

Kvantemekanisk socialvidenskab

Rasmus Jakslund, Department of Philosophy, Princeton University

Moderne fysik har radikalt ændret vores forståelse af virkeligheden, blandt andet gennem relativitetsteoriens og kvantemekanikkens begreber om relativitet og sammenfiltring. Denne artikel undersøger, hvordan sådanne kvantemekaniske fænomener muligvis også har relevans for socialvidenskaberne. Især diskuteres det, om superposition og entanglement kan forklare ellers uforklarlige sociale og psykologiske fænomener. Artiklen gennemgår både fortalere og kritikere af denne såkaldte kvantemekaniske socialvidenskab. Afslutningsvis stilles spørgsmålet, om metafysiske implikationer af kvantemekanikken bør have betydning for social teori – selv når effekterne ikke direkte kan observeres.

Moderne fysik har lært os, at virkeligheden grundlæggende er noget anderledes, end vi troede. I relativitetsteori er dette godt illustreret af, hvordan afstande, tidsrum og samtidighed ikke er absolutte men relative til en observatør. I kvantemekanik kommer det blandt andet til udtryk gennem superposition og kvantemekanisk sammenfiltring (entanglement).

Et kvantemekanisk objekt (kald det **A**) kan eksempelvis være i en tilstand, hvor amplituden i den kvantemekaniske bølgebeskrivelse af objektet er forskellig fra nul to forskellige steder (kald disse steder **1** og **2**). Hvis vi tog dette som en bogstavelig beskrivelse af virkeligheden, så lader det til, at **A** er to steder på samme tid. Når vi måler, hvor eksempelvis en elektron er, så finder vi den imidlertid altid et bestemt sted, men sandsynligheden for at finde den et bestemt sted er en funktion af bølgebeskrivelsen. I eksemplet er der altså en sandsynlighed for at finde **A**, både når vi måler efter den ved **1** og ved **2**. I den bogstavelige forståelse af bølgebeskrivelsen er det først, når vi måler, hvor objekt **A** er, at det bestemmer sig for, om det er ved **1** eller **2**.

Objekt **B** er ligesom **A** i en superposition af **1** og **2**. Der er altså en sandsynlighed for at finde **B** ved **1** og en sandsynlighed for at finde **B** ved **2**, men ikke nogen andre steder. I nogle tilfælde kan **A** og **B** være i en speciel tilstand, hvor det yderligere er sådan, at vi altid vil finde **B** det modsatte sted af **A**. Når vi finder **A** ved sted **1**, så finder vi altid **B** ved **2** og omvendt. Denne type korrelation kaldes for sammenfiltring, og den kan ikke indfanges ved at beskrive **A** og **B** hver for sig. Der er selvfølgelig klassiske måder hvorpå sådan sammenfiltring kan opstå. Havde **A** og **B** været personer, ville vi ikke være blevet overraskede over, at vi aldrig finder dem det samme sted. Måske kan de ikke lide hinanden, og de undgår derfor hinanden. Nobelprisen i fysik blev i 2023 givet for eksperimentelle resultater, som viser, at det er (næsten) umuligt, at sammenfiltring i kvantemekanik kan skyldes, at objekterne "koordinerer" deres opførsel på denne måde, blandt andet ved at vise at denne type korrelation forekommer, selv når der er enorme afstande mellem **1** og **2**. Kvantemekanisk sammenfiltring kan ikke gives en klassisk forklaring. I kvantemekanikken lader det til, at en måling af **A**s position øjeblikkeligt tvinger **B** til at være det modsatte sted, uanset hvor stor afstanden er. Det er som om, at **A**

og **B** udgør én forbundet enhed og kun kan beskrives som sådan.

Sammenfiltring opstår hver gang kvantemekaniske systemer interagerer. Det vil sige hele tiden og overalt. Hvis alting er sammenfiltret på en måde, der ikke er kompatibel med klassisk fysik, så er det naturligt at spørge, om ikke dette bør have konsekvenser i andre undersøgelser af verden, hvor vi eksempelvis tager for givet, at elementerne, som studeres, ikke påvirker hinanden øjeblikkeligt over store afstande. Det er præcis den type spørgsmål, som fortalere for kvantemekanisk socialvidenskab stiller.

Dette er i udgangspunktet fornuftige spørgsmål at stille. "Så vidt vi ved, er universet ikke brudt op i to separate domæner," som Karen Barad [1, s. 85] skriver. Barad er nok den mest indflydelsesrige fortaler for kvantemekanisk socialvidenskab, og Barads grundlæggende pointe er, at den fundamentale fysiske virkelighed og så den virkelighed, som vi møder i vores hverdagsliv, er en og samme virkelighed. Når vi lærer noget om denne ene virkelighed gennem undersøgelser i et forskningsfelt, så skal dette kunne forenes, med det vi ved om denne samme virkelighed fra andre forskningsfelter. Skulle antropologiske studier af rumvæsner etablere ud over enhver tvivl, at disse rumvæsner har telepatiske evner, så kunne vi ikke ignorere dette i fysik med henvisning til, at antropologiske studier af rumvæsners kommunikation ikke har noget med fysik at gøre. I stedet ville det være nødvendigt at finde en forklaring på disse telepatiske evner, måske endda ved at ændre nogle af vores etablerede fysiske teorier. Fortalere for kvantemekanisk socialvidenskab hævder, at socialvidenskaberne aldrig har forholdt sig til, at klassisk fysik er blevet erstattet med kvantemekanik, og de mener, at dette er et problem.

Kvantemekaniske effekter i socialvidenskaber

Den mest konkrete form for kvantemekanisk socialvidenskab argumenterer for, at kvantemekaniske effekter spiller en rolle i socialvidenskabernes genstandsfelt, dvs. for mennesker, deres valg, interaktioner, institutioner osv. I en forstand er dette utvivlsomt rigtigt. Vi ved eksempelvis, at vi består af elementarpartikler, som danner atomer, som igen danner molekyler osv., indtil dette til sammen bliver til mennesker og alt andet.

Disse elementarpartikler – og atomerne og molekylerne for den sags skyld – beskrives af kvantemekanikken. At mennesker overhovedet findes er i den forstand forklaret af kvantemekanikken.

Den almindelige opfattelse er imidlertid, at kvantemekanikkens mærkværdigheder, såsom konsekvenserne af kvantemekanisk sammenfiltrering og superposition, forsvinder i makroskopiske objekter, dvs. i objekter som består af millionvis af elementarpartikler. Det er derfor, at det er så svært at bygge en kvantecomputer. En version af kvantemekanisk socialvidenskab foreslår imidlertid, at hjernen på mennesker, og måske også på (nogle) dyr, kan opretholde de kvantemekaniske effekter, sådan at vores tanker kan være i superpositionstilstande og tilmed være kvantemekanisk sammenfiltrede, noget som gør, at mennesker også kan blive sammenfiltrede med hinanden på trods af deres makroskopiske størrelse.

Alexander Wendt [2], der er den primære fortaler for dette synspunkt, peger på, at der er flere fænomener, som socialvidenskaben har svært ved at forklare (se også O'Brien [3]). Wendt sammenligner den nuværende situationen i socialvidenskaben med fysikken i slutningen af det 19. århundrede, hvor flere og flere observationer ikke kunne forklares af datidens fysiske teorier. Meget præcise målinger viste fx, at Merkurs bane ikke passede helt med det, Newtons gravitationslov forudsagde. Måske havde man målt forkert? Måske var der en hidtil ukendt planet, som påvirkede Merkurs bane? Svaret var imidlertid, at Newtons gravitationslov er forkert. Først da Einstein udviklede den generelle relativitetsteori, fik man den rigtige forudsigelse af Merkurs bane. Dette havde ikke bare konsekvenser for forudsigelserne om Merkurs bane, men også for hvordan vi grundlæggende forstår rum og tid. På samme måde mener Wendt, at de uforklarlige fænomener i socialvidenskab skal forklares med en helt ny socialvidenskabelig teori, kvantemekanisk socialvidenskab, som vil have konsekvenser for vores forståelse af det sociale langt ud over de enkelte uforklarlige fænomener.

Wendt giver en del eksempler på sådanne uforklarlige fænomener, men de mest konkrete er psykologiske eksperimenter, der blandet andet viser at folk handler på måder, der er irrationelle ifølge klassisk beslutnings- og spilteori. Et eksempel er fangernes dilemma. Her skal to spillere vælge, om de vil samarbejde eller forråde hinanden. Samarbejder de, får de en høj belønning, men belønningen er endnu højere for at forråde modspilleren, når modspilleren har valgt at samarbejde. Den, der bliver forrådt, får så til gengæld ingen belønning. Hvis begge forråder hinanden, får de kun en lille belønning. Hvad skal man gøre? Klassisk beslutningsteori foreslår, at man kan tænke på denne måde: Hvis modparten samarbejder, skal jeg forråde dem, for så får jeg den højeste belønning. Hvis modparten forråder mig, så skal jeg også forråde dem, for så får jeg i det mindste en lille belønning. Derfor skal jeg også forråde modparten, selv når jeg ikke ved, hvad de gør.

Psykologiske eksperimenter, der undersøger, hvad folk faktisk gør i sådan en situation, viser at nogle alligevel vælger at samarbejde. Wendt foreslår, at

forklaringen på denne tilbøjelighed til at samarbejde og andre eksempler på "irrationel" opførsel i sådanne psykologiske eksperimenter skal findes i kvantemekanikken. Måske kan kvantemekanisk sammenfiltrering eksempelvis forklare tilbøjeligheden til at samarbejde. Ligesom at kvantemekanisk sammenfiltrering kan gøre, at **A** altid er det modsatte sted af **B**, så kunne sådan sammenfiltrering måske øge sandsynligheden for, at også modspilleren samarbejder, når man selv gør det, hvilket kunne gøre denne strategi mindre risikabel end den forekommer at være, hvis man ignorerer sammenfiltreringen (se eksempelvis Wendt [2, s. 172], [4, s. 125–26]). Wendt baserer sig her på en stor og matematisk stringent litteratur om kvantemekanisk beslutnings- og spilteori [5, 6]. Og mens denne meget simple forklaring baseret på sammenfiltrering viser sig at have sine problemer, så finder man i denne litteratur mere komplekse modeller, der kan genskabe resultaterne af mange af disse psykologiske eksperimenter, når man tillader brugen af superposition og sammenfiltrering i beskrivelsen af testpersonernes ønsker, intentioner og handlinger.

"[H]vis vi virkelig er klassiske væsner, hvorfor er det så, at vi systematisk udviser kvanteopførsel?" Sådan spørger Wendt [4, s. 16] retorisk med henvisning til disse psykologiske eksperimenter og den kvantemekaniske beskrivelse af resultaterne. Flere har dog afvist, at svaret på Wendts spørgsmål kan være, at vi alligevel ikke er klassiske væsner. De peger på, at det, der kaldes dekohærens, medfører, at kvantemekaniske effekter bliver skjult for lokale observatører. Ironisk nok er kvantemekanisk sammenfiltrering årsagen til dette. Tænk igen på **A** og **B**, men denne gang er **B** i en superposition af at være to steder, som vi skal kalde **3** og **4**. Når **A** er ved **1**, er **B** ved **3**, og når **A** er ved **2**, er **B** ved **4**. De er altså stadig kvantemekanisk sammenfiltrede. Lad os forestille os, at **3** og **4** ligger meget langt væk fra **1** og **2**. Dette er ikke noget problem, da kvantemekanisk sammenfiltrering kan forekomme over store afstande (i et eksperiment var de to objekter 1200 km fra hinanden [7]). En person der kun gør målinger ved **1** og **2** ville aldrig opdage, at **A** var kvantemekanisk sammenfiltret. Faktisk gør sammenfiltreringen, at man ikke engang ville opdage, at **A** er i en superpositionstilstand. Hvis **B** ikke eksisterede, og **A** bare var i en kvantemekanisk superposition af at være ved **1** og **2**, så ville snedige eksperimenter (såsom et dobbeltspalteeksperiment) kunne afsløre, at det ikke bare er usikkert, hvor **A** er, men kvantemekanisk ubestemt. Når **A** er sammenfiltret med **B**, forsvinder også denne forskel, og **A** vil, for en observatør der kun ser på **1** og **2**, se ud til at være et klassisk objekt med en usikker position. Fordi kvantemekanisk sammenfiltrering opstår, så snart objekter interagerer, så må man skærme systemer fra deres omgivelse, hvis man vil undgå, at den sammenfiltrering, der ellers ville opstå med omgivelserne, skal skjule systemets kvantemekaniske effekter. Wendts kritikere argumenterer for, at menneskers hjerne umuligt kan være isoleret på denne måde, og derfor umuligt kan undgå dekohærens (se [8–10] for en mere dybdegående diskussion af dette).

Som modsvar peger Wendt på forskning, der indikerer, at fugles navigation udnytter kvanteeffekter, hvilket viser, at kvantemekanikken har betydning for biologiske processer [11, s. 14-15]. Det er dog spørgsmålet, hvor godt dette argument er, da de kvantemekaniske effekter her kun inkluderer meget få partikler, som så sender et signal om magnetfeltet til hjernen [9, 172]. Det er altså ikke hele hjernen, der er dekohærens-fri, men kun en mikroskopisk lomme inde i hjernen. Dette virker til at være utilstrækkeligt, hvis det er hele vores tanke- og beslutningsproces, der er kvantemekanisk.

Flere har også påpeget, at de fleste af dem, der har været med til at udvikle kvantemekanisk beslutnings- og spilteori, beskriver effekterne som "kvante-lignende" ([12, s. 127-28]; se også [8, afsnit IV]). Wendt selv mener, at dette mest skal ses som et udtryk for, at disse forskere ikke ønsker at tage stilling til, hvad man bør konkludere fra anvendeligheden af kvantemekanisk beslutnings- og spilteori [4, 125-26]. Dette er muligvis rigtigt, men problemet er, at der er en grund til, at effekterne beskrives som kvantelignende. For at forklare resultaterne af nogle af de psykologiske eksperimenter er det nødvendigt at afvige fra visse af antagelserne i kvantemekanikken [13], [14, kap. 8]. I forklaringen af forsøget med fangernes dilemma benytter Andrei Khrennikov eksempelvis hyperbolske i stedet for komplekse Hilbertrum, som får ham til at konkludere at testpersonerne er "endnu mere ikke-klassiske end elektroner og fotoner" [15, s. 107]. Forklaringen på disse resultater kan med andre ord ikke være, at hjernen er et makroskopisk kvantemekanisk system, som Wendt foreslår, for selv et kvantemekanisk system ville ikke kunne give disse resultater.

I den forbindelse er det også værd at bemærke, at klassiske systemer kan efterligne kvantemekaniske effekter, heriblandt se ud til at bryde Bells uligheder, hvis man overser relevante frihedsgrader [16, s. 9-10]. Det er ikke altid sådan, at hvis noget ligner et X , så er det et X , sådan som Wendts retoriske spørgsmål insinuerer. Dette gælder også her. Faktisk er dette ekstra vigtigt i denne sammenhæng, da den klassiske teori, og mere præcist klassisk sandsynlighedsteori, er et specialtilfælde af kvanteteorien. Kvantemekanikken er med andre ord mere fleksibel og mindre restriktiv [17, s. 137-38]. En af videnskabsfilosoffen Karl Poppers [18] centrale pointer er, at bekræftelserne af en meget fleksibel teori ikke skal tillægges samme vægt, som bekræftelserne af en mere restriktiv teori. Vi kan sammenligne det med en situation, hvor vi tidligere har beskrevet en række fænomener med et andengradspolynomium. Hvis disse fænomener viser sig at være bedre indfanget af et andet andengradspolynomium, så er det en grund til at skifte til den teori. Hvis teorien, der beskriver fænomenerne bedre, i stedet er et fjerdegradspolynomium, så er valget mindre klart, da vi må overveje, om den øgede præcision bare skyldes, at fjerdegradspolynomiet er mere fleksibelt.

Kvantemetafysik i socialvidenskaberne

I diskussionerne af kvantemekanisk socialvidenskab gør flere også opmærksom på, at det er meget om-diskuteret, hvordan kvantemekanikken skal fortolkes [8, 12, 19]. Et eksempel er, hvorvidt vi skal forstå A s superposition af at være ved 1 og 2 som et udtryk for, at A er to steder på samme tid, eller bare at det er usikkert, hvor A er. Et andet eksempel er, hvordan vi skal forstå de sammenfiltrede objekter A og B . Hvis vi kun beskriver hvad A gør, og hvad B gør hver for sig, så vil beskrivelsen bare få frem, at det for dem begge gælder, at de nogle gange er ved 1 og nogle gange er ved 2 . At de aldrig er det samme sted kommer kun frem, når A og B beskrives sammen med én kvantetilstand. Dette får nogle til at argumentere for, at A og B ikke kan forstås som to objekter, men i stedet udgør ét hele. Fordi kvantemekanisk sammenfiltrering opstår, hver gang ting interagerer, så er der grunde til at formode, at hele universet skal tilskrives én sammenfiltret tilstand. Betyder det, at universet ikke egentlig har nogle dele men i stedet er et udeleligt hele? Disse spørgsmål om superposition og kvantemekanisk sammenfiltrering er blandt de mange spørgsmål, om hvordan verden grundlæggende er, som kvantemekanikken rejser. De forskellige fortolkninger af kvantemekanikken består af pakker af svar på disse spørgsmål.

At der findes mange sådanne fortolkninger er imidlertid ikke et problem for den version af kvantemekanisk socialvidenskab, som påstår, at kvantemekaniske effekter har en observerbar konsekvens i socialvidenskabernes genstandsfelt, såsom hvis det er kvantemekanikken, der forklarer afvigelserne i psykologiske eksperimenter fra klassisk beslutningsteori. Fortolkningerne er i udgangspunktet alle enige om kvantemekanikkens observerbare effekter [11, 404]. Fortolkninger er i stedet uenige om, hvad disse observerbare effekter fortæller os om virkelighedens indhold og indretning. Det der også kaldes den bagvedliggende metafysik.

Der er imidlertid nogle fortalere for kvantemekanisk socialvidenskab, som ikke hævder at kvantemekaniske effekter har observerbare konsekvenser i socialvidenskabernes genstandsfelt. Føromtalte Barad er den mest prominente fortaler for denne version af kvantemekanisk socialvidenskab. Barad anerkender, at dekohærens i praksis skjuler effekterne af kvantemekanikken for lokale observatører af makroskopiske systemer. Det væsentlige ifølge Barad [1, s. 110] er imidlertid ikke, hvor store de kvantemekaniske effekter er, men at de overhovedet er der. "[A]t klassisk mekanik i mange tilfælde er en god approksimation af de kvantemekaniske løsninger i mange makroskopiske situationer er ikke et bevis mod den nye epistemologi og ontologi" [1, s. 416], hvor Barad med "den nye epistemologi og ontologi" mener sin form for kvantemekanisk socialvidenskab [10]. Barads pointe lader til at være, at det netop er kvantemekanisk sammenfiltrering med omgivelserne, som sikrer, at den klassiske beskrivelse er en god approksimation for en lokal observatør. Sammenfiltreringen er der stadigvæk selvom den skjuler sig. Metafysisk set er alt stadig kvantemekanisk.

Barad fortolker sammenfiltrede objekter sådan, at de

ikke faktisk er separate individer, men at de i stedet må betragtes som ét hele. Fordi sammenfiltringen stadig er der, selv når dekohærens skjuler den, så argumenterer Barad for, at dette eksempelvis kræver, at vi i social teori ikke kan starte med en antagelse om, at en institution eller et fællesskab består af en række individer. Hvorfor vi ikke kan det, når Barad selv anerkender, at den klassiske beskrivelse, som antager individer, i praksis er god, har jeg forsøgt at forklare andre steder, og grundene er filosofisk ret indviklede [16, 20]. Jeg vil derfor ikke forsøge gentage dem her. Hvordan Barads kvantemekaniske socialvidenskab ændrer social teori er eksemplarisk illustreret i Malou Juelskjærs bog *At Tænke med Agential Realisme*.

Her skal vi nøjes med at vende tilbage til de mange fortolkninger af kvantemekanikken. Fordi det for Barad ikke handler om, hvor store og synlige de kvantemekaniske effekter er, men i stedet handler om, at den bagvedliggende virkelighed, altså metafysikken, er kvantemekanisk, så er det et problem, at der findes mange forskellige fortolkninger af kvantemekanikken. For hvilken fortolkning skal lægges til grund, når vi skal informere social teori? Barad har sin foretrukne fortolkning af kvantemekanikken, men den kan ikke engang anses som en af de førende fortolkninger. Og konsekvenserne for social teori vil være helt anderledes, hvis en af disse andre fortolkninger bliver lagt til grund [20, s. 378–79]. Hvad angår spørgsmålet om, hvordan kvantemekanikken skal fortolkes, så er situationen i dag, at der ikke er afgørende grunde til at foretrække en fortolkning frem for en anden. Dette er det centrale problem for den version af kvantemekanisk socialvidenskab, som ikke baserer sig på, at kvantemekaniske effekter har observerbare konsekvenser i socialvidenskabens genstandsfelt. Det er underbestemt, hvad den “den nye epistemologi og ontologi” skal være.

Dette problem undgår de, der påstår, at kvantemekaniske effekter har observerbare konsekvenser i socialvidenskabens genstandsfelt. Men de har til gengæld til gode at give overbevisende eksempler på, at dette faktisk er tilfældet.

Litteratur

- [1] Karen Barad. *Meeting the Universe Halfway*. Duke University Press, Durham, 2007.
- [2] Alexander Wendt. *Quantum Mind and Social Science: Unifying Physical and Social Ontology*. Cambridge University Press, Cambridge, 2015.
- [3] Karen O'Brien. *You Matter More than You Think*. CHANGE Press, 2021.
- [4] Alexander Wendt. Why IR scholars should care about quantum theory, part i: Burdens of proof and uncomfortable facts. *International Theory*, 14(1):119–129, 2022.
- [5] Adrian P. Flitney and Derek Abbott. Advantage of a quantum player over a classical one in 2×2 quantum games. *Proceedings: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, 459(2038):2463–2474, 2003.
- [6] Jerome R. Busemeyer, Masanari Asano, and Meijuan Lu. Explaining interference effects in prisoner dilemma games. *Experimental Economics*, 27(4):743–765, 2024.

- [7] Juan Yin, Yuan Cao, Yu-Huai Li, Sheng-Kai Liao, Liang Zhang, Ji-Gang Ren, Wen-Qi Cai, and et al. Satellite-based entanglement distribution over 1200 kilometers. *Science*, 356(6343):1140–1144, 2017.
- [8] David Waldner. Schrödinger's cat and the dog that didn't bark: Why quantum mechanics is (probably) irrelevant to the social sciences. *Critical Review*, 29(2):199–233, 2017.
- [9] Daniel Little. Entangling the social: Comments on alexander wendt, quantum mind and social science. *Journal for the Theory of Social Behaviour*, 48(2):167–176, 2018.
- [10] Rasmus Jaksland. Decoherence, appearance, and reality in agential realism. *European Journal for Philosophy of Science*, 13(2):24, 2023.
- [11] James Der Derian and Alexander Wendt. 'quantizing international relations': The case for quantum approaches to international theory and security practice. *Security Dialogue*, 51(5):399–413, 2020.
- [12] Stephen J. DeCanio. What is it like to be a social scientist? *Critical Review*, 29(2):121–140, 2017.
- [13] Harald Atmanspacher, Hartmann Römer, and Harald Walach. Weak quantum theory: Complementarity and entanglement in physics and beyond. *Foundations of Physics*, 32(3):379–406, 2002.
- [14] Jerome R. Busemeyer and Peter D. Bruza. *Quantum Models of Cognition and Decision*. Cambridge University Press, Cambridge, 2012.
- [15] Andrei Khrennikov. *Ubiquitous Quantum Structure: From Psychology to Finance*. Springer, Berlin, Heidelberg, 2010.
- [16] Rasmus Jaksland. Distinguishing two (unsound) arguments for quantum social science. *European Journal for Philosophy of Science*, 13(3):34, 2023.
- [17] Andrew H. Kydd. Our place in the universe: Alexander Wendt and quantum mechanics. *International Theory*, 14(1):130–145, 2022.
- [18] Karl R. Popper. *Conjectures and Refutations: The Growth of Scientific Knowledge*. Routledge, 1962.
- [19] Matthew J. Donald. We Are Not Walking Wave Functions. A Response to 'Quantum Mind and Social Science' by Alexander Wendt. *Journal for the Theory of Social Behaviour*, 48(2):157–161, 2018.
- [20] Rasmus Jaksland. Naturalized, fundamental, and feminist metaphysics all at once: The case of Barad's agential realism. *Hypatia*, 39(2):363–384, 2024.



Rasmus Jaksland er postdoc i filosofi på Princeton University. Han er ph.d. i filosofi og kandidatgrader i både fysik og filosofi. Hans primære forskningsfelt er filosofiske spørgsmål relateret til kvantemekanisk sammenfiltrering. Dette inkluderer kvantemekanisk socialvidenskab, men også den rolle sammenfiltrering har i strengteori og andre kvantegravitations-teorier.