

Per Flensburg

A. Kommentarer och frågor till Claes Uggle

Artikeln är en grundlig diskussion av ett av de mest missbrukade begreppen i modern vetenskap, nämligen Kuhns paradigm-begrepp. Det är en alldeles utmärkt genomgång och författaren visar stor öppenhet mot icke-naturvetenskapliga synsätt. Jag är i huvudsak samhällsvetare, men började mina akademiska studier med att bli fullblodsmatematiker. Jag blev väldigt upprörd då föreläsaren i astronomi "dividerade bort dx " utan att först ha visat att det var en kontinuerlig funktion. "Ah, det är de alltid!" var hans kommentar! När jag sedan började mina doktorandstudier 1976 gick jag en del kurser i vetenskapsteori och dito metod och kom då kontakt med Kuhn och senare även med Berger & Luckmann (Berger, Luckmann and Olsson, 1979). Ungefär under 80-talet gjorde ett antal doktorander, bland dem jag, revolution mot våra handledare och kritiserade deras tekniska perspektiv till förmån för vårt eget organisations- och medarbetarriktade. Detta har jag beskrivet i min artikel om den stora tankestriden i informatik (Flensburg, 2019) som är utgiven i AAS-serien i Strömstad akademi. När jag pensionerades började jag läsa filosofi och sedermera även idéhistoria och fick en del inblick i historievetenskaperna, som räknas till den humanistiska fakulteten. När jag skrev C-uppsats i idéhistoria kom jag i kontakt med Ludwik Fleck (Liliequist, 2003) som på 30-talet publicerade en skrift som till en hel del visar sig vara föregångare både till Kuhn och Berger & Luckmann (Fleck, 1935). Kuhn kände till Fleck, men citerade aldrig honom. Enligt min uppfattning beskriver Fleck bättre hur ett tankekollektiv (paradigm) uppkommer och hur det vidmakthålls genom vissa tankestilar (paradigm i annan betydelse). Självförde jag begreppet "tankestrid" som beteckning på den process där skilda tankestilar strider om makten över kollektivet.

Du skriver: "Galileo tog den experimentella metoden till en ny nivå där experiment genererar hållbar *intersubjektiv reproducerbar information och argument* om hur världen är beskaffad". Det är det lilla ordet "intersubjektiv" som gläder mig. Fleck introducerar begreppet *tankekollektiv* som enkelt kan beskrivas som de forskare som delar samma paradigm. Naturvetenskapen bygger på intersubjektivitet och inte objektivitet som dess företrädare ofta hävdar. Det senaste jag läste i ämnet var en artikel i Illustrerad Vetenskap (Haugaard Nielsen, 2021) som beskriver ett kvantfysiskt experiment där två observatörer observerar samma fenomen men ser olika saker (Bong *et al.*, 2020). Så inte ens i fysikens mest objektiva värld finns inte objektivitet. Fast kvantfysiken har alltid varit konstig...

På den tredje sidan skriver du: "Galileo sökte och valde ut extremt avgränsade naturfenomen där endast ett fåtal faktorer till en viss noggrannhetsgrad inverkade på ett experiments utfall, där dessa faktorer dessutom kunde varieras var och en för sig". Detta tillvägagångssätt används i kvantitativa undersökningar inom samhällsvetenskapen, men med den skillnaden att de avgränsade fenomenen, variablerna, anses ge en fullständig beskrivning av det studerade fenomenet. Till yttermera visso finns en tendens att antaga att de viktigaste variablerna också är de som är lättast att mäta. Några bevis brukar dock inte anges.

När du i din jämförelse av Galileo och Aristoteles hävdar att "Trots att Aristoteles filosofiska system användes i ca 2000 år lyckades ingen med att utveckla det till ett användbart verktyg som genererar nya resultat och tillämpningar" kommer jag att tänka på Imre Lakatos' forskningsprogram (Lakatos, 1976) där han diskuterar hur man se att ett visst forskningsprogram kommer att bli framgångsrikt eller om det kommer att degenerera. Han

kommer inte fram till några tydliga kriterier. När det gäller ditt påstående om Aristoteles så tycker jag du är lite för schablonartad. Aristoteles beskrev världen, såsom han trodde den såg ut, men han var ju själv en produkt av en kultur där praktiskt arbete och tillämpningar föraktades och den rena tanken var idealet. Det var Platon som introducerade detta, men Aristoteles tog in den gamle Thales' tankar om de fyra elementen och fogade in dem i ett stort sammanhängande system. Det var dock inte hans tanke att systemet skulle leda till framgång i den mening vi nu lägger i ordet. Därför tycker jag att det är lite orättvist att jämföra honom och Galileo. Deras världar var i stor utsträckning inkommensurabla. Dock anser jag fortfarande att Aristoteles beskrivning av olika sorters kunskap i den Nichomenska etiken, bok VI, är alldeles lysande och något av det bästa som skrivits om kunskap. Hittills.

Du skriver också: " Även om naturlagar och de fenomen i naturen de beskriver har en grund som är oberoende människan så är vår kunskap och formuleringar av dessa samband beroende av både naturens och människans egenskaper, samt det mänskliga samhället." Underbar formulering och håller helt med. Matematiska bevis av satsen, t.ex. Hilberts 23 problem blir inte godkända hursomhelst utan det krävs en omfattande granskning av matematikersamfundet. Och skulle du som matematiker lägga fram ett bevis, blir det säkert lättare accepterat än om jag som idéhistoriker skulle lägga fram samma bevis.

När du pratar om solsystemet skriver du: " alla 'relevanta' storheter är dessutom operationellt definierade. Jämför detta system med hur vi använder ordet till vardags – vad är t.ex. ett samhällssystem?" Du pekar här på en väsentlig skillnad mellan naturvetenskap och andra vetenskaper. Men för mig som samhällsvetare och dessutom systemteoretiker är innebörden av samhällssystem fullkomligt klar. Samma gäller för min kollega, som satt i rummet bredvid då jag inte var tvångspensionerad. Hans (ja, det var en person som vid den tiden definierade sig som tillhörande det manliga könet och såvitt jag vet fortfarande gör det) definition var dock helt annorlunda och vi hade många roliga diskussioner om detta. Men är alla naturvetare alltid överens?

Din jämförelse i urvalsstorlek mellan fysikaliska undersökningar och samhälls- eller medicinska undersökningar är slående. Men än mer slående tycker jag att de oberoende variablerna är, dvs de förhållanden som finns kring det studerade fenomenet men vars påverkan antas vara konstant. Fysikerna har inte stora problem med att hitta en population, beskriva dess egenskaper och tolka resultatet. Intressant är dock att man matematiskt kan visa att de flesta enkätundersökningar ger felaktigt resultat. Det var en forskare som heter John Ioannidis som kom på detta och skrev en av de mest citerade artiklarna i världen (Ioannidis, 2005). Undras om det kan tillämpas på kvantmekanik också?

Du kommer in på en viktig skillnad mellan naturvetenskap och humaniora. Naturvetaren *förklarar* i termer av orsak-verkan, som kan vara mer eller mindre belagd, mer eller mindre trolig men i princip $a \Rightarrow b$. Humanisten *förstår* ett fenomen i förhållande till andra fenomen, historia, samhälle, psykologi hos inblandade personer. Naturvetarens ideal är en ekvation, humanistens ideal är en gripande berättelse. Men visst måste väl naturvetaren också förstå i icke-matematiska termer? Detta belyser du sedan. Du kommer in på en väldigt viktig sak, som enligt min mening är Vetenskapens Essens: Under vilka förhållanden stämmer detta? Naturvetaren bestämmer randvillkoren genom en rigorös metrologi (nej, det har inget med väder att göra! Mätningar är det!), samhällsvetaren och ännu mer humanisten bestämmer randvillkoren genom mer eller mindre begripliga och genomarbetade teorier, som manifesteras genom berättelser kring det studerade fenomenet.

Din diskussion kring Popper är lysande, men kan bara tillämpas inom naturvetenskapen. Ingen redaktör för någon tidskrift inom ett samhällsvetenskapligt område skulle publicera en artikel som bevisar att en hypotes inte stämmer! Det är en konsekvens av "the publication game" (Beall, 2012) och som leder till rovtidskrifter, något jag tror naturvetare också är drabbade av.

Du skriver: " Den teknologiska utvecklingen har även lett till att man fruktbart har kunnat angripa alltmer komplexa fenomen, inte minst p.g.a. den snabba utvecklingen av datorer som t.ex. tillåter allt mer avancerade datorsimuleringar". Jag vill bara påpeka, eftersom detta är mitt ämne, att datorer är strikt deterministiska och byråkratiska. De saknar totalt omdöme, något som kännetecknar stort sett varje levande människa. En dator i form av ett AI-system kan känna igen ett visst mönster av något slag, som den blivit tränad till men den kan aldrig fatta omdömesgilla beslut.

Din belysning av "modeforskning" och bibliometri håller jag helt med om! Den fria forskningen är dessvärre en myt och de enda som kan tänka fritt är vi seniorer. Strömstad akademi erbjuder möjligheter att göra det tillsammans och stimulera och berika varandras intellekt. Vi har i dagens samhälle oanade möjligheter att sprida vår information men varför är det då så svårt att få ut information om Strömstad akademi?

Du skriver: " Att notera är även att allt fler forskare använder färdiga tillgängliga dataprogram, t.ex. algoritmer för statistisk dataanalys, ofta utan att fullt förstå de program och den underliggande matematik de använder och därmed vad analysen faktiskt betyder, vilket torde utgöra en källa för systematiska fel." Jag kan inte annat än hålla med (<http://tvartankt.se/Texter/lognostat.pdf>).

Om din nuvarande forskning tycker jag att den är jätteintressant. Ett svart hål skickar inte ut någon information alls och hur kan man då utforska dess inre struktur? Jag kan inte tänka mig ett mer utmanande område! Då behöver du fantastiska teorier och du ska få en här. Då jag jobbade i Växjö rekryterade vi en professor i matematik, Andrei Khrennikov, som enligt en av medlemmarna i rekryteringsgruppen: "...spelade i en helt annan division än vi andra". Han var otroligt produktiv och dessutom provokativ. Jag fick en dag ett paper där han funderade över begreppet "entropi". Enkelt uttryckt är det ett mått på oordningen i ett visst objekt. Om man nu tänker sig en forskningsartikel om 5000 tecken och jämför den med en slumpvis sammanställning av 5000 tecken så har den senare större entropi än den förra. Att upprätthålla ordning kräver energi, så den första artikeln har mer energi än den andra. Då energi och massa är ekvivalenta ($E=mc^2$) borde den första artikeln väga något lite mer än den andra. Kanske har jag missuppfattat det hela, men jag tycker tanken är fascinerande. Kanske låg det trots allt i det när skolvaktmästaren av en journalist fick frågan om vad gjorde med gamla studentuppsatser. De skulle ju bevaras i 10 år. "Jo", sa vaktmästaren, "Vi sorterar dem först i tidsordning, sedan i alfabetisk ordning. Så bär vi ut dem på skolgården och eldar upp dem under högtidliga former!" "Men", sa journalisten, "varför sorterar ni dem först?" "Jo, för då brinner de mycket bättre" blev svaret. De var ju faktiskt ordnade och hade lägre entropi. Ett svart hål skickar då och då ut en foton, tror det är det som kallas Hawkingstrålning, och förlorar därmed lite grand energi. Efter några 10^{24} år är det tomt. Om man nu tänker så här: Strålning => energi => minskad entropi => information i form av ökad ordning, så skulle du efter några 10^{24} år kunna veta vad som hände innan hålet blev svart. OBS: Siffran 24 är inte empiriskt belagd! ☺

Fråga 1

Du säger att Principia blev ett generellt mönster för många skrifter. Samma mönster finns ju hos Euklides Elementa, det säger du själv. Varför tror du att Newton fick företräde framför Euklides? Den senare användes ju i undervisningen i geometri, faktiskt ända fram i vår tid och borde vara välkänd för alla vid den tiden!

Fråga 2

Men är alla naturvetare alltid överens? Jag har under min nästa 50-åriga tid vid svenska universitet och högskolor noterat att det är mycket mer bråk inom samhällsvetenskapliga avdelningar/fakulteter än inom naturvetenskap/teknik. Hur tror du det kan komma sig?

Fråga 3

Din metod: Experimentell metodologisk reduktionism fungerade utmärkt på Galileos tid. Efterhand som vetenskapen gjort fler och fler upptäckter har komplexiteten tilltagit. Kan man verkligen prata om reduktionism idag? Var fanns reduktionen när man upptäckte Higgspartikeln t.ex? Jag vill minnas att det var först i tredje ledet som man kunde göra pålitliga observationer.

Fråga 4

Ditt resonemang om noggrannhet och hur den kan leda till väldigt olika teorier, som t.ex. Newtons gravitationsteori och Einsteins allmänna relativitetsteori är intressanta. Ökad noggrannhet leder till studium av alltmer extrema förhållanden, t. ex. extremt hög hastighet eller extremt små partiklar. Hur långt kan vi gå i dessa extremer? Kan det finnas någon teori som omfattar Einsteins relativitetsteori? Eller består kvarkarna av några andra, ännu mindre partiklar?

Fråga 5

Det finns ett fenomen som jag är mycket intresserad av och det är feed-back-loopar, både förstärkande och förminsande. En skenande förstärkningsloop ger ju en exponentiell förstärkning och systemet kommer förr eller senare att gå över i ett annat stadium, t.ex. gå sönder. Inom klimatforskningen ser vi många exempel på loopar som bidrar till högre temperatur på jorden. Den ökar nu ännu mer än vad modellerna säger. Kan det bero på att dessa modeller bygger på metodologisk reduktionism och missar looparnas exponentiella tillväxt?

Referenser

Beall, J. (2012) 'Predatory publishers are corrupting open access', *Nature News*, 489(7415), p. 179.

Berger, P.L., Luckmann, T. and Olsson, S. (1979) *Kunskapssociologi : hur individen uppfattar och formar sin sociala verklighet*. Stockholm: Wahlström & Widstrand (Alma-serien, 101).

Bong, K.-W. et al. (2020) 'A strong no-go theorem on the Wigner's friend paradox', *Nature Physics*, 16(12), pp. 1199–1205. doi:10.1038/s41567-020-0990-x.

Fleck, L. (1935) *Entstehung und Entwicklung einer wissenschaftlichen Tatsache: Einführung in die Lehre vom Denkstil und Denkkollektiv*. B. Schwabe.

Flensburg, P. (2019) *Den stora tankestriden inom informatik en idéhistorisk analys*. Strömstad: Strömstad akademi (Acta Academia Strömstadiensis, 47). Available at: <http://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:hv:diva-14674> (Accessed: 1 February 2021).

Haugaard Nielsen, R. (2021) *Fysikerna avskaffar objektiv verklighet*, *illvet.se*. Available at: <https://illvet.se/fysik/fenomen-inom-fysiken/fysikerna-avskaffar-objektiv-verklighet> (Accessed: 14 March 2022).

Ioannidis, J.P. (2005) 'Why most published research findings are false', *PLoS medicine*, 2(8), p. e124.

Lakatos, I. (1976) 'Falsification and the methodology of scientific research programmes', in *Can theories be refuted?* Springer, pp. 205–259.

Liliequist, B. (2003) *Ludwik Flecks jämförande kunskapsteori*. Umeå: Department of Philosophy and Linguistics, UMEÅ UNIVERSITY.

B. Claes Ugglas (CU) svar och svarscommentarer till Per Flensburg (PF)

PF Fråga 1: Du säger att Principia blev ett generellt mönster för många skrifter. Samma mönster finns ju hos Euklides Elementa, det säger du själv. Varför tror du att Newton fick företräde framför Euklides? Den senare användes ju i undervisningen i geometri, faktiskt ända fram i vår tid och borde vara välkänd för alla vid den tiden!

CU Svar på PF fråga 1: Eftersom Jens Allwood ställde samma fråga (hans fråga 4) hänvisar jag till mitt tidigare svar.

PF Fråga 2: Men är alla naturvetare alltid överens? Jag har under min nästa 50-åriga tid vid svenska universitet och högskolor noterat att det är mycket mer bråk inom samhällsvetenskapliga avdelningar/fakulteter än inom naturvetenskap/teknik. Hur tror du det kan komma sig?

CU Svar på PF fråga 2: Exakt detta är utgångspunkten för Kuhn! Inom naturvetenskap finns det påtaglig konsensus om många värderingar, t.ex. mätnoggrannhet och resultat, men naturligtvis finns det även heta debatter när det gäller forskningsfronter där förståelse inte har etablerats. Utan tvivel bottnar skillnaderna mellan samhällsvetenskaplig och naturvetenskaplig diskurs om studieområdenas inneboende karaktär, något jag försökt förmedla med min text – vad man sysslar med spelar en avgörande roll för både diskurs och resultat.

Låt mig här kommentera några relationer och skillnader mellan Kuhn, Fleck och Foucault. När det gäller Kuhns idéer så bör man komma ihåg att han var en teoretisk fysiker som formades av den moderna fysikens genombrott och att han endast diskuterade vad som gällde före det andra världskriget, d.v.s., innan fysikens enorma expansion efter det andra världskriget p.g.a. Manhattanprojektet och det kalla kriget, samt omställningen till högre massutbildningar. Detta innebär t.ex. att när Kuhn pratar om vetenskapssamfund så har han typiskt ett par dussin specifika individer i åtanke; när det gäller paradigm i bred mening, den disciplinära matrisen, så är de olika elementen som ingår i den påtagligt konkreta sett ifrån ett fysikaliskt vetenskapligt perspektiv och paradigm i snäv mening, mönsterexempel, är än mer specifikt.

Detta står i bjärt kontrast gentemot Ludwig Fleck som hade ambitionen att skapa en teori för hela tänkandet. Flecks filosofiska arbeten från 1930-talet präglades av hans dåvarande

verksamhet inom medicin, som utgör en mycket mer komplicerad disciplin än fysik, inte minst när det gäller sociala interaktioner som inte bara rör sig om forskares ömsesidiga påverkan utan även involverar patienters kliniska omedelbara behov. Som en följd av detta är hans filosofi mycket bredare och luddigare, men ändå i vissa aspekter mer långtgående beskrivande, än Kuhns filosofi. Exempelvis täcker hans tankekollektiv (motsvarigheten till Kuhns vetenskapssamfund) alltifrån två individers tillfälliga diskussion till stora, långlivade, institutioner, t.ex. religiösa samfund. Även begreppet tankestil, som är en produkt av flera tankekollektiv, är ett mycket bredare begrepp än Kuhns paradigm; exempelvis tar Fleck med känslöstämningars betydelse, något som inte finns med i Kuhns arbeten. Det är därför inte så märkligt att fler kan identifiera sig med Flecks idéer om tankekollektiv och tankestilar än Kuhns mycket snävare paradigmbegrepp, som dock ofta snarast tolkas i något som påminner om Flecks tankekollektiv och tankestilar. En annan följd av Flecks bredare begrepp är att han ser vetenskaplig utveckling som mycket mer kontinuerlig (och komplex) än Kuhns beskrivning i form av paradigmskiften och vetenskapliga revolutioner.

Skillnaderna mellan Kuhn och Michel Foucault är ännu större än mellan Kuhn och Fleck. Makt, speciellt normaliserande makt, d.v.s. kontingenta sociala beteendemönster som vi tar för givna (som ibland gynnar makteliter) som Foucault hävdar genomsyrar varje samhälle, är centralt för Foucault, men något Kuhn aldrig diskuterar. Enligt Foucault så är vetenskap och makt nära knutna till varandra – vetenskaplig kunskap är t.ex. en viktig del av de sociala strukturer som omger oss och denna kunskap utgör en viktig standard för normalisering. Både Kuhn och Foucault ser vetenskaplig historia som påtagligt mer diskontinuerlig än Fleck, men Foucaults idé om *episteme* är mycket bredare än Kuhns paradigm.

Enligt Foucault är ett episteme en uppsättning regler/uppsättning antaganden vi inte är medvetna om. Dessa styr språket och dess logik, vårt tänkande och våra värderingar, och därmed vad vi uppfattar och intresserar oss för, etc.; detta möjliggör och skapar i sin tur vår kollektiva känsla för ordning och meningsfullhet, något som även inkluderar all vetenskaplig diskurs under en tidsperiod i ett visst samhälle. Hos Foucault försvinner individen ännu mer än hos Kuhn, vetenskap är enligt Foucault styrt av storskaliga processer inom vetenskap och det omgivande samhället där individer inte ens är (fullt) medvetna om varifrån våra värderingar kommer och varför vi tänker, fattar beslut och agerar som vi gör (i kontrast gentemot Kuhn som hävdar att de fysikaliska vetenskaperna primärt är internt medvetet drivna). Detta leder till en rad skillnader mellan ett paradigm och ett episteme:

Ett paradigm består av ingredienser som forskare är medvetna om – ett episteme bygger på regler de inte är medvetna om.

Ett paradigm är specifikt för en fysikalisk snäv disciplin – ett episteme involverar all vetenskap.

Ett paradigm har en kortare levnadstid än ett episteme; enligt Foucault har det bara funnits tre episteme under de senaste fem århundradena inom västerländsk kultur (renässansen, det klassiska epistemet, det moderna epistemet) där skiftena skedde under 1600-talet (den vetenskapliga revolutionen) och 1800-talet (den industriella revolutionen), avslöjade av skiften av regler och regelbundenheter i den vetenskapligt språkliga diskursen (till skillnad från Kuhn, som fokuserar sig på snäva fysikaliska företeelser, så betonar Foucault ett brett språkligt perspektiv).

PF Fråga 3: Din metod: Experimentell metodologisk reduktionism fungerade utmärkt på Galileos tid. Efterhand som vetenskapen gjort fler och fler upptäckter har komplexiteten tilltagit. Kan man verkligen prata om reduktionism idag? Var fanns reduktionen när man upptäckte Higgspartikeln t.ex? Jag vill minnas att det var först i tredje ledet som man kunde göra pålitliga observationer.

CU Svar på PF fråga 3: Människans ändlighet och behov leder till att all vetenskaplig verksamhet innehåller såväl reduktionistiska som holistiska element, även om dessa varierar beroende på studieobjektets karaktär. Galileos metodologiska reduktionism är en väldigt speciell form av reduktionism som fångar och utnyttjar en del av naturens inneboende egenskaper, t.ex. att det finns gigantiska stabila skillnader inom vissa likheter som massa, storlek, etc. Ja, detta utnyttjas mer eller mindre explicit och implicit överallt inom naturvetenskapen, inte minst i högenergifysiken som är baserad på bl.a. vakuumteknologi för att i möjligaste mån minska antalet relevanta fysikaliska faktorer, vilket t.ex. var helt avgörande för upptäckten av Higgspartikeln. Detta innebär dock inte att saker och ting automatiskt blir enkla, utan bara enklare än vad de annars hade varit. Över tid har man angripit allt mer komplexa fysikaliska problem. Detta har krävt att man kompletterat Galileos metodologiska reduktionism med en mängd olika redskap och metoder, t.ex., olika teknologier, såväl fysiska som kognitiva i form av t.ex. matematik, statistisk dataanalys av gigantiska datamängder (t.ex. när det gäller Higgspartikeln), etc..

PF Fråga 4: Ditt resonemang om noggrannhet och hur den kan leda till väldigt olika teorier, som t.ex. Newtons gravitationsteori och Einsteins allmänna relativitetsteori är intressanta. Ökad noggrannhet leder till studium av alltmer extrema förhållanden, t. ex. extremt hög hastighet eller extremt små partiklar. Hur långt kan vi gå i dessa extremer? Kan det finnas någon teori som omfattar Einsteins relativitetsteori? Eller består kvarkarna av några andra, ännu mindre partiklar?

CU Svar på PF fråga 4: I stort sett alla (teoretiska) fysiker förväntar sig att det finns än bättre teorier (i meningen empirisk noggrann och bred korrespondens med den fysiska verkligheten). Strängteori är ett exempel på ett försök att gå bortom Einsteins relativitetsteorier och till mer fundamentala och mindre beståndsdelar än kvarkar. Än så länge finns dock inget empiriskt stöd för denna teori (som snarast är ett kollage av matematiska strukturer) som därmed endast är en spekulat.

PF Fråga 5: Det finns ett fenomen som jag är mycket intresserad av och det är feed-back loopar, både förstärkande och förminsande. En skenande förstärkningsloop ger ju en exponentiell förstärkning och systemet kommer förr eller senare att gå över i ett annat stadium, t.ex. gå sönder. Inom klimatforskningen ser vi många exempel på loopar som bidrar till högre temperatur på jorden. Den ökar nu ännu mer än vad modellerna säger. Kan det bero på att dessa modeller bygger på metodologisk reduktionism och missar looparnas exponentiella tillväxt?

CU Svar på PF fråga 5: Nej. Däremot är det oerhört svårt att ha fullständig kontroll på alla faktorer som inverkar på klimatet och de ingredienser som finns i de många feedbackloopar som klimatmodeller involverar, men man blir allt bättre på detta. Det är dock omöjligt att beakta oväntade händelser som t.ex. gigantiska vulkanutbrott och det är synnerligen svårt att

ta hänsyn till vissa tröskeffekter, som t.ex. när, i vilken grad och geografisk utsträckning, etc., klimatförändringar leder till metanutsläpp. Det är därmed väldigt svårt att göra helt säkra förutsägelser, men retroaktivt fungerar klimatmodeller numera väldigt bra, vilket är av betydelse för allt fler områden som t.ex. biologi och historia. Slutligen, bara för att oväntade saker kan ske, innebär inte att nuvarande klimatmodeller inte under många omständigheter ger rättvisande besked som bör ligga till grund för politiska beslut; jag skulle t.o.m. hävda att de ger ett bättre beslutsunderlag än de som ligger till grund för nästan alla politiska beslut...