

Indholdsfortegnelse

1. Indledning og resumé	2
2. Virksomhedernes anvendelse af sensorer.....	4
3. Det offentlige vidensystem.....	9
4. Konklusion.....	14
5. anbefalinger	15
Bilag 1: Oversigt over brug af sensorer fordelt på ressourceområder	17
Bilag 2: Eksempler på eksisterende videnmiljøer	18
Bilag 3: Kortlægning af aktiviteter medfinansieret via erhvervsfremmeprogrammer	19

1. Indledning og resumé

Erhvervsfremme Styrelsen har efter opdrag fra Erhvervsministeriets departement stået i spidsen for en udredning af de teknologiske og erhvervmæssige perspektiver i sensorteknologien.

Baggrunden for udredningen er en opfordring fra direktør Torben Grønning, DELTA, til Erhvervsministeriet om at iværksætte et initiativ til styrkelse af Danmarks position inden for sensorteknologi. Med henblik på at udarbejde denne rapport nedsatte Erhvervsministeriet i januar 1998 en udredningsgruppe¹.

Formålet med udredningen er at vurdere, om der er behov for særlige initiativer til udvikling og effektivisering af vidensystemets udbud i forhold til dansk erhvervslivs anvendelsesmuligheder inden for sensorteknologi.

Ved hjælp af sensorer er det muligt at måle, fortolke og reagere på en lang række fænomener som fx. lyd, lys, tryk, hastighed, temperatur samt kemiske og biologiske processer. Sensorer anvendes til styring af produktionsprocesser og til kvalitetskontrol i industrien samt til miljøovervågning, ligesom sensorer indgår i en lang række produkter. Sensorteknologi omfatter mange videnskabelige og tekniske discipliner, inden for hvilke der allerede i dag foregår en lang række aktiviteter i vidensystemet.

Behovet og mulighederne for at anvende sensorer ændres og udvides løbende. Internationalt ses en anerkendelse af, at der inden for sensorteknologi i fremtiden vil være store teknologiske og kommercielle muligheder. Det fremgår bl.a. af OECD's sammenfatning af en række landes technology-foresights (OECD STI Outlook 1998: Technology Foresight: Outlook and Predictions). Her påpeges det, at sensorer og relaterede teknologier (automatisering og proceskontrol) er blandt "fremtidens teknologier" inden for industriel produktion. Det vil sige, at virksomheder for at være konkurrencedygtige må have adgang til og mestre disse teknologier.

Det øgede behov for sensorer er en følge af industriens ønske om yderligere automatisering af produktionen og ønske om at designe mere avancerede produkter. Miljømyndighedernes ønske om skærpet miljøovervågning forstærker også behovet for sensorer til detektering af farlige stoffer. Den teknologiske udvikling inden for især mikroelektronik, mikromekanik og bioteknologi giver øgede muligheder for udvikling og anvendelse af avancerede og 'intelligente' sensorer.

Det vurderes, at der er store uudnyttede muligheder for anvendelse af både eksisterende og nye sensorer og derfor særdeles gode erhvervmæssige perspektiver i sensorteknologien. Danmark har som udgangspunkt en stærk position. Udredningen påviser dog også en række barrierer for en maksimal udnyttelse af den viden og de kompetencer, der allerede findes i det danske vidensystem.

¹ Udredningsgruppen har bestået af repræsentanter for GTS-institutterne DELTA og Bioteknologisk Institut, Dansk Industri, Erhvervsministeriet og Erhvervsfremme Styrelsen. DI har desuden afholdt et dialogseminar med en række toneangivende danske virksomheder, hvor der blev udtrykt opbakning til forslaget om en national indsats på sensorteknologiområdet.

At mulighederne tilsyneladende ikke udnyttes fuldt ud, skyldes dels teknologiske barrierer, dels at forsknings- og udviklingsinitiativerne på sensorområdet i høj grad foregår sporadisk og spredt, og endelig at virksomhederne ikke er tilstrækkeligt opmærksomme på sensorteknologiens formåen og anvendelsesmuligheder.

Der er derfor behov for, at der for det første skabes *større opmærksomhed* omkring forskning, udvikling og anvendelse af sensorteknologi. For det andet et *større samarbejde og en øget koordinering* mellem aktiviteterne på det sensorteknologiske område. Og for det tredje en *øget forsknings- og udviklingsindsats* på sensorområdet.

Derfor anbefales det, at der iværksættes tre initiativer:

1. Nedsættelse af en task force til gennemførelse af en række konferencer og seminarer om sensorteknologisk forskning, udvikling og anvendelse. Udviklingen af sensorteknologi skal gøres til et nationalt erhvervspolitisk initiativ.
2. Øget videndeling og koordinering mellem de Godkendte Teknologiske Serviceinstitutters (GTS) aktiviteter inden for sensorteknologi samt videnopbygning på området.
3. Flere centerkontrakter og erhvervsforskere på det sensorteknologiske område.

Der er på finanslovsforslaget for 1999 afsat 101,8 mio. kr. over en fireårig til det samlede initiativ.

2. Virksomhedernes anvendelse af sensorer

I det følgende vurderes den nuværende anvendelse af sensorer inden for ressourceområderne samt det fremtidige erhvervsmæssige potentiale ved fortsat udvikling og anvendelse af sensorer.

Anvendelse af sensorer er en forudsætning for automatisering i fremstillingsvirksomheder. Simple mekaniske sensorer har været brugt siden industrialiseringens begyndelse. Udviklingen af bl.a. mikroelektronik har gjort det muligt at fremstille mere avancerede sensorer.

Sensorer anvendes inden for alle ressourceområder.² De konkrete egenskaber ved de benyttede sensorer afhænger af branche- /virksomhedsspecifikke behov, ligesom der er forskellige krav til sensorens pris afhængig af anvendelse. I nogle tilfælde kan prisen være en afgørende faktor, fordi sensoren skal integreres i et masseproduceret produkt. I andre tilfælde er sensorens nøjagtighed afgørende, fordi den skal bruges til at overvåge/styre en kostbar proces. I dette tilfælde vil udviklings-, anskaffelses- og driftsomkostninger have mindre betydning.

Udviklingen af sensorer foregår som følge af videnskabelige og teknologiske gennembrud (technology push). Især har udviklingen inden for mikroelektronik, mikromekanik og bioteknologi gjort det muligt at fremstille mindre, billigere og mere ”intelligente” sensorer samt nye typer af biologiske sensorer. Samtidig spiller efterspørgslen efter sensorer en stor rolle for udvikling af nye og forbedrede sensorer (market pull). Efterspørgslen kommer som følge af stigende krav om automatisering, processtyring og kvalitetskontrol, men også nye vækstområder som miljøovervågning, hvor sensorer i stigende grad anvendes til at detektere uønskede og farlige stoffer, fx. i drikke- og spildevand.

Markedet for avancerede sensorer til anvendelse i industrien er et nicheorienteret marked. Mange sensorer udvikles til anvendelse i bestemte sammenhænge. Derfor er markedssegmenterne hyppigt mindre end markederne for masseproducerede produkter. Dette forhold gør det attraktivt for et land med en erhvervsstruktur som den danske at satse på sensorer.

Sensorteknologi inden for de syv ressourceområder

I det følgende opridses et udpluk af anvendelsesformer og -muligheder for sensorer inden for de syv ressourceområder. Endvidere påpeges særlige teknologiske udfordringer i forbindelse med anvendelse af sensorer.

Inden for ressourceområdet *fødevarer* anvendes sensorer i produktionsprocessen inden for såvel den primære produktion som fremstillingsindustrien. I forbindelse med den primære produktion kan sensorer fx. anvendes til at dosere tilførelse af næringssalte til jorden. I fremstillingsindustrien anvendes sensorer til overvågning og styring af fx. gæringsprocesser. Et nyt område kunne være hurtig og effektiv kontrol af salmonella og andre sundhedsskadelige bakterier i kød.

Inden for ressourceområdet *forbrugsgoder/fritid* indgår sensorer dels i automatiserede fremstillingsprocesser af forbrugsgoder. Dels i en række produkter, som almindelige forbrugere anvender i dagligdagen, fx. elektriske husholdningsapparater, jf. case 1.

² Sensorer omtales indenfor forskellige sektorer ofte under andre betegnelser, fx. transducere (i elektronikbranchen) og prober (i fødevarerbranchen).

Inden for *bygge/ bolig* anvendes sensorer både i forbindelse med fremstilling af byggematerialer og i produkter i boligen. I fremtiden kan sensorer i endnu højere grad end i dag anvendes til kontrol af bygningers tekniske installationer, jf. case 2.

Sensorer spiller en meget stor rolle inden for ressourceområdet *kommunikation* i forbindelse med fx. trådløs dataoverførsel og radioer, tv og mobiltelefoner, hvor sensorer erstatter manuelle justeringer og sikrer tilpasning til den aktuelle brugssituation. I fremtiden vil fx. brug af Internettet ske via satellitstyring.

Inden for ressourceområdet *transport/forsyning* anvendes sensorer også i såvel processer som produkter. Skibsværfter anvender fx. sensorer i forbindelse med automatisering og kvalitetskontrol af produktionen. Inden for energifremstilling anvendes sensorer til procesovervågning og –styring. På miljøområdet anvendes sensorer i stadig højere grad til overvågning af miljøet, idet sensorer giver mulighed for kontinuerlige *in situ* målinger. På dette område kan der spores en klart stigende efterspørgsel. Et andet anvendelsesområde i vækst er trafikovervågning ved hjælp af sensorer.

Inden for *medico/sundhed*, der er en af Danmarks styrkepositioner, er sensorer af stor betydning. Sensorer anvendes her ved procesovervågning og –styring af fremstillingsprocesser i forbindelse med komplicerede biologiske eller kemiske processer og endvidere som en integreret del af medicotekniske produkter. Fx. er der et stort ønske om at kunne foretage målinger af blodets indhold af sukker (glukose), ilt eller røde blodlegemer uden på huden (non-invasivt), jf. cases 3, 4 og 5.

Det syvende og sidste ressourceområde er området *generelle støtteeerhverv*, som bl.a. består af metalindustrien og de fremstillingsvirksomheder, som ikke indgår i de øvrige ressourceområder. Her anvendes sensorer først og fremmest i fremstillingsprocessen fx. i forbindelse med kontrol af overfladestrukturer på jern- og stålprodukter. Endvidere indgår sensorer som en integreret del af de maskiner, der fremstilles inden for dette ressourceområde.

Case 1: Den lille hushjælp - verdens første støvsugerrobot

Electrolux-koncernen har udviklet verdens første selvkørende robotstøvsuger. Støvsugeren er en lille "intelligent" maskine, som på egen hånd kan gå på jagt efter nullermændene. Maskinen er forsynet med en mikroprocessor og drives af et genopladeligt batteri.

Robotstøvsugeren registrerer sine omgivelser vha. ultralyd, og kan derfor selv styre uden om forskellige genstande, som fx. vaser og flasker, uden at vælte dem. Den kan endvidere køre over ledninger og tæppekanter.

Foreløbig er der kun tale om en prototype. Inden den sendes på markedet vil Electrolux undersøge, om der er et marked for robotten.

Kilde: Jyllands Posten, Erhverv & Økonomi, 17. april 1998.

Case 2: LK a/s – fra stikkontakter til bygningsstyring

LK a/s har udviklet et system til automatisk styring af en bygnings elektriske systemer. Ved hjælp af sensorer registreres det, om der opholder sig nogen i et rum, om beboerne laver mad eller tager bad etc. Alt sammen indgår i systemets automatiske regulering af husets belysning, ventilation, varme, tekniske alarmer og tyverialarm. De sensorer, der registrerer om personer opholder sig i et rum, er designet, så de er på størrelse med en almindelig afbryder.

Systemet er demonstreret i villaVision, et hus, som Dansk Teknologisk Institut har opført i samarbejde med en række virksomheder, bl.a. Rockwool A/S, LK a/s, Voss-Atlas a/s, og Grundfos A/S, med det formål at demonstrere og afprøve den nyeste teknologi inden for ressourceområdet bygge/ bolig.

Kilde: villaVision

Case 3: Novo Nordisk A/S

Når Novo Nordisk A/S fremstiller enzymer og medicin foregår det bl.a. ved en styret gæringsproces. Gæringen foregår i lukkede tanke under sterile forhold. For at kunne følge og regulere processen er det vigtigt løbende at måle en række nøgleparametre, fx. gærcellernes tilstand og mængden af produceret enzym.

For at opnå kontinuerlig måling og for ikke at forstyrre gæringsprocessen er det imidlertid ikke muligt at måle direkte i gæringsvæsken.

Derfor har Novo Nordisk A/S i samarbejde med bl.a. GTS-instituttet DELTA Lys & Optik udviklet et optisk sensorsystem, som gør det muligt at overvåge de biologiske processer gennem et "vindue" i tanken. Målemetoden bygger på, at stoffer i det biologiske materiale fluorescerer, når stoffet rammes af lys med en bestemt bølgelængde. Sensorer kan måle på de fluorescerende stoffers forskellige bølgelængder.

Projektet er delvist finansieret af EU's program for forskning og teknologisk udvikling inden for industri- og materialeteknologi (Brite/ Euram).

Kilde: SAFT 4/92 og DELTA.

Teknologiske udfordringer

Som det er fremgået ovenfor findes der inden for de forskellige ressourceområder eller sensortyper en række specifikke teknologiske udfordringer. En række teknologiske udfordringer inden for sensorteknologi er imidlertid af generisk karakter.

Det drejer sig om:

- miniaturisering
- indkapsling
- avanceret signalfortolkning

Indkapsling af sensorer er et af de områder, hvor den eksisterende viden på en række områder ikke er tilstrækkelig. En sensor skal beskyttes (indkapsles) fra det miljø, den skal befinde sig i, men samtidig skal sensoren i kontakt med miljøet for at måle på det. Udfordringen ved indkapsling er såle-

des at udvikle membraner, der lader sensoren komme i kontakt med det, der ønskes målt på, uden at sensoren ødelægges af det.

Miniaturisering knytter sig til at kunne fremstille sensorer i meget små formater. Det kan være nødvendigt, fordi der ofte skal anvendes et meget stort antal sensorer i et netværk, eller fordi sensoren skal kunne indbygges i et produkt, uden at produktets fysiske omfang forøges nævneværdigt. Særlig i relation til medico-industrien har dette relevans ved fremstilling af instrumenter til brug i forbindelse med injektioner i den menneskelige organisme.

Også i relation til *signalfortolkning* er der en række teknisk-videnskabelige udfordringer. Dels kan det være vanskeligt at opfange de signaler, der udsendes fra sensoren, fordi disse er svage og må forstærkes for at kunne bruges. Eller der kan være problemer med at fortolke signaler, fordi disse er mange og/eller komplekse. Der arbejdes derfor også med såkaldte intelligente sensorer. Her indbygges IT kredsløb til signalfortolkning i sensoren, så det udsendte signal kan anvendes umiddelbart eller kan læses af standardssystemer. I automatiserede produktionssystemer vil flere sensorer kunne virke sammen i netværk, hvor sensorerne indbyrdes registrerer og fortolker signaler og udfører handlinger uden menneskelig indblanding.

Sammenfatning

Sammenfattende kan det konstateres, at virksomheder inden for alle ressourceområder i høj grad anvender sensorer i såvel fremstillingsprocessen og som en integreret del af produkter.

Det vurderes, at der er store erhvervmæssige muligheder i at udnytte de teknologiske gennembrud inden for avancerede og ”intelligente” sensorer. Ikke mindst inden for ressourceområderne fødevarer, medico/sundhed og transport/forsyning (miljø).

For at dansk erhvervsliv kan udnytte disse muligheder og bringe sig i front kræver det, at virksomhederne til stadighed er opmærksomme på muligheder for at effektivisere og forbedre såvel produktionsprocessen som produkter gennem anvendelse af sensorer.³ Og, at virksomhederne har let adgang til den nyeste viden og kompetence inden for sensorteknologi.

³ I initiativet Fremtidens Produktionsvirksomhed i Danmark etableres Center for Industriel Produktion (CIP), der skal igangsætte forskningsprojekter m.h.p. en effektivisering af produktionsprocesserne i danske fremstillingsvirksomheder. Det vil være naturligt, at sensorudvikling og -anvendelse kommer til at spille en rolle i CIPs aktiviteter, da sensorteknologien er en nøgleteknologi i forbindelse med effektivisering af produktionsprocesser.

Case 4: DNA-mikrochips – atter en revolution inden for bioteknologien

Den menneskelige arvemasse, DNA, indeholder ufatteligt mange informationer. For at kunne udtrække og anvende disse informationer i forbindelse med forskning, diagnosticering og behandling er der, som led i et amerikansk forskningsprojekt, udviklet en såkaldt DNA-mikrochip.

Ved hjælp af DNA-mikrochippen vil man kunne analysere en genprøve hurtigere og mere præcist end i dag. En enkelt mikrochip, der ikke fylder mere end en tommelfingernegl, kan opsplitte og måle 400.000 DNA-stykker.

Den førende virksomhed på området, det amerikanske Affymetrix, sælger allerede mikrochips til bestemmelse af mutationer i HIV-virus, hvorved det kan afgøres, hvilke medikamenter en given patient er resistent overfor. Ligesom der findes DNA mikrochip til identifikation af celledmutationer i forbindelse med kræftsygdomme.

Produktionen af DNA-chip kombinerer bioteknologien med de avancerede teknologier, som anvendes ved fremstilling af elektroniske mikrochip.

Kilde: Ugeskrift for læger, 16. marts 1998, s. 1809-1810

Case 5: Non-invasiv insulin-måling

Svært angrebne diabetespatienter skal flere gange om dagen have målt indholdet af glukose i deres blod. Der findes allerede en lang række forskellige metoder til måling af glukoseindholdet i blod. Alle disse målemetoder har dog det til fælles, at de kræver, at der fra diabetespatienterne udtages en lille mængde blod, som glukoseindholdet kan måles på. Dette er både tids- og ressourcekrævende, samtidig med at mange diabetespatienter finder stort ubehag ved at skulle stikke sig eller stikkes med en nål for at udtage blod.

Derfor arbejdes der intenst med at udvikle en sensor, der kan måle blodets indhold af glukose gennem huden eller ved såkaldt "finger touch", således at patienterne let, hurtig og smertefrit kan konstatere, om der er behov for insulintilførsel.

En sådan opfindelse vil have store salgspotentialer både til hjemmebrug og til hospitalsbrug.

Kilde: Radiometer

3. Det offentlige vidensystem

For at vurdere behovet for og omfanget og karakteren af en ny offentlig indsats omkring sensorteknologi, er den eksisterende offentlige forsknings- og erhvervsfremmeindsats søgt afdækket i dette afsnit.

I det danske vidensystem, som består af universiteter, godkendte teknologiske serviceinstitutter og sektorforskningsinstitutter arbejdes der allerede meget med sensorer eller med videnområder med relation til sensorområdet. Bilag 2 viser en række videnmiljøers indsats på sensorområdet.

Det sensorteknologiske landskab

De videnområder, der er relevante for udvikling af sensorer, kan betragtes som det sensorteknologiske landskab.

Figur 1 viser i overskrifter de forskellige fagområder. Disse er endvidere kort beskrevet i boksen bagest i dette afsnit, hvor de relevante videnmiljøer er koblet til de tre hovedområder, materiale/fysiske principper, biologiske/kemiske processer og signalfortolkning.⁴

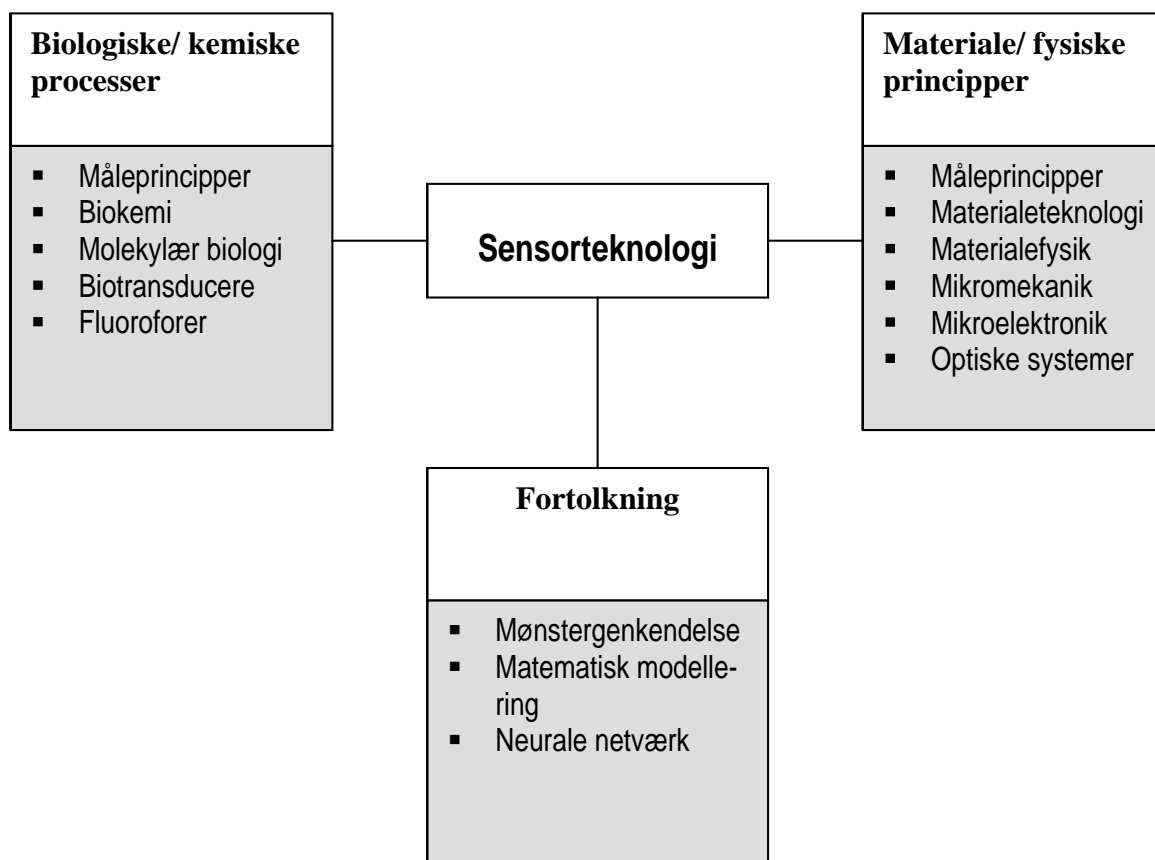
Ved udvikling af sensorer kræves viden om de grundlæggende måleprincipper, gældende for det emne/fænomen der *måles på*. Ligesom viden om måleprincipperne for det der *måles med*, også må være tilstede.

En særlig teknologisk udfordring ved udvikling og produktion af industrielle sensorer er bl.a. indkapsling og signalfortolkning, jf. afsnit 2, som kræver viden inden for en række teknisk-videnskabelige områder, fx. matematisk modellering og materialefysik.

Den mest lovende forskning og udvikling på sensorområdet foregår ofte i kombinationen af to eller flere teknologier/videnområder, fx. i kombinationen af elektronik og bioteknologi. Og det synes at være karakteristisk for avancerede sensorer, at kommerciel udnyttelse fordrer samarbejde og videndeling mellem forskellige videnområder.

⁴ Der er ikke tale om en udtømmende kortlægning af videnmiljøer og videnområder.

Figur 1. Videnområder i relation til sensorteknologi.



Eksisterende indsats

På universiteterne forskes indenfor en række fagområder, der udgør videnbasen for avanceret sensorteknologi, som fx. materiale teknologi, optik, biokemi etc. Det har ikke været muligt inden for den givne tidsramme nøjagtigt at kvantificere forskningsmiljøernes aktiviteter på sensorområdet, men det skønnes ud fra ovenstående, at der på universiteterne samlet bruges over 200 årsværk på fagområder med relation til sensorteknologi. Der eksisterer imidlertid ikke institutter, der har sensorteknologi som kerneområde, jf. bilag 2. I en række lande er der inden for de sidste år etableret institutter udelukkende m.h.p. FoU indenfor sensorteknologi.

Flertallet af de 14 GTS-institutter beskæftiger sig med sensorer på udviklings-, anvendelses- og/eller rådgivningsniveau, jf. bilag 2. FORCE har dog som det eneste GTS-institut en særlig division for sensorteknologi. Oplysninger fra GTS-institutterne viser, at der for nuværende bruges ca. 76 mandeår i direkte tilknytning til sensorteknologi. Derudover bruges et antal mandeår med indirekte relation til sensorområdet, hvorfor det skønnes, at de samlede aktiviteter i GTS-nettet på sensorområdet løber op på min. 100 årsværk.

Gennem erhvervsfremmesystemet medfinansieres FoU inden for sensorteknologi i virksomheder og GTS-institutter. Inden for de sidste tre år er der igangsat 13 centerkontrakter, 4 udviklingskontrakter, ligesom der alene i 1997 startede 6 erhvervsforskere inden for sensorteknologi. Alene de nævnte centerkontrakter har et samlet budget på 365 mio. kr., hvoraf den statslige finansiering er 146 mio. kr. Bilag 3 indeholder en oversigt over aktiviteter finansieret via erhvervsfremmeprogrammerne.

Tabel 1. Estimeret offentlig finansiering af FoU inden for sensorteknologi gennem erhvervsfremmesystemet i perioden 1995-1997. (Se også bilag 3).

Indsats	Offentlig finansiering i mio. kr.⁵
GTS-kontraktmidler ¹	135,0
Centerkontrakter	146,6
Udviklingskontrakter	15,1
Erhvervsforskere ²	11,6
Total	308,3

¹ Estimeret: 50 årsværk á 0,9 mio. kr. pr. år.

² Tal for påbegyndte i 1997 ganget med 3.

Aktivitetsniveauet på sensorområdet i Danmark er væsentligt højere end angivet i tabel 1, idet forskningsmidler samt industriens indsats ikke er medregnet. Inden for ovenstående erhvervsfremmeordninger udgør industriens finansiering af projekter på sensorområdet i perioden 1995-1997, min. 295 mio. kr., jf. bilag 3.

Sammenfatning

Sammenfattende kan det konkluderes, at der allerede i dag foregår mange aktiviteter på sensorområdet i det offentlige forsknings- og erhvervsfremmesystem. Dog vurderes det, at indsatsen er for spredt og sker uden nævneværdig koordinering og videndeling mellem de relevante aktører. Endvidere vurderes det, at der ikke er tale om en systematisk indsats, men at det høje aktivitetsniveau er en følge af ”knopskydninger” i de eksisterende videnmiljøer.

En højere grad af koordinering, videndeling og struktur i indsatsen vil kunne fremme udviklingen af en generisk videnbase inden for sensorområdet. Og det vil endvidere kunne betyde, at de kommercielle udviklings- og anvendelsespotentialer for sensorteknologi i langt højere grad kan identificeres og udnyttes.

Øget videndeling og koordinering mellem GTS-institutterne indbyrdes og mellem GTS-institutterne og det øvrige vidensystem vil også kunne lette virksomhedernes adgang til kompetence og rådgivning inden for sensorteknologi, som typisk fordrer involvering af adskillige fagdiscipliner.

⁵ Da det er vanskeligt at foretage en eksakt afgrænsning af sensorområdet, er tallene i tabel 1 forbundet med nogen usikkerhed.

Der synes således at ligge uudnyttede potentialer ved en tættere kobling mellem forsknings- og udviklingsmiljøer.

På baggrund af de teknologiske udfordringer skitseret ovenfor og i afsnit 2, vurderes der ligeledes at være behov for udvikling af ny viden på sensorområdet. Ikke mindst i samspilsmulighederne mellem bioteknologi, mikroelektronik og optik, er der store potentialer for nye teknologiske gennembrud.

Samtidig peger GTS-institutterne og en række virksomheder på, at der er et behov for en øget målrettet indsats for at skabe ny viden inden for en række af de videnskabelige områder, der udgør det sensorteknologiske landskab.

Boks 1. Videnområder og videnmiljøer. Er ikke udtømmende. (Se også bilag 2).

Materialer / fysiske principper.

Viden på dette område kræves ved udvikling af alle former for sensorer, ikke kun fysiske sensorer. Dels i forbindelse med indkapsling af sensorer, hvor materialefysik og -teknologi finder anvendelse. Dels ved miniaturisering, hvor mikromekanik og -elektronik er nødvendige videnområder. Ved målinger af lys og ved målinger, hvor det udsendte signal er lys, vil optik være en forudsætning for måling og signalfortolkning. Hvad enten det, der måles, er fysiske fænomener, eller det, der måles, med er fysiske sensorer, vil viden om fysiske måleprincipper finde anvendelse, idet signalfortolkning som oftest vil involvere denne viden.

Universiteter:

DTU: MIC, IPU, Institut for Procesteknik, Institut for Matematisk Modellering, Institut for Integreret Elektronik, Institut for Automation, Institut for Energiteknik, Fysisk Institut.

KU: CONNECT

Aalborg Universitet: Institut for Miljøteknik, Institut for Elektroniske Systemer, Institut for Bygning og Teknologi.

AU: Fysisk Institut

GTS: DELTA, FORCE, VKI, DHI, DTI-Industri/IT, DTI-Energi, DMI.

Sektorforskning: RISØ, Afdelingen for Materialeforskning, Afdelingen for Optik og Fluid Dynamik.

Biologiske / kemiske processer.

Viden på dette område finder oftest anvendelse ved måling af eller vha. kemiske/ biologiske bestanddele. Ofte vil det der måles på være de kemiske bestanddele, som biomateriale består af. Måling på biologiske/kemiske processer forudsætter grundlæggende viden om måleprincipper inden for biologi og kemi. Endvidere forudsætter udvikling af biosensorer ofte både viden omkring molekylærbiologi, biotransducing og fluoroforer. Det aktive element i biosensorer er således ofte genmanipulerede bakterier, der er påhæftet en fluorofor m.h.p. signaludsendelse.

Universiteter:

DTU: Institut for Bioteknologi, Institut for Kemiteknik, Institut for Mikroprocesser.

KU: Institut for Kemiteknik

KVL: Institut for Levnedsmidler, Institut for Human Ernæring

AU: Institut for Genetik og Økologi

RUC: Institut for Miljø, Teknologi og Samfund

GTS: FORCE, Bioteknologisk Institut, DTC, DTI-Miljø, VKI, dk-Teknik, DIFTA.

Sektorforskning: RISØ, Afdelingen for Materialers Fysik og Kemi, Afdelingen for Plantebiologi og Biogeokemi.

Signalfortolkning.

Signalfortolkning er relevant uanset type af sensor. Dvs. at forskning inden for området er generisk, hvorfor viden inden for de underliggende fagområder, mønstergenkendelse/billedanalyse, matematisk modellering og neurale netværk, er en forudsætning for sensorteknologisk udvikling. Ikke mindst som sensorer bliver mere avancerede og intelligente, og der måles på stadig mere komplekse fænomener.

Universiteter:

DTU: Institut for Procesteknik, MIC, Institut for Matematisk Modellering, Institut for Integreret Elektronik, Fysisk Institut.

Aalborg Universitet: Institut for Elektroniske Systemer, Institut for Bygning og Teknologi.

OU: Mærsk McKinney-Møller Instituttet.

GTS: DELTA, FORCE, Bioteknologisk Institut, DTI-Industri/IT, DTI-Energi.

Sektorforskning: RISØ, Afdelingen for Systemanalyse, Afdelingen for Materialeforskning.

4. Konklusion

Formålet med udredningen har været at vurdere, om der er behov for særlige initiativer til udvikling og effektivisering af videnssystemets udbud i forhold til sensorteknologiens anvendelsesmuligheder i dansk erhvervsliv.

Afdækning af danske virksomheders potentialer for anvendelse af sensorteknologi i afsnit 2 har vist, at der er særdeles gode erhvervsmæssige perspektiver i sensorteknologi, ikke mindst inden for de områder, hvor Danmark har styrkepositioner, dvs. på medico/sundheds-området, fødevarer- og miljøområdet.

Analysen i afsnit 3 har vist, at der foregår en lang række forsknings- og udviklingsaktiviteter i den offentlige del af videnssystemet, som kan bidrage til at sikre danske virksomheder bedre adgang til viden på sensorområdet. Også gennem erhvervsfremmesystemet, dvs. i GTS-nettet og via centerkontrakter, udviklingskontrakter, erhvervsforskerordningen og Vækstfonden, medfinansieres udviklingsprojekter inden for sensorteknologi.

Det kan imidlertid konkluderes, at der eksisterer en række uudnyttede muligheder for anvendelse af sensorteknologi i det danske erhvervsliv (såkaldt ”opportunity loss”). Hvis virksomhederne får bedre adgang til viden om mulighederne og fordelene ved anvendelse af sensorteknologi, vil det givetvis medføre øget brug af sensorteknologi. Det forudsætter imidlertid større sammenhæng og en mere fokuseret indsats i videnssystemet.

Sensorteknologi er ikke et selvstændigt videnskabeligt område. Det sensorteknologiske landskab omfatter videnskabelige og tekniske discipliner, der ikke alene er orienteret mod udvikling og anvendelse af sensorer. Teknologisk udvikling på sensorområdet forudsætter i forhold til andre teknologiområder et komplekst samspil mellem forskellige videnområder og kompetencer. Det betyder, at universiteternes forskning og udvikling inden for fx. billedanalyse, biokemi, matematisk modellering og materialefysik i højere grad må orienteres mod sensorer og de udviklingspotentialer, der er i relation hertil. I forlængelse heraf må resultaterne af denne forskning hurtigere og mere effektivt omsættes til anvendelsesorienteret sensorteknologi i samarbejde med virksomhederne.

Sammenfattende er den grundlæggende udfordring i relation til udvikling og anvendelse af sensorteknologi at etablere et samarbejde mellem de forskellige videnområder og kompetencer, der er relevante for sensorområdet i universitetsmiljøerne, GTS-nettet og erhvervslivet. Synergieffekterne ved samarbejde mellem de forskellige discipliner og fagområder må i højere grad udnyttes.

Der er derfor behov for en særlig indsats for at sikre, at den viden og de aktiviteter, der eksisterer i videnssystemet, koordineres og udnyttes optimalt med henblik på at sikre virksomhederne en lettere adgang til den nyeste sensorteknologiske viden.

5. anbefalinger

Virksomhedernes adgang til og viden om sensorteknologi kan forbedres ved, for det første at skabe *større opmærksomhed* omkring forskning, udvikling og anvendelse af sensorteknologi, for det andet *et øget samarbejde og en øget koordinering* mellem forsknings- og udviklingsaktiviteter med relation til sensorteknologi. Og endelig for det tredje en *øget forsknings- og udviklingsindsats* på det sensorteknologiske område.

En indsats på de tre områder kan bedst sikres ved, at der iværksættes tre initiativer:

1. Der nedsættes en ministeriel *task force* til gennemførelse af en række konferencer og seminarer omkring sensorteknologisk forskning, udvikling og anvendelse.
2. Der afsættes øgede strukturmidler til GTS-nettet m.h.p. øget koordinering og videndeling mellem GTS-institutternes aktiviteter inden for sensorteknologi samt vidensopbygning på området.
3. Der afsættes midler til centerkontrakter og erhvervsforskere inden for det sensorteknologiske område.

Det anbefales, at en national indsats på det sensorteknologiske område strækker sig over en 4-årig periode fra 1999-2002.

Nedenfor uddybes indholdet i de 3 initiativer:

Task force for sensorteknologi

Formålet med task forcen er at sikre, at de konkrete teknisk-videnskabelige udfordringer og potentialer inden for sensorteknologi afdækkes. Større fokus på sensorteknologi vil kunne medvirke til at øge både videnmiljøernes og virksomhedernes opmærksomhed på sensorteknologiske applikationsmuligheder.

Det er hensigten, at den foreslåede task force skal gennemføre en række *konferencer og seminarer* omkring sensorteknologisk forskning, udvikling og anvendelse med deltagelse af danske og udenlandske erhvervsfolk, forskere og rådgivere. Som led i dette arbejde må task forcen tage initiativ til formulering af en national strategi for forskning og teknologisk service på sensorområdet.

Det vil være oplagt at knytte forbindelser mellem task forcens arbejde og det foreslåede initiativ om Fremtidens Produktionsvirksomhed i Danmark (CIP) samt det arbejde vedrørende technology foresight, som Teknologirådet vil gennemføre i samarbejde med bl.a. Erhvervsfremme Styrelsen.

Succeskriterier for task forcen vil være:

- At der sker en videndeling mellem forskellige videnmiljøer på universiteter og GTS-institutter.
- At der dannes netværk mellem videnmiljøer, hvor kommercielle og forskningsmæssige potentialer identificeres.
- At der skabes øget og mere effektiv dialog mellem erhvervsliv og videnmiljøer.
- At Danmark tilføres viden fra ledende forskere og erhvervsfolk fra udlandet.
- At der skabes opmærksomhed omkring forskning, udvikling og anvendelse på sensorteknologiområdet.

Task forcen skal ses som en kortvarig, men intens national satsning på sensorteknologi.

Det er hensigten, at task forcen primo 1999 tager initiativ til en workshop om sensorteknologi, med deltagelse fra nøglepersoner inden for sensorområdet fra Danmark og udlandet. Endvidere vil task forcen i løbet af 1999 tage initiativ til dialogmøder og seminarer om sensorteknologi. Task forcens arbejde videreføres i år 2000 og afsluttes med en større konference.

Samarbejde og koordinering af GTS-institutternes aktiviteter inden for sensorteknologi

Kortlægning af de igangværende aktiviteter med relation til sensorteknologi har vist, at der på de enkelte GTS-institutter foregår en lang række aktiviteter, som enten har direkte eller indirekte relevans for udvikling og anvendelse af sensorer.

Større samarbejde, øget videndeling og bedre koordinering i GTS-nettet om udvikling af kompetencer inden for sensorteknologi må derfor vurderes at give en bedre udnyttelse af den eksisterende viden til gavn for danske virksomheder.

I lyset af de potentialerne, der vurderes at være ved bedre udnyttelse og koordinering af eksisterende viden, bør GTS-nettet derfor tilføres ekstra midler til en sådan indsats.

Endvidere er der behov for udvikling af ny viden inden for sensorteknologi, dels i et flerfagligt samarbejde mellem flere GTS-institutter og dels på enkeltinstitutter, hvor der er behov for udvikling af generisk viden. Arbejdet med udvikling af ny viden inden for sensorteknologi bør bakkes op med yderligere offentlige midler for at sikre en vidtrækkende effekt.

GTS-institutterne selv og Rådet for Teknologisk Service opfordres således til at udnytte mulighederne for at samordne aktiviteterne i GTS-nettet på det sensorteknologiske område.

Flere sensorteknologiske centerkontrakter og erhvervsforskere

Såfremt en intens national satsning skal have effekt, er der behov for, at der også inden for det offentlige erhvervsfremmesystem er tilstrækkelig mulighed for at gennemføre projekter, der sikrer udvikling af sensorteknologi. Og samtidig sikrer etablering af netværk inden for sensorteknologi mellem virksomheder, forskningsinstitutioner og GTS-institutter. Specielt centerkontrakt- og erhvervsforskerordningerne er velegnede til dette formål.

Den foreslåede task force forventes at medføre flere forslag til projekter både inden for centerkontrakt- og erhvervsforskerordningen. Hvis initiativet omkring sensorteknologi skal have en effekt som national satsning, er der behov for øgede midler til projekter vedrørende sensorer inden for disse ordninger.

Bilag 1: Oversigt over brug af sensorer fordelt på ressourceområder

Ressourceområder	Beskrivelse af området	Eks. på virksomheder, der anvender sensorer	Anvendelse af sensorer
Fødevarer	De primære erhverv, landbrug, fiskeri og gartneri samt den industri, der forarbejder fødevarer, og handels-, rådgivnings- og støtteerhverv	Danisco, Carlsberg, Tulip, MD Foods, Foss Electric, APV Pasilac, Toms Fabrikker, Dronningborg Industries	Processer
Forbrugsgoder/ fritid	Produkter og serviceydelser, der indgår i almindeligt privat forbrug, bortset fra fødevarer, boliger og transport	Ege Tæpper A/S, Nilfisk, OBH, Bang & Olufsen, Danfoss, Louis Poulsen, Dranella	Processer Produkter
Bygge/ bolig	Projekterende, udførende og producerende erhverv, som varetager opførelse, vedligeholdelse og drift af huse	Rockwool, Kamstrup Grundfos, Ferroperm, Junckers Industries, LK	Processer Produkter
Kommunikation	Erhverv, som leverer kommunikationstjenester og –udstyr	SAS, IBM, Hewlett - Packard, Bang & Olufsen, Tele Danmark, Danaklon Geokon EDB	Processer Produkter
Transport/ forsyning	Erhverv, som leverer energi-, miljø- og transporttjenester og –udstyr.	Krüger, R98, Vølund Ecology System, HT, DSB, Grundfos, Odense Stålskibsværft, Per Udsen, Burmeister & Wain, Linak Midkraft, Elsam	Processer Produkter Miljøovervågning
Medico/ sundhed	Den offentlige produktion af sundhedstjenester samt privat produktion af lægemidler, medicoteknik og hjælpemidler	NOVO Nordisk, Coloplast Hospitaler, Oticon, Danavox, Widex, Radiometer, NeuroSearch Løvens Kemisk Fabrik, H. Lundbeck, Kamstrup, Reson System, Brüel & Kjær	Processer Produkter
Generelle støtteerhverv	Offentlige ydelser og private erhverv, der må karakteriseres som generelle støtteerhverv	Danfoss, Det Danske Stålvalseværk, SFK Technology	Processer Produkter

Bilag 2: Eksempler på eksisterende videnmiljøer.

Institution	Institut	Videnområde	Anvendelse
Danmarks tekniske Universitet	Institut for procesteknik	Optiske fibre	Måling af mekanisk påvirkning
	Mikroelektronik centret (MIC)	Mikrosystemer	Flowsensor
	Institut for matematisk modellering	Neurale netværk, elektrooptiske sensorer	
	Institut for integreret elektronik	Neurale netværk	Fremstilling af analog neuralt netværk i VLSI
	Institut for bioteknologi	Elektrooptiske sensorer	
	Institut for kemiteknik	Procesoptimering, forbrænding	
	Institut for produktudvikling (IPU)		
	Institut for automation		
	Institut for energiteknik		
	Fysisk institut	Grundlæggende fysiske principper	
Københavns Universitet	Bygningskonstruktioner og bygningsmaterialer		Anvender sensorer
	CONNECT		Netværk med flere universitetsdeltagere
Den Kongelige Veterinær- og Landbohøjskole	Institut for kemiteknik		
	Institut for levnedsmidler	Elektrooptiske sensorer	
Aalborg Universitet	Institut for human ernæring, forskningsprofessorat	Sensorik	Forståelse af smag og lugt
	Institut for miljøteknik	Elektrooptiske sensorer	
	Institut for elektroniske systemer	Billedanalyse, sensormotorik	Mønstergenkendelse, medicinske anvendelser
Århus Universitet	Institut for bygning og teknologi	Neurale netværk	Styring af skibes kurs
	Institut for informatik		
	Fysisk institut		
Roskilde Universitetscenter	Institut for genetik og økologi	Mikrosensorer, biofilm	O ₂ og NO ₃ -målinger
	Institut for miljø, teknologi og samfund		
RISØ		Optiske systemer	Laser, målemetoder
DELTA Dansk Elektronik, Lys og Akustik		Elektrooptik, mikrosystemer, optik, ASIC	Måling af små lysmængder, miniaturisering (mekanik/elektronik), konstruktion af optiske systemer
FORCE Institutet		Ultralyd, isotoptekniske detektorer, lugtsensorer, røntgenbaserede sensorer, induktive og kapacitive sensorer	Non-destructive-testing, medicinske anvendelser, levnedsmidler,
Bioteknologisk Institut		Gensplejsning, bioteknologi	Biosensorer, bioprocesser
Dansk Toksikologi Center		Toksikologi	Test
Vandkvalitetsinstituttet		Sensorer, spildevand, remote sensing	Vandkvalitet, overvågning, kystmiljøovervågning
Dansk Hydraulisk Institut		Modeller for vandstrømning	Projektering
Dansk Teknologisk Institut	Miljø	Genprober, lugt	Fjernvarmesystemer
	Industri/IT	Keramiker til sensorer, mønstergenkendelse, elektroder til korrosion	Visionssystemer, kraftværker
	Energi	Iltmåle elektroder, intelligente sensorer	Fjernvarmesystemer, installationer
Dansk Institut for Fundamental Metrologi		Vindtunnel, vandbassin	Test
DIFTA Dansk Institut for FiskeriTeknologi og Akvakultur		Fiskeopdræt	Fødevarer fremstilling, vandkvalitet, forurening
dk-Teknik Energi og Miljø		Røggas, forbrænding	Energi- og miljøområdet

Bilag 3: Kortlægning af aktiviteter medfinansieret via erhvervsfremmeprogrammer mv.:

1. Centerkontrakter
2. Udviklingskontrakter
3. Erhvervsforskerordningen
4. EU's politik for forskning og teknologisk udvikling

Dertil kommer basistilskud til GTS-institutterne. Institutternes aktiviteter fremgår af tabel 1 samt bilag 2.

Ad 1. Centerkontraktordningen

En centerkontrakt er et samarbejde om forskning og udvikling mellem virksomheder, universiteter og teknologiske serviceinstitutter. Centerkontrakterne skal sikre gennemførelse af innovative projekter i virksomhederne og sikre udnyttelse af den know-how, som Danmarks videninstitutioner besidder. Gennem centerkontrakterne skal der tillige opbygges kommercielt orienteret know-how i den teknologiske service, som også kan komme andre virksomheder til gode.

Virksomhederne finansierer deres egen deltagelse i samarbejdet, som skal udgøre mindst halvdelen af aktiviteterne. GTS-institutterne finansierer 25% af egne aktiviteter med egne midler. Finansiering af den resterende del af GTS-institutternes aktiviteter samt forskningsinstitutionernes aktiviteter finansieres af henholdsvis Erhvervsfremme Styrelsen og Forskningsministeriet.

Oversigt over gennemførte og igangværende centerkontrakter med relation til sensorteknologi

Titel	Deltagere	Budget (statslig medfinansiering), tusinde kr.
Laserprocesser i sværindustrien	FORCE, Odense Stålskibsværft, Århus Flydedok, Ålborg Boiler, AD Tranz Danmark	53.400 (10.500)
Tværsæktoriel anvendelse af simuleringværktøjer	Skibsteknisk Lab., DTU, Dronningborg	12.900 (5.900)
In-situ oprensningsteknik	VKI, DTI, Dan Jord, Geokon, R&S Anlæg, GEUS, Danmarks Miljøundersøgelser, RISØ	21.380 (8.200)
Informationsteknologi på miljøområdet	VKI, Danfoss, Krüger, DTU	25.000 (10.580)
Prædiktiv multivariat procesanalyse	Bioteknologisk Institut, Danisco, MD Foods, Toms Fabrikker, SFK Technology, KVL	34.970 (14.010)
Industriell sensorteknologi	FORCE, Delta, Patentdirektoratet, Biobalance, Dronningborg, Wesser & Dueholm, DTU, AAU	27.200 (10.700)
Mikrosystemcentret	DELTA, Microtronic, DTU	28.300 (16.550)
Identifikation af skimmelsvampe	Bioteknologisk Institut, Novo Nordisk, KU, Statens Planteavlsvforsøg, DTU	22.000 (14.710)
Integreret jord og vandressourceforv.	DHI, COWI, Carl Bro, KVL, KU	26.200 (11.188)
Overflade mikroskopi, mikroanalyse og billedanalyse	DTI Miljø, Obtec, Danaklon, Bang & Olufsen, Elsam, Ferroperm, Dandy, DTU	40.400 (15.210)
Integreret kvalitets- og produktudvikling	DTI, Coloplast, GN Danavox, Kilsgaard International, Linak, Océ Danmark, AAU	10.500 (6.480)
Mælkesyre bakterier som produktionsorganisme	Bioteknologisk Institut, Statens Serum Institut, MD Foods, Nilab, AU, Kennedy Instituttet	47.110 (16.545)
villaVision	DTI, Rockwool, Primo Danmark, LK	16.100 (6.000)
Totalt		365.460 (146.600)

Ad 2. Udviklingskontraktordningen

En udviklingskontrakt er en aftale mellem en offentlig institution (efterspørger) og en eller flere private virksomheder om udvikling og leverance af et nyt produkt eller service. Udviklingskontrakter skal sikre, at den offentlige sektor gennem kvalificeret efterspørgsel stimulerer udvikling af nye produkter/ tjenesteydelser. Derved udnyttes den offentlige sektors kompetence i samspil med den private sektors erfaring med udvikling, markedsføring og salg af nye produkter.

Aftalen mellem den offentlige part og den private part indgås på kommercielle vilkår. Den offentlige institutions interne og eksterne merudgifter medfinansieres af Erhvervsfremme Styrelsen.

Oversigt over gennemførte og igangværende udviklingskontrakter med relation til sensorteknologi

Projekttitel	Deltagere	Budget (statslig medfinansiering), tusinde kr.
Ekspertsystem til vandforsyning	Roskilde Kommune, Hedeselskabet, Danfoss System Automatik	6.488 (4.000)
Edb-analyse af sædceller	Rigshospitalet, Image House	2.200 (1.542)
Monitorerings- og alarmberedskab til overvågning af vandforsyning for miljøfremmede stoffer	Københavns Vandforsyning, VKI, Geokon EDB, Innovative Business Software	6.610 (5.288)
Screening af livmoderhalskræft vha. billedanalyse	KAS Herlev, DIMAC, DTU-Institut for Automation, Randers Centralsygehus	5.316 (4.250)
Totalt		20.614 (15.100)

Ad 3. Erhvervsforskerordningen

En erhvervsforsker er en ph.d.-studerende, som ansættes i en privat virksomhed til at gennemføre et tre-årigt forsknings- og udviklingsprojekt i samarbejde med en forskningsinstitution. Formålet er at fremme erhvervsrettet forskning og øget samarbejde mellem den offentlige forskning og virksomhederne samt medvirke til et kompetenceløft i danske virksomheder.

Virksomheden får tilskud til udgifterne til erhvervsforskerens løn (max. 323.000 kr.). Løntilskuddet må maksimalt udgøre 50% af forskerens løn. Der gives også tilskud til dækning af kurser og konferencer (max. 57.000 kr.). Endvidere ydes der tilskud til rejser og studieophold i udlandet.

Oversigt over erhvervsforskerprojekter inden for sensorteknologi igangsat i 1997

Projekttitel	Virksomhed	Forskningsinstitution
Bestemmelse af metoder til klima overvågning vha. GPS satellitdata	Computer Resources International	Københavns Universitet, Niels Bohr Institutet og Danmarks Meteorologiske Institut
Billedanalyse af spermatozoers bevægelsesmønstre	Image House	Københavns Universitet, Institut for Folkesundhed og Rigshospitalet
Akustisk hastighedsmåling i tre dimensioner	LIC Engineering	Danmarks Tekniske Universitet, Institut for Strømningsteknik og Vandressourcer
Packaging of integrated optical components	IONAS	Danmarks Tekniske Universitet, Mikroelektronik Centret
Kvalitetssikring af pressvejseprocessen vha. procesovervågning	Danfoss	Danmarks Tekniske Universitet, Institut for Procesteknik
Databehandling i kemiske sensorer	Danfoss	Danmarks Tekniske Universitet, Institut for Matematisk Modellering

Ad 4. EU's politik for forskning og teknologisk udvikling

EU yder støtte til konkrete FoU tværnationale projekter inden for udvalgte videnskabelige og tekniske områder. Formålet er at sikre det videnskabelige og teknologiske grundlag for industrien og fremme industriens konkurrenceevne. Såvel universiteter, sektorforskningsinstitutter og virksomheder kan deltage i projekterne. EU finansierer op til 50% af de deltagendes udgifter.

Oversigt over særprogrammer med mulighed for medfinansiering af projekter vedr. sensorteknologi i fjerde rammeprogram (1994 – 1998), af i alt 14 særprogrammer

Særprogram	Budget i mia. kr.
Informationsteknologi (Esprit)	14,49
Bioteknologi	4,14
Biomedicin	2,52
Miljø og klima	6,39
Ikke-nuklear Energi (Joule og Thermie)	7,515
Måling og prøvning	2,16
Industri og materiale teknologi (Brite / Euram)	12,803
Havforskning	1,71
Totalt	51,728

I årene 1989 – 1998 er der gennemført 45 projekter, hvor i alt 60 danske deltagere har gennemført FoU aktiviteter inden for sensorteknologi (Cordis Databasen).

Oversigt over tematiske programmer og nøgleaktioner med mulighed for medfinansiering af projekter vedr. sensorteknologi i EU's femte rammeprogram (1999 – 2002)

Tematisk program	Nøgleaktion	Budget i mia. kr.⁶
Livskvalitet og forvaltning af bioressourcer	Sundhed, levnedsmidler og miljøfaktorer Bekæmpelse af infektionssygdomme Cellefabrikken Bæredygtigt landbrug, fiskeri og skovbrug Befolkningens aldring	16,8 – 19,7
Det brugervenlige informations-samfund	Systemer og tjenester for borgerne Nye arbejdsmetoder og elektronisk handel Multimedieindhold og -værktøjer Væsentlige teknologier og infrastruktur	25,2 – 29,4
Konkurrence- og bæredygtig vækst	Innovative produkter, processer og organisation Bæredygtig mobilitet og modalitet Landtransport og havteknologi Nye perspektiver for luftfarten	17,9 – 21,7
Bevarelse af økosystemet	Bæredygtig forvaltning og kvaliteten af vand Globale ændringer, klima og biodiversitet Bæredygtige marine økosystemer Fremtidens by og kulturarven Renere energi, herunder vedvarende energikilder Økonomisk og effektiv energi til et konkurrencedygtigt Europa	15,7 – 17,4
Totalt		75,6 – 88,2

⁶ Budgettet forventes at ende mellem de to angivne tal. Det endelige budget er afhængigt af endnu ikke afsluttede forhandlinger mellem Ministerrådet og Europa-Parlamentet.