

Jens Allwood

A. Kommentarer och frågor till Claes Uggle

Allmän kommentar

Intressant text som ger god inblick i den metodologiska reduktionism som Uggle menar karakteriserar naturvetenskap. Dock har jag några frågor som stimulerats av texten. Jag vänder mig direkt till författaren Claes Uggle.

1. Anser du att metodologisk reduktionism är en lika stark drivkraft inom hela naturvetenskapen, t ex inom olika typer av miljö och klimatvetenskap, eller har ett mer holistiskt systemtänkande tagit över där?
2. Anser du att metodologisk reduktionism inte varit en drivkraft inom humaniora och samhällsvetenskap?
3. Du skriver om ideografiska symboler som understöder vårt tänkande och du skriver i slutavsnittet att du själv sysslar med matematisk modellering av fysik. Använder du i detta sammanhang visualiseringsverktyg eller andra kognitiva verktyg för att öka överskådlighet?
4. Du skriver att Newtons Principia är mer inflytelserik än Euklides Elementa. Detta beror enligt min mening bl a på vad man menar med inflytelserik. Euklides axiomatiska framställning var ett ideal för Newton, inte tvärtom. Både före (t ex Spinoza) och efter Newton anges Euklides som källa för ett axiomatiskt framställnings sätt av en teori. För mig verkar det som om Newton väsentligt bidrog till axiomatiseringens popularitet som vetenskaplig metod men att Euklides förblir den verkliga inspirationen.
5. Du anser att Newtons axiom för rum och tid är empiriska utsagor. Det stämmer knappast om man med det menar att Newton utförde systematiska empiriska observationer som till slut möjliggjorde en generalisering uttryckta i hans axiom. Axiomen verkar snarare vara resultatet av grundläggande intuitioner. Däremot kan man säga att genom att Einstein inte använde Newtons rums- och tidsbegrepp och formulerade en mer fullständig teori för fysik än Newton visar detta indirekt att Newtons axiom måste vara empiriska och i viss mening falsifierbara.
6. Du anser att Euklides axiom och definitioner är matematiska och implicit därmed enligt din syn ej empiriska. Men med samma resonemang som gör Newtons axiom till empiriska, kan man väl även göra Euklides axiom till empiriska. De verkar ju inte vara tillräckliga för Einsteins fysikteori. Detta innebär inte att man inte kan definiera en Euklidisk geometri som är giltig som abstrakt system bara att den inte tycks vara den bästa för vår nuvarande fysikbeskrivning. Skillnaden mellan vad som är empiriskt och vad som är matematiskt är inte så enkel att göra, t.ex. Kurt Gödel ansåg att matematik var empirisk.
7. Du skriver att naturvetenskapen inte är teleologisk, inte ens biologi. Men biologiska beskrivningar är ofta formulerade mycket teleologiskt, X och Y utvecklas för att garantera överlevnad. Frågan är om inte teleologiskt tänkande spelar en viktig heuristisk roll för biologer. Även om de mer filosofiskt, om de pressas, försöker förneka detta.
8. Alla tror inte att "naturlagar" är oföränderliga, t ex Prigogine. C S Peirce tog inte klar ställning men ville hålla möjligheten till förändring öppen för alla regelbundenheter och använde därför generellt ordet "vana" (habit), generellt för observerade

regelbundenheter inom alla vetenskapsområden. Anser du att detta är en rimlig hållning?

9. Du skriver att idealiseringar spelar en stor roll i fysik men det gör de väl i andra vetenskaper också (se t ex nationalekonomi eller lingvistik)? Är inte idealisering i själva verket en kandidat för att vara en vetenskapligt generisk metod?
10. Du anser, liksom Wilhelm Dilthey. Att "förståelse" är något annat i naturvetenskap än "kulturvetenskaperna". Du ger emellertid inte två olika definitioner av förståelse, som skulle kunna stöda denna åsikt. Personligen anser jag att Dilthey har fel och att en definition av förståelse i följande stil, = koppla ihop input-information (observerad information) med redan accepterad (bakgrunds)information på ett meningsfullt sätt är precis lika giltig i både naturvetenskap och kulturvetenskap. Förståelseprocessen är den samma men det man ska förstå, förståelsens objekt, skiljer sig. Vi tror inte att stenar har avsikter men vi tror människan har det.
11. Däremot tycks du, liksom jag, avvisa Windelbands och Rickerts försök att skilja naturvetenskap från kulturvetenskap genom begreppen "nomotetisk" och "idlografisk". Båda begreppen går att tillämpa och har en funktion i båda typerna av vetenskap.
12. Du skriver om att det inte tycks spela någon roll hur man tolkar kvantmekaniska ekvationer med traditionell ontologi, "bara man kommer till samma kvantitativa experimentella förutsägelser och resultat". Pekar detta inte möjligen på en ny ontologi – verkligheten är i grunden abstrakt matematisk. Är det ingen kvantfysiker som hävdar detta?
13. Ditt bruk av ordet "ontologi" förbryllar mig lite. I filosofi brukar det betyda grundläggande verklighetskategori, som t ex "realism" kontra "idealism", "materialism" kontra "idealism" eller antal grundläggande verklighetskategorier såsom "monism" kontra "dualism" eller "trialism" (t.ex Peirce eller Popper). I datavetenskap betyder "ontologi" numera helt enkelt taxonomi (klassifikation). I fysik finns det eventuellt en tredje betydelse av "antagande om existens av en fysikalisk grundläggande parameter", eftersom jag antar att inte alla existenspåståenden i fysik skulle kallas ontologiska, t.ex. "det finns mjölk i kylskåpet". Stämmer detta eller vill du relatera fysikens ontologibgrepp närmare till filosofi eller datavetenskap?
14. Varför anser du att Poppers hypotetiskt deduktiva metod är ett "metafysiskt ramverk"? I vilken mening är det metafysiskt?
15. Kan du ge ett exempel på ett systematiskt fel som gjorts inom partikelfysiken. Förklara också gärna varför det uppkommit.
16. Innebär inte att "empirisk kunskap enbart gäller inom ett visst giltighetsområde med viss noggrannhet" att det alltid finns utrymme för tvivel gällande vad som händer om man blir mer noggrann eller utvidgar kontexten?
17. Anser du att Foucaults maktanalys av vetenskapens utveckling är relevant för fysikens vetenskapliga utveckling? Har detta i så fall påverkat sanningshalten av fysikens senaste rön eller bara styrt vilka områden man forskat på?
18. Jag delar din syn att mode är en faktor att räkna med i vetenskapsutveckling. Modet kan ibland vara kopplat till nya teoretiska insikter och modeller som verkar lovande och ibland vara mer svårförklarligt. Vad är senaste modet i teoretisk fysik och varför har det uppstått? Kan förekomsten av det du kallar "systemfel" förklaras med modeströmningar?

19. Om ditt forskningsområde. Hur blir en rumtidssingularitet generisk? Om den är generisk, i vilken mening är den då en singularitet och vice versa?
20. På vilket sätt skulle hermeneutik komma till nytta i fysik? Ge gärna ett konkret exempel.

B. Claes Ugglas (CU) svar och svarskommentarer till Jens Allwood (JA)

JA Fråga 1: Anser du att metodologisk reduktionism är en lika stark drivkraft inom hela naturvetenskapen, t ex inom olika typer av miljö och klimatvetenskap, eller har ett mer holistiskt systemtänkande tagit över där?

CU Svar på JA fråga 1: Metodologisk fysikalisk reduktionism i Galileos anda är mest uttalad där fysikalisk stabilitet ("naturlagar" och "naturkonstanter") är som mest påtaglig och där det är möjligt att strategiskt välja fenomen och överdriva fysikaliska skalförhållanden. Detta betyder att Galileos fysikaliska metodologisk reduktionism endast kommer in som ett komplement till andra metoder när det gäller mer komplicerade fenomen.

Jag vill betona att det är ett falskt binärt val att ställa Galileos metodologiska reduktionism mot holism och systemtänkande. Poängen med Galileos metodologiska reduktionism var att Galileo valde ut vissa reduktionistiska pusselbitar för att komma åt holistiska mål, t.ex. världsbild (tala om holism!). Systemtänkande inom klimatforskning bygger även detta på en fysikalisk reduktionistisk bas för att uppnå ett holistiskt mål: Man börjar med överförenklade matematiska modeller (som t.ex. bygger på växthusgasers stabila fysikaliska egenskaper) där fysikaliska komplikationer införs stegvis (variera t.ex. mängden av olika växthusgasers utsläpp, hur olika föroreningar inverkar på molnbildning och därmed jordens albedo, etc.), vilket leder till mer sofistikerade matematiska (hierarkier av) modeller och datorberäkningar (datorer har möjliggjort en enorm expansion av Galileos metodologiska fysikaliska reduktionism till mer komplexa problem, vilket i allt högre utsträckning suddar ut gränserna mellan detta angreppssätt och "systemtänk"). Detta är helt i Galileos anda, även om man här inte har samma frihet att välja strategiska pusselbitsexperiment.

Miljö är nära kopplat till biologi, som för närvarande genomgår en enorm kulturell förvandling; biologi håller bl.a. på att splittras i två delar: a) "vit" biologi (tänk vita labbrockar och genetik, mikrobiologi, etc., pådrivet av ekonomiska faktorer ifrån tillämpningar inom medicin, matproduktion, energiproduktion,...); b) "grön" biologi (tänk ekologi, samhällets miljöbehov, statlig finansiering av t.ex. laxtrappor vid vattenkraftverk, etc.). Båda dessa delar förändras dessutom i allt snabbare takt, där bl.a. matematiska modelleringsinslag blir alltmer påtagliga (dessa vilar implicit på relativa stabilitetsegenskaper med rötter ifrån grundläggande fysikalisk stabilitet samt de tidsförhållanden för genetisk utveckling som är satta av solsystemets partikulära och kontingenta egenskaper under livets ca fyra miljarder år långa historia). Matematiska modeller inom vit biologi vilar bl.a. på gemensamma genetiska egenskaper, t.ex. en stabil genetisk kod och gemensamma underliggande stabila cellmaskineriegenskaper; matematiska modeller inom grön biologi för ekologiska system har att göra med hur genetiska tidsskalor förhåller sig till miljöförändringstidsskalor. Precis som inom fysik så blir strategin inom dessa områden att man börjar med enkla modeller där komplexitet införs steg för steg. Skillnader utgörs av en mindre frihet att strategiskt välja modellpusselbitar; relativt stabila

egenskaper är mer implicita; fler faktorer spelar roll, inte minst p.g.a. minskade skillnader i skalförhållanden, d.v.s. en påtagligt ökad komplexitet, vilket innebär större utmaningar där det dessutom tar längre tid för metodologiska reduktionistiska komplement, liknande de inom fysiken, att få genomslag.

JA Fråga 2. Anser du att metodologisk reduktionism inte varit en drivkraft inom humaniora och samhällsvetenskap?

CU Svar på JA fråga 2: Någon form av metodologisk reduktionism är nödvändig p.g.a. människans begränsningar, men den fysikaliska reduktionism som har sina rötter i fysikaliska observationer och experiment som ytterst är baserade på naturens stabila förhållanden och gigantiska möjliga skillnader inom en begränsad likhet, d.v.s. enormt olika fysikaliska skalförhållanden, är inte möjlig inom de flesta kulturvetenskaperna; trots kulturell tröghet så sker kulturell och teknologisk evolution på allt kortare tidsskalor gentemot människans livslängd, d.v.s. de stabilitetsförhållanden som naturvetenskaper bygger på finns inte. Inom t.ex. samhällsvetenskaperna så är t.o.m. ofta ett normativt syfte baserat på att en sådan stabilitet *inte* existerar; man är snarast frustrerad över den stabilitet kulturell tröghet ger (man säger t.ex. att jämställdhetsarbetet går för trögt, d.v.s., man ser inte tillräckligt stora effekter av det i ens eget liv; integrationen av invandrare tar generationer istället för att man ser effekter av den under en eller två valperioder, etc.).

Med detta sagt, det finns vissa delar av kulturvetenskaperna, t.ex. lingvistik, som präglas av en påtaglig relativ stabilitet, där förändringar över ett flertal generationer är mindre än en bas av relativ oföränderlighet. Språkliga komparativa studier av olika grupper av människor över tid och rum utgör element som visar på ett visst släktskap med fysikalisk metodologisk reduktionism. Relativ stabilitet i form av språklig kulturell tröghet gör det t.ex. möjligt att korrelera lingvistiska och genetiska avstånd. Denna underliggande relativa stabilitet i kulturell språkutveckling (som antagligen delvis har en genetisk bas, även om vad precis denna utgörs av för närvarande inte är klart, men som även påverkas av ett behov av effektiv kommunikation – prova själv att hitta på allt för många nya ord och ny grammatik när du försöker kommunicera) utgör basen för en påtagligt progressiv kunskapsutveckling som påminner om den inom naturvetenskaperna.

JA Fråga 3: Du skriver om ideografiska symboler som understöder vårt tänkande och du skriver i slutavsnittet att du själv sysslar med matematisk modellering av fysik. Använder du i detta sammanhang visualiseringsverktyg eller andra kognitiva verktyg för att öka överskådlighet?

CU Svar på JA fråga 3: Ja! Jag använder flitigt datorers ökande möjligheter till visualisering – mina artiklar är ofta fyllda av olika allt mer avancerade bilder som visualiserar abstrakta matematiska egenskaper.

JA Fråga 4: Du skriver att Newtons Principia är mer inflytelserik än Euklides Elementa. Detta beror enligt min mening bl a på vad man menar med inflytelserik. Euklides axiomatiska framställning var ett ideal för Newton, inte tvärtom. Både före (t ex Spinoza) och efter Newton anges Euklides som källa för ett axiomatiskt framställningssätt av en teori. För mig verkar det som om Newton väsentligt bidrog till axiomatiseringens popularitet som vetenskaplig metod men att Euklides förblir den verkliga inspirationen.

CU Svar på JA fråga 4: Jag använder flera sidor för att just förklara vad jag menar med inflytelserik i detta sammanhang. Förvisso var Euklides Elementa avgörande för axiomatisering som förebild, men det var inte primärt axiomatisering som gjorde Principia inflytelserik, utan först och främst (inte minst p.g.a. dess timing) (i) introduktionen av *universella lagar* som förenade det jordiska och himmelska, (ii) bredden av oväntade *empiriska framgångsrika förutsägelser om världen*, på ett sätt som ingen tidigare ens hade kunnat drömma om, vilket i sin tur ledde till förhoppningar om att kunna *kontrollera* verkligheten, (iii) som *förebild för många fler vetenskaper* än Elementa (som förvisso hade ett enormt inflytande på matematik och via Principia även på matematisk fysik) och, framförallt, (iv) Principia hade ett *bredare kulturellt inflytande* på Upplysningen och nuvarande demokratiska samhällens liberala värderingar (t.ex. universella mänskliga rättigheter), beskrivna i min text, som nu hotas.

JA Fråga 5: Du anser att Newtons axiom för rum och tid är empiriska utsagor. Det stämmer knappast om man med det menar att Newton utförde systematiska empiriska observationer som till slut möjliggjorde en generalisering uttryckta i hans axiom. Axiomen verkar snarare vara resultatet av grundläggande intuitioner. Däremot kan man säga att genom att Einstein inte använde Newtons rums- och tidsbegrepp och formulerade en mer fullständig teori för fysik än Newton visar detta indirekt att Newtons axiom måste vara empiriska och i viss mening falsifierbara.

JA Fråga 6: Du anser att Euklides axiom och definitioner är matematiska och implicit därmed enligt din syn ej empiriska. Men med samma resonemang som gör Newtons axiom till empiriska, kan man väl även göra Euklides axiom till empiriska. De verkar ju inte vara tillräckliga för Einsteins fysikteori. Detta innebär inte att man inte kan definiera en Euklidisk geometri som är giltig som abstrakt system bara att den inte tycks vara den bästa för vår nuvarande fysikbeskrivning. Skillnaden mellan vad som är empiriskt och vad som är matematiskt är inte så enkel att göra, t.ex. Kurt Gödel ansåg att matematik var empirisk.

CU Svar på JA fråga 5 och fråga 6: Eftersom frågorna 5 och 6 hänger ihop så besvarar jag dem tillsammans. Det finns stora empiriska skillnader mellan Euklides och Newtons axiomatiska motivation och beskrivningar. Matematiska axiomatiska system har förvisso sina rötter i den fysiska verkligheten, speciellt den som har varit relevant för människans evolutionära historia. Euklides axiom var baserade på Egyptiska och Babylonska empiriska tumregler och var i hög grad intuitiva och Euklides geometri kan ses som en fysikalisk teori om världen, de är inte bara matematik (d.v.s. jag håller inte med om första meningen i fråga 6). Inte desto mindre så står Euklides Elementa i bjärt kontrast mot Principia när det gäller empirisk grund och intuition; Newton försökte i möjligaste mån införa empiriskt motiverade operationella kvantitativa definitioner för t.ex. massa, kraft, tid, rum, gravitation inom det empiriska noggrannhetsområde som var tillgängligt för honom. Låt mig illustrera detta med ett av många exempel. För att t.ex. motivera gravitationens universella egenskaper så fyllde Newton trälådor med lika vikter bestående av guld, silver, bly, glas, sand, koksalt, trä, vatten, vete och lät dem svänga som pendlar med lika långa (dryga 3 meter) trådar, vilket gav ett induktivt argument för att gravitation påverkar alla material på samma sätt. Ett annat exempel är att Newton bl.a. uppfann spegelteleskopet och använde sig av allt mer avancerade astronomiska observationer (gjorda av Flamsteed) för att göra förutsägelser, vars framgångar är kopplade till de operationella definitionernas empiriska grund. När Newton misslyckas med att ge en förklaring till hur t.ex. gravitationskraften verkar på avstånd så säger han att han inte gör

någon hypotes om detta, men han har verkligen försökt; till skillnad från Euklides så gör Newton allt han kan för att *inte* bara förlita sig på intuition.

Newton försökte sig även på att empiriskt motivera ett absolut rum (tokigt nog eftersom det är tiden och inte rummet som är en absolut struktur i Newtonsk mekanik) genom att betrakta en hink med vatten som roterade, var vattenytan då blev skålformig. Detta experiment/tankeexperiment omtolkades så småningom av Ernst Mach som inspirerade Einstein till idéer om hur materian i hela universum eventuellt skulle inverka på materiens lokala tröghetsegenskaper (Newtons första lag), vilket påverkade Einstein då han funderade kring det som skulle bli hans allmänna relativitetsteori. Gödel, som var en nära vän till Einstein, försökte senare konkretisera relationen mellan det globala och lokala och skapade t.ex. den första allmänrelativistiska modellen av ett roterande universum. Det här ger en liten inblick i Gödels tankevärld och hur Gödels (enligt min mening överdrivna) uppfattning om matematik och empiri växte fram. Historiskt kan man konstatera att matematik i sig inte räcker till för att skapa nya fruktbara fysikaliska teorier, man behöver ny empiri som kan ligga till grund för den *otroligt lilla del* av matematik som är fysikaliskt relevant (detta trots otaliga exempel där "ren" matematik oväntat har visat sig ha fysikaliska tillämpningar). Newtons Principia var inte bara ett paradigmiskt exempel för vad fysikalisk teori kunde åstadkomma, den var även en paradigmisk förebild för behovet av allt mer icke-intuitiva empiriska kvantitativa operationella definitioner – Einstein fortsatte framförallt i Principias fotspår, inte i Elementas.

JA Fråga 7: Du skriver att naturvetenskapen inte är teleologisk, inte ens biologi. Men biologiska beskrivningar är ofta formulerade mycket teleologiskt, X och Y utvecklas för att garantera överlevnad. Frågan är om inte teleologiskt tänkande spelar en viktig heuristisk roll för biologer. Även om de mer filosofiskt, om de pressas, försöker förneka detta.

CU Svar på JA fråga 7: Nej, heuristiskt teleologiskt tänkande spelar inte en stor roll inom biologisk forskning – tvärtom utgör det ett hinder för framgång. Jag kan här ta ett exempel ifrån min kurs i vetenskapsfilosofi. En biologisk gästföreläsare höll ett föredrag i evolutionär biologi där han som biolog kallade fåglar som blev lurade att föda upp en gök som biologiska "suckers", något som gjorde en homosexuell kulturvetare i publiken synnerligen upprörd. Det här är bara ett exempel på kulturell dissonans mellan biologer och utomstående som ofta får en helt felaktig uppfattning om vad evolutionär biologi handlar om och hur biologer tänker. Man skall inte låta sig som utomstående luras av biologers ordanvändning och projicera sina egna erfarenheter utanför biologi på denna. Låt mig här även nämna matematiska modellers ökande betydelse för att beskriva evolution – det finns inget som helst utrymme för teleologi i dessa modeller.

JA Fråga 8: Alla tror inte att "naturlagar" är oföränderliga, t ex Prigogine. C S Peirce tog inte klar ställning men ville hålla möjligheten till förändring öppen för alla regelbundenheter och använde därför generellt ordet "vana" (habit), generellt för observerade regelbundenheter inom alla vetenskapsområden. Anser du att detta är en rimlig hållning?

CU Svar på JA fråga 8: När det gäller Prigogine så är skillnaderna mindre än vad man vid första påseende skulle kunna tro, speciellt då det gäller den del av hans liv då han var vetenskapligt framgångsrik. Han fokuserade sig då bl.a. på självorganisation och emergens, men detta är bara en variant på synen av vad som är naturlagar. Istället för materiell reduktionism och

partikelfysikens inmutning av vad som är naturlagar så inriktar man sig på (oföränderliga) organisationsprinciper (t.ex. inom termodynamik och dess generaliseringar) där man hävdar att dessa stabila regelbundenhetsmönster utgör de mest "fundamentala naturlagarna". Såväl Einstein som Penrose, liksom fler framstående fysiker inom materiella system, som t.ex. de som finns inom kondenserade materiens fysik, har uttryckt tankar om att sådana organisationsprinciper skulle vara mer fundamentala än t.ex. standardmodellen inom partikelfysik. Detta innebär således inte att man inte tror på en underliggande stabil ordning i någon form ("naturlagar"), debatten är snarast om vad som är viktigast för att beskriva denna ordning/regelbundenhet.

JA Fråga 9: Du skriver att idealiseringar spelar en stor roll i fysik men det gör de väl i andra vetenskaper också (se t ex nationalekonomi eller lingvistik)? Är inte idealisering i själva verket en kandidat för att vara en vetenskapligt generisk metod?

CU Svar på JA fråga 9: Förenklingar i form av idealiseringar är väsentligt för närmast vilken vetenskaplig verksamhet som helst, inte minst p.g.a. människans ändliga förmåga. Idealisering i sig är dock allt för vagt för att kallas för metod. Poängen med min beskrivning av Galileos metodologiska fysikaliska reduktionism var att detta är en *konkret* metod, illustrerat med mönsterbildande exempel, som strategiskt utnyttjar hur vissa delar av naturen är beskaffad för att ta fram idealiserade byggstenar som kan användas som utgångspunkt för att beskriva en mycket större del av den fysiska världen. Detta visar hur en *specifik typ* av idealisering konkret går till, anpassat till ett synnerligen avgränsat sammanhang. Inom nationalekonomin har man i hög utsträckning följt i Newtons fotspår (i detta sammanhang kan vi notera att Newton bl.a. revolutionerade Storbritanniens ekonomi då han på gamla dar var chef för det engelska myntverket), exemplifierat av Adam Smith och hans efterföljare, men resultaten kan knappast sägas vara lika trovärdiga och beständiga som de inom fysiken – ett studieområdes inneboende karaktär spelar en avgörande roll för de resultat som kan uppnås.

JA Fråga 10: Du anser, liksom Wilhelm Dilthey. Att "förståelse" är något annat i naturvetenskap än "kulturvetenskaperna". Du ger emellertid inte två olika definitioner av förståelse, som skulle kunna stöda denna åsikt. Personligen anser jag att Dilthey har fel och att en definition av förståelse i följande stil, = koppla ihop input-information (observerad information) med redan accepterad (bakgrunds)information på ett meningsfullt sätt är precis lika giltig i både naturvetenskap och kulturvetenskap. Förståelseprocessen är den samma men det man ska förstå, förståelsens objekt, skiljer sig. Vi tror inte att stenar har avsikter men vi tror människan har det.

CU Svar på JA fråga 10: Nej, jag inleder ju förståelsediskussionen med att påpeka att förståelse i alla former (d.v.s. i bred betydelse) har att göra med att konsistent relatera olika aspekter till varandra (helt i linje med ovanstående definition). Frågan är dock hur detta konkretiseras och skiljer sig åt i mer snäva sammanhang, t.ex. så finns det enligt min mening helt odiskutabla skillnader när det gäller förståelse och förståelsens förutsättningar mellan natur- och kulturvetenskaper (däremot tycker jag att Diltheys diskussion om förståelse och förklaring visar på en närmast pinsam brist på förståelse(!), som följd av undermålig empirisk och teoretisk information). Människan har en simuleringskapacitet, fantasi, som bl.a. ger upphov till empati, vilket ger upphov till helt nya interaktionsegenskaper jämfört med planeter och elementarpartiklar etc. och detta har konsekvenser för förståelse. Vad mer är, modern

kognitionsvetenskap visar att detta involverar olika områden/kretsar i hjärnan (d.v.s., förståelseprocesserna är *inte* helt desamma inom olika discipliner, även om det finns vissa gemensamma nämnare). Studieobjektens karaktär inom natur- och kulturvetenskaper spelar roll för förståelsens detaljer. Diltheys tankar har ett visst historiskt intresse, men det är mycket mer intressant att belysa olika vetenskapsområdens karaktär baserat på nuvarande kunskapsnivå och betydligt större empiriska möjligheter.

JA Fråga 11: Däremot tycks du, liksom jag, avvisa Windelbands och Rickerts försök att skilja naturvetenskap från kulturvetenskap genom begreppen "nomotetisk" och "idlografisk". Båda begreppen går att tillämpa och har en funktion i båda typerna av vetenskap.

CU Svar på JA fråga 11: Ja, även om olika områdets inneboende karaktär spelar roll för hur dessa aspekter kommer till uttryck och vad de kan ge.

JA Fråga 12: Du skriver om att det inte tycks spela någon roll hur man tolkar kvantmekaniska ekvationer med traditionell ontologi, "bara man kommer till samma kvantitativa experimentella förutsägelser och resultat". Pekar detta inte möjligen på en ny ontologi – verkligheten är i grunden abstrakt matematisk. Är det ingen kvantfysiker som hävdar detta?

CU Svar på JA fråga 12: Inom kvantmekaniken började detta med Bohrs påtagliga instrumentalism (teorier är bara ett praktiskt instrument för att göra förutsägelser; en föregångare till detta var Ptolemaisk astronomi där epicykler etc. bara sågs som praktiska instrument för att beskriva planetrörelse medan man samtidigt accepterade Aristoteles kvantitativt inkorrekta beskrivning som ontologiskt riktig). Dock, som jag säger, nästan varje människa som ägnar sig åt kvantmekanik tenderar att ha sin mer eller mindre egen filosofi. Naturligtvis finns det även de som hävdar i Pytagoreisk anda att världen ytterst sett är matematisk, men hur detta skall tolkas ger upphov till otaliga olika varianter (till att börja med, vem har en entydig definition om vad matematik är?). Jag noterar att man tidigare extrapolerade termodynamikens följder på ibland närmast absurt naiva sätt och är benägen att tro att man även nu gör det med kvantmekaniken som enligt mig omöjligt p.g.a. dess linjäritet kan vara ett slutgiltigt svar. Även om olika ontologiska uppfattningar och tolkningar har en psykologisk betydelse så är följande fråga mer intressant: Hur skall vi fruktbart komma vidare till djupare fysikaliska teorier (med medföljande nya ontologiska implikationer)?

JA Fråga 13: Ditt bruk av ordet "ontologi" förbryllar mig lite. I filosofi brukar det betyda grundläggande verklighetskategori, som t ex "realism" kontra "idealism", "materialism" kontra "idealism" eller antal grundläggande verklighetskategorier såsom "monism" kontra "dualism" eller "trialism" (t.ex. Peirce eller Popper). I datavetenskap betyder "ontologi" numera helt enkelt taxonomi (klassifikation). I fysik finns det eventuellt en tredje betydelse av "antagande om existens av en fysikalisk grundläggande parameter", eftersom jag antar att inte alla existenspåståenden i fysik skulle kallas ontologiska, t.ex. "det finns mjölk i kylskåpet". Stämmer detta eller vill du relatera fysikens ontologibegrepp närmare till filosofi eller datavetenskap?

CU Svar på JA fråga 13: Jag använder ordet ontologi i samband med beskrivningen av Poppers filosofi och därför, precis som Popper, i anslutning till realism. Popper delar in tillvaron i tre världar: den fysiska världen (som även inkluderar t.ex. tidens och rummets karaktär),

människors mentala subjektiva världar, samt "värld tre", en värld som består av människans kulturprodukter, t.ex. musik. Popper är intresserad av den fysiska världen och värld tre och hävdar med stor passion att dessa existerar oberoende av människan (även om värld tre har skapats av människan) och att vi kan ha objektiv kunskap om dessa – han är i denna mening en passionerad realist. Ontologi handlar därför i detta sammanhang om hur dessa världar är beskaffade, men mitt fokus ligger på värld 1.

JA Fråga 14: Varför anser du att Poppers hypotetiskt deduktiva metod är ett "metafysiskt ramverk"? I vilken mening är det metafysiskt?

CU Svar på JA fråga 14: Vissa har kritiserat Poppers "metod" som alltför vag och med inneboende konflikter för att vara en falsifierbar teori. Poppers reaktion var, med rätta, att fnysa åt sådana påståenden. Han säger inte hur vetenskap fungerar, han säger hur den fungerar när den är som "bäst" och vad man behöver göra för att vetenskap skall utvecklas och fungera. Det är ett normativt recept/ramverk (metafysiskt ramverk i kontrast gentemot ett falsifierbart vetenskapligt ramverk) med påståenden om vad som krävs för vetenskaplig utveckling och framgång, speciellt gällande värld 1.

JA Fråga 15: Kan du ge ett exempel på ett systematiskt fel som gjorts inom partikelfysiken. Förklara också gärna varför det uppkommit.

CU Svar på JA fråga 15: Jag hänvisar här till referensen jag ger, Cattoën, C., & Visser, M. (2007), fritt tillgänglig som arXiv: gr-qc/0703122. Som jag beskriver, det är utomordentligt svårt att få hållbar kunskap genom att endast använda en typ av metod/experiment. Det är först när kvalitativt olika metoder/experiment, helst inom till synes olika områden, visar på konsistenta och koherenta resultat som kunskap stabiliserar sig över tid inom fysik (och andra områden).

Låt mig ge ett exempel: upptäckten av elementarladdningens kvantisering. Som ung okänd fysiker så sig Robert Millikan ha upptäckt detta resultat med vad som har kommit att kallas Millikans oljedroppsexperiment. Felix Ehrenhaft, som var en mer känd fysiker, försökte reproducera Millikans resultat, men misslyckades trots ihärdiga försök. Med tiden gjordes andra kvalitativt olika experiment som tydde på att Millikan hade rätt och över tid så förbättrade även Millikan sitt eget experiment. Detta resulterade så småningom i att Millikan fick Nobelpris medan Ehrenhaft misskrediterades, vilket ledde till att han tappade kontrollen över sitt eget liv och hamnade på sinnessjukhus. Långt senare visade det sig att Millikan hade struntat i vissa mätdata för att få fram sitt resultat (intuition? fusk?) och att hans experiment ursprungligen inte haft den noggrannhet som krävdes för att nå hans slutsatser.

Slutligen är det värt att notera att höga kostnader inom modern partikelfysik innebär ett problem eftersom detta hämmar experimentell mångfald. Det är utomordentligt svårt att identifiera (systematiska) fel när man inte har något att jämföra med.

JA Fråga 16: Innebär inte att "empirisk kunskap enbart gäller inom ett visst giltighetsområde med viss noggrannhet" att det alltid finns utrymme för tvivel gällande vad som händer om man blir mer noggrann eller utvidgar kontexten?

CU Svar på JA fråga 16: Ja. Vad som händer är att man t.ex. i Newtonsk fysik hittade en begränsad sanning om världen, något som korresponderar mot vissa aspekter i världen med

en viss noggrannhet. Einsteins allmänna relativitetsteori och kvantmekaniken hittade en breddad sanning, d.v.s., fler och noggrannare korrespondensförhållanden med den fysiska världen. Världen är komplex, vi lär aldrig få ett perfekt korrespondensförhållande mellan en matematiskt formulerad teori och världen. Däremot hoppas vi och tror på att vi kan få allt bättre teorier, d.v.s. teorier som står i en allt bredare och noggrannare korrespondens med världen. Hur långt denna sannings/korrespondens realism kan nå är en öppen fråga, men frågan om sanningskorrespondens är central och bl.a. något vår kulturella värld är uppbyggd kring.

JA Fråga 17: Anser du att Foucaults maktanalys av vetenskapens utveckling är relevant för fysikens vetenskapliga utveckling? Har detta i så fall påverkat sanningshalten av fysikens senaste rön eller bara styrt vilka områden man forskat på?

CU Svar på JA fråga 17: Till viss del. Sanning i meningen korrespondens spelar en avgörande roll över tid. Dock påverkas pågående forskningsaktiviteter allt mer av externa maktfaktorer, vilket innebär att vissa forskningsområden utforskas mer än andra, delvis oavsett av vad som är av vikt när det gäller korrespondens- och sanningsdjup. Dessutom inverkar externa maktfaktorer på kort sikt om vad som påstås vara sant, men som sedan kanske inte visar sig vara det. Dock, sanning i form av korrespondens och koherens är inom naturvetenskap ett fantastiskt filter över tid.

JA Fråga 18: Jag delar din syn att mode är en faktor att räkna med i vetenskapsutveckling. Modet kan ibland vara kopplat till nya teoretiska insikter och modeller som verkar lovande och ibland vara mer svårförklarligt. Vad är senaste modet i teoretisk fysik och varför har det uppstått? Kan förekomsten av det du kallar "systemfel" förklaras med modeströmningar?

CU Svar på JA fråga 18: Det finns en mängd moden. Tag t.ex. ett av mina egna forskningsområden, kosmologi, där universums acceleration är en källa till närmast "anything goes" inom "modifierad gravitation" (modifikationer av Einsteins allmänna relativitetsteori) vilket utgörs av matematiska spekulationer utan nästan någon som helst empirisk grund (som sagt, endast en försvinnande liten del av matematik är fysikaliskt relevant); ett annat ännu mer spektakulärt exempel är strängteori – ett matematiskt ramverk som utvecklats under ca 50 år utan att ha genererat ett enda empirisk falsifierbart påstående. Båda exemplen är en följd av bristande empirisk input; det behövs en kritisk mängd empiriska pusselbitar för att skapa en framgångsrik teori som korresponderar mot verkligheten. Utan tvivel genererar modeströmningar systematiska fel (men alla systematiska fel är naturligtvis inte en följd av modeströmningar) – det är endast över tid då fysikaliska discipliner har mognat som hållbar kunskap typiskt erhålls, inom begränsade områden med begränsad noggrannhet.

JA Fråga 19: Om ditt forskningsområde. Hur blir en rumtidssingularitet generisk? Om den är generisk, i vilken mening är den då en singularitet och vice versa?

CU Svar på JA fråga 19: Detta är en matematisk term. Vad jag bl.a. sysslar med är vad som händer inne i svarta hål. Dessa kan bildas på otaliga (= generiska i detta sammanhang) sätt vilket även yttrar sig hur rum och tid upphör inne i sådana svarta hål, vilket händer då t.ex. materien blir oändligt komprimerad och tät, vilket är det vi inom fysik kallar för ett singularit tillstånd, något som även avspeglar sig i de matematiska modeller vi använder.

JA Fråga 20: På vilket sätt skulle hermeneutik komma till nytta i fysik? Ge gärna ett konkret exempel.

CU Svar på JA fråga 20: Detta är inte hermeneutik i humanistisk mening. Istället som jag påpekar är det snarare att man metodiskt och dynamiskt går mellan breda komplexa problem som ger upphov och kontext till enklare delproblem som i sin tur genererar mera komplexa problemställningar och hur detta inverkar på fysikalisk förståelse och tolkning. D.v.s. det är mer ett utnyttjande av något som påminner om en hermeneutisk cirkel/spiral, d.v.s. ett medvetet utnyttjande av feedbackloopar för kunskapsutveckling. Ta exemplet med generiska singulariteter. Detta utgör för närvarande ett omöjligt matematiskt problem (t.o.m. för världens bästa matematiker), men detta problem kan formuleras så att det ger upphov till delproblem som man faktiskt kan lösa. Dessa delproblem ger i sin tur feedback till omformulering och precisering av det ursprungliga synnerligen ambitiösa kontextualiserande problemet. Tillsammans skapas därmed en hierarki av problem som tillåter en progressiv kunskapsutveckling.