

Kunst og fysik i konstruktiv interferens

Ulrich Hoff, bigQ, DTU Fysik

Der er stort set ingen grænser for forskernes kreativitet, når det handler om at aflure naturens mest grundlæggende mekanismer. Men i forhold til at udfolde den aktuelle forskning og gøre den vedkommende for den brede befolkning, så skorter det mere på opfindsomheden. Hvorfor ikke eksperimentere med et mere kreativt syn på naturvidenskaben og vores forskning, og prøve at bringe vores faglighed i spil på nye måder? Artiklen giver et indblik i et konkret samarbejde mellem kunst og fysik samt eksempler på nogle af de resultater, det har ført med sig.

Selvom man som forsker føler sig godt hjemme i sit fagområde, så kan man hurtigt komme til kort, når man skal forklare det til folk uden for forskningsverdenen, fordi ens sædvanlige kommunikationsværktøjer fuldstændig mister deres værdi og relevans. Det kræver grundige overvejelser at finde ud af, hvordan man sætter ord på de naturfænomener, man normalt ville have beskrevet med ligninger, et plot af det målte frekvensspektrum eller måske en henvisning til Landau & Lifshitz, bind 3, side 38. Det er en svær, men lærerig opgave, som man bør unde sig selv hele tiden at have i baghovedet og arbejde med hånd i hånd med forskningen.

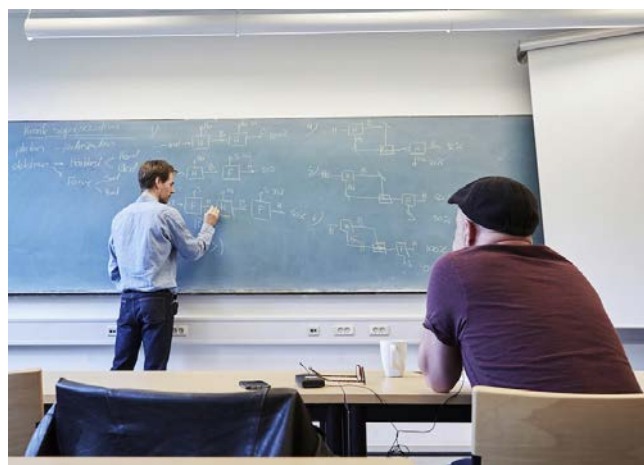
I grundforskningscentret bigQ har vi gennem flere år samarbejdet med kunstner og forfatter Jan Egesborg om at udfolde naturvidenskab gennem muntre og farverigt illustrerede billedbøger for børn, men også mere dystre fortællinger i den grafiske romangenre. Selvom det hverken gavner h-indekset eller andre af de parametre, vi sædvanligvis evalueres på, så er det meningsfyldt arbejde for os – noget vi prioriterer og er stolte af. Det er vigtigt, at vi hele tiden udfordrer rammerne for formidling og udvikler den måde og de virkemidler, vi bruger til at sætte naturvidenskaben i spil. Vores erfaring er, at der er meget at lære gennem samarbejde med kunstnere på den front. For vores eget arbejde er det desuden afgørende, at samarbejdet mellem kunsten og forskningen er ligebyrdigt, og ikke “bare” bestillingsarbejde, hvor en professionel kunstner hyres til at omsætte vores idéer og budskaber til ord og billeder. Det interessante er netop den åbne diskussion og det at indgå i en fælles kreativ proces, hvor faglighederne gensidigt påvirker hinanden, hvor man supplerer hinanden og måske endda interfererer konstruktivt.

Et tilfældigt møde

I 2015 befandt jeg mig sammen med min kone og 4-årige søn i solbeskinnede Brisbane på Australiens østkyst, hvor jeg arbejdede som postdoc i kvanteoptik på University of Queensland. En dag læste jeg tilfældigt på en dansk hjemmeside om en ny billedbog for børn, der forsøgte at forklare grundidéen i beviset for Fermats sidste sætning. Ret ambitiøst, tænkte jeg. Kombinationen af at være fysiker, at have en oprigtig interesse for formidling af naturvidenskab og være far til en lille nysgerrig purk gjorde, at jeg bare måtte bestille den bog. Men lettere sagt end gjort. For det var ikke til at finde en forhandler, der ville sende bogen om på den anden side

af kloden. Derfor skrev jeg direkte til forfatteren, og han sendte gerne et eksemplar afsted mod at få dækket porto – rimeligt nok.

Et år senere, og tilbage i Danmark som postdoc på DTU Fysik, fik jeg en dag at vide, at vores forskningsgruppe var blevet kontaktet af en forfatter, som ville skrive en børnebog om et eller andet matematisk emne, som ingen af os nogensinde havde hørt om før. I stedet opstod idéen om at skrive en børnebog om kvantefysik, og et møde kom i stand. Helt i kvantefysikkens probabilistiske ånd var det selvfølgelig Jan Egesborg, selv samme forfatter som jeg et års tid tidligere havde været i kontakt med fra Australien, der dukkede op til mødet på DTU – lidt træt efter en lang og udmattende togtur fra sit hjem på Fanø. Hvad er chancerne for det?



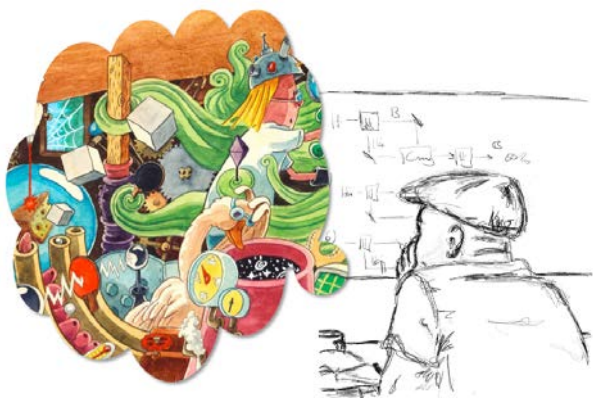
Figur 1. Jan Egesborg til enetime med professor Ulrik Lund Andersen på DTU Fysik. Forelæsningserne blev videofilmet, så vi kunne fastholde diskussionerne og vende tilbage til dem senere. Foto: Sofie Hvitved.

Enetime

Situationen var ny og ukendt, og det var ikke helt klart, hvordan vi skulle få taget hul på det nye samarbejde. Trods masser af erfaring med eksterne samarbejder, også med folk fra fjernere afkroge af verden end Fanø, havde vi nok aldrig oplevet et så direkte og bogstaveligt kultursammenstød. I fællesskab besluttede vi at koldstarte processen ved at bænke den nysgerrige humanist i et af vores undervisningslokaler til en intens enetime i kvantefysik – en Maggi-terning af Griffith og Sakurai, krydret med vores seneste idéer til, hvordan man kan

skabe en mikro-mekanisk version af Schrödingers kat. Håbet var, at det ville afføde en masse spørgsmål og diskussioner, som måske kunne hjælpe os med at indkredse et emne og danne rammen for en børnebog.

Det virkede! Der var masser af spørgsmål, og fra tavlen forsøgte vi efter bedste evne at besvare, illustrere og så besvare igen – men på en lidt anden måde. I skærende kontrast til Eugène Ionescos dramatisering af en lignende situation, så blev afstanden imellem os mindre og mindre, og stille og roligt tonede et emne for bogen frem. Undervejs gled Jan i tankerne lidt ind og ud af sit hjemlige tegneserieunivers, og karakteren Finn Foton begyndte så småt at tage form.



Figur 2. En kreativ tankeproces stimuleret af kvantefysik og indfanget i øjeblikket. Tegning: Ulrich Hoff.

Finn Foton

“... når han begynder at tale om kvantefysik, får børn og voksne et fjernt udtryk i ansigtet og begynder at drømme om kager og kakao”. I bogen “Finn Foton og kvantefysikken” [1] er det noget af det første, man får at vide om karakteren Finn Foton, som udkrystalliserede sig af enetimen og en lang, lang række af efterfølgende telefonsamtaler. Hvorfor skulle Finn Foton også have det lettere end vi andre? Jeg kender kun alt for godt fornemmelsen af, at selv de mest indlevende forsøg på at videregive min egen begejstring for kvantefysikken er faldet på et sted, hvor lytteren hellere havde set et stykke kringel eller en kop kaffe. Lige så ofte har jeg dog også måtte erkende, at kommunikationsbristet skyldtes en “Fejl 40” som fx “Brug af uforklarede faglige begreber” eller “Utilstrækkelig filtrering af det faglige budskab”, og at jeg derfor utilsigtet, men effektivt har distanceret mig fra lytteren og ikke gjort mig fortjent til hendes eller hans fortsatte opmærksomhed. Heldigvis har jeg også haft fornøjelsen af at opleve situationer, hvor folk bare har udstrålet “Fortæl mig mere, jeg lytter!”, som det sker for Finn i den seneste fortælling om “Finn Foton og elektromagnetismen” [2], hvor folk nærmest tisser i bukserne af spænding. Det er dog en bedrift, jeg tror, jeg stadig har til gode.

Det er dog ikke kun Finns udfordringer som kommunikator, der er inspireret af vores egen virkelighed. Det gælder faktisk også byen Gåseby, hvor Finn bor. Jan Egesborg bor som nævnt på Fanø, og for ham er det lille lokalsamfund på kanten af Danmark, med stråttækte huse og en tæthed af enere lidt over det sædvanlige,

mere end bare hjem. Det er også en kilde til inspiration for de skæve og småfjollede historier, karaktererne og det miljø, de bor i, som han trækker ud af sin fantasi. Og når man ved det, så er det også tydeligt at få øje på i illustrationerne til historierne om Finn Foton.

Finn Foton-bøgerne er ikke fagbøger for børn, men børnebøger, der henter inspiration i naturvidenskaben og bruger det til at pirre børnenes nysgerrighed. Samtidig håber vi også, at historierne giver dem et hyggeligt grin sammen med en voksen. I “Finn Foton og elektromagnetismen” er det faglige omdrejningspunkt Ørstedes opdagelse af elektromagnetismen. I Gåseby bliver det pludselig relevant, da byens gæs et år meget uventet taber den årlige flyvekonekurrence mod nabobyerne. Men da Finn Foton hører, at det lynede kraftigt på konkurrencedagen, så opklarer han mysteriet for beboerne i Gåseby. Deres gæs har nemlig kraftigt magnetiske næb, som hjælper dem med at finde vej, men når det tordner og lyner, er det måske ikke så stor en hjælp.



Figur 3. En helt almindelig dag i Gåseby. Illustration fra “Finn Foton og elektromagnetismen”.



Figur 4. En helt almindelig dag i Sønderho på Fanø. Foto: Jan Egesborg.

Kvantekryptografi macabre

Gåseby er en hyggelig og humoristisk ramme, der gør det muligt at flette fysik og fantasifulde børnefortællinger sammen. Men vores samarbejde strækker sig også et godt stykke ud over det hyggelige. Kvantekryptografi er et forskningsfelt, der i al sin enkelthed handler om kommunikationssikkerhed og om at holde hemmeligheder hemmelige ved hjælp af kvantefysikken. De bedste hemmeligheder er ofte dem, der ikke tåler dagens lys, og lader man fantasien associere frit et øjeblik, er det ikke svært at finde hen til et dystert sted, hvor skyggerne er mange og lange. Emnet nærmest kalder på uhygge. Det var netop vores indgangsvinkel til at dramatisere kvantekryptografi i den dystopiske sort-hvide grafiske roman "Thanatos" [3].

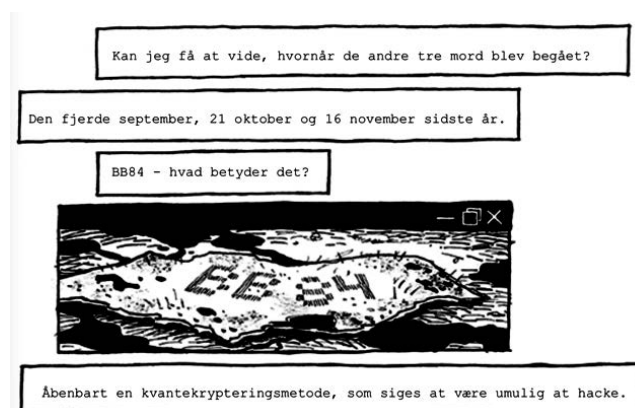


Figur 5. Den årlige flyvekonkurrence i Gåseby bliver ramt af tordenvejr, og det danner rammen for en præsentation af, hvordan Ørsted viste sammenhængen mellem elektricitet og magnetisme.

Også i forbindelse med det arbejde viste enetimekonceptet sig særdeles brugbart til at skabe overblik og identificere hvilke naturvidenskabelige budskaber, der skulle prioriteres. Researcharbejdet involverede desuden besøg hos IBM's europæiske forskningsafdeling for kvantecomputere i Zürich og forskningsgrupper i Kyoto. På den kunstneriske side, endte den middelalderlige maler Hieronymus Bosch og hans makabre detaljerede skildringer af helvedes pinsler med at være en helt central inspirationskilde. I modsætning til Finn Foton, der er for børn og barnlige sjæle, så er denne historie ikke for de sarte.

Nogle vil måske mene, at det faglige indhold heller ikke er for de sarte? Vores ambition med bogen var specifikt at give læseren en forståelse af, hvordan BB84-protokollen udnytter kvantefysik til at skabe og fordele en sikker krypteringsnøgle mellem to parter, således at kun de kender den. Det er en vanskelig opgave at løfte uden at blive en lille smule teknisk. I et forsøg på at

imødekomme læseren, har vi udnyttet fiktionen og det grafiske element til at levere det tekniske indhold som en dialog, hvor journalisten og hovedpersonen Anders Brinck får forklaret BB84 af en ekspert, der samtidig illustrerer sin forklaring på en tavle. Herved udnyttes bogens illustrationer også aktivt som et didaktisk værktøj.



Figur 6. En kvinde bliver på bestialsk vis hudflettet og en lille aflået tatovering leder politiet på sporet af kvantekryptografi i den grafiske roman "Thanatos".

Samtidig skal der tages hensyn til, at historien skal flyde. Derfor er nogle af de opklarende spørgsmål, som journalisten (læseren) nok ville have stillet, udeladt, og begrebsafklaringen er i stedet henlagt til fodnoter. Eksempelvis er addition af bitværdier forklaret med noten: "En rækkefølge af bits (enten tallet 0 eller 1) svarer til en række af kontakter, der enten er slukket (0) eller tændt (1). Lægger man 1 til en bitværdi svarer det til at trykke én gang på kontakten. Lægger man 0 til en bitværdi, svarer det til ikke at gøre noget. Regnestykket $1 + 1 = 0$ kan altså forstås som "tændt + tryk = slukket". Rækkefølger lægges sammen bit for bit, fx fås $101 + 110 = 011$."

"Godmorgen, hr. kvantefysiker

Da arbejdet med "Finn Foton og kvantefysikken" startede for snart 4 år siden, havde ingen af os nok forestillet sig, at det ville føre til så langvarig en relation. Men det tilfældigt opståede bekendtskab har vist sig at være et godt et af slagsen, og det har gennem et utal af møder, optrædener og telefonsamtaler udviklet sig til et venskab og effektivt arbejdsfællesskab. Opkaldshistorikken på min telefon vidner dog også om, at det i perioder er en ret intens relation med mange og lange diskussioner af, hvordan vi får formuleringer og illustrationer til at understøtte de faglige elementer, og hvordan klarhed og sandhed bedst afbalanceres over for målgruppen uden at kompromittere korrektheden. Det er problemstillinger og overvejelser, der er helt grundlæggende for vores fælles projekt om at gøre afstanden mellem kunsten, samfundet og naturvidenskaben bare en lille smule mindre.

Hvad telefonen ikke afslører er, at hver af samtalerne er blevet indledt med et "Godmorgen, hr. kvantefysiker". Replikken er nærmest blevet synonym med vores samarbejde. Samtidig illustrerer den på bedste vis den



Hvor lang tid har I været i gang?

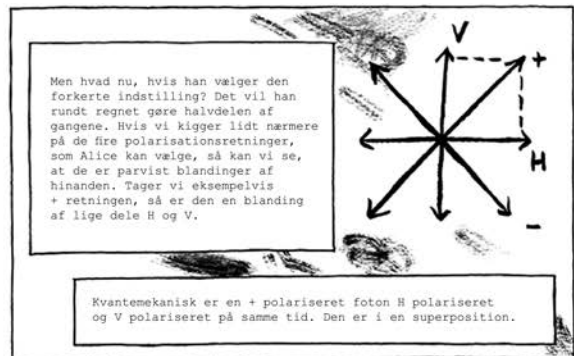
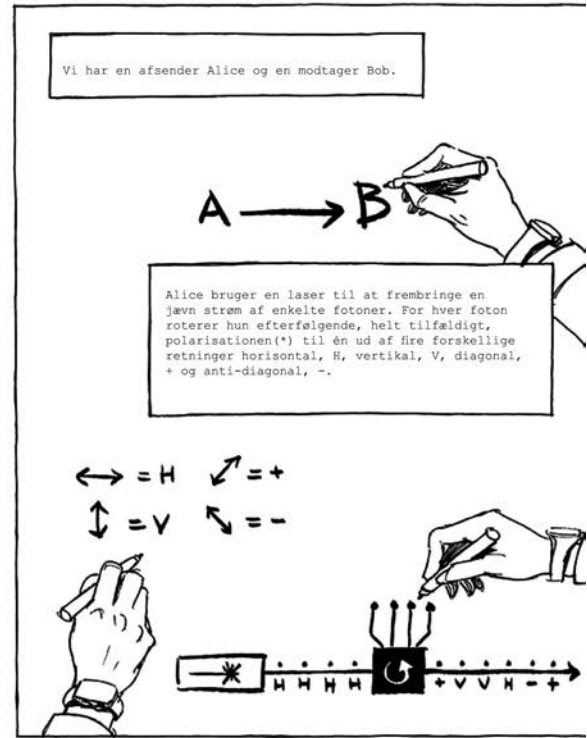
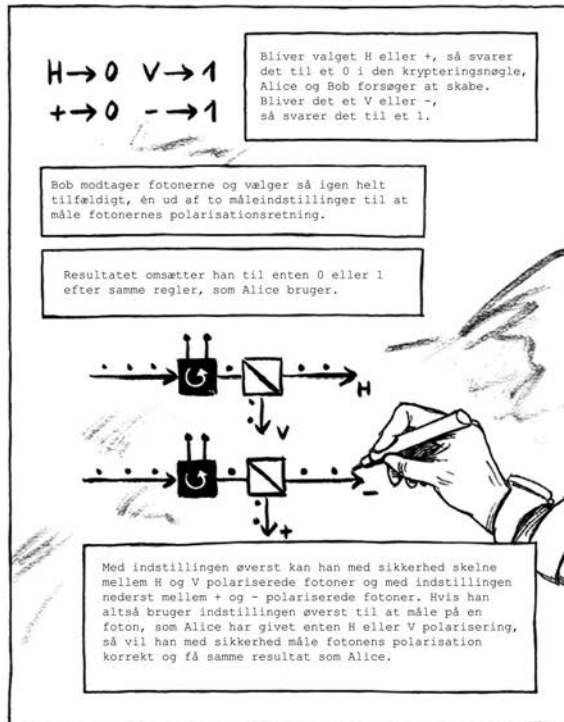
Vi gik for alvor i gang for et halvt år siden.

Og det I arbejder med er kvantekryptering, ikke?

Ja
BB84?
Ja

Kan du forklare mig lidt om BB84?

Jeg kan jo prøve! Så får du lov til at se forsøgsopstillingen bagefter.



Figur 7. Nok er "Thanatos" en noget makaber affære, men bogen indeholder også en god portion fysik, bl.a. om kvantenøglefordeling ved hjælp af BB84-protokollen.

humor og selvironi, der er karakteristisk for relationen. Og med tre nye og vidt forskellige projekter aktuelt på tapetet, er der gode chancer for, at det også bliver indledningen til endnu et par samtaler.

Litteratur

- [1] J. Egesborg, J. Töws og P. Bertelsen (2017) "Finn Foton og kvantefysikken", Dome of Visions.
- [2] J. Egesborg, J. Töws og U. B. Hoff (2020) "Finn Foton og elektromagnetismen", Polyteknisk Forlag.
- [3] J. Egesborg (2018) "Thanatos", Polyteknisk Forlag.



Ulrich Hoff er ph.d. i fysik (2015) og seniorrådgiver i kvanteteknologi ved grundforskningscentret bigQ, DTU Fysik. Han er desuden daglig leder af QuantumDTU, skribent for ForskerZonen på Videnskab.dk og underviser ved Folkeuniversitetet i København.