområder vil innslaget av tidsskriftspubliserings være mer begrenset, her vil andre typer resultater enn artikler kunne være viktigere.

Rapporten inneholder både en analyse av matematikk-naturvitenskap samlet og analyser av enkeltdisipliner innen naturvitenskap. Vi har sammenliknet Norge med de nordiske landene Sverige, Danmark og Finland og USA. I tillegg har vi beregnet gjennomsnittstall for 10 nord-/vesteuropeiske EU-land (Storbritannia, Tyskland, Frankrike, Belgia, Nederland, Irland, Sverige, Finland, Danmark og Østerrike), samt for verdens åtte ledende industrialiserte land, de såkalte «G-8-landene» (USA, Canada, Frankrike, Italia, Tyskland, Japan, Russland og Storbritannia). Beregning av sistnevnte gjennomsnitt er gjort ved å

summere de ulike lands artikler og siteringer og så beregne middelverdier. Ut over dette er verdensgjennomsnittet brukt som sammenlikningsgrunnlag i en del av beregningene. Rapporten gir dermed ulike referansenivåer Norge kan sammenliknes med.

Når det gjelder analysen av enkeltdisipliner, har vi basert oss på de predefinerte kategorier som ISI opererer med. Metoden som ligger til grunn for fagfelt-sammenligninger, er basert på journalindeksing. Dvs. at det er tidsskriftet en artikkel er publisert i som bestemmer hvilket fagfelt den blir indeksert under. Hvert tidsskrift blir således som hovedregel kategorisert i ett bestemt fagfelt. Denne klassifiseringsmetoden har imidlertid begrensninger. Klassifiseringen vil særlig kunne være problematisk for tidsskrifter som inneholder artikler fra et bredere spekter av subdisipliner. Dette har igjen konsekvenser for hvor representative de ulike kategoriene vil være.

NSI har ikke en egen kategori for naturvitenskap samlet. Vi har derfor laget vår egen kategori for naturvitenskap ved å slå sammen de relevante NSI-kategorier. I kapittel 4 hvor totaltall for det matematisk-naturvitenskapelige fagområdet presenteres, inngår således følgende NSI-disipliner/fagfelt: Matematikk, fysikk, astrofysikk, kjemi, informatikk/«computer science», geofag, botanikk & zoologi, økologi/miljøfag, biologi & biokjemi, mikrobiologi, molekylærbiologi & genetik. Det bør imidlertid legges til at i de tre sistnevnte kategoriene vil det også være klassifisert en del artikler fra forskere ved de medisinske fakulteter.

Noen tidsskrifter er klassifisert i mer enn ett fagfelt. Som følge av dette vil noen artikler telles mer enn én gang når kategoriene slås sammen. For Norge blir totaltallene mellom 3 og 4 prosent for høye på grunn av dette. Vi mangler data for å beregne graden av overlapp for de andre landene som er inkludert i denne analysen. Men trolig vil prosentandelen ligge på omtrent samme nivå som for Norge. For Norge oppgis totaltallene uten overlapp. For å få et riktigere sammenlikningsgrunnlag, er også de andre totaltallene som presenteres i kapittel 4 korrigert med faktoren for overlapp for Norge.

Publikasjonstallene i rapporten inkluderer følgende typer tidsskriftsbidrag: «vanlige» artikler, «notes», «letters», «reviews» og «proceedings papers». Mindre bidrag slik som bokanmeldelser er derimot ikke med.

I den andre rapporten som utarbeides i forbindelse med prosjektet (Rørstad, Maus & Olsen 2004) finnes en oversikt over utviklingen i forskningsinnsatsen innenfor matematikk-naturvitenskap. Det ville vært relevant i denne sammenheng å lage produktivitetsindikatorer, dvs. å relatere artikkelproduksjonen til innsatsparametere som FoU-årsverk. Vi har imidlertid i liten grad forsøkt å sammenholde resultatene i denne rapporten med resultatene fra den andre rap-

porten. Årsaken er at kategoriene som brukes i de to rapportene ikke er direkte sammenliknbare. En annen metode enn den som er valgt her måtte vært benyttet dersom en skulle lage produktivitetsindikatorer.

I de internasjonale sammenlikningene har vi relatert produksjonen i antall artikler til landenes folketall. Forskjeller i befolkningsstørrelse trenger imidlertid ikke å reflektere forskjeller i forskningsinnsats. En bedre indikator ville derfor være å beregne forholdet mellom artikkelproduksjonen og innsatsfaktorer som FoU-utgifter og FoU-årsverk. Det er imidlertid problematisk å si noe om slike produktivitetsforskjeller, dvs. forskjeller i forholdet mellom «input» og «output», bl.a. fordi det er forskjeller mellom landene i fag- og sektorstruktur. En slik analyse ville kreve en mer sofistikert beregningsmetode enn det som har vært mulig å gjennomføre innen rammen av denne rapporten.

Når det gjelder siteringer, er diskusjonen om hva disse egentlig «måler» omfattende, og vi skal ikke gå videre inn på denne diskusjonen her. Vi vil imidlertid nevne et par forhold som det er viktig å være klar over. For det første er det slik at det er store fagfeltforskjeller i siteringshyppighet. En artikkel i molekylærbiologi er f.eks. i gjennomsnitt sitert 5–10 ganger så ofte som en artikkel i matematikk. Konsekvensen av dette er at det er helt nødvendig å bruke fagfeltjusterte skalaer (relative siteringsindekser), og at absolutte siteringstall er ubrukelige til tverrfaglige sammenlikninger.

Det er to referanseverdier som gjerne brukes i denne sammenheng. Den ene er fagfeltgjennomsnittet, den andre er tidsskriftgjennomsnittet. I kapittel 4 og 5 er artiklenes siteringstall sammenliknet med det internasjonale gjennomsnittet for fagfeltene. Som et eksempel beregnes det gjennomsnittlige antall siteringer til norske artikler innen fysikk i 1998 (akkumulert siteringstall for perioden 1998–2003). Dette gjennomsnittet sammenliknes med hva som er det tilsvarende verdensgjennomsnittet for alle artikler innen fysikk i 1998. Det beregnes så relative siteringsindekser hvor en indeks på 100 representerer verdensgjennomsnittet i fagfeltet. En indeksverdi på 118 vil da si at de norske publikasjonene ble 18 prosent mer sitert enn hva som er gjennomsnittet på verdensbasis.

Kapittel 6 inneholder nasjonale sammenlikninger. Her er det brukt en tidsskriftsbasert referanseverdi i beregningen av relative siteringsindekser. For hver artikkel innhentet vi data over gjennomsnittssiteringsrate for en artikkel publisert i det respektive tidsskriftet og året. Dvs. for en artikkel publisert i *Aquaculture* i 2000 brukte vi gjennomsnittssiteringsraten for artiklene i *Aquaculture* dette året. Det ble her også tatt hensyn til artikkeltypen. For en «review-artikkel» ble det således brukt gjennomsnittet for «review-artiklene». På denne måten ble det laget en indikator som tar hensyn til tidsskriftsprofil. Summen av oppnådde

siteringstall ble så sammenliknet med summen av gjennomsnittsverdiene for tidsskriftene det publiseres i. Er tallet høyere, er publikasjonene mer sitert enn «forventet». På denne måten ble det konstruert en indikator som nøyaktig tar hensyn til den relative publiseringen i ulike tidsskrift/år. Indikatoren ble beregnet som en relativ siteringsindeks hvor 100 representerer «forventet» eller den tidsskriftsrelaterte gjennomsnittsverdien.

Indeksverdien som oppnåes i de relative siteringsindeksene vil dermed avhenge av hvilke referanseverdier som benyttes. Det er viktig å være klar over forskjellen på den fagfeltrelaterte og den journalrelaterte siteringsindeksen. Et institutt kan f.eks. ha en profil hvor størstedelen av artiklene publiseres i tidsskrifter som er lite sitert i sitt fagfelt, dvs. har lav «impaktfaktor». Dette vil medføre at instituttet vil score mye høyere på indikatoren som er journalrelatert enn den som er fagfeltrelatert. Normalt vil derfor fagfeltgjennomsnittet representere den mest adekvate referanseverdien.

Det bør også nevnes at siteringsfrekvenser er ekstremt skjevfordelt. En stor andel av verdens vitenskapelige artikler blir aldri eller sjelden sitert i den påfølgende vitenskapelige litteraturen. På den annen side kan noen artikler oppnå et ekstremt høyt antall siteringer. En studie av rundt 40 000 norske ISI-indekserte artikler fra perioden 1981–1994 viste f.eks. at rundt halvparten av disse ikke hadde blitt sitert eller bare oppnådd en eller to siteringer, mens 10 prosent av artiklene mottok halvparten av det totale antallet siteringer til norske artikler (Aksnes & Sivertsen, 2004). Tilsvarende fordeling vil kunne finnes for alle land. En finner også skjevfordelingen igjen på individnivå og tidsskriftsnivå. Det er derfor viktig å være klar over at gjennomsnittsverdien når det gjelder siteringsrate i stor grad bestemmes av en liten andel høyt siterte artikler. Så lenge man sammenligner populasjoner med tilsvarende skjevfordeling er likevel gjennomsnittet regnet for å være en adekvat indikator.

National Citation Report (NCR)-basen inneholder data over hvor mange siteringer en artikkel har fått fra publiseringsåret t.o.m. år 2003. I motsetning til hva som tidligere var tilfelle når man på ISIs *Web of Science* (online) søkte siteringer på forfatternavn hvor kun førsteforfatter fikk kreditert siteringene, bruker vår database artikkelen som utgangspunkt. I beregningen av siteringstall har vi brukt akkumulerte siteringstall. Dvs. at for artiklene publisert i f.eks. 1995 er siteringene talt over en 9-årsperiode.

3 Naturvitenskap samlet – publiseringsindikatorer

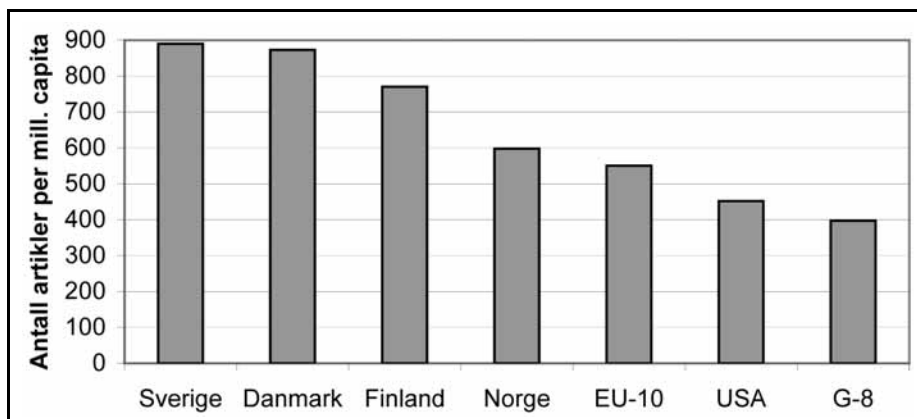
I dette kapitlet gir vi en framstilling av publiseringsindikatorer for det matematisk-naturvitenskapelige fagområdet samlet.

Totalt ble det registrert 2700 artikler fra norske forskere innen det matematisk-naturvitenskapelige fagområdet i 2003. Til sammenlikning var antallet 4000 for Finland, 4700 for Danmark og 7900 for Sverige. Med andre ord har Norge en betydelig lavere vitenskapelig produksjon enn disse nordiske landene.

I figur 3.1 er artikkelproduksjonen innen det matematisk-naturvitenskapelige fagområdet relatert til landenes folketall. I denne figuren inngår også et gjennomsnittstall for 10 nord-/vesteuropiske EU-land (Storbritannia, Tyskland, Frankrike, Belgia, Nederland, Irland, Sverige, Finland, Danmark og Østerrike) samt gjennomsnittstall for de såkalte «G-8-landene» (USA, Canada, Frankrike, Italia, Tyskland, Japan, Russland og Storbritannia). Selv om G-8-landene er heterogene når det gjelder forskningsintensitet, og dels representert land det kanskje ikke er naturlig å sammenlikne Norge med, har vi likevel valgt å inkludere dem i analysen siden de til sammen står for en relativt stor del av verdens vitenskapelige produksjon.

Målt per capita har Sverige og Danmark den høyeste produksjonen med i underkant av 900 artikler per mill. innbyggere i 2003. Til sammenlikning utgjorde Norges produksjon av artikler knapt 600 per mill. innbyggere. Med en slik målestokk hevder Norge seg imidlertid bedre enn de 10 EU-landene med en gjennomsnittlig produksjon på 550 publikasjoner og G-8 landene med knapt 400 artikler. For sistnevnte grupper av land er det imidlertid store interne forskjeller av mellom landene og særlig trekker Russland med et relativt lite antall artikler og en stor befolkning ned gjennomsnittet for G-8 landene. Likevel ser vi at selv USA ikke har mer enn rundt 450 artikler per mill. innbyggere.

Ulike land har ulike spesialiseringsprofiler, dvs. relativ aktivitet innen ulike fag. Et spørsmål som reiser seg i denne sammenheng er om andelen naturvitenskapelig forskning er forskjellig i de ulike landene. For å belyse denne problemstillingen beregnet vi hvor stor andel av den total vitenskapelige produksjonen som utgjorde matematisk-naturvitenskapelige publikasjoner. Resultatene framkommer i tabell 3.1. Norges andel utgjorde 51 prosent, dette er litt lavere enn det som er verdensgjennomsnittet (54 prosent), men samme andel som Sverige. Danmark har den høyeste andelen med 57 prosent.



Figur 3.1 Antall artikler per mill. capita innen det matematisk-naturvitenskapelige fagområdet 2003 for fire nordiske land, USA, EU-10 og G-8 landene.

Det er grunn til å påpeke at denne andelen reflekterer at databasen er dominert av tidsskrifter innen medisin, naturvitenskap og teknologi. I den versjonen vi har brukt her er f.eks. humanistiske tidsskrifter ikke inkludert. Tallene sier derfor ikke noe om det reelle størrelsesforholdet mellom fagområdene. F.eks. viser rapporten basert på FoU-statistiske data (Rørstad, Maus & Olsen 2004) at det matematisk-naturvitenskapelige fagområdet stod for 21 prosent av forskningsinnsatsen i Norge når næringslivets FoU-innsats holdes utenfor. Imidlertid kan en konkludere at Norge har en marginalt lavere relativ spesialisering (publiseringsaktivitet) innen naturvitenskap enn det som er gjennomsnittet for andre land.

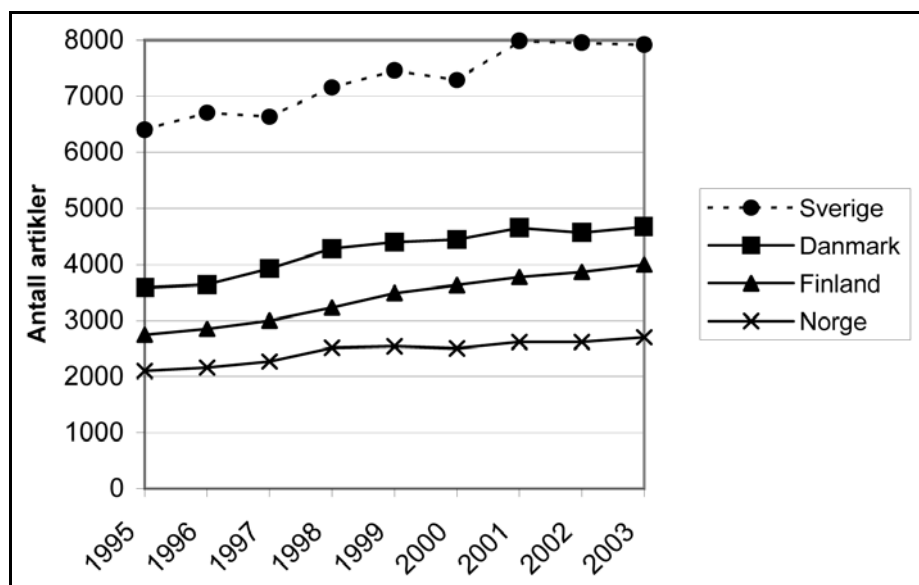
En tilsvarende analyse ble også gjort for de øvrige årene i perioden 1995–2003. Denne viser at andelen artikler innen det matematisk-naturvitenskapelige fagområdet for alle landene har vært stabil i perioden.

Hvordan har publiseringsaktiviteten utviklet seg over tid? Figur 3.2 gir en framstilling av antall artikler innen det matematisk-naturvitenskapelige fagområdet for de fire nordiske landene. For alle landene ser vi at antallet artikler har økt gjennom perioden. Særlig markert har økningen vært for Finland. Norge hadde i 1995 en produksjon på 2100 artikler, med andre ord økte artikkeltallet med 600 artikler i løpet av perioden. Til sammenlikning økte antall publikasjoner i perioden med 1100 for Danmark, 1300 for Finland og 1500 for Sverige.

Tabell 3.1 Andel matematisk-naturvitenskapelige artikler av total artikkelproduksjon 2003 for fire nordiske land, EU-10 og G-8 landene.

Danmark	Finland	Norge	Sverige	EU-10	G-8	Verdens gjennomsnitt
57 %	52 %	51 %	51 %	54 %	54 %	54 %

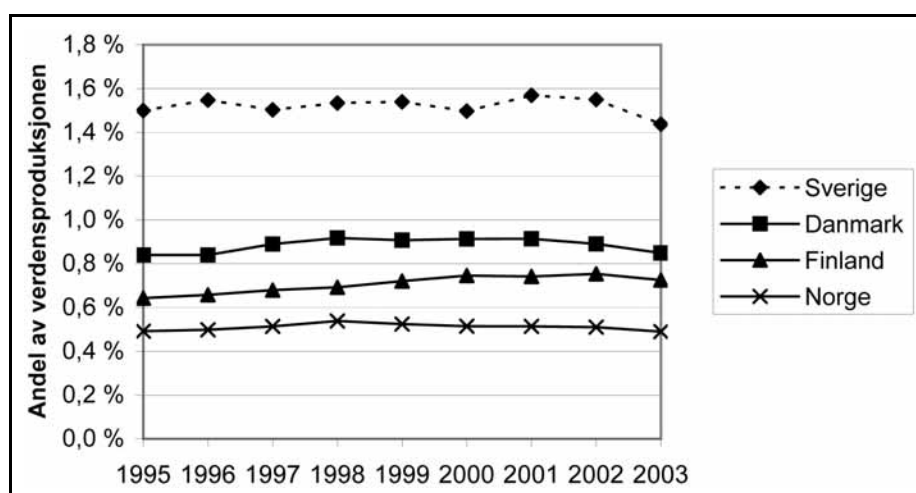
Vi har også beregnet hvor stor økningen i artikkelproduksjonen utgjorde i prosent. I forhold til 1995 var antallet artikler i 2003 økt med 46 prosent for Finland, 30 prosent for Danmark, 29 prosent for Norge og 24 prosent for Sverige. Med andre ord har Finland hatt den klart kraftigste relative veksten i perioden. Imidlertid har alle de nordiske landene hatt en kraftigere økning enn gjennomsnittet for de 10 EU-landene og G-8 landene. Veksten for sistnevnte grupper av land var henholdsvis 21 og 14 prosent i perioden eller 26100 og 43000 artikler.



Figur 3.2 Antall artikler 1995–2003 for fire nordiske land, totaltall for det matematisk-naturvitenskapelige fagområdet.

Det er imidlertid viktig å være klar over at tallene ovenfor vil reflektere tidsskriftsgrunnlaget til NSI-databasen. Det har skjedd visse endringer i databasens dekning av tidsskrifter over tid hvor et økende antall tidsskrifter har blitt indeksert. Produksjonsøkningen avspeiler derfor dels en ekspansjon i landenes forskningsaktivitet, men også at datagrunnlaget er utvidet. Det er derfor grunn til å

bruke supplerende indikatorer som er mer robust mot sistnevnte type endringer, f.eks. landenes andel av den vitenskapelige artikkelproduksjonen innen fagområdet på verdensbasis, se figur 3.3.



Figur 3.3 Artikkelproduksjonen innen det matematisk-naturvitenskapelige fagområdet i perioden 1995–2003 for fire nordiske land, målt som andel* av det verdensproduksjonen innen fagområdet.

*) Andelen av verdensproduksjon er beregnet ut fra summen av alle lands produksjon.

For Norge har andelen forandret seg relativt lite gjennom perioden. I 1995 bidro Norge til 0,49 prosent av publikasjonene innen matematikk-naturvitenskap. Andelen i 2003 utgjorde også 0,49 prosent. Med andre ord samsvarer Norges økning i antall publikasjoner i perioden med den gjennomsnittlige relative økningen i antall indekserte artikler på verdensbasis. Den norske andelen har imidlertid ikke ligget helt konstant gjennom perioden. På slutten av 90-tallet økte andelen og nådde en topp i 1998 med 0,54 prosent. I de påfølgende årene falt andelen tilbake til utgangspunktet.

Det er interessant å sammenholde disse resultatene med funnene i den andre rapporten som er utarbeidet i forbindelse med prosjektet (Rørstad, Maus & Olsen 2004). Denne rapporten viste for universitets- og høyskolesektoren en reell nedgang på 57 FoU-årsverk utført av vitenskapelig personale.

I lys av disse tallene kan det således synes overraskende at den bibliometriske undersøkelsen likevel viser en vekst i antall artikler. En faktor er som nevnt at produksjonsøkningen dels kan tilskrives at ISIs dekning av tidsskrifter har økt

noe i perioden. Målt som andel av verdensproduksjonen har ikke det norske publiseringsnivået innen fagområdet steget. Ut over dette kan et økt fokus på vitenskapelig publisering i forskningspolitisk sammenheng, samt et større innslag av internasjonalt samforfatterskap som gir flere «norske» publikasjoner ha vært medvirkende faktorer. Dernest må det taes i betraktning at de bibliometriske tallene er for Norge totalt (universitets- og høyskolesektoren, instituttsektoren og næringslivet), mens tallene for FoU-ressurser kun omfatter universitets- og høyskolesektoren (hvor hovedtyngden av den vitenskapelige publisering riktignok finner sted). Videre er prinsippet brukt for å avgrense fagområdet i de to undersøkelsene forskjellig slik at det kan være vanskelig å sammenholde de to størrelsene. Publiseringstallene dekker også en to år lengre periode (t.o.m. 2003) og veksten ville vært lavere om en holdt de to siste årene utenfor. I tillegg går det noe tid fra forskningsinnsatsen skjer til publikasjonene kommer, og publiseringstallene for 1995 vil f.eks. kunne være et resultat av forskning utført i 1994 og 1993. Alt i alt gjør dette at de to undersøkelsene gir et litt forskjellig bilde, hvor utviklingen når det gjelder publisering har vært mer positiv enn utviklingen når det gjelder FoU-ressurser.

4 Naturvitenskapelige disipliner

I dette kapitlet beskrives publiserings- og siteringsindikatorer for de disipliner som er predefinert i *National Science Indicator* (NSI)-databasen. Det er grunn til å understreke at disiplinene varierer mye i størrelse både nasjonalt og på verdensbasis, og det kan synes litt tilfeldig hvilke fagfelt som er definert som en egen kategori av ISI. Likevel vil en analyse basert på dette kategorisystemet kunne gi et godt innblikk i strukturen til naturvitenskapelig forskning.

Tabell 4.1 viser den norske artikkelproduksjonen i de ulike disiplinene i 2003. Som vi ser, står kjemi for det største antall artikler med nesten 400. Det vil si at kjemi utgjorde 15 prosent av den norske artikkelproduksjonen innen matematikk-naturvitenskap i 2003. På andre plass kom geofag med drøyt 350 artikler.

Tabell 4.1 Artikkelproduksjon innen matematisk-naturvitenskapelige disipliner 2003 for Norge, antall og prosentandel.

	Antall artikler	Andel
Kjemi	383	15 %
Geofag	352	14 %
Marin-/fiskeribiologi	339	14 %
Fysikk	288	12 %
Økologi/miljøfag	264	11 %
Biokjemi & biofysikk	147	6 %
Molekylærbiologi & genetikk	135	5 %
Botanikk	132	5 %
Mikrobiologi	109	4 %
Zoologi	107	4 %
Matematikk	94	4 %
Astrofysikk	68	3 %
Informatikk / «computer science»	48	2 %
Petroleumsgeologi	34	1 %

I tabell 4.2 er artikkelproduksjonen innen matematisk-naturvitenskapelige disipliner relatert til folketallet. I tillegg til fire nordiske land og USA inngår her også gjennomsnittstall for de 10 nord-/vesteuropiske EU-landene samt G-8-landene. Norge viser seg å ha en fagfeltsammensetning som avviker relativt mye fra den en finner i de andre landene. Norsk forskning har en høy relativ aktivitet i geofag og biologi. Motsatt finner vi en lav relativ aktivitet i fysikk og kjemi. Norge har et svært lavt antall artikler innen disse disiplinene sammenliknet med

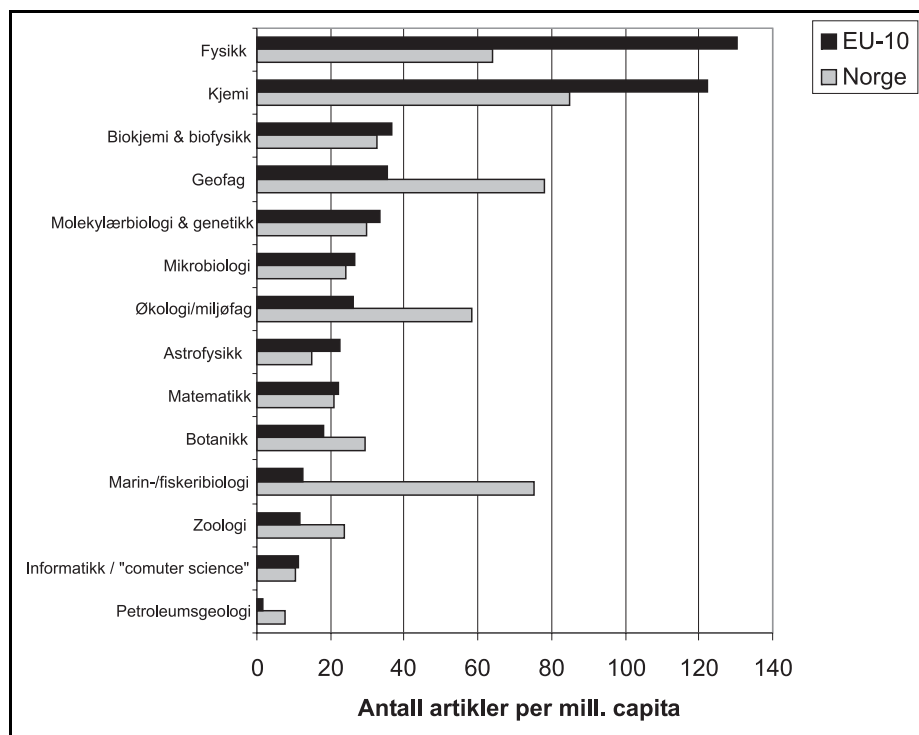
hva som er gjennomsnittet for Norden og internasjonalt. I biologi har Norge en særlig høy spesialisering i marin- og fiskeribiologi.

Tabell 4.2 Antall artikler per mill. capia innen matematisk-naturvitenskapelige disipliner 2003 for fire nordiske land, USA, EU-10 og G-8-landene.

	Norge	Danmark	Finland	Sverige	EU-10	USA	G-8
Kjemi	85	139	139	178	122	85	89
Geofag	78	61	41	45	35	30	25
Marin-/fiskeribiologi	75	45	23	24	12	10	8
Fysikk	64	145	149	173	130	83	96
Økologi/miljøfag	58	64	78	70	26	28	18
Biokjemi & biofysikk	33	68	41	81	36	44	31
Molekylærbiologi & genetikk	30	40	48	58	33	37	26
Botanikk	29	32	47	44	18	15	12
Mikrobiologi	24	56	38	44	26	21	17
Zoologi	24	33	19	21	12	11	8
Matematikk	21	23	24	24	22	17	15
Astrofysikk	15	27	28	20	22	17	15
Informatikk / «computer science»	11	12	21	15	11	15	10
Petroleumsgeologi	8	2	3	4	2	2	2
Totalt naturvitenskap*	598	872	771	890	550	452	397

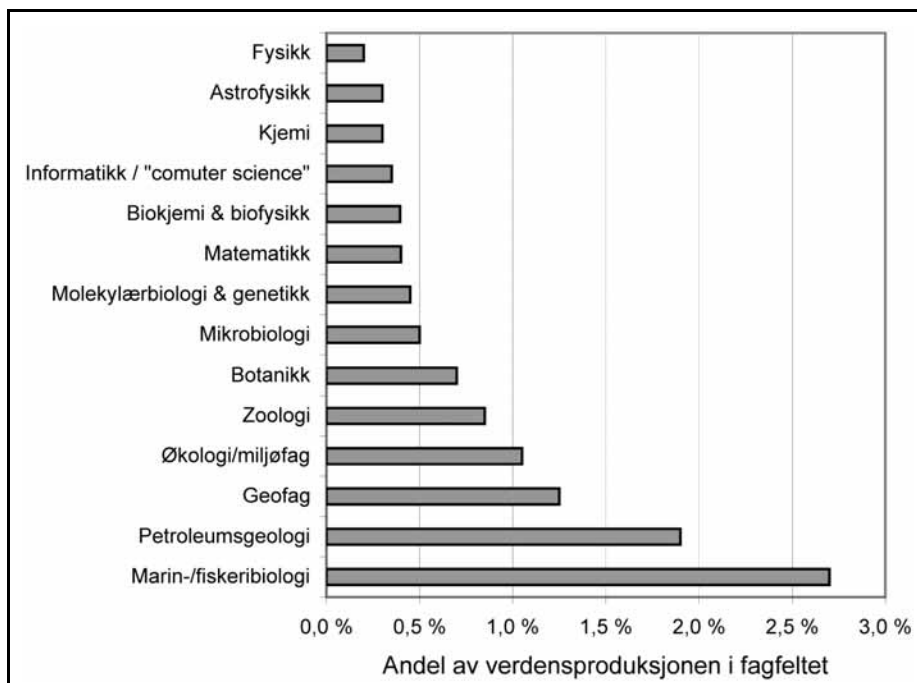
*) Totaltallet for naturvitenskap er litt høyere enn summen av enkeltdisiplinallene fordi noen mindre fagfelt er utelatt i tabellen.

I figur 4.1 har vi framstilt disse resultatene grafisk for Norge og de 10 EU-landene.



Figur 4.1 Antall artikler per mill. capita innen matematisk-naturvitenskapelige disipliner 2003 for Norge og EU-10 landene.

Figur 4.2 viser hvor stor andel av verdensproduksjonen av artikler i de ulike disiplinene som norske forskere bidro til. Her er det beregnet et gjennomsnitt for årene 2002 og 2003. Marin- og fiskeribiologi skiller seg ut med den høyeste andelen. Her bidro Norge til rundt 2,7 prosent av verdensproduksjonen. Derneft følger petroleumsgeologi med 1,9 prosent, men dette er et svært lite fagfelt målt i antall artikler. Også i geofag har Norge en relativt høy andel med 1,3 prosent. I motsatt ende av skalaen finner vi bl.a. fysikk og kjemi hvor andelen utgjorde i underkant av 0,3 prosent.



Figur 4.2 Artikkelproduksjonen i matematisk-naturvitenskapelige disiplinier for Norge 2002 og 2003, målt som andel av verdensproduksjonen* innen disiplinene.

*) Andelen av verdensproduksjon er beregnet ut fra summen av alle lands produksjon.

Tabell 4.3 viser utviklingen i artikkelproduksjonen i matematisk-naturvitenskapelige disiplinier for Norge 1995–2003 målt som andel av verdensproduksjonen innen disiplinene. Som vi ser varierer andelen noe fra år til år, særlig i de disiplinene som er minst, målt i absolutt artikkeltall. Det er likevel ikke snakk om store endringer i løpet av perioden for noen av disiplinene, men andelen har økt litt i marin- og fiskeribiologi og botanikk.

Tabell 4.3 Artikkelproduksjonen i matematisk-naturvitenskapelige disipliner for Norge 1995–2003, målt som andel av verdensproduksjonen* innen disiplinene.

	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Marin-/fiskeribiologi	2,1 %	2,3 %	2,6 %	3,0 %	2,3 %	2,3 %	2,1 %	2,7 %	2,7 %
Petroleumsgeologi	1,9 %	2,3 %	1,9 %	2,8 %	1,5 %	2,3 %	2,2 %	2,3 %	1,5 %
Geofag	1,2 %	1,3 %	1,2 %	1,3 %	1,3 %	1,3 %	1,2 %	1,4 %	1,1 %
Økologi/miljøfag	1,0 %	1,3 %	1,1 %	1,2 %	1,3 %	1,2 %	1,2 %	1,1 %	1,0 %
Zoologi	0,9 %	0,8 %	1,0 %	1,0 %	1,2 %	1,0 %	1,1 %	0,8 %	0,9 %
Botanikk	0,4 %	0,4 %	0,5 %	0,6 %	0,5 %	0,6 %	0,7 %	0,7 %	0,7 %
Mikrobiologi	0,5 %	0,5 %	0,5 %	0,5 %	0,5 %	0,6 %	0,5 %	0,5 %	0,5 %
Matematikk	0,3 %	0,4 %	0,4 %	0,4 %	0,4 %	0,4 %	0,5 %	0,4 %	0,4 %
Molekylærbiologi & genetikk	0,5 %	0,4 %	0,5 %	0,5 %	0,4 %	0,5 %	0,5 %	0,4 %	0,5 %
Biokjemi & biofysikk	0,3 %	0,3 %	0,3 %	0,4 %	0,4 %	0,4 %	0,4 %	0,4 %	0,4 %
Astrofysikk	0,3 %	0,3 %	0,3 %	0,5 %	0,3 %	0,4 %	0,3 %	0,2 %	0,4 %
Informatikk/ «computer science»	0,3 %	0,3 %	0,3 %	0,3 %	0,3 %	0,3 %	0,3 %	0,3 %	0,4 %
Kjemi	0,4 %	0,4 %	0,4 %	0,4 %	0,3 %	0,3 %	0,3 %	0,3 %	0,3 %
Fysikk	0,3 %	0,3 %	0,3 %	0,2 %	0,3 %	0,3 %	0,3 %	0,2 %	0,2 %

*) Andelen av verdensproduksjon er beregnet ut fra summen av alle lands produksjon.

Som beskrevet i metodekapittelet, er siteringsindikatorer ofte brukt for å vurdere aspekter relatert til vitenskapelig innflytelse og internasjonal synlighet («impact»). Det er vanlig å anta at artikler blir mer eller mindre sitert ut fra hvor stor eller liten innflytelse de får på videre forskning. Basisen for slike indikatorer er siteringer til tidligere vitenskapelige publikasjoner, som kan identifiseres fra referanselisten til de vitenskapelige publikasjoner. Slike data blir systematisk registrert av ISI, og dette gjør det mulig å gjøre siteringsanalyser på aggregerte nivåer. En standardindikator er gjennomsnittlig antall siteringer til et lands publikasjoner. Generelt blir denne indikatoren sett på som et indirekte uttrykk for oppmerksomheten et lands publikasjoner oppnår i det internasjonale vitenskapelige samfunn. Fordelen med denne indeksen er også at den er størrelsesuavhengig, dvs. ikke er influert av forskjeller i landenes størrelse når det gjelder produksjon av artikler.

Vi har her beregnet relative siteringsindikatorer som sier om et lands publikasjoner i et bestemt fagfelt er sitert mer eller mindre enn det som er verdensgjennomsnittet for publikasjoner i fagfeltet. Verdensgjennomsnittet er her satt

til 100. En indeksverdi på f.eks. 110 et bestemt år vil altså si at landets artikler publisert dette året er sitert 10 prosent hyppigere enn verdensgjennomsnittet.

Tabell 4.4 viser den relative siteringsindeksen for norske publikasjoner for perioden 1995–2001. For alle årene er indeksen beregnet i forhold til akkumulert siteringstall fra publikasjonsår t.o.m. 2003. Tabellen viser at indeksen kan variere mye fra år til år, særlig i de minste disiplinene. Samtidig ser vi også systematiske forskjeller, hvor f.eks. publikasjonene i zoologi har vært gjennomgående høyt sitert i hele perioden og molekylærbiologi og genetik har vært lavt sitert. Når det gjelder utviklingstendenser, ser vi bl.a. at siteringsraten har gått ned i botanikk og mikrobiologi i løpet av perioden.

Tabell 4.4 Relativ siteringsindeks for norsk forskning i matematisk – naturvitenskapelige disipliner. Årlig indeks 1995–2001 (verdensgjennomsnitt = 100)

	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Informatikk / «computer science»	108	95	89	96	89	98	159
Zoologi	150	130	131	151	134	123	145
Matematikk	149	93	143	120	110	126	136
Økologi/miljøfag	123	106	135	118	170	125	132
Petroleumsgeologi	112	176	175	128	166	164	123
Geofag	107	110	107	104	117	101	121
Fysikk	115	110	90	118	112	103	114
Marin-/fiskeribiologi	111	119	121	110	125	130	112
Astrofysikk	88	145	125	97	77	72	96
Kjemi	86	90	94	91	92	93	96
Biokjemi & biofysikk	68	107	73	65	78	99	90
Molekylærbiologi & genetik	100	46	73	82	81	77	81
Mikrobiologi	116	113	112	120	98	100	78
Botanikk	100	99	99	83	83	77	60

I de land vi her har sammenliknet Norge med ligger imidlertid siteringsnivået gjennomgående noe høyere enn det som er verdensgjennomsnittet. Vi har derfor beregnet indekser også for de tre andre nordiske landene, USA og for EU-10 og G-8 landene. Resultatet er framstilt i tabell 4.5. For å redusere effekten av årlige fluktuasjoner har vi her som indikator brukt den gjennomsnittlige årlige indeksen for 1998–2001 publikasjonene (siteringsvindu t.o.m. 2003).

Norge scorer best i petroleumsgeologi, zoologi, økologi/miljøfag og matematikk. I alle disse disiplinene ligger siteringsnivået mer enn 20 prosent over ver-

densgjennomsnittet. I disse disiplinene er Norge også sitert høyere enn det som er gjennomsnittet for de 10 EU-landene, men det finnes likevel andre nordiske land som scorer bedre enn Norge.

I marin- og fiskeribiologi, fysikk, geofag og informatikk/«computer science» er de norske artiklene sitert 10 til 20 prosent mer hyppig enn gjennomsnittet på verdensbasis. I fysikk og geofag er likevel det norske nivået lavere enn gjennomsnittet for de 10 EU-landene og nivået for de andre nordiske landene.

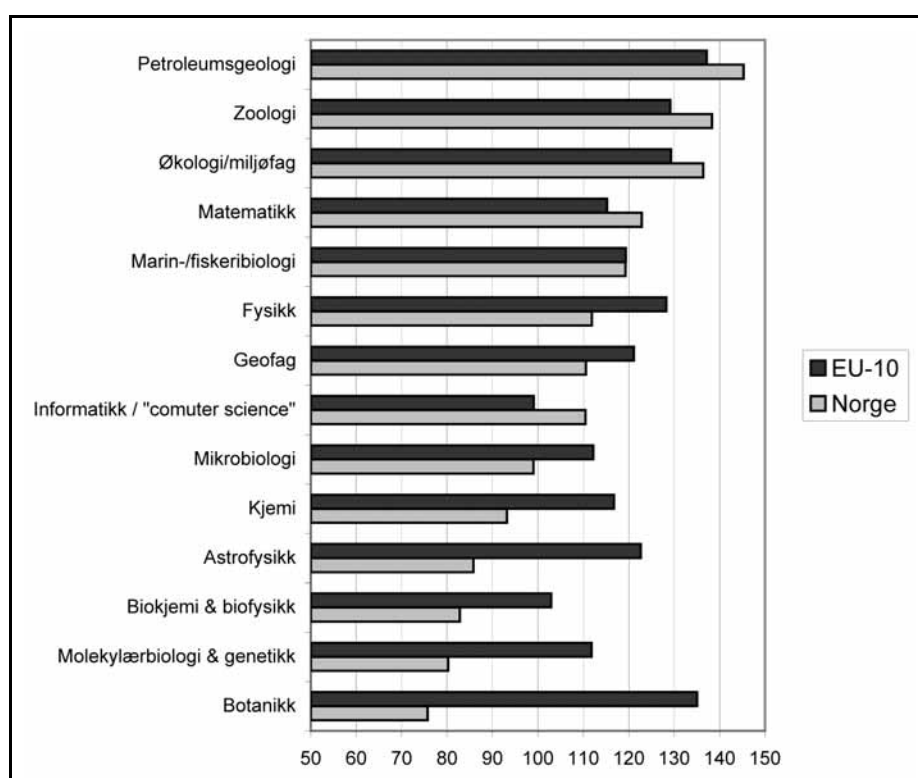
Tabell 4.5 Relativ siteringsindeks for forskning i matematisk naturvitenskapelige disipliner for fire nordiske land, USA, EU-10 og G-8 landene. Gjennomsnittlig årlig indeks for publikasjoner fra 1998–2001

	Norge	Danmark	Finland	Sverige	USA	EU-10	G-8
Petroleumsgeologi	145	291	64	165	92	137	105
Zoologi	138	124	126	161	129	129	120
Økologi/miljøfag	136	143	138	149	123	129	119
Matematikk	123	122	123	121	127	115	114
Marin-/fiskeribiologi	119	145	83	128	124	119	112
Fysikk	112	159	132	129	159	128	125
Geofag	111	130	116	120	142	121	118
Informatikk / «computer science»	110	122	106	111	137	99	112
Mikrobiologi	99	119	102	110	144	112	118
Kjemi	93	151	97	128	153	117	115
Astrofysikk	86	134	70	102	137	123	123
Biokjemi & biofysikk	83	97	90	95	134	103	112
Molekylærbiologi & genetikk	80	97	101	97	133	112	116
Botanikk	76	117	79	112	142	135	127

Norsk mikrobiologi er sitert rundt verdensgjennomsnittet, men lavere enn i de tre andre nordiske landene og gjennomsnittet for EU-10 og G-8 landene. I kjemi, astrofysikk, biokjemi/biofysikk, molekylærbiologi/genetikk og botanikk er de norske publikasjonene sitert mindre enn gjennomsnittet på verdensbasis og betydelig under nivået i de øvrige nordiske landene, USA, EU-10 og G-8 landene. Særlig i botanikk ble norsk forskning lite sitert med et nivå nesten 60 prosentpoeng under gjennomsnittet for de utvalgte EU-landene. Det er også grunn til å trekke fram det lave siteringsnivået i de «molekylære» biologiske disipliner

biokjemi/biofysikk og molekylærbiologi/genetikk. De norske publikasjonene ble her sitert rundt 20 prosent lavere enn verdensgjennomsnittet. Til sammenlikning lå nivået i de nordiske landene rundt verdensgjennomsnittet, men var enda høyere i EU-10 og G-8 landene.

Resultatene fra tabell 4.5 er grafisk framstilt i figur 4.3. Norge er her sammenliknet med gjennomsnittet for de 10 EU-landene. Sammenliknet med dette gjennomsnittet ligger Norges siteringsnivå høyere i 4 av 14 disipliner. Tilsvarende tall for Danmark var 10, for Finland 4 og for Sverige 8.



Figur 4.3 Relativ siteringsindeks for forskning i matematisk-naturvitenskapelige disipliner for Norge og EU-10 landene. Gjennomsnittlig årlig indeks for publikasjoner fra 1998–2001 (verdensgjennomsnitt = 100)

Oppsummerende er Norges fagprofil i naturvitenskap dreid mot særlig høy publiseringsaktivitet i geovitenskap og biologi. Motsatt er publiseringsaktiviteten lav innenfor biokjemi, fysikk, og kjemi. Dvs. vi finner for Norge en sterk spesialisering mot fag med en særlig innretning mot utnyttelse og ivaretagelse av landets spesielle naturressurser. Denne profilen er av Glänzel (2000) omtalt som «the 'bio-environmental model', that is, the pattern most typical for developing and more 'natural' countries (e.g. Australia or South Africa) with Biology and Earth and Space Sciences in the main focus». Det øvrige Norden følger derimot «the characteristic pattern of the developed Western countries» med større balanse innenfor hele spekteret av vitenskaper.

Siteringsnivået for norsk naturvitenskap i perioden er gjennomgående lavere enn nivået i våre omliggende land. Det finnes riktignok noen unntak hvor Norge utmerker seg positivt slik som zoologi, økologi og matematikk. Hovedbildet er likevel at forskningen er sitert mindre enn det man burde kunne forvente av et land med Norges økonomiske stilling. Bare i 4 av 14 matematisk-naturvitenskapelige disipliner er Norge mer sitert enn gjennomsnittet for de nord- og vest-europeiske EU-landene, og to av disse disiplinene er små målt i artikkelproduksjon (matematikk og særlig petroleumsgeologi). Med andre ord gir analysen ikke et spesielt oppløftende bilde av den internasjonale innflytelsen til norsk naturvitenskapelig forskning i perioden. Når det er sagt, vil det selvsagt være mange land i verden som scorer dårligere enn Norge, og i forhold til verdensgjennomsnittet kommer Norge tross alt noe bedre ut. For en nærmere vurdering av nivået i de ulike disiplinene, henviser vi imidlertid til de ulike fagevalueringene som har vært foretatt av norsk naturvitenskapelig forskning (The Research Council of Norway 1997, 1998, 2000a, 2000b, 2002a, 2002b).

5 Nasjonale sammenlikninger

I dette kapitlet vil vi se på publiseringsaktiviteten på et nasjonalt nivå. Analysen er basert på en klassifisering av artiklene foretatt ved NIFU STEP. Vi har laget en oversikt for hvert enkelt universitet på disiplinnivå. I tillegg inngår samlekattegorier for Norges landbrukshøgskole (NLH), Norges veterinærskole (NVH) og Universitetssenteret på Svalbard (UNIS), instituttsektoren, de statlige høgskolene og næringslivet. Vi presenterer totaltall for hele perioden 1995–2003.

Metoden som er benyttet er basert på postadressene forfatterne oppgir på artiklene. Ut fra disse adressene har vi fordelt artiklene per institusjon/ sektor. Forutsetningen for at en publikasjon blir registrert er derfor at forfatteren har oppgitt en adresse som lar seg identifisere på institusjonsnivå. For ca. 2 prosent av artiklene har dette ikke vært tilfelle og disse vil således ikke komme med i tellingene.

Metoden som er brukt korrigerer for samforfatterskap internt ved institusjonene. Dvs. når to forskere ved forskjellige institutt ved samme institusjon har samarbeidet om en publikasjon, er denne publikasjonen kun talt opp én gang for institusjonen. Hvis artikkelen har forfattere fra flere institusjoner, telles artikkelen en gang for hver av de institusjonene som artikkelen har forfattere fra.

Det er imidlertid viktig å understreke at tallene i dette kapitlet er basert på en disiplininnndeling som ikke sammenfaller med inndelingen av institutter ved institusjonene. Med andre ord må tallene ikke tolkes som indikatorer for enkeltinstitutter. Typisk vil forskerne ved et institutt publisere innen en rekke av de kategoriene som her er brukt. For å ta ett eksempel vil publikasjonene til de ansatte ved (det tidligere) Institutt for mikrobiologi ved Universitetet i Bergen ikke bare finnes i kategorien for mikrobiologi, men også i kategoriene for marin-/fiskeribiologi, økologi/miljøfag, botanikk og flere andre kategorier. Motsatt vil ansatte ved f.eks. Molekylærbiologisk institutt og Gades institutt ha artikler i kategorien for mikrobiologi. En annen metode måtte derfor vært valgt dersom en skulle laget indikatorer for enkeltinstitutter (se f.eks. Taxt & Aksnes 2003).

I tillegg til publiseringstall inngår en oversikt over siteringsindekser. Også her har vi kun beregnet en samleindeks for hele perioden 1995–2003. Vi har brukt en metode basert på akkumulerte siteringstall (fra publikasjonsår t.o.m. 2003). Den innebærer at de eldste publikasjonene vil veie tyngst i indeksen siden disse har kunnet bli sitert over det lengste tidsrommet. Til tross for at det dermed ligger en viss «konservatisme» i tallene, bør indikatorene likevel gi en god pekepinn på forskjeller i den internasjonale gjennomslagskraften til forskningen foretatt ved de ulike institusjonene. Metoden anvendt her er også vanlig

å benytte i tilsvarende bibliometriske analyser (Moed & van der Velde, 1993; van Raan, 1996). Som beskrevet i metodedelene, er videre beregningen av indekser i dette kapittelet basert på tidsskriftsgjennomsnitt, noe som kan gi et litt annet bilde enn om man beregner indekser ut fra fagfeltgjennomsnitt.

Tabell 5.1 viser antall artikler innen matematisk-naturvitenskapelige disipliner per institusjon/sector for perioden 1995–2003.

Av universitetene er Universitetet i Oslo (UiO) det klart største med vel 6500 publikasjoner. UiO bidro dermed til 24 prosent av den vitenskapelige publiseringen innen norsk naturvitenskap. Universitetet i Bergen (UiB) og Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet (NTNU) er omtrent jevnstore med hhv. 3800 og 3400 artikler. Målt som andel av total publisering i norsk naturvitenskap utgjorde dette hhv. 14 og 13 prosent. Forskere ansatt i instituttsektoren publiserte 6300 artikler eller 23 prosent av artiklene. Universitetet i Tromsø (UiT) bidro til 7 prosent av artiklene (inkludert Norges fiskerihøgskole). I tabellen har vi også en samlekolonnie for Norges Veterinærhøgskole (NVH), Norges landbrukshøgskole (NLH) og Universitetssenteret på Svalbard (UNIS). Samlet bidro disse institusjonene til 9 prosent av artiklene innen naturvitenskap. Også personer ansatt i næringslivet publiserer i internasjonale tidsskrifter. Næringslivets andel utgjorde 8 prosent i perioden. Kun 3 prosent av artiklene kom fra personer ansatt ved de statlige høgskolene.

Ser en på de ulike disiplinene har ikke overraskende Universitetet i Oslo flest publikasjoner i de fleste av kategoriene. Særlig dominerende er UiO i kategoriene for biokjemi & biofysikk og molekylærbiologi & genetik. I disse kategoriene inngår imidlertid også publikasjoner fra de medisinske fakultetene, og det er usikkert hvor stort dette innslaget er sammenlignet med publikasjonene fra personer tilknyttet de matematisk-naturvitenskapelige fakultetene. I astrofysikk har UiO en spesielt dominerende posisjon i Norge, men denne disiplinen er uansett relativt liten målt i antall artikler. Av disipliner hvor UiO bidrar relativt lite finner vi bl.a. marin- og fiskeribiologi. Her dominerer instituttsektoren hvor det særlig er Havforskningsinstituttet som bidrar med mange publikasjoner. Nesten halvparten av alle publikasjonene innen dette fagområdet ble produsert av forskere ansatt i instituttsektoren i Norge.

Universitetet i Bergen har en relativt jevn disiplinprofil i den forstand at i hver disiplin bidrar institusjonen med en publikasjonsandel som ikke avviker så mye fra det som er den totale andelen på 14 prosent. Unntakene er bl.a. zoologi hvor UiB bare bidrar med rundt 5 prosent av publikasjonene på nasjonalt nivå, mens andelen er spesielt høy innen informatikk/«computer science» (25 prosent). NTNU har en sterkere spesialisering. Her er det særlig fysikk, matematikk

og kjemi hvor NTNU bidrar mye med andeler på rundt 25 prosent. Sammenliknet med de øvrige institusjonene publiserer NTNU relativt lite innen geofag og de biologiske disiplinene.

Tabell 5.1 Antall artikler innen matematisk-naturvitenskapelige disipliner per institusjon/ sektor for perioden 1995–2003.

	UiO	UiB	NTNU	UiT	NVH, NLH, UNIS	Statlige høg- skoler	Insti- tutt- sektor	Nær- ingsliv
Kjemi	1242	481	982	244	94	141	635	430
Geofag	593	694	194	252	116	23	1134	556
Fysikk	1160	601	841	83	26	94	429	161
Marin-/fiskeribiologi	276	536	169	299	190	64	1311	235
Økologi/miljøfag	375	262	305	137	367	86	1120	142
Biokjemi & biofysikk	550	239	141	141	60	16	120	44
Zoologi	183	62	150	94	409	42	302	45
Mikrobiologi	257	137	97	82	206	15	287	63
Botanikk	180	120	60	79	288	22	215	14
Molekylærbiologi & genetik	349	95	43	85	167	10	103	8
Matematikk	226	111	174	16	7	79	81	15
Petroleumsgeologi	14	26	50	1	1	25	96	248
Astrofysikk	241	19	14	82	30	5	55	12
Informatikk / «computer science»	40	77	47	4	0	24	40	70
Totalt naturvitenskap*	6525	3785	3444	1772	2322	682	6301	2080

*) Totaltallet for naturvitenskap er litt høyere enn summen av enkeltdisiplinallene fordi noen mindre fagfelt er utelatt i tabellen.

Ved Universitetet i Tromsø er den største disiplinen målt i antall artikler marin-/fiskeribiologi, men her inngår også tall for Norges fiskerihøgskole. Av avvikende mønstre kan det bl.a. nevnes at universitetet bidrar med 18 prosent av de norske publikasjonene innen astrofysikk. Derimot har UiT bare en svært liten produksjon innen bl.a. matematikk og informatikk/ «computer science».

Når det gjelder samlekategorien for Norges Landbrukshøgskole, Norges veterinærhøgskole og UNIS, finner vi særlig mange artikler innen kategoriene for zoologi, økologi/miljøfag, og botanikk. Her må det imidlertid tilføyes at i disse kategoriene inngår også noen landbruksvitenskapelige tidsskrifter, som har blitt inkludert som naturvitenskapelige i denne sammenheng. Det finnes imid-

lertid egne ISI-kategorier for landbruksfag og veterinærmedisin men disse er ikke tatt med i denne analysen.

I instituttsektoren er særlig marin-/fiskeribiologi, økologi/miljøfag og geofag store målt i antall artikler. Av den totale publiseringen innen naturvitenskap er Havforskningsinstituttet største bidragsyter av instituttene i instituttsektoren, dernest følger SINTEF-gruppen og Norsk institutt for naturforskning (NINA).

Næringslivet har særlig mange artikler innen geofag. Det bør spesielt bemerkes at av den totale norske vitenskapelige produksjonen innen petroleumsgeologi kommer mer enn halvparten av publikasjonene fra næringslivet.

I tabell 5.2 viser siteringsindeksen til publikasjonene i tabell 6.1. Her inngår både indekser for de ulike disiplinene og for naturvitenskap samlet. Ser man på total publisering innen naturvitenskap er indeksen høyest (121) for kategorien for NVH, NLH og UNIS. Dernest følger instituttsektoren og UiB, hvor artiklene ble sitert hhv. 14 og 12 prosent mer enn verdensgjennomsnittet. Minst sitert ble artiklene publisert ved de statlige høgskolene som bare oppnådde en indeks på 89.

Ser en på de ulike disiplinene varierer imidlertid bildet mye mellom institusjonene og sektorene. I kjemi er indeksen høyest ved UiO (118), i geofag ved UiB (126), i fysikk ved UiT (128), i marin-/ fiskeribiologi ved UiB (134), i økologi/miljøfag ved UiB (132), i biokjemi & biofysikk ved NTNU (120), i zoologi ved UiO (129), i mikrobiologi i kategorien for NLH, NVH og UNIS (155), i botanikk i instituttsektoren (151), i molekylærbiologi & genetikk i kategorien for NLH, NVH og UNIS (164), i matematikk ved UiB (144) og i astrofysikk ved UiO (124).

Som nevnt er indeksene her beregnet i forhold til gjennomsnittlig siteringsrate i tidsskriftene det publiseres i, noe som til dels gir et annet bilde enn om en bruker fagfeltgjennomsnittet som sammenlikningsgrunnlag (jf. kapittel 5). Dette er særlig tydelig for botanikk hvor siteringsindeksene blir relativt mye høyere med førstnevnte beregningsmetode. Forklaringen er at norske forskere i botanikk tenderer til å publisere i tidsskrifter som er lite sitert innen fagfeltet, dvs. har lav «impaktfaktor». Dermed kommer en betydelig bedre ut ved å bruke tidsskriftgjennomsnitt som referanseverdi. Det er her relevant å henvise til at norsk forskning generelt er relativt dårligere representert i de mest prestisjefylte tidsskriftene sammenlignet med gjennomsnittet for resten av verden (Aksnes 2002).

Tabell 5.2 Relativ siteringsindeks for forskning i matematisk-naturvitenskapelige disipliner per institusjon/sector. Samlet indeks for publikasjoner fra 1995–2003 (verdensgjennomsnitt = 100)

	UiO	UiB	NTNU	UiT	NVH, NLH, UNIS	Statlige høg- skoler	Institutt- sector	Nær- ingsliv
Kjemi	118	102	81	89	88	64	100	84
Geofag	114	126	98	119	114	-	122	117
Fysikk	94	106	79	128	-	86	91	97
Marin-/fiskeribiologi	108	134	103	119	105	94	113	105
Økologi/ miljøfag	113	132	122	101	112	90	119	81
Biokjemi & biofysikk	98	110	120	95	82	-	100	87
Zoologi	129	122	102	95	124	92	121	95
Mikrobiologi	105	100	103	86	155	-	121	100
Botanikk	112	89	118	110	112	-	151	-
Molekylær- biologi & genetikk	101	94	138	102	164	-	118	-
Matematikk	107	144	109	-	-	97	83	-
Astrofysikk	124	-	-	111	-	-	77	-
Totalt natur- vitenskap*	106	112	94	102	121	89	114	101

I tilfeller hvor antallet artikler utgjorde mindre enn 30 har vi valgt å ikke oppgi siteringsindeks, p.g.a. at feilkildene som er knyttet til indikatoren er større ved små artikkeltall. Vi har også tatt ut fagfeltene petroleumsgnologi og informatikk/«computer science» siden siteringer som indikator har relativt store begrensninger i slike anvendte og teknologisk orienterte felt.

Litteraturliste

- Aksnes, D. W. (2002). Lave ambisjoner i norsk forskning? *Forskningspolitikk* (4).
- Aksnes, D. W., & Sivertsen, G. (2004). The effect of highly cited papers on national citation indicators. *Scientometrics*, 59(2), 213–224.
- Glänzel, W. (2000). Science in Scandinavia: A bibliometric approach, *Scientometrics*, 48 (2), 121–150.
- Moed, H. F., & van der Velde, J. G. M. (1993). *Bibliometric Profiles of Academic Chemistry Research in the Netherlands*. Leiden: Centre for Science and Technology Studies. Report CWTS-93–08.
- van Raan, A. F. J. (1996). Advanced bibliometric methods as quantitative core of peer review based evaluation and foresight exercises. *Scientometrics*, 36(3), 397–420.
- The Research Council of Norway (1997), *Chemistry Research at Norwegian Colleges and Universities – A review*.
- The Research Council of Norway (1998), *Earth Sciences Research at Norwegian Universities and Colleges. A review – volume 1*.
- The Research Council of Norway (2000a), *Physics Research at Norwegian Universities, Colleges and Research Institutes. A review – volume 1*.
- The Research Council of Norway (2000b), *Research in Biology and relevant areas of Biochemistry in Norwegian Universities, Colleges and Research institutes. A review. Panel 1–3*.
- The Research Council of Norway (2002a), *Research in Mathematics in Norwegian Universities and Colleges. A review*.
- The Research Council of Norway (2002b), *Research in Information and Communication Technology in Norwegian Universities and Colleges. A review*.
- Rørstad, K, Maus, K. W. & Olsen, T. B. (2004). *Ressurssituasjonen innen grunnleggende matematisk-naturvitenskapelig forskning. Utdrag fra FoU-statistikken med hovedvekt på universitets- og høyskolesektoren i perioden 1995 til 2001*. NIFU STEP skriftserie 23/2004.
- Sivertsen, G., & Aksnes, D. W. (2000a). Hva slags forskningsnasjon er Norge? *Forskningspolitikk* (1)
- Sivertsen, G., & Aksnes, D. W. (2000b). Norge som forskningsnasjon II. *Forskningspolitikk* (3).
- Taxt, R. E. & Aksnes, D. W. (2003). Vitenskapelig publisering i perioden 1995–2000. En analyse av Det matematisk-naturvitenskapelige fakultetet. Universitetet i Bergen.