

## Skema A

<b>Skema til beskrivelser af forsknings- og udviklingsaktiviteter</b>			
<b>Aktivitetssområde (navn):</b>	<b>Metrologi - forskning og udvikling</b>	<b>Aktivitetssområde nr.:</b>	1
<b>Sammenfatning</b>	<p>DFM vil i perioden 2010 til 2012 udvikle selskabets kompetencer indenfor de nuværende styrkeområder elektrokemi, akustik, optik og nanoteknologi med særlig fokus på de samfundsrelevante områder sundhed, energi og klima. Der er et stort og voksende behov for ny metrologiinfrastruktur indenfor disse fokusområder, som også udgør et stort kommercielt potentiale for danske virksomheder.</p> <p>De sundhedsrelaterede tiltag inkluderer udbygning af DFM's elektrokemiske målefaciliteter, så der opnås større fleksibilitet med hensyn til sporbare målinger af ledningsevne og pH-værdier af forskellige typer af biologiske væsker. Laser-baserede spektroskopiske metoder vil blive anvendt til monitorering af udåndingsluft til diagnosticering af sygdomme. Metoderne vil blive anvendt til fremstilling af certificerede referencematerialer og udvikling af kalibreringsfri metoder så kvantitative målinger opnås. Cellers og biomaterialers overfladeegenskaber vil blive undersøgt ved hjælp af Atomic Force mikroskoper. Akustiske metoder til etablering sporbare målinger ved meget lave frekvenser vil blive udviklet blandt andet til anvendelse ved måling af lydgener fra for eksempel tung industri.</p> <p>Ledningsevнемålinger anvendes indenfor energiområdet som kvalitetsindikator for flydende biobrændsler. DFM vil arbejde med at opnå sporbarhed i disse målinger samt undersøge begrænsningerne i metoderne. Atomic Force og ellipsometriske metoder anvendes blandt andet til undersøgelse af vindmøllevinge overflader.</p> <p>Omkring klimarelaterede målinger anvendes ligeledes ledningsevнемålinger til bestemmelse af salinitet, som er et mål for vands saltindhold og spektroskopiske metoder til fremstilling af referencematerialer og metoder så kvantitative oplysningen kan opnås om tilstedeværelsen af atmosfæremolekyler. DFM etablerer i perioden en dansk primærnormal til bestemmelse af (nano)partiklers størrelse og antal. Denne facilitet kan blandt andet anvendes til kalibrering af partikeltællere, som i stor udstrækning anvendes til monitorering af luftkvalitet.</p> <p>DFM har som mål, i forbindelse med de fleste af sine forsknings- og udviklingsprojekter, at samarbejde med såvel nationale som internationale institutter og virksomheder, således at de senest udviklede metoder og den bedst egnede instrumentering anvendes i forbindelse med projekterne.</p>		
<b>Formål og målgruppe</b>	<p><b>Formål</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Forskning i ny - og videreudvikling af eksisterende metrologisk kompetence.</li> <li>2. Nye målemetoder med sporbarhed til SI enhederne og ny viden indenfor metrologi, med det formål, at verificere det stigende antal nye instrumenter og metoder, som udvikles, bruges og sælges af virksomheder og offentlige institutioner. Kendskab til behovet</li> </ol>		

	<p>er opnået via handlingsplaner for de enkelte emneområder, direkte dialog med brugergrupper samt via virksomhedspartnere i innovationskonsortier.</p> <p>3. Forskning på højt niveau er nødvendig for fortsat at give DFM adgang til den internationale metrologiske videndeling, så den kan indgå i DFM's vidensspredning.</p> <p><b>Målgruppe</b></p> <p>Målgruppen og kunderne er danske virksomheder, kalibreringslaboratorier (blandt andet de 48, der er akkrediteret af DANAK), myndigheder samt internationale metrologiinstitutioner.</p> <p>Fundamental metrologi omfatter videnskabeligt arbejde, der understøtter og udbygger anvendeligheden af det internationale enhedssystem, SI.</p> <p><i>BedreInnovation:</i></p> <p>Nærværende aktivitetsområde er tæt relateret til en række emner fra 'BedreInnovation.dk', som har været genstand for offentlig kommentering fra brugerne, herunder:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Måling af klimaparametre: Salinitet</li> <li>• Online målinger af atmosfærens molekyler</li> <li>• Reduktion og måling af luftbårne emissioner</li> <li>• Funktionelle materialer på nano- og mikroskala</li> <li>• On-line teknologier til kvalitetsoptimering</li> <li>• Bedre test af prototyper så de hurtigere bringes på markedet</li> <li>• Måling og karakterisering af nanomaterialer</li> <li>• Metrologi i fødevarer</li> <li>• "Point of care" diagnostik og terapi</li> <li>• Udvikling af metrologiske kompetencer til innovation</li> <li>• Metrologi - referencenormaler og -materialer</li> </ul> <p>Overordnet set omhandler disse kommentarer, såvel produktionsvirksomheders, som innovative virksomheders centrale behov for adgang til internationalt anerkendte metrologi, test- og certificeringsydelser. Dette gælder især SMV'ere, der ikke selv har mulighed for at etablere eller skaffe direkte adgang til sådanne.</p> <p>Aktivitetsrådet understøtter Metrologiudvalgets overordnede mission for dansk metrologi.</p>
Aktivitetsplanens indhold	<p>DFM's aktiviteter ligger indenfor områderne elektrisk metrologi, optisk metrologi og nanometrologi. Aktiviteterne er beskrevet nedenfor.</p> <p><b>Elektrisk Metrologi</b></p> <p><i>Elektrokemi</i></p> <p>DFM's facilitet for elektrolytisk ledningsevne dækker et væsentlig behov for sporbarhed for danske virksomheder, kalibreringslaboratorier og betjener også europæiske producenter af referencematerialer for ledningsevne, ved såvel kalibrering som distribution af certificerede referencematerialer. Slutbrugerne er blandt andet medicinalvirksomheder, der har behov for services for at opnå godkendelse, f.eks. fra FDA. <u>DFM vil udbygge faciliteten med det mål at kunne gennemføre mere fleksible målinger på andre typer materialer</u>, som er relevant for f.eks. fødevarer, sundhed, mil-</p>

jøkemi og biobrændsler. Specifikt vil fokus være på: 1) karakterisering af væsker til dialysebehandling i samarbejde med en virksomhed, 2) deltagelse i samarbejde omkring bestemmelse klima-parameteren 'salinitet' og dens forankring til SI og 3) mulig anvendelse af ledningsevne som kvalitetsindikator for flydende biobrændsler, hvor nyt EMRP projekt søges. DFM vil undersøge sporbarhed og begrænsninger i praktiske målemetoder, herunder indflydelsen af vekselvirkning mellem væske og elektrodeoverflade for at opnå mere nøjagtige målinger. Resultaterne fra et igangværende EMRP projekt omsættes til en facilitet til kalibrering af referencensensorer til ledningsevne i ultra-rent vand, som efterspurgt af blandt andre Novo og Insatech.

DFM's ledningsevne målinger og -kalibreringer er unikke på verdensplan og udvidelsen vil give mulighed for at servicere nye sektorer. Private udbydere leverer referencematerialer med betydelig mindre nøjagtighed, og der er således ingen konkurrence på området. Markedsmodningen vil ske i strategiplanens tidsperiode. Udviklingen foretages i samarbejde med DTU Kemi, danske kalibreringslaboratorier samt med udenlandske NMI'er og en virksomhed.

DFM vil supplere sin facilitet for primær pH måling med en facilitet til sekundære pH målinger, som vil være af interesse for langt flere brugere. Måleområdet fra pH 4 til 10 vil kunne dækkes kontinuert. Udover at kunne anvendes til certificering af referencematerialer, er formålet, at kunne karakterisere pH på andre typer væsker såsom biologiske væsker. Nøjagtighedsniveauet vil være højere end andre udbydere i Danmark, og vil derfor ikke være i konkurrence med private udbydere. Tidshorizonten for markedsmodning vil være omkring 1 år. Udviklingen sker i samarbejde med to virksomheder. Kundegruppen er producenter af referencematerialer og kalibreringslaboratorier. Disse laboratorier understøtter den danske medicobranche.

Måling af primær pH forudsætter sporbarhed til bestemmelse af koncentration for vandig opløsning af HCl. DFM vil opbygge en ny opstilling til coulometrisk titrering til bestemmelse af koncentration, af såvel HCl, som f.eks. metal-ioner, relevant for referencematerialer til vandkvalitet og klinisk kemi.

Videreudbygningen af DFM's kompetencer og faciliteter indenfor elektrokemi afstemmes med behovene for sporbarhed indenfor klinisk kemi, miljø- og fødevarer kemi, sådan som disse behov afdækkes i det overordnede samarbejde og den videnuudveksling, der søges etableret med danske aktører. Det forventes at især medicoindustrien vil være kunder til DFM's kompetencer. Denne industri havde i 2006 en samlet omsætning på 41 mia. kr. på verdensplan.

#### Akustik

Danske akustik virksomheder omsatte i 2004 for >20 mia kr til udlandet, og udgør i dag en vidtforgrenet industri bestående af høreapparat-, måleudstyrs- og forbruger elektronik producenter.

Den danske førerposition på området understøttes af FoU aktiviteter på en lang række universiteter og forskningsinstitutter som DTU (inkl. DFM), AU, SDU, ITU og DELTA.

Ud over at fremme innovation i industrien er metrologiaktiviteterne også vigtige for at sikre overholdelse af stigende lovkrav på området f.eks. støj fra maskiner.

DFM's akustiske facilitet er blevet udbygget i regi af et "Centre of Excellence", som afsluttes med udgangen af 2009. Aktiviteter i centeret er sket i koordination med de større danske aktører. DFM foreslår en videreførelse af aktiviteterne i den kommende strategiplanperiode. Det drejer sig om følgende:

*Infralyd:* Lydbølger med frekvenser under det hørlige område (ca 20 Hz-20 kHz) genereres af f.eks. vindmøller, kraftværker og anden tung industri. Vurderingen af infralyd, dens udbredelse, og gene må baseres på udbygning af de traditionelle målemetoder, og især etablering af internationalt anerkendte metoder til kalibrering af de anvendte referencer. DFM vil videreudvikle de nuværende kalibreringsmetoder til at etablere sporbarhed i frekvensområdet ned til 0,1 Hz.

*Ultralyd i luft:* Ultralyd er lydbølger med frekvenser over det hørlige område, og er ofte uønskede bivirkninger fra industrielle processer, men finder i stigende omfang også anvendelse i dagligdagen. Anvendelserne rækker fra renseprocesser og flowmålinger over gasdetektion til afstandsmålinger. Generelt er disse ultralydsbølger karakteriseret ved et meget højt lydtrykniveau, og frembyder dermed en potentiel risiko for personskader. Ligesom for infralydområdet er de traditionelle måle- og kalibreringsteknikker utilstrækkelige. Ultralyd i luft anvendes til undersøgelser af resonanser og dannelsen af turbulensen omkring propeller, flyvinger og vindmøllevinger. Der etableres en metode, der udvider det nuværende frekvensområde op til 200 kHz.

Måleinstrumentfabrikanter ønsker sporbarhed som følge af efterspørgsel fra blandt andet flyfabrikanter og vindmølleindustrien. Mulighederne for samarbejde med andre GTS-institutter og universiteter undersøges.

Tilsvarende ydelser findes ikke i GTS-nettet eller hos private udbydere. Tidshorizonten for markedsmodning er 2 år. DFM er i front indenfor dette område, og der har været interesse fra PTB og LNE om samarbejde.

*Diffus-felt kalibrering:* De fleste målemikrofoner bliver kalibreret under tryk- eller frifeltsbetingelser. Imidlertid udføres de fleste akustiske målinger i en blanding af et frit felt og et diffust felt, som mere korrekt afspejler hvordan mikrofoner anvendes. DFM har i et forskningsprojekt udviklet den videnskabelige baggrund for primærkalibrering i et diffusfelt. Den praktiske implementering af metoden, herunder konstruktion af et efterklangsrum, vil blive etableret i perioden. Kun DFM har denne aktivitet i verden.

*Opto-akustiske målemetoder:* DFM vil i den kommende periode udvikle nye opto-akustiske måleteknikker til realisering af de akustiske måleenheder (dB) ud fra enkeltstående lydkilder. Det forventes at disse metoder kan danne 3D billeder af lydfeltet, og bidrage til forståelsen af den komplekse udbredelse af lydfelter. Dette kan bl.a. anvendes i forbindelse med støjbekæmpelse og karakterisering af lydkilder. Sådanne metoder er stadig på udviklingsstadiet, men forventes på sigt at udgøre en omkostnings-effektiv metode for måling af komplekse lydfelter og realistisk afspejle den situation mikrofoner normalt anvendes i.

DFM vil samarbejde med andre NMI'er og med universiteter omkring videnuudveksling.

### **Optisk Metrologi**

#### Stabiliserede lasere

Stabilisering af lasere er en kompetence, som blandt andet anvendes til realisering af meteren og til højopløselig spektroskopi. I indeværende periode har DFM realiseret en af de mest frekvensstabile fiberlasere i verden med en bølgelængde i det optiske kommunikationsvindue. DFM's stabiliserede lasere benyttes til videregivelse af sporbarhed til dansk industri i form af kalibreringer af udstyr til bølgelængdemåling, samt til karakterisering af andre lasers frekvens- og fasestøj. DFM vil i den kommende periode videreudvikle faciliteterne til karakterisering af fiberlasere. Faciliteterne vil blandt andet vil blive anvendt til karakterisering af nye produkter. DFM's ekspertise omkring stabiliserede lasere vil blive udmøntet i en ansøgning til ESA sammen med en dansk virksomhed og NPL, Uni Glasgow, og STFC vedrørende realisering af en stabiliseret fiberlaser i 1  $\mu\text{m}$  området til Laser Interferometer Space Antenna projektet. DFM samarbejder med Niels Bohr Institutet omkring optiske atomure. DFM vil fortsætte arbejdet med stabiliserede lasere i projektet, med det formål at opretholde og bidrage til den internationale viden på området.

DFM's ydelser er unikke i Danmark, og er ikke tilgængelige i GTS-nettet. Udvidelserne vil udfylde behov i andre dele af industrien. Serviceydelse vil kunne tilbydes ca. 2 år inde i strategiperioden. Videnhjemtagning sker hovedsagelig via EURAMET projekter og vil blive forstærket, hvis ESA projektansøgningen er succesfuld.

#### Spektroskopiske metoder

DFM har de senere år opbygget kompetencer omkring brug af spektroskopiske metoder til bestemmelse af gaskoncentrationer med mulige anvendelser indenfor sundhed, energi og klima. Specifikt arbejdes der med monitorering af udåndingsluft til diagnosticering af sygdomme samt monitorering af atmosfæremolekyler.

DFM vil i perioden fokusere på følgende fire områder relateret til absorptionsspektroskopi: a) forbedre de spektroskopiske teknikker med henblik på øget følsomhed (ppb niveau), b) gøre instrumenteringen mere kompakt med henblik på "in situ" anvendelse, c) udvikle kalibreringsfri metoder, d) udvikle certificeret reference materiale i form af gasceller baseret på hulkernefibre.

Antallet af samarbejdspartnere vil blive udvidet blandt andet med andre NMI'er, og der søges eksterne midler fra EMRP (til miljø- og energirelaterede projekter).

DFM har opbygget kompetencer indenfor Raman spektroskopi med fokus være på sundheds-, medico-, fødevarersektoren og vil fokusere på øget følsomhed, kompakthed og fremstilling af referencematerialer. Følsomheden vil blive øget ved at bygge et "Tip Enhanced Raman Spectrometer" (TERS), som er velegnet til spektroskopiske undersøgelser af enkelt molekyler, celler og bakterier. DFM's kompetence omkring AFM indgår i forbindelse med konstruktion af instrumentet. Der bliver samarbejdet med

DTU Fotonik og DTU Kemiteknik.

Denne type højtopløselig spektroskopi er ikke tilgængelig i GTS-nettet, og giver mulighed for mere nøjagtige målinger end hidtil, indenfor klima, sundhed og energi. Specielt har DFM i de senere år, som det eneste NMI, opbygget viden omkring anvendelse af hulkernefibre i forbindelse med gas monitoring, en aktivitet, som har international bevågenhed. DFM undersøger blandt andet anvendelsesmulighederne af nye typer fibre.

Markedet for certificerede referencematerialer til spektroskopiske målinger har udviklet sig hastigt over de seneste 10 år, idet der har været en stigende erkendelse af vigtigheden af sporbare målinger, når spektroskopi anvendes i forbindelse med diagnostik (sundhedssektoren) og kvantificering af energigasser, flydende biobrændsel (energisektoren) og klimagasser (miljøsektoren). Dansk industri har en betydelig aktivitet indenfor alle tre områder. Ingen danske producenter tilbyder produkter, der kan opnå samme nøjagtighed og der er således ingen direkte konkurrence på området.

Målemetoderne og referencegasserne vil være kommercielt tilgængelig i 2012.

Samarbejdspartnere er universiteter, andre NMI'er samt virksomheder.

#### Boltzmanns konstant

DFM samarbejder med NMI'erne LNE og INRiM og med universiteterne Uni. Naples og Uni. Paris Nord på at forbedre bestemmelsen af Boltzmanns konstant. Hensigten er, at definere temperaturskalaen ud fra en naturkonstant, i stedet for vands triplepunkt for at sikre ensartede målinger internationalt. DFM er det eneste metrologiinstitut, som anvender en spektroskopisk metode til bestemmelse af Boltzmanns konstant, hvilket har international bevågenhed. Hvis projektet er succesfuldt, vil det gøre DFM i stand til at realisere en ny temperaturskala, som det eneste NMI i Europa. Det kan danne grobund for en mindre dansk industri for fremstilling af termometrisk udstyr baseret på spektroskopiske metoder. DFM ønsker at videreføre Boltzmann projektet efter EMRP projektets ophør, med henblik på udvikling af metoder til overførsel af temperaturmålinger fra "Boltzmann opstillingen" til praktisk og almindelig anvendt måleudstyr. En væsentlig del af projektet er udvikling af nye matematiske værktøjer til databehandling, værktøjer som i øjeblikket kun udvikles ved DFM. Udvikling af en matematisk modellerings serviceydelse vil være unik, og har ingen danske konkurrenter. Markedsmodning vil tidligst kunne ske sidst i strategiperioden. Samarbejde med ovennævnte partnere vil blive fortsat og danske interessenter vil blive søgt, især hvis projektet resulterer i produktion og salg af instrumenter. Projektet er karakteriseret af "høj risiko og stort potentiale". Videnhjemtagningen sker via to årlige møder med ovenstående partnere.

Et andet højt profileret projekt er relateret til en fremtidig ny definition af SI enheden af masse (kilogram). DFM deltager, for at bidrage til den internationale metrologis udvikling, og for at bevare omdømmet som en samarbejdspartner, der bidrager til løsning af vigtige metrologiprojekter. DFM vil levere matematiske værktøjer til dette projekt. Projektet har som mål at lede frem til en ny definition inden for de næste 4-6 år.

### Ellipsometri

I indeværende strategiperiode har DFM etableret en meget fleksibel ellipsometriopstilling til form - og overfladeudmåling. Opstillingen har været anvendt af små og mellemstore højteknologiske virksomheder samt en større virksomhed. Efterspørgslen af denne type målinger er stigende. DFM vil udvide opstillingen, så den kan måle polarisationsegenskaber, udmåle nanopartikler og molekyler på overflader, og udvikle de nødvendige matematiske værktøjer til dataanalyse. Den stigende erkendelse af overfladers betydning i forbindelse med produktudvikling har bevirket, at DFM vil udvikle Fourier Transform nærinfrarød reflektans spektroskopi, som kan anvendes til hurtig kvantitativ bestemmelse af materiale på overflader. Faciliteten indgår i en ansøgning, sammen med en dansk virksomhed, til ESA, omhandlende udvikling af gitre til satellitter, der skal overvåge atmosfærens indhold af gasarter som CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, NO<sub>x</sub>, og SO<sub>x</sub>.

Faciliteten er unik i Danmark med hensyn til nøjagtighed og antal parametre, der kan udmåles. Derfor er der ingen konkurrence på det danske marked. Det nuværende instrumentet anvendes allerede til kundeopgaver. Den udvidede opstilling kan tages i brug med udgangen af 2010. Samarbejde foregår med DTU Mekanik og Oak Ridge National Laboratory (US).

### **Nanometrologi**

#### Nanometer målinger

DFM's målinger på nano- og mikrometerskala ved hjælp af Scanning Probe Microscopy (SPM) har et højt internationalt niveau, og er i indeværende strategiperiode blevet udvidet til skanning over et betydeligt større skanningsområde end tidligere. Målinger er nu i én skanneretning sporbar til den danske meternormal. Faciliteten vil blive udvidet efter samme princip i den anden laterale retning. DFM vil arbejde hen mod målemetoder, der kan måle et væsentligt større volumen. Faciliteten har været kernen omkring adskillige innovationskonsortier, og er en ydelse, som især små og mellemstore virksomheder efterspørger. Udvidelse af den danske kompetence indenfor nanometrologi vil ske i samarbejde med DTU Nanotech, DTU Mekanik, FORCE og TI. DFM kan levere den højeste nøjagtighed af nanometerskala målinger i Danmark, og er ikke i konkurrence med andre danske leverandører. Det forventes, at de to akser kan skannes med denne sporbarhed i løbet af to år.

#### Partikeltælling

Som opfølgning på behov udtrykt af den farmaceutiske industri, for en facilitet til sporbare målinger af partikelstørrelse og -antal, har DFM i indeværende strategiperiode investeret i apparatur til dette formål. Herudover har DFM opbygget metoder til udmåling af partikeldiametre ved hjælp af AFM. DFM vil i den kommende periode fokusere på undersøgelser af effekten af partikeldeformation og udvikling af dedikeret software og matematiske metoder til behandling af data, således at diametermålingerne bliver sporbar til meteren. Metoder til kalibrering af partikeltællere vil blive udviklet med det formål at etablere en dansk primærnormal for partikeltælling. Disse nye faciliteter har til formål at etablere den direkte sporbarhed for geometrisk størrelse og optiske egenskaber af betydning

for partikelmålinger og partikeltælling. Sporbarhed videregives til Teknologisk Institut, FORCE, den farmaceutiske industri og andre brugere af partikeltællere. Faciliteterne komplementerer sporbarhed i form af intern konsistens mellem forskellige fysiske måleprincipper som Teknologisk Institut søger at etablere, og som understøtter partikelmålefaciliteter, der anvendes til analyser for industrielle slutbrugere. Samlet set etableres således en komplet sporbarhedskæde fra (nano)partiklers geometriske parametre til massebaserede målinger, elektromobilitet og aerodynamisk baserede målinger af partikler til partikelanalyser for industrien.

En primærnormal eksisterer ikke Danmark, og DFM vil således etablere en unik facilitet, som der er udtrykt stor interesse for. Det er estimeret, at der i Danmark findes mindst 200 partikeltællere. Disse vil kunne kalibreres op mod primærnormalen.

Faciliteterne har allerede tiltrukket så megen opmærksomhed at et Innovationskonsortium med 12 industripartnere, som dækker et bredt udsnit af interesseområder, er igangsat. Projektet omfatter karakterisering af nanopartikler, luftbårne eller opslemmet i væske. Der er således allerede etableret et stort dansk netværk omkring partikelmålinger, men også internationalt deltager DFM i flere netværk (EURAMET) med fokus på sporbare partikelmålemetoder, inklusive sammenligninger.

DFM deltager desuden i et forprojekt sammen med FORCE og DMU med det formål at opbygge kompetencer omkring måling af aerosoler, blandt andet fra køretøjers udstødning.

Kalibrering af partikeldiametre forventes at kunne udbydes indenfor en toårig periode. En komplet partikeltællerkalibrering vil være tilgængelig ved udgangen af strategiperioden. Via forskningsrådene søges projektmidler, som vil inkludere midler til et ph.d-forløb. DFM vil indgå i tæt samarbejde med METAS, som har stor erfaring med partikelmålinger. Erfaringer vil blive udvekslet såvel via et EURAMET projekt som ved mødeaktivitet.

Den danske indsats indenfor partikelmålinger vil blive konsolideret i et Centre of Excellence hvor de tre GTS-institutter DFM, DTI og FORCE vil tilbyde deres komplementære ydelser til gavn for industrielle og offentlige brugere. Et sådant center vil også med kort varsel kunne adressere de forventede øgede behov for partikelmålinger indenfor en række områder.

#### Optisk diffraktion

DFM's Optisk Diffraktions Mikroskop (ODM), er baseret på et patenteret princip, og udviklet til at foretage hurtige målinger i et produktionsmiljø i forbindelse med kvalitetskontrol. I et eksisterende innovationskonsortium, med 4 industripartnere, har ODM vist at være et nyttigt redskab for blandt andre fabrikanten af optiske gitre, planare bølgeledere, lasere og spektrometere, til udmåling af såvel overflader som indlejrede - eller begravede strukturer i materialer. DFM vil i den kommende periode anvende ODM-faciliteten til bestemmelse af nanopartiklers brydningsindeks, og tilbyde sådanne partikler i form af certificeret referencemateriale (CRM). Brydningsindeks er en afgørende parameter for at tage højde for lysspredning



	<p>fra partikler. Kombinationen af AFM og ODM målinger muliggør udvikling af et unikt produkt bestående af nanopartikel CRM. En sådan ydelse forventes færdigudviklet indenfor strategiperioden. Der er ingen konkurrenter på dette område. De væsentligste samarbejdspartnere er de samme som nævnt ovenfor i afsnittet om partikler.</p> <p><u>Biokemisk og medicinsk anvendelse af SPM</u></p> <p>DFM har påbegyndt et samarbejde med Rigshospitalet og Københavns Universitet omkring anvendelse af SPM teknikker til løsning af biokemiske og medicinske problemstillinger. Konkret er blodceller, som var inficeret med malariaparasitter, undersøgt. <u>Anvendelse af SPM teknikker indenfor sundhedsområdet vil blive udvidet blandt andet til studier af cellers og biomaterialers overfladeegenskaber.</u> Overfladekarakterisering indenfor nanotribologi og nanokræfter vil ske i samarbejde med DTU Mekanik med henblik på kvalitetskontrol i produktion af f.eks. implantater (ortopædkirurgisk forskning). I forbindelse med det optiske Raman projekt vil <u>egenskaberne ved guldbelagte AFM tips blive kortlagt</u> med henblik på anvendelse i en yderst følsom Raman spektroskopisk teknik, som er særlig velegnet til undersøgelse af celler.</p>
<p><b>Koordinering og samspil med andre FoU-aktiviteter</b></p>	<p>Projekter, der tænkes medfinansieret med RK-midler:</p> <p><u>Akustik:</u> I 2010 søges FTP om støtte til studier af den opto-akustiske teknik med fokus anvendelse af komplekse lydkilder. En ph.d. projektstuderende vil blive inkluderet. Projektet vil blive søgt sammen med DTU Elektro.</p> <p>En projektansøgning til Højteknologifonden er under udarbejdelse sammen med partnere. Projektet har til hensigt at udvikle et apparat baseret på et modificeret Laser Doppler Anemometer til udmåling af akustiske lydfelter af interesse for automobil- og fly-industrien. Projektet er relateret til den opto-akustiske aktivitet.</p> <p><u>Stabiliserede lasere:</u> DFM vil sammen med NBI-KU søge FNU om projektmidler til videreudvikling af magnesium uret. DFM's bidrag vil være laser stabilisering til gasser i hulkernefibre med henblik på at gøre opstillingen kompakt.</p> <p><u>Spektroskopiske metoder:</u> DFM vil sammen med SDU og DJF samt endnu ikke identificerede virksomheder søge Det Strategisk Forskningsråd om midler til undersøgelser af lugtgener (i landbruget). DFM har sammen med DJF søgt FTP om et forskningsprojekt omhandlende anvendelse af spektroskopiske metoder til monitorering af udåndingsluft i grisestalde med henblik på at diagnosticere afvænningsdiarre i smågrise. Begge projekter gør brug af DFM's opbyggede ekspertise indenfor spektroskopi. DFM vil sammen med en dansk virksomhed, Kræftens Bekæmpelse og DTU søge Højteknologifonden om et projekt omhandlende fremstilling af et prototypeinstrument til tidlig kræftdiagnosticering baseret på Raman spektroskopi.</p> <p><u>Boltzmanns konstant:</u> Projektmidler fra FTP vil blive søgt til løsning af praktiske problemstillinger ved anvendelse af Boltzmann konstanten som basis for kalibrering ved høje temperaturer. I en sådan ansøgning vil indgå et ph.d.-forløb.</p> <p><u>Nanometer målinger:</u> DFM er partner i en fase 2 ansøgning til Det Strate-</p>

	<p>giske Forskningsråd omhandlende ”Precision and Nanoscale Polymer Mass Replication (PolyNano)”, som er et kompetence center for avanceret polymer nano-skala replikationsteknologier. DFM’s bidrag inkluderer metrologiske AFM og ellipsometri målinger på de fremstillede komponenter.</p> <p>Efter henvendelse fra TI undersøger DFM i øjeblikket muligheden for at deltage i et RK innovationscenter sammen med DTU Nanotech og DTU Danchip som kernepartnere. Der skal bl.a. arbejdes med nano procesteknologier og nano-baseret produktudvikling. DFM vil indgå med metrologiske nanometerskala målinger. DFM’s bidrag vil komplementere TIs bidrag og resultere i velkarakteriserede komponenter.</p>
<p><b>Formidlings- og spredningseffekt:</b></p>	<p>Forskningen vil føre til udvikling af nye nationale normaler, som beskrevet i aktivitetsområde 2 ”Infrastruktur”. Via de afledte kalibreringsydelser bidrages til DFM’s omsætning. Indenfor ovennævnte forskningsprojekter vil de involverede virksomheder få direkte adgang til den udviklede viden.</p> <p>DFM påbegyndte i 2008 afholdelse af mini-kurser indenfor forskningsområdet nanometrologi. Dette tiltag vil blive udvidet til de andre forskningsområder. Kurserne er gratis og henvender sig til i kalibrerings- og udviklingsafdelinger.</p> <p>Forskningsresultaterne vil blive publiceret i internationale, censurerede, videnskabelige tidsskrifter, og vil blive præsenteret på internationale konferencer. Forskningen er indgangen til såvel nationalt som internationalt samarbejde og dermed adgang til knowhow og studerende. DFM vil opretholde sin publikationsrate med 1-2 publikationer og 2-3 konferenceindlæg (såvel nationale som internationale) per videnskabelig årsværk.</p> <p>DFM publicerer ligeledes regelmæssigt i danske fagblade og vil fortsætte med dette.</p> <p>DFM har i 2009 afholdt en række møder med eksisterende og potentielle kunder og/eller projektpartnere med henblik på at opnå information om eksisterende og/eller forventede metrologiske behov samt oplyse om DFM’s udbud af metrologisk service og forskningsaktiviteter. Disse møder er blevet godt modtaget og vil blive fortsat i den kommende periode. DFM vil være aktiv omkring henvisning af virksomhederne til relevante innovationsnetværk. De mest relevante for DFM’s kerne- og kommende fokusområder er CBMI, Center for Sundhedsteknologi, NFBi, RoboCluster, VindKraftNet, Biosundhed, Fødevareresektorens Innovationsnetværk og Dansk Lydteknologi.</p>
<p><b>Centrale kompetencer involveret i FoU-projektet</b></p>	<p>DFM har veletablerede laboratorier indenfor de tre hovedområder og vil være i stand at udføre de ovennævnte delaktiviteter. Det forventes at investeringer er påkrævet for nogle af dem.</p> <p>DFM’s nuværende medarbejderstab inkluderer 10 ph.d.’er som beskæftiger sig med forskning på højt niveau. CV for følgende er vedlagt:</p> <p>Hans Dalsgaard Jensen, ansvarlig for elektricitet  Jan Conrad Petersen, ansvarlig for optik  Kai Dirscherl, ansvarlig for nanometrologi  Lars Nielsen, anvendelse af matematiske metoder</p>

<b>Milepæle år 1</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ny kalibreringsydelse indenfor elektrokemi: sekundære pH målinger i området pH 4 - 10 med en usikkerhed på <math>u(\text{pH}) = 0,002</math>.</li> <li>• Ny kalibreringsydelse indenfor akustik: mikrofonkalibrering ned til 0,1 Hz (infralyd). For området 0,1 Hz til 30 kHz vil usikkerheden være i intervallet 0,5 til 0,1 dB, afhængig af frekvensen.</li> <li>• Ny kalibreringsydelse indenfor ellipsometri: materialers polarisationsegenskaber, som angives ved det ordinære (<math>n_o</math>) og ekstraordinære brydningsindeks (<math>n_e</math>) med en relativ usikkerheder på <math>10^{-3}</math>.</li> <li>• Et ErhvervsPhD-projekt inden for akustik, med fokus på diffus-felt kalibrering og anvendelse af opto-akustiske metoder, iværksættes.</li> <li>• Deltagelse i to nye EU-projekter (inklusive EMRP).</li> <li>• Netværksopbygning og videnspredning: møde med 30 nuværende og/eller potentielle kunder med fokus på forankring af ny viden hos danske virksomheder, opbygning af samarbejdsrelationer, information om innovationsnetværk samt optimering af samfunds- og erhvervsrelevans af DFM's aktiviteter.</li> </ul>
<b>Milepæle år 2</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ny kalibreringsydelse indenfor akustik: mikrofonkalibrering op til 200 Hz (ultralyd). For området 1 kHz til 200 kHz vil være i intervallet 0,2 til 1,0 dB, afhængig af frekvensen.</li> <li>• Ny måleteknik indenfor elektrokemi: coulometrisk titrering i området 0,01 – 0,1 mol/kg med en usikkerhed på <math>u_r(m) = 0,04\%</math>.</li> <li>• Ny måleteknik indenfor spektroskopi: kalibreringsfri metode, som uden reference materiale kan bestemme mængden af materiale (på gas form) med en usikkerhed på omkring 1%</li> <li>• Ny kalibreringsydelse indenfor nanometrologi: 1 mm skanningsafstand i to retninger med gitterperioder <math>p</math> fra 50 nm til 100 <math>\mu\text{m}</math> og tilsvarende usikkerheder <math>u(p)</math> fra 0,5 nm til 150 nm.</li> <li>• Nyt produkt indenfor spektroskopi: certificerede referencematerialer (CRM) som angiver mængden af <math>\text{CO}_2</math> (på gas form) i <math>\text{N}_2</math> i området <math>10^{-9}</math> til <math>10^{-6}</math> med en usikkerhed på 1 %.</li> <li>• Evaluering af nye opto-akustiske måleteknikker til realisering af akustiske måleenheder ud fra enkeltstående lydkilder. Go/No go review. Udvikling af metode.</li> <li>• Evaluering af Boltzmann projektet med henblik på anvendelse til ny realisering af temperaturskalaen samt mulighed for markedsmodning af teknikken. Go/No go reveiew.</li> <li>• Deltagelse i to nye EU-projekter (inklusive EMRP)</li> <li>• Netværksopbygning og videnspredning: møde med 30 nuværende og/eller potentielle kunder med fokus på forankring af ny viden hos danske virksomheder, opbygning af samarbejdsrelationer, information om innovationsnetværk samt optimering af samfunds- og erhvervsrelevans af DFM's aktiviteter</li> </ul>
<b>Milepæle år 3</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nyt produkt indenfor spektroskopi: certificerede referencematerialer (CRM) som angiver mængden af materiale (på gas form) i <math>\text{N}_2</math> i området <math>10^{-9}</math> til <math>10^{-6}</math> med en usikkerhed på 1 %. Blandt andet de klimarelevante CO og <math>\text{C}_2\text{H}_6</math> samt miljørelevante <math>\text{CH}_4</math> og <math>\text{H}_2\text{S}</math>.</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ny kalibreringsydelse indenfor partikler: primærnormal for partikeltælling, der kan bestemme koncentrationen af partikelstørrelser med gennemsnitsdiametre mellem 500 og 5000 nm i rumfang på 0,03 m<sup>3</sup> til 1,00 m<sup>3</sup> med en usikkerhed på 8 %</li> <li>• Nyt produkt indenfor partikler: certificerede nanopartikler (CRM) med partikeldiametre mellem 100 og 5000 nm og med usikkerheder tilsvarende fra 5 til 270 nm. Usikkerhed på brydningsindeks <math>n_p</math> omkring 1,6 er <math>u(n_p) = 0,005</math>.</li> <li>• Et ErhvervsPhD-projekt inden for nano, med fokus på partikeltælling, iværksættes.</li> <li>• Etablering af et Centre of Excellence indenfor partikeltælling med deltagelse af DTI og FORCE. Udbud af en række komplementære ydelser.</li> <li>• Deltagelse i to nye EU-projekter (inklusive EMRP)</li> <li>• Netværksopbygning og videnspredning: møde med 40 nuværende og/eller potentielle kunder med fokus på forankring af ny viden hos danske virksomheder, opbygning af samarbejdsrelationer, information om innovationsnetværk samt optimering af samfunds- og erhvervsrelevans af DFM's aktiviteter</li> </ul>
--	--

Forventet finansiering [mkr]	2010	2011	2012	I alt
I alt	11,300,000	11,800,000	13,200,000	36,300,000