



KONGELIG DANSK AMBASSADE
Berlin



AMBASSADØRENS INDUSTRIANALYSE: QUADRATISCH, PRAKTISCH, KVANTE

Den ultimative symbiose? Dansk kvanteforskning og tysk erhvervsappetit har potentiale til den helt store innovationsbanket.

Billeder: Kvantecomputer, som IBM har stillet til rådighed ved Fraunhoferinstituttet i Stuttgart.



SAMMENFATNING

I Tyskland bliver der investeret målrettet i kvanteteknologier. Landet ønsker at fremtidssikre bærende industrier og blive en global spiller på dette område, som spås en kernerolle i fremtidens værdikæder. Offentlige og private aktører tager ansvar for kompetenceudviklingen og driver investeringer, for at Tyskland kan spille en central rolle i udviklingen af en europæisk styrkeposition inden for nye anvendelser af kvanteteknologi. Danske vidensinstitutioner og erhvervsliv kan lade sig inspirere af – og ikke mindst deltage i – de kommercielle og faglige fællesskaber, der lige nu opstår i Tyskland.

HVAD ER KVANTETEKNOLOGI?:

Kvanteteknologi er opsummeret meget hurtig regnekraft, der baserer sig på kvantefysik; de delelementer som udgør en fysisk proces opfører sig efter kvantefysikkens regler, og er dermed mindre, hurtigere og meget svære at kontrollere. Hvis man lærer at kontrollere og skalere dem, vil man kunne måle mere nøjagtigt, bearbejde data mere hurtigt og skabe et mere præcist og sikkert samfund. Kvanteteknologi er allerede et bærende element indenfor sensorik, måleinstrumenter, kryptografi og billeddannelse inden for eksempelvis sundhed.

En kvantecomputer vil kunne løse opgaver, en normal computer bruger flere år på, fordi den ikke længere er bundet af normal, digitaliseret regnekraft, som højst (eller mindst) kan brydes ned i nuller og ettaller. I en kvantecomputer kan nullerne og ettallerne være der samme på samme tid. Dette stadie betegnes som *superposition*.

Et godt eksempel er en simulation, hvor en computer får en stor mængde data og skal finde en sammenhæng eller forudse et scenarie. Her kan en kvantecomputer ved hjælp af dét, der kaldes *sammenfiltrering*, skabe mange udregninger på kryds og tværs simultant og derved nå frem til et resultat meget (!) hurtigere end en vanlig computer.

Det er en given præmis for at forstå kvanteteknologi, at det umiddelbart er uforståeligt for den menneskelige intuition. Til gengæld vil man kunne forudse scenarier som finanskriser eller sygdomsforløb på en helt anden måde end i dag.

FRA FORSKNING TIL ANVENDELSE MED EUROPA SOM MEDSPILLER

I Danmark har vi kvanteforskning i verdensklasse. NATO's nylige valg af Niels Bohr Institutet som kvanteteknologisk knudepunkt er et vigtigt vidnesbyrd om en styrkeposition, vi kan løfte yderligere ved hjælp af europæisk samarbejde eller direkte udveksling med bl.a. tyske forskningsinstitutioner og virksomheder. Og der er sket meget på kvanteområdet i Tyskland i de sidste fem år. Regeringen har især set mod USA, hvor den kommercielle anvendelse af kvanteteknologier er langt fremme, mens Kinas styrkeposition heller ikke er gået ubemærket hen. Kvanteteknologier er nøglen til mange af fremtidens problemstillinger indenfor bl.a. sundhed, mobilitet og klima. Derfor ønsker man en mere åben udveksling mellem myndigheder, forskning og industri for at opnå teknologisk suverænitet og strategisk autonomi i fællesskab med øvrige EU-lande. Den ambition er der kommet en række initiativer og velpostrede investeringspakker ud af.



Indblik i arbejdet på en kvantecomputer i Jülich. Kilde: Forschungszentrum Jülich i Nordrhein-Westfalen

INDUSTRIEN VISER VEJEN MED AMBITIØST, FAGLIGT FÆLLESSKAB

Ved siden af regeringens massive investeringer i kvanteteknologier, er det relevant at fremhæve tyske mastodonter fra erhvervslivet som bannerførere og løftestænger inden for udvikling og anvendelse af kvanteteknologi. Den tyske bilproducent BMW er et godt eksempel på en virksomhed, som både har inviteret kvanteforskning indenfor med et dedikeret innovationsteam parallelt med, at man tilføjer ressourcer eksternt til forskningsenheder.

Med deres kvanteprojekt har BMW skabt en innovationskultur, der fordrer nysgerrighed, eksperimenter og tillader et bredt fokus på kvanteteknologier. Deres hovedformål er at udvikle anvendelsesområder som først og fremmest er essentielle for fremtidens mobilitetsindustri. Tilgangen er ydmyg – efter devisen om at når det kommer til kvante, ved vi endnu ikke helt, hvad vi ikke ved. Den åbne og frie *trial-and-error*-kultur har fået fri bane fra øverste ledelseslag. Det er der kommet omkring 50 potentielle anvendelsesområder ud af, hvis modenhed og fokus varierer. De nærliggende anvendelsesområder inden for mobilitet får særligt fokus – eksempelvis forskning i selvkørende systemer eller batterioptimering. Samtidig udforskes andre – for bilindustrien måske lidt abstrakte – afkroge af kvanteteknologien, hvor det realiserede potentiale har længere udsigter. BMW tager også initiativ til innovationskonkurrencer med eksterne partnere og har investeret i et professorat på Münchens tekniske universitet i tillæg til andre direkte samarbejder med universiteter. Det er et godt eksempel på en tilgang, der tjener virksomheden og modner videnskaben i tandem – og som er en kalkuleret risiko at skabe en kvantelegeplads, der ikke pånødes konkrete resultatkrav, men lader forskere boltre sig.

BMW og andre virksomheder har set nødvendigheden af samarbejde på tværs for at



Stolthed ved åbningen af Munich Quantum Valley i München. (Billede: Technische Universität München)

løse kvanteteknologiske problemstillinger tidligt og i fællesskab styrke tysk erhvervslivs chancer for at blive en global kvantemester. Således er der etableret fællesskaber, der fordrer innovation via samarbejde omkring konkrete anvendelsesspørgsmål. Kvantefællesskabet QUTAC (Quantum Technology and Application Consortium) er pragteksemplet, hvor BASF, BMW, Boehringer Ingelheim, Bosch, Infineon, Merck, SAP, Siemens og Volkswagen alle tager del. Missionen er slet og ret at sikre Tysklands og EU's teknologiske suverænitæt gennem samarbejde og vidensdeling.

BAYERN – FORREST I FELTET MED FORBILLEDLIGT INNOVATIONSSYSTEM OG FULDT FORGYLDTE VÆRDIKÆDER

Virksomhedernes interesser flugter med regeringens ambitioner for innovation, og i Bayern har delstatsregeringen sørget for optimale rammebetingelser for, at kvanteteknologi kan komme ud at arbejde.

Man kan nok halvkærligt sige om folk i Bayern, at de mener, de gør alting lidt bedre end resten af Tyskland. I hvert fald er de ambitiøse på innovationsområdet og har selvstændigt afsat 300 millioner euro til kvanteforskning via pakkerne High Tech Agenda Bayern

og High Tech Agenda Plus. Man er ikke bange for at udråbe München til Forbundsrepublikkens kvanteteknologiske knudepunkt med Munich Quantum Valley. Med nogle af Tysklands bedste forskningsinstitutioner og største virksomheder sker der en gensidig udveksling, hvor fornævnte investering af BMW i Münchens tekniske universitet (TUM) er ét eksempel. På netop Münchens tekniske universitet har forskeren Anton Zeilinger for nyligt modtaget nobelprisen i fysik for sin kvanteforskning. Sammen med Ludwig Maximilian universitet deltager TUM i forskningsklyngen Munich Center for Quantum Science and Technology. Et centralt element i High Tech Agenda er at gøre München til magnet for topforskere på kvanteområdet, hvor kampen tages op med verdens øvrige kvantehotspots i USA og Kina. Derudover skal det også være muligt for start-ups og investeringsmiljøet at benytte sig af den stort anlagte Munich Quantum Technology Park. Utvivlsomt vil danske virksomheder og forskere kunne få nye indsigter og om muligt danne frugtbare faglige alliancer, hvis de aflægger München et besøg.

RAMMEN ER SAT PÅ FØDERALT NIVEAU MED AMBITIØS KVANTESTRATEGI

Ikke kun i Bayern men også på føderalt niveau ser man resultatet af forbundsregerings ambitiøse kvantepakke. Der eksperimenteres, testes og udvikles på forskellige planer. Med en strategisk tilgang til forskningen har man erkendt, at modningen af kvanteteknologier sker i forskellige tempi og med forskellige tidshorisonter fra forskningen til kommerciel anvendelse. Det perspektiv er essentielt for at sikre sig en *superposition* på feltet.

Tyskland har en stolt tradition inden for kvantefysisk grundforskning, som de kan bygge videre på. Derudover skal kvanteteknologiens fordele synliggøres og anvendeliggøres for små virksomheder. Med handlingsplanen *Forschungsprogramm Quantensysteme – Spitzentechnologie Entwickeln. Zukunft Gestalten* (Forskningsprogram Kvantestystemer – Skab fremtiden ved hjælp af udvikling af nøgleteknologier) er der kastet et finmasket net ud over hele Tyskland for, at der bliver investeret i alle gode idéer på kvanteområdet. Fra *proof-of-concept* på laboratorieniveau til virksomhedssamarbejder – men også tidligere. Uddannelsesinstitutioner skal tilpasse deres studieretninger og elever til en ny virkelighed. Tyskland vil uddanne *Quantum Natives*, der begejstres tidligt for kvantefysikken via initiativet *Quantum Futur*. Fra vugge til videnskabsvisionær, om man vil.

MULIGHEDER FOR DANSKE VIRKSOMHEDER

Så hvem mon bliver Danmarks innovationslystne sidestykke til BMW? Under alle omstændigheder er der for Danmark og danske virksomheder al mulig grund til at trække på den tyske ekspertise og knowhow inden for kvanteteknologi, ligesom man i branchen også er sulten efter forskere med gode idéer og sparring. Større danske virksomheder

kan ligeledes tage ved lære af det tyske eksempel med deres åbne idéudveksling. Endelig er det værd at bemærke, at Innovation Centre Denmark i München har valgt netop kvanteteknologi som et fokusområde gennem events og dialog med nøglepersoner i det tyske kvantemiljø og kan åbne døre for danske aktører.

INVESTERINGER OG PROGRAMMER FOR KVANTE I TYSKLAND

I Tyskland er der som en del af en storstilet innovationspakke (*Zukunftspaket für das Innovationsland Deutschland – Fremtidspakke til det innovative Tyskland*) afsat 2 milliarder euro til kvanteforskning. Hovedområderne der investeres i er computing, kommunikation og måling, og midlerne bliver fordelt til forskningscentre overalt i landet.

Med initiativet *Forschungsprogramm Quantensysteme – Spitzentechnologie entwickeln. Zukunft gestalten* ønsker Tyskland bl.a. at styrke den generelle viden om kvanteteknologi og skabe samarbejde mellem grundforskning og erhvervsliv. Forud blev 300 personer inden for forskning- og erhvervsliv adspurgt som del af *Agenda Quantensysteme 2030*.

I 2021 annoncerede det tyske erhvervs- og energiministerium således, at 878 millioner euro ville gå til forskellige knudepunkter for forskning og anvendelse med særligt fokus på udvikling af kvantecomputing. Størstedelen gik til det tyske rum- og luftfartscenter (centre fordelt overalt i Tyskland), og samtidig grundlagde man kvantecentre rundtomkring i landet.

Store tyske virksomheder er gået sammen i initiativet *Qutac*, som skal løse fælles udfordringer ved hjælp af kvanteteknologier.

Siden 2018 er det muligt som tysk SMV at søge om finansiering til projekter, der bruger kvanteteknologi som omdrejningspunkt, hos det tyske forsknings- og undervisningsministerium. Initiativet løber til 2025 med en pulje på 100 millioner euro. I år starter et lignende projekt, hvor man som forsker kan få finansieret kvanterelateret grundforskning med henblik på industriel anvendelse.

VIL DU VIDE MERE OM DANSKE MULIGHEDER I TYSKLAND?

Kontakt Innovation Center Denmark, München via www.icdk.dk