

1 Okasha, kapitel 1

Okasha spørger først, hvad videnskab egentlig er. Det kan ikke udelukkende være noget, der prøver at forklare og forstå verden omkring os, idet fx religion prøver det samme. Han foreslår, at det – måske – kunne være metoderne – eksperimenter og videnskabens observerende natur – der kendetegner den, men heller ikke disse gør den eksklusiv, og der er fx nogle videnskab, fx astronomi, der ikke foretager eksperimenter.

Rødderne til moderne videnskab blev lagt i en periode af enorm udvikling fra omkring 1500 til 1750, som bliver kaldt den videnskabelige revolution. Før var aristotelismen dominerende, som blandt andet troede på, at alt var udgjort af de fire elementer. Kopernikus satte revolutionen an med sin heliocentriske model af universet, hvor jorden mister sin unikhed. Han blev mødt af modstand fra kirken, men inden for 100 år var hans model accepteret med blandt andet hjælp fra Kepler og Galilei. Kepler blev påvirket af dette og opdagede, at planeter ikke bevæger sig i cirkler, men i ellipser – hans første lov. Hans tre love løste problemer, som flere astronomer havde grublet længe over indtil da. Galilei rettede et teleskop ud mod universet og så flere ting, som var i konflikt med det aristoteliske syn.

Galilei er dog langt mere berømt for sin lov om frit fald – at frit faldende objekter falder lige hurtigt, hvor vægten ikke spiller nogen rolle, og at deres acceleration er uniform. Han bliver betragtet som den første moderne videnskabsmand, og han var den første, der viste, at matematik kunne beskrive fysisk virkelighed. Dette er selvfølgelig kotyme nu, men matematikken blev set som udelukkende at have noget at gøre med abstrakte objekter dengang. Galilei var også den første eksperimentelle fysiker i en verden, der ikke troede på, at eksperimenter gav anledning til noget som helst. Hans tilgang var empirisk, og den smittede selvfølgelig af på eftertiden.

Descartes kom også med banebrydende teorier, der gav anledning til såkaldt kartesisk fysik. Revolutionen kulminerede imidlertid med Newton, der med sin store fede bog fremsagde, at ethvert legeme i universet tiltrækker ethvert andet legeme i universet. Han var i stand til at forklare dette ved brug af enormt veludviklet matematik – det vi i dag kender som analyse – og Keplers og Galileis eksperimenter og teorier viste sig at være direkte konsekvenser af Newtons teorier. Hans fysik erstattede hurtigt den kartesiske.

Relativitetsteorien (Einstein) og kvantemekanikken var 1900-tals-teorier, der dog fremsagde, at den newtonianiske teori ikke gjaldt for hhv. objekter med meget store masser og objekter af subatomar størrelse. Det er indiskutabelt, at disse to teorier har påvirket fysikken i enorm grad, men om de er sande, er selvfølgelig stadig under diskussion. Dette skyldes, at teorierne er meget abstrakte, og er svære at forstå uden umiddelbart kendskab til fysik. Den newtonianske appellerer klart nemmere til forståelsen end de to.

I biologien kom Darwin med sin teori om naturlig selektion – at nutidige

arter har udviklet sig fra ældre arter. Naturlig selektion forekommer, når nogle organismer får mere afkom end andre, afhængigt af deres fysiske karakter, hvorpå afkommet kommer til at omstille sig bedre og bedre til miljøet. De arter med de bedst egnede egenskaber til et miljø bliver altså dem, der er flest af i et miljø – de stærkeste overlever, hvor de stærkeste selvfølgelig er relativt. For eksempel fandtes der både mørke og lyse birkemålere i England, men under den industrielle revolution blev mange af træerne, hvor birkemålerne var i ly, gjort sorte af sod. Dette gjorde, at de sorte havde mindre chance for at blive ædt af større arter, og inden længe var der langt flere mørke end lyse. Darwins teori var også, at nogle arter simpelthen blev til nye arter afhængigt af den biologiske niche de befandt sig i.

Opdagelsen af DNA var også revolutionerende inden for biologien, og gav anledning til den gren af biologi, vi kalder molekylærbiologi. Vi har igennem tiden brugt flere og flere ressourcer på videnskabelig efterforskning. Væsentligt er, at der nu findes rigtig mange forskellige videnskaber, hvoriblandt de nyere er kognitiv videnskab (der beskæftiger sig med den menneskelige hjerne, tankemønstre etc.) og sociologien.

Videnskabsfilosoffer diskuterer, hvad videnskabsmænd selv tager for givet, fx slutning ved induktion, og studerer de metoder, hvori videnskaben bliver foretaget. Flere videnskabsmænd, fx Newton, Descartes og Einstein, har dog også interesseret sig for videnskabsfilosofiske problemer, så det er ikke udelukkende af filosofisk interesse, at videnskabsfilosofi kan være relevant. De færreste videnskabsmænd tænker dog filosofisk selv, hvilket Okasha siger kan skyldes den videnskabs specificerede natur, at der ikke bliver efterladt plads til det.

1.1 Popper

Popper siger, at en videnskabelig teori er videnskab, hvis teorien er falsificerbar; altså hvis teorien laver nogle definitive forudsigelser, som kan testes imod erfaring. Hvis forudsigelserne er forkerte, så er teorien forkert og den afvises; en videnskabelig teori er altså videnskab, hvis den ikke nødvendigvis er kompatibel med enhver mulig hændelse i erfaringsverdenen. Popper skelner mellem videnskab og pseudovidenskab, hvor han bruger den marxistiske teori om verdenshistorien og Freudianismen som eksempler på pseudovidenskab, idet de kunne gøres kompatible med enhver hændelse. Marxismen kom med ad hoc-forklaringer på hvorfor tingene ikke var som de forudsagde, som var i symbiose med deres teori.

Einsteins teori om generel relativitet kom med en forudsigelse om at stråler fra stjerner ville afbøjes mod solens gravitationsfelt. Under en solformørkelse kunne dette faktisk observeres, og dette mente Popper gjorde teorien videnskabelig. Det kunne have slået fejl, hvorpå man ville have forkastet teorien, men det gjorde det ikke.

Denne teori kan dog få noget kritik, for hans opdeling af videnskab og

pseudovidenskab kan betones, som man vil det lige så. For eksempel prøvede man at finde en forklaring på hvorfor Uranus bevægede sig så mærkeligt, hvorpå det blev postuleret, at der måtte findes noget i den modsatte retning af solen, der trak. Dette førte til opdagelsen af Neptun, og dette ville man jo ikke bare kalde pseudovidenskab. Alligevel synes det at passe til parameterne, da det bare var en slags bortforklaring.

Dette synes altså at gå imod Poppers teori. De fleste videnskabsmænd vil jo ikke bare forkaste deres teorier med det vuns, når det kommer til stykket. De vil forsvare den, og vi opnår jo ingenting hvis vi forkaster vores tro når der kun er én ting der går imod den. De færreste teorier har ingen modstand på denne måde. Popper mener i alt dette, at der må være noget, der forener al videnskab - hvis Freud og Marx' teorier mangler lige netop det. Men videnskab er jo en aktivitet, som har mange ansigter og former. Begrebet er løst.

2 Okasha, kapitel 2

En *deduktiv inferens* er en sammenhæng mellem præmisser og en konklusion, således at hvis præmisserne er sande, er konklusionen det også. Fx alle bjørne hedder Mads, og jeg er en bjørn; ergo må jeg hedde Mads. Det betyder ikke noget, at præmisserne ikke nødvendigvis er sande, for at inferensen er deduktiv; man kan bare ikke konkludere noget.

En *induktiv inferens* er en slutning, hvor præmissernes sandhed ikke nødvendigvis omfatter konklusions sandhed, men hvor man er tilbøjelig til at slutte konklusionen alligevel på baggrund af vaner/tidligere oplevelser/andre faktorer. Fx de fleste bjørne jeg har hilst på hed Mads, der er en bjørn, jeg ikke har hilst på, han må hedde Mads (om end det er noget vagt eksempel). Vi er meget meget tilbøjelige til at slutte via induktion, selvom det selvfølgelig er mere usikkert end deduktion – konklusionen behøver ikke at være sand. Verden ville dog være et meget upålideligt sted, hvis ikke vi troede på induktion.

Videnskaben bruger induktion ofte, meget endda. Man starter jo netop med (relativt, i forhold til alle mulige) få data og prøver at lave en *generalisering*. Induktions rolle kan sløres af måden vi forelægger ting på - for eksempel kan siges, at man har fundet "et eksperimentelt bevis" for at noget er uskadeligt, selvom man selvfølgelig ikke kan vide, at det gælder for alle mennesker. "Bevis" bør jo kun bruges i forbindelse med deduktion.

2.1 Popper

De fleste mener, at man ikke kan lave videnskab uden at bruge induktion. Det mener Popper ikke nødvendigvis er tilfældet. Man kan ikke slutte deduktivt ud fra en samling data, at en teori er sand. Men falskheden kan vises nemt ved at finde et modeksempel. Imidlertid er dette svært at holde

som basis for videnskabelig udvikling, idet vi jo ikke ønsker at vise, at vores teorier er falske – man tænker jo ikke, “hmm, jeg håber, at den gode ide jeg har fundet ikke passer”. Popper blev påvirket af Hume efter det følgende.

2.2 Hume

Hume mener, at vi ikke kan give nogen god grund til, at vi bruger induktion. Vores tro på, at induktive inferenser holder, kan ikke retfærdiggøres på rational vis, og vi kan ikke forklare hvorfor. Vi tager for givet, at naturen er uniform. Dette kan vi ikke vise, at den er, idet det er nemt at forestille sig et univers, hvor den ikke er, hvor ikke alle bjørne hedder Mads. Skal vi slutte, at uniformiteten er sand, kræver det i sig selv et induktivt argument! Selvom den har været uniform et godt stykke af vejen indtil nu, omfatter det jo ikke, at den også vil være uniform i morgen. Skal man overbevise nogen om, at induktion er godt for ham, bliver man nødt til at bruge induktion – not good enough, ville han sige. Dette er Humes problem.

Induktion, mener Strawson, er en af de standarder vi bruger for at se om konklusioner om verden er rimelige. At spørge om induktion selv er rimeligt, giver ikke mening.

Vi kan ikke drømme om at få et svar på, om naturen er uniform og om induktion er rimeligt derfor. Jeg siger, so what. Vi er nødt til at fundere en tro på, at vi kan stole på, at verden er i morgen som den var i dag. Vi har ingen sikker viden, hvis vi ser helt heraklidisk på verdens natur, og verden ville være noget nær tortur, hvis vi skulle bekymre os om mere. Induktive argumenter er ikke logisk korrekte, men de er en vigtig bestanddel af menneskelig opførsel, om end den i nogle tilfælde er foragtelig på grund – den giver grobund for fordomme, men fordomme er svært for nogle at modstå. Det afhænger af menneskets natur, om induktion har en indflydelse.

2.3 Inferens til bedste forklaring

Der mangler ost, og man hørte skrabelyde på væggen i går nat: der er en mus! Måske, ja, men det kunne også være, at lille Timmy var sulten i går aftes og at der senere kom en indbrudstyv, som valgte at skrabe et skrabelod på væggen. Alligevel synes de fleste, at det med musen er den bedste forklaring.

Inferens til bedste forklaring er når man konkluderer noget som bedste forklaring på nogle sande præmisser, om end det selvfølgelig ikke direkte medfører sandhed. Dette har noget tilfælles med induktion, nemlig at man nødvendigvis slutter en sandhed, og man kan spørge sig selv, hvilken af de to er mere grundlæggende. Hvis man konkluderer, at noget må være sådan ud fra nogle enkelte prøver, kan det være fordi det er den bedste forklaring! Men omvendt kan vores bedste forklaring også skyldes et induktivt argument, altså en antagelse om at noget må være sådan, hvorfor det så er den bedste

forklaring.

Hvorfor en bedste forklaring er så bedre end andre forklaringer, kan have noget at gøre med et sparsommelighedsprincip, 'less is better' - fx museepisoden. Den mindst komplekse forklaring er til tider den mest appellerende. Imidlertid ved vi jo ikke, om universet er simpelt eller komplekst, så objektiv sandhed kan vi ikke direkte få – sådanne inferens afhænger af vores egne tilbøjeligheder.

Efterfølgende i kapitlet skriver Okasha om sammenhængen mellem induktive slutninger og sandsynlighed. Der er en subjektiv fortolkning af sandsynlighed, fx når jeg siger, at sandsynligheden for at ens næste barn bliver et får er -3 til 1.000.000.000, hvor det egentlig beskriver hvor stor jeg tror, at sandsynligheden er, eller en logisk fortolkning, at vi har objektiv evidens for, at sandsynligheden er så lav - denne koncentrerer vi os om.

Interessen i sandsynlighed for videnskabsfilosoffer er, at sandsynlighed jo indgår i mange vigtige lov, som for eksempel Mendels princip, hvor der er lige stor chance for at et gen i en mor eller et gen i en far findes i et afkom. Men det kræver jo induktion at slutte, at der er stor sandsynlighed for at alle ting gør sådan, fra at alle observerede ting gør sådan. Humes problem kan ikke løses med sandsynlighed.

3 Okasha, kapitel 3

Okasha vil prøve at redegøre for, hvad en videnskabelig forklaring egentlig er. Moderne videnskab har kunnet klargøre for os, hvordan nogle ting fungerer, men hvordan fungerer en forklaring?

Hempel (og Oppenheim) har konstrueret en *deduktiv-nomologisk model* som svar på dette spørgsmål. Forklaringer har typisk en logisk struktur, med præmisser og en derpå følgende konklusion. Konklusionen siger, at situationen faktisk opstår, og præmisserne forklarer, hvorfor konklusionen er sand. Skal man forklare noget, er det derfor at opbygge den præcise relation mellem præmisser og konklusion, så man faktisk kan konkludere en sandhed.

Hans krav var tre: præmisserne skulle være sande, præmisserne skal medføre konklusionen og præmisserne skal indbefatte mindst én naturlov. Forklaringen er altså at vise, at det følger deduktivt af en række sande præmisser. Vi har altså en række naturlove, samt nogle partikulære fakta, og bruger disse deduktivt til at beskrive hvorfor vi er endt i en situation. For eksempel kan jeg forklare, at min ræv er blevet dårlig, fordi ræv bliver dårlige af ikke at spise (naturlov), og jeg har ikke fodret den på det seneste (partikulært fakta).

Det forklarede kan selvfølgelig både være noget partikulært fakta, som ovennævnte, eller en naturlov. "Nomologisk" kommer af det græske nomos,

som betyder lov, og det er herfor klart, hvorfor denne model har fået dette navn. Det er, som Hempel selv bemærker, ikke alle forklaringer, der kan skematiseres således, men hvis forklaringerne skulle udpensles, så ville de være på ovenstående form. Fx kunne jeg forklare, at min hånd brændte, blot ved at sige, at jeg havde hældt alkohol på og sat ild til. Ingen love der, men først når jeg udpensler, hvad der sker, når jeg sætter ild til alkohol. Dog er der måske nogle forklaringer, som ikke kan udpensles ned til en lov, så det er ikke sikkert, at modellen kan bruges på alle forklaringer – modellen er måske for streng.

Hempel siger også, at forklaring og forudsigelse er to sider af samme sag. Når vi giver en forklaring på en situation, kunne vi essentielt have forudset situationen ud fra vores deduktion¹. Omvendt kunne vores forudsigelser også potentielt udgøre en forklaring²!

Den væsentligste kritik mod denne lov er at den kan bruges på forklaringer, som ikke er rigtige forklaringer. Den tillader os altså at forklare fænomener med forkerte forklaringer, hvilket er et tegn på, at modellen tager sig for mange friheder.

3.1 Kritik af den deduktive-nomologiske model

- Asymmetri (flagstangen)
- Relevans (Jørgens p-pille)

Skal vi forklare, at en skygge, som bliver kastet af en flagstang, er så og så lang, vil vi ifølge modellen bruge nogle naturlove, som at lys bevæger sig i rette linjer samt matematiske love, og partikulære fakta, som flagstangens højde, til at forklare længden af skyggen.

Problemet opstår, når vi bytter om på konklusion og vores partikulære faktum, at flagstangen er så og så høj. Vi har ikke gjort noget, som forbryder sig imod modellen - præmisserne er stadig sande og omfatter (i hvert fald til en vis grad) den nye konklusion, men vi vil ikke kunne forklare flagstangens højde på det grundlag. Den egentlige forklaring er jo, at et menneske har valgt at gøre den så høj. Modellen tillader altså noget at være en forklaring, når den ikke er det.

Dette eksempel viser klart, at forklaring er et asymmetrisk fænomen (hvis x forklarer y , gælder det ikke nødvendigvis omvendt), hvor modellen tillader forklaringer at være symmetriske, og eksemplet holder heller ikke stik med, at forudsigelse og forklaring er det samme. Vi *forudså* jo netop, at flagstangen var så og så høj, men forklarede det ikke.

¹Newton kunne forklare de elliptiske planetbaner ud fra sine love, selvom han essentielt også kunne have forudset det, hvis Kepler ikke havde fundet ud af det.

²Hvis man forudså, at en art døde på grund af dit og dat, kunne man bruge sin deduktion i forudsigelsen til at forklare deres senere uddøen.

Et andet problem er også, at modellen også tillader irrelevante argumenter, som når Jørgen spiser p-piller og undrer sig over, at han ikke får børn. Modellen har også altså et problem med relevans.

3.2 Mulig løsning: At forklare er at finde årsagen til et fænomen (kausalitet)

Hvad virker så, hvis modellen ikke gør? En anden løsning kunne være *kausalitet* – forholdet mellem årsag og virkning. I nogle tilfælde har dette en masse tilfælles med ovenstående model, for at deducere situationer fra generelle love er at give årsagen til at situationen opstod.

Vi ser, at kausalitet forklarer flagstangssituationen med sikkerhed - her tager kausalitet altså højde for asymmetri, hvilket selvfølgelig også kan have noget at gøre med at årsagsgiven er asymmetrisk³ Hvis altså vi accepterer, at det at give en forklaring er at give årsagen til det, vil kausalitetens asymmetri også medføre forklaringssituationens asymmetri. Desuden vil årsagen også give en korrekt forklaring på Jørgens problem – at hans køn er skyld i, at han ikke får børn – og tager dermed højde for relevans.

3.3 Kritik af kausalitet

- Hume: Årsager kan ikke direkte observeres og findes derfor ikke!
- Årsager er sjældent veldefinerede - multikausalitet!
- Ikke alle forklaringer er årsagsforklaringer, fx reduktioner (Okasha)

Fordi vores problemløsning nemt ses at kunne løse ovenstående problemer, kunne man kritisere Hempel for ikke at tage højde for dette, hvis ikke det var fordi at man vidste at Hempel var empirist.

Empirismen siger, at al viden kommer af erfaring. Hume, en af de ledende empirister, siger, at det er umuligt at observere kausalitet; derfor findes det simpelthen ikke. Er det ikke objektivt fakta, at hvis jeg taber et glas, så går det i stykker? Det mener Hume ikke er tilfældet. Det er rigtigt, at de fleste glas man har tabt er gået i stykker, men kausalitet lægger mere i dette end som så. Med kausalitet er der en direkte forbindelse mellem årsag og virkning, mellem tab of glas og ituslåen af glas. Ifølge Hume er det eneste vi ser, at nogen taber glasset, og så efterfølgende at glasset går i stykket. Vi ser ikke den forbindelse der er mellem de to begivenheder.

Vi er dog mere tilbøjelige til at holde mere på en kausalitetsforklaring end ovenstående – det hjælper os til at forstå verden bedre, synes vi. Men er disse forklaringer så alt hvad vi behøver? Nej, fordi visse forklaringer ikke er kausale. Såkaldte *teoretiske identifikationer* er eksempler på steder, hvor hverdagsbegreber identificeres med begreber knyttet til en bestemt teori. Hvis noget er lavet af H_2O , medfører det ikke, at det er lavet af vand –

³Hvis x er årsag til y , så er y ikke årsag til x .

det *er* vand. Disse forklaringer er dermed ikke kausale. Kan disse forklaringer accepteres som egentlige forklaringer, så giver kausalitet ikke altid den forklaring vi søger.

Oftest støder vi også på, at det er rigtig mange ting, der kunne forklare noget. Når vi sidder i en kørende bil, og nogen spørger hvorfor den kører, kan det skyldes mange ting, der alle sammen er lige afgørende: nøglen er drejet, speederen er trådt, der er benzin på, en magisk ko på 140 ton ligger ikke ovenpå osv. Det er selvfølgelig først når vi spørger hvorfor den ikke kører, at kausalitet kan forklares væsentligt, men her har vi stadig et problem.

3.4 Kan videnskab forklare alt?

Der er mange ting vi endnu ikke har forklaret med vores videnskab - universets oprindelse etc. Der er ingen grund til ikke at tro, at vi på et eller andet tidspunkt finder ud af hvad forklaringen var; godt nok er problemerne i mange tilfælde ikke nemme, og vi kan ikke garantere, at vi nogensinde finder en forklaring, men man kan lige så godt tro det ene som det andet i dette tilfælde.

Men kan vi forklare alt, eller er der noget, der ikke kan forklares? Hvis vi tror, at vi kan forklare alt, er vi måske arrogante, men vores videnskab udvikler sig rigtig hurtigt, og på et eller andet tidspunkt kunne det tænkes, at vi ville være i stand til at forklare noget, vi ikke kunne dagen før. Nogle tror, at det er umuligt; hvis vi skal forklare en ting, må vi referere til en anden ting, men hvordan forklarer vi den? **(UENDELIG REGRES)**

Spørgsmålet er så, hvad er det, som vi ikke vil kunne forklare? Nogle tror, at bevidsthed er uforklarligt – når vi ser en gyser, føler vi noget specielt, men hvis nogen tog vores hjerne en dag og forklarede hvorfor vi følte de ting vi følte, i stedet for en anden følelse, ville det så være en forklaring? Nogle siger ja, andre siger nej. Dem, der siger nej, ville sige, at vi højst kunne sige, hvilke fysiske forbindelser følelser havde i vores hoved, men man ville ikke kunne forbinde subjektive følelser med objektiv viden om hjernen. Det er op til tiden at vise, at der findes en neurologisk videnskab, som ender med at kunne sige, hvorfor vi føler, hvad vi føler. Jeg tror det ikke helt selv – jeg vil i hvert fald ikke kunne finde argumenterne helt overbevisende, men det er måske fordi jeg er glad for at være speciel og ikke at blive reduceret til en bunke fysik.

Andre eksempler som videnskaben har svært ved at forklare kunne være æstetiske egenskaber, etiske egenskaber, sociale fænomener (fx økonomi) og liv.

Okasha spørger til sidst, hvorfor en verden der består af fysiske entiteter ikke kan reduceres til fysik. Hvorfor er biologien ikke set som en gren af fysik, for eksempel, eftersom alle biologiske entiteter i bund og grund er fysiske? Nogle mener, at det er fordi de ting man studerer i videnskaber af højere niveau end fysik er 'multipelt realiseret' på fysikniveauet. Et askebæger kan

fx have mange forskellige fysiske former, selvom det altid vil være et askebæger i en anden forstand. Vi kan dermed ikke definere hvad et askebæger er, i fysisk forstand; der er ikke noget 'x er et askebæger hvis og kun hvis x er...' i fysik. Vi vil altså ikke kunne forklare nogensinde hvad et askebæger er udelukkende i fysiske termer, hvilket er grunden til at videnskaber på de højere niveauer er autonome i forhold til fysik og andre videnskaber.⁴

- Multipel realisation: Et fænomen som smerte kan fysisk realiseres på mange måder (afbildningen fra domænet af hjernetilstande til mentale tilstande er surjektiv, ikke injektiv). Derfor kan smerte ikke defineres på det fysiske niveau.

4 Okasha, kapitel 4

Her beskriver Okasha realisme og anti-realisme samt argumenterne for begge sider. Jeg tager mit fra fremlæggelsen "Eksistensen af teoretiske objekter":

Videnskabelige realister mener, at målet med videnskaben er at komme med en sand beskrivelse af verden og de mener dermed, at de resultater og teorier vi kommer frem til er sande. Fx tror realister, at elektroner eksisterer. Videnskabelige anti-realister mener derimod, at målet med videnskaben er at komme med en sand beskrivelse af den del af verden, der kan observeres. Målet med den del, der ikke kan observeres, er i stedet at komme med en mulig beskrivelse, der er god nok til at forklare og forudsige fænomener. Derfor mener anti-realister ikke, at det kan afgøres om elektroner eksisterer eller ej, da de ikke kan observeres. Anti-realisme bliver også kaldt instrumentalisme, da de ser videnskabelige teorier som et redskab til at forudsige fænomener.

Realists think we should interpret all scientific theories as attempted descriptions of reality; anti-realists think this interpretation is inappropriate for theories that talk about unobservable entities and processes.

- Mod realister: Underbestemthedsesen: mange forskellige teorier?
- Mod anti-realister: Hvad er observerbart/uobserverbart?
- Mod anti-realister: No miracles

Underbestemthedsesen: realister mener, at en bestemt teori er sand, da der kan udledes observerbart data, der passer på teorien. Anti-realisten siger her, at dataen underbestemmer teorien – der kan findes mange andre teorier, hvor det observerede bliver understøttet. Realisten vil dog her sige, at dette ikke sker i praksis, og ofte vil en teori være meget mere sandsynlig end en anden (fx vil den måske klargøre mere generel videnskab eller være

⁴Måske er celler et bedre eksempel, s. 57.

mere i overensstemmelse med andre teorier). Det har også ofte været svært at finde flere teorier, for ikke at sige nogen.

Hvis man endvidere er konsekvent med tesen, vil man kun få viden af ting, som rent faktisk er blevet observeret. Bare fordi man ser et krater på månen, kan man ikke konkludere at et meteor har ramt månen, da der faktisk kunne være en anden forklaring. Dette vil betyde, at man ikke ville kunne tro på de fleste teorier vi har om jorden; fx at dinosaurer levede. De færreste vil jo acceptere denne position.

Okasha foreslår, at underbestemthed i virkeligheden bare er en anden version af induktion. At vi siger, at vores teori ikke er den eneste, som bliver medført af data, er at sige, at inferensen fra data til teori er ikke-deduktiv.

Observerbart/uobserverbart: Realister mener, at anti-realisters måde at betragte videnskaben på ikke er holdbar, idet der ikke er et klart skel mellem hvornår noget kan observeres og ikke observeres. Dog er der heller ikke en klar definition på, hvornår en person er skaldet eller vand er varmt, men på trods af dette er konceptet stadig tydeligt.

No miracles: Hvis mange forskellige forsøg, resultater og fænomener alle støtter en bestemt teori vil realister mene, at denne teori må være sand. Det ville nemlig være et utroligt tilfælde, endsige et mirakel, hvis enten entiteterne i teorien ikke fandtes, eller hvis en anden teori passede lige så godt. Dette er en inferens til bedste forklaring fra realisternes side, at en teori er sand, hvis den passer empirisk set. Hvis ikke atomer og elektroner eksisterede, ville det være et mirakel, at forklaringerne passede.

Historisk set er det dog sket flere gange, at en teori har været empirisk god men er blevet forkastet, fx flogistonteorien (der kom flogiston, når ting brændte) eller æteren (et usynligt medium som lysbølger bevæger sig igennem; det findes ikke). Hvorfor skulle det ikke kunne ske for de teorier vi har nu? Realister modificerer argumenter ved at sige, at teorien ikke nødvendigvis var sand, men bare meget tæt på sandheden; der er dog stadig nogle af eksemplerne, der holder, fx æter.

5 Okasha, kapitel 5

Videnskaben ændrer sig hurtigt i forhold til andre områder af menneskets interesseområder. Man kan spørge, om ændringerne følger et decideret mønster, når et område ændrer sig, og ændrer sig igen og igen – dette spørgsmål er blandt andet et af Thomas Kuhns afsæt i sin bog *The Structure of Scientific Revolutions* fra 1963.

Den dominerende filosofiske skole efter krigen var den *logiske positivisme*. Disse havde et rigtigt øje til matematik og fysik, og var imponeret af de udviklinger der var foregået i begyndelsen af århundredet; de havde et håb om at gøre filosofien mere 'videnskabelig' for at opnå samme udvikling. De var tiltalt af den tilsyneladende objektivitet i videnskaben; man kunne sammen-

ligne teorier med direkte fakta i form af eksperimenter og opnå en ubetonet kvalitetsbestemmelse af en teori – den sikre vej til sandhed!

Dog havde de ikke meget tilovers for videnskabshistorien. De skelnede meget kraftigt mellem *context of discovery* og *context of justification*, hvor det første var selve processen, der førte til teorien (en subjektiv sag uden relevans, når man søgte sandhed), og det sidste var arbejdet med teorien, eksperimenter og hvordan man ville vise teorien, noget rent objektivt (i relation til ovenstående afsnit, selvfølgelig). Videnskabsfilosoffer skulle kun kigge på det sidste.⁵ Positivismen var meget ahistorisk.

En anden ting ved positiverne var at de troede på, at der virkelig fandtes neutrale, observationsgivne fakta. Med disse kunne man sammenligne to rivaliserende teorier og afgøre hvilken der var bedst.

Videnskaben ifølge positivismen:

- Interesseløs, objektiv iagttagelse
- Fordomsfri analyse
- Generalisering til almenlove (induktion)
- Forudsigelser på baggrund af almenlove (deduktion)
- Meningskriteriet: En sætning om verden er kun meningsfuld, hvis den oversættes til sætninger om direkte sanseindtryk (ex 'her er en positron' bliver til 'jeg kan observere de og de spor i mit tågekammer')

Kritik:

- Hvad betyder meningskriteriet?
- Det er ikke logisk gyldigt at bruge induktive argumenter
- Observationers teoriladethed

5.1 Kuhn

Kuhn var videnskabshistoriker, og mente, at positiverne gjorde fejl i ikke at fremhæve historien som essentiel for videnskaben. Hans bog omhandler netop revolutioner; altså perioder i tiden, hvor i forvejen accepterede ideer erstattes af nye ideer.

Disse revolutioner sker forholdsvis sjældent. Den videnskab, man laver i perioder, hvor der ikke er revolutioner, kalder Kuhn for *normalvidenskab* og til dette knytter han et meget vigtigt begreb, et *paradigme*. Et paradigme er ikke blot et system af fundamentalt gædelser/teorier/metoder/normer/apparater, men også et verdenssyn for den arbejdende videnskabsmand i perioder med normalvidenskab. Det er her hvor man afgør hvordan videnskaben skal foretages, hvilke påstande og teorier man tror på; paradigmet er hvad der skaber et videnskabeligt fællesskab.

⁵fx Kekule med benzen-molekylet og slangen, der bider sig selv i halen, som han så i en drøm. Det er ligegyldigt, hvordan vi ankommer til teorien. Det eneste, der gør videnskab rationelt, er hvordan vi tester teorien.

Normalvidenskaben har til opgave at løse de små problemer, som paradigmet får undervejs - ting som ikke er lette at forklare osv. - ved at fjerne problemer og prøve at lave så få ændringer til paradigmet som overhovedet muligt. Hans mål er at forklare alt inden for paradigmet. Selve paradigmet testes ikke – det er en slags religiøs overbevisning, der er i videnskabsmand, og når noget går imod paradigmet, vil videnskabsmanden mene, at det er ham, der gør noget forkert.

Kuhn siger, at der gennem tiden vil opstå *anomalier*, altså ting, som simpelthen ikke kan forklares med det aktuelle paradigme; først vil de måske kunne slås hen, men der vil måske på et tidspunkt ophobes så mange, at det videnskabelige fællesskab kommer i krise. Nu begynder revolutionen, mener Kuhn, og der bliver fremsat nye teorier, og så er det bare om at tilslutte sig. Den dominerende teori vinder, og det tager omkring en generation for folk helt at omstille sig, hvorpå et nyt paradigme er begyndt. Revolutionerne er skiftene fra paradigme til paradigme. Mange historiske eksempler opfylder Kuhns teori godt, fx opgøret med ptolemæismen og skiftet til kopernikanismen; dog ikke alle.

Det kontroversielle i Kuhns teori er det pseudo-religiøse, han introducerer. Paradigmevalget er nemlig ikke rationelt; det er op til den enkelte videnskabsmand hvilken ny teori han vil vælge at tro på, men han kan bukke under for pres udefra. Dette udelukker, at videnskaben skulle kunne være en udelukkende rationel aktivitet. Noget andet var også den retning han syntes, at videnskaben ville tage som følge af disse revolutioner. Det generelle og positivistiske syn er jo, at videnskab i sin higen efter sandhed opnår sandere og sandere teorier. Kuhn mener imidlertid, at dette er naivt at tro på. Han bringer op, at einsteinismen på nogle punkter ligner aristotelismen mere end newtonianismen, så det går heller ikke så lineært, som man tror; **videnskaben er ikke kumulativ**. Endvidere er det også et spørgsmål om det virkelig giver mening at kigge efter objektiv sandhed. Han foreslår, at sandheden er paradigme-relativt, at en beskrivelse af verden skifter når paradigmet skiftes ud.

5.2 Inkommensurabilitet og teoriladethed

“As in political revolutions, so in paradigm choice – there is no standard higher than the assent (enighed) of the relevant community.”

Kuhn har to argumenter for dette. Han mener, at rivaliserende paradigmer er inkommensurable, eller usammenlignelige. Når et paradigme bliver skiftet, skal de øjne, man ser verden med, skiftes ud; man lever i forskellige verdener før og efter et paradigmeskift. Disse to paradigmer kan være så forskellige, at man ikke er i stand til at sammenligne dem - der er ikke noget sprog, de kan samles med. Modstandere af et paradigme kan ikke komme helt ind på livet af det.

Dette kommer hovedsageligt fra Kuhns tro på, at begreber får sin betydning fra den teori i hvilken de bruges, og udelukkende derfra. For at forstå Newtons ide om masse, skal man først forstå Newtons bagvedliggende teori. Kuhns tanke er altså, at når man kommer fra to forskellige paradigmer og vil diskutere et begreb, der indgår i hvert paradigme, vil man snakke forbi hinanden. Der vil ikke være nogen forståelse. Dette taler altså imod objektiv videnskab; den videnskabsfilosofi, hvor man sammenligner teorier med objektiv evidens og vælger den bedste, vil kræve, at det sprog teorierne bruger er ens for alle parter. Derfor kan det ikke være så simpelt, og objektivitet har en mindre væsentlig rolle, hvis overhovedet nogen. Hvis der heller ikke er nogen bedste forklaring, så ødelægger det billedet af at vi hele tiden får bedre teorier. Kuhn siger, at paradigmerne allerhøjst kan være anderledes.⁶ Kuhn snakker også om inkommensurabilitet af standarder imellem paradigmer; i bund og grund handler dette om, at man ikke kan afgøre hvilket paradigme det ville være bedst at skifte til. Dette vil skyldes uenigheder i hvilke standarder man skal bruge for at bedømme et paradigme, hvilke problemer et godt paradigme løser osv.

Det andet argument, som Kuhn bruger, er observationers teoriladethed. Kuhn mener, at de neutrale observationer, som positivisterne mente eksisterede, er en illusion. Hvis man skal vælge en teori at tro på, er man tilbøjelig til at vælge den teori, hvor data passer bedst. Men data er påvirket af de bagvedliggende påstande. Dette betyder no-go til positivismen, idet det medfører, at vi ikke kan bedømme ud fra et neutralt udgangspunkt og perfekt objektivitet er en umulighed.

Jeg mener, at dette er rigtigt – at have perfekt objektivitet i data er umulig, da vores udgangspunkt som regel altid er at understøtte en eller anden teori. Det er også alment kendt, at vi nogle gange ser, hvad vi har lyst til at se. Alligevel er det dog ikke helt sikkert heraf, at der er ingen objektivitet i paradigmeskift. På nogen måde kan det vel godt tænkes, at folk fra forskellige paradigmer kan snakke om data, som er tilstrækkeligt upåvirkede af en bestemt teori. Også fordi teoriladethed måske er ikke-objektiv, betyder det heller ikke, at selve ideen om objektivitet forsvinder.

Det er også værd at diskutere, om det giver mening at snakke om at sandheden er paradigme-relativ, for er det i sig selv en paradigme-relativ sandhed (s. 90)? Det er altså lettere sagt end gjort at afvise objektiv sandhed. Kuhn har altså nogle problemer med at forklare sin relativistiske position.

⁶Kuhn får nogle smæk, da han også siger, at paradigmer er inkompatible. Hvis to paradigmer er inkompatible, så er der ikke nogle direkte uenighed imellem dem, når man diskuterer et begreb, og derpå kan de ikke være inkommensurable. Kuhn modererer derpå sin teori lidt.

5.3 Tilbagetrækning

Kuhn skrev oprindeligt sin bog i en tone, der lød radikal og som om den ville ændre hele verden. Denne tilsyneladende overbevisning gjorde dog, at folk vitterlig tog ham på ordet: hvis videnskaben ikke var objektiv og rationelt funderet, måtte den være subjektiv og irrationel. Kuhn tilføjede et efterskrift, hvor han prøvede at trække lidt i land – ikke som en retræte, men mere som om at han ikke ville have lydt så hård. Hans hensigt var at forklare, hvorfor han syntes, at positivisterne så alt for idealistisk på videnskaben med håb om komplet rationalitet.

I efterskriftet holdt han fast i, at der ikke var nogen algoritme for valg af teori (senere: transparadigmatiske normer: simpelhed, givtighed, nøjagtighed, konsistens, perspektiv). Dette er i høj grad forsvarligt, især fordi vi ikke har fundet en endnu. Der vil rimelig sikkert altid være en subjektiv dom inde over et valg af teori – vores grund til at vi synes, at en teori er bedre, er måske en anden end vores sidemands. Positivisterne mente, at der var en sådan algoritme, og det er ikke uforklarligt hvorfor de troede det – nogle valg over andre kan jo godt forklares rationalt. Hvis der ikke findes nogen algoritme, så mener Kuhn enten, at videnskaben er irrational, eller at positivisterne sigter for højt, og det er det sidste, Kuhn mener.

Kuhn fik folk til at tage mere højde for historie og dens rolle i videnskaben (en historie kan jo ende i revolution), samt den sociale indvirken på videnskaben. En række sociologer mente fx efter Kuhn, at videnskaben var et produkt af det samfund i hvilken den fandtes. En videnskabsmands valg af teori kunne eventuel forklares med hans sociale baggrund og miljø. Sidst men ikke mindst gav Kuhn anledning til en tiltagen i relativisme - at der ikke findes nogen absolut sandhed.

6 Karl Popper: Gendrivelseskriteriet

En tekst om det samme, som Okasha snakker om i kapitel 1. Han siger, at det er let at opnå bekræftelser, hvis vi søger efter dem, og de bør kun tælle hvis de er resultatet af dristige forudsigelser. Enhver god videnskabelig teori er et forbud; den forbyder at visse ting sker. Des mere den forbyder, des bedre. En teori, som ikke kan falsificeres af nogen tænkelig begivenhed er ikke videnskabelig.

Karl Poppers hypotetisk-deduktive metode:

1. Fremsæt en dristig hypotese
2. Udled observerbare konsekvenser
3. Lav tests
4. Forkast og forbedr din hypotese, hvis den falsificeres

Denne model er meget brugt i pædagogiske sammenhænge (Vejen til Fysik C, for eksempel, har klart et mindre udgangspunkt i den). Med dette får vi sikrere og sikrere teorier og går imod den absolutte sandhed med tiden.

En ting med at opsætte en bedre hypotese, hvis data ikke passer til teorien. Det kan jo være mange forskellige ting, der spiller ind. Hypotesen behøver ikke nødvendigvis at være forkert; eksperimentet kan også være dårligt udført. Dette er *experimenter's regress*: der er altid to muligheder, når et forsøg ikke passer til teorien – enten er teorien forkert eller også er eksperimentet misvisende.

Hvordan kan man vide, om det er misvisende? Når man er under uddannelse, er det jo typisk, at man får det forkert resultat. Men når man står på kanten af videnskaben, må vi kunne skelne mellem ret- og misvisende resultater, må vi vide hvad det rigtige resultat er. Men for at vide dette skal vi have retvisende eksperimenter. Poppers teori er ikke forenelig med *experimenter's regress*.

Hvis vi hele tiden får afkræftet ting, er det jo ikke sikkert at vi bliver klogere. Vi får jo ikke bekræftet noget.

Popper var kritisk rationalist. Rationalister mener, at vi må fundere vores viden i sandheder, vi kan indse ved at tænke os om.

7 Pedersen om Kuhn: Paradigmeskiftets fader

Ikke noget, der ikke allerede er blevet nævnt. Måske lige værd at bide mærke i, at “den etablerede opfattelse af forskningen som fremadskridende rationel proces var begyndt at krakelere”. Kuhn fik jo publiceret sin bog i positivisternes tidsskrift, og mange af positiverne var begyndt at komme på de samme tanker.

8 Collins og Pinch: The non-detection of gravitational radiation

I 69 proklamerer Weber, at han har fundet evidens for at tyngdebølger kan måles med en detektor designet af ham selv. Designet består af en aluminiumstang som udvider og trækker sig sammen pga. tyngdekraften. Krystaller på stangen måler ændringer i hvor lang/kort denne stang bliver, og omsætter det til en form for strøm-output. En amplifier forstærker disse signaler, og chart-recorderen tegner en graf over disse.

Weber mente, at man ud fra denne graf kunne aflæse, at nogle af toppene, eller peaks, måtte være udtryk for tyngdebølger.

Det der talte for, var at selv efter man havde sorteret noise væk, kunne Weber se, at der stadig var peaks. Han havde sat flere målere op forskellige steder, og disse gav udtryk på præcis samme tidspunkter. Han mente, at dette var tegn på, at der kom bølger fra rummet.

Det virkede også som der var 24-timers-periodicitet i toppenes fremkomst (noget at gøre med jordens rotation?). Desuden forudså Einsteins relativitetsteori også, at tyngdebølger eksisterede.

Det, der talte imod, var at disse udsving burde være så svage, at det var højst usandsynligt, at de kunne måles. Desuden virkede det som om Weber fandt lidt for mange peaks (7 om dagen); hvis der virkelig var så meget, ville det svare til, at cosmos brændte væk in no time. Fejlkilder var noise, at man lavede en subjektiv statistisk vurdering for at sortere noise fra, så man kun havde peaks tilbage samt en vurdering om et peak var en tyngdebølge eller bare noise. Det kunne selvfølgelig ske, at der var en noise, som gav udsving på alle apparater på samme tidspunkt, hvorpå det kunne fortolkes som et peak.

Experimenter's regress spiller ind her. Når man forsøgte at genskabe forsøget, skulle man selv foretage subjektive vurderinger om peaks og noise. Videnskabsmanden skal altså foretage et valg, om hvorvidt han accepterer teorien eller publicere et resultat, der går imod. Det kan gå ud over hans ry at publicere noget forkert (fx at publicere kritik, hvis tyngdebølgerne faktisk eksisterede), og han ville kunne blive anset som eksperimentelt inkompetent.

En anerkendt fysiker ved navn Garwin proklamerer, at Webers forsøg er fejlagtige, og hans force i at kritisere ham i alle mulige medier får en masse videnskabsmænd til at slutte sig til ham, så nærmest ingen tror på Weber til sidst – man troede ikke på, at bølgerne kunne måles. Experimenter's regress bliver altså løst.

I artiklen lægges utrolig meget vægt på de sociologiske faktorer og ikke så meget på de teknologiske. Artiklen er meget betonet deraf. Men pointen er klar; videnskaben kan ikke være fuldstændig objektiv, når nogen trykker på en knap og pludselig tror ingen på ham. Det er subjektive valg, subjektive egenskaber, der spiller ind, og der er alle mulige ydre faktorer, der spiller

ind på videnskaben og dens udvikling. Experimenters regress findes altså.

Dette er ikke foreneligt med Poppers teori (der er ikke noget valg; man forkaster bare teorien), men i høj grad med Kuhns (ER kan netop kendetegne overgangen fra et paradigme til et andet, med videnskabsmænd der skal foretage valg om tilslutning).

Vi tilstræber Poppers vision om at videnskaben er kumulativ og ikke påvirkes subjektivt. Kuhn er dog ikke galt på den med sin teori om subjektiv indvirkning.

9 Kragh og Petersen: Et eksempel på revolutioner i videnskaben: Lysets natur ca. 1810-30

Paradigme = referenceramme! Naturvidenskab udvikler sig i to trin: Normalvidenskab/paradigmeskift.

I det parisiske fysikermiljø var den gængse opfattelse at lyset bestod af partikler. Young i England publicerede eksperimentelle argumenter for bølgeteorien, og Fresnel videreudviklede teorien. Forskermiljøet i Paris anerkendte den dog ikke og tiede den ihjel, hvilket de kunne, da de kontrollerede publikationerne, og de fastholdt partikelteorien, som de oplever yderligere fremgang med. (Disse forsøg kunne dog også tale til fordel for bølgeteorien, der var bare forskel i opfattelserne.)

Fresnel udviklede sin teori, så den blev overbevisende og fik støtte af Arago, som havde forladt partikelteorien pga. personlige og politiske kontroverser med Biot, en inkarneret partikelteoretiker. De to fører nu en omfattende politisk magtkamp, som munder ud i den generelle overbevisning af fysikermiljøet. Paradigmeskift. Her var det ikke anomalier og argumentation, der førte til omvendelse; det var ydre faktorer, som magtkampen.

Er paradigmeskiftet noget uvidenskabeligt? Kritikere af Kuhn mener, at han gør det til noget uvidenskabeligt; at vi følger flertallet af den videnskabelige gruppe pga. overtalelse og massepsykologi. Det mener Kuhn ikke, men man kan aldrig bevise, at ét paradigme er "rigtigt", så der må også være overvejelser, der ikke er objektive.

10 Kuhn: Objektivitet, værdidom og valg af teori

Kuhn opstiller 5 kriterier for valg af teori: nøjagtighed, konsistens, perspektiv, enkelhed og givtighed. Der findes ikke nogen algoritme for valg af teori, og det er svært at sige, om kriterierne er tilstrækkelige. De er dog gode at have i bagehovedet, og de hører til praktiske overvejelser.

Der er to vanskeligheder ved kriterierne, som udfordrer deres transparadigmatiskhed. Et er, at de strider imod hinanden – én teori kan være mere enkel end en anden, men den anden kan være mere konsistent (fx Ptolemæus vs.

Kopernikus – konsistens vs. enkelhed). Der er ikke nogen rationel måde at afgøre hvilket kriterium er bedst.

En anden vanskelighed er upræcised. For eksempel kan to teorier være virkelig nøjagtige på hver sit område. Hvilken skal man så vælge?

Det, der kan afgøre valgproceduren for den enkelte videnskabsmand er blandt andre hvilket område han kom fra. Hvordan hans personlige præferencer er (fx hvilke kriterier han lægger mest vægt på). Kulturelle strømninger. Social tænkning. Ydre faktorer spiller altså en stor rolle på udviklingen. Videnskaben kan her miste sin objektivitet.

Context of justification er lige så 'ikke-videnskabelig' som positivisterne mener, at context of discovery er.

Ifølge Kuhn bør man ikke sætte en fuldt udviklet teori op over for en anden, som stadig er under udvikling. Dette er anderledes i forhold til tyngdebølgekontroversen, hvor ingen af teorierne var fuldt udviklede og man var på kanten af videnskaben.

Kuhn mener, at positivistiske videnskabsfilosoffer er blevet forført af uheldige forsimplinger af historiske hændelsesforløb. Disse forsimplinger er meget pædagogiske af natur, og vi har selv lært dem at kende (man troede i gamle dage, at jorden var flad, men nu er vi blevet klogere). Vi sidder ikke og træffer et valg direkte, det er allerede blevet truffet – det er måske derfor, at positivisterne ikke ser nogen relevans i det. Her kommer også Poppers teori ind, om at vi bliver klogere hele tiden... (?)

Inkommensurabilitet hæmmer videnskabens udvikling, pga. de mange forståelsesvanskeligheder samt konsekvensen af dem. Man kan ikke tale om at videnskaben gør fremskridt, fordi vi ikke kan sammenligne forskellige teorier inden for paradigmerne. Kuhn argumenterer for, at én videnskabsmand kan have svært ved at have mere end én teori i hovedet på én gang, og at han kan have svært ved overhovedet at sammenligne.

11 Finn Collin: Socialkonstruktivisme

KEDELIG.

Med forelæsningslides fås tre synspunkter i videnskaben:

Videnskabelig realisme: Målet med videnskabelige teorier er at beskrive verden, som den virkelig er. Realisten frygter alle former for relativisme: er der én verden, er der én sandhed.

Videnskabelig anti-realisme I: Empirisme/instrumentalisme: Målet med videnskaben er blot at 'redde fænomenerne', dvs. at kunne forklare og forudsige de observerbare fænomener. Empiristen/instrumentalisten frygter metafysik (altså ting, der ikke kan bevises; disse vil medføre, at videnskaben er magtesløs).

Videnskabelig anti-realisme II: Konstruktivisme: Vores videnskabelige teorier er i et eller andet omfang en konstruktion, der udspringer af

træk ved os selv, fx vores erkendeapparat (Kant), teoretiske udgangspunkt (Kuhn) eller sociale tilhørsforhold (socialkonstruktivisme). Konstruktivisten frygter 'gudetricket'; at vores eget uomgængelige bidrag til vores erfaring af verden overses.

Mere:

Quine-Duhem-tesen (underbestemthedstesens): Enhver observation kan altid bringes i overensstemmelse med en hvilken som helst teori – også selvom den falsificerer teorien. Det kræver bare, at vi gør et offer i teorien og dens formodningsnetværk.

Dette er i relation til Okasha kapitel 4.

Anti-realist: "Vi ved kun noget om vores observationer. Derfor kan det ikke være videnskabens opgave at gå bag om dem, men at bringe orden i dem. Desuden kan uobserverbare entiteter blot være påstande grundet underbestemthed. Flere modeller kan redegøre for data."

Realist: "Men hvad er skellet mellem observerbare entiteter og uobserverbare? Og i praksis er der sjældent underbestemthed, så det er ikke noget problem."

Anti-realist: "Nu snakker vi om principperne! Og forresten er mange begreber vage, men det betyder ikke at vi ikke ser klare instanser af dem."

Realist: "Nu må jeg retaliere. Da mange videnskabelige forsøg har empirisk succes og konvergerer imod én teori, må det enten være et tilfælde af enorme dimensioner eller også må videnskabens entiteter findes og teorierne være approksimativt sande."

Anti-realist: "Men empirisk succes er ikke garant for sandhed. Desuden er teorierne en del af den evolutionære proces. De er en egenskab ved et begreb, som klargør dens interaktion med omgivelsen. Derfor kan teoriernes succes ikke forklares mere end mus' evne til at undgå katte kan."

Realist: "Vi observerer jo ikke passivt. Vi udforsker aktivt, og vores antagelser hjælper os til at lave nye forsøg og stille nye spørgsmål."

To typer socialkonstruktivisme:

Epistemisk: Naturvidenskaben afspejler ikke en uafhængig materiel virkelighed, men sociale processer og kræfter. (Videnskaben siger mere om os.)

Stærkere ontologisk version: Videnskaben og virkelighed er faktisk en slags social konstruktion. Man opdager ikke, man opfinder! (Meget stærk anti-realisme.)

12 Shapiro: Om Platon og Aristoteles

Her tager jeg fra Mikkels noter.

Platon forsøgte at forene Heraklit og Parmenides' teorier om hhv. at alting flød og at bevægelse og forandring var en illusion. Han opdelte alt i to verdener; fænomenverdenen og ideverdenen. Fænomenverdenen var stofflig, endelig og foranderlig, hvor ideverdenen var evig, ikke-stofflig og statisk.

Alle objekter i fænomenverdenen var uperfekte kopier af objektets idé, som befandt sig i ideverdenen. Dvs. alle askebægre på jorden rummer alle noget af askebægerets idé, selvom de ikke er perfekte. Ved at få indsigt i ideer i verden, får man sikker viden og klar indsigt i verden.

Spørgsmålet er så, hvordan vi får indsigt i denne ideverden, og der mener Platon at vi gør dette igennem sjælen. Vores sjæl var engang i ideverdenen, men så kom den ned på jorden og mistede sin viden undervejs. Men vi kan generindre alt hvad vi så i ideverdenen, og det er dér vores sikre viden er. Platon benytter en inferens til bedste forklaring her, til at forklare hvorfor vi har medfødt viden. Hans pragteksempel på medfødt viden er faktisk matematik, og Platon har et ganske specielt forhold til matematik. Han mener nemlig, at matematikkens objekter er i ideverdenen (i en verden uden for tid og rum), og dermed evige og uforanderlige. De eksisterer uafhængigt af os, og ligeså har sætninger om dem sandhedsværdi uafhængigt af os. Som vi også indser ved eksemplet, erkender vi matematikken med tankens kraft, og ikke fordi vi sanser den. Matematikken er altså a priori og ikke-empirisk. Platon er altså ontologisk realist mht. matematik.

Af moderne platonister kan nævnes Gödel og Frege, hvoraf den sidste måske overrasker, fordi hans logicistiske projekt senere skulle gå i en meget anti-realistisk retning. Gödel var blandt de ledende af de ny platonister. Gödel mente, at vi var i stand til at komme i kontakt med matematiske objekter via en form for intuition, der, mente han, er lige sikker som vores fornemmelse for fysiske objekter. Godt nok har matematiske objekter en anden eksistens eller ontologi, men det er ligegyldigt for vores opfattelse af dem.

Gödels filosofiske tilgang til matematik påvirkede også hans arbejde. Han var med til at vise, at kontinuumshypotesen var uafhængig af ZFC, men lod det ikke være der. Som platonist ville han komme frem til en sandhed om ZFC; anti-realister ville sige, at det ikke var afgørbart, og at vi kunne afgøre det selv. Men Gödel betragtede ZFC som en form for teleskop ud i matematikken; ikke kunne afgøre kontinuumshypotesens sandhed svarede til at ikke at kunne se den i teleskopet, så teleskopet måtte forbedres. Han prøvede derfor at finde nogle aksiomer, han anså for at være rimelige for at kunne afgøre det.

Det skal siges, at for antirealisten ville ZFC ikke beskrive nogen bagvedliggende virkelighed, og kontinuumshypotesens uafgørbarhed ville give os forskellige muligheder for at udvide ZFC - EFTER BEHAG.

12.1 Kritik af platonisme

1. Ontologisk: Hvordan findes de matematiske objekter? Vi har meget svært ved at acceptere, at der findes et rige uden for tid og rum, uden at væve virkelig meget.

2. Epistemisk: Hvordan erkendes de? Det er lige så højtragende at sige at vi har en udødelig sjæl. Gödels påstand om intuition er uafgørbar lige nu.
3. Hvordan kan matematikken beskrive verden? Platon bruger matematikkens ideverdensstatus som forklaring, men igen skulle vi acceptere hans metafysiske opbygning af verden for at kunne tro på dette.
4. Forklarer platonisme overhovedet noget inden for matematikken? At sige, at en sætning gælder, fordi den gælder i en matematisk virkelighed, er ikke et argument. Hvad er den matematiske virkelighed så? Det er heller ikke vores forklaringstaktik; vi vil oftest prøve at komme med rationelle årsager til vores påstand.

12.2 Aristoteles

Aristoteles var uenig med Platon i, at der fandtes en ideverden; ideerne var at finde i objekterne selv. Forsvandt alle ræve i verden, ville rævens ide forsvinde. Aristoteles har ikke nogen konkret mening med hensyn til matematikken, men man kan få to tolkningsideer ud af hans skrifter. En tolkning er realistisk: at matematiske objekter har realeksistens, idet de indgår i fysiske objekter, og man kan komme ind til dem hvis man abstraherer fra alle deres fysiske objekter (fx en kugle af sølv eller fire får, der lægger an til kugleformen og firhed).

Imidlertid er fysiske objekter ikke matematiske perfekte, og der må altså forekomme en idealisering, når man forestiller sig de matematiske objekter. I den fiktionalistiske tolkning tolker man Aristoteles som ontologisk anti-realist, hvor han tager en anden vej. Matematiske objekter er nyttige fiktioner. Objekter behøver ikke at være perfekte matematiske objekter, men hvis vi lader som om at bronzekuglen er sfærisk, så er problemerne løst; på denne måde kan vi konkludere ting om objekter, så vidt vi lader som om objekterne er matematiske perfekte. Denne ide om matematikken indebærer dog stadig en form for idealisering.

Aristoteles' filosofi indeholder spor af empirisme i alt dette; matematikken tager udgangspunkt i erfaringer af virkeligheden og dens objekter. Dog er der problemer i denne matematikfilosofi; matematikken er ikke blot fremkommet ved at abstrahere fra fysiske egenskaber ved fysiske objekter. Der er en idealisering på spil, og dermed er forklaringen ikke helt god.

13 Skovsmose: Empirisk matematikopfattelse / Kritik af empirismen

Hume opdeler oplevelser i to typer: indtryk (klare, kraftige) og forestillinger. Alle forestillinger er afledt af vores indtryk – og de begreber som ikke er afledt

af indtryk er ugyldige, og ingen sand erkendelse opnås på basis af disse.

Der er ingen kausalitet – ingen sammenhæng mellem årsag og relation. Der er kun det vi observerer. Erkendelse bygger i sidste ende på en sammenknytning af konkrete enkelt-iagttagelser. Matematisk viden er særligt for Hume; matematik er relationer imellem ideer og har ikke basis i sanseerfaringen. Matematiske sætninger er mulige at indse ved bare at tænke, og matematik er dermed ikke en empirisk videnskab. Matematik er således a priori.

Mill mener, at deduktive videnskaber må betragtes som induktive, og at deres grundlag er erfaringen. Matematik er en af dem. Mill ønsker altså at gå imod Humes opfattelse af matematikken som ikke-empiriske. Han henviser til opfattelsen at matematiske sandheder er verbale sandheder og matematiske sætninger ikke kan være sandheder om noget, hvis de bare er sproglige konventioner. Hans eksempel er at $1 + 2 = 3$ kun er sand, fordi den rummer en konvention omkring de tre tal. Han mener, at vi kun kan opnå dette induktivt fra vores erfaringer med objekter og manipulation af disse.

Mill mener, at alle tal er potentielle antal, og at matematiske genstande må tilhøre erfaringen. Matematikkens aksiomer bygger altså på sanseerfaringer (måske en rimelig påstand), og at matematiske ræsonnementer bygger på empiri.

Kritik af empirismen handler om Frege, der tager et opgør med den prædominerende matematikfilosofi, som han karakteriserer som alt for overfladisk. Selvom Frege afviser nogle filosoffer, gør han det ikke med termer, der har spillet en rolle i matematikfilosofien; blandt andet Kants syntetisk/analytisk og a priori/a posteriori.

Syntetisk viden: oplysende viden.

Analytisk viden: ikke-ny viden, viden der kan afledes direkte af begrebet.

A priori: viden, man ikke opnår af erfaring og sansning; lænestolsviden.

A posteriori: erfaringsviden.

Der findes ikke påstande, der er analytiske og a posteriori! Der findes dog analytiske a priori og syntetiske a posteriori påstande. Det er spørgsmålet, om der findes syntetiske a priori påstande. Ja, siger Kant. Matematiske påstande! De er påstande om rum og tid og er derfor syntetiske. Matematikken fremgår nemlig ikke af begreber, men ved konstruktion af begreber, så sætninger kan aldrig fremkomme ved at optræve begreber. De er a priori, da subjektet strukturerer erfaringer igennem rum og tid, og dette går forud for erfaring. Frege afviser Mills syntetiske a posteriori-matematik (matematik sanses og er mere end verbale sandheder) og Humes analytiske a priori (matematik er ikke-empirisk).

14 Menon

Blah blah. Understreger ovenstående.

15 Dauben: Conceptual revolutions...

Denne tekst er baseret på Kuhns revolutions- og paradigmebegreb. Denne og næste artikel tager afsæt i artiklen “Ten laws concerning patterns of change in the history of mathematics” af Michael Crowe, hvor den 10. lov lyder, at revolutioner aldrig forekommer i matematikken.

Crowe skelner mellem “rigtige” revolutioner, hvor en viden er blevet forkastet, og “ikke-rigtige” revolutioner, hvor der er kommet ny viden, der ikke forkaster den gamle viden.

Dauben mener, at Crowes definition er alt for restriktiv. Matematiks kumulative natur medfører, at det gamle ikke forkastes fuldstændigt, så selvfølgelig er der ingen rigtige revolutioner (Crowe ser evt. alt for historisk på revolutionsbegrebet - som i den franske revolution). Dauben definerer revolutioner som episoder, hvor autoriteten af et system bliver undermineret og erstattet af et nyt og bedre – kontinuitetsbrud, som er synlige for de fleste (sml. monarkiet i Danmark; fra enevælde til den nuværende regering). På den måde optræder revolutioner i matematik; ældre systemer vil bestå, men ikke med samme autoritet som før.

Inkommensurable størrelser er et eksempel på en revolution. Pythagoræerne opdagede, at forholdet mellem længderne af siderne i visse trekanter ikke kunne beskrives som forholdet mellem hele tal. Irrationale tal kunne kun beskrives geometrisk. Dette gav anledning til at redefinere tals rolle i beviser, og matematikken blev geometrisk orienteret. Dette var en revolution, fordi ingen kunne se på matematikken, som den havde set ud før Pythagoræerne gjorde deres opdagelse. Gamle metoder blev erstattet, ord fik en ny betydning; altså en afgørende forandring!

16 Dunmore: Meta-level revolutions in mathematics

Dunmore opdeler matematik i to niveauer: objekt-niveau, som er en form for matematisk værktøjskasse, og meta-værdier, en mængde værdier og mål fælles for det matematiske samfund. Objekt-niveau består af koncepter, terminologi, definitioner, sætninger og bevismetoder. Meta-niveau består af fælles værdier, forestillinger og formål.

Hun går imod Crowe ved at hævde, at revolutioner finder sted i matematik, men er meget Kuhn'sk i sin måde at definere hvorpå revolutionen foregår (hun bruger ikke-Euklidisk geometri som eksempel). Revolutioner kan kun foregå på meta-niveau. Udvikling på objektniveau er kumulativt.

Det virker måske som en lidt forceret opdeling. Eksemplet med irrationale tal siger jo, at revolutionen sker på et objekt-niveau (nye koncepter og bevismetoder) og fremtvinger jo en revolution på meta-niveauet. Alene kunne det tænkes, at det ikke sker på meta-niveauet alene; det er jo bare der, det virkelig mærkes!

Ændringer på objektniveau er som Crowe snakker om “ikke-rigtige revolutioner” (eks. opfindelsen af analyse fra Newtons side), og dem på meta er “rigtige” (eks. forkastelse af phlogiston). Måske prøver hun virkelighed at være enig med Crowe og samtidig afvise hans 10. lov. Revolutionen i opdagelsen af ikke-Euklidisk geometri ændrede opfattelsen af relationen mellem matematik og omverdenen (rumanskuelsen var ikke længere så pålidelig). Havde det lykkedes at vise det femte postulat ud fra de fire foregående, ville det have været endnu en sætning. Den euklidiske geometri forkastedes ikke, da man opdagede, at det godt kunne lade sig gøre at snakke om geometrier, hvor det 5. postulat ikke gjaldt.

Dunmore mener også, at inkommensurable størrelser er en revolution på metaniveau – det var et skift fra aritmetisk til geometrisk bevismetode, der førte til en filosofisk-matematisk revolution. Hun giver ikke plads til, at det kunne være en revolution på objektniveau.

Dauben ville se det som et skift i måden matematik fungerede på. Tidligere argumenter kunne ikke fyldestgøre den udvidelse talbegrebet fik. Dette kan ses som en klar revolution på objekt-niveauet, og altså er Dauben nok ikke enig med Dunmore.

Dunmore adskiller sig også fra Kuhn i at antage, at der er nogle ting, der ikke skifter under revolutionerne. Hendes problem er, at hendes opdeling måske er lidt for streng og søgt, som nævnt ovenfor; at meta-skift faktisk også afhænger af et objekt-niveau-skift; hun ser måske kun bevismetodeskift som “ikke-rigtige”, og så er jo hendes fortolkning af modellen, der fejler lidt.

Kuhn: revolutioner i videnskab \sim politiske revolutioner.

Crowe: der forekommer ingen revolutioner i matematik, som de historiske, i hvert fald.

Dauben: Crowes krav er for strengt; det bør blot være brud på diskontinuiteten i udviklingen - fx analyse med nye bevismetoder. Revolutioner findes i matematik.

Dunmore: enig med Kuhn og Crowe i revolutionsbegrebet, men Crowe er galt på den: revolutioner på meta-niveau, og ikke på objekt-niveau (kontra Dauben)

De tre matematikere lægger mere vægt på at beskrive bestemte ting inden for matematik som årsag til revolutioner, og altså ikke anomalier som sådan, som Kuhn siger det. Der er måske ikke så meget pres udefra som i andre videnskaber; det vil hurtigere stå klart, at en ny synsmåde er nødvendig.

Nogle revolutioner i matematikken kan godt beskrives efter Kuhns model - fx ikke-Euklidisk geometri. Men ifølge Kuhn kan revolutioner godt være

dramatiske, og dette ved vi finder sted i fx fysik. I fysik er grobunden for uenigheder nok større, da det handler om den konkrete virkelighed og eksperimenter på den, hvor matematikken oftest diskuter fremgangsmetoder beroende på tanker, logik og beviser.

17 Hacking: Experimentation and Scientific Realism

Hacking skelner mellem 2 undergrupper af videnskabelig realisme: Entitetsrealisme (de entiteter videnskaben postulerer eksisterer) og teorirealisme (de videnskabelige teorier beskriver virkeligheden som den er).

Hacking indrømmer selv, at der ikke er en fuldstændig klar afgrænsning, men entitetsrealismen handler om troen på eksistens af ting som processer, tilstande, interaktioner, strømme osv, men teorirealismen handler om, at vi forsøger at lave sande teorier om verden; om den indre indretning af stof osv. Han laver denne skelnen, fordi han mener at anti-realisme kan opretholdes som en sammenhængende holdning, hvis den kun går på teorierne. Entitetsrealisme er nødvendig for sammenhæng i eksperimentation i naturvidenskab.

De fleste eksperimentalfysikere er, ifølge Hacking, entitetsrealister. Dog er de også instrumentalister/anti-realister når det kommer til teorierne (altså, at de videnskabelige teorier har til formål at forklare det observerbare). Denne holdning ville måske tidligere være usammenhængende, men nu må filosoferne, efter Hackings mening, sige god for denne tankegang.

Eksperimenter bliver nødt til at være realister mht. entiteter de "arbejder med". Han tror ikke på entiteter fordi de redder fænomener, men fordi de bruges til at skabe nye fænomener. Hacking snakker bl.a. om bosoner, og spørger hvornår man vil betragte dem som andet end hypotetiske objekter. Han svarer: når vi bruger dem til at undersøge noget andet.

Hacking mener, at Putnams referenceteori kan klare problemer med inkommensurabilitet. Den siger, at mening af et ord består af en syntaktisk del (ordet selv), den semantiske del (den generelle kategori som ordet omfatter), stereotypen (klicheer og opfattelser af ordets betydning, samt eksempler) og referencen (den konkrete ting der repræsenteres ved ordet). Putnam mener, at selvom stereotypen kan ændre sig, bliver referencen det ikke. Vi snakker altid om det samme; vi har bare modstridende stereotyper nogle gange. Fx opfattelsen af elektron som partikel og som sky. Vi snakker om det samme, vi har bare forskellige opfattelser af den.

I don't buy it. Referenceteorien tillader forskellige opfattelser af en ting, så den er nærmest løst til at klare inkommensurabilitet. Det virker måske bare let at adskille reference og stereotyp. Det at man kan samle så mange forskellige opfattelser af et ord kan i sidste ende rykke ordet væk fra den oprindelige reference (fx atom – her kunne man snakke om, at referencen

har ændret sig igennem tiden, fra “det mindste der findes” til “fysiklort”, men også bare stereotypen. modellen gør det ikke klart hvad). Vi har altså et problem, hvis ikke referencen rykker med.

Skiftet fra hypotetisk entitet til reel entitet sker når vi har samlet nok viden om dem til at kunne benytte den til beskrivelse af nyt. Med PEGGY II, electron gun of doom, benyttes elektroner nemlig til at udforske “weak neutral currents”. Elektroner er reelle entiteter, men ikke “currents”, da vi endnu ikke kan bruge dem til at udforske nyt.

Ovenstående er Hackings eksistenskriterium; at noget eksisterer, når vi kan bruge det til at beskrive noget nyt. Det kan benyttes til at vise, at en entitet eksisterer ud fra menneskehedens evne til at manipulere med dem. Noget er virkeligt – især mht. videnskabelig realisme – når vi forstår dets forårsagende egenskaber. Fx mener vi at sorte huller eksisterer, fordi vi kan forudsige bevægelser i rummet ud fra disse; altså siger Hacking god for disse. Dark matter er hypotetisk eksisterende, idet vi kun i begrænset omfang kender til dets forårsagende egenskaber. Eksistenskriteriet siger dog, at dark matter eksisterer, fordi vi kan forklare stjernernes bevægelser ud fra det. Det er dog klart mere vovet at tale om! Vi kan nemt argumentere for, at vi har opfundet stoffet som en forklaring indtil videre.

Kriteriet kan evt. bruges matematisk: ved at påvise andre ting ud fra nogets eksistens, må dette noget være “sandt”. Her ses netop, at det bygger på en tiltro til, at det vi laver er korrekt. Hvis vi støder på en modstrid (evt. i den naturlige tals matematik) længere oppe i systemet, må vi tilbage og i værste fald ændre vores opfattelse af eksistensen.

Dette fører muligvis og beklageligvis til uendelig regres: $A \Rightarrow B$, derfor $\exists A, B \Rightarrow C$, derfor $\exists B$ osv. Denne kæde stopper kun, hvis vi kommer frem til vi noget vi ved eksisterer. Men vil dette nødvendigvis medføre, at alt det foregående eksisterer? Eksistenskriteriet siger lige netop at dark matter eksisterer, men på baggrund af at vi har opfundet den til at forklare ting. Hvis vi laver en konkret forudsigelse ud fra dark matter, vil vi ikke helt kunne stå inde for baggrunden.

Hacking mener, at teorier kan sigte mod sandheden, men vi kan bare ikke tilskrive dem en sandhedsværdi.

18 Skovsmose: Logicisme/metamatematik

Ikke andet i dette end det, der er at finde i projektet. Måske også, at det er sædvane at definere begreber ekstensionelt som Frege gjorde det. En funktion er en mængde af ordnede par med en nøjere defineret egenskab. De rationale tal kan defineres med en ækvivalensrelation. Den centrale placering som mængdelæren har fået i matematikken semantik har haft implikationer for matematikundervisningen.

Metamatematik: i projektet om Hilbert.

19 Shapiro: Intuitionism

Bare vigtigt, at Kant bliver nævnt i alt dette: Kants a priori matematiske intuition bygger i høj grad på konstruktion, som er essentielt for intuitionismen. Brouwer ønsker ikke at skræddersy matematik til fysik.

20 Russell: Letter to Frege

Russell er meget respektfuld over for Frege, da han fortæller, at hans system ikke er konsistent. Han fortæller desuden, at han er i gang med *The Principles of Mathematics*, hvor han diskuterer Freges ønske om logik som grundlag for matematik.

21 Skovsmose: Eulers polyedersætning

Lakatos ønsker at undersøge *skepticismens* gyldighed inden for matematikken. Heri findes kun tentative sandhedstilskrivninger til en påstand, og begreber med en tentativ meningspræcisering. **Teorier er foreløbige gæt på sandheden.**

Pointen er i *Proofs and Refutations*, at Lakatos skitserer “rationalet” i det udviklingsforløb, der har fundet sted omkring teorien.

Det er et åbent spørgsmål, hvad et matematisk bevis egentlig beviser. Det etablerer ikke nødvendigvis sandheden, men kan udgøre et tankeeksperiment hvor man kan dekomponere en matematisk sætning (her et gæt), til forskellige delantagelser man kan analysere. (Polyedersætningen er groft set i tre delantagelser, hvis gyldighed der diskuteres.)

Lakatos skelner mellem lokale og globale modeksempler. De lokale afslører, at det nuværende argument er dårligt, men ikke at selve påstanden er falsk. Globale anfægter måske sætningens indhold, men ikke nødvendigvis tankeeksperimentet/argumenterne/beviset. Til et globalt modeksempel erklærer læreren, at eleverne kun er interesseret i beviser, som beviser hvad de skal bevise, og at han selv er interesseret i beviser, *som ikke nødvendigvis beviser hvad de skal.*

Modeksempler indbyder til præcisering af begreber, for modeksempel i eksemplet kan jo afvises, hvis der er tale om et “afvigende polyeder”. Men det kan ske, at definitionen af begrebet måske ikke rummer nogle polyedere, som ikke opfylder sætningen; og således kan begrebet specificeres yderligere. Et polyeder går fra at være en “genstand, hvis overflade består af polygoner” til “en overflade bestående af et system af polygoner” til “et system af polygoner arrangeret så præcis to polygoner mødes i hver kant og da altid er muligt at komme fra indersiden af enhver polygon til indersiden af en vilkårlig anden polygon via en rute som ikke krydser en kant i et hjørne.” I rest my case.

Denne begrebsdynamik kaldes “monster-barring”, hvor man udelukker modeksempler ved reformulering af definitioner. Denne form for ad hoc definitioner kan modificeres til “exception barring”, hvor man afgrænser begreberne der indgår i sætningen for at specificere sætningens gyldighedsområde.

Lakatos sammenfatter i tre regler:

1) Har man et gæt, må man prøve at bevise det og afvise det. Et bevis må analyseres med henblik på at finde de ikke-trivielle lemmaer, der indgår. Man må prøve at finde modeksempler, globale og lokale.

2) Hvis der er et globalt modeksempel, må man kassere gættet. Et nyt lemma, der strider imod modeksemplet, må formuleres, og det gæt man kasserede kan erstattes af et nyt, hvor det nye lemma indgår. Gå derefter til trin 1.

3) Hvis der er et lokalt modeksempel, må beviset undersøges nøjere, og det må undersøges, om det lokale modeksempel er globalt. Hvis det er, gå til trin 2.

Lakatos mener, at bevisforsøgene spiller en central rolle i matematikkens udvikling. Igennem tentative beviser skabes begreber – bevisgenererede begreber. Polyederbegrebet formes som beviserne for sætningen og modeksemplerne findes. Bevisskabte begreber er ikke specifikationer eller generalisationer af dagligdagsbegreber; dagligdagsbegreber fjernes fuldstændigt til fordel for bevisskabte.

Formuleringer og klassifikationer som opnås med et oprindeligt sæt begreber erstattes altså i takt med bevisgenerationen. De oprindelige gæt erstattes af andre gæt, der omhandler andre matematiske størrelser. Matematikkens udviklingsproces styres af “proofs og refutations”. Denne proces er uendelig, idet vi kun opnår tentative sandheder; matematisk vækst kan aldrig nå ind til en sandhed, selvom den på sin vis bliver sandere. Dette organiseres ved denne evige problemløsning.

Lakatos er internalist; ser kun matematikken som udviklende sig inden for egne rammer.

22 Hersh: Some Proposals for Reviving the Philosophy of Mathematics

Jeg bruger i første omgang det, som der står i Mikkels noter og noget, som jeg selv har kokkereret.

Hersh ønsker at beskrive de filosofiske vanskeligheder for den arbejdende matematiker, at forklare hvor de kommer fra og opstår, og at foreslå hvordan man undgår disse.

“Vi lever i tiden efter grundlagskrisen, og vi har brug for en ny begyndelse, som ikke følger en gammel grundskole.”

Den arbejdende matematiker er platonist i hverdagen (arbejder med en realitet, hvis egenskaber han prøver at bestemme) og formalist om søndagen. Det er nemmest at foregive, at han ikke tror på dets eksistens, når han bliver bedt om at vise det. Matematikere tror altså på eksistensen, men for at have en sikkert fundament, der sikrer konsistens, hænger han på formalismen. Dette synes Hersh ikke om.

Det bliver i sidste ende et spørgsmål om hvad matematik handler om, og matematikere selv svarer ikke, men overlader det til filosoffer. Problemet er bare at der kun er få filosoffer, der i sig selv har matematisk viden ud over aritmetik og elementær geometri.

Vi stopper med at tænke over filosofiske problemer, vi laver bare matematik.

Hersh bemærker, at det, at man ignorerer disse spørgsmål, fører til uanalyserede fordomme og dogmer. Det har praktiske (som i praktisk orienterede) konsekvenser – i løbet af 1900-tallet kom der enorm fokus på præcise, tekniske detaljer i beviser og definitioner, på bekostning af højere filosofiske emner som betydning og relevans. Man begyndte også i 60'erne at introducere mængdelære og aksiomatik i undervisningen i highschools, fordi man, med forestillingen om matematikkens mængdeteoretiske grundlag, så det som den rigtige matematik.

Platonismen og formalismen er ikke fyldestgørende om virkeligheden for den arbejdende matematiker. Vi bliver formalister, når vi møder mysticismen i platonismen; men vi taler som platonister, når formalistbeskrivelsen af matematik kun svarer fjernt til vores forståelse af matematikken.

Hersh mener, at matematikfilosofien ved at insistere på, at matematikken skulle være sikker og ufejlbarlig, slog sig selv ud under grundlagskrisen. “Tanken om matematik som ufejlbarlig viden svarer nemlig så dårligt med den faktiske virkelighed, arbejdende matematikere oplever, at det ikke er muligt at lave en brugbar matematikfilosofi med dette udgangspunkt.” Den egentlige oplevelse er, at matematik er fejlbarlig og tilrettelig.

Hershs filosofi vil fratage alle a priori dogmer, der skal fortælle matematikere hvordan de skal gøre. Filosofien skal fortælle, hvad matematikere laver. Det vil derfor være en beskrivelse af matematik, som matematikere vil se som sand.

Matematisk filosofi skal altså ikke finde sandheden, men give en forklaring af matematisk viden og erkendelse som det egentlig forekommer. Som enhver anden videnskab skal den være fejlbarlig, tilrettelig, udviklende. Vi skal ikke kigge efter grundlag og føle os hjælpeløse på grund af mangel på samme; vi skal reflektere over hvad vi gør når vi bruger den. Vi bruger ideer.

Hvad er kendetegnende ved matematisk aktivitet?

- 1) Matematiske objekter skabes af os.
- 2) De skabes ikke frit, men fra aktivitet med i forvejen eksisterende

matematiske objekter, og fra behovene ude fra (andre videnskaber, dagligdagen).

3) Matematiske objekter har efter deres skabelse egenskaber, som kan være svære at opdage, men som de har uafhængigt af vores viden om dem.

En slags ontologisk antirealisme kombineret med semantisk realisme! Det er smart... hehe. Hersh giver ikke så megen viden om hvordan denne filosofi i sidste ende vil tage så ud – han er kommentator, ikke programskaber.

Hersh siger ENDVIDERE, at matematikkens effektivitet skyldes, at menneskets ideer kommer fra den verden de bor i, gennem kultur og historie, der går tilbage til biologien og fysisk miljø. “Our mathematical ideas fit the world for the same reason that our lungs are suited to the atmosphere of this planet.”

23 The Ideal Mathematician

Sød historie, men den gider vi ikke.

24 Brouwer: On the significance...

Det udelukkende tredjes princip gælder ifølge Brouwer kun for endelige diskrete mængder; generelt steder hvor det er muligt at teste empirisk for tid.

Vi har brugt teoretisk logik, heriblandt det udelukkende tredjes princip, på endelige mængder med stor succes, så brugen har taget overhånd ifølge Brouwer. Vi er begyndt at anvende den på alting, fordi vi forventer at få sandheden ud af den, og nu er vi helt sikre på at vi har den uanset brug. Den er a priori.

Brouwer mener desuden, at den formalistiske teori er værdiløs; en ukorrekt teori er, selvom den kan være noget så konsistent og umodbeviselig, stadig ukorrekt, og konsistens medfører ikke rigtig matematik. Hans kritik af formalister er netop at trods konsistens, vil der ikke være meget matematik man kan erklære sand, og han sætter klart sandhed frem for konsistens.

Brouwer mener ikke, at udvidelsen af π eksisterer som et komplet objekt – han er altså anti-realist. Han mener, at sætninger om uendelighed der gør brug af det udelukkende 3. er fejlagtige; som velordningen af kontinuumet og enhver mængde er enten endelig eller uendelig.

Han danner $\hat{\pi}$ ved at lade det være π til den n 'te decimal, vi kender. Vi søger da efter 100 0'er i træk i dette; hvis de starter på plads m og m er lige, får $\hat{\pi}$ et 1-tal på m 'te plads; ellers 0. Hvad er differensen? Brouwer mener hverken positiv, negativ eller 0. Så er kontinuumet ikke velordnet. Antallet af gange, hvor dette opstår, kan ikke afgøres at være endeligt eller uendeligt, så enhver mængde er ikke enten endelig eller uendelig.

Min egen opfattelse: π eksisterer som geometrisk forhold? Afgør det ikke en eksistens?

Desuden siger Brouwer, at den ikke kan være 0 (differensen). Den er kun 0, hvis $\hat{\pi} = \pi$, og det sker, hvis vi ikke kan finde en sekvens nogensinde; det er ifølge Brouwer uafgørligt. Men bare i benytte uendelig her, forbryder han sig så måske ikke lidt på sine egne tanker?

Brouwers standpunkt er ontologisk anti-realistisk. Matematiske objekter er mentale konstruktioner – konstruktioner inden for endelig tid. Matematik er baseret på intuition.

Vi siger nok, at differensen har en klar trikotomi, og er derfor ontologisk realistiske. Vi kan selvfølgelig aldrig finde hele π på en gang, men tallet eksisterer som et fuldstændigt realiseret objekt.

Brouwer bruger også et eksempel med en funktion, der har et maksimum på et ukendt sted.

Hvis det udelukkende 3. erklæres ulovligt, vil modstridsbeviser ikke kunne bruges. Og hvis $a \geq b$ og $b \geq a$, betyder det ikke, at $a = b$.

25 Hume: An Enquiry Concerning Human Understanding

Måske bedre her med Skovsmoses beskrivelse af Humes empiriske tankegang. Hans tro på dualiteten giver, at matematik som ikke-empirisk videnskab er ufejlbarlig/sikker viden, der kan opnås alene ved tankerne idet de er iderelationer; dette sætter han imod “matters of fact”, der er fejlbarlig viden – herunder falder noget, der kan demonstreres ved experimentation. Fysik fx.

Bøger om metafysik og guddommelig skal brændes, da de ikke indeholder abstrakte argumenter med tal (matematik, sikker viden) og eksperimentelle argumenter med “matters of fact”. De indeholder kun illusion.

26 Kant: Prolegomena til enhver fremtidig metafysik / Kritik af den rene fornuft

Analytiske domme udsiger i prædikatet intet andet end det, der var tænkt i selve subjektets begreb. De er a priori, hvis enten de begreber, der tjener dem til stof, er empiriske eller ej. Kant siger desuden, at de ikke skal være ny viden. Hvad så med sætningen “alle røde ting er enten røde eller blå”. Det er klart ikke ny viden, men ligger det i “røde objekter”, at de er enten røde eller blå? Analytisk domme er måske ikke veldefinerede.

Ifølge Kant kommer vi ikke i direkte kontakt med verden; verden er formet for os gennem vores sanse- og erkendeapparat. Vores erfaringer er formet af tid og rum (og andre ting, fx kausalitet). Når vi ser verden som

rummelig, skyldes det altså ikke, at verden måske er det, men at vores erkendeapparat former vores indtryk, så verden er det. Et filter!

Man kan ikke erkende en geometrisk sandhed alene igennem begrebsanalyse; der er nødt til at være en konstruktion, og geometri er derfor syntetisk. Kant mener, at geometri ikke er undersøgelser af matematiske objekter i verden, men undersøgelser af de strukturer, vi presser verden ind i. Altså er der ikke noget behov for empiri, og derfor er den a priori.

Aritmetikken er som geometrien: Kant mener, at analyse af $7+5$ kommer til 12 automatisk. Altså må den være syntetisk, og den kan ligeså foregå i den rene anskuelse.

Kant siger at anskuelsesformerne er ens for alle mennesker, og når man har bevist en sætning i sin egen anskuelsesform, så gælder det for alle mennesker. Har jeg bevist, at trekantens vinkelsum er 180 grader, har jeg vist noget om hvordan jeg strukturerer verden geometrisk i mine erfaringer, og således vil det være sådan for alle mennesker. Matematikken siger altså noget om, hvordan vi blandt andet erfarer verden, og derfor virker den i naturbeskrivelsen. Men også kun derfor; Kant skal argumentere for, at vi har samme måde at se verden på.

Problemer; hvordan kan vi vide, at begrebet er fastlagt, så vi kan skelne klart med analytisk og syntetisk viden? Kan vi ikke omdefinere os ud af begreberne? Er matematik overhovedet ikke-analytisk derfor? Kan man anskue uendelighed via erkendeapparatet?

Desuden mener Kant, at vores rumanskuelse er Euklidisk. Da matematikken er syntetisk, kan man jo godt modsige den ud at støde ind i modsigelser (modsat analytiske sætninger, hvor modsigelser af sætningen er modsigelser af logik – igen noget, der forudsætter, at alle begreber er klart definerede for alle). Imidlertid kan den ikke-Euklidiske geometri også bruges til at beskrive verden, så hans stilling er ikke holdbar.

27 Hersh osv.: π og $\hat{\pi}$

Har forklaret i Brouwer.

28 McEvoy: Epistemological Status of Computer-Assisted Proofs

McEvoy snakker om CAPs - computerassisterede beviser. Dette er et bevis, hvor op til flere lemmaer i beviset er bevist med beregninger så lang, at det ville være menneskeligt uoverkommeligt at foretage dem alle, hvorfor man har ladet en computer gøre arbejdet.

Det primære eksempel er selvfølgelig firfarvesætningen, hvis bevis var helt traditionelt; dog med en del, hvor man måtte lade en computer overtage beregningerne over de 1936 kortportioner, der findes. Det tog over 1000

timer for computeren at regne igennem det hele, og dilemmaet er nu, som dengang, om man kan stole på et bevis, der er så langt, at det er umuligt at tjekke igennem?

Tymoczko: Da beviset ikke kan tjekkes, afhænger troen på beviset af vores tro på computeren. Dette er empirisk funderet pga. vores tidligere erfaring med computeren, og hvis vi tror på beviset, er troen empirisk og ikke a priori – induktiv. Dette strider imod bevisets natur.

Vi kan altså have to holdninger til CAPs ifølge Tymoczko. Enten kan vi ikke tro på CAPs, eller også tror vi på dem, men bliver nødt til at acceptere, at beviser kan være erfaringsfunderede/a posteriori (og her er Tymoczko). Der er mange, der stadig ikke tror på CAPs, og det skete først noget tid senere, at folk accepterede beviset for firfarvesætningen. Tidsskrifter har imidlertid nægtet at publicere beviser med computerassistance (første holdning).

McEvoy forsøger at gøre op med problemet og vil forklare, at computerbeviser godt kan være a priori. Ovenstående to holdninger hviler på, at et bevis kun er a priori, hvis det kan tjekkes. A priori-hed er en egenskab ved beviset selv, og har ikke noget at gøre med erkendelse. Det er inferensen mellem præmisser og konklusion, der afgør a priori-heden.

Hans argument er, at notation kan gøre en verden til forskel. Et bevis kan pludselig gøres let at forstå, hvis man fx opfinder et grafisk system, der kan forklare lige så meget som et oprindeligt system forsimplet. Altså er det repræsentationer af beviser, der er tjekbare eller ej. Men hvis beviser er a priori i den ene udgave, og a posteriori i den anden, giver det ikke mening – de må være a priori begge to (vi kan jo altid gøre et bevis a priori, så). Derfor kan computerbeviser være a priori og accepteres, selvom vi ikke kan tjekke dem. (McEvoy postulerer selvfølgelig kun; han viser ikke hvordan vi kan gøre dette.)

I sin udgave af a priori ændrer han betydningen fra erkendeapparatsmæssig til egenskaber ved ting. Det er dog ikke det vanvittige han ændrer, det er bare vigtigt at forstå ændringen.

Men hvis beviserne ikke er tjekbare, hvordan kan vi så afgøre om det overhovedet er a priori, når det efter McEvoy's mening er en egenskab ved beviset? Han siger, at enten kan vi lade en computer tage arbejdet med tjekning eller også kan vi dele arbejdet op i bidder og lade mennesker kigge på hver bid. Med computeren kan vi måske opnå pålidelighed, men kun i kraft af vores empiriske tro, at computeren er ufejlbarlig. Med mennesker synes vi at have en større korrekthed, men kan vi stole på andre?

Det må også bero på empiriske erfaringer; at nogle matematikere vides "bedre" end andre, eller at man er mere pot og pande med en end en anden. Man laver i sit matematiske arbejde antagelsen om, at de sætninger man arbejder med, er sande, men det springer jo ud af, at man stoler på hvad man læser eller hører. Selv egen tillid bygger jo på om jeg plejer at være god til det. Det beror altså på tillid og erfaring.

Så er det måske lige meget i virkeligheden, når vi spekulerer over måden at opnå matematisk sikkerhed på og hvem/hvad vi opnår det fra (computere/mennesker osv.). Vi kan ikke vide os sikre med computerbevisets a priori-hed. Men hvad kan vi så gøre?

Det vigtigere (vigtigste!) er beviset i sig selv, hvilke argumenter og inferenser der indgår (McEvoy fokuserer jo på typen af inferenser der indgår, som sin a priori-hed). Matematikken er gennemgående ikke-empirisk og derfor adskiller den sig fra andre videnskaber. Alle beviser og sætninger vil altid i brugen bygge på en tillid til andre personer. Men selvfølgelig stoler vi jo på hinanden, og den meste matematik er da også "korrekt" – vi kan jo bare ikke vide os sikre på alting – vi er bare nødt til at gøre beviserne stærke. Firfarvesætningen har et bevis. Måske er opfattelsen ikke sådan, men bevisstatus har det.

"Mathematical proof is foolproof, it seems, only in the absence of fools."
(Hayes)

McEvoy snakker også om opfattelsen af computerbeviser som eksperimenter, og der er to slags. Type 1 sandsynliggør formodninger på samme måde som vi mennesker gør, og denne er derfor a priori. Den anden type minder om eksperimenter i fysik; dette indikerer empiriske metoder i matematikken! Man finder dog, at der ikke findes sådanne metoder i den rene matematik.

29 Moler: A Tale of Two Numbers

Irrelevant ad helvede til.

30 Russell: The Regressive Method of Discovering the Premises of Mathematics

Empiriske og logiske præmisser. Den matematiske metode minder om den induktive metode i virkeligheden, mener Russell. Vores aksiomer laves ud fra empiri, og taler om to forskellige præmisser for matematiske sætninger – empiriske og logiske. De empiriske er naturligt nok dem, vi kan gå ud i verden og sanse (vi har fx 2 får og 2 får, det giver 4 får). De logiske præmisser er simplere end de empiriske (fx $2+2=4$; altså en konkret forsimpning af de empiriske ideer, men også generalisering). De logiske erstatter de empiriske, idet de kommer til at svare til aksiomer, og de retfærdiggøres på baggrund af empiri. Samtidig leder de også videre til ting, man ikke kunne komme frem til fra udelukkende empiriske præmisser.

Generelle love i naturvidenskaben OG matematikken retfærdiggøres ud fra empiri (og vi kan som regel ikke finde bedre love der fører til det samme).

Russell gør megen brug af termen "intrinsisk"; når noget er åbenlyst klart. Vi kan godt acceptere aksiom 0 i ZFC, som siger, at der findes en

mængde. I empiriske videnskaber gælder det ting vi kan sanse; i matematik er det, som vi kan tænke os til a priori.

Når man så retfærdiggør noget intrinsisk, er det ud fra det åbenlyst klare, hvor det ekstrinsiske er den anden retning: man retfærdiggør noget fordi det har ønskede konsekvenser.

For at vores love kan blive sikre (som de empiriske præmisser), skal vi kunne vise, enten/både at der ikke er en anden teori, der fører til samme empiriske præmisser, og denne lov skal være oplagt. Kun når dette er opfyldt, kan vi tale om at en lov ikke bare er sandsynlig.

Fordelen ved at bruge logiske præmisser er **at det giver os en mulighed for at isolere falskhed; vi kan bedre organisere vores viden; og vi kan udlede mere.** Russell siger derfor, at vi skal prøve at finde de bagvedliggende love. Jeg er nogenlunde enig; organisering af viden er klart, og vi kan klarere isolere falskhed ved denne organisation. At vi kan udlede mere, siger sig selv, men vi skal passe på, at vi ikke bare udleder for udledelsens skyld. (kontra Hersh, mod formalisme evt.)

31 Zermelo

Zermelo har modtaget kritik for brugen af udvalgsaksiomet i sit bevis for at alle mængder kan velordnes. Hans ZFC regnes i dag for at være det mængdeteoretiske grundlag for stort set al matematik (man siger endsige, at en sætning er sand, hvis man kan finde et formelt bevis for den i ZFC).

Zermelo har fået nogle smæk for ikke at kunne "bevise" sit aksiom, hvis han naturligvis ikke kan. Han svarer bl.a. igen med, at Peano gjorde det samme i sit forsøg på at reducere matematik til rene deduktioner. Hans udvalgsaksiom findes i Peano for et endeligt antal mængder, og Zermelo har bare tilladt sig at udvide dette, idet Peano retfærdiggjorde sine aksiomer ud fra historiske og intuitive principper; hvorfor skulle Zermelo ikke også kunne? Desuden har mange matematikere gjort brug af det, selvom det ikke har været formuleres, hvilket også taler for, at vi skal understøtte det.

Zermelo gør opmærksom på, at udvalgsaksiomet hverken kan bevises eller modbevises inden for ZFC. Denne ubevislighed er ikke lig ugyldighed; det kan altså sagtens gælde, selvom det ikke kan vises i ZFC. **For at afvise et aksiom må man enten finde et modeksempel eller vise, at det medfører inkonsistens.** Ingen af hans opponenter har gjort dette.

Udvalgsaksiomet er nødvendigt for matematikken. Meget kan ikke vises uden. Han diskuterer om man kan splitte matematikken op efter brug af det, selvom direkte forkastelse ikke giver mening.

I modsætning til Russell er hans retfærdiggørelse ekstrinsisk, idet han næsten udelukkende lægger vægt på alle de herlige konsekvenser vi får af brugen (mener han).

Zermelo diskuterer ikke hvorfor vi skal acceptere det; hans retfærdiggørelse

er meget praktisk og måske taler hans ekstrinsisme imod hans ønske, for det er jo ikke nødvendigvis sikker matematik vi opnår.

Zermelo og Russell taler begge om, at grundlaget udledes af sætningerne (hvorfor udvalgsaksiomet skal accepteres), at vi kan acceptere et aksiom af ekstrinsiske grunde, og at det at vi kan vise resultater vi tror på bekræfter at vores system er valgt korrekt snarere end at resultaterne er sande.

Er ZFC den eneste mulighed for et aksiomssystem?

Zermelo vs. Brouwer: ikke samme opfattelse af hvordan grundlaget af matematikken skal fås.

Zermelo vs. Hilbert: vi skal aksiomatisere og dit og dat. Dog er Hilbert strengere i sine ønsker til aksiomssystemerne (fx mht. konsistens).

Er beviser ud fra ZFC objektive? Vi har jo valgt ZFC som grundlag, og det er jo i den grad subjektivt, hvad vi vælger at arbejde med. ZFC var der ikke bare fra starten, altså ikke neutral og objektiv context of justification. Dog er ZFC godt for matematikken idet den sikrer et fælles grundlag for alle matematikere. Beviser bliver lettere at sammenligne, og

32 Lakatos: Proofs and Refutations

Det væsentligste er blevet snakket om i Skovsmose.

De fire måder, som modeksempler håndteres på, er:

Rejection of conjecture, hvor den postulerede sætning afvises helt. (fx kassen i kassen – på første øjekast)

Monster-barring, hvor begrebers betydninger modificeres så disse udelukkes. Ad hoc løsninger; disse eksempler skal modstås. Giver anledning til proof-generated concepts. (kassen i kassen er ikke et polyeder!)

Exception-barring, hvor selve sætningen begrænses, så disse udelukkes. Også ad hoc. (noget i samme stil som før.. det er måske ikke alle polyedre, men nogle af en bestemt type)

Monster-adjustment, hvor modeksmplet gives en ny fortolkning så det bliver til et “monster”, der slet ikke kan rummes af sætningens omfang

Lakatos modsætter sig dualitetstesen (se evt. Hume). Matematisk viden er af samme karakter som al anden menneskelig viden, dvs. at den er fejlbarlig. Vi opnår aldrig sikkerhed.

Lakatos beskæftiger sig i bogen med informel matematik, altså matematik som ikke er formel. Er formel matematik sikker i modsætning til den informelle? Nej, ikke i princippet, da strengt formelle beviser ville være linje efter linje af meningsløse tegn. Det kan ikke tjekkes; man ved jo ikke hvad der står.

Lakatos er som Popper; man lærer af sine fejl. Fejlene her er modeksemplerne; men kan vi altid komme med dem? Hvis vi ikke kan, må matematikken vel gå i stå. Hvor kommer de fra, hvor ser vi dem? Lakatos er uklar i sin omtale af problemet.

Lakatos: hvis en teori ikke kan komme med noget nyt, skal vi forkaste den til fordel for en mere aktiv. Hvad er 'noget nyt'?

Passer Lakatos' filosofi på alle tidsaldre? Måske er hans eksempel bare alt for godt.

En vigtig note i Lakatos siger, at mange arbejdende matematikere ikke ved hvad beviser skulle være til for andet end at bevise. De ved at beviser kan være fejlbarlige, men sande beviser må være ufejlbarlige. Men når de spørges hvad beviser, der ikke beviser, kan bruges til, ved de ikke hvad de skal sige. Anvendte matematikere vs. rene matematikere. Hardy: spirituel guidningsproces. Wilder: testproces af intuitionen. Pólya: beviser laver forbindelser mellem fakta.

Måske er Lakatos for internalistisk. Se næste artikel.

33 Lützen: En videnskabelig duo

Lützen taler i bund og grund blot om det tætte forhold, som matematik og fysik har haft igennem tiden. Fysikken har været udgangspunkt at lave nye matematiske teorier og omvendt har matematikken hjulpet fysikken.

Som svar på matematikkens effektivitet siger Lützen, at matematikkens strukturer jo ikke skabes vilkårligt, men i samspil med andre fag, især fysikken. Matematikken var tæt koblet til virkeligheden via sådanne samspil indtil begyndelsen af 20. århundrede, hvor den begyndte at frigøre sig fra virkeligheden; det var først her man begyndte at undre sig over hvorfor den kunne beskrive naturen så godt. Vi må altså gå tilbage i tiden for at forklare. Samspillet har ændret sig igennem tiden.

Kant: matematikken a priori forudsætning for vores beskrivelse af virkeligheden.

34 Kragh og Petersen: Naturvidenskabens teori

Der er tre fremtrædende teorier for forskningspolitik: videnskaben opfattes i hver især som

1. en samfundsmæssig investering
2. et forbrugsgode
3. en autonom aktivitet.

I den første skal resultater markedsføres effektivt, og der fokuseres på de dele af videnskaben, der er relateret til et produktivt output. Grundforskning er et usikkert kort, fordi udgifterne til det er stigende, og resultaterne er frit tilgængelige, således at videnskabsproducenten ikke kan være sikker på at høste fordele. Der bruges et eksempel med dette, navnlig den såkaldte "parasitisme", hvor andre indkasserer resultater af forskning betalt af nogle

første: en engelsk kemiker fremstillede et helt nyt farvestof, og hans tyske chef vendte tilbage til Tyskland og igangsatte et omfattende industriprogram, som i sidste ende udkonkurrerede englænderne i enorm grad.

Man vil altså det økonomisk sikre, og det videnskabelige rutinearbejde kan måske komme foran grundforskning i vigtighed for samfundet her. Det vil dog være en falliterklæring udelukkende at satse på dette, da en stærk og velafbalanceret forskningssektor kan være et godt kort; en først ubrugelig opdagelse kan senere vise sig at være givtig. Der er altså en grundlæggende tæt sammenhæng mellem videnskab og økonomi her.

I den anden opfattes videnskab som på linje med kulturen; her har forskere været i stand til at overbevise de bevilgende myndigheder om dens uundværlige bidrag. Det er et socialt mål, og videnskaben bør være et tilbud til befolkningen som en kulturel aktivitet. Det er kun overflodssamfundet, der kan tillade sig grundforskning, og det giver en form for prestige, der kan ses som en medalje til samfundet. Det kan godt være, at ægyptologi ikke er givtigt, men der er tilknyttet en vis kulturel prestige til dette emne, så det kan vise sig brugbart i sidste ende. Avanceret teknologi sammenlignes med katedraler i en vis forstand, thi fx måneraketter er økonomisk meningsløse, men som en katedral er den et symbol på higen efter højere ting.

Polanyi og Ben-David: videnskaben kan ikke planlægges, men må følge sin egen logik. Dette ligger til grund for det tredje syn, der opfatter videnskaben som en autonom aktivitet. En videnskabelig kultur kan ikke overleve via den generelle tro på, at videnskaben resulterer i militære og industrielle anvendelser. Den er i sit væsen en menneskelig stræben efter sandheden, og kan ikke dyrkes uafhængigt af kognitiv værdi. Videnskaben skal følge de tendenser, der er fremherskende inden for frontforskningen. Man vil altså søge at støtte de hurtigst voksende videnskaber.

Solla Price siger, at man i første omgang vil kunne identificere vækstrate med betydningsfuldhed, og i anden vil kunne se vækstraten som symbol på den interesse, der er blevet draget på grund af betydningsfuldheden. Selve aflæsningen her er en scientometrisk aktivitet. At stole på at en scientometrisk orienteret politik vil være uholdbar i den lange ende, idet det ikke er sikkert, at den vil kunne være have grund i objektivitet.

Mertons CUDOS-normer er et bud på den mest effektive måde kollektivt at opnå erkendelse ved, men også etiske regler for en forskers opførsel inden for videnskaben. De er ikke en kode for alle videnskaben, men de spiller en rolle i praksis. Ved at bryde dem forsynder man sig mod den videnskabelige ethos.

De er:

1. Universalisme – værdien af videnskabelige påstande skal afgøres upersonligt og transkulturelt og -nationalt. Sande eller falske videnskabelige udsagn er universelt gældende. Gravitationsloven er gyldig i England såvel som i Kina. Påstande bør vurderes efter dette ideal.

2. Kommunalisme – ejendomsretten til videnskabelige resultater kan ikke monopoliseres. Videnskaben er offentligt og skal ikke hemmeligholdes.
3. Uegennytte – den enkelte forsker er en anonym bidragsyder til et kollektivt projekt. Man skal være ydmyg. (Fortsættelse af de to første love)
4. Organiseret skepticisme – videnskaben bør være kritisk og sætte spørgsmål ved alle former for viden. Forskeren er sin egen stærkeste kritiker.

Uegennytten går måske imod meriteringsstandarder – der er også konkurrence, men dette er ikke nødvendigvis i modstrid med Merton. Det gør videnskaben dynamisk, og forbryder sig kun imod etos, hvis det fører til uredelighed. Merton fandt på dette normsystem, thi efter anden verdenskrig havde der været megen hemmeligholdelse af forskning, som kunne bruges til menneskedræbende militære aktiviteter. Kommunalismen ville kunne inspirere til en mere åben og fri verden (ifølge også Bohr). Måske kan normerne forekomme irrelevante, men forskningspolitik er ikke et spørgsmål om ressourcer.

35 John Ziman: Real Science

I flere punkter:

- The advent of post-academic science. Videnskabsmænds valg er sjældent afgjort af udelukkende videnskabelige henseender, der er også ydre faktorer i spil. Post-akademisk forskning er en ny måde at gøre ting på. Man kan ekspedere videnskab, ikke designe. Det er løsninger til praktiske problemer.
- An undramatic revolution. Hvad kan have forårsaget, at denne nye videnskab kom i spil? Både faktorer ude og inde fra videnskaben har kunnet afgøre det. Politisk, økonomisk og industrielt pres, samt den akademiske videnskab selv som dynamisk system; den er nødt til at kunne tilpasse sig socialt ved at udvikle sig hurtigt teknologisk. Disse har spillet sammen og kreeret en videnskab, der er løsningsproducerende frem for nyvidensproducerende.
- Collectivization. Med den nyere og nyere teknologi har videnskaben gået nærmest hånd i hånd (siden Galilei). Big Science. Eksperimenter og forskning er blevet større og større og mere omfattende, og kræver flere mennesker om arbejdet. Ses i en tendens til at folk ikke så ofte laver rapport alene som med andre. Mange problemer går også ud over flere praktiserende videnskab.

- **Limits to growth.** Med nye svar kommer nye spørgsmål. Der kommer hele tiden ny viden. Solla Price kom i 1961 med en graf, der viste at videnskabelig aktivitet voksede eksponentielt, og inden længe ville alle sidde og lave videnskaben, og der ville ikke være penge tilovers til andet. Det er absurd, og det har forårsaget, at stater har skåret på bidrag til videnskaben på grund af økonomisk stringens, fordi der ikke er plads til sådan en videnskab i økonomien. Ressourcerne bliver ikke større, og man må derfor finde de bedste problemer at bruge penge på.
- **Exploiting knowledge.** Der kræves altså større fokus på brugbarhed af videnskaben for alle disse faktorer skyld, mere værdi for de penge man får. Den videnskabelige etos bliver blandet sammen med almindelig etik. Man er nødt til at tænke på hvad videnskaben bliver brugt til. Post-moderne videnskab er mere direkte forbundet med samfundet end akademisk.
- **Science policy.** Akademisk videnskab afhænger så meget af staten, at de ikke bliver uafhængiggjort af den. Derfor må de også gøre noget for at penge, og de bliver mere eksperter og problemløsere.
- **Industrialization.** Videnskaben bliver en industri, hvor det er vigtigt at kunne beholde sit job. Pengene kommer fra planlagt forskning. Ziman siger, at normerne for akademisk videnskab er idealiserede og urealistiske, og snakker om PLACE-normerne. Proprietary (man kan selv eje sin videnskab), Local (specifikt problem), Authoritarian (der er altså en, der er "manager", og projektet bliver ikke styret af individuelle), Commissioned (arbejdet er bestilt), Expert (folk er eksperter).
- **Bureaucratization.** Videnskaben bliver altså (mere tydeligt) en organisationsstruktur med regulære procedurer, arbejdsdeling og et hierarki. Det skyldes, at der ikke er plads til andet. Dens rolle i samfundet er afgjort af hvordan den tager sig ud i det. Overgangen til post-akademisk forskning er signaleret ved brug af ord som kontrakt, regulation, ansættelse, som er ord fra forretningsverdenen. Det er utroligt, at den akademiske videnskab har kunnet overleve så længe, mener Ziman.

36 Bekendtgørelse om UVVU

Videnskabelig uredelighed er groft uagtsom adfærd i form af forfalskning, plagering osv., der indebærer en vildledning i forhold til egen indsats og resultater. Det kan være, at man udvælger data, konstruerer data, kasserer data, i det hele taget manipulerer data, og dette anses i det store hele for uredelighed. Private organisationers og personers forskning kan kun

analyseres, hvis de har publiceret deres produkt eller hvis de selv ønsker at undersøges af udvalget.

Udvalget kan altså give kritik for forskning, og orientere arbejdsgiveren, erklære, at arbejdet skal trækkes tilbage, orientere offentligheden eller politiet, hvis der er noget uredeligt at finde i rapporterne.

37 Scientists behaving badly

Supplerende. Bip.

38 James Rachels: The Elements of Moral Philosophy

Utilitarisme: at man handler efter den størst mulige lykke. Dette er en etik, der har det bedste for alle på sinde, og sidestiller altså enhver form for metafysisk moral (altså en moral uden Gud og andre abstrakheder). Den blev udviklet af Mill og dit og dat. Det punkt som moraliteten skal gå efter, er glæden for skabninger i denne verden. Utilitarister søger altså at gøre dette synspunkt ikke kun til et tankeeksperiment, men også et praktisk udgangspunkt: handler efter den maksime, der bringer den største glæde til alle påvirkede.

Der bringes to eksempler med denne form for etik: eutanasi og eksperimenter på ikke-humane dyr.

I eutanasiatilfældet bringes op hvordan eutanasi kan argumenteres for at være moralsk rigtigt fra et utilitarisk synspunkt. Hvis det bringer glæde for subjektet at udføre en handling så dødelig på ham, så er det en smule moralsk holdbart.

I det andet tilfælde bør fremhæves her, at mennesker før utilitarisme sås som den ledende art i verden. At dræbe fugle sås fx som en afledning for at dræbe andre mennesker, og dyr og mennesker var i forskellige moralske kategorier. Utilitarismen ville ikke have noget af dette; man ville påføre mindst mulig lidelse i verden her, og dette gældende for alle organismer. Dog kunne det diskuteres, om mennesker og dyr sådan set var lige i denne verden, og her bringes eksperimenter med ikke-mennesker op. Det skal være retfærdiggørbart at udføre sådanne.

Eksempler med, at utilitarismen ikke tager højde for rettigheder, retfærdighed og fortid er nemme nok at forstå i sig selv; ut.idealet er ikke evigt kompatibelt med rettigheds- og retfærdighedsideal, hvor hhv. den enkelte mands rettigheder og retfærdighed udøvet på ham sættes i fokus. Mht. fortid er det vigtigt at forstå, at utilitarisme i sig selv er konsekvensetik; man tager kun højde for konsekvenserne af ens handlinger, såsom hvis man anså sin glæde ved at arbejde hjemme for værende lidt større end at holde sin aftale med en ven. Man har også obligationer, der kommer den anden vej

fra end i fremtiden, og det er ikke moralsk acceptabelt at være løs med sine aftaler på denne måde.

Det bør nævnes her, at konsekvent brug af utilitarisme gør hver mand til martyr; der findes altid noget bedre end det man kunne finde på at lave, så man vil ofre sig til alle mulige former for hjælpeaktioner og glædesspredelse. På den måde tager utilitaristen heller ikke højde for den enkelte mands behov.

Modeksempler til disse kan være at sige, at situationerne ikke er realistiske, men det er selvfølgelig principperne, som tæller. Man skal allerførst afgøre, om man virkelig ville gøre som modeksemplerne foreskriver; hvis dette er tilfældet, ville man lave et skel mellem handlingsut. og regelut., hvor sidste danner ud fra generelle utilitaristiske principper. Man kan også sige, at den generelle moralitet kan være galt på den, hvorfor utilitaristiske handlinger kan retfærdiggøres.

Kant: eksempler med ordet 'bør'. Hypotetiske imperativer siger hvad vi skal gøre, hvis vi har et relevant ønske knyttet dertil (fx hvis du vil spille bedre guitar, burde du begynde at gå til undervisning). Det er obligationer, der er knyttet til begær efter noget. Der findes også obligationer, hvor der ikke er begær: moralske. Disse er kategoriske (fx du skal gøre sådan og sådan, færdig). Der tages ikke højde for dine ønsker, det er hvad du skal gøre. Man kan ikke komme ud af disse obligationer ved bare at sige fra. Hvor kommer disse obligationer så fra?

Kant siger, at de kommer fra et imperativ, som alle rationelle mennesker er nødt til at acceptere: det kategoriske imperativ. Handl kun efter den maksime, i hvilken du samtidig kan ville, at det bliver en almenyldig lov. Eksempel på lov: når du har brug for et lån, så lov at betale det tilbage, selvom du egentlig ikke kan. Kan dette nogensinde blive en universel lov? Nej, for det ville betyde, at ingen ville give lån mere. Den lov ville bryde sig selv ned.

Kant er altså ude efter absolutte regler og bruger især at lyve som eksempel. Der er eksemplet med morderen, hvor man skal afgøre om man ville fortælle morderen, hvor venen er. Kant ville begrunde således, at du først ville tænke at du skulle handle efter en universel lov; hvis du skulle lyve, ville du handle efter den tilsvarende lov; hvis den lov var universel, ville den bryde sig selv ned, folk ville ikke tro på hinanden og det at lyve ville ikke være godt mere; derfor skal man ikke lyve.

Problemet er, at man ikke tager højde for det enkelte tilfælde her. Man kunne i stedet formulere loven "det er okay at lyve, hvis det redder et liv", og denne lov kunne universaliseres. Et andet problem ved dette er også, at Kant siger, at vi ganske simpelt ikke ved, hvad der kan ske, og derfor er det ligegyldigt hvad vi gør, så vi kan lige så godt handle efter den universelt givne lov. Det siger dog også, at vi ikke har nogen chance for at kende konsekvenserne af vores handlinger, hvilket er lidt nedsættende om menneskers evne til at regne ting ud. (fx Fredo i Godfather Part II, da han ved et uheld

forårsager et mordforsøg på Michael fordi han bare vil hjælpe Michael og få nogle penge selv). Hvis vennen blev dræbt, ville det ikke være vores skyld. Det er lidt stort at sige, når vi har fået morderen til at finde ham.

Et andet problem er, at man kunne komme ud for et tilfælde, hvor de eneste handlinger var to, og de var lige dårlige. En anden pligtetik som Kant, Geach, siger, at Gud ikke ville kunne tillade, at sådanne tilfælde skete, da hans moralske regler kommer fra Gud. Men der er tilfælde, hvor det er sket. I anden verdenskrig prøvede hollandske fiskere at smugle jøder til England, men hvis de blev stoppet af nazierne, kunne de enten prøve at lyve, eller vise deres passagerer frem. Begge dele er selvfølgelig lige dårlige, og en moralsk lov, som forbyder begge ting, er uholdbar. Derfor kan man ikke sige, at absolut regelgivning er et konsistent etisk holdepunkt.

39 Declaration of Helsinki

Angår behandling af menneskelige subjekter i eksperimentel forskning. Rettigheder.. i forbindelse med utilitarisme og pligtetik. Utilitarisme dækker, at formålet med overhovedet at forske skal opveje den smerte og besvær, der påføres forsøgspersoner, og pligtetikken dækker, at mennesker skal give sit samtykke til at være midler i forskning.

40 Wigner: The Unreasonable Effectiveness

Wigner synes, at det er utroligt, at matematikken kan komme ind på så overraskende måder i beskrivelser af verden. Matematikeren viser sit værd ved at definere begreber, som han kan lave interessante overvejelser og manipulationer hos. Hans fokus er på at opfinde begreber som disse. Det er utroligt, at denne proces ikke leder ham ind i modsigelser; noget som Darwins teoritanke ikke kan forklare, mener han. Vi kommer ind på dette med Dehaene senere. Man kan kun lave få interessante sætninger med kun aksiomer som holdepunkt, og ved definition af nye begreber kan man lave sætninger, som virker æstetiske for os i deres generalitet og simpelhed. Komplekse tal kommer fx ikke direkte af aksiomerne, men det er en fremragende æstetisk opfindelse.

Fysikeren skal opdage den "ikke-bevægende naturs" love. Schrödinger: det er et mirakel, at vi kan se genkommende ting, selvom verden er så kompleks. Uden disse genkommende begivenheder kunne vi ikke lave fysik, uden tro på at noget ville ske igen: han bruger Galileis forsøg med de faldende sten, som har samme virkning overalt, til at understrege dette. Matematikken er blot et værktøj til at beskrive naturen med. Hvad har matematikken med naturen at gøre; thi den synes at være det sprog naturen snakker? Sådan som det virker for os, synes det at være korrekte sprog at vælge til beskrivelse af naturen. Han kalder genkomsten af fænomener den

empirisk-epistemiske lov. Uden dette lov er fysikken og andre videnskaber ikke relevant, for vi kan ikke beskrive noget ellers.

Spørgsmålet, der kommer frem, er om vi nogensinde får en teori, der kan beskrive alt, eller om der er nogle naturbeskrivende teorier, som vil stå imod hinanden. For eksempel kan vi ikke forene kvantemekanik og relativitetsteori, da de opererer med matematiske begreber, som ikke er forenelige – endnu. Det kan være, at det sker, også at det ikke gør.

Wigner konkluderer, at vi ikke kan vide hvorfor teorierne virker så godt, og kun fordi de virker godt, kan vi heller ikke afgøre, om de er sande og konsistente. At matematikken kan det den gør så godt, er en gave, som vi hverken fortjener og forstår. Vi skal bare være taknemmelige for den.

41 Dehaene: The Unreasonable Effectiveness

Dehaene prøver at give en løsning på problemet i foregående artikel. Han bemærker først, at folks undren over matematiks effektivitet leder folk til mysticisme – den inddrager Gud i deres måben over at det overhovedet er ladsiggørligt. Vores matematiske love er valgt efter hvor godt de beskriver universet, mener han desuden.

Han sammenligner den rene matematik med en rå diamant, som der bliver produceret en overflod af – mere end “nødvendigt”. De forskellige videnskaber tager herefter den del ud, som de kan bruge mest, som er bedst tilrettet deres disciplin, hvorpå en form af udvælgelsesproces finder sted. Så er problemet ikke en så stor overraskelse. Dog er matematiske modeller sjældent i fuldstændig overensstemmelse med den fysiske realitet. Vores modeller er ikke altomfattende, og vi får næppe nogen teori, der kan forklare alting.

Platonismen siger, at verden grundlæggende er matematisk, og det er Dehaene ikke enig i; han mener, at vores hjerner omsætter det til matematik. Vi har vores matematiske tænkning fra tilvænnelsesprocessen af hjernen til genkomsterne af fænomenerne i verden. Et bestemt noget er altså en mængde af fire, mens et bestemt noget er en kugle, og disse objekter kan genkendes. Matematikken er det eneste sprog, som vi kan læse verden med, tror Dehaene.

42 Núñez: Do Real Numbers Really Move?

Núñez varmer først lidt op med at snakke om metaforiske forbindelser mellem udtryk og kropslige erfaringer, og at disse metaforiske forbindelser udgør meget af grundpillen for vores sprog; at vi netop kan forstå udtryk fordi vores tanker ledes ind på erfaringer, som vi alle kender til.

I matematikken er metaforbrugen imidlertid måske lidt mærkelig. Vores bevægelsestermer er anvendt på statiske, formalistiske entiteter, og Núñez

tror ikke på, at hverdagsbegreber som kontinuitet og lignende bliver indfanget i formelle definitioner. Bevægelsestermerne, som er afgørende i matematikken, kommer metaforisk fra vores opfattelse af bevægelse og hjælper os til at give sætningerne mening – noget som formelle definitioner har frataget matematikken.

Dynamikken i forståelsen (og omvendt) af sætningernes ideer kommer fra fiktiv bevægelse. I dette konceptualiserer vi statiske entiteter som havende dynamiske egenskaber med en metafor. Fx vil “vejen går langs stranden” være et eksempel. Vi har en aktør og et landskab; i den virkelige verden vil denne kunne bevæge sig, hvor den ikke kan det i mere imaginære omgivelser. I matematikken har aktøren en metaforisk komponent, og fordi dens natur forestilles gennem metafor, kan vi ikke afgøre om den kan bevæge sig.

Nunez skelner mellem døde og levende metaforer. Døde metaforiske udtryk er udtryk, som har mistet deres oprindelige tiltænkte betydning og bare er blevet til ting i en ordbog. Fx ‘at læse’ har mistet sin oprindelige metaforiske betydning ‘at samle (bogstaver)’ og betyder det, man gør, når man nu engang læser. Matematiske metaforer er ikke døde, mener han! Han fremhæver først, at tale og gestik er kædet sammen ved at frembringe 9 forskellige egenskaber ved denne sammenkædning, som han mener, er vist. Den sidste af disse kæder fagter og abstrakt tænkning, hvilken er den vi bruger i matematik.

Hans eksempler beror på sammenkædning af gestikuleren og ordbrug. I disse eksempler ses angiveligt, hvordan matematiske begrebers dynamik er synlig i gestikuleren og navnlig i deres oprindelige betydning. Nunez fremstiller disse eksempler med et analyserende øje for at gøre sin undersøgelse mere troværdig i form af mere videnskabelig. Det er dog kun to observationer, og da han bruger undervisning som eksempel, kunne det ske, at professorerne ikke selv tænker på den måde, men kun gør det af pædagogiske årsager. Han konkluderer alt for hurtigt, kunne man let mene (og det gør man), set i lyset af manglende evidens.

Nunez siger altså overordnet, at matematikkens system er valgt ud fra erfaringer, og at der er en mening med matematikken til en vis grad. Men så kan matematikken heller ikke være objektiv. Det kunne være, at der fandtes en anden realitet, hvor Cornflakespakker var dominerende og erfarede, at $1 < 0$ (fordi 1 Cornflake aldrig er nok).

Til gengæld giver denne matematikopfattelse et rimelig godt bud på matematikkens effektivitet i naturbeskrivelsen. Hvis dele af matematikken kommer fra basale erfaringer og vores måde at opfatte verden på, er det ikke utænkeligt, at disse dele kan videreudvikles og spores videre i naturen. Selvfølgelig kan det diskuteres, om vi kan komme frem til en egentlig objektiv sandhed heraf, men vi må lade os nøje: desuden er det ikke så slemt, som det lyder.

Matematik kommer altså fra vores kroppe, sprog og kognition. Da vi på samme måde erfarer verden på denne måde, kan vi tillægge verden matem-

atiske egenskaber og således kommer effektiviteten. Det er blot om verden kan erfares på én bestemt måde.

43 Curry

Curry ville ikke sige, at matematikken kunne relegeres til et enkelt formalistisk system; det synes han dels på grund af Gödel, og dels på grund af hans tanke, om at nogle formelle systemer kan interessere os mere end andre. Han indfører begrebet acceptabilitet på formelle systemer, som indgår når vi vælger at fortolke systemer på en bestemt måde.

44 Hasses: Køn og magt i academia

Der er traditionelle forsøg på redegørelse for kønsforskelle i academia: kvinden har måske manglende ambitioner (modeksempel: gode kvindelige kandidater har overvejet ph.d., men der er kun få stipendier på fag, hvor der plejer at være mange kvinder, så fornuft har afholdt dem fra det), eller et historisk efterslæb (modeksempel: flere kvinder med universitetsgrader, men ikke flere nyansatte ved uni).

Hasses prøver at forklare det med skjulte dynamikker.

Hun snakker bl.a. om skjulte historier om køn og seksualitet. Kvinder er det særlige køn, hvor mænd er det generaliserede køn. Kvinder forbindes med sex og børn og ikke med faglighed. Eksempler på dette er fx blondinejokes, og en opremsning af kendte fysikere, som kunne efterfølges af "der er også en kvinde og hun har endda skrevet en bog". Kvinder er sexobjekter, da mænd har svært ved at abstrahere fra kvindelige former og social arv. Det er catch 22: hvis de gør oprør, er det som om de kræver særbehandling, men hvis de ikke gør, fortsætter deres status.

Også om underkommunikering af politiske elementer. Oven i det pres, der lægges på kvinder ovenfor, kan det også være politiske og karrieremæssige dagsordener, hvor mænd udstråler magt. Skal kvinder have indflydelse, kræver det en ekstra indsats fra deres part. Dette ses i den fokus, der bliver lagt, når kvinder får succes på et område, der ellers virker mandsdomineret.

45 Dar-Nimrod: Exposure...

Tre forklaringer på hvorfor der er flere mænd end kvinder på matematik: Hjerneargumentet (fysiologiske forskelle i hjerner), følelsesargumentet (drengene er mere selvsikre, og dermed ikke bange for at lave fejl), stereotypargumentet (gennem uddannelsessystemet overføres kønsstereotyper til elever gennem fx forældres forventninger eller ved at lærere roser drenge mere. Ifølge Dar-Nimrod spiller dette en stor rolle for hvordan drenge klarer sig til eksamen).

Jeg ved ikke om jeg tror på hjerneargumentet, men forskellen skal hellere kunne forklares genetisk end andet. Stereotypargumentet kender jeg selv lidt til, men følelsesargumentet holder jeg ikke på – det er en fordom, der vil noget!

Dar-Nimrods artikel handler om undersøgelser, der er blevet foretaget på kvinder, som har læst to essays med påstande om mænd og kvinder før to prøver (altså i alt fire essays). De essays, hvor der har været påstande om mænds og kvinders forskel i genetik og ikke-matematikrelaterede henseender, har kvinder klaret sig bedst efter, imens påstande om erfaringsmæssige og matematikrelaterede forskelle har medført dårlige resultater. Signifikant forskel.

46 Washburn: A New Kind of Uprising at Berkeley

Berkeley indgår aftale med gødningsproducerende firma

47 Supplerende om køn og forskning

48 Om Hendrik Schön

Jaja.

49 The Battle over the Electron

Jaja.

50 Breeding cheats

51 Ryberg: Ethics and Military Research

Jaja.

52 Mere om VU

Jaja.

53 Mere om etik

Jaja.

54 Inge Henningsen