

A. Indledende oplysning

Indsatsområde	Metrologi for kvanteteknologi
Institut	Dansk Fundamental Metrologi (DFM) & FORCE Technology (FT)
Aktivitetens Titel	Kvantesensorer & elektronik til qubit manipulation
versions nr.	2.1
Aktivitets periode	2026-01-01 til 2027-01-31
Kontaktperson	Jan Hald (jha@dfm.dk)

B. Ændringer fra forrige version

Idnr. For ændring	Beskrivelse af ændring
2.1.1	Opdatering med arbejdsplan for aktivitetens 2. år

C. Beskrivelse af aktiviteten

1. Mål

Kvanteteknologi er et af de centrale fokusområder i DFM's strategi for perioden 2025–2028. Strategien fastslår, at DFM i de kommende år vil prioritere udviklingen af ny måleteknologi, der understøtter kvantehardware, samt test, karakterisering og standardisering. DFM vil samtidig bidrage til at bringe kvanteteknologi i anvendelse i industrien. Udviklingen af nye typer kvantesensorer i samarbejde med danske aktører er derfor en naturlig del af den overordnede strategiske retning. For FORCE Technology er opbygning af stærk faglig ekspertise et nødvendigt fundament. Herefter skal nøgleområder for de konkrete delindsatser identificeres, herunder deltagelse i standardiseringsarbejdet. Dette vil også styrke støtten til danske startup-virksomheder i europæisk sammenhæng. De nedenstående aktiviteter vil tilsammen bidrage til at opbygge et solidt grundlag for fremtidig udvikling og standardisering inden for kvanteteknologi og kvanteelektronik.

Konkrete mål for aktiviteten i 2026¹:

- Fortsat kortlægning af danske aktørers behov inden for kvantesensorer gennem direkte møder og dialog med potentielle end-users (fx klinikere, hospitaler og biorelaterede virksomheder). Fokus vil være på udviklingen af optiske kvantesensorer samt de kommende standardiseringsbehov (DFM,FT).
- Styrke videnhjemtagningen gennem besøg hos nationale og udenlandske, virksomheder, NMI'er og GTO'er samt ved deltagelse i relevante videnskabelige konferencer og workshops (DFM,FT).
- Supportere opbygningen af et kvantemiljø i DK, via aktivt at deltage i Dansk standardiseringsarbejde, DQC, QT-konsortium dannelser, til fondsbevillinger og forretningssamarbejder, og støtte danske QT-SMV'er. (DFM,FT)
- Udvikle enkeltfotonkilder og kvantelyskilder til kvantesensorer samt etablere testfaciliteter til validering af kvantelyskilder og detektorer (DFM).
- Videreudvikle enkeltfoton-, tofoton- og superopløsningsmikroskopi samt kvante-Raman-teknikker (DFM).
- Opbygge faciliteter til evaluering af kvantesensorer til måling af svage magnetfelter. Dette inkluderer en styrkelse af kompetencer inden for optisk pumpede dampceller og NV-baserede magnetiske sensorer, herunder AFM-målinger til nanoskala magnetfeltmetrologi. (DFM).
- Etablere samarbejde med producenter af kvantehardware, f.eks. NV-baserede magnetiske sensorer, for at afdække og validere nye test- og analysemetoder til elektronik anvendt i kvanteteknologier (FT).

¹ De angivne mål inkluderer ikke mål fra eksternt finansierede projekter beskrevet i afsnit 4.

2. Indhold

DFM vil udvikle måleteknologi med henblik på etablering af test og valideringsfaciliteter, som understøtter den teknologiske udvikling af kvantesensorer. De faglige udviklingsaktiviteter inden for kvantesensorer gennemføres inden for nærværende aktivitetsplan under indsatsområdet "Metrologi for kvanteteknologi", mens tilhørende standardisering- og vidensspredningsaktiviteter er integreret i aktivitetsplanen "Kvantestandardisering og vidensspredning".

3. Aktører

DFM har gennem de seneste år opbygget et stærkt samarbejde med både nationale og internationale aktører inden for kvanteteknologi og kvantesensorer. Samarbejderne er primært etableret gennem forsknings- og udviklingsprojekter med danske universiteter (KU, DTU, SDU, OUH og AU), danske virksomheder (herunder LightNovo, Dofi, NKT Photonics, NLIR, SPIO og Diasense), udenlandske forskningsinstitutioner (bl.a. KBFI i Estland, Technical University of Munich, Fraunhofer og Max Planck Institutterne i Tyskland) samt flere nationale metrologiinstitutter (fx NPL i Storbritannien, INRIM i Italien og PTB i Tyskland). DFM og FT deltager aktivt i de nationale netværk Danish Quantum Community – hvor DFM er stiftende medlem – og DFM er en del af QuantumDTU (quantum.dtu.dk). Internationalt er DFM medlem af Quantum Economic Development Consortium (quantumconsortium.org), European Quantum Industry Consortium (www.euroquic.org) samt European Metrology Network for Quantum Technologies (EMN-Q, www.euramet.org/european-metrology-networks/quantum-technologies).

4. Sammenhæng med andre projekter (evt.)

Aktiviteten vil drage fordel af synergi med eksternt finansierede forsknings- og udviklingsprojekter, herunder DFM's deltagelse i:

EMPIR/EPM: A European infrastructure for low magnetic field metrology (MetroMag), Quantum-enabled nanoscale magnetic field metrology for traceable standards (Q-ENaMa*)

Eureka Applied Quantum/IFD: Next generation Quantum enhanced microscopes for detection of biomolecules (QMIC*)

IFD GS: Next Generation Semiconductor Failure Analysis with Quantum Diamond Magnetic Microscope (NG-QDMM*), med deltagelse af både DFM og FT.

*) angiver at projektet medfinansieres med resultatkontraktmidler.

Herudover vil aktiviteten understøtte de behov for kvantitativ karakterisering af kvantesensorer, der kommer fra Quantum Denmark initiativet.

5. Følgegruppe

Der afholdes følgegruppemøder fælles for hele indsatsområdet. Følgegruppen mødes 1-2 gange årligt, men herudover er der bilaterale møder med følgegruppens medlemmer, hvor DFM får input omkring mere specifikke forhold. Følgegruppen er dynamisk og sammensætningen af medlemmer justeres løbende til de aktuelle opgaver under indsatsområdet. Der sikres dog deltagelse fra mindst 2 virksomheder eller brancheforeninger og 2 forskningsgrupper ved danske universiteter.

6. Formidling af resultater

Målgruppen inddrages i videreformidling af resultater gennem fælles publikationer samt ved deling af indlæg på sociale medier. Forskningsresultaterne publiceres i internationale 'peer-reviewed' videnskabelige tidsskrifter og præsenteres ved internationale konferencer. Øvrige vidensspredningsaktiviteter, herunder formidling på nationale seminarer, workshops, white papers og deltagelse i faglige netværk og møder, gennemføres i samarbejde med Quantum Denmark initiativet samt aktivitetsplanen "Kvantestandardisering og vidensspredning".