



KVANTETEKNOLOGI

# Kvanteteknologiens historie på DTU

Kvanteteknologi er ikke noget nyt. En lang tradition for både grundforskning og industrisamarbejde på kvanteområdet går helt tilbage til dengang, Bohr og DTU boede sammen.



Indvielse af elektronikafdelingen i Lundtofte den 29. september 1965: Den nye danske datamaskine GIER betragtes af fra venstre professor Per G. Jensen, Dronning Ingrid, Kong Frederik, Prinsesse Benedicte, hofdame Lise Wold, undervisningsminister K.B. Andersen og rektor Knuth Wintherfeldt



**TIRSDAG 06 JUNI 2023***Af Rosa Nan Von Leunbach*

For cirka 100 år siden oprettede Niels Bohr sit Institut for Teoretisk Fysik og gjorde Danmark til et internationalt hotspot for den nye kvantemekanik. Dengang var Københavns Universitet og DTU – eller den Polytekniske Læreanstalt, som DTU hed dengang - tæt forbundne og lå det samme sted. Naturvidenskab havde spillet en central rolle i udviklingen af Danmark fra landbrugs- til industriland, og man havde, også dengang, store forventninger til nye teknologier. Men Bohr's Institut brød med den nære forbindelse til DTU, og kvantemekanikken fik lov at vokse frem: Et teoretisk område, langt fra teknologi og ingeniørvidenskab. Det handlede om at forstå kvantiseret energi og de mærkværdige fænomener, der optræder på mindre-end-atom-niveau.

### **De første kvanteteknologier**

Kvantemekanikken fandt vej ind på det tekniske område igen, hjulpet godt på vej af samarbejdet mellem militær, industri og universiteter, som kendetegner tiden efter Anden Verdenskrig. Med kvantemekanikken som solid teori, var der grundlag for at udvikle de første kvanteteknologier: Både halvleder-transistoren, mikrochippen og laseren er eksempler på teknologier, som bygger på forståelsen af, at energi er kvantiseret.

Der var også lagt an til at forske i kvanteteknologi på DTU's nye campus i Lyngby, som ved sin opførelse i 1960 var det største samlede uddannelsesbyggeri i Danmark nogensinde. Den store investering i ingeniøruddannelsen gjorde plads til nye fagområder, bl.a. ciffertechnik, som man i dag ville kalde programmering, og faststoffysik, som netop omhandler materialers kvantemekaniske egenskaber. På det nye campus vil man være på forkant med teknologiudviklingen, og der bliver oprettet moderne laboratorier til at studere de nye halvleder-materialer. Den nye forskning stiller også krav til mere regnekraft, og DTU får sin første computer – den fylder et helt rum.

Men mikrochippens hurtige udvikling gør computerne både mindre og billigere. Med de mange transistorer, som enten er tændte eller slukkede, kan mikrochips lagre mere og mere digital information på mindre og mindre plads. En ny informationsteknologi melder sig imidlertid på banen, og i 1975 udbyder DTU sit første kursus i optisk kommunikation. Her er det lys og ikke transistorer, som er tændt eller slukket og kan kommunikere over lange afstande. DTU's forskere begynder at udvikle optiske fibre, og frem vokser en industri og et indbringende eksporteventyr, der over de kommende årtier når helt til bunden af havet, hvor undersøiske kabler transporterer telefonsamtaler og internet.

### **En ny måde at regne på**

Kvantemekanikken har altså fundet stor anvendelse i teknologier, der bearbejder information i form af tændte og slukkede enheder – i form af 0'er og 1-taller. Men kvantefysikkens helt store gåder – hvordan partikler kan være flere steder på én gang (superposition) og kommunikere uden at være i kontakt (entanglement) – så man ikke de store anvendelsesmuligheder for, hverken på DTU eller i det internationale videnssamfund. Det var indtil den berømte fysiker Richard Feynman i 1983 introducerede en ny idé, der havde taget form blandt nogle få, fremsynede forskere: At bruge



kvantetilstande, som kan være både tændt, slukket og noget ind i mellem, til informationsteknologi. Men det var ren spekulation, uden noget bud på, hvordan teknologien skulle fungere, da det er notorisk svært at isolere et kvantesystem fra dets omgivelser.

### **Klassiske bits i fokus**

I 80'erne er fokus i høj grad rettet mod klassisk informationsteknologi og de store potentialer inden for mikroelektronik og fiberkommunikation. DTU satser hårdt på både hardware, software og masser af computerbits. Forskningslandskabet begynder også at ændre sig i takt med, at verden åbner sig, og informationsteknologien i sig selv giver nye forskningsmuligheder. Man begynder at arbejde mere og mere internationalt, og der bliver gjort op med DTU's traditionelle laboratoriestruktur. Blandt andet etableres forskningscenteret MIDIT (Modeller, Ikke-lineær dynamik og Irreversibel Termodynamik), som samler forskning på tværs af fysik, kemi og matematik-området til bl.a. at studere kvanteeffekter ved meget lave temperaturer, hvor det er lettere at isolere systemerne. Faktisk var alle de fundamentale redskaber til at udvikle en kvantecomputer samlet i det tværfaglige center. Men det vidste man ikke dengang - og måske var behovet for en kvantecomputer heller ikke så stort?

### **Kvantekapløbet skydes i gang**

I 90'erne rystes den ny-digitaliserede verden af Shor's algoritme, der viser, at en kvantecomputer teoretisk set ville være så hurtig, at den kan bryde krypteringen, som digitale informationer rundt om i samfundet er beskyttet med. Det sætter for alvor gang i kapløbet om at få styr på kvantepartiklerne. De første forskningsresultater publiceres lige før årtusindskiftet: Det lykkes forskere fra MIT at lave beregninger med to såkaldte kvante-bits, der dog kun var isolerede i få nanosekunder. Nye bud på mere skalerbar kvante-hardware dukker op, eksempelvis superledende kredsløb og ionfælder, og det allerførste ph.d. projekt på DTU i kvanteinformationsteknologi undersøger optiske kvantesystemer, hvor lys fungerer som kvantebits.

I 2005 hedder den internationale rekord otte kvante-bits, og den nye kvanteteknologi tager form som et egentligt teknologiområde. Det ser man også på DTU, hvor der oprettes en forskningssektion, som samler eksisterende forskning inden for optik og superledning med fælles fokus på grundlæggende forskning inden for den nye generation af kvanteteknologi. Selvom det stadig er relativt småt ved siden af mere modne teknologier som nanoteknologi, supercomputere og AI, er der alligevel fordele i fælles forskningsinfrastruktur, som fx renrumslaboratorier.

### **Kvanteteknologi 2.0**

Inden for de seneste 10 år er industri, myndigheder og universiteter for alvor gået ind i kvanteinformationsteknologi. Tech-giganter som Microsoft, Google og IBM konkurrerer om at have den hurtigste kvantecomputer med størst regnekraft og bedste fejlkorrigering. IBM har endda lanceret en online platform, hvor almindelige mennesker kan regne på superledende kvante-bits. Det danske Folketing har sat kvanteteknologi på Finansloven og barsler med en national kvantestrategi. Også på DTU er der sket en oprustning, hvor man er blevet en del af det nye danske NATO-center for kvanteteknologi. Centeret Quantum DTU er etableret som en fælles indgang til de forskere på DTU, der fra næsten en tredjedel af universitetets institutter på den ene eller anden måde arbejder med den

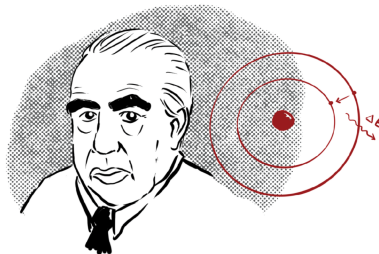


hvor den klassiske computer befandt sig i 1950'erne, men kvantemekanikken er med sine snart 100 år et modent felt, og mange forskere oplever, at den teknologiske udvikling har taget pludselig fart.

## Kvanteteknologi

Kvanteteknologi er et område i stærk vækst. Forskerne på DTU arbejder særligt med tre teknologiområder. Det er kvantekommunikation og datasikkerhed, ultrafølsomme kvantesensorer og udvikling af kvantecomputere. Det sker både med grundforskning og udvikling af teknologier, så de kan anvendes af virksomheder og myndigheder, der i stigende omfang har interesse for området.

Læs mere på [temasiden om kvanteteknologi](#).




1920

**Niels Bohr grundlægger Institut for Teoretisk Fysik.** Et internationalt samlingspunkt for kvantefysikere, hvor kvantemekanikken udvikles som teori for de mindste bestanddele af naturen. Fysikmiljøet i Danmark er småt og hører hjemme på de tæt forbundne institutioner Københavns Universitet og DTU (dengang Polyteknisk læreanstalt).

Illustration: Teknologihistorie DTU



## Kontakt

 Rosa Nan  
von  
Leunbach

**ROSA NAN VON LEUNBACH**  
**SPECIALKONSULENT**  
**MOBIL: 42342094**  
**RNVL@DTU.DK**

