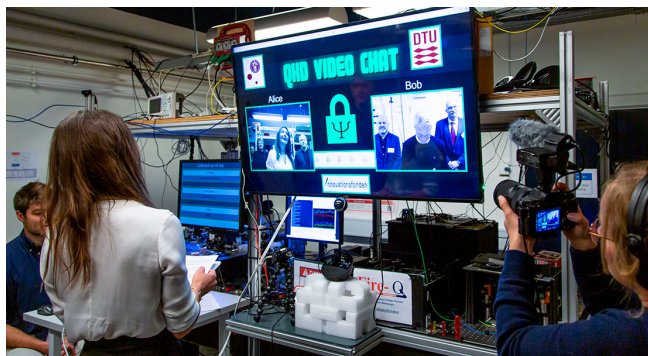


# Kvant-nyheder

Christine Pepke Gunnarsson, Kvant

## Kvantekrypteret forbindelse mellem NBI og DTU

**KVANTETEKNOLOGI.** Den 22. november i år demonstrerede forskere fra Niels Bohr Institutet (NBI) og Danmarks Tekniske Institut (DTU) en kvantekrypteret sikker videoforbindelse mellem de to universiteter, da de førte en krypteret videosamtale. Samtalen blev forsøgt hacket og afbrudt som følge af hackerangrebet, der straks blev opdaget. Kvantekrypterede forbindelser er før demonstreret, også i Danmark (se Kvant 2022, nr. 1), men denne er den første i Danmark som er ført over en stor afstand (18 km), og den første som bruger en enkelt fotonkilde. Kvantekryptering bygget på enkelte fotoner er 100% sikker da en hacker, hvis hun forsøger at aflytte forbindelsen, vil blive opdaget, da det ikke er muligt at kopiere eller dele en enkelt foton.



Kvantekryptering går ud på at skabe en sikker og hemmelig nøgle mellem afsender (Alice) og modtager (Bob), som kun de to deler. Nøglen kan så bruges til at kryptere og aflæse beskeder sendt mellem Alice og Bob. Da nøglen og dataoverførslen foregår kvantemekanisk, kan det opdages, hvis en hacker (Eva) forsøger at aflytte dataoverførslen, da hun ved at gøre dette vil ændre kvantetilstanden af data, hvilket Alice og Bob kan konstatere. Det er kendt, at en måling i kvantemekanikken ændrer på partiklens kvantetilstand, og hvis Eva måler på flere fotoner, vil hun introducere fejl i nøglen, hvilket Alice og Bob kan opdage, når de efterfølgende sammenligner tilfældigt udvalgte målinger. Det er heller ikke muligt for Eva at skabe en ny foton med præcis de samme egenskaber, som den hun målte (dette kaldes “no cloning theorem”). Kvantekryptering er beskyttet af kvantemekanikkens love, og er derfor en sikker måde at overføre data på. Klassisk kryptering er baseret på sværhedsgraden ved at udregne matematisk komplicerede funktioner, og en klassisk kryptering kan derfor brydes af meget kraftfulde computere. Da computere i dag bliver bedre og bedre er der et behov for kvantekryptering til at overføre data sikkert.

Alice blev spillet af Natasha Friis Saxberg, Direktør for IT-Branchen, der befandt sig på NBI, og Bob

blev spillet af Anders Eldrup, bestyrelsesformand for Innovationsfonden, der befandt sig på DTU. Det var en Ph.D.-studerende på DTU, der spillede Eva, og forsøgte at hacke forbindelsen, men angrebet blev straks opdaget og forbindelsen blev afbrudt.

Forskerne har dermed vist at deres enkelt foton kilder er af høj nok kvalitet og robuste nok til at blive brugt til kvantekryptering og det er en verdensnyhed i sig selv.

NBI og DTU, se videoen her: [video.ku.dk/video/81545272/danmarks-forste-kvantesikrede](https://video.ku.dk/video/81545272/danmarks-forste-kvantesikrede).

## James Webb opdager hidtil fjerneste galakser

**ASTROFYSIK.** James Webb teleskopet har opdaget flere galakser, som er længere væk end de fjerneste galakser, vi kender. Det var forventet, at vi med James Webb teleskopet, der kan se skarpere end Hubble og i infrarødt lys, kunne se længere tilbage til nogle hundrede millioner år efter Big Bang, og derfor ville se galakser, vi ikke kendte. Det interessante er, at de observerede galakser er meget store og indeholder mange flere stjerner end forventet, og derfor udfordrer den kosmologiske standardmodel kaldet  $\Lambda$ CDM-modellen. Dels er der mange galakser, men de er også for lysstærke, dvs. for store, i forhold til universets unge alder. Det er interessant da en galakse ikke burde have haft tid til at bygge så meget masse op så kort tid efter Big Bang.

Astronomerne er dog nødt til at vente på tidskrævende spektroskopimålinger til at bekræfte de målte afstande. Men da flere forskellige forskerhold ved forskellige analyser har fundet samme afstande til især to af galakserne, tyder det på at afstandsbestemmelsen er korrekt.



Det var ellers ikke forventet, at universets såkaldte mørke alder ville ende så tidligt, og at galakserne ville begynde at forme sig kun 180 millioner år efter Big Bang, hvilket observationerne indikerer.

Det er kendt, at lys på sin rejse gennem det udvidende univers får bølgelængden strukket ud, og dermed bliver rødforskuet. Desto længere væk en galakse er, dets mere rødforskuet er lyset fra den. James Webb teleskopet tager som nævnt billeder i det infrarøde, og kan derfor

se de mest rødforskudte galakser og dermed de ældste galakser.

Et spektrum over lysets bølgelængder tager tid at måle, men kan bestemme rødforskydningen præcis. En hurtig måde at bestemme rødforskydning på er ved "drop-out" teknikken, som går ud på at tage billeder med forskellige farvefiltre. En galakse tæt på vil fx være synlig i nogle farvefiltre, mens den vil være usynlig i et UV-filter. Her siger man at galaksen er "droppet ud" af filteret. De fjerneste galakser vil til sammenligning kun være synlige i midt-infrarøde filtre, og vil være "droppet ud" af de nær-infrarøde filtre. Hvis forskerne observerer en galakse, der kun er i det midt-infrarøde filter, tyder det derfor på, at lyset fra den er meget rødforskudt, og at den befinder sig langt væk.

En usikkerhed ved "drop-out" teknikken er, at den kan fortælle hvilke galakser der er mest rødforskudte, men ikke hvorfor. Universets udvidelse er ikke den eneste grund til, at galakserne ser røde ud. Når stjerner dør, producerer de tungere grundstoffer, der kan sætte sig sammen til støv. Den type støv absorberer primært lys med kort bølgelængde (blåt og UV), men transmitterer

lys med lang bølgelængde (rødt og IR). Hvis der er meget støv i en galakse, vil lyset fra den derfor se mere rødt ud. Det kan også være, at galaksen er stoppet med at danne nye stjerner. Her ved vi, at de første stjerner som udslukkes, er de blå, og at de røde stjerner vil lyse længst, og derfor vil en døende galakse også se mere rød ud.

"Drop-out" metoden er derfor en hurtig måde at bestemme rødforskydningen på af mange galakser på én gang, men for en præcis bestemmelse af afstanden er man nødt til at måle spektret.

De nye observationer af fjerne, lysstærke galakser tyder på, at der er noget den kosmologiske standardmodel ikke kan forklare, men det er vigtigt at huske på, at de modeller, der bruges, er bygget på viden om nærliggende galakser. I det tidlige univers var de fysiske forhold meget anderledes. Fx var universet varmere, hvilket har en indvirkning på hvor tunge stjerner, der kan dannes. Forskerne har vist, at hvis gastemperaturen i universet øges, giver udregningen 10 gange mindre galakser, og så holder  $\Lambda$ CDM modellen.

cosmicdawn.dk .