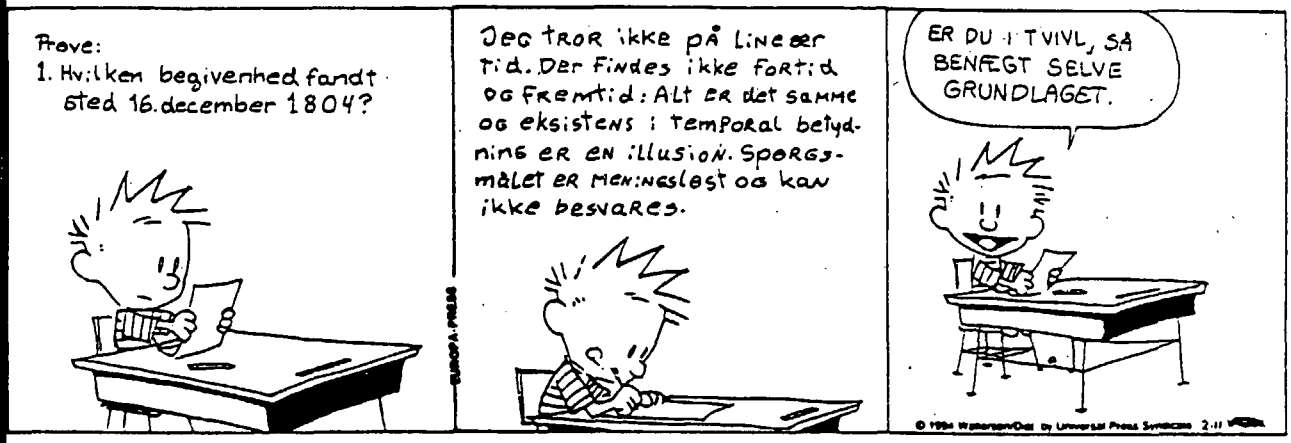
TEKST NR 309 1995

Tiden og Tanken

En undersøgelse af begrebsverdenen **matematik** udført ved hjælp af en analogi med tid.



Udarbejdet af
Anita Stark og
Randi Petersen

TEKSTER fra
IMFUFA ROSKILDE UNIVERSITETSCENTER
INSTITUT FOR STUDIET AF MATEMATIK OG FYSIK SAMT DERES FUNKTIONER I UNDERVISNING, FORSKNING OG ANVENDELSER

IMFUFA, Roskilde Universitetscenter, Postbox 260, 4000 Roskilde
Tiden og Tanken
Af: Randi Petersen og Anita Stark. Vejleder: Bernhelm Boos-Bavnbek

IMFUFA tekst nr. 309/95, RUC. 49 sider. ISSN 0106-6242

. . . . . .

Abstract

Diskussionen om matematiks natur bliver belyst i teksten udfra en analogi med tid. Analogt til at tid har en dobbelt natur - den eksisterer i sig selv, men bliver også løbende konstrueret i den menneskelige bevidsthed - har vi hypotesen om matematikkens natur som værende dobbelt - både opdaget og opfundet. Til det formål har vi bla. anvendt nogle antropologiske teorier. Da antropologien har stillet sig kritisk overfor den naturvidenskabelige metode, har vi fundet det på sin plads, at overveje antropologien og den såkaldte "antropologiske udfordring". Undersøgelsen af matematikkens natur har bekræftet os i hypotesen om matematikkens dobbelte natur, hvortil analogien mellem matematik og tid har været formålstjenlig. Den antropologiske udfordring indeholder et budskab, som de førende videnskabsteoretikere indenfor naturvidenskaben også forfægter.

Forord

Dette projekt er et forsøg på at udforske kløften mellem naturvidenskaben og samfundsvidenskaben, specielt antropologien. Da vi startede på projektet, havde vi en forestilling om, at der var en kløft mellem disse to videnskabskulturer, og at den handlede om fordomme. Nu da projektet er afsluttet, må vi erkende, at kløften er helt reel.

Da vi har samarbejdet med Lea Joensen og Christine Engel, der begge studerer antropologi på Københavns Universitet, er dette projekt til en vis grad tværfagligt.
Vi vil gerne takke Lea Joensen og Christine Engel for frugtbart samarbejde, og desuden Robert Petersen for behagelig assistance.

"Tiden lader sig ikke forenkle og reducere. Man kan ikke sige at den kun er i bevidstheden eller kun i universet, at den kun har en retning eller alle tænkelige. At den kun er i det biologiske fundament eller kun er en historisk samfundskonvention. At den er kun individuel eller kun kollektiv, kun cyklisk, kun lineær, relativ, absolut, determineret, udbredt over hele universet, kun lokal, kun ubestemt, illusorisk, total sand, umålelig, målelig, forklarlig eller umulig at nærme sig. Den er alt dette."

Peter Høeg "De måske egnede"

Indholdsfortegnelse

Forord
Indholdsfortegnelse
Indledning 1
Kapitelbeskrivelse 3

Kapitel 1
Begrebsdefinitioner 4
1.1 Durationsteorien 4
1.2 α- og β-tidsteorien 5
1.3 Tegn og virkelighed 8

Kapitel 2
Naturvidenskabelige fortolkninger af tiden 13
2.1 Nybrud i naturvidenskabernes tidsopfattelser 13
2.2 Tiden i det klassiske mekaniske verdensbillede 15
2.3 Tiden i det relativistiske verdensbillede 16
2.3.1 Eventyr i det ydre rum 16
2.3.2 Udregninger til eventyret 19
2.3.3 Konklusion på eventyret 20
2.4 Sammenfatning 22
2.4.1 Den klassiske mekaniks tidsopfattelse 22
2.4.2 Den relativistiske tidsopfattelse 23

Kapitel 3
Antropologiske analyser af to udvalgte tidsopfattelser 24
3.1 En karakteristik af tidsopfattelsen på Bali 24
3.1.1 Navngivning på Bali 24
3.1.2 Bali's statussystem 25
3.1.3 Kalendersystemet på Bali 26
3.1.4 Ceremonialiseringen af hverdagslivet 28
3.1.5 Afrunding af tidsopfattelsen på Bali 29
3.2 Partikelfysikeres tidsopfattelse 29
3.3 Sammenfatning 31

Kapitel 4

Et bidrag til diskussionen om matematiks natur 35

4.1 Fraktalers autonomitet 35

4.2 En diskussion om matematiks autonomi 36

Konklusion 40

Litteraturliste 42

Indledning

Nærværende projekt er en undersøgelse af, hvorvidt matematik er en af mennesket uafhængig del af naturen, der bliver "opdaget" af tænksomme mennesker, eller om matematik er et rent konstrueret sprog, som ligesåvel kunne have haft en alternativ form.
Vores vej henimod et bidrag til denne temmelig gamle diskussion går omkring en undersøgelse af størrelsen tid; nærmere bestemt omkring forskellen mellem den opfattede tid og tiden i den ydre virkelighed. Vi anvender Tiden som analogi til Matematikken, idet Tiden har en tilsvarende dobbelt natur: Enten konstrueret eller reel... eller er det både og?
Svarende til den opfattede tid kan den kendte matematik sættes, hvor tiden i den ydre virkelighed så repræsenterer **Matematikken**. Hypotesen er altså i dette tilfælde, at der findes matematik som kan opdages, eller er blevet opdaget.
Omvendt er tiden også illustrativ for matematikken som et rent konstrueret fænomen. Tid kan anskues som kun eksisterende i bevidstheden, idet **Tiden** ikke kan begribes af bevidstheden. Således bliver den eksisterende tid de opfattelser af tid, der findes i forskellige kulturer, tilsvarende hypotesen om den rent konstruerede matematik.

Indenfor antropologien er der opnået konsensus om at alle menneskelige begrebssystemer er konstruerede, dvs. opfundet. Et af de områder, antropologien har beskæftiget sig med, er undersøgelser af tiden, hvor de netop har udgangspunktet - at tid kun kan opfattes som et kulturelt konstrueret begreb. Deres arbejdsmetoder danner udgangspunkt for vores analyse af tiden og dermed af matematikken.
Det er usædvanligt i naturvidenskabelige arbejder at anvende metoder, der er udviklet indenfor samfundsvidenskaben eller humaniora. Vi har derfor, som del af diskussionen af matematikken, diskuteret det konfliktlignende forhold mellem antropologien, hvis' konsensus er: "begreber opfindes" og naturvidenskab, hvor holdningen: "begreber opdages" er repræsenteret.
Antropologer forsøger i disse år at formulere en "udfordring til naturvidenskaben", netop omhandlende status af de begreber og den viden som (natur)videnskaben frembringer. Denne udfordring har vi således taget op.

Problemformulering

- **Er matematikken opdaget eller opfundet?**

- **Beskriver eksemplariske naturvidenskabelige tidsopfattelser tiden i den ydre virkelighed og i så fald - i hvilken grad?**

- **Udfordrer antropologien reelt naturvidenskaben og i så fald, hvori består denne udfordring?**

I besvarelse af problemformuleringen har vi anvendt tanker af henholdsvis naturvidenskabsmanden og filosoffen C. S. Peirce og antropologen A. Gell til at foretage en analyse af eksemplariske tidsopfattelser og disses relation til den ydre virkeligheds tid. De udvalgte tidsopfattelser er alle tilknyttet fysiske teorier eller miljøer. Derved bliver de udvalgte fysiske tidsopfattelser anvendt eksemplarisk for naturvidenskabelige tidsopfattelser.
Indenfor fysikken har vi gennemgået tidsopfattelserne, der er indeholdt i hhv. den klassiske mekanik og relativitetsteorien, eksemplarisk. Yderligere har vi gengivet antropologiske analyser af henholdsvis Bali-folkets og partikelfysikeres tidsopfattelse. Gennemgangen af tidsopfattelsen på Bali skal fortrinsvis opfattes som en introduktion til den antropologiske metode.
Det teoriapparat, vi opstiller til analyse af tidsopfattelser, anvendes endelig til en analyse af et udvalgt matematisk område. Den følgende fortolkning heraf anvendes til besvarelse af, hvorvidt matematik er opdaget eller opfundet.

Kapitelbeskrivelse

Kap 1: I dette kapitel beskriver vi de teorier og filosofiske tanker, der anvendes som analyseapparat i de følgende kapitler.

Kap 2: Dette kapitel indeholder en gennemgang af den tidsopfattelse, der er indeholdt i dels den klassiske mekanik og dels i relativitetsteorien. Vi diskuterer nogle af disse teoriers filosofiske konsekvenser for bla. samtidighedsbegrebet. Sluttelig analyserer vi teorierne vha. det i kap 1 opstillede analyseapparat.

Kap 3: Vi vil i dette kapitel først gengive en antropologisk analyse af tidsopfattelsen på Bali. Derefter vil vi gengive en antropologisk analyse af nogle partikelfysikeres tidsopfattelse. Disse analyser vil vi diskutere udfra vores analyseapparat.

Kap 4: I dette kapitel opridser vi en opfattelse af fraktaler, som eksempel på matematik, der er opdaget fremfor opfundet. Denne opfattelse vurderer vi udfra et let udvidet analyseapparat. Endvidere diskuterer vi, hvorvidt matematik mere generelt er opdaget eller opfundet

Kapitel 1
Begrebsdefinitioner

Vi vil i dette kapitel opstille de teorier og filosofiske tanker, der vil blive anvendt som analyseredskab i senere afsnit.
Kapitlet tager udgangspunkt i, at den fysiske verden er et kontinuum, som først opdeles og klassificeres ved en fortolkende bevidsthed. Dette udgangspunkt kan også tillægges brede dele af antropologien (relativisterne er undtaget). Derudfra springer antropologiens centrale tese; at menneskelig erkendelse er et produkt af den kulturelle kontekst, erkendelsen er fostret i. De menneskelige (kulturelle og subkulturelle) samfund er de strukturer, der udgør den kulturelle kontekst. Et samfunds viden og de hermed forbundne vaner benævner vi *kulturel konstruktion*. Den kulturelle konstruktion har betydning for det opfattede og ikke for den opfattende.
Et eksempel på kulturel konstruktion er, at alle mennesker har en opfattelse af tid, som er forskellig fra kultur til kultur (se afsnit 3.1). De forskellige tidsopfattelser skyldes, at den enkelte kultur konstruerer tiden udfra det opfattede.
Indledningsvis vil vi beskrive durationsteorien, der omhandler forholdet mellem det fælles-menneskelige udgangspunkt for tid og de kulturelle konstruktioner af tid (1.1). Derefter vil vi beskrive teorien om α- og β-tid, der også bygger på, at menneskers ide om tid er kulturelt konstrueret (1.2). Endelig vil vi, vha. Peirces tegnteori, argumentere for den påstand, at det er muligt at erkende regelmæssigheder ved naturen (1.3).

1.1 Durationsteorien

Et grundlag for menneskets erkendelse af tid er forandringen. Indenfor alle kulturer bliver biologiske udviklingsprocesser iagttaget, hvor fx. æblets modning eller ældning af familien er det fælles udgangspunkt, der giver anledning til erkendelse af tiden. Dette fælles grundlag kaldes her duration [Howe, 1981, s. 231]. Når forskellige kulturer har divergerende opfattelser af tiden skyldes det en efterfølgende tolkning af durationen.

> "Duration, the succession of events is something the members of all societies experience although they represent it differently; ... we can only study time by reference to the manner in which it is divided. In that sense

> duration is a concept of a different logical order from cyclicity and linearity and cannot be used as a synonym for either." [Howe, 1981, s. 231]

Det er således ikke duration, når tiden opfattes som lineær dvs. historisk, akkumuleret tid, hhv. cyklisk tid, dvs. at vægten ligger på gentagne fænomener. Dette er en efterfølgende tolkning, som er knyttet til den enkelte kultur; en kulturel konstruktion.

1.2 α- og β-tidsteorien

I dette afsnit beskæftiger vi os med en teori, der er udviklet af Gell. Afsnittet er således bygget over "*The Anthropology of Time*" [Gell, 1992]. Grundlaget for Gells teori er en opdeling af tiden i A- og B-tid, hvilket McTaggart har æren for. Vi vil illustrere de to typer tid ved et lille eksempel. Bevæger en iagttager sig henover en rektangulær flade i passende højde, vil det til stadighed ændrede perspektiv give et konstant varierende billede af fladen. Ved fladens kant vil den virke som en smal skive og ret opover vil den virke rektangulær osv. Observationen er konstant afhængig af iagttagerens position. Analogt med iagttagelsen af fladen er iagttagelsen af en begivenhed i tiden. Det skiftende perspektiv er tilsvarende nuet, hvor begivenheden iagttages forskelligt alt efter om den er fortidig, nutidig eller fremtidig. Denne form for tid er A-tid. Fladen har kun én form og tilsvarende har begivenheder kun én indbyrdes tidsmæssig relation. Denne type tid er B-tid. McTaggart har forklaret de to forskellige typer tid på følgende måde:

> "Positions in time, as time appears to us *prima fâcie*, are distinguished in two ways. Each position is Earlier than some and Later than some of the other positions. .. In the second place, each position is either Past, Present, or Future. The distinctions of the former class are permanent, while those of the latter are not. If M is earlier than N, it is always earlier. But an event, which is now present, was future, and will be past." [McTaggart, 1927, s. 9].

Han navngiver de to tider således:

> ".. I shall give the name of the A-series to that series of positions which runs from the far past through the near past to the present, and from the present through the near future to the far future, or conversely. The series of position which runs from earlier to later, or conversely, I shall call the B series." [McTaggart, 1927, s 10].

Definitionen af α- og β-tiden ligger snævert op af definitionen på hhv. A-tid og B-tid, idet de er en videreudvikling af McTaggart's A- og B-tid [Gell, 1992, s. 151]. Mennesket har, ifølge denne teori, kun erkendelsesmæssigt adgang til α-tiden, mens det reelt er β-tiden der ér [Gell, 1992, s. 238]. β-tiden defineres som en række begivenheder, hvor disse findes i en indbyrdes fast rækkefølge jvf. B-tiden. Uanset om en iagttager ser begivenhederne som "før" eller "siden", vil den indbyrdes placering være den samme. Et barns fødsel vil f.eks. altid ligge før dets mindre søskendes fødsel. β-tiden er en B-tids beskrivelse, idet den ikke indeholder processernes udvikling. At barnet fødes i et nu og at det senere skal have en lillesøster, er tilhørende den menneskelige fortolkning; det er α-tid. Prøver vi at kategorisere A- og B-tid som enten α- eller β-tid, er de begge α-tider - de hører begge til blandt menneskelige fortolkninger.
Baggrunden for opdelingen i α- og β-tid ligger i menneskets perception. Fremtiden giver forventninger i bevidstheden udfra det forud oplevede på en "feed-forward"-manér [Gell, 1992, s. 232]. Dette er en central del af α- og β-tidsteorien. Gell opbygger modellen på en rumlig facon; der er en fuldstændig adskillelse mellem α- og β-området, hvor α er totalt omgivet af β (se fig. 1). Bevidstheden opfatter indtryk fra β-området, β-tiden, disse placeres i den forud opstillede sammenhæng - som afmærkninger på et landkort - såfremt det er modsigelsesfrit at foretage afmærkningen. I modsat fald må kortet justeres eller indtrykket afvises. Således bliver indtryk transformeret til α-området, til α-tid. Det nye indtryk påvirker forestillingen om fremtiden og dermed potentielt også handlemønsteret.Under handlingsforløbet opfattes nye indtryk og denne vekselvirkning gør det muligt at skabe en forestilling om tid uden nogensinde at have adgang til tiden uden brug af vores sanser og perception [Gell, 1992, s. 238].

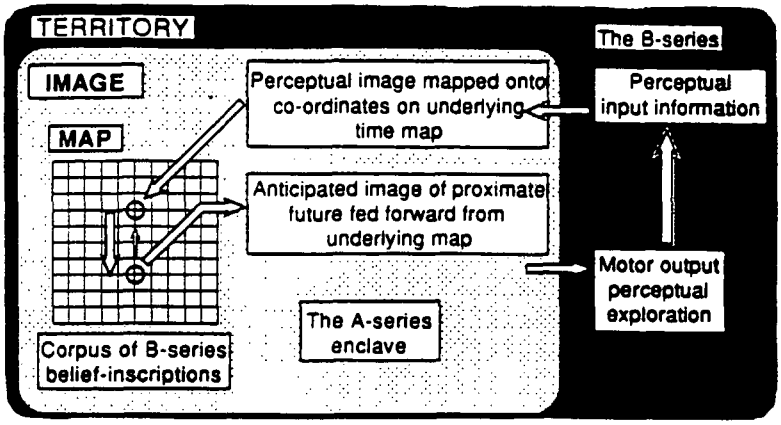


Fig. 1: Det mørke område illustrerer β-området, som er utilgængeligt for erkendelsen (B-tiden i Gells notation). Det prikkede område illustrerer α-området, som percipierer indtryk fra β-området (A-tiden i Gells notation). Det ternede område illustrerer det forud eksisterende "kort", hvor de percipierede indtryk ordnes i forhold til tidligere modtagne indtryk [Gell, 1992, s. 239].

α- og β-tidsteoriens pointe er samlet i følgende citat:

> "We have *total access*, as subjects, to our maps of time; but we have no access, as subjects, to the four-dimensional manifold of which these are the maps."
> (Gells kursiv) [Gell, 1992, s. 239].

I nøje overensstemmelse med α-tid og β-tid, er teorien om duration. Fortolker vi α- og β-tidsteorien i lyset af durationsteorien, danner den universelle β-tid grundlag for de enkelte kulturelle fortolkninger af tiden, hvorudfra de forskellige udgaver af tidsopfattelser dannes (fx. Balis detemporaliserede cykliske tid og "vores" historisk akkumulerende tid). Der er dog en uoverensstemmelse imellem de to teorier: Durationen (β-tiden) er defineret ved ikke at være tillagt nogle prædikater. Dette er i modsætning til Gells fortolkning af α- og β-tidsteorien. Gell giver således β-tiden prædikatet "fire-dimensionel" - i vores fortolkning omtaler Gell tiden som den fjerde dimension, idet vi ikke kender til, at tiden og fire dimensioner omtales i sammenhæng på anden måde[1] - og han beskriver den yderligere som et "unikt, deterministisk og lukket system" [Gell, 1992, s. 240]. Denne vurdering af β-tiden,

[1] Vi er efter projektets afslutning blevet gjort opmærksomme på, at med "fire-dimensionel" tid menes tidens ene og rummets tre dimensioner, hvor de rumlige dimensioner således betragtes som temporale [Mogens Wegener, personlig kommunikation]. Dette har dog ikke betydning for vores kritik af Gell.

som værende objektiv og B-tid, kan vi ikke bifalde. Gell forglemmer sig og sin teoris konklusion: At subjekter ingen adgang har til β-verdenen. Har subjektet ingen adgang til β-tid, kan det ikke være tilladt at udtale sig om dennes egenskaber. Disse udtalelser er α-tids-fortolkninger!
Hermed kommer vi ind på en anden diskussion: Er det muligt at sammenholde forskellige kulturers tidsopfattelse med hinanden? Specielt interessant er det, om det billede af tiden, som relativitetsteorien formidler (som den 4. dimension), er mere sandt eller konkurrencedygtigt end andre tidsopfattelser. Vi vil vende tilbage til disse spørgsmål i kap. 2.
Teorien om α- og β-tid tager, i højere grad end durationsteorien, udgangspunkt i ontologisk realisme; at der findes en verden (og en tid) uafhængig af vores bevidsthed. Vha. α- og β-tidsteorien er det muligt at operere adskilt med den perciperede og den reelle tid. Denne opdeling er så frugtbar, at den med fordel kan udvides til en opdeling i en α-verden og en β-verden. Således bliver et væsentligt træk ved teorien, at der ingen forbindelse er mellem α-verdenen og β-verdenen. Dette sidste karakteristika er forskellig fra en opfattelse indenfor naturvidenskabens om, at virkeligheden er tilgængelig, fra en udvalgt synsvinkel. Vi vil i det følgende diskutere muligheden for, vha. den af Peirce udviklede tegnteori, at udtale os om β-tiden.

1.3 Tegn og virkelighed

Peirces filosofiske udgangspunkt var realistisk idealisme, indenfor modsætningsparrene "realisme og antirealisme" og "idealisme og materialisme". Om dette skriver fysikeren Voetmann:

> "Peirces realisme omfatter både ideerne og det materielle. Hans idealisme er altså ikke en benægtelse af den materielle verdens reelle eksistens, men snarere en erkendelse af, at ethvert metafysisk valg og enhver form for forståelse må tage sit udgangspunkt i ideerne." [Voetmann, 1988b, s. 14]

Peirce opererer både med, at verdenen reelt eksisterer og at erkendelse er et fra verdenen væsensforskelligt område, idet erkendelsen bygger på tegn. Vi har en opdeling der ikke nødvendigvis er tilsvarende Gells definition på α- og β-verdenen. Peirces semiotiske erkendelsesteori omhandler dog alligevel forholdet mellem den ydre verden og det percipierede på en sådan måde, at vi ser det som en teori, der kan nuancere α- og β-tidsteorien. I Voetmanns fortolkning af denne opdeling bliver

ligheden med Gells α- og β-tidsteori slående. Voetmann illustrerer sin fortolkning ved at gengive en tilsvarende opdeling af verdenen fra en anden forfatters hånd:

> "Tonal er sprogets verden og rummer alt, hvad der kan ordnes og beskrives, men Tonal er som en ø i et uendeligt omgivende hav, som kaldes Nagual." [Voetmann, 1988b, s. 36]

En grundlæggende forskel på Peirces og Gells teori om de to verdener er, at Peirce mener, at det (med visse begrænsninger) er muligt at nå β-verdenen. Forklaringen herpå kan findes i Peirces semiotik, hvilken vi vil give en noget forsimplet fremstilling af, idet det blot skal tjene til at illustrere vores spørgsmål: Hvordan det kan være muligt at nå β-verdenen.
Tegnet, den grundlæggende enhed indenfor semiotik, defineres af Peirce som en relation. Denne relation er opbygget af tre dele (en triade, se fig. 2):
- det primære tegn, - en ufortolket entitet
- objektet, - det som det primære tegn hentyder til og
- interpretanten - den forståelsesramme som tegnet fortolkes i [Voetmann, 1988b, s.23].

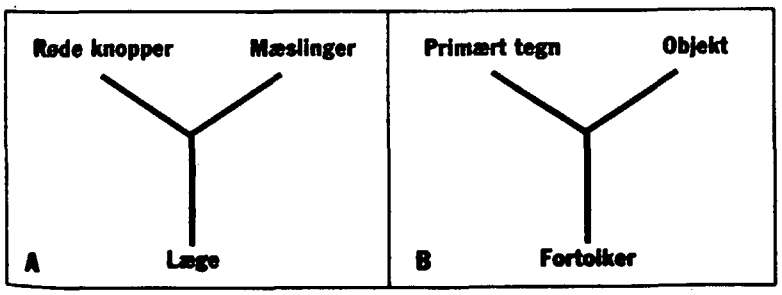


Fig. 2: A. Røde knopper som tegn på mæslinger. B. Den generelle tegntriade [Hoffmeyer, 1993, s 35].

Det er det andet element i triaden, der gør det muligt at opnå en korrespondance med den ydre virkelighed.
De tre elementer er selv tegn og udgør således selv en triade. Denne dobbelte opbygning (og potentielt flerdobbelte) giver en mulighed for en avanceret tegnklassifikation (Peirce har gennemført denne opdeling i en tredobbelt struktur). Desuden medfører strukturen, at det tredie element i triaden anvendes på sig selv, hvilket indebærer en høj grad af selvrefleksion [Voetmann, 1988b, s. 24]. Peirces triadiske opdeling af det andet element i triaden, er de tegngrupper, som er de vigtigste i den anvendte naturvidenskab. Det andet element, objektet er igen et

tegn. En yderligere opdeling af dette tegn giver bla. tegngruppen indices, der er objektets objektdel. Denne tegnkategori giver mulighed for at erkende den ydre verden på en direkte, men ikkesproglig måde. Denne måde at erkende tiden på, er uvidenskabelig, idet videnskab kræver sprog og er således uinteressant i vores sammenhæng.
Den anden del af triaden gør det muligt at korrespondere med naturen, dog selvfølgelig kun som del af triaden. I Voetmanns formulering er naturvidenskabernes afbildning af naturen mulig på følgende måde:

> "De naturlige tegn, som gøres til genstand for eksperimentelle undersøgelser og målinger kan karakteriseres som indices (objektets objektdel), og måleprocessen går så ud på at oversætte disse indices til symboler (objektets interpretantdel), f.eks. reelle tal. Dvs. eksperimentalisten sætter interpretanten med sin måleopstilling og først herved fødes det videnskabelige symbol." (vores parenteser) [Voetmann, 1988b, s. 33].

I kap. 4 vil vi gå dybere ind i tredelingen af tegns objektdel. Det bliver dog ved hjælp af Popper, som har skabt en analog teori, der er mere pædagogisk og mere anvendelig, omend det er en gendigtning af Peirces triadiske opdeling af det primære tegns objektdel.
I korthed kan Peirces semiotik ikke siges at indeholde mulighed for en direkte adgang til den ydre verden. Alt er tegn og erkendelsen bygger på tegn, men naturvidenskaberne opererer indirekte med virkeligheden, idet de beskæftiger sig med triadens objektdel [jvf. Voetmann, 1988b, s 33]. Peirce argumenterer [Peirce, 1991, s 482] for, at tiden kan betragtes som et objekt i følgende citat:

> Tiden:
> "Systemet af de relationer, der kobler enhver begivenhed til alle andre fortidige, nutidige eller fremtidige begivenheder. Denne sammenhæng bliver på realistisk måde opfattet som en selvstændig entitet eller som genstand for betragtning. Den kan opfattes som en flod, der flyder gennem nutidens dal og bliver også ofte beskrevet således - som f.eks. ved; tiden som floden; tiden der løber osv. Denne ide er dog uklar.
> Ifølge Leibniz er tiden den uklare perception af et system af relationer. Han så dog sagen fra en meget matematisk synsvinkel og overså derfor, at tiden ikke er en almen forestilling, men er klemt inde i det individuelle system af forbindelser mellem begivenheder som virkelig indtræffer.

> Ifølge Kant er tiden (ligesom rummet) en anskuelsesform. Hans opfattelse udbedrede Leibniz's fejltagelse, men ødelagde samtidig den sandhed Leibniz's anskuelse indeholder.
> Tiden bliver personificeret som en gammel mand, der skønt han er skaldet har den nyfødtes prinsessekrølle, og bærer en le såvel som et timeglas." (Vores oversættelse) [Peirce, 1991, s 482].

Ifølge Peirce indeholder tiden både cykler og tidspile. Den gamle mand, han billedliggør tiden med, bærer et timeglas, der blot kan vendes om, når sandet er løbet igennem. Manden bærer også en le som symbol på døden og det foranderlige og dermed på en tidspil. Tiden er individuel, men er samtidig et fælles udgangspunkt. Hver enkelt oplever tiden, men da den enkeltes oplevelser sker i bestemte forhold til andres, er tiden også fælles.
Tiden sætter individuelle hændelser i forbindelse med hinanden. At hændelserne er virkelige og at de forløber i en fastlagt rækkefølge giver tiden en egen entitet og den kan dermed betragtes som et objekt. Den kan således anvendes som genstand for videnskabelige undersøgelser.
Peirce udtaler sig specifikt om naturvidenskabelige love. Han hævder, at teorier ikke kan opstå uden sammenhæng med de fænomener, de skal kunne forklare [Peirce, 1891, s 72]. Forsøger man i blinde at opstille hypoteser, er der simpelthen umådeligt mange (trillioner), som skal afprøves førend en sand teori findes - "chancen ville være som én til uendelig" [Peirce, 1891, s 71]. Måden hvorpå mennsket kommer udover det problem, er os givet. I følgende citat, benytter Peirce mekanikken som eksempel:

> "Da vort sind er formet under indflydelse af fænomener, som er styret af mekanikkens love, bliver visse begreber, som indgår i disse love, implanteret i sindet, således at vi nemt gætter, hvad lovene er." (Voetmanns oversættelse) [Peirce, 1891, s 70].

Idet Peirce opfatter tid som et objekt og da tiden er en del af vores dagligdag, må den dermed forventes at have implanteret visse egenskaber i vores bevidsthed. Derfor vil videnskabelige abstraktioner kunne beskrive egenskaber ved tiden udfra vores dagligdag på en forholdsvis simpel måde. Herefter kan videnskabelige abstraktioner benyttes til at indse om disse forestillinger om tiden er konsistente. Visse videnskabelige eksperimenter og abstraktioner implicerer erkendelser om

tiden, som ligger udover de forestillinger, der er dannet på basis af daglige erfaringer.

Sluttelig må vi påpege, at Peirce anså naturlove og andre ensartetheder, for fænomener, der er under stadig udvikling. Således findes der, ifølge Peirce ingen absolutter [Peirce, 1891, s 73].

Kapitel 2
Naturvidenskabelige fortolkninger af tiden

Der findes en del naturvidenskabelige fortolkninger af tiden, hvoraf vi vil koncentrere os om udvalgte fysiske tidsopfattelser. Vi har valgt den relativistiske tidsopfattelse eksemplarisk, idet denne fysiske teori implicit beskriver tid på en tilsyneladende sand måde. Relativitetsteoriens implicitte tidsopfattelse er desuden abstrakt og fjern fra en dagligdags opfattelse og oplevelse af tiden. Denne tidsopfattelse vil vi overveje hvorvidt er i overensstemmelse med β-tiden eller ej.
En anden betydningsfuld tidsopfattelse er den, der er indeholdt i den klassiske mekanik. Den er del af vores dagligdags tidopfattelse og er således i overensstemmelse med en dagligdags måde at opleve tiden på. Den kan desuden opfattes som grundlaget for relativitetsteoriens tidsopfattelse. Således vil vi også vil anvende denne eksemplarisk. Relativitetsteorien og den klassiske mekaniks tidsopfattelser vil vi herefter referere til som de to eksemplariske tidsopfattelser.
Vi vil i det følgende give en kort gennemgang af naturvidenskabelige tidsbegrebers afgørende udvikling i 1800-tallet (2.1). Derefter vil vi give en beskrivelse af den klassiske mekaniks tidsopfattelse (2.2), og den relativistiske tidsopfattelse, herunder et illustrerende eventyr (2.3).

2.1 Nybrud i naturvidenskabernes tidsopfattelser

I 1800-tallet, skete der en eksplosion indenfor flere områder af naturvidenskaben, som alle havde relation til tidsopfattelsen. Indledningsvis var det allerede i 1700-tallet (1788), at Huttons "*Theory of the Earth; or an Investigation of the Laws observable in the Composition, Dissolution and Restoration of Land upon the Globe.*" publiceredes [Hubbert, 1967, s 34]. Hutton slutter artiklen med at konstatere, at kysterne slides ekstremt langsomt væk af havet, hvorfor han konkluderer, at kontinenterne må erodere bort med en ukendt hastighed. Denne opfattelse satte spekulationer igang, idet Jorden på daværende tidspunkt mentes at være 6000 år gammel i den kristne verden [Hubbert, 1967, s 36]. Inkonsistensen medførte, at Hutton blev anklaget for ateisme [Engelsted, 1987, s 18]. Det næste betydningsfulde skridt til en ændret tidsopfattelse kom i 1830 med publikationen af Lyell's "*Principles of Geology*". Lyell byggede sin forståelse af geologien på det såkaldte uniformitets-princip. Kort fortalt indeholder dette princip, at fortiden forklares ved nutiden og at naturlovene er konstante, hvorfor også den geologiske udvikling sker ved en konstant rate [Hubbert, 1967, s 34]. Lyell, som også var

sagfører vandt derudover en retsag, hvor Hutton blev revalideret. Lyells arbejde blev det afgørende slag imod den bestående teori om Jordens alder [Engelsted, 1987, s 18]. Derudover fik hans publikation betydning som inspiration for Darwins evolutionsteori, hvilken blev publiceret i "*On the Origin of Species*" i 1859 [Hubbert, 1967, s 41]. De nævnte gennembrud dannede grundlaget for et ændret tidssyn. Tiden opfattedes nu i højere grad som irreversibel og historisk akkumulerende tid. Også indenfor kemien fremkom der indicier på, at tiden ikke blot skal beskrives som reversible processer på linie med de mekaniske. De irreversible processer der bliver iagttaget i kemien beskrives ved termodynamikkens 2. hovedsætning, som blev udviklet af R. Clausius i 1852 [Prigogine og Stengers, 1984, s 275]. De nævnte teorier indenfor geologien, biologien og kemien etablerede forståelsen af tiden, som historisk, akkumulerende og lineær tid i en hidtil ukendt grad. Den historiske opfattelsen af tiden og teoriernes fælles irreversible karakter medførte en konfrontation omkring hvorvidt naturen følger reversible eller irreversible love.
I. Prigogine sætter følgende ord på konsekvensen af en reversibel natur:

> "De simple matematiske love, som - mener man - naturens elementære adfærdsformer er underkastet - og som herefter skulle danne den endegyldige sandhed om universet - konstrueres faktisk næsten altid efter den klassiske mekaniks loves almindelige model; men som vi skal se, beskriver disse love verden på basis af et begreb om deterministiske og reversible baner. Det medfører, at det ikke blot er friheden og muligheden for fornyelse, der anfægtes, men også ideen om, at visse processer i væsentlig forstand skulle være irreversible, drages i tvivl, f.eks. det, at et lys brænder eller, at et dyr ældes. Det medfører endvidere, at sådanne "sandheder" som, at det, der er sket, aldrig kan gøres usket, at lyset ikke kan "antibrænde" eller, at et dyr ikke kan blive ungt igen, kun ville være relative sandheder dikteret af vores iagttagelsesmidlers grovhed, og at de ikke er foreskrevet af de "objektive love", som styrer den evige og uforanderlige verden." [Prigogine & Stengers, 1984, s 42].

Prigogine argumenterer for, at tiden kan og bør defineres som irreversibel. Den stadig brændende diskussion om, hvorvidt tiden er irreversibel eller ej, vil vi ikke bevæge os ind i men henviser til Prigogine og Stengers.

2.2 Tiden i det klassiske mekaniske verdensbillede

Newton sammenfattede den hidtil formulerede mekanik, samt formulerede selv nye love. Han samlede dermed det, vi idag betragter som den klassiske mekanik [Højgaard og Kjørup, 1983, s 29-40; Kragh, 1986, s 27-40]. Newton havde en opfattelse af virkelighedens tid som værende absolut og flydende og den oplevede tid som en deraf afledt størrelse. Den oplevede tid var ufuldstændig i modsætning til den absolutte tid. I Voetmanns oversættelse:

> "(Den) absolut(te), sand(e) og matematisk(e) tid flyder af sig selv og af sin egen natur og uden relation til noget ydre. (vores parenteser) [Newton, 1686, s 81].

Det ville dog ikke være muligt at måle den absolutte tid, idet al bevægelse er ujævn i forhold til den absolutte tid og det er kun muligt at måle på bevægelser. Tilsvarende den absolutte tid hævdede han også eksistensen af det absolutte rum [Newton, 1686, s 82]. Vi vil nu beskrive tiden i sammenhæng med den klassiske mekanik.

Ved flytning i tid og rum er der en lineær sammenhæng. Denne sammenhæng beskrives af de såkaldte Galilei-transformationer. Disse udtrykker sammenhængen mellem to givne inertial-systemer I og I' (et inertial-system er et koordinat-system, der er i jævn bevægelse i en fast retning). Vi benytter de kartesiske koordinater, hvorved I og I' er givet ved

$$x' = x - Vt, \quad y' = y, z' = z$$
$$t' = t,$$

idet I' bevæger sig med hastighed V i forhold til I. Koordinatsystemerne lader vi være placeret, så bevægelsen kun sker i x-aksens retning, hvorved y- og z-retningerne er uændrede mellem de to inertialsystemer. Om sammenhængen mellem t og t' er forudsat, at de to koordinat-systemer har fælles origo til $t = 0$. Indenfor den klassiske mekanik vil der altså ifølge Galilei-transformationerne være en uændret samtidighed mellem forskellige inertial-systemer. Tiden går lige hurtigt overalt, uanset hastigheden af bevægelsen. Bevæger vi os i to forskellige retninger i et synkroniseret nu, vil der uanset omstændighederne være gået lige lang tid i begge systemer; samtidigheden vil være universel.

2.3 Tiden i det relativistiske verdensbillede

Einsteins grundlæggende antagelse er, at lysets hastighed er "absolut", d.v.s. konstant under alle forhold og er den øvre grænse for, hvor hurtigt et signal kan transmittere. Dette er en konsekvens af Michelson og Morleys forsøg med lysets udbredelseshastighed, der viste, at lysets hastighed er konstant i alle retninger [Kittel, C. et al., 1962, s 246-280]. Denne antagelse betød, at Galilei-transformationerne ikke længere var tilstrækkelige til at beskrive flytninger i tid og rum - specielt ikke under flytninger af ekstreme hastigheder. Sådanne flytninger kan istedet beskrives ved de såkaldte Lorentz-transformationer. Disse transformationer er de eneste mulige til at beskrive flytninger i tid og rum under den givne forudsætning: At lysets hastighed er konstant, idet det er gennemført et entydighedsbevis for dem [Delone, 1965, s 256]. Lorentz-transformationerne udtrykker sammenhængen mellem to inertialsystemer I og I' således:

$$x' = (x - tV)/(1-(V^2/c^2))^{1/2}$$

$$y' = y$$

$$z' = z$$

$$t' = (t - Vx/c^2)/(1 - (V^2/c^2))^{1/2}$$

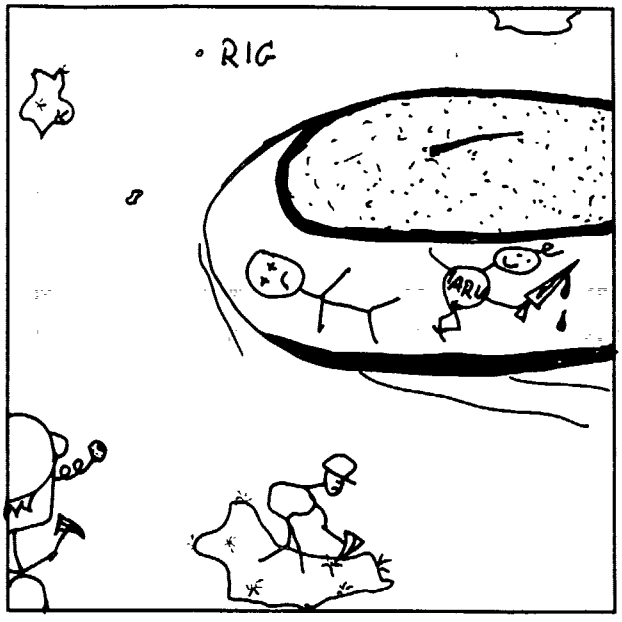
Lorentz-transformationerne medfører, at den universelle samtidighed, som den klassiske mekanik forudsætter, bryder sammen. For at illustrere de konsekvenser, Lorentz-transformationerne har for ideen om den universelle samtidighed og dermed til en vis grad for vores dagligdags tidsopfattelse, har vi skrevet et eventyr, der foregår i det ydre rum.

2.3.1 Eventyr i det ydre rum

Der var engang en dejlig prinsesse. Hun boede på en planet kaldet Rig. På den samme planet, men i et andet kongerige boede en ung og smuk prins, som hun meget gerne ville giftes med. Desværre mente hans mor, dronningen, at prinsessen var for gammel til hendes søn, idet hun var 10 år ældre end prinsen.
Prinsessen satte ikke sit lys under en skæppe, så hun gik rask op til dronningen og anmodede om prinsens hånd. Dronningen blev først meget vred, men tænkte så, hov jeg har jo et problem, prinsessen garanteret ikke kan løse og så får jeg chancen for at hugge hovedet af hende.
Planeten blev ofte invaderet af nogle sære væsener, der kom som lyn fra en klar himmel og forsvandt ligeså hurtigt igen. De opførte sig altid besynderligt; de hentede vand og virkede som om de stjal det på trods af, at der var rigeligt med vand på Rig. Tyverierne forstyrrede dog folket og mange blev bange. Det var aldrig lykkedes at opspore dem, når de først var forsvundet.

De kloge havde forsøgt at regne ud hvilken planet væsenerne kom fra. Herefter havde de naturligvis sendt rumskibe afsted for at se hvad der foregik på disse planeter. Alle de udsendte kom imidlertid tilbage med dårligt nyt. Der var nemlig ikke andet end store vulkaner på dem. Det kunne derfor ikke være disse planeter rumvæsenerne kom fra. Der var imidlertid så langt til andre planeter og solsystemer fra Rig, at de kloge ikke kunne forestille sig, at rumvæsenerne kom derfra. Det var et uløseligt problem.
Prinsessen fik nu forelagt sin opgave. Dronningen sagde:
"Find disse væsener og stop deres invadering af vores planet, så vil du få min søn, men hvis du ikke kan løse din opgave, lader jeg dit hoved hugge af."
Prinsessen, der ikke var så dum endda, mente nu nok, at hun kunne klare dette. Hun satte sig med en model over, hvilke planeter der lå rundt om Rig og tænkte så det knagede: "Hvordan kan det lade sig gøre at komme til planeter, der ligger længere væk fra os?" Heldigvis var hendes gamle lærer, en klog troldmand, netop blevet færdig med en ny slags rumskib. Med dette kunne hun nå ud til steder i rummet, der lå rigtig langt væk.
Hun beredte sig på sin rejse sammen med en del af sine folk og ventede på, at rumvæsenerne ville invadere Rig, så de kunne forfølge dem. Den næste gang væsenerne kom optog prinsessen forfølgelsen. Det blev til en jagt igennem deres eget solsystem og videre ud i rummet. De nåede først rumvæsenernes planet, da de var kommet til det nærmeste solsystem. Der mødte dem et prægtig skue, alting lyste og væsnerne gik alle fredeligt rundt blandt hinanden. Så vidt hun kunne se, fik de alt deres energi fra det vand, de havde hugget på prinsessens planet.
Prinsessen tænkte, at det eneste hun kunne gøre for at løse sin opgave var at kontakte disse mærkelige væsener og få en dialog igang med dem. Hun travede rask afsted og kom til en bolig, hun troede måtte tilhøre planetens overhoved. Hun blev ført til kongen og dronningen, hvor hun foreslog et bestemt område på Rig, som de kunne få ubegrænset adgang til at hente vand fra. Kongen og dronningen blev meget glade for dette foreslag, for de havde tit tænkt på, at det måtte være ubehageligt for folkene på planeten Rig, når de kom væltende uanmeldt.
Prinsessen ville nu gerne hurtigt hjem til sin prins, så afskeden blev kort men hjertelig.

Imidlertid var der en meget klog kvinde, Maria, blandt prinsessens folk, der også ville giftes med prinsen fra nabokongeriget. Nu da prinsessen havde løst sin opgave, måtte Maria selv spænde ben for prinsessen. Hun lagde en modbydelig plan, der skulle sørge for, at prinsessen alligevel ville blive halshugget, når hun kom



hjem. Maria havde regnet ud, at tiden i rumskibet gik langsommere (pga. dets høje hastighed) end på Rig og andre steder. Når rumskibet nåede det astroidebælte, hvor mange Rig-boere var ude og hugge diamanter ud, ville Maria myrde en tilfældig i rumskibet og sørge for, at prinsessen fik skylden. Diamantjægerne ville iagttage mordet, som hun ville begå i det rum i skibet, der havde store vinduer og forhåbentlig notere sig tidspunktet. Først senere ville tiden ombord nå det noterede tidspunkt. På dette tidspunkt kunne hun så være sammen med de andre. Som sagt så gjort. Bagefter sendte hun prinsessen ind i rummet med vinduerne. Prinsessen opdagede mordet og der blev en frygtelig opstandelse. Imens noterede Maria sig tidspunktet.
Der blev først glæde på planeten Rig, da de ankom og folket opdagede, at prinsessen havde fået en ordning med de fremmede og forstyrrede væsener. Desværre gik alt efter Marias plan, prinsessen blev beskyldt for mordet, da minearbejderne kom tilbage fra astroidebæltet og fortalte, hvornår de havde set mordet, hvilket passede med det tidspunkt, som Maria noterede sig. Der blev stor sorg, da man opdagede, at prinsessen var den eneste, der ikke havde noget alibi på det, fra astroidebæltet, observerede mordtidspunkt. Prinsessen, der jo vidste hun ikke havde begået mordet, klagede sin nød til prinsen. Han fik alle detaljerne om rejsen af prinsessen og han havde naturligvis også undret sig over, hvorfor prinsessen ikke synes ældre efter sin rumrejse. Han lagde to og to sammen og fandt ud af, at tiden måtte gå hurtigere på planeten end i rumskibet. Mordtidspunktet i rumskibet måtte derfor være forskelligt fra det de noterede på astroidebæltet. Faktisk måtte det være begået før i rumskibets tid end det observerede tidspunkt. Dette gav anledning til ny efterforskning i mordet og man fandt ud af, at det var Maria, der havde begået det. Hun blev derfor halshugget. Ydermere havde dronningen nu intet hun kunne beklage hos sin kommende svigerdatter, der imens hun havde været på rejse kun var blevet 5 år ældre, mens den hjemblevne prins var blevet 10 år ældre. Nu var der kun 5 år imellem dem. Dronningen var nu tilfreds med sin svigerdatter og prinsen og prinsessen fik hinanden og levede lykkeligt til deres dages ende .

2.3.2 Udregninger til eventyret

Vi betragter planeten Rig som liggende i origo af I og prinsessen befinder sig i origo i I'. Vi har sat som krav, at prinsessen kun må blive 5 år og 12 timer ældre i løbet af sin rejse med rumskibet og 3 timer ældre på rumvæsenernes planet, mens prinsen skal blive 10 år ældre. Dermed kommer der til at gælde følgende (alle tallene blev gemt på lommeregneren med 9 decimaler og genbrugt regnestykket igennem).

$x' = 0$

$t' = 5{,}001$ år

$t = 10$ år

$V = ?$

$x = ?$

Vi sætter x's værdi ind i Lorentz-transformationen for x-retningen:

$0 = (x - Vt)/(1 - (V^2/c^2)^{½})$, hvorved

$0 = x - Vt \quad <=>$

$x = Vt$

Dette udtryk indsat i Lorentz-transformationen for tid; nemlig:

$t' = (t - (Vx/c^2))/(1 - V^2/c^2)^{½}$

bliver:

$t' = (t - (V^2 t/c^2))/(1 - (V^2/c^2))^{½} \quad <=>$

$t' = t(1 - (V^2/c^2))/(1 - V^2/c^2)½ \quad <=>$

$t' = t(1 - (V^2/c^2))^{½}$

De konkrete værdier sættes ind:

$5{,}001$ år $= 10$ år$(1 - V^2/c^2)^{½} \quad <=>$

$0{,}5001 = (1 - V^2/c^2)^{½} \quad <=>$

$0{,}745 = V^2/c^2 \quad <=>$

$V = (0{,}866)*c \quad <=>$

V er ca $0{,}866*c$ og $c = 2{,}9*10^8$ m/s

Dvs. prinsessens rumskib flyver med ca 87 % af lysets hastighed i forhold til Rig.

Da mordet sker er der gået 9 år, 364 dage og 11 timer på Rig
Da rumskibet flyver med 87% af lysets hastighed og t = 87587 timer bliver

$$t' = 87587 \text{ timer } (1 - (0{,}87*c)^2 / c^2)^{1/2} \quad <=>$$

$$t' = 87587 \text{ timer } (1 - 0{,}745)^{1/2} \quad <=>$$

$$t' = 87587 \text{ timer } 0{,}50013 \quad <=>$$

$$t' = 43805{,}49821 \text{ timer eller 5 år og 5½ timer}$$

Dertil skal lægges de 3 timers ophold på rumvæsnernes planet.
Dvs når klokken på Rig er 11 middag er klokken ombord på rumskibet 8,30 om morgenen.

2.3.3 Fortolkninger af relativitetsteorien

Af eventyret ses det, at der ikke kan tales om samtidighed, når en person bevæger sig ved meget høj hastighed i forhold til en anden. Tiden vil være forskellig ligesom tiden for personen, der observerede mordet fra en astroide og prinsessen, der befandt sig i rumskibet. Ydermere blev prinsessen ikke ligeså hurtigt ældre som prinsen, idet hun bevægede sig nær lysets hastighed. At det er prinsessen, der bliver ældre kan synes mærkeligt, hvis det tages i betragtning, at inertialsystemer er ligeberettigede og at man derfor ligesåvel kunne gå ud fra, at planeten Rig pludselig lettede fra rumskibet i den modsatte retning. Forklaringen på dette ligger i den generelle relativitetsteori, ifølge hvilken, det er det accelererede system, rumskibet, der "forbruger" mindst tid. Dette fænomen kaldes tidsparadokset. Mange tolker det, at tiden går langsommere for en person, der bevæger sig med høj hastighed, som at denne person rejser ud i fremtiden. Denne situation fortolker Voetman på ganske anden vis.

> "Man kan sige at B er rejst 20 år ud i fremtiden på 2 år. Når man siger det på den måde, gør man sig skyldig i spatialisering af tiden, og udelukker den fænomenologiske synsvinkel." [Voetmann, 1988a, s 42]
> "...Den rumrejsende tvilling er ikke rejst ud i fremtiden, for man kan kan kun rejse i rum, ikke i tid, men han har simpelthen ikke fået lavet så meget tid

> som sin hjemmeblevne bror, og det er fordi hans krop ikke har nået at lave så meget entropi." [Voetmann, 1988a, s 44]

Denne fortolkning er mere jordnær end forestillingen om, at rejser, foretaget med ekstrem høj hastighed, samtidig er en form for tidsrejse.

En mulig fortolkning af relativitetsteorien, hvilken Einstein repræsenterer, er, at den beskriver fortiden, nutiden og fremtiden som noget allerede fastlagt; dvs. en deterministisk tankegang. I Einsteins version betyder dette bla. at irreversibilitet er en illusion [Prigogine og Stenger, 1984, s 348]. Han mener således ikke, at døden er en afslutning. Da Einsteins ven Michele Besso dør, skriver han til vennens søster:

> "...Michele er med sin bortgang fra denne besynderlige verden også gået lidt forud for mig. Det betyder intet. For os overbeviste fysikere er skellet mellem fortid, nutid og fremtid kun en illusion, selv om den også er hårdnakket." [Prigogine & Stenger, 1984, s 348]

Andre fysikere kritiserer en sådan deterministisk fortolkning af relativitetsteorien. F.eks. giver Voetmann et bud på, hvilke konsekvenser fortolkningen af tiden som den 4. dimension får for vores tidsforståelse, hvis vi accepterer den som endegyldig.

> "Den (ubevidste) ontologiske konsekvens af at gøre tiden til en slags rumlig udstrækning er, at både fortid, nutid og fremtid bliver eksisterende; man taler om at rejse til fremtiden eller måske endda til fortiden, hvilket fører til paradokser. En persons hele liv bliver til en firedimensional verdenslinje, udspændt mellem fødsel og død, hvilket udelukker enhver forestilling om fri vilje eller udvikling af noget nyt." [Voetmann, 1987, s 33].

Og han fortsætter:

> "Hvis det blot er et mønster af verdenslinier, som får mig til at skrive denne artikel, så gider jeg ikke skrive den færdig." [Voetmann, 1988a, s 38].

Som alternativ til den deterministiske tankegang kan en fænomenologisk tankegang muligvis godt benyttes som grundlag for anvendelse af både den mekaniske og

den relativistiske tidsopfattelse uden at der opstår inkonsistens [Voetmann, 1987, s 39]. Det er iøvrigt et spørgsmål om ikke Einstein også til en vis grad havde en ikke-deterministisk tankegang, idet han var meget aktiv i politik og medmenneskelige gøremål [Hawking, 1988, s 177].

2.4 Sammenfatning

Den naturvidenskabelige reflekteren over tid og tidens natur er fortrinvis en reflekteren i relation til de fysiske naturlove. Begrebet tid er indført i alle love, der beskriver hhv. bevægelser og vekselvirkninger; tiden er således et grundlag for fysikkens beskrivelse af naturen.
De to eksemplariske tidsopfattelser, som vi har beskrevet, er fysiske teorier med forskellig filosofisk baggrund. Vi vil vurdere dette, ved at anvende det i kap. 1 opstillede analyseapparat.

2.4.1 Den klassiske mekaniks tidsopfattelse

Vurderes Newtons tidsopfattelse som enten A-tid eller B-tid, må den anses for at være A-tid, idet Newtons ide om tiden var, at den flød; han tog udgangspunkt i nuet.
Tiden i den klassiske mekaniks formler kan være negativ såvel som positiv og da formlerne kan anvende et hvilketsomhelst nu som T_o, ved produktion af resultater, der bekræfter formlerne, må tide i disse formler anses for at være B-tid.
Forsøger vi at anvende α- og β-tidsbegrebet på den klassiske mekanik, er den selvfølgelig en α-tids-konstruktion i Gellsk forstand.
Newton mente ikke, at den absolutte tid kunne erkendes [Newton, 1686, s 81]. Denne opfattelse har dog ikke baggrund i en opdeling af tiden i α- og β-tid. Newton opdelte den fysiske verden i dels processer, som vi måler tiden efter, men som altid vil være uregelmæssige i forhold til den absolutte tid og dels i selve den absolutte tid [Newton, 1686, s 81]. Da opdelingen sker m.ht. den fysiske verden og ikke som en opdeling i hhv. opfattet og fysisk tid som hos α- og β-tidsteorien, er disse væsensforskellige.

Ifølge Peirce er videnskabelige teorier, bygget over indtryk, som de fænomener, teorierne skal beskrive, har implanteret i sindet. Dette er altså ikke en direkte indsigt i den ydre verden, men kan netop opfattes som en erkendelse af denne. Vi mener, at den klassiske mekanik kan anses for at være formuleret på et sådant grundlag. Disse love udtaler sig dog ikke eksplicit om tid og den implicitte tidsopfattelse, som de indeholder, har vist sig utilstrækkelig efter relativitetsteoriens formulering.

Tidsopfattelsen i den klassiske mekanik må således vurderes som α-tid. Den klassiske mekaniks samtidighedsbegreb er konsistent under ikkeekstreme forhold og under denne snævre forudsætning giver den klassiske mekanik ét billede af β-tiden.

2.4.2 Den relativistiske tidsopfattelse

En af relativitetsteoriens konsekvenser er, at den filosofiske ide om én universel tid er umuliggjort; samtidighed er mere kompleks end blot at være universel. Den relativistiske tidsopfattelse kan desuden fortolkes som en determineret 4. dimension.

Som vi fortolker Gell, fortolker han netop relativitetsteorien, som reflekterende sider af β-tiden, idet han nævner, at β-tiden er determineret og 4-dimensionel. Udfra hans egen definition på α- og β-tid er denne fortolkning ikke holdbar, men benyttes Peirces semiotik og den deraf givne mulighed for at erkende den ydre verden, stiller sagen sig anderledes.

Peirces ide om, at naturlovene er mulige at formulere, idet vores (sub)bevidsthed i forvejen kender reglerne, er ikke tilstrækkelig forklaring på disse loves formulering. Relativitetsteorien bygger på naturlove og teorier, hvis formulering i vores øjne er udviklet, i overensstemmelse med Peirces ide, nemlig den klassiske fysik. Relativitetsteoriens interpretation ligger udover sansernes hverdagserfaringer, men den er et eksempel på hvordan videnskabelige resultater kan bidrage med erkendelser om ting, der netop ligger udover hverdagserfaringen.

Den videnskabelige praksis ved teoriafprøvning (reproduktion af resultater og falsifikationsforsøg) har selekteret både teorierne, der ligger til grund for relativitetsteorien og denne teori selv. Således må det anerkendes, at relativitetsteorien udtrykker et bestemt område af den menneskelige erkendelse, udviklet under en bestemt synsvinkel.

Relativitetsteorien medfører en anden tidsopfattelse end den klassiske mekanik giver mulighed for. Dette skyldes relativitetsteoriens ændring af samtidighedsbegrebet. Desuden beskriver relativitetsteorien tiden som den 4. dimension. Disse egenskaber ved tiden indgår begge i selve relativitetsteorien, istedet for blot at være en filosofisk fortolkning af denne. For så vidt, at relativitetsteorien giver os et billede af β-verdenen, giver den os således også et billede af β-tiden.

Kapitel 3
Antropologiske analyser af to udvalgte tidsopfattelser

Hidtil har vi beskrevet to naturvidenskabelige opfattelser af tiden samt hvilke erkendelser af tiden, der herved er opnået. Vi vil i dette kapitel referere en eksemplarisk analyse af tidsopfattelsen på Bali, som eksempel på antropologiens metode (3.1). Denne metode anvendes i en konkret antropologisk analyse af tidsopfattelsen hos partikelfysikere, som vi derefter vil gennemgå (3.2). Sluttelig overvejer vi anvendeligheden af den antropologiske metode på naturvidenskaben (3.3).

3.1 En karakteristik af tidsopfattelsen på Bali

Opfattelsen af tid er grundlæggende anderledes på Bali end vi kender den fra vor egen kultur og vores fortolkning af denne opfattelse vil være præget af vores egen tidsforståelse. Der findes flere typer analyser af den balinesiske tidsforståelse, hvilket denne gennemgang ikke vil reflektere. Istedet tager vi udgangspunkt i en enkelt analyse [Geertz, 1973], der giver en moderne fortolkning af emnet. Afsnittet er opdelt i underafsnit om hhv. navngivning (3.1.1), statussystemet (3.1.2), kalendersystemet (3.1.3) og ceremonialiseringen af hverdagslivet (3.1.4).

3.1.1 Navngivning på Bali

Geertz's udgangspunkt er, at alle mennesker har en direkte oplevelse af tid, nemlig biologiske fænomener som fx. menneskers aldring, frugters modning osv. På Bali er hele arbejdsorganiseringen og forholdet mellem menneskene indrettet efter en detemporalisering af tiden, dvs. at tidens gang forsøges usynliggjort.
Strategien for dette er, at personer tildeles tidsløse roller snarere end individuel og dermed foranderlig status. Navngivningen er et indicium for dette. Et barn får dels et personligt navn og dels et "rækkefølgenavn". Øgenavne er et ukendt fænomen. Brugen af øgenavne ville være en betoning af individet. I overensstemmelse med nedtoningen af det individuelle, bliver det personlige navn næsten aldrig brugt [Geertz, 1973, s 368]. Rækkefølgenavne gives efter en fast regel: Førstfødte kaldes Wayan, næstfødte Njoman, så Made og så Ktut, femtefødte får atter navnet Wayan og sådan fortsættes navngivningen. Da også dødfødte børn udgør en del af rækkefølgen, er placeringen i rækkefølgen uden betydning [Geertz, 1973, s 370]. Det anonymiserende rækkefølgenavn er brugt som kaldenavn, indtil personen selv har fået et barn. Forældreværdigheden betyder, at personnavnene kommer i brug

på anden hånd [Geertz, 1973, s 374]. Har en person fået et barn, omtales personen fx. som "mor til Egon" og videre i næste generation som "farmor til Leila".

Generationerne har også et indbyrdes cyklisk forhold. Hver 3. generation opfattes som samtidige - tilhørende samme generation, således har de samme alder. Dette afspejles religiøst. Forfædrene er guder og derfor æres forfædrene, men da oldeforældre betragtes som samtidige ærer oldebørn ikke deres oldeforældre [Geertz, 1973, s 373]. Det cykliske generationssystem bidrager også til den detemporaliserede tid. En måde at indplacere individet er efter dets forhold til den generation der skal påbegynde næste reproduktion. Dette afspejles i den føromtalte navngivning, hvor navnet ændres med hver ny generation, der fødes. Det er vigtigt hvem man er forgænger for - ikke hvem man nedstammer fra. Således fokuseres der konstant på den nye generation.
Nedtoningen af det individuelle er styrende for den detemporalisering der sker, idet de personlige forhold og dermed forgængeligheden af enkeltpersoner bliver uvigtige og de roller individerne spiller - f.eks. i familien - bevares og enkeltindividet er igen underordnet.

3.1.2 Bali's statussystem

Et andet område, der bidrager til detemporaliseringen af tiden, er Balis statussystem.
Der findes et statussystem, der relaterer til familieforhold og dermed er nedarvet [Geertz, 1973, s 351]. Status er af religiøs art, hvor rangen handler om åndelig renhed og dermed om afstanden fra det guddommelige. Rangen bestemmer desuden hvordan man skal opføre sig overfor hinanden. Balineserne behøver derfor ikke at tage stilling til, hvem den anden egentlig er, eftersom deres indbyrdes forhold er forudbestemt, uanset om de kan lide hinanden eller ej. Den arvede plads er så fastlagt i systemet, at individets evner og meriter er underordnet denne plads. De faste samfundskategorier medvirker til at opretholde indtrykket af det statiske tidsløse samfund.
Indtrykket af det tidsløse samfund skabes også via de offentlige embeder. En person kan udvælges til et embede, hvorefter han bliver identificeret med denne rolle; "postbud Jensen" er en langt mere almindelig kategori af medmennesker, end et individ der ikke er klassificeret. En mand er, hvad han laver [Geertz, 1973, s 305]. Derved underspilles vigtigheden af personlige karakteristika. Er en person nået langt op i titelhirakiet, udviskes de personlige træk og titlen træder frem.

Højest oppe nås gudesfæren, hvor personen er totalt udvisket og kun titlerne er tilbage [Geertz, 1973, s 306].
De enkelte individer tildeles livet igennem roller - både indenfor navnesystemet og indenfor titelsystemet. Rollerne vedbliver at eksistere. Derved forsvinder der ingen i systemet på trods af enkeltindividernes død. Statussystemet giver således en illusion om tidsløshed; der forekommer ikke forgængelighed.

3.1.3 Kalendersystemet på Bali

Der findes to kalender-systemer på Bali, permutations-kalenderen og lunarsolar-kalenderen. Permutations-kalenderen benyttes af Geertz til at understøtte hans detemporaliserings-teori. Permutations-kalenderen består af cykler, som varierer fra en til 10 dage. Cyklerne griber ind i hinanden således, at hver dag teoretisk har 10 forskellige navne. I praksis er 5/6/7-dagscyklerne vigtigst og man opererer således med, at hver dag har et tre-dobbelt navn bestemt af de tre dagscyklers indbyrdes position. Vi mener, at Geertzs gengivelse af dette kalendersystem kan tolkes på mindst to måder:
1: At dagene hvor hver cyklus starter er helligdage. Når to cykler starter samtidig er der en større helligdag og når samtlige cykler starter samtidigt, er det den største helligdag.
2: Når de forskellige cykler har nået samme position i cyklen er der en helligdag, dvs. at to cykler overlapper hinanden således, at dagene har samme nummer i de to cykler.
Udfra Geertzs gengivelse kan vi ikke vurdere, hvorvidt disse to versioner sammenkobles af balineserne. Han skriver, at 5/6/7 dagescyklerne er de vigtigste og hvilke dage, der er helligdage indenfor disse cykler, nemlig dag nr. 1, 2, 3, 4, 14, 15, 24, 49, 51, 68, 69, 71, 72, 73, 74, 77, 78, 79, 81, 83, 84, 85, 109, 119, 125, 154, 183, 189, 193, 196, 205 og 210. I fig. 3 er begge fortolkninger af kalendersystemet illustreret.

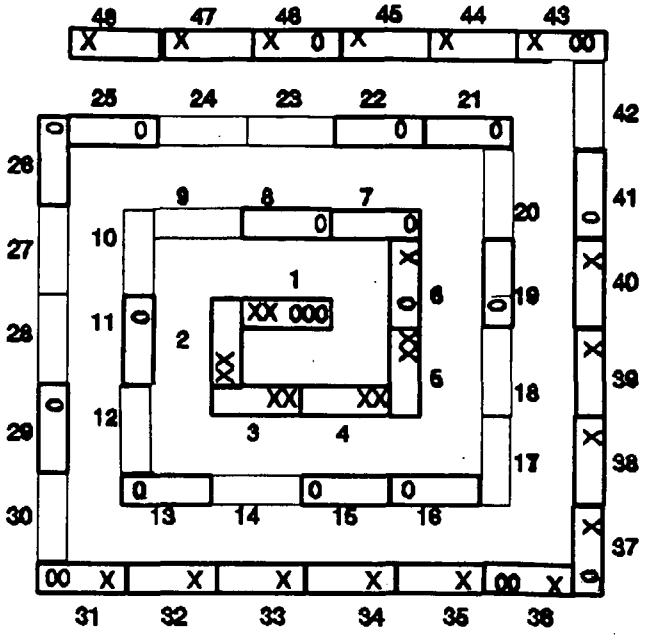


Fig 3: Model over permutationskalenderens tre vigtigste cykler, nemlig 5- 6- og 7- dages cyklerne. Følgende notation er brugt:

dage med religiøs betydning.

dage uden religiøs betydning.

x: To cykler har nået samme dag i cyklen, fx. når 6- og 7-dagescyklerne begge er nået til 6.-dagen.

xx: Tre cykler har nået samme dage i cyklen, fx. når 5- 6- og 7-dagescyklerne alle er nået til 2.-dagen.

o: Én cyklus' start.

oo: To cyklers samtidige start.

ooo: Tre cyklers samtidige start.

Egen figur.

Som det ses er dag nr. 14 ikke en helligdag ifølge nogen af de to fortolkninger. Vi kan kun argumentere for, at den er det, hvis samtlige cykler er medtaget. I dette tilfælde er cyklerne 2/3/4/6 således alle nået til dag nr. 2 i deres cykel. Geertz skriver imidlertid, at det er indenfor 5/6/7 dagescyklen dag nr. 14 er en helligdag, hvorfor en helt tredie tolkning af cyklernes indbyrdes sammenhæng, er mulig. Dette kalendersystem anvendes ikke til at tælle dage med (som vores), men til at beskrive dagene og formulere deres religiøse indhold. Derved opnås en kvalitativ tid som ikke akkumulerer, men går i cykler [Geertz, 1973, s 391-92]. Hele Geertz beskrivelse af permutations-kalenderen bærer præg af en lidt sløset omgang med kombinatorikken. Det er irriterende at læse for naturfagsfolk, men er dog ikke ødelæggende for hans pointe: At permutations-kalenderen virker detemporaliserende.

Lunarsolar-kalenderen består af to samtidige forløb på 12 måneder, hvor lunarmåneden har 30 dage og solarmåneden har skiftesvis 30 eller 29 dage. Solar-måneden og lunar-måneden følges ad, hvorved deres forskellige længde må omgås. Problemet med den ekstra lunar dag hveranden måned bliver klaret ved, at der går 2 lunar dage på en solar dag den sidste dag i den måned, hvor der kun er 29 solar dage.

	1. måned			2. måned	
solar	1	30	1		29
lunar	1	30	1		29 30

Fig. 4: Illustrationen viser lunarsolar-kalenderens måneder og deres indbyrdes placering. I den anden solar-måned indgår der to dage på månedens sidste dag.

Lunarsolar-kalenderen har balineserne overtaget direkte fra hinduerne. Da de ikke har korrigeret for den geografiske forskel, svarer lunarsolar-kalenders cyklus kun forskudt til måne-cyklusen på Bali. Kalenderens betydning er således ikke i overensstemmelse med månens og solens bevægelser. At kalenderen har forbindelse til måne-cyklusen, gør den velegnet at bruge i landbrugsøjemed. Kalenderen benyttes af balineserne til at bestemme hvilke dage, der er specielt velegnede til at så, pløje, etc. [Geertz, 1973, s 397]. Lunarsolar-kalenderen bliver som nævnt ikke tolket af Geertz som speciel detemporaliserende, men forhindrer heller ikke en sådan administration af tiden.

3.1.4 Ceremonialiseringen af hverdagslivet

Det offentlige liv på Bali er stærkt præget af de roller, som enkeltpersonerne udfylder. Al individualitet, spontanitet og følelse er gemt væk til fordel for en formaliseret, kontrolleret, ceremoniel opførsel. I dette skuespilslignende offentlige liv, er der lagt stor vægt på formen, på det æstetiske. Det er umådeligt vigtigt ikke at falde ud af rollen, idet den æstetiske illusion så brydes [Geertz, 1973, s 398-400]. Individualisering af offentlige personer, hvilket er faren ved at falde ud af rollen, medfører et tidsperspektiv, idet personerne pludselig bliver dødelige.

Endnu et kendetegn ved Bali's hverdagsliv er ritualernes mangel på klimaks. Strukturen er den samme som i det beskrevne kalendersystem; begivenhederne har kvalitativ betydning. Derved opnås en stillestående tid. Ingen markeret

begyndelse, slutning og mellemliggende højdepunkt - blot tid uden bevægelse [Geertz, 1973, s 410].

3.1.5 Afrunding af tidsopfattelsen på Bali

Den balinesiske opfattelse af tid er enten ikketid eller en cyklisk forståelse af tiden. Der er i dette tilfælde kun tale om α-tidsteori, idet balineserne ikke giver sig af med analyser af tiden i sig selv. Dermed ser de kun tid som det grundlæggende tegn og splitter ikke tegnet op i yderligere analyserbare dele.

3.2 Partikelfysikeres tidsopfattelse

I et empirisk arbejde af Sharon Traweek, er nogle partikelfysikeres tidsopfattelse blevet analyseret. I analysen er der blevet lagt vægt på deres opdeling af tid og deres forestillinger om tid. Vi vil her i afsnittet give en kortfattet gennemgang af denne undersøgelse og dens resultater.

Udgangspunktet for Traweeks undersøgelse er, at tid er omdrejningspunktet for partikelfysikernes produktion af såvel viden som forskningsudstyr, videnskabsmænd og for hele forskningsmiljøet. Dette sker, idet tidsstrukturen menes at organisere partikelfysikernes fællesskab, hvilket iøvrigt vekselvirker med, at fællesskabets struktur påvirker de fysiske teorier om tid. Partikelfysikernes egen opfattelse af produktionen af teorierne er, at teorierne er en måde at repræsentere en uafhængig natur. Midlerne til at repræsentere teorierne er de videnskabsmænd og videnskabelige instrumenter, der er forudsætningen for produktionen af teorierne.

Traweek fokuserer på de videnskabelige instrumenter - specielt detektorerne, som er centrale indenfor partikelfysikken. Netop de videnskabelige instrumenter ligger "imellem" naturen og teorierne og er således centrale i den vekselvirkende produktion af tid: Tidsopfattelse og tidsstruktur.

Der findes få (ca ti vigtige i 1988) acceleratorer i verden. Omkring hver enkelt findes flere detektorer. Til hver detektor er knyttet en gruppe fysikere, ca 20 stk., hvor nogle har opfundet og konstrueret detektoren og hvor alle vedligeholder og anvender den.

En accelerator har så stor kapacitet, at flere detektorer kan have adgang til den simultant. Det er dog ikke alle der kan være tilkoblet og derfor konkurrerer de forskellige grupper om adgang til acceleratoren. Denne adgang kaldes "beamtime". Acceleratoren accelererer elektroner op til en høj hastighed, hvorefter de bringes til kollision med målpartikler. Detektorerne registrerer de produkter, som kollisionerne

producerer, herunder både nydannede partikler og bevægelserne af elektronerne og de beskudte partikler. Herved registreres fænomener på gentagen måde (reproduktion af forsøget), hvorved det er muligt at adskille resultater fra "noise". Noise er omgivelsernes forstyrrelse af målpartiklerne, hvilket giver resultater, der ikke har med eksperimentet at gøre. Kun personer, der er kendt med detektoren kan kende noise fra data.
Partikelfysikerne benytter forskellige strategier for at reducere problemet med noise. Dette sker allerede i produktionen af detektorerne. Traweek beskriver tre detektorer, der illustrerer forskellige måder at løse problemet på: En type detektor, der er sparsomt men elegant konstrueret, en anden avanceret detektor er bygget til løbende rekonstruktion og dekonstruktion, mens en tredje er så overdimensioneret, at dens pålidelighed skulle være sikret [Traweek, 1988, s 62]. Grupperne har divergerende opfattelser af hvad "god fysik" er, knyttet til designet af deres detektor, på trods af, at de forskellige design også kan opfattes som forskellige måder at nå samme mål. I praksis ligger der en lang og kompliceret proces før et forsøgs "ground state" etableres. Dette indebærer design og konstruktion af detektoren, computeranalyse af fejlmuligheder og træning i at kalibrere forsøgene - dvs. elektronstrålen, detektoren og dataindsamlingen. Derefter kommer en yderligere lang fortolkningsproces på de opnåede data.

Partikelfysikernes fælles udgangspunkt er, at naturen har en underliggende regularitet i form af naturlovene. Overfladen er imidlertid uordnet og først ved klassifikation af overfladens fremtrædelsesformer træder den underliggende orden frem. De betragter denne proces som en afdækning af regelmæssighederne i verdenen. Naturen bliver ikke ordnet - den er ordnet.
Descartes anså, ligesom partikelfysikerne, orden for at være en iboende egenskab ved naturen. Mennesket havde adgang til data, der korresponderede med naturen, hvilket Gud var garanten for. Traweek mener, at Guds rolle er blevet erstattet med instrumenterne i partikelfysikernes opfattelse af deres forskning, idet menneskelig mellemkomst nægtes en rolle [Traweek, 1988, s 66].
De pågældende fysikeres selvopfattelse er også præget af deres opdeling i orden og uorden. En fysiker bemærkede således: "Look, Sharon. Culture is like a Poisson distribution. You have to understand that scientists are drawn from out here in the tail of the distribution where cultures have very little impact" [Traweek, 1988, s 442]. Mennesker anses således også for at have forskellig mængde af underliggende regularitet fra naturens side. Uddannelsen menes at fjerne de irrationelle sider, ikke at skabe de rationelle. De studerende trænes i traditionen og i at kende outsider

forskere fra insider forskere. De lærer at målrette sig selv mod at blive insider forskere, så de kan præsentere sig selv som del af løsningen i modsætning til noise [Traweek, 1988, s 72]. De forestillinger om tid, som forskermiljøet indeholder er også en del af "pensum":

> "During the first three stages of training, however, the novices learned to deny the long-term significance of human time. Consequently, all interest is focused on getting beamtime and discovering the immutable laws of nature, privileging an external present in which loss of the past, loss of data, anxiety about the future, and fear of absolescence are repressed.
>
> The contrast between soldiers in the field and timeless genius, between mortality and eternal principles, could not be more stark. On that line between anonymity and immortality stands the joker and broker who may be a genius, the group leader who barters time." [Traweek, 1988, s 73].

Indlæringen er så total at visse fysikere føler sig mere i samhørighed med andre fysikere uanset nationalitet, end de gør med deres naboer eller sågar deres familie [Traweek, 1988, s 42].
Traweeks konklusion udgøres af et par ikke særlig sigende grafittis om tid, som vi har valgt ikke at medtage. Hele hendes analyse bærer i vores øjne præg af, at hun i Pierc'ske termer har analyseret på de givne tegns interpretantdel. Vi uddyber konsekvenserne af dette i kapitlets sammenfatning.

3.3 Sammenfatning

I dette afsnit vil vi diskutere anvendeligheden af antropologiske analyser på naturvidenskabelige miljøer. Bali-afsnittet lader vi stå ukommenteret, da vi blot ville illustrere den antropologiske metode og dens styrke.

Traweek mener, at den vurderingsproces, det skøn, der bliver brugt ved frasigtning af såkaldt noise bliver glemt, når først detektoren er fremstillet. Fysikeren og teologen John Polkinghorne mener, at der ligger et skøn i naturvidenskab, hvilket han formulerer således:

> "Anerkendelsen af skønnets rolle i naturvidenskaben, et stiltiende element der ikke helt kan reduceres til anvendelse af a priori-regler, gør den beslægtet med æstetisk, etisk og religiøs tænkning." [Polkinghorne, 1990, s 30].

De fleste fysikere anerkender, at der bliver benyttet et skøn indenfor naturvidenskaben. Desuden er fysikernes arbejdsvilkår (som antropologernes) en stadig påmindelse om, at al spørgen er kontekstafhængig. Dette betyder, at fysikeren er tvunget til at være refleksiv i sin virken, hvorfor beskrivelsen af virkeligheden aldrig er endelig. Disse forhold har medført, at flere videnskabsteoretikere har levnet rum til et subjekt, en fortolker. F.eks hævder Popper i overensstemmelse med Kant og Peirce, at alle iagttagelser er teoriladede [Popper, 1972, s 259]. Fysikeres tidsopfattelse og iøvrigt virkelighedsopfattelse er i stadig udvikling, hvilket Prigogine i 1979 formulerede således:

> "Fysikerne af i dag opdager, at de er en del af den verden, som de beskriver. Af den kendsgerning følger ikke, at de har noget, som de kan lære andre. Tværtimod befinder de sig i samme situation som sociologer, antropologer, psykologer, medicinere og etnologer er blevet bragt i, og som ved det, som Hermann Weyl [Weyl, 1949, s 283] (1885-1955) peger på:
>
> "...Om mig selv, om mine egne perceptioner, tanker, viljeshandlinger, følelser, praktiske handlinger har jeg en direkte viden, der er helt forskellig fra den teoretiske viden, der repræsenterer de parallelle hjerneprocesser udtrykt i symboler. Denne indre bevidsthed om mig selv danner basis for forståelsen af mine medmennesker, som jeg møder og accepterer som væsner af min egen art, som jeg kan kommunikere med og sommetider så inderligt, at jeg kan dele glæde og sorg med dem"" [Prigogine og Stengers, 1984, s 350].

Fysikernes videnskabsopfattelse er ikke nødvendigvis en faktor, der påvirker deres daglige arbejde. Traweeks mulighed for at gengive denne videnskabsopfattelse på nuanceret måde er derfor stækket. Baggrunden for, at hun ikke forstår fysikeres videnskabsopfattelse, mener vi, at Popper forklarer:

> "We can learn more about the heuristics and the methodology and even about the psychology of research by studying theories, and the arguments offered for or against them, than by any direct behaviouristic or psychological or sociological approach. In general, we may learn a great deal about behaviour and psychology from the study of the products." [Popper, 1972, s 114].

Dette er generelt antropologiens problem, når de vil anvende deres metode på naturvidenskabelige subkulturer. De forstår ikke og undersøger ikke naturvidenskabens teorier og udviklingen af disse teorier. Deres tilgangsvinkel mangler således den vigtigste dimension: Studiet af teknologi, naturvidenskabelige teorier og udviklingen af dette.

I indledningen beskrev vi den udfordring antropologien havde givet naturvidenskaben. Denne udfordrings kerne var nedfældet i citatet fra "*Det Antropologiske Projekt*" af Kirsten Hastrup, der lyder som følger:

> "Den fremtidstænkning, antropologien kan bidrage med, drejer sig således ikke om simpel forudsigelse eller en fremskrivning i tid af nu kendte forhold. Det drejer sig snarere om at gøre vores forestillinger om verden mere rummelige" [Hastrup, 1992, s 47].

Dette citat kunne teoretisk være skrevet af en kvantemekaniker f.eks. Bohr. Bohrs opfattelse af fysikkens opgave ligger ikke langt fra Hastrups forestilling om antropologiens opgave. Kvantemekanikkens budskab kunne således udtrykkes på følgende vis:

> "Det natursyn, kvantemekanikken kan bidrage med, drejer sig således ikke om simpel forudsigelse eller en fremskrivning i tid af nu kendte forhold. Det drejer sig snarere om at gøre vores forestillinger om naturen mere rummelige."

Pointen er, at fysikkens resultater har tvunget fysikerne til at fortolke indenfor rammerne af deres instrumenter og sprog, og dermed indse deres spørgsmåls utilstrækkelighed. Dermed er naturen "større" end den menneskelige horisont kan rumme. Det er desuden en del af denne erfaring, at naturens processer ikke alle kan forudsiges og opgaven for fysikken er derfor ændret siden den klassiske mekaniks triumfer. Bohr har, ifølge Aage Pedersen, formuleret fysikkens opgave således:

> "Det er forkert at tro, at fysikkens opgave er at finde ud af, hvordan naturen *er*. Fysikken angår hvad, vi kan sige om naturen." (Nørretranders oversættelse, 1985, s 22) [Pedersen Aa, s 12].

Det videnskabssyn, som antropologien ønsker at berige naturvidenskaben med, er allerede indeholdt i fx. kvantemekanikken. Dette sammenholdt med, at naturvidenskabsteoretikerne kan være mere præcise og dybdegående i deres analyse af, hvad naturvidenskab er, end en antropologisk analyse af samme, tager brodden af antropologiens udfordring.
Denne dom forringer dog ikke antropologiens betydning. I denne undersøgelse har vi benyttet antropologiske metoder. Dvs. vi har ikke kun behandlet tegns objektdel, som er naturvidenskabens gebet. Analysen af vores tegn, tiden (og senere matematikken) omhandler også interpretantdelen. Netop dette er antropologiens gebet.
At konsensus indenfor antropologien er, at "begreber opfindes", som omtalt i indledningen, kan derfor ikke undre. Deres videnskab omhandler netop fortolkninger af, hvordan verden er, dvs. myter og verdensbilleder. Alle sådanne forestillinger må være menneskeligt konstruerede dvs. opfundne (forudsat, at myten/verdensbilledet ikke har en guddommelig baggrund).

Kapitel 4
Et bidrag til diskussionen om matematiks natur

I dette kapitel vil vi bidrage til diskussionen, om matematik er et naturgivent system, der venter på opdagelse, eller et menneskeopfundet system?
Vores undersøgelse af Tiden har bekræftet den indledende formodning om, at tid har en slags dobbelt natur. Den er i høj grad en størrelse, som er konstrueret af sindet, men har også en af sindet uafhængig eksistens. De i kapitel 1 beskrevne teorier har vist sig velegnede til at beskrive denne dobbelthed. Da både tid og matematik kan løsrives fra den fysiske virkelighed, dvs. begge områder kan formuleres abstrakt, uafhængig af en fysisk kontekst, kan vi gennemføre en analogi mellem tid og matematik. Analogien knyttes ved at anvende kap. 1's analyseapparat på matematik. Igen vil vi tage udgangspunkt i et konkret eksempel; nemlig i en eksemplarisk fortolkning af fraktalers evne til at beskrive forskellige former i naturen (4.1). Denne matematik analyseres vha. α- og β-tidsteorien og Peirces semiotik, som er samlet til formålet. Peirces semiotik bibringer derved en forbindelse mellem α- og β-verdenen. Desuden vil vi analysere fraktaleksemplet udfra bla. Poppers teori om den tredelte verden og derudfra overveje, hvorvidt matematik er opfundet eller opdaget (4.2).

4.1 Fraktalers autonomitet

Dette afsnit er baseret på Roger Penroses kapitel "Mathematics and reality" i bogen: "The Emperors new Mind". Han argumenterer heri for, at visse dele af matematikken er opdaget snarere end opfundet. Som eksempel benytter han fraktaler, som han mener besidder en autonom eksistens [Penrose, 1989, s 126].

Ifølge Penrose [Penrose, 1989, s 124], besidder fraktaler en universiel karakter. De lever i naturen uafhængigt af mennesket. Et eksempel på, at der findes mange former for gentagne strukturer (fraktallignende) i naturen er bregner. I en bregne gentages den samme struktur tre gange, i det store blad og i det mindre blad på bladet og tilsidst gentages strukturen endnu en gang inde i de små blade. Her følger en kort matematisk definition på fraktaler.

Delmængder indenfor de komplekse tal, der indeholder gentagne strukturer, benævnes fraktaler. Disse delmængder er opbygget af funktioner, fx. f_c, hvor $z \rightarrow z^2 + c$. z er udtrykt i Wesselplanen (Wesselplanen er et standard koordinatsystem,

hvori vi kan præsentere de komplekse tal). En interessant delmængde af mængden af komplekse tal er, for tal $c \in \mathbf{C}$, givet ved f_c, nemlig den udfyldte Julia-mængde:

$$K_c = \{z_0 \in \mathbf{C} \mid f_c^k(z_0) \text{ bliver begrænset for alle } k\}.$$

Endnu en interessant delmængde af de komplekse tal, nemlig Mandelbrot-sættet udgøres af alle de $c \in \mathbf{C}$, hvor den udfyldte Julia-mængde skal være sammenhængende:

$$M = \{c \in \mathbf{C} \mid K_c \text{ er sammenhængende}\}$$

[Devaney, 1988, s 170-180].

Penrose anser matematikken for en kulturel konstruktion, men idet mennesket opfinder begreber, der er universelle og har en absolut karakter, må mennesket blive ledt i denne retning [Penrose, 1989, s 124]. Han skriver således:

> "It is as though human thougt is, instead, being guided towards some external truth - a truth wich has a reality of its own and which is reveald only partially to any one of us." [Penrose, 1989, s 124].

De komplekse tal er fundamentale redskaber i kvantemekanikken, hvilket, ifølge Penrose, medfører, at de komplekse tal er iboende den natur vi beskriver. Penrose knytter dermed matematikken til den fysiske verden:

> "They are absolutely fundamental to the structure of quantum mechanics, and are therefore basic to the workings of the very world in which we live. They also constitute one of the Great Miracles of Mathematics." [Penrose, 1989, s 104].

Penrose mener, at den konstruktion, som fraktalerne udgør, har en sådan tilknytning til naturen, at de er opdagelser. Han mener at have vist, at komplekse tal og Mandelbrot-sættet er opdaget og ikke blot opfundet. Penrose tager således bevidst stilling til spørgsmålet om, hvorvidt dele af matematikken er opdaget eller opfundet.

4.2 Opsummering

Vi vil i dette afsnit analysere Penroses argumenter for, at Mandelbrot-sættet er et autonomt eksisterende matematisk felt.

Penroses bevæggrund for at hævde Mandelbrot-sættets selvstændige eksistens er, at denne del af matematikken tilsyneladende ligger implicit i naturen (ex.

kvantemekanik-fænomener). Opdagelse af f.eks. Mandelbrot-sættet sker, idet mennesket stimuleres til at se de uafhængigt eksisterende sammenhænge [Penrose, 1989, s 124]. Dette er en nærmest Peircesk beskrivelse af, hvordan formulering af naturlove er mulig. Penroses opfattelse af denne type matematik er tilsvarende opfattelsen af fysiske størrelsers eksistens. Hans matematik-opfattelse kan bedst forstås, hvis den forklares ved α- og β-tidsteorien. Tilsvarende opdelingen i α- og β-tid opdeler vi således matematik i α- og β-matematik. β-matematikken er den autonomt eksisterende matematik og α-matematikken den matematik, der eksisterer i bevidstheden. Deraf følger spørgsmålet: Om der findes β-matematik som kan opdages?

Penrose og Popper opfatter eksistensen af β-matematik på samme måde. Popper mener således, at efter etableringen af de naturlige tal, ligger der implicit i disses natur problemer, som bliver opdaget [Popper, 1972, s 160]. Penrose mener kun, at det er nogle (uspecificerede) områder indenfor matematikken, der bliver opdaget. Popper specificerer, at der først sker en opfindelse af de naturlige tal. Den følgende autonomitet i matematikken skal forklares udfra hans teori om de tre verdener, som er betegnelsen for Poppers pædagogiske version af Peirces tredeling af et tegns objektdel.

I Poppers teori er der tre verdener:

> Den 1. verden. henfører til fysiske objekter og tilstande.
>
> Den 2. verden henfører til bevidsthedstilstande.
>
> Den 3. verden til "*tankens objektive indhold*".

(Poppers kursiv, egen oversættelse) [Popper, 1972, s 106].

Poppers 1. verden svarer til Peirces objektdels primære tegn, de umiddelbare sanseindtryk. Den 2. verden er objektets objektdel; sanseindtrykkene opfattes som pegende mod fænomenets reelle indhold.
Den 3. verden udgøres af fortolkninger på objektets objektdel, hvorved teorier, bøger mm fremkommer.

Naturvidenskabernes produkter, tilhører den 3. verden.

Denne verden er på samme tid menneskeskabt og autonom. Den udgøres ikke af viden, der er objektiv sand, "tankens objektive indhold" refererer istedet dels til, at det er en fixeret tanke - at den er på tryk og dels til, at den er en del af det videnskabelige net, der forsøger at fange egenskaber ved naturen. Den tredie verden udgøres således kun af kollektiv viden, teorier, bøger og argumenter [Popper, 1972, s 117]. Subjektiv viden, som er individuel og knyttet til den enkeltes tanke, hører til i Poppers anden verden.
En gevinst ved at sondre imellem den anden og den tredie verden, er, at den inerti, som videnskaben indeholder forklares. Ved opstilling af "objektive tanker", fx. en teori, udmøntes teoriens "eget liv" i, at der må drages logiske konsekvenser af denne.

Når vi har fundet ud af at vi som læger gerne vil forske i sygdommen mæslinger, forsøger vi at øge vores viden om sygdommen, hvor længe varer den og hvem får den mm. Disse facts danner er billede af mæslinger i forskerens bevidsthed. Dette subjektive billede "peger" på sygdommen og kan klassificeres som indicies. Den følgende videnskabelige fortolkning bidrager til den tredie verden, hvor viden er formidlet. Derved fremkommer videnskab der lever i sig selv men står i forbindelse med den virkelige verden.
En gevinst ved at sondre imellem den anden (verdenen af bevidsthedstilstande) og den tredie verden, er, at den inerti, som videnskaben indeholder forklares. Ved opstilling af "objektive tanker", fx. en teori, udmøntes teoriens "eget liv" i, at der må drages logiske konsekvenser af denne.
Et eksempel på denne virkning er Michelson og Morleys forsøg. Publikationerne med hhv. Michelson og Morleys resultater er "objektive tanker" i Poppersk forstand. Lorentz udviklede på dette "selvstændige" grundlag sine transformationer. Einstein og Mileva Maritsjas efterfølgende fortolkning af Michelson og Morleys resultater skete uafhængigt af Lorentz arbejde [Hund, 1926, s 260]. Det er altså muligt at fortolke og videreudvikle resultater, på en uafhængig, og alligevel overensstemmende måde, hvilket bekræftiger ideen om resultaternes og teoriernes selvstændige liv.
Matematik har i høj grad denne inerti. Et nyudviklet bevis vil ofte blive bekræftiget efterhånden, idet der er mulighed for at opstille alternative beviser for samme erkendelse. Således vil nyudviklede områder til tider bekræfte "gamle" erkendelser, hvilket giver indtryk af, at sammenhængene bare opstår af de hidtil formulerede strukturer. Denne måde at anskue matematiks udvikling på, giver indtryk af, at matematik er et sammenhængende og opdaget system.

Et modeksempel på dette er Lakatos' eksempel på teoriudvikling [Davis & Hersh, 1981, s 347, se også Skovsmose, 1990]. Uanset hvordan en initierende teori er opstået; opfundet eller opdaget, vil der følge kritik og redningsforsøg i en stadig strøm. Derved udvikles til stadighed nye teorier på det oprindelige grundlag [Lakatos, 1976]. Aktiomerne for et matematisk område er således udvalgt bla. på grundlag af hvilke krav der imødekommes i en given situation. Ændres aktiomerne sker det, at nyudviklet matematik står i modsætning til "gamle teorier". Denne proces er en stadig konstruktion af matematikken. Fortolket på denne måde bliver matematikken opfundet snarere end opdaget.

Fuldstændigt analogt til fraktaler, kan der ræsonneres over de naturlige tal og pi. Det er igen begreber, der ikke kan eksistere uafhængigt af en bevidsthed. På den anden side vil enhver mængde, der opfylder de samme betingelser som de naurlige tal, stå i et bijektivt forhold til de naturlige tal. Ligeså kan vi ikke forestille os en beskrivelse af en cirkel, hvor man kommer udenom pi i en eller anden form. Dette taler for en fortolkning af matematikken som opdaget.

Vi konstruerer vores virkelighed via klassificering af kontinuet. Denne konstruktion er ikke mulig at vide, hvorvidt er unik. Er det unikt kan vi betegne regelmæssigheder i virkeligheden som opdaget. Det kan dog også tænkes at verden kan klassificeres på en totalt alternativ måde. Forfølger vi tankegangen på en lidt firkantet måde, må enhver virkelighedsopfattelse betegnes som konstrueret. Det behøver dog ikke at betyde noget hvorvidt konstruktioner af virkeligheden er unik eller ej. Forskellige konstruktioner af virkeligheden henfører altid til en "objektiv" fysisk virkelighed. Dermed vil objektdelen af et givent tegn have baggrund i samme fysiske virkelighed.

Konklusion

Matematik og tid indeholder en dobbelt natur, begge begreber er konstruerede af mennesker, men har samtidig en af sindet uafhængig eksistens. Derfor finder vi det berettiget at knytte en analogi mellem dem, hvorfor vi har benyttet de i kap 1 beskrevne teorier til både at beskrive og analysere matematik og tid.
Udfra overvejelser omkring Mandelbrot-sættet er vi nået frem til, at der i en vis forstand findes β-matematik. Det er dog ikke dermed sagt, at matematik altid opdages. Vi opfatter således matematikken som delvis opfundet og delvis opdaget. Det grundlag, som matematikken bygger på: De naturlige tal virker opdaget, idet naturen er diskret opbygget. Det må dog erkendes, at denne diskrete struktur først træder frem af stoffets kontinuum i kraft af en interpretant, hvorfor de til dels må vurderes som opfundet. Regnearterne og matematikkens forskellige discipliner virker opdaget udfra Penroses og Poppers argumentation. Den udvikling af matematikken der sker er dog påvist at være en stadig konstruktion, som Lakatos har illustreret det. Derfor kan matematikken også anses for til dels at være opfundet.

Projektets to eksemplariske undersøgelser og den antropologiske undersøgelse, beskæftiger sig alle med tid og naturvidenskabelige opfattelser af tid.
Undersøgelserne rettede sig mod, hvorvidt en eller flere af naturvidenskabens forskellige opfattelser af tiden, gav indsigt i den af mennesket uafhængige tid.
Til dette formål anvendte vi først α-og β-tidsteorien. Denne viste sig at være et anvendeligt redskab, idet den afklarer de to områder, som tiden eksisterer i. Ved kun at anvende α- og β-tidsteorien, viste alle de gennemgåede tidsopfattelser sig at være α-tid.
Naturens formende indflydelse på vores sind er, ifølge Peirce, en forudsætning, hvis vi skal kunne opdage sammenhænge i naturen. Denne sammenhæng virker særdeles plausibel på os, når det gælder love for fx. mekanikken. Når det gælder tid gælder de samme overvejelser. Som illustreret i Baliafsnittet kan andre kulturer godt have andre tidsopfattelser end den Newtonske. Det samme kan dog siges om fænomener der af os beskrives vha. mekanikkens love. Vores kulturs Newtonske oplevelse af tiden står i direkte modsætning til den tidsopfattelse, som relativitetsteorien indeholder. Igen finder vi, at en teori, som relativitetsteorien, giver indsigt i den ydre verden. Den tidsopfattelse, der ligger implicit i relativitetsteorien, er ikke blot en efterfølgende filosofisk tolkning. Dette betyder, at relativitetsteorien giver ét aspekt, der belyser β-tiden; nemlig samtidighedsbegrebet og tiden som den

4. dimension. Dette står i modsætning til Traweeks beskrivelse. Hun anså således partikelfysikeres tidsopfattelse for kun at være en kulturel konstruktion, dvs. α-tid. Vi fortsatte undersøgelsen udover α-β-tidsteorien ved brug af Peircetanker. Vi fandt derved ud af, at naturvidenskabelige tidsopfattelser er kulturelle konstruktioner, der evner at beskrive aspekter ved β-tiden.

Den antropologiske udfordring mener vi er relevant nok, når det gælder naturvidenskabs-folk og -miljøer, som ikke overvejer de filosofiske konsekvenser af deres arbejde. Der er dog ikke tale om, at naturvidenskaben som en helhed ikke har overvejet de forhold, som antropologien kritiserer.
En antropologisk analyse af et naturvidenskabeligt miljø kan således nogen gange give et mindre nuanceret billede af, hvordan miljøet fungerer og udvikler sig end naturvidenskabsteoretiske analyser af naturvidenskaberne. Desuden indeholder naturvidenskaben, indenfor nogle områder, selv essensen af antropologiens udfordring.

Vort samarbejde med mennesker fra det antropologiske videnskabsområde, under samfundsvidenskaben, har givet os erfaringer med den forskellighed, hvormed videnskabeligt arbejde opfattes. Der findes en udpræget forskellighed i grundlaget, idet fx. antropologien ofte tager udgangspunkt i individuelle undersøgelser og desuden ikke mener, at der findes generelle love. Naturvidenskabens projekt er at formulere generelle love, hvor individets indflydelse på lovene så vidt som muligt fjernes. Ifølge vores erfaring er myten om to kulturer således grundfæstet i virkeligheden; der findes sandsynligvis flere videnskabskulturer end de to der er konfronteret i dette projekt.

litteraturliste

Davis, P.J & Hersh, R, *"The Mathematical Experience"*
1981
Birkhäuser, Boston, Basel, Stuttgart

Engelsted, N, *"Englen og Dyret"*
1987
Forlaget Tiden, DDR

Geertz, C., *"The Interpretation of Cultures"* kap 14:
"Person, Time, and Conduct in Bali": "an essay in cultural analysis", 1973, N.Y.
Gengivet i Regional Etnografi, Bali Indonesien, 1993

Gell, A, *"The Anthropology of Time"*: "Cultural Construction of Temporal Maps and Images"
1992
Berg Publishers United, Oxford

Hastrup, K, *"Det Antropologiske Projekt - Om Forbløffelse"*
1992,
Nordisk Forlag, Kbh

Hawking, S, *"A Brief Historie of Time"*
1988,
Banttam Sooks, Toronto, NY, London, Sydney, Auckland.

Hoffmeyer, J, *"En Snegl På Vejen"*,
"Betydningens naturhistorie"
2. oplag 1993
Munksgaard/Rosinante, Omverdenen, Kbh

Howe, L. M, Vol. 16, s 220-34:
"The Social Deternination of Knowledge":
"Mauric Bloch and balinese time"
Queen's University of Belfast
1981, The Journal of the Royal Anthropological Institut

Hubbert, M.K, "Critique of the Principle of Uniformity"
1967, fra Uniformity and Simplicity, red. Albritton
gengivet i "*Adventures in Earth History*" red. Cloud P,
1970, University of California, Santa Barbara, Freeman and company, San Francisco

Hund, gengivet i
Levi-Cicita, T, " *The Absolute Differential Calculus*"
red. Dr Enrico Persico
1972
Blackie & Son Limited, London, Glasgow

Højgaard Jensen, J; Kjørup, S, "*Om Fysik 1*"
1983
Hans Reitzels Forlag, KBH

Kittel, C. et al., *"Mechanics. Berkeley Physics Course"* vol 1
1. udgave 1962, 4.udgave 1965
Mcgraw-hill book company, NY, San Francisco, Toronto, London

Kragh, H, "*Tid*"
1. udgave 1986,
F og K forlaget, Kbh

Lakatos, I, "*Proofs and Refutations*"
"The Logic of Mathematical Discovery"
red. John Worrall & Elie Zahar
1976
Cambridge University Press, Storbritanien

McTaggart, J.McT.E, "*The Nature of Existense*"
1. udgave 1921, genudgivet 1968, bind 1 og 2
The Syndics of the Cambridge University Press,
London og N.Y.

Newton, I, optrykt i:
Smart, J.J.C, *"Problems of Space and Time"*
1. udgave 1964, 3. oplag 1973
The Macmillan Company, N.Y.

Nørretranders, T, *"Det Udelelige"*
1985, 2. udgave 2. oplag 1988
Gyldendal, Haslev

Pedersen, Aa, *"The Philosophy of Niels Bohr"*:
"Bulletin of the Atomic Scientists" vol. 19, nr. 7

Peirce, C.S, 1892-1893, "Sindets lov" artikel fra "The Monist" gengivet af Peder Voetmann

Peirce, C.S, *"Naturordnung und Zeichenprozess"*
1991
Alano Verlag/Rader Publikatio, Aachen

Penrose, J, *"The Imperor's New Mind"*:
"Mathemathics and reality"
1. udgave 1989 Oxford University, 1990
Vintage Paperback

Polkinghorne, J, *"Den Samme Verden"*
1990
Munksgaard, Kbh

Popper, K, *"Objective Knowledge"*
1. udgave 1972, 3. udgave 1974
Oxford University Press, London

Prigogine, I; Stengers, I,
"Den Nye Pagt Mellem Mennesket og Universet"
1985
forlaget Ask, Århus

Skovsmose, O, "*Ud over Matematikken*"
1990
Forlaget Systime

Traweek, S, gengivet i "*Making Time*" red. Frank A. Dubinskas
1988
Temple University Press, Philadelphia

Voetmann, P, "Har universet en tid"
Paradigma 1. årgang nr. 2, april 1987.

Voetmann, P, "Absolut tid og relativ tid"
Profil, nr. 3, Oslo, 1988a

Voetmann, P, "Mursten og mørtel"
1988b
IMFUFA tekst nr. 169, RUC

Liste over tidligere udkomne tekster tilsendes gerne. Henvendelse herom kan ske til IMFUFA's sekretariat tlf. 46 75 77 11 lokal 2263

217/92 "Two papers on APPLICATIONS AND MODELLING IN THE MATHEMATICS CURRICULUM"
by: Mogens Niss

218/92 "A Three-Square Theorem"
by: Lars Kadison

219/92 "RUPNOK - stationær strømning i elastiske rør"
af: Anja Boisen, Karen Birkelund, Mette Olufsen
Vejleder: Jesper Larsen

220/92 "Automatisk diagnosticering i digitale kredsløb"
af: Bjørn Christensen, Ole Møller Nielsen
Vejleder: Stig Andur Pedersen

221/92 "A BUNDLE VALUED RADON TRANSFORM, WITH APPLICATIONS TO INVARIANT WAVE EQUATIONS"
by: Thomas P. Branson, Gestur Olafsson and Henrik Schlichtkrull

222/92 On the Representations of some Infinite Dimensional Groups and Algebras Related to Quantum Physics
by: Johnny T. Ottesen

223/92 *THE FUNCTIONAL DETERMINANT*
by: Thomas P. Branson

224/92 *UNIVERSAL AC CONDUCTIVITY OF NON-METALLIC SOLIDS AT LOW TEMPERATURES*
by: Jeppe C. Dyre

225/92 *"HATMODELLEN" Impedansspektroskopi i ultrarent en-krystallinsk silicium*
af: Anja Boisen, Anders Gorm Larsen, Jesper Varmer, Johannes K. Nielsen, Kit R. Hansen, Peter Bøggild og Thomas Hougaard
Vejleder: Petr Viscor

226/92 *"METHODS AND MODELS FOR ESTIMATING THE GLOBAL CIRCULATION OF SELECTED EMISSIONS FROM ENERGY CONVERSION"*
by: Bent Sørensen

227/92 "Computersimulering og fysik"
af: Per M.Hansen, Steffen Holm, Peter Maibom, Mads K. Dall Petersen, Pernille Postgaard, Thomas B.Schrøder, Ivar P. Zeck
Vejleder: Peder Voetmann Christiansen

228/92 "Teknologi og historie"
Fire artikler af:
Mogens Niss, Jens Høyrup, Ib Thiersen, Hans Hedal

229/92 "Masser af information uden betydning"
En diskussion af informationsteorien i Tor Nørretranders' "Mærk Verden" og en skitse til et alternativ basseret på andenordens kybernetik og semiotik.
af: Søren Brier

230/92 "Vinklens tredeling - et klassisk problem"
et matematisk projekt af
Karen Birkelund, Bjørn Christensen
Vejleder: Johnny Ottesen

231A/92 "Elektrondiffusion i silicium - en matematisk model"
af: Jesper Voetmann, Karen Birkelund, Mette Olufsen, Ole Møller Nielsen
Vejledere: Johnny Ottesen, H.B.Hansen

231B/92 "Elektrondiffusion i silicium - en matematisk model" Kildetekster
af: Jesper Voetmann, Karen Birkelund, Mette Olufsen, Ole Møller Nielsen
Vejledere: Johnny Ottesen, H.B.Hansen

232/92 "Undersøgelse om den simultane opdagelse af energiens bevarelse og især eles om de af Mayer, Colding, Joule og Helmholtz udførte arbejder"
af: L.Arleth, G.I.Dybkjær, M.T.Østergård
Vejleder: Dorthe Posselt

233/92 "The effect of age-dependent host mortality on the dynamics of an endemic disease and
Instability in an SIR-model with age-dependent susceptibility
by: Viggo Andreasen

234/92 "THE FUNCTIONAL DETERMINANT OF A FOUR-DIMENSIONAL BOUNDARY VALUE PROBLEM"
by: Thomas P. Branson and Peter B. Gilkey

235/92 OVERFLADESTRUKTUR OG POREUDVIKLING AF KOKS
- Modul 3 fysik projekt -
af: Thomas Jessen

236a/93 INTRODUKTION TIL KVANTE HALL EFFEKTEN

af: Ania Boisen, Peter Bøggild

Vejleder: Peder Voetmann Christiansen
Erland Brun Hansen

236b/93 STRØMSSAMMENBRUD AF KVANTE HALL EFFEKTEN

af: Anja Boisen, Peter Bøggild

Vejleder: Peder Voetmann Christiansen
Erland Brun Hansen

237/93 The Wedderburn principal theorem and Shukla cohomology

af: Lars Kadison

238/93 SEMIOTIK OG SYSTEMEGENSKABER (2)

Vektorbånd og tensorer

af: Peder Voetmann Christiansen

239/93 Valgsystemer - Modelbygning og analyse

Matematik 2. modul

af: Charlotte Gjerrild, Jane Hansen, Maria Hermannsson, Allan Jørgensen, Ragna Clauson-Kaas, Poul Lützen

Vejleder: Mogens Niss

240/93 Patologiske eksempler.
Om sære matematiske fisks betydning for den matematiske udvikling

af: Claus Dræby, Jørn Skov Hansen, Runa Ulsøe Johansen, Peter Meibom, Johannes Kristoffer Nielsen

Vejleder: Mogens Niss

241/93 FOTOVOLTAISK STATUSNOTAT 1

af: Bent Sørensen

242/93 Brovedligeholdelse - bevar mig vel

Analyse af Vejdirektoratets model for optimering af broreparationer

af: Linda Kyndlev, Kare Fundal, Kamma Tulinius, Ivar Zeck

Vejleder: Jesper Larsen

243/93 TANKEEKSPERIMENTER I FYSIKKEN

Et 1.modul fysikprojekt

af: Karen Birkelund, Stine Sofia Korremann

Vejleder: Dorthe Posselt

244/93 RADONTRANSFORMATIONEN og dens anvendelse i CT-scanning

Projektrapport

af: Trine Andreasen, Tine Guldager Christiansen, Nina Skov Hansen og Christine Iversen

Vejledere: Gestur Olafsson og Jesper Larsen

245a+b /93 Time-Of-Flight målinger på krystallinske halvledere
Specialerapport

af: Linda Szkotak Jensen og Lise Odgaard Gade

Vejledere: Petr Viscor og Niels Boye Olsen

246/93 HVERDAGSVIDEN OG MATEMATIK - LÆREPROCESSER I SKOLEN

af: Lena Lindenskov, Statens Humanistiske Forskningsråd, RUC, IMFUFA

247/93 UNIVERSAL LOW TEMPERATURE AC CONDUCTIVITY OF MACROSCOPICALLY DISORDERED NON-METALS

by: Jeppe C. Dyre

248/93 DIRAC OPERATORS AND MANIFOLDS WITH BOUNDARY

by: B. Booss-Bavnbek, K.P.Wojciechowski

249/93 Perspectives on Teichmüller and the Jahresbericht Addendum to Schappacher, Scholz, et al.

by: B. Booss-Bavnbek

With comments by W.Abikoff, L.Ahlfors, J.Cerf, P.J.Davis, W.Fuchs, F.P.Gardiner, J.Jost, J.-P.Kahane, R.Lohan, L.Lorch, J.Radkau and T.Söderqvist

250/93 *EULER OG BOLZANO - MATEMATISK ANALYSE SET I ET VIDENSKABSTEORETISK PERSPEKTIV*

Projektrapport af: Anja Juul, Lone Michelsen, Tomas Højgård Jensen

Vejleder: Stig Andur Pedersen

251/93 ***Genotypic Proportions in Hybrid Zones***

by: Freddy Bugge Christiansen, Viggo Andreasen and Ebbe Thue Poulsen

252/93 ***MODELLERING AF TILFÆLDIGE FÆNOMENER***

Projektrapport af: Birthe Friis, Lisbeth Helmgaar, Kristina Charlotte Jakobsen, Marina Mosbæk Johannessen, Lotte Ludvigsen, Mette Hass Nielsen

253/93 ***Kuglepakning***

Teori og model

af: Lise Arleth, Kåre Fundal, Nils Kruse

Vejleder: Mogens Niss

254/93 ***Regressionsanalyse***

Materiale til et statistikkursus

af: Jørgen Larsen

255/93 ***TID & BETINGET UAFHÆNGIGHED***

af: Peter Harremoës

256/93 ***Determination of the Frequency Dependent Bulk Modulus of Liquids Using a Piezoelectric Spherical Shell (Preprint)***

by: T. Christensen and N.B.Olsen

257/93 ***Modellering af dispersion i piezoelektriske keramikker***

af: Pernille Postgaard, Jannik Rasmussen, Christina Specht, Mikko Østergård

Vejleder: Tage Christensen

258/93 ***Supplerende kursusmateriale til "Lineære strukturer fra algebra og analyse"***

af: Mogens Brun Heefelt

259/93 ***STUDIES OF AC HOPPING CONDUCTION AT LOW TEMPERATURES***

by: Jeppe C. Dyre

260/93 ***PARTITIONED MANIFOLDS AND INVARIANTS IN DIMENSIONS 2, 3, AND 4***

by: B. Booss-Bavnbek, K.P.Wojciechowski

261/93 OPGAVESAMLING
Bredde-kursus i Fysik
Eksamensopgaver fra 1976-93

262/93 Separability and the Jones Polynomial
by: Lars Kadison

263/93 Supplerende kursusmateriale til "Lineære strukturer fra algebra og analyse" II
af: Mogens Brun Heefelt

264/93 FOTOVOLTAISK STATUSNOTAT 2
af: Bent Sørensen

265/94 SPHERICAL FUNCTIONS ON ORDERED SYMMETRIC SPACES
To Sigurdur Helgason on his sixtyfifth birthday
by: Jacques Faraut, Joachim Hilgert and Gestur Olafsson

266/94 Kommensurabilitets-oscillationer i laterale supergitre
Fysikspeciale af: Anja Boisen, Peter Bøggild, Karen Birkelund
Vejledere: Rafael Taboryski, Poul Erik Lindelof, Peder Voetmann Christiansen

267/94 Kom til kort med matematik på Eksperimentarium - Et forslag til en opstilling
af: Charlotte Gjerrild, Jane Hansen
Vejleder: Bernhelm Booss-Bavnbek

268/94 Life is like a sewer ...
Et projekt om modellering af aorta via en model for strømning i kloakrør
af: Anders Marcussen, Anne C. Nilsson, Lone Michelsen, Per M. Hansen
Vejleder: Jesper Larsen

269/94 Dimensionsanalyse en introduktion
metaprojekt, fysik
af: Tine Guldager Christiansen, Ken Andersen, Nikolaj Hermann, Jannik Rasmussen
Vejleder: Jens Højgaard Jensen

270/94 THE IMAGE OF THE ENVELOPING ALGEBRA AND IRREDUCIBILITY OF INDUCED REPRESENTATIONS OF EXPONENTIAL LIE GROUPS
by: Jacob Jacobsen

271/94 Matematikken i Fysikken.
Opdaget eller opfundet
NAT-BAS-projekt
vejleder: Jens Højgaard Jensen

272/94 Tradition og fornyelse
Det praktiske elevarbejde i gymnasiets fysikundervisning, 1907-1988
af: Kristian Hoppe og Jeppe Guldager
Vejledning: Karin Beyer og Nils Hybel

273/94 Model for kort- og mellemdistanceløb
Verifikation af model
af: Lise Fabricius Christensen, Helle Pilemann, Bettina Sørensen
Vejleder: Mette Olufsen

274/94 MODEL 10 - en matematisk model af intravenøse anæstetikas farmakokinetik
3. modul matematik, forår 1994
af: Trine Andreasen, Bjørn Christensen, Christine Green, Anja Skjoldborg Hansen. Lisbeth Helmgaard
Vejledere: Viggo Andreasen & Jesper Larsen

275/94 Perspectives on Teichmüller and the Jahresbericht
2nd Edition
by: Bernhelm Booss-Bavnbek

276/94 Dispersionsmodellering
Projektrapport 1. modul
af: Gitte Andersen, Rehannah Borup, Lisbeth Friis, Per Gregersen, Kristina Vejrø
Vejleder: Bernhelm Booss-Bavnbek

277/94 PROJEKTARBEJDSPÆDAGOGIK - Om tre tolkninger af problemorienteret projektarbejde
af: Claus Flensted Behrens, Frederik Voetmann Christiansen, Jørn Skov Hansen, Thomas Thingstrup
Vejleder: Jens Højgaard Jensen

278/94 The Models Underlying the Anaesthesia Simulator Sophus
by: Mette Olufsen(Math-Tech), Finn Nielsen (RISØ National Laboratory), Per Føge Jensen (Herlev University Hospital), Stig Andur Pedersen (Roskilde University)

279/94 Description of a method of measuring the shear modulus of supercooled liquids and a comparison of their thermal and mechanical response functions.
af: Tage Christensen

280/94 A Course in Projective Geometry
by Lars Kadison and Matthias T. Kromann

281/94 Modellering af Det Cardiovaskulære System med Neural Pulskontrol
Projektrapport udarbejdet af:
Stefan Frello, Runa Ulsøe Johansen, Michael Poul Curt Hansen, Klaus Dahl Jensen
Vejleder: Viggo Andreasen

282/94 Parallelle algoritmer
af: Erwin Dan Nielsen, Jan Danielsen, Niels Bo Johansen

283/94 Grænser for tilfældighed
(en kaotisk talgenerator)

af: Erwin Dan Nielsen og Niels Bo Johansen

284/94 Det er ikke til at se det, hvis man ikke lige ve' det!
Gymnasiematematikkens begrundelsesproblem

En specialerapport af Peter Hauge Jensen
og Linda Kyndlev

Vejleder: Mogens Niss

285/94 Slow coevolution of a viral pathogen and its diploid host

by: Viggo Andreasen and
Freddy B. Christiansen

286/94 The energy master equation: A low-temperature approximation to Bässler's random walk model

by: Jeppe C. Dyre

287/94 A Statistical Mechanical Approximation for the Calculation of Time Auto-Correlation Functions

by: Jeppe C. Dyre

288/95 PROGRESS IN WIND ENERGY UTILIZATION

by: Bent Sørensen

289/95 Universal Time-Dependence of the Mean-Square Displacement in Extremely Rugged Energy Landscapes with Equal Minima

by: Jeppe C. Dyre and Jacob Jacobsen

290/95 Modellering af uregelmæssige bølger
Et 3.modul matematik projekt

af: Anders Marcussen, Anne Charlotte Nilsson, Lone Michelsen, Per Mørkegaard Hansen

Vejleder: Jesper Larsen

291/95 1st Annual Report from the project
LIFE-CYCLE ANALYSIS OF THE TOTAL DANISH ENERGY SYSTEM
an example of using methods developed for the OECD/IEA and the US/EU fuel cycle externality study

by: Bent Sørensen

292/95 Fotovoltaisk Statusnotat 3

af: Bent Sørensen

293/95 Geometridiskussionen - hvor blev den af?

af: Lotte Ludvigsen & Jens Frandsen

Vejleder: Anders Madsen

294/95 Universets udvidelse -
et metaprojekt

Af: Jesper Duelund og Birthe Friis

Vejleder: Ib Lundgaard Rasmussen

295/95 A Review of Mathematical Modeling of the Controled Cardiovascular System

By: Johnny T. Ottesen

296/95 RETIKULER den klassiske mekanik

af: Peder Voetmann Christiansen

297/95 A fluid-dynamical model of the aorta with bifurcations

by: Mette Olufsen and Johnny Ottesen

298/95 Mordet på Schrödingers kat - et metaprojekt om to fortolkninger af kvantemekanikken

af: Maria Hermannsson, Sebastian Horst,
Christina Specht

Vejledere: Jeppe Dyre og Peder Voetmann Christiansen

299/95 ADAM under figenbladet - et kig på en samfundsvidenskabelig matematisk model

Et matematisk modelprojekt
af: Claus Dræby, Michael Hansen, Tomas Højgård Jensen
Vejleder: Jørgen Larsen

300/95 Scenarios for Greenhouse Warming Mitigation

by: Bent Sørensen

301/95 TOK Modellering af træers vækst under påvirkning af ozon

af: Glenn Møller-Holst, Marina Johannessen, Birthe Nielsen og Bettina Sørensen

Vejleder: Jesper Larsen

302/95 KOMPRESSORER - Analyse af en matematisk model for aksialkompressorer

Projektrapport af: Stine Bøggild, Jakob Hilmer,
Pernille Postgaard

Vejleder: Viggo Andreasen

303/95 Masterlignings-modeller af Glasovergangen
Termisk-Mekanisk Relaksation
Specialerapport udarbejdet af:

Johannes K. Nielsen, Klaus Dahl Jensen

Vejledere: Jeppe C. Dyre, Jørgen Larsen

304a/95 STATISTIKNOTER Simple binomialfordelingsmodeller
af: Jørgen Larsen

304b/95 STATISTIKNOTER Simple normalfordelingsmodeller
af: Jørgen Larsen

304c/95 STATISTIKNOTER Simple Poissonfordelingsmodeller
af: Jørgen Larsen

304d/95 STATISTIKNOTER Simple multinomialfordelingsmodeller
af: Jørgen Larsen

304e/95 STATISTIKNOTER Mindre matematisk-statistisk opslagsv
indeholdende bl.a. ordforklaringer, resuméer og tabeller
af: Jørgen Larsen

305/95 The Maslov Index:
A Functional Analytical Definition
And The Spectral Flow Formula

By: B. Booss-Bavnbek, K. Furutani

306/95 Goals of mathematics teaching

Preprint of a chapter for the forth-
comming International Handbook of
Mathematics Education (Alan J.Bishop, ed)

By: Mogens Niss